

Datortomografi- perfusion av levern

Hur svårt kan det vara?

FÖRFATTARE	Marit Johannesson Helén Milde
PROGRAM/KURS	Fristående kurs, Examensarbete i Radiografi 15 högskolepoäng/ OM5250
OMFATTNING	VT 2013 15 högskolepoäng
HANDLEDARE	Lena Ask
EXAMINATOR	Tommy Johnsson

Institutionen för Vårdvetenskap och hälsa

Sahlgrenska akademien



Ett stort tack till vår handledare Lena Ask
och personalen på Kliniska Centralbiblioteket SU/Sahlgrenska
Universitetssjukhuset

”Lika rum
Lika sängar
Lika kläder.
Om man tittar noga
finns det ändå
olika personer inuti.”

Pia Dellson

Titel (svensk):	DT-perfusion av levern. Hur svårt kan det vara?
Titel (engelsk):	DT-perfusion of the liver. It can´t be that hard?
Arbetets art:	Självständigt arbete
Kursbeteckning:	OM 5250
Arbetets omfattning:	15 Högskolepoäng
Sidantal:	22 sidor
Författare:	Marit Johannesson, Helén Milde
Handledare:	Lena Ask
Examinator:	Tommy Johnsson

SAMMANFATTNING

Den diagnostiska metodiken inom röntgen står under ständig förändring. Datortomografi (DT) har blivit en allt vanligare undersökningsmetod som utvecklats och fått nya användningsområden. När nya metoder såsom DT-perfusion (DTp) möjliggörs är det viktigt att undersökningen utförs korrekt. Röntgensjuksköterskan har en unik uppgift och ska kunna översätta radiologens ordination till en undersökning som är diagnostiskt bedömbart, genomförbart för patienten och till lägsta möjliga stråldos. För att kunna undersöka patienter med en korrekt metod är det viktigt att följa de krav på evidensbaserad sjukvård som röntgensjuksköterskan har ålagts. **Syftet** med denna studie var att utifrån litteraturgranskning om undersökningsmetodik vid DTp av buken sammanställa patientanpassat undersökningsprotokoll. **Metoden** som användes var att genom analys av kvantitativa studier översätta och identifiera vetenskaplig kunskap om DTp av levern till praktisk användbarhet. **Resultatet** gav att en god patientinformation var viktig vid DTp av levern. Analysen av artiklarna uppvisade ett stort antal patienter som exkluderades ur studierna då andningsartefakter gjorde utvärderingen av undersökningen omöjlig. Kontrastmedlet bör ha hög jodkoncentration och ges med en hastighet av mer än 5 ml/s. DTp protokoll måste utformas utifrån den analysmetod som används och den datortomograf undersökningen utförs på. **Slutsatsen** för denna artikelsammanställning var att mer forskning krävs, med ett större underlag innan det kan bli en undersökning för klinisk verksamhet samt att patientinformation och omhändertagande är av största vikt för att få en bedömbart undersökning.

Sökord: Datortomografi, perfusion, HCC

INNEHÅLL	sid
SAMMANFATTNING	
INLEDNING	
BAKGRUND	
Datortomografi	1
DT-perfusionsteknik	2
Kontrastmedel	3
Stråldos	4
Sjukdomsbild	5
HCC	6
Leveranatomi och fysiologi	7
Vårdvetenskapligt perspektiv	7
Informationsöverföring till patienten	8
PROBLEMFÖRMULERING	9
SYFTE	9
METOD	
VALD METOD	10
DATAINSAMLING	
Pilotsökning	10
Sökning 1	10
Sökning 2	11
Sökning 3	11
URVAL	11
INKLUSION OCH EXKLUSION	11
ANALYS	11
RESULTAT	12

Patientinformation/andningsteknik	12
Kontrastmedelsadministration	13
Stråldos	13
Undersökningsdesign/bildsekvenser	15
DISKUSSION	
METODDISKUSSION	16
RESULTATDISKUSSION	16
Vårdvetenskapligt perspektiv	16
Patientinformation/andningsteknik	17
Kontrastmedelsadministration	18
Stråldos/Undersökningsdesign/Bildsekvenser	18
Förslag till vårdhandling och vidare forskning	19
SLUTSATS	19
REFERENSER	20
BILAGOR	
1 Ordlista	
2 Artikelsökning	
3 Mallar	
4 Artikelpresentation	
5 Kontrastmedelsadministration	
6 Patientinformation/andningsteknik	
7 Stråldos/Undersökningsdesign/Bildsekvenser	
8 Scanprotokoll för DTp av levern	

Förkortningar och ord med asterisk * förklaras i Ordlista (bilaga 1).

INLEDNING

Under många år har vi arbetat med datortomografi och följt dess utveckling, implementering av nya metoder och undersökningsområden. Som röntgensjuksköterskor måste vi ständigt ta till oss ny teknik, veta dess fördelar och dess brister. Ofta ges liten tid för att teoretiskt sätta sig in i nya metoder och osäkerhetsmoment uppstår. De senaste åren har utvecklingen av datortomograferna, där ny teknik inneburit lägre stråldoser, gjort att allt fler konventionella undersökningar omvandlats till datortomografi (DT). Det har samtidigt tillkommit nya, unika undersökningsmetoder inom DT som inneburit en högre stråldos till patienten. Datortomografi-perfusion (DTp) av buken är en ny teknik som är på väg att implementeras i den kliniska verksamheten. Den är en av flera metoder att diagnostisera och följa behandlingsresultat vid primär levercancer.

Det är viktigt att röntgensjuksköterskan är trygg i sin yrkeskompetens och med sina arbetsuppgifter för att på ett respektfullt och empatiskt sätt inge trygghet till patienterna så att de kan medverka i undersökningen (1). Genom att arbeta efter evidensbaserad kunskap kan röntgensjuksköterskan erbjuda patienten en säker och personcentrerad undersökningsmiljö. Med detta som intention vill vi sammanställa individanpassade undersökningsprotokoll för DTp enligt de riktlinjer som vetenskapliga artiklar anger.

BAKGRUND

Datortomografi

Medicinsk bildtagning har genomgått en revolutionerande utveckling både vad gäller teknik och hur den kliniskt används. Datortomografi (DT) introducerades inom medicin på 1970-talet och sedan dess har undersökningsmetoden konstant förbättrats och utvecklats. I dag ersätter DT många av de äldre undersökningsmetoderna och ny DT-teknik har utvecklat nya användningsområden. Röntgenrör och detektorer i en datortomograf roterar runt patienten som liggande på en bänk förs genom strålfältet. Datortomografi mäter attenueringen* av de röntgenstrålar som passerar genom kroppen från tusentals olika projektiionsvinklar. I varje läge mäts patientens attenueringsprofil. En sådan täthetsprofil kallas projektiion och på ett varv mäts 1000 - 3500 projektiioner. Varje projektiion skickas till bild datorn för behandling. Utifrån dessa mätal kan en dator räkna fram bilder av människokroppen. Graden av täthet/attenuering uttrycks i HU (Hounsfield enheter)*. HU ger en indikation på vävnadsdensitet (DT värde). Röntgenstrålen som passerar kroppen förlorar sin energi genom absorption och spridning av infallande röntgenstrålar. Röntgenstrålningen till patienten bestäms av rörspänningen – kV, rörströmmen – mA och röntgenrörets rotationstid. Den totala dosen till patienten påverkas även av datortomografens filter, vald pitch – hur snabbt patienten färdas genom strålfältet, dosreducerande åtgärder och storlek på undersökt volym. Senare års utveckling av datortomografer med tunnare snitt, allt snabbare rotationstid och större scan*-täckning gör det möjligt att avbilda hela organ i flera kontrastförstärkningsfaser. Detta leder till att man kunnat utföra dynamiska undersökningar såsom Dt-perfusion med god volymstäckning (2-3).

DT-Perfusionsteknik

DT används till att återge anatomiska strukturer men kan även analysera funktion. Redan på 80-talet fanns studier för att mäta vävnadsperfusionen med DT efter injektion av jod-kontrastmedel. Dynamisk bildtagning är en teknik som kan kvantifiera flöden, kärlförsörjning och genomblödning till organ. Detta kan användas till att avbilda fysiologiska händelser i form av attenuerings-skillnader i vävnad (2). Tekniken att titta på vävnadsperfusion har funnits i flera år för neurologiska undersökningar. För bukregionen är det ännu inte en allmän klinisk rutin utan övergår successivt från ren forskningsmetodik till klinisk verksamhet (4). Perfusionstekniken bygger på att man röntgar en volym upprepade gånger efter injektion av jod-kontrastmedel. Beroende på vad som avbildas används olika tidsintervall mellan bildsekvenserna. Bildmaterialet bearbetas i efterhand med särskild programvara för att beräkna/kvantifiera blodflöde och perfusionskillnader i objektet (2). Data från bildtagningen presenteras som kvantitativa kartor som markerar förändringar i vävnadsperfusionen genom att använda färgskalan för att differentiera organets genomblödning (4).

Ett DTp protokoll av buken består vanligtvis av en icke-kontrastmedelsförstärkt serie med låg stråldos för att bestämma undersökningsvolymen följt av kontrastmedelsförstärkta, dynamiska serier över vald volym. Bildtagningen måste starta innan kontrastmedlet når det undersökta organet för att bestämma utgångsläge och hålla på så länge som valt organ och utvärderingsmodell kräver. Den dynamiska bildtagningen är oftast indelad i två olika faser. I den tidiga fasen behöver i regel bilderna samlas in med hög temporal upplösning*, upp till 2 sekunder mellan bildsekvenserna, medan den senare fasen kan ha längre uppehåll mellan sekvenserna. Långa scantider kan vara ett problem för perfusions-undersökningar av lever då patienten inte kan hålla andan under hela scannet. Detta kan äventyra analysen av undersökningen på grund av andningsbetingade rörelseartefakter (5). Rekommendation från ett konsensusmöte är att patienten ska andas ytligt eller hålla andan under upprepade andningsuppehåll (6). Eftersom DTp ger en extra stråldos till patienten är det viktigt att optimera undersökningsprotokollet så att stråldosen hålls så låg som möjligt (5).

Ett problemområde inom DTp har varit det begränsade undersökningsområdet i z-led, patientens längsled. Dagens utveckling av datortomografer ger möjlighet att undersöka större volymer med snabb bildtagning och detta har ökat den kliniska användbarheten för DTp. Nya datortomografer kan erbjuda scanområden upp till 16 cm vilket innebär att hela organ kan undersökas med god temporal upplösning* och en fullständig information om tumörers blodflöde kan erhållas.

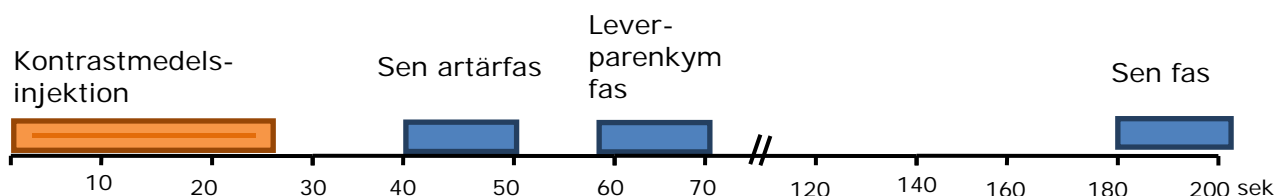
DTp av buk är särskilt användbar vid tumördiagnostik då man kan särskilja tumörens kärlförsörjning från övrig vävnad. Studier med kontrastmedelsförstärkt DTp har visat att tekniken kan fungera som biomarkör för att utvärdera effekt av cancerbehandling. Vid leverdiagnostik utnyttjas tekniken för att mäta de två blodflödena till levern, artärflödet och portaflödet. Detta gör det möjligt att analysera och mäta vävnadens och tumörens genomblödning och blodvolym. Olika leversjukdomar leder till signifikanta förändringar av leverns mikrocirkulation, därför kan beräkning av leverns perfusion förbättra värdering och behandling av sjukdomen (4).

Kontrastmedel

Kontrastmedel är ett jodbaserat läkemedel som kan användas till intravaskulär injicering. På röntgenbilden innebär kontrastmedelsförstärkning att strukturer visualiseras genom att kontrastmedlet i vävnad gör det svårare för röntgenstrålarna att tränga igenom.

Vid DT-undersökningar behövs i regel kontrastmedelsförstärkning för att synliggöra kärl, parenkym och förändringar i kroppen och kontrastmedlet ges som en intravenös injektion. Då levern är ett organ där olika strukturer synliggörs vid olika kontrastmedelsfaser är det viktigt att veta vilka faktorer som påverkar kontrastmedelsförstärkningen och i vilken fas olika strukturer ska avbildas. Förutom adekvata kontrastmedelsfaser är det väsentligt att undersöka med korrekt teknik för att ge optimal förstärkning av leverns strukturer. För att ge en god avbildning av leverparenkym bör man uppnå en kontrastförstärkning av minst 50 Hounsfield enheter (HU)* (7). Kontrastmedelsmängden bör baseras på mängd Jod per kg kroppsvikt. Detta för att skapa en jämn kontrastmedelsförstärkning till alla patienter oavsett storlek (8).

Den viktigaste faktorn för att bedöma tiden för kontrastmedlets ankomst till kärl och strukturer baseras på hur snabbt kontrastmedel injiceras vilket är beroende på flödes hastighet och volym (9). Kontrastförstärkning av leverparenkym påverkas relativt lite av flödes hastighet men korrelerar med den totala joddos som ges och kontrastförstärkningen ökar med större mängd kontrastmedel och/eller högre jod-koncentration.



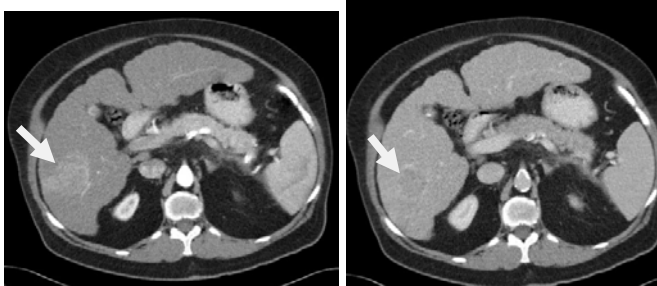
Figur 1 Snabb scanning och korrekt timing är väsentligt för att detektera och differentiera förändringar i levern (10).

Tidig artärfas är en kortvarig fas, ca 8-10 sek omedelbart efter kontrastförstärkning i aorta, som kontrastförstärker leverartärer och extremt kärlrika förändringar.

Den sena artärfasen eller portainflödesfasen visualiserar de flesta hypervaskulära lesioner bättre och inträffar 15-20 sek efter kontrastmedlets ankomst till aorta. Kärlrika tumörer uppvisar en kraftig och ofta ojämn kontrastuppladdning i sen artärfas och får en högre attenuering än leverparenkym (10).

Leverparenkymfas är lika med den portovenösa fasen och inträffar cirka 60-70 sek efter kontrastmedelsinjektionens start. Leverparenkymet får det mesta av sin blodförsörjning från portavenen till skillnad från tumörer som försörjs från leverartärerna. Detta gör att kärlfattiga tumörer har en lägre attenuering/täthet än parenkym i portafasen medan kontrastförstärkningen i kärlrika tumörer utjämnats och kan uppvisa samma attenuering/täthet som leverparenkym. Senfas eller parenkymekvilibrium, cirka 3-10 min

efter kontrastmedelsinjektion, innebär en diffusion* av kontrastmedlet till interstitiet att en utjämningsfas mellan leverparenkym och blodkärl erhålls. I denna fas kommer kärlika tumörer som Hepato Cellulär Carcinoma (HCC) ha lägre attenuering än omgivande vävnad (10).



Figur 2 i artärfas och i portafas, kärlik tumör (pil) i cirrhotisk lever (Bild: Radiologi, Sahlgrenska Sjukhuset)

Vanligt jod-kontrastmedel används vid perfusionsundersökningar. Då HCC och levercirros påverkar microvaskulariseringen med påverkan på blodflödet är det viktigt att scandesignen är korrekt så att högsta kontrastmedelskoncentrationen (piken) i aorta och i vena porta täcks in i bildtagningen samt att undersökningen inte avslutas för tidigt. Koncentrationen av jod i blodkärl och vävnad är linjärt proportionerligt till den ökning av attenuering/täthet, mätt i HU, som följer och kan därför användas för att analysera temporala förändringar enligt en standard kinetisk* modell. Det är att föredra att använda ett kontrastmedel med en hög koncentration av jod (350 - 400 mg I/ml), eftersom detta ger bättre kontrastförstärkning i vävnad vilket är till nytta vid perfusionsanalysen. Kontrastmedlet administreras genom en injektion i armveck, med kortvarig bolus teknik och högt flöde. En liten mängd kontrastmedel (40 - 50 ml) injiceras med en flödes hastighet på 4 - 6 ml/s, följt av 40 ml fysiologisk koksaltlösning given med samma flödes hastighet (4 - 6 ml/s). Vid upprepade undersökningar där DTP utförs på samma patient under olika stadier av behandling, bör det eftersträvas att alltid använda samma perifera plats för venkateter för att utesluta eventuella källor till variabilitet (11).

Stråldos

Röntgensjuksköterskans arbete lyder under kraven som finns i Strålskyddslagen (1988:220) och Strålskyddsförordningen (1988:293) samt i föreskrifter från Strålsäkerhetsmyndigheten (SSM). Enligt dessa lagar, förordningar och föreskrifter ska stråldosen för varje röntgenundersökning optimeras för att ge minsta möjliga dos till den information från undersökningen som behövs (12-13). Strålsäkerhetsmyndigheten har ansvar för strålskyddet för människor och miljö och arbetar förebyggande och pådrivande för att undvika oönskade effekter av strålning. Strålskyddsmyndigheten rapporterar att sjukvården står för den näst största andelen av den totala stråldosen till populationen i Sverige (14).

Den joniserade strålningen kan på olika sätt skada celler och Dna-molekyler beroende på att strålningen slår sönder dem. Detta är något som cellerna själva i regel reparerar men kan ändå ge en ökad risk för cancer senare i livet. Enheten för att mäta den stråldos som har absorberats i kroppsvävnad, och där hänsyn har tagits till vilken biologisk

verkan stråldosen har, benämns milliSievert (mSv). För den icke-rökande delen av Sveriges befolkning har det räknats fram en genomsnittlig årsstråldos på 2.4 mSv (15).

Inom vården förekommer strålning vid olika diagnostiska undersökningar, såsom röntgenundersökningar, och vid behandling. Undersökningsmetoden DT har ökat betydligt och är den snabbast växande medicinska strålkällan. Den står idag för ca 15 % av det totala antalet undersökningar men representerar omkring 70 % av stråldosen vid röntgenundersökningar. Den genomsnittliga stråldosen vid en DT-undersökning varierar mellan 2 till 10 mSv (16).

För att beräkna effektiv stråldos till patienten från en DT-undersökning behövs information om CTDIvol-värdet, DLP och organspecifik omräkningsfaktor. CTDI, Computed Tomography Dose Index är en doskvantitet specifik för datortomografi som relaterar till total mängd stråldos i en perfekt rektangulär dosprofil i z-led. CTDIvol som används i dagens datortomografer är ett genomsnittligt dosvärde i x, y och z-led beräknat ur ett plexifantom och mäts i enheten milligray (mGy). CTDIvol indikerar den tvärsnittliga mängd stråldos som ges till patienten. För att beräkna datortomografi-undersökningens totala dos används termen DLP – doslängd produkt som är CTDIvol multiplicerad med längd på undersökt volym och har enheten mGy•cm. Den effektiva dosen som anges i mSv räknas fram genom att multiplicera DLP med organspecifik omräkningsfaktor (17).

I SSM's föreskrifter 2008:35 påpekas att all personal ska ha den teoretiska och praktiska utbildning som behövs för att arbetet ska kunna utföras på ett strålsäkert sätt. Det fastslås även att berättigandet av nya metoder och tillämpningar ska bedömmas innan de används. Det är därför viktigt att sätta sig in i evidensen för nya metoder och ta del av klinisk forskning (18).

DTp är en undersökningsmetod som är förknippad med hög stråldos. Cancerrisken som associeras med joniserande strålning måste då balanseras mot de eventuella fördelar som undersökningen kan ge. Då patientens totala stråldos ökar när den sedvanliga röntgenutredningen kompletteras med DTp rekommenderas att protokollen ska ha en förbestämd maximal stråldos som inte ska överstigas. Miles et al rekommenderar att stråldosen för en perfusions-undersökning av buken inte ska överstiga 20 mSv vid ett 4 cm undersökningsområde och inte mer än 30 mSv vid större undersökningsområden. I moderna datortomografer ges även möjlighet till olika stråldosbesparande åtgärder såsom nya rekonstruktionsalgoritmer, brusreducerande filter och möjlighet till lägre kV (6). Röntgensjuksköterskan måste ha kunskap om rimlig stråldos och alltid arbeta efter ALARA principen (As Low As Reasonably Achievable - så lågt som det är praktiskt rimligt) (19).

Sjukdomsbild

På ett universitetssjukhus undersöks i stort sett endast svårt sjuka patienter då de i regel är diagnosticerade eller remitterade från annan vårdgivare. Detta innebär att röntgensjuksköterskor ofta möter cancersjuka patienter i olika skeden av sjukdomen, allt ifrån att patienten precis fått diagnos till en långt framskriden sjukdom. ”Maligna

neoplasm” är samlingsnamn för all elakartad cancersjukdom. Cancerceller följer inte de lagar som normalt styr celldelningen. Cancertumörer har en högre grad av celltillväxt än cellavgång och tumören växer okontrollerat. Cancersjukdomar klassificeras efter den vävnadstyp eller organ de har sitt ursprung från. Cancer utgör en tredjedel av de icke-smittsamma sjukdomar som orsakar ohälsa i världen efter hjärt-, kärl- och neuropsykiatriska-sjukdomar (20). Olika typer av tumörsjukdomar och förändringar kräver olika undersökningsmetodik (10).

HepatoCellulär Carcinoma (HCC) är en primär levercancer och den femte vanligaste cancerformen i världen (21). Den har dålig prognos och kan vara svår att särskilja från andra förändringar i levern då den under sjukdomsförloppet kan bete sig på olika sätt. HCC kan ha olika bakgrund. I Asien drabbas oftare yngre människor på grund av hög förekomst av hepatit B. I västvärlden är det skrumplever till följd av överkonsumtion av alkohol som kan orsaka primär levercancer och då främst hos äldre människor (22). HCC är ett växande problem i världen som helhet och i Sverige påvisas en måttlig ökning av tumörsjukdomen med ca 4,3–6,9 fall/100000 invånare/år. I Sverige diagnostiseras varje år ca 350 fall av sjukdomen, något fler män än kvinnor (23). Diagnosen HCC ställs ofta i ett sent sjukdomsskede (10).

HCC-tumören har vanligen sitt ursprung ur hepatocyter/leverceller. Symtomen är ospecifika såsom trötthetskänsla, nedsatt matlust, smärtor i övre delen av magen och en allmän tyngd- och fyllnadskänsla i buken. Det är först vid spridd sjukdom som de mer allvarliga symtomen som ascites, ikterus och viktnedgång uppkommer (23). Levern är ett komplicerat organ att undersöka då tumörer och förändringar i levern kan uppträda på fysiologiskt skilda sätt. Cirros förändrar det normala parenkymet med olika grad av degenerativa förändringar såsom fibros, ärrbildning och nodulära tumörer. Detta kan innebära att det är svårt att differentiera dessa förändringar gentemot primärtumören. En lever med kronisk hepatit, cirros eller tumör uppvisar en högre arteriell genomblödning än en normal lever (7). Diagnostiken görs med olika undersökningstekniker såsom Magnetisk Resonans (MR), Positron Emisions Tomografi/Datortomografi (PET/DT), kontrastförstärkt ultraljud och DT (23). Rekommenderad radiologisk undersökning av HCC bygger på tumörens vaskularisering då det sker nybildning av blodkärl med annan typ av blodförsörjning än den till normalt leverparenkym. Klinisk stadiindelning bygger på den förändrade blodförsörjningen och avbildas med MR eller med kontrastmedelsförstärkt DT i artär-, ven- och/eller sen fas så kallad ”wash out” (24).

Prognosen är beroende på den kliniska stadiindelningen, tumörhistologi, grad av levercirros och patientens allmäntillstånd. Behandling av HCC innebär kirurgi, radiofrekvensablation (RF), kemoembolisering eller levertransplantation. Kurativ terapi fungerar endast för de patienter som har några få, små tumörer och en i övrig god leverfunktion (10).

Att avbilda en cirrotisk lever med datortomografi är en teknisk utmaning. För att göra en optimal leverundersökning är det därför viktigt att röntgensjuksköterskan förutom

kunskap om omvårdnad och röntgenmetodik även har kunskap om leverns anatomi, fysiologi och patologi.

Leveranatomi och fysiologi



Figur 3 Leverns placering i buken. Bild: Primal pictures, 2009.

Levern utgör viktligt kroppens största organ och är belägen upp till höger i bukhålan direkt under diafragmavalvet och är uppdelad i två lober. Den högra loben är betydligt större än den vänstra (25). Leverns funktion kan indelas i metabol aktivitet och produktion av galla. Den metabola funktionen innefattar leverns arbete med kroppens ämnesomsättning. I levern bryts aminosyror och hormoner ner. Levern renar blodet ifrån alkohol och andra toxiska substanser (26). Kroppens energiproduktion sköts till stor del av levern och den spelar även en central roll för att upprätthålla normal temperatur i kroppen. För att kunna producera energi har levern en mycket kraftig genomblödning. Levern har dubbel blodförsörjning där ca 25 % är arteriell via truncus celiacus och arteria hepatica communis och resterande blod (75-80 %) kommer via vena porta. Vena porta tillför, från magtarmkanalen, absorberade näringsämnen och vitaminer men även toxiska substanser som ska brytas ner. Detta innebär att det från tarmar och mjälte kommer näringsrikt men syrefattigt blod via vena porta och syrerikt men näringsfattigt blod från aorta (25).

Lever är uppbyggd av leverlobuli och 2/3 av cellmassan utgörs av hepatocyter – leverceller som bland annat ombesörjer energiproduktionen, bygger upp nya äggviteämnen, sköter nedbrytning av giftiga ämnen, producerar galla och lagrar vitaminer, glukos och fett. Resterande cellmassa utgörs av Kupfferceller som är en del av leverns immunförsvar, Stellatceller som lagrar fett och vitamin A och har en viktig roll vid fibros- och cirrosutveckling samt kärlväggarnas entodelceller och celler i gallvägarna (26).

Vårdvetenskapligt perspektiv

Radiografi som akademiskt huvudämne är unikt för röntgensjuksköterskan och innefattar flera kompetensområden. Kunskapsområden såsom omvårdnad, medicin, bild- och funktionsmedicin samt strålfysik ger röntgensjuksköterskan de kunskapsgrunder som behövs för att kunna forska och genomföra det kliniska arbetet (1).

Patientsäkerhetslagen säger att den som utövar vård ska anpassa informationen individuellt efter patientens behov. Samtalet ska inte bara handla om vad som ska ske för stunden utan ska ge patienten möjlighet att vara delaktig i och fatta beslut om den egna vården, till exempel vid information om behandlingsmöjligheter och undersökningar (27). Med stöd i patientsäkerhetslagen har den personcentrerade vården ett holistiskt synsätt på människan och dennes individuella behov. Med en patientcentrerad vård fokuserar vårdgivaren på individens behov utifrån hans erfarenheter och upplevelser (28). Röntgensjuksköterskan bör arbeta utifrån ett holistisk patientcentrerat perspektiv då vårdmötet är mycket kort. Det är av stor vikt att samarbetet mellan patienten och röntgensjuksköterskan fungerar genom hela undersökningen. Patienter med cancersjukdom är ingen homogen patientgrupp. En personcentrerad vård tar hänsyn till patientens olika förutsättningar, förväntningar och behov så att röntgensjuksköterskan genom sin egen och patientens förmåga till engagemang skapar möjlighet för en trygg vårdssituation (29).

Då mötet mellan röntgensjuksköterskan och patienten nästan alltid är kort, läggs stor vikt vid att genomförandet av undersökningen sker med en väl underbyggd kunskap i teknik, metod och omvårdnad. En avgörande pusselbit i röntgensjuksköterskans arbete för att undersökningen ska bli så patientsäker som möjligt är en god planering i förhållande till patientens omvårdnadsbehov. Undersökningen måste utföras i samverkan med patienten och utifrån dennes förutsättningar (1). Systematisk patientnära forskning inom radiografi ger röntgensjuksköterskan och patienten möjlighet att tillsammans utforma vårdhandlingen enligt evidensbaserad kunskap (30).

Informationsöverföring till patienten

Förmågan att ge information utifrån omdöme, kunskap och noggrannhet påpekas i kompetensbeskrivning för röntgensjuksköterskor (1). Röntgensjuksköterskan bör förstå och behärska de mångfacetterade sätt människor kommunicerar med varandra, särskilt då information ska överföras till patienten. I vårdssituationens korta möte, ska röntgensjuksköterskan dels ta in hur patienten mår för tillfället, hur mottaglig denne är för information samt bedöma på vilken nivå informationen ska läggas. För att tolka omvårdnadssituationen kan den icke verbala kommunikationen användas så som ögonkontakt, beröring och förhållningssätt. Förmågan att lyssna är lika viktig som den verbala förmågan vid kommunikation med patienten. Att vara uppmärksam på patientens kroppsspråk, den icke verbala kommunikationen, hjälper till att tolka det som inte uttalas och/eller konfirmera det som just sagts. Ögonkontakt med patienten bekräftar och visar intresse. Beröring kan uppfattas både som positiv och som negativ. En positiv beröring är enligt Erlich fast och samtidigt mjuk och förmedlar kompetens och förmåga att vårda. Vid röntgenundersökningar behöver patienten beröras för inställning inför bildtagning. Det är viktigt att i förväg informera om detta för att visa respekt för individen. Att aktivt och fokuserat lyssna in patienten gör det lättare att läsa mellan raderna vilket ger ledtrådar till klinisk bedömning. Det krävs verbal förmåga att kunna anpassa informationen till patientens behov och det är viktigt att kontrollera om patienten uppfattat informationen på rätt sätt (31).

Katie Eriksson menar att den vuxna människan sällan får lekande och lärande i sin vård. Genom att den yrkesmässiga vårdaren arbetar från en holistisk helhetssyn kan leka och lära appliceras naturligt i vården. Genom reflektion kan röntgensjuksköterskan arbeta med ett helhetsperspektiv där människan i sin helhet står i förhållande till sin omgivning. Eriksson menar att processen har en tes, ett antagande om ett fel i en del av helheten. Antagandet ställs mot helheten, reflektionen kan mynna ut i ett nytt antagande, en antites. Ett ingripande, handling eller produktion, syntes, görs utifrån reflektionen. Eriksson menar att vårdaren måste vara medveten om delarnas samband i helheten och att utifrån ett valt perspektiv se hur handlingen kan påverka patientens situation. Vårdaren kan förstå helheten i handling och tanke med utgångspunkt i den holistiska idén. Ett holistiskt förhållningssätt bygger även på att vårdaren bör ha tillräcklig inblick i andra delaktiga professioners vetenskap (32).

PROBLEMFÖRMULERING

I röntgensjuksköterskans kompetensbeskrivning framhålls förmågan att optimera och framställa korrekta bilder enligt gällande kriterier samt att tillämpa kunskaper inom metodik, strålningsfysik och teknologi relevanta för undersökningen avseende kvalitet och stråldos (1). De undersökningsprotokoll som finns i datortomograferna är skapade av tillverkaren och det åligger användarna att korrigera dem efter den vetenskapliga evidens som finns. DTp av levern är inte en rutin- utan en högspecialiserad undersökning där det är röntgensjuksköterskan som utför undersökningen och där patienten kan utsättas för hög stråldos. I dagsläget saknas standardiserade riktlinjer för DTp av buken som röntgensjuksköterskan kan följa vid undersökningsproceduren. Undersökningsmetodiken skall vara evidensbaserad vilket är av stor vikt för patientsäkerheten särskilt när det gäller undersökningar som innebär extra stråldos såsom vid DTp. För att erbjuda patienterna en god och säker vård bör man kunna identifiera och översätta den senast tillgängliga vetenskapliga kunskapen. Varje röntgenundersökning måste ha ett dokumenterat och väl utprovat sätt att genomföras på. För att kunna utforma instruktioner för vårdhandling, gällande patientförberedelser, teknik och metodik för DTp-undersökning, bör undersökningsmetodiken baseras på evidens och aktuell forskning.

SYFTE

Syftet med denna studie är att utifrån litteraturgranskning om undersökningsmetodik vid DTp av buken sammanställa ett patientanpassat undersökningsprotokoll.

METOD

VALD METOD

Den modell som valdes var ”att bidra till evidensbaserad omvårdnad genom analys av kvantitativ forskning”. Med modellen kan en analys av kvantitativa studier identifiera vetenskaplig kunskap. Detta kan då överföras i praktisk användbarhet genom en anpassning och utformning av instruktion för en vårdhandling. Den vårdhandling som valdes var metodik för att utföra en DTp-undersökning av buken på korrekt sätt. Med metodik menas i detta fall hur patienten ska förberedas och hur undersökningen ska utföras (33).

Artiklarna valdes ut för att finna information om patientförberedelse och undersökningsteknik och bedömdes utifrån metodologisk kvalitet i enlighet med T. Greenhalghs checklistor. Artiklarna skulle beskriva ett viktigt kliniskt problem, utförda enligt kvantitativ metod, ge en trovärdig beskrivning av resultatet med väl underbyggda slutsatser och kunna överföras till andra kliniska miljöer (34). Alla valda artiklar var originalartiklar som tog upp olika aspekter av DTp-undersökning av buken. Då stor vikt lades vid att forskningen var korrekt utförd i etiskt hänseende valdes endast artiklar med formellt etiskt godkännande och dessutom kontrollerades alla publicerande tidsskrifters riktlinjer. 16 artiklar inkluderades enligt mall för artikelurval (bilaga 3).

DATAINSAMLING

Pilotsökning

En första sökning gjordes i GUPEA på sökordet CT-perfusion som inte gav träffar i det ämne som eftersöktes. Sökning med enbart ordet perfusion gav otillfredställande resultat och detta gällde även för DT-perfusion. Ordet CT gav 566 träffar i GUPEA och datortomografi utskrivet gav 47 stycken men ingen artikel behandlade DT-perfusion. Därefter användes sökmotorn Summon med sökorden ”CT-perfusion” vilket gav 2313 träffar. Då dessa träffar mest innefattade artiklar om neurologi eller kardiologi gjordes en begränsning mot dessa ämnen. Dessa första sökningar utfördes för att få en grundläggande inblick i ämnet och hur sökorden kunde användas.

Sökning 1: Relevanta sökord identifierades via PubMeds ämnesordlista MeSH-databas i Sahlgrenska sjukhusets elektroniska-bibliotek. Hjälp togs även av bibliotekarie på Sahlgrenska sjukhusets Kliniska Centralbibliotek för att kunna precisera sökområde (bilaga 2).

Sökorden; *ct, mdct, multidetector computed tomography, computed tomography* kombinerades med *perfusion, "dynamic imaging", "perfusion imaging"*. För att ytterligare begränsa sökningen lades sökorden *abdominal, liver, hepatic och HCC, "hepatic cellular carcinoma", "hepatocellular carcinoma", "liver cancer"* till. Sökorden kombinerades enligt boolesk söklogik där grupperna av likabetydande ord sammanbands med OR och sökgrupperna kombinerades i olika konstellationer med AND (33). Avgränsningar var, enligt mall artikelurval, språk, typ av studie och utgivningsdatum på artiklarna (bilaga 3).

Sökning 2: För att bredda informationen i ämnet gjordes en sökning som innefattade sökorden *breathing, artefact, instruction, "breath hold"* i kombination med *hepatocellular carcinoma*.

Sökning 3: För att få aspekterna stråldos och kontrastmedelsadministration belysta utfördes ytterligare en sökning på orden *"dose reduction", "low dose", "contrast agent", "contrast media", "contrast medium"* kombinerat med *"ct perfusion", "perfusion ct", "body perfusion" och "perfusion body"*. Sökning utfördes parallellt i Cinahl vilket inte gav någon träff i de olika kombinationerna med de använda sökorden.

URVAL

Abstract på 977 relevanta träffar skummades igenom, dessutom kontrollerades de 30 senast utgivna artiklarna på sökträff som översteg 600 stycken. Ur de 977 artiklarna valdes 65 artiklar som granskades utifrån problemområdet vilket resulterade i att 29 artiklar valdes ut. Dessa artiklar genomlästes och inkluderades eller exkluderades enligt urvalsmall (bilaga 3). Samtliga tidsskrifter där artiklarna varit publicerade har kontrollerats vad gäller deras krav på etik och vetenskaplighet.

INKLUSION OCH EXKLUSION

Inklusionskriterier var vetenskapliga originalartiklar som behandlade ämnet DTp av buken. Artikeln skulle vara etiskt granskad och godkänd och inte utgiven senare än 2009. Utgivningsår 2009 valdes för att i möjligaste mån inkludera artiklar som beskrev senaste DT-tekniken. Artiklarna skulle vara relevanta för problemområdet, alltså innehålla undersökningsmetodik.

Exklusionskriterier var artiklar skrivna på annat språk än svenska eller engelska. De artiklar som inte innebar någon ny kunskap inom problemområdet valdes bort och enligt riktlinjer för examensarbetet exkluderades även översiktsartiklar.

Orsak till att artiklar inte togs med var bland annat att de inte innefattade tillräckligt tydlig beskrivning hur perfusionsundersökningen utförts, att det saknades etiskt godkännande och att de var allt för inriktade på den diagnostiska utvärderingen. Detta resulterade i 16 artiklar som utgör grunden för artikelgranskningen.

ANALYS

Artiklarna lästes var för sig där syfte och resultat av studierna extraherades vid en första genomläsning enligt mall för artikelgranskning (bilaga 3). Analysen av artiklarna visade att faktorer som information till patienten, injektionsteknik av kontrastmedlet, exponeringsparametrar, bildtagningssekvenser samt andhållningsteknik angavs påverka resultatet av perfusionsundersökningen. För att klargöra optimalt utförd DTp undersökning identifierades fyra områden som tillsammans utgör grunden för undersökningsprotokoll; patientinformation, kontrastmedelsadministration, undersökningsdesign och stråldos. Efter ytterligare genomläsning av artiklarna fördes fakta som berörde delmomenten in i tabeller för att kunna jämföra resultaten av

studierna. Tabellerna utgjorde grunden för den beskrivning av vårdhandling som anges i resultatet. Artiklarnas innehåll extraheras och sammanställs i tabeller och delas in i delmoment som berör undersökningsmetodik för DTp (bilagor 5-7).

RESULTAT

Resultatet presenteras under rubriker: Patientinformation/Andningsteknik, Kontrastmedelsadministration, Undersökningsdesign/Bildsekvenser och Stråldos. Det undersökningsprotokoll för DTp som genomgången av artiklarna resulterat i presenteras i Bilaga 8.

Patientinformation/andningsteknik

Fyra (35, 41, 43-44) av de 16 artiklarna är inriktade mot patientförberedelse och då främst problemet med artefakter orsakade av andning. Olika metoder föreslås för att hjälpa patienten hålla andan. För att bättre kunna klara de långa andningsuppehållen ges syrgas några minuter före och samtidigt med undersökningen vilket ger en högre syremättnad i blodet (35, 46). Ett annat förslag är att applicera ett kompressionsband över bröstskorg och mage som stöd för att hålla andan i samma läge (42, 46, 50).

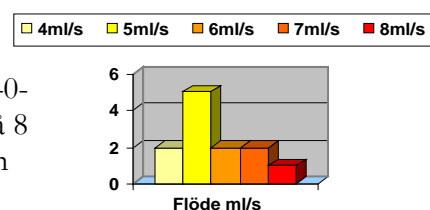
Tiden att hålla andan under den första bildtagningsskvensen varierar mellan 20-65 s (35-36, 38-43, 45-46). Det beskrivs att tiden för andhållning kan delas upp i en längre och flera korta upprepade andningsuppehåll (35-36, 40-41, 45) eller låta patienten andas fritt efter första sekvensen (39, 42-43, 50). Goh et al låter patienten andas fritt med ytliga andetag under hela DTp-undersökningen av colon vilket är möjligt om det undersökta området inte påverkas så mycket av andningen (50). Fem artiklar beskriver att patienterna håller andan i ett inandat läge (35, 39, 44-46). En studie genomför bildtagningen i ett utandat läge då det finns evidens för att de övre delarna av buken har ett mer stabilt läge vid expiration (43). I studien av andningsteknikens effekter på rörelseartefakter jämförs två grupper av patienter med pancreascancer. Grupp 1 där patienterna andas med lätta andetag under bildtagningen och grupp 2 där patienterna håller andan vid bildtagningen. Informationen till patienterna i grupp 1 är att andas med så ytliga andetag som möjligt och grupp 2 får information om att bildtagning sker under flera andningsuppehåll i inandat läge. Resultatet av denna studie visar att ytlig andning är att föredra och kräver mindre korrektion av bildmaterialet i efterhand (35). I studien av coloncancer som tillåter fri andning exkluderas inte någon på grund av andningsrelaterade artefakter (50).

En kohort-studie på 80 kliniska patienter med minst två datortomografi-serier över buken jämför två grupper bildmaterial avseende andningsartefakter. Grupp 1 får en andnings- monitorering till hjälp och grupp 2 får sedvanlig uppmaning att hålla andan. De flesta patienterna håller andan. Resultat mäts genom att mäta diafragmas position, där diafragma oftast inte flyttas mer än 5 mm. Det ses inte någon signifikant skillnad mellan grupperna men hos fyra patienter i grupp 1 varierar diafragmas position med mer än 20 mm, vilket inte kan uppvisas i grupp 2 (44).

Kontrastmedelsadministration

Av de 16 artiklar som studerats innehåller 14 stycken information om kontrastmedelsadministration. Kontrastmedlets koncentration i de studerade artiklarna varierar mellan 300 mgI/ml till 370 mgI/ml.

Injektionshastigheterna varierar med som lägst 4 ml/s och som högst 8 ml/s där 5 ml/s används av de flesta (40-42, 46, 50)(fig. 4). I den studie som använder ett flöde på 8 ml/s med en jod-koncentration på 370 mgI/ml får ingen patient extravasering av kontrastmedlet (35).



Jod-koncentrationen och det höga injektionsflödet kan ge en stark känsla av värme i kroppen och en adekvat information om vikten att inte ta något djupt andetag och undvika rörelser när upplevelsen av värme kommer bör ges till patienten innan undersökningen (35, 41, 46).

Figur 4 Bild Johannesson och Milde.

Av 16 artiklar anger nio storlek på perifer venös infart (pvk) varav sex artiklar anger storlek 18G (Gauge) (39, 41-42, 46, 48, 50). En artikel beskriver att patienten behöver en stor infart för att möjliggöra kontrastmedlets höga injektionshastighet samt att det är nödvändig att personalen har kunskap om tekniken att sätta pvk (39). Den studie som injicerar med ett flöde på 8 ml/s använder större storlek, 16G (35) medan två studier använder en mindre infart, storlek 20G (40, 45). Exkludering av patienter uppges ske vid tidigare kända kontrastmedelsallergier, nedsatt njurfunktion och om pvk inte kan sättas (47-48).

Den enda studie som har kontrastmedelsadministrering som utgångspunkt jämför om två olika kontrastmedelsvolymmer med samma injektionshastighet och koncentration påverkar analysresultatet. Det påvisas att attenuerings-piken i aorta blir högre och tiden till piken (Time-to Peak)* längre när den större volymen injiceras men perfusions-parametrarna påverkas inte. Slutsatsen blir att DTp kan utföras i samband med den kliniska undersökningen då mängden kontrastmedel inte påverkar analysen av perfusion (50).

Stråldos

DTp är en undersökningsmetod som kan ge en hög stråldos till patienten, något som även påpekas i flertalet av artiklarna. Sju av de 16 artiklarna analyserar metoder för att minska stråldosen till patienten (37-38, 42, 45, 47-49). Fortsatta studier måste fokusera på ytterligare reduktion av stråldosen genom optimering av protokoll-parametrar där adekvat område undersöks med korrekt antal scansekvenser och scantid. Som undersökningsmetod utgör DTp, vid stadiindelning och uppföljning av tumörsjukdom, ett komplement till andra tekniker med joniserande strålning. Stråldosen som associeras med DTp är, för patienter med tumörsjukdom, liten i förhållande till den stråldos som erhålls vid strålbehandling. Det är ändå av största vikt att minimera stråldosen så mycket som möjligt. Ny teknik som innebär att större volymer kan undersökas bidrar till att stråldosen ökar vilket gör det viktigt att antal sekvenser inte blir fler än nödvändigt. Det konstateras att ökas scanområdet från 6.7 cm till 14.8 cm med alla övriga parametrar lika så mer än fördubblas stråldosen, 13,4 till 30.7 mSv. Genom att öka tiden mellan

bildsekvenserna från 3 s till 4.5 s och minska antal sekvenser från 16 till 12 stycken kan dosen sänkas från 30.7 mSv till 23 mSv trots ett större scanområde i cm och en ökad total scantid i sekunder (42). Vid DTp bestäms stråldos av datortomograf, rörspänning (kV), rörström (mA), rotationstid (s), scanområde (cm), pitch samt antal och längd på scansekvenser (s) dessutom spelar typ av analysmetod och patientstorlek in. I den studie, som tittar på vilka stråldoser som ges vid perfusionsundersökningar av thorax, buk och bäcken konstateras att dosreduktion uppnås genom att sänka kV från 120 till 100 eller 80 beroende på undersökt organ och patientstorlek. Att lägre kV ger mer brus i bilden uppvägs av en bättre kontrastförstärkning. Detta ger högre attenueringsvärde och innebär att contrast-to-noise ratio (CNR)* ändå är tillräcklig för perfusionsanalys (47).

I de 16 granskade studierna varierar kV mellan 80 -120 och mAs mellan 20 till 240. Studiernas undersökningar är utförda med datortomografer från General Electric (GE), Siemens, Toshiba och Philips. GE används i sju av artiklarna varav en tillsammans med datortomograf ifrån Siemens (36, 38-39, 41, 43, 48, 50). Endast en av dessa datotomografer har möjlighet eller utnyttjas till att undersöka en volym > 2 cm. De studier som utförs på Siemens datortomografer representeras av fem olika modeller, med både gammal och ny teknik (37, 39, 42, 47, 49). Resterande studier använder datortomografer ifrån Toshiba, tre stycken av samma modell med ny teknik (35, 40, 45) samt en äldre modell av datortomograf ifrån Philips (46). Stråldos/Undersöknings-design/Bildsekvenser, visar jämförelse mellan datortomograferna (bilaga 7).

Antal bildsekvenser och längd på bildinsamlingen måste överensstämja med vald analysmetod. Genom att begränsa antalet perfusionsfaser som behövs för utvärdering erhålls en effektiv dos för DTp undersökningen på 9 mSv . Detta anges vara jämförbart med dosen vid diagnostisk undersökning (35). Den effektiva stråldosen till patienten anges i knappt hälften av de inkluderade studierna Spridning är från 7 mSv vilket representerar lågdosprotokoll (38, 45, 49) till 62 mSv (36). I de artiklar där effektiv dos angivits eller kunnat räknas ut är det sammanlagda beräknade medelvärdet 20 mSv med medianen 13 mSv vilket innefattar även studier med extrem lågdos (bilaga 7).

En vävnadsläk röntgenfantom undersöks för att utröna om det finns skillnader i stråldos mellan könen. Genom att granska strålkänsliga strukturer i kroppen i ett genusperspektiv kan dosen viktas mellan kvinnor och män. Leverundersökningar konstateras vara könsneutrala men magsäckens slemhinna, som är ett strålkänsligt organ, får en mycket hög dos utan att vara intressant för undersökningen (49).

Ett sätt att sänka stråldosen är att individanpassa och använda de strålbegränsande tekniker som normalt finns i dagens datortomografer såsom automatisk exponerings kontroll (AEC) (38) och brusreducerande bildrekonstruktion (45). Några studier anger att en högre mA används om patientens omfång överstiger ett visst cm mått (40, 47). En jämförelse mellan klinikens rutin DTp-protokoll och ett lågdos-protokoll som rekonstruerats med iterativ rekonstruktionsteknik påvisar samma perfusionsvärden i analysen. Lågdosprotokollet gav 45 % lägre stråldos då iterativ rekonstruktion kan sänka bruset i bilden men bevara HU-värdet. Detta anges vara en bra teknik för DTp (45).

Undersökningsdesign/Bildsekvenser

De flesta artiklarna beskriver i någon mån undersökningsdesign och hur bildmaterialet samlats in. 8 av artiklarna utvärderar detta i sitt slutresultat (36, 39-40, 42, 45-48).

Perfusions-undersökningen är beroende av vilken datortomograf som används, vad som ska undersökas, analysmetod samt klinisk frågeställning, därför finns ingen konsensus för ett effektivt och standardiserat protokoll (48).

Med äldre datortomografiteknik där scanområdet är lika med detektorbredden är volymstäckning i z-led endast 2 cm. Ny teknik innebär längre scanområde och dagens moderna datortomografer har, förutom bredare detektorer, även möjlighet att flytta bordet under bildtagningen och på så sätt täcka in större volym (39-40).

Analysprogrammen för DTP bygger på att det finns utgångsbilder utan kontrastmedelsförstärkning som start för bildsekvenserna. En korrekt längd på fördröjning efter kontrastinjektionens start fram till bildtagning måste därför läggas in i protokollet. Denna fördröjning varierar mellan 5 – 9 sekunder med ett medelvärde på 6,4 s och en median på 7 s. Det är väsentligt för designen av undersökningen att veta vilken analysmetod som används (39, 45, 47-49). Ska bara blodflöde och tid till högsta kontrastförstärkning i kärlen utvärderas räcker det med kortare undersökningstid med tät insamlingsfrekvens och lägre stråldos då programvaran kan beräkna detta trots brusiga bilder om kontrasttättheten är tillräcklig. Används däremot analysprogram som tittar på senare kontrastförändringar i organen måste scensekvenserna sträcka sig över tillräckligt lång tid och bildernas brusnivå hållas nere (35, 39).

Eftersom levern har ett dubbelt blodförsörjningssystem, arteriellt och venöst, där tumörer fylls ifrån den arteriella sidan och normal leverstruktur till största del ifrån den venösa ska bildsekvenserna kunna fånga in information ifrån båda faser. För att utvärdera HCC undersöks både arteriell, venös och sen fas. Den arteriella fasen behöver ha en hög temporal upplösning för att säkert fånga in fasen med högsta kontrastförstärkning i aorta. Den venösa fasen kommer långsammare och kan därför ha något lägre temporal upplösning. För att kunna mäta strukturers utjämningsfas räcker enstaka, inte lika täta, bildtagningssekvenser (35, 48). Längden på den första aorto-venösa scanfasen sträcker sig mellan 45 – 65 s efter kontrastmedelsinjektion. Sex av studierna har delat denna fas i två och låtit patienten andas mellan scangrupperna samt ändrat den temporala upplösningen. Istället för 1 – 3 s mellan sekvenserna i första gruppen används 3 - 5 s (35-36, 39-40, 45, 48). Sju studier kompletterar med sekvenser i senfas vilket innebär att 90 – 240 s efter kontrastmedelsinjektion täcks in (36, 39-41, 43, 45, 49). 30 och 40 s med hög temporal upplösning är tillräckligt som första fas för att mäta blodflöde och mean transite time (MTT) *. Jämförelse mellan scantid på 50, 40, 30 och 20 s visar detta medan en fas på 20 s inte ger tillräcklig information (48).

DISKUSSION

METODDISKUSSION

Genom egen förförståelse för hur protokoll för datortomografiundersökningar skapas upplevs en del artiklar dåligt underbyggda vid beskrivning av undersökningsdesign. Detta och andra anmärkningar har angivits under rubriken Trovärdighet i Artikelpresentation (bilaga 4). Av de 16 artiklarna kommer sju från Europa, fyra från Nordamerika och fem ifrån Asien vilket representerar erfarenhet från olika världsdelar. Arbetet med att söka material för vald metod innebär en omfattande sökning. Detta fordras för att få ett så brett material som möjligt för att säkerställa evidensen. Då flera av artiklarna har ett litet forskningsunderlag behövs mängden av artiklar för att hitta samstämmighet i tekniken.

Valet att använda medicinska kvantitativa artiklar beror på att vårdvetenskapliga artiklar om DTp saknas. Det stora antalet artiklar är för att få bredden i urvalet på beskrivning av röntgensjuksköterskans arbetsuppgifter. Det finns förhållandevis få artiklar i ämnen som behandlar röntgenmetodik med inriktning på patientförberedelser och undersökningsteknik. Genom att extrahera den omvårdnadsinriktade information som finns inbäddad i medicinska kvantitativa artiklar har den metodik som använts för undersökningen tagits fram. Modellen som valdes, att bidra till evidensbaserad omvårdnad med grund i analys av kvantitativ forskning, gav möjlighet att inhämta den vetenskapliga kunskap som behövdes för att beskriva vårdhandlingen.

RESULTATDISKUSSION

I de flesta artiklarna stod om värdet av att kunna använda DTp som utvärdering av läkemedelsbehandling och/eller sjukdomsprogress vid tumörsjukdom, något som även tidigare forskning i ämnet har påvisat (4 – 6, 35, 37 – 43, 45, 47, 49)

Det påpekas också hur viktigt det är att standardisera undersökningen (36, 39, 42, 45, 47-50). En förutsättning för att DTp-undersökningen ska kunna användas kliniskt är att den blir standardiserad och reproducerbar och fram tills detta har skett är det svårt att jämföra resultat av studier med varandra (40). Resultaten som extraherades ur artiklarna jämfördes med de rekommendationer från 2011-2013 som sammanställts i ämnet och som finns angivet i bakgrundsmaterialet under rubriken DT-perfusion (4 - 6). Slutsatsen av detta är att utan fullständig kunskap om datortomograf och analysmetod kan endast generella riktlinjer ges.

Vårdvetenskapligt perspektiv

Ett återkommande problem i de studerade artiklarna är att det inte lagts så stor vikt vid patientförberedelserna vilket gjort att onödigt många undersökningar fått exkluderas på grund av andningsrelaterade artefakter. Med en personcentrerad vårdhandling kan patienten i samverkan med röntgensjuksköterskan förberedas med andningsövningar inför DTp-undersökningen (28). Då flera artikelförfattare talar om den dåligt förberedda patienten borde ett utgångsläge utifrån det holistiska perspektivet enligt Katie Eriksson's

teori om leka och lära i vården skapa en vårdssituation som resulterar i en väl utförd undersökning och därmed en genomförbar analys av bilderna (32).

Patientinformation/Andningsteknik

Korrekt andhållningsteknik är viktigt, exempel på att hänsyn inte tas till detta finns i det studerade materialet. Elva friska studiepersoners undersökningar exkluderas då analysen inte går att genomföra på grund av andningsartefakter i bildmaterialet (38). 14 av 43 undersökningar exkluderas på grund av rörelserelaterade artefakter när patienterna förväntas hålla andan i 70 sekunder. Det konstateras att de flesta patienterna kan hålla andan i ca 40-50 sekunder (39). Då olika mjukvaror för perfusionsanalys jämförs exkluderas 15 undersökningar på grund av artefakter orsakade av andningsrörelser. Identifiering av analysområde kan inte placeras inom tumörens gränser och i diskussionen förklaras det stora bortfallet med att scanområdet är 20 mm och att ett större scanområde kan minimera bortfall (41).

Tre artiklar saknar helt uppgift om andningsteknik (37, 47-48). Istället för att förbereda patienten diskuteras vikten av att korrigeras bildmaterialet vid utvärderingen för att minimera felvärden orsakade av andningsartefakter (48-49). Trots att patienterna förberetts med både syrgas och muntlig uppmuntran under scantiden noteras att några patienter börjar röra sig vid slutet av första andhållningssekvensen. Detta tros bero på att patienterna inte hinner ta ett tillräckligt djupt andetag innan bildtagning börjar (35). Då långa andhållnings-perioder krävs nämns svårigheten att hålla andan mer än 45-60 sekunder och att andningsrelaterade rörelseartefakter orsakar felvärden i undersökningsresultatet. Det konstateras att ingen konsensus har skapats om bildtagning ska ske under andhållning eller vid lätt, ytlig andning (42). Där man tittat på om ett hjälpmedel för att hålla andan har någon effekt på andningsrelaterade rörelseartefakter noteras att diafragmas position varierar mer än 20 mm i gruppen som använt hjälpmedlet. Resultatet antas bero på den knappa tid för patienterna att öva och osäkerhet om hjälpmedlets funktion (44).

Det är anmärkningsvärt att trots att korrekt andningsteknik vid DTp av levern är en avgörande faktor för en analysbar undersökning är detta något som inte verkar läggas särskild stor vikt vid. Oftast beskrivs inte andningsteknik eller så visar bortfallet att korrekt teknik inte används vid undersökningen. Även i artikeln som granskar effekt av hjälpmedel har man underlåtit att ta sig tid till ordentlig information (44). Bortfallet förklaras med bristande maskin- eller mjukvara och inte att patienten är dåligt förberedd. Hur länge och om patienten kan hålla andan bör kontrolleras före undersökningen. Bristen på god patientförberedelse leder till ett stort bortfall, merarbete i analysmetoden och en onödigt hög stråldos till patienten. Involveras patienten i undersökningens behov och teknik kan röntgensjuksköterskan och patienten tillsammans skapa en lösning för problemet andningsartefakter i enlighet med patientcentrerad omvårdnad (28, 32).

Kontrastmedelsadministration

Variationen av parametrar gällande jod-koncentration, injektionshastighet och kontrastmedelsvolym gör det svårt att jämföra kontrastmedelsteknik. För att förstå sättet kontrastmedlet administreras i de olika studierna görs en beräkning av given jodmängd per sekund. Detta kan beräknas genom att multiplicera jod-koncentration med volym dividerat med injektionstid.

Exempelvis i den studie (36) som ger
60 ml av koncentration 370 mg I/ml under 7.5 s;
 $60 \times 370 / 7,5 = 2960$ mg I/s eller ca 3 g I/s.

Mängden jod per sekund varierar mellan 1.2 till 3 g med ett medelvärde på 1.9 g I/s.

Detta medelvärde ger hos en tänkt normalpatient på 75 kg
55 ml kontrastmedel av koncentration 350 mg I/ml
med ett flöde på 5,5 ml/s och en injektionstid på 10 s.

Endast en studie tittar specifikt på kontrastmedlets påverkan på undersökningens kvalitet och analysresultat. Då i form av att dubblera volymen till patienter som genomgår undersökningen ytterligare en gång. Ingen av studierna diskuterar huruvida kontrastmedelsteknik eller patientstorlek ger någon påverkan av undersökningens kontrastmedelsförstärkning. En kontrastmedelsstudie idag bör innehålla uppgifter om BMI och/eller kroppsvikt vilket inte är fallet i Goh et al's kontrastmedelsstudie, detta för att även patientens kroppsvikt har betydelse för kontrastförstärkning. En annan parameter som inte anges i studien men som har en känd effekt på kontrastförstärkning är tiden för kontrastinjektionen. När förutom kontrastmedelsvolym även injektionstid är fördubblad ger detta förklaring till beskriven skillnad i Time To Peak* (9, 50). Det går att individanpassa kontrastmedelsinjektionen genom att ha en förbestämd injektionstid och mängd Jod per kg kroppsvikt. Då doseras mängden jod enligt mg/kg kroppsvikt/s.

Stråldos/Undersökningsdesign/Bildsekvenser

Den effektiva stråldosen till patienten anges i knappt hälften av de inkluderade studierna Spridning är från 7 mSv vilket representerar lågdosprotokoll (38, 45, 49) till 62 mSv en hög stråldos utan hänvisning till värden för CTDIvol, DLP och omräkningsfaktor (36). Då studiernas undersökningar är utförda på vitt skilda datortomografer både vad det gäller märke och modell är det svårt att jämföra. Olika kombinationer av kV, mAs, undersökningsområde och antal sekvenser gör det svårt att beräkna stråldos utan uppgift om total DLP och omräkningsfaktor för effektiv stråldos. För att hålla nere stråldosen kan man förutom att sänka kV och mAs begränsa antal sekvenser och scanlängd och använda adekvat scanområde för undersökningen.

En datortomograf av äldre modell som endast undersöker ett 2 cm volymsområde kan inte jämföras med en nyare modell som täcker in 16 cm. Det finns risk att det objekt

som ska undersökas missas om undersökningsvolymen är för liten och även om stråldosen är mindre är den då helt onödig (35).

Det är i regel självklart för röntgensjuksköterskor att ögonlinser, bröstkörtlar och testiklar är strålkänsliga men att generellt dela in bukundersökningen efter genusperspektiv reflekteras kanske inte över (49). Forskning som påvisar vikten av att ta hänsyn till strålkänsliga organ vid högdosundersökningar som DTp och där man både tittar på genusskillnader och skillnad i kroppsstorlek är därför extra intressant. DTp och DT är, som tidigare angivits, tekniker som utvecklas snabbt. Vid jämförelse mellan normaldos DTp och lågdos DTp där ny bildrekonstruktionsteknik används uppmättes samma analysvärden i grupperna trots en betydligt lägre stråldos (45). Denna rekonstruktionsteknik är tillgänglig på de flesta nya datortomografer och bör kunna användas till DTp. I de 16 studierna varierar kV mellan 80-120 där framförallt de nyare datortomograferna har haft protokoll med 80 kV och de äldre modellerna haft 120 kV. kV påverkar både stråldos och kontrastförstärkning, den sänker stråldosen och höjer kontrastförstärkningen (47). Detta innebär att det kan vara en fördel att sänka kV om patientens storlek medger detta. Moderna datortomografer med kraftfulla röntgenrör, högre mA och dosbesparande bildrekonstruktion möjliggör ett mer flexibelt sätt att kombinera scanparametrar och skapa individuella protokoll. Ett robust och genomarbetat protokoll med angivna ramar för stråldos innebär en trygghet då röntgensjuksköterskan ska utföra perfusionsundersökningen .

Förslag till vårdhandling och vidare forskning

Ett förslag till protokoll är framtaget i ”Protokoll perfusionsundersökning av levern” (bilaga 8). Alla protokoll måste granskas och godkännas av ansvarig radiolog, därför är planen för vidare protokolloptimering följande:

- Genomgång av det nya protokollet med ansvarig radiolog.
- Ett detaljerat PM för patientinformation ska upprättas där hänsyn tas till hur viktigt det är att förmedla andhållningsteknik.
- En fantomstudie för att mäta CNR* (contrast to noise ratio) ska utföras för att se om stråldosen kan sänkas ytterligare, troligtvis genom att våga öka brusets i bilden. Goh et al's artikel visar på ett enkelt sätt att utvärdera bildkvalitet och stråldos med utgångsläge från egna protokoll med kända parametrar (47).

SLUTSATS

DTp av levern är en metod som kräver mer forskning och större underlag innan det kan bli en undersökning för klinisk verksamhet. Dessutom behövs förbättrad och mer samstämmig analysmjukvara. Genomgången av artiklarna har påvisat vikten av att ge en korrekt patientinformation för att få en analysbar undersökning. Som alltid är patientomhändertagandet av högsta vikt för en korrekt utförd datortomografiundersökning men kanske är det särskilt viktigt i de fall man utsätter patienter för påfrestningar och hög stråldos.

REFERENSER

1. Svensk förening för röntgensjuksköterskor. Kompetensbeskrivning för legitimerad röntgensjuksköterska; 2011.
2. Kalender W A. Computed Tomography. 3rd Edition. Erlangen: Publicis Publishing; 2011.
3. Haugaard Jörgensen B. CT-teknik Indföring i CT-teknikkens grundprincipper, 7 udgave. Ballerup: Forlaget Utopia; 2004.
4. Okada M, Kim T, Murakami T. Hepatocellular nodules in liver cirrhosis: state of the art CT evaluation(Perfusion CT/volume helical shuttle scan/dual energy CT,etc). Abdominal Imaging. 2011;36:273-281.
5. García-Figueiras R, Goh V, Padhani A R, Baleato-González S, Garrido M, León L et al. CT Perfusion in Oncologic Imaging: A Useful Tool?. AJR.. 2013;200:8-19.
6. Miles K A, Lee T Y, Goh V, Klotz E, Cuenod C, Bisdas S, et al. Current status and guidelines for the assessment of tumour vascular support with dynamic contrast-enhanced computed tomography. Eur Radiol. 2012;22:1430–1441.
7. Marchianò A. MDCT of Primary Liver Malignacy. In: Marchal G, Vogl TJ, Heiken J P, Rubin G D, editors. Multidetector-Row Computed Tomography, Scanning and Contrast Protocols. Italia: Springer-Verlag; 2005. s. 35-40.
8. Kondo H, Kanematsu M, Goshima S, Watanabe H, Onozuka M, Bae KT, et al. Aortic and hepatic enhancement at multidetector CT: evaluation of optimal iodine dose determined by lean body weight. Eur J Radiol. 2011;80(3):273-7.
9. Heiken J, Bae KT. Contrast medium administration and scan timing for MDCT. In: Marchal G, Vogl TJ, Heiken J P, Rubin G D, editors. Multidetector-Row Computed Tomography, Scanning and Contrast Protocols. Italia: Springer-Verlag; 2005. s. 13-9.
10. Prokop M, van der Molen A J. Liver. In: Prokop M, van der Molen A J, Schaefer-Prokop C M, editors. Spiral and Multislice Computed tomography of the body. Stuttgart: Georg Thieme Verlag; 2003. s. 441-2.
11. Petralia G, Bonello L, Viotti S, Preda L, Andrea G, Bellomi M. CT perfusion in oncology: how to do it. Cancer Imaging. 2010;10:8-19.
12. SFS 1988:220. Strålskyddslagen. Stockholm: Miljödepartementet. Tillgänglig: <http://www.stralsakerhetsmyndigheten.se>
13. 1988:293. Strålskyddsförordningen. Strålsäkerhetsmyndigheten. Stockholm: Miljödepartementet. Tillgänglig: <http://www.stralsakerhetsmyndigheten.se>
14. Statens strålskyddsinstitut. SSI-rapport. Solna: Statens strålskyddsinstitut (Swedish Radiation Protection Institute); 2008:02.
15. Statens strålskyddsinstitut. SSI-rapport. Solna: Statens strålskyddsinstitut (Swedish Radiation Protection Institute) 2007:02.
16. SSMFS 2012:23. Samlad strålsäkerhetsvärdering av hälso- och sjukvården. [Elektronisk resurs]. Stockholm: Strålsäkerhetsmyndigheten. Tillgänglig: <http://www.stralsakerhetsmyndigheten.se/Publikationer/>
17. Buzug T. Computed Tomography from photon statistics to modern cone-beam CT. Berlin: Springer-Verlag; 2008.
18. SSMFS 2008:35 Strålsäkerhetsmyndighetens föreskrifter om allmänna skyldigheter vid medicinsk och odontologisk verksamhet med joniserande strålning. [Elektronisk resurs].

- Stockholm: Strålsäkerhetsmyndigheten. Tillgänglig
<http://www.stralsakerhetsmyndigheten.se/Publikationer/>
19. ALARA - Ordlista [webbsida]. Strålsäkerhetsmyndigheten; [läst 2013-02-20] Tillgänglig
<http://www.stralsakerhetsmyndigheten.se/start/Karnkraft/Sa-fungerar-ett-karnkraftverk/Ordlista/>
20. Svanström Leif. Sjukdomslära. uppl 10. Lund: Studentlitteratur AB; 2007.
21. Madhvi P, Mohamed S, Nimzing G L, Andrew V T, Howard C T, Shahid A K, et al. Hepatocellular carcinoma: diagnostics and screening. Journal of Evaluation in Clinical Practice. 2012;18:335-342.
22. Lever och gallvägscancer [webbsida] Cancerfonden [läst 20121031] Tillgänglig
<http://www.cancerfonden.se/sv/cancer/Cancersjukdomar/lever--och-gallvagscancer/>
23. Maligna lever och gallvägstumörer [webbsida] internmedicin [läst 20121031] Tillgänglig
http://www.internetmedicin.se/dyn_main.asp?page=1242
24. ISBN Nationellt vårdprogram Levercellscancer 2011 [webbsida] Regionala cancercentrum i samverkan [läst 2013-01-21] <http://www.cancercentrum.se/sv/Vardprogram/Levercellscancer/>
25. Isaksson, B. Levertumörer. In: Hultcrantz R, Bergquist A, Lindgren S, Simrén M, Stål P., Suhr O B, editors. Gastroenterologi och hepatologi. Stockholm: Liber AB; 2011. s. 477-491.
26. Ericson E, Ericson T. Medicinska sjukdomar Patofysiologi Omvårdnad Behandling. fjärde upplagan. Lund: Studentlitteratur AB; 2012.
27. SFS 2010:659. Patientsäkerhetslag kap.6, §6..Stockholm: Socialdepartementet.
28. Rapport 2012:3 Patient centeredness in Sweden's health system- an external assessment and six steps for progress. Stockholm: Myndigheten för vårdanalys. Tillgänglig www.vardanalys.se
29. Fransson Sellgren S. Ledarskap och organisering av omvårdnadsarbete. I: Ehrenberg A, Wallin L, redaktörer. Omvårdnadens grunder: ansvar och utveckling. Kristianstad: Studentlitteratur AB; 2010. s. 243-269.
30. Willman A, Stoltz P. Evidensbaserad omvårdnad. Lund: Studentlitteratur AB; 2002.
31. Erlich R.A, Daly J.A. Patient Care in Radiography. utgåva7. Canada: Elsevier; 2009.
32. Eriksson K. Vårdandets idé. Stockholm: Liber AB; 2000.
33. Friberg F. Dags för uppsats. uppl 2. Lund: Studentlitteratur AB; 2012.
34. Greenhalgh T. Att läsa vetenskapliga artiklar och rapporter. uppl 1:1. Lund: Studentlitteratur AB; 2012.
35. Kandel S, Meyer H, Hein P, Lembcke A, Rueckert JC, Rogalla P. Comparison of free breathing versus breath-hold in perfusion imaging using dynamic volume CT. Insights Imaging. 2012; 3:323–9.
36. Koh TS, Thng CH, Hartono S, Lee PS, Choo SP, Poon DY, et.al. Dynamic contrast-enhanced CT imaging of hepatocellular carcinoma in cirrhosis: feasibility of a prolonged dual-phase imaging protocol with tracer kinetics modeling. Eur Radiol. 2009;19: 1184–1196.
37. Watanabe S, Katada Y, Gohkyu M, Nakajima M, Kawabata H, Nozaki M. Liver perfusion CT during hepatic arteriography for the hepatocellular carcinoma: dose reduction and quantitative evaluation for normal- and ultralow-dose protocol. Eur J Radiol. 2012;81: 3993-7.
38. Wang WJ, Zhong L, Hua XL, Fan Y, Li L, Xu JR.. Low-dose hepatic computed tomography perfusion imaging and its preliminary study. J Digestive Diseases. 2011;12: 204–9.

39. Dighe S, Castellano E, Blake H, Jeyadevan N, Koh MU, Orten M, et al. Perfusion CT to assess angiogenesis in colon cancer: technical limitations and practical challenges. *Br J Radiol.* 2012;85:814-825.
40. Kanda T, Yoshikawa T, Ohno Y, Fujisawa Y, Kanata N, Yamaguchi M, et al. Perfusion measurement of the whole upper abdomen of patients with and without liver diseases: initial experience with 320-detector row CT. *Eur J Radiol.* 2012;81:2470-5.
41. Petralia G, Summers P, Viotti S, Montefrancesco R, Raimondi S, Bellomi M. Quantification of variability in breath-hold perfusion CT of hepatocellular carcinoma: a step toward clinical use. *Radiology.* 2012;265(2):448-456.
42. Goetti R, Leschka S, Desbiolles L, Klotz E, Samaras P, von Boehmer L et al. Quantitative computed tomography liver perfusion imaging using dynamic spiral scanning with variable pitch: feasibility and initial results in patients with cancer metastases. *Invest Radiol.* 2010;45:419-426.
43. Chandler A, Wei W, Anderson EF, Herron DH, Ye Z, Ng CS. Validation of motion correction techniques for liver CT perfusion studies. *Br J Radiol.* 2012;85:514-522.
44. Grimm LJ, Feuerlein S, Bashir M, Nelson RC. Effectiveness of a breath-hold monitoring system in improving the reproducibility of different breath-hold positions in multiphasic CT imaging. *Clin Imaging.* 2012;36(6):754-7.
45. Negi N, Yoshikawa T, Ohno Y, Somiya Y, Sekitani T, Sugihara N, et al. Hepatic CT perfusion measurements: a feasibility study for radiation dose reduction using new image reconstruction method. *Eur J Radiol.* 2012;81:3048-3054.
46. Ippolito D, Capraro C, Casiraghi A, Cestari C, Sironi S. Quantitative assessment of tumour associated neovascularisation in patients with liver cirrhosis and hepatocellular carcinoma: role of dynamic-CT perfusion imaging. *Eur Radiol.* 2012;22:803–811.
47. Goh V, Dattani M, Farwell J, Shekhdar J, Tam E, Patel S, et al. Radiation dose from volumetric helical perfusion CT of the thorax, abdomen or pelvis. *Eur Radiol.* 2011;21:974–981.
48. Avinash R, Kambadakone AR, Sharma A, Catalano OA, Hahn PF, Sahani DV. Protocol modifications for CT perfusion (CTp) examinations of abdomen-pelvic tumors: impact on radiation dose and data processing time. *Eur Radiol.* 2011;21:1293–1300.
49. Ketelsen D, Horger M, Buchgeister M, Fenchel M, Thomas C, Boehringer N, et al. Estimation of radiation exposure of 128-slice 4D-perfusion CT for the assessment of tumor vascularity. *Korean J Radiol.* 2010;11:547-552.
50. Goh V, Bartram C, Halligan S. Effect of intravenous contrast agent volume on colorectal cancer vascular parameters as measured by perfusion computed tomography. *Clin Radiol.* 2009;64:368-372.
51. Ell P J, Gambhir S S. Nuclear Medicine in clinical diagnosis and treatment, volym 2. Upplaga 3. Kina: Elsevier Limited; 2004.

Bilaga 1

Ordlista

Attenuering	Dämpning av röntgenstrålarna vid passage genom täta strukturer såsom kontrastmedelsförstärkt vävnad (2).
Diffusion	Utspridning (10).
Hounsfieldsenheter	DT-tal. Enhet för absorption av röntgenstrålningen, används enbart vid DT-teknik (3).
Scan	Röntgenavbildning, datainsamling (3).
Temporalupplösning	Tidsupplösning, anger en datortomografs snabbaste scanföljd (3).
Kinetik	Anger rörelse och används numera vanligen synonymt med dynamik (3).
CNR	Contrast-to-Noise Ratio. Högsta HU-värde i strukturen minus strukturens utgångs- HU-värde delat med brusvärde (SD) i strukturen (13).
MTT	Mean Transite Time. Medelvärde på den tid det tar för ett ämne att passera genom aktuell struktur (51).
Tid till pik	Time To Peak, den tid det tar tills högsta värde (i detta fall kontrastförstärkning) uppnås i ett organ (50).

Förkortningar

ALARA	As Low As Reasonably Achievable
CTDIvol	Computer Tomography Dose Index volume
DLP	Dos-längd-produkt
DT	Datortomografi
DTp	Datortomografi-perfusion
HCC	Hepato Cellulär Carcinoma
HU	Hounsfields Unit, Hounsfields enheter
mGy	milliGray
MR	Magnetisk Resonans
mSv	milliSievert
PET/DT	Positron Emissions Tomografi/Datortomografi
RF	Radio-Frekvensablation

Bilaga 2. Artikelsökning i PubMed

Datum	Sökord	Antal träffar	Relevanta abstract	Granskade artiklar	Utvalda artiklar
12-10-02	Sökningar i GUPEA och Summon				
12-11-21	ct OR mdct OR multidetector computed tomography OR computed tomography	496053	Ej kontrollerat Endast delsökning		
12-11-21	HCC OR "hepatic cellular carcinoma" OR "hepatocellular carcinoma" OR "liver cancer"	71353	Ej kontrollerat Endast delsökning		
12-11-21	perfusion OR "dynamic imaging" OR "perfusion imaging"	160348	Ej kontrollerat Endast delsökning		
12-11-21	ct OR mdct OR multidetector computed tomography OR computed tomography AND perfusion OR "dynamic imaging" OR "perfusion imaging" AND abdominal OR liver OR hepatic	1437	Kontrollerat de 30 senast utgivna. För oselekerat material		
12-11-21	ct OR mdct OR multidetector computed tomography OR computed tomography AND perfusion OR "dynamic imaging" OR "perfusion imaging" AND abdominal OR liver OR hepatic AND HCC OR "hepatic cellular carcinoma" OR "hepatocellular carcinoma" OR "liver cancer"	231	231	45	9
12-11-27	ct OR mdct OR multidetector computed tomography OR computed tomography AND perfusion OR "dynamic imaging" OR "perfusion imaging" AND abdominal OR liver OR hepatic	1437	Ej kontrollerat Samma sökning som tidigare		
12-11-27	ct[Title] AND perfusion[Title] AND body[Title] AND perfusion[Title] AND perfusion[Title] AND ct[Title] AND perfusion[Title] AND body[Title]	5	5	4	0
12-11-27	"ct perfusion" OR "perfusion ct" OR "body perfusion" OR "perfusion body" AND breathing OR artefact OR instruktion OR "breath hold"	734	Kontrollerat de 30 senast utgivna. För oselekerat material		

Datum	Sökord	Antal träffar	Relevanta abstract	Granskade artiklar	Utvalda artiklar
12-11-27	"ct perfusion" OR "perfusion ct" OR "body perfusion" OR "perfusion body" AND breathing OR artefact OR instruktion OR "breath hold" NOT stroke	705	Kontrollerat de 30 senast utgivna. För oselekerat material		
12-11-27	"ct perfusion" OR "perfusion ct" OR "body perfusion" OR "perfusion body" AND breathing OR artefact OR instruktion OR "breath hold" NOT stroke NOT myocardial	626	Kontrollerat de 30 senast utgivna. För oselekerat material		
12-11-27	breathing OR artefact OR instruktion OR "breath hold" AND hepatocellular carcinoma	351	20	6	2
12-12-04	bae[Author] AND contrast media	125			
12-12-04	Bae kt[Author]) AND contrast media	59			
12-12-12	"dose reduction" OR "low dose" AND "contrast agent" OR "contrast media" OR "contrast medium" AND "ct perfusion" OR "perfusion ct" OR "body perfusion" OR "perfusion body"	14	14	2	1
13-01-16	Ct perfusion AND Radiation dos AND neoplasm	59	5	5	3
13-01-20	Sökt på referenser från valda artiklar				
13-01-20	Goh[Author])) AND Halligan	25		2	1
13-01-20	Miles KA[Author]	108	3	1	0

Bilaga 3 Mallar

Mall artikelurval

Skall överensstämma med eller svara på följande

1. Behandla ämnet DT-perfusion av buken.
2. Endast original artiklar.
3. Etiskt granskad och godkänd.
4. Inga artiklar som är utgivna tidigare än 2009.
5. Relevanta för problemområdet, alltså innehålla något om metodiken vid DTp av buken.

Mall artikelgranskning

Aspekter som extraherades ur artiklarna (32).

1. Syftet med studien.
2. Vilken typ av design har studien?
3. Hur är urvalet gjort? Var studien tillräckligt omfattande?
4. Vad visade studien för resultat? Redovisades en diskussion utifrån detta resultat?
5. Bidrar resultatet till att vi kan utnyttja detta för vårt syfte?
6. Trovärdighet: Uppfyllede studien förväntade etiska normer och krav på styrning?

Bilaga 4 **Artikelpresentation**

1. / Ref. 35

Titel: Comparison of free breathing versus breath-hold in perfusion imaging using dynamic volume CT.

Författare: Kandel S, Meyer H, Hein P, Lembcke A, Rueckert JC, Rogalla P.

Tidskrift: Insight Imaging

Årtal: 2012

Land: Kanada

Syfte: Jämförelse mellan två andningstekniker, andhållning och fri andning, under bildtagning vid DTp och hur detta påverkar perfusionsanalysen.

Metod: Randomiserad, kvantitativ, prospektiv studie.

Urval: 40 patienter med känd pankreastumörsjukdom.

Trovärdighet: en väl beskriven studie där alla inkluderade patienters undersökning kan utvärderas och där artikelförfattarna påpekar att materialet är lite med endast 20 personer i varje grupp.

Resultat: Lätt andning vid bildtagning kan resultera i färre korrigeringar vid utvärderingen och minimera rörelse artefakter och därmed minska felvärdering av perfusionen.

Referenser: 32

2. / Ref. 36

Titel: Dynamic contrast-enhanced CT imaging of hepatocellular carcinoma in cirrhosis: feasibility of a prolonged dual-phase imaging protocol with tracer kinetics modeling

Författare: Koh TS, Thng CH, Hartono S, Lee PS, Choo SP, Poon DY, Toh HC, Bisdas S

Tidskrift: Eur Radiol

Årtal: 2009

Land: Kina

Syfte: Finna förfaringssätt för att framställa den patofysiologiska bilden vid HCC genom att utföra DTp av levern.

Metod: Kvantitativ, retrospektiv pilotstudie på 4 patienters bildmaterial,

Urval: 9 patienter med HCC inkluderas från början, varav 2 exkluderas pga att metastaserna inte finns i levern och 3 exkluderas då undersökningen inte kan analyseras pga andningsartefakter.

Trovärdighet: Artikeln publicerad 2009 och ingen av de referenser rörande metoddesign är yngre än från 2007 vilket innebär att metoden är lite föråldrad och artikelförfattarnas slutsats att DTp inte bör användas kliniskt inte riktigt relevant. Extremt litet underlag även för pilotstudie

Resultat: Metoden kan påvisa den patofysiologiska bilden vid HCC, däremot bör inte DTp användas kliniskt.

Referenser: 32

3. / Ref. 37

Titel: Liver perfusion CT during hepatic arteriography for the hepatocellular carcinoma: dose reduction and quantitative evaluation for normal- and ultralow-dose protocol.

Författare: Watanabe S, Katada Y, Gohkyu M, Nakajima M, Kawabata H, Nozaki M.

Tidskrift: Eur J Radiol

Årtal: 2012

Land: Japan
Syfte: Utforska möjligheten till ultra-låg dos vid DTp utan att förlora bildkvalitet i jämförelse med konventionell DTp.
Metod: Kvantitativ, konsekutiv studie
Urval: 30 patienter som genomgår TACE (transcatheter arterial chemoembolization) varav 9 exkluderas pga andningsartefakter eller utebliven kontrastförstärkning av tumören.
Trovärdighet: Då det i artikeln inte finns uppgifter om detektortäckning i z-led eller scanlängd och stråldosvärdena endast angivits i CTDIvol utan uppgift om DLP eller effektiv dos går det inte helt att jämföra dosvärdena i denna studie med andra liknande. Det finns inte heller någon information var scandesign är tagen från. Standardavvikelse (SD) används för att utvärdera bildkvalitet, där god kvalitet för kliniskt leverundersökning är SD mellan 12 och 15. I denna studie anger man SD i lever till ca 12 för normal DTp och till ca 26 för lågdos DTp. En SD på 26 borde vara normalvärde för en DTp. Studien beskriver dessutom intraarteriell injektion vilket inte rutinmässigt kan användas i kliniskt bruk.
Resultat: Inga skillnader vid analys av lågdos-DTp jämfört med konventionell DTp.
Referenser: 17

4. / Ref. 38

Titel: Low-dose hepatic computed tomography perfusion imaging and its preliminary study
Författare: Wang WJ, Zhong L, Hua XL, Fan Y, Li L, Xu JR
Tidskrift: J Digestive Diseases
Årtal: 2011
Land: Kina
Syfte: Utvärdera möjligheten att utföra lågdos-DTp av levern på friska försökspersoner och jämförande med undersökning av HCC-patienter.
Metod: Kvantitativ Cohort-studie
Urval: 45 friska försökspersoner inkluderas varav 11 exkluderas pga rörelseartefakter i bildmaterialet dessa jämförs med 13 retrospektiva HCC patienter.
Trovärdighet: Etiskt suspekt då 45 friska i ålder 25 till 87 inkluderas till denna högdosundersökning. De 11 äldsta personerna kan inte tas med i analysen då bilderna har för mycket rörelseartefakter troligtvis för att den förväntade andhållningstiden är 55s.
Resultat: Det finns inga signifikanta skillnader mellan de tre olika studiegruppernas bilder. Lågdos CTp sänker dosen ca 35 %. HCC tillmäts högre värden i analysen än normal lever och omgivande vävnad.
Referenser: 21

5. / Ref. 39

Titel: Perfusion CT to assess angiogenesis in colon cancer: technical limitations and practical challenges.
Författare: Dighe S, Castellano E, Blake H, Jeyadevan N, Koh MU, Orten M, Swift I, Brown G.
Tidskrift: Br J Radiol
Årtal: 2012
Land: Storbritannien
Syfte: Att identifiera praktiska och tekniska utmaningar i samband med DTp samt att utvärdera metodens användbarhet vid undersökning av colorektala tumörer.
Metod: Kvantitativ, prospektiv studie av konsekutivt valda patienter.

Urval: 51 patienter med coloncancer inkluderas varav 43 anses ha genomgått undersökningen komplett. åtta patienter exkluderas pga tumören inte kunnat lokaliseras på bilderna eller att kontrastsadministrationen varit felaktig. 14 undersökningar kan inte analyseras pga rörelseartefakter och ytterligare nio st anses ha sådana rörelseartefakter att automatiskt analysprogram inte kan användas.

Trovärdighet: En undersökningsdesign där endast 20 av 51 inkluderade patienter anses helt korrekt undersökta bör korrigeras. Enligt vår erfarenhet bör stor omsorg läggas på patientinformation och instruktion särskilt när det gäller undersökningar som innebär en stor strålbekastning.

Resultat: Rörelse i form av andning och kroppsflyttning gör undersökningen svår att utföra och utvärdera, därför krävs mjukvara som hjälpmedel vid analys.

Referenser: 32

6. / Ref. 40

Titel: Perfusion measurement of the whole upper abdomen of patients with and without liver diseases: initial experience with 320-detector row CT.

Författare: Kanda T, Yoshikawa T, Ohno Y, Fujisawa Y, Kanata N, Yamaguchi M, Seo Y, Yano Y, Koyama H, Kitajima K, Takenaka D, Sugimura K.

Tidskrift: Eur J Radiol

Årtal: 2012

Land: Japan

Syfte: Att rapportera grundläggande erfarenheter av DTp-analys med 320-raders detektor och påvisa dess användbarhet vid utvärdering av sjukdom och behandlingseffekt.

Metod: Kvantitativ studie

Urval: 42 patienter varav fyra stycken exkluderas; en pga kontrastmedelsallergi, två stycken pga misslyckad pvk-inläggning och en som det ej anges någon orsak till. 38 patienter analyseras.

Trovärdighet: Utvärdering av ny Toshiba DT där tre av författarna har fått forskningsanslag ifrån och en är anställd på Toshiba.

Resultat: 320-raders detektor gör det möjligt att undersöka hela övre delen av buken och att undersökningsmetoden kan användas till utvärdering av sjukdom samt behandlingseffekt.

Referenser: 20

7. / Ref. 41

Titel: Quantification of variability in breath-hold perfusion CT of hepatocellular carcinoma: a step toward clinical use

Författare: Petralia G, Summers P, Viotti S, Montefrancesco R, Raimondi S, Bellomi M.

Tidskrift: Radiology

Årtal: 2012

Land: Italien

Syfte: Att klargöra påverkan av utvärdering av DTp parametrar vid analys med gammal och ny mjukvara.

Metod: Kvantitativ prospektiv studie

Urval: 23 HCC patienter som tillsammans genomgått 93 DTp undersökningar.

Trovärdighet: Bra beskrivning av patient-förberedelse och upplevelse men undersökningen är utförd på en DT med gammal teknik.

Resultat: Korrelationen mellan de tre radiologernas analys var hög oberoende på vilket mjukvaruprogram som användes.

Referenser: 35

8. / Ref. 42

Titel: Quantitative computed tomography liver perfusion imaging using dynamic spiral scanning with variable pitch: feasibility and initial results in patients with cancer metastases

Författare: Goetti R, Leschka S, Desbiolles L, Klotz E, Samaras P, von Boehmer L, Stenner F, Reiner C, Stolzmann P, Scheffel H, Knuth A, Marincek B, Alkadhi H

Tidskrift: Invest Radiol

Årtal: 2010

Land: Schweiz

Syfte: Att utforska användbarheten och bildkvaliteten av DTp-lever med ny teknik ”adaptive 4D spiral-mode” på patienter med metastaser.

Metod: Kvantitativ studie

Urval: 21 patienter med levermetastaser

Trovärdighet: Få patienter som studeras 21 totalt som delas upp i 3 grupper.

Resultat: Det finns ingen signifikant skillnad på bildkvaliteten mellan de tre olika scanprotokollen som studeras. Bildkvaliteten bedöms vara diagnostisk godtagbar både före och efter rörelsekorrektion, men signifikant bättre med korrektion.

Referenser: 28

9. / Ref. 43

Titel: Validation of motion correction techniques for liver CT perfusion studies

Författare: Chandler A, Wei W, Anderson EF, Herron DH, Ye Z, Ng CS.

Tidskrift: Br J Radiol

Årtal: 2012

Land: USA

Syfte: Att jämföra manuell, semiautomatisk och helautomatisk mjukvara för rörelsekorrektion av DTp-lever undersökningar.

Metod: Prospektiv, kvantitativ studie

Urval: 9 patienter med levertumör som tillsammans genomgått 17 DTp undersökningar.

Trovärdighet: Huvudförfattaren är anställd på GE som tillhandahåller en av analys mjukvarorna. Den manuella tekniken som GE's mjukvara erbjuder fick sämst resultat vid utvärderingen men författarna skriver ”This suggests that manual registration may be a reasonably technique to use in a clinical settings”

Resultat: Det finns signifikant skillnad mellan de tre olika mjukvaruprogrammen. Den semiautomatiska var signifikant bättre än de båda andra och den helautomatiska signifikant bättre än den manuella metoden.

Referenser: 20

10. / Ref. 44

Titel: Effectiveness of a breath-hold monitoring system in improving the reproducibility of different breath-hold positions in multiphase CT imaging.

Författare: Grimm LJ, Feuerlein S, Bashir M, Nelson RC.

Tidskrift: Clin Imaging

Årtal: 2012

Land: USA

Syfte: Att testa om en elektronisk andnings-monitoreringsmaskin kan förbättra patientens förmåga att andas in och hålla andan lika mycket vid upprepning datortomografiscan.

Metod: Kvantitativ Cohort-studie

Urval: 80 patienter som genomgick datortomografiundersökning av buken innefattande minst 2 serier. 40 patienter vardera i kontroll- och studie-grupp.

Trovärdighet: Svårt att utvärdera då patientförberedelsen troligtvis inte varit tillfylles.
Resultat: Ingen signifikant bättre bildkvalitet med andningsmoitorering än mot de som endast fick röstinstruktioner.
Referenser: 10

11. / Ref. 45

Titel: Hepatic CT perfusion measurements: a feasibility study for radiation dose reduction using new image reconstruction method.
Författare: Negi N, Yoshikawa T, Ohno Y, Somiya Y, Sekitani T, Sugihara N, Koyama H, Kanda T, Kanata N, Murakami T, Kawamitsu H, Sugimura K.
Tidskrift: Eur J Radiol
Årtal: 2012
Land: Japan
Syfte: Att utforska effekterna för utvärdering av DTp-lever med två olika stråldoser när en ny rekonstruktionsmetod används.
Metod: Kvantitativ studie av två grupper konsekutivt utvalda.
Urval: 70 patienter med hög risk för levermalignitet anses passa för studien. 2 patienter exkluderas då tillräckligt stor pvk inte kan anbringas, en har kontrastmedelsallergi och 7 exkluderas pga redan känd tumörsjukdom. 60 patienter delas slumpmässigt in i 2 grupper.
Trovärdighet: En förhållandevis stor patientgrupp, 60 st, som delas i två grupper. Intressant och välbeskriven där man beforskar ny bildbearbetningsteknik för att hålla nere stråldosen.
Resultat: Utvärderingen visar sig vara lika korrekt, utan skillnader. Lågdos-undersökningen gav ca 45 % lägre stråldos.
Referenser: 21

12. / Ref. 46

Titel: Quantitative assessment of tumour associated neovascularisation in patients with liver cirrhosis and hepatocellular carcinoma: role of dynamic-CT perfusion imaging.
Författare: Ippolito D, Capraro C, Casiraghi A, Cestari C, Sironi S.
Tidskrift: Eur Radiol
Årtal: 2012
Land: Italien
Syfte: Att bestämma värdet av DTp-lever i utvärderingen av tumörrelaterad kärlgenerering hos patienter med HCC.
Metod: Kvantitativ studie
Urval: 97 patienter med levercirros och hög risk för HCC anses passa för studien. Av dessa undersöks 6 st inte med DTp då tumörlokaliseringen innebär att analys inte kan genomföras.
Trovärdighet: Stor studie, bra beskriven, viktigt område att studera för att veta hur en perfusionsundersökning ska designas dock är den utförd med gammal teknik.
Resultat: Genomblödningvärden är signifikant högre i HCC än i frisk lever. Medan portaflödet samt Time To Peak är lägre i HCC. Ingen korrelation finns mellan perfusionsparametrar och grad av HCC. Det finns ingen signifikant skillnad mellan perfusionsparametrar för patienter med levercirros utan HCC och för de med HCC.
Referenser: 34

13. / Ref. 47

Titel: Radiation dose from volumetric helical perfusion CT of the thorax, abdomen or pelvis

Författare: Goh V, Dattani M, Farwell J, Shekhdar J, Tam E, Patel S, Juttla J, Simcock I, Stirling J, Mandeville H, Aird E, Hoskin P

Tidskrift: Eur J Radiol

Årtal: 2011

Land: Storbritannien

Syfte: Att utvärdera stråldosmängd som patienter utsätts för vid DTp av thorax, buk eller bäcken jämfört med konventionell DT av samma områden.

Metod: Kvantitativ retrospektiv studie.

Urval: 42 konsekutiva DTp undersökningar av thorax, buk eller bäcken som utförts för tumörutvärdering.

Trovärdighet: Ger ett bra underlag för egna studier då den påvisar hur man kan beräkna stråldos och bildkvalitet för DTp.

Resultat: I genomsnitt får patienter 1.5 gånger mer stråldos vid DTp än vid konventionell DT.

Referenser: 27

14. / Ref. 48

Titel: Protocol modifications for CT perfusion (CTp) examinations of abdomen-pelvic tumors: impact on radiation dose and data processing time

Författare: Avinash R, Kambadakone AR, Sharma A, Catalano OA, Hahn PF, Sahani DV

Tidskrift: Eur J Radiol

Årtal: 2011

Land: USA

Syfte: Att jämföra olika undersökningsdesign samt utvärdera stråldos och analystid.

Metod: Kvantitativ studie.

Urval: 30 patienter med rektal- eller retroperitoneal-cancer.

Trovärdighet: Småfel och ej förklarade företeelser, såsom att det i abstract är angivet att rörotationstid är 0.5 s medan rotationstiden i metod och material anges till 1 s med ett rekonstruktionsintervall på 0.5 s. Detta gör att det är svårt att helt förstå hur undersökningen är utförd. Det går inte heller att utläsa exakt hur mycket kontrastmedel patienterna fått något som är betydelsefullt för analysen av undersökningen.

Resultat: Att göra avbrott i bildinsamlingen ger 30-65% mindre stråldos till patienten. Analysresultaten påverkas inte nämnvärt av de olika undersökningarnas design.

Referenser: 40

15. / Ref. 49

Titel: Estimation of radiation exposure of 128-slice 4D-perfusion CT for the assessment of tumor vascularity.

Författare: Ketelsen D, Horger M, Buchgeister M, Fenchel M, Thomas C, Boehringer N, Schulze M, Tsiflikas I, Claussen CD, Heuschmid M.

Tidskrift: Korean J Radiol.

Årtal: 2010

Land: Tyskland

Syfte: Att skatta den effektiva dosen för strålkänsliga organ vid DTp-undersökningar över lunga, lever och bäcken.

Metod: Kvantitativ fantomstudie.

Urval: Fantomstudie
Trovärdighet: Forskning som påvisar vikten att ta hänsyn till strålkänsliga organ vid högdosundersökningar där man både tittar på genusskillnader och skillnad i kroppsstorlek. Det är svårt för en oinvigd att förstå vad en Alderson-Rando fantom är något som inte förklaras och där referensen inte heller ger någon vägledning.
Resultat: Helkroppsdoserna varierade beroende på kön mellan 2.9–12.2 mSv. Undersökningar över lungor och bäcken där bröstkörtlar och ovarier exponeras ökar dosen med 86 % respektive 100 % för kvinnor.
Referenser: 27

16. / Ref. 50

Titel: Effect of intravenous contrast agent volume on colorectal cancer vascular parameters as measured by perfusion computed tomography
Författare: Goh V, Bartram C, Halligan S
Tidskrift: Clin Radiol
Årtal: 2009
Land: Storbritannien
Syfte: Att utröna effekten på analysparametrarna av jämförelse mellan två olika kontrastmedelsvolym vid colrektal DTp
Metod: Prospektiv kvantitativ studie på åtta patienter som genomgår DTp vid två tillfällen samma dag med olika kontrastmedelsvolym.
Urval: 8 patienter med biopsiverifierad colrektal adenocarcinom.
Trovärdighet: Då även patientens kroppsvikt har betydelse för kontrastförstärkningen bör uppgift om BMI och/eller kroppsvikt finnas med. Det finns även en annan parameter som artikelförfattarna inte har angivit men som har en känd effekt på kontrastförstärkning och det är tiden för kontrastinjektionen. Förutom kontrastmedelsvolymen så är även injektionstiden fördubblad vilket i viss mån förklarar skillnader i Tid till Pik.
Resultat: Tumörblodvolym, blodflöde och genomblödningsarean är inte nämnvärt annorlunda. Däremot är Time To Peak (tid till högsta kontrasttäthet) och tumöruppladdningen högre efter en injektion med 100ml än med 50ml.
Referenser: 29

Bilaga 5, KONTRASTMEDELSADMINISTRATION extraherat ur artiklarna

Artikel	Volym ml	Flöde ml/s	Inj.tid s	g l/sek	Koncentration mg/ml	NaCl ml	PVK, G	Exklusionkriterier/Kommentar
35. Kandel et. al	60	8	7,5	3	370	30	16	iu
36. Koh et. al	70	4	17		i u	30	i u	iu
37. Watanabe et. al	6	na	na	na	150	iu	ia kat.	Intraarteriell injektion innebär att det inte går att jämföra med övriga.
38. Wang et. al	50	4	12,5	1,2	300	iu	iu	iu
39. Dighe et. al	50	5	10	1,5	300	iu	18	iu
40. Kanda et. al	30	5	6	1,9	370	20	20	2 pat exklud pga att pvk ej kunde sättas
41. Petriala et. al	40	5	8	2	400	40	18	iu
42. Goetti et. al	60	4	15	1,2	300	20	18	Exkl.kr.:njurinsuff.Km-överkänslighet,obehandlad hypertyreodism
43. Chandler et. al	70	7	10	2,2	320	iu	iu	iu
44. Grimm et. al	i u	iu	i u		i u	i u	i u	iu
45. Negi et. al	30	5	6	1,9	370	i u	20	2pat exkl. pga pvk ejkunde sättas. 1pat pga km-allergi
46. Ippolito et. al	50	6	8,3	2,1	350	i u	18	Serum kreatinin > 1.5mg/dl
47. Goh et. al (2011)	50	6	8,3	2,1	350	50	i u	km-allergi,S-kreatinin >120umol/L, ingen pvk.
48. Avinash et.al	70	7	10	2,6	370	i u	18	GFR<60.
49. Ketelsen et. al	50	i u			i u	i u	i u	iu
50. Goh et. al (2009)	100	5		1,7	340	iu	18	Njurinsuff. KM-allergi och

Bilaga 6, PATIENTINFORMATION/ANDNINGSTEKNIK extraherat ur artiklarna

Artikel Et. al	And-hållning	Fri andning	Andn. intervall	Patient info	Kompres-sionsband	Syrgas behandling	insp/exp	Kommentar
35. Kandel Gr 1		grupp 1		ja	-	2l O2 i 5min	insp	Exl.kriterie. Oförmåga att följa inst. Alla us kunde analyseras.
35. Kandel Gr 2	grupp2, 66s		grupp2, 18s+20s+20+1s	ja	-	2l O2 i 5min	insp	Exl.kriterie. Oförmåga att följa inst. Alla us kunde analyseras.
36. Koh	ja,36s	nej	ja,16s+ 8x1s	-	-	-	-	Inkl.krit: bra bildkvalite, HU, rörelse
37. Watanabe	ja,40s	nej	-	-	-	-	-	Av 30 pat kunde data från 21pat analyseras.
38. Wang	,55s	nej	nej	-	-	-	-	11 friska exkluderades pga av rörelseartefakter.
39. Dighe	ja,70s	ja,vb	nej	ja	-	-	insp	Data från 14 pat exkl pga rörelseart, tumör ut ur bild.
40. Kanda	ja,37s	nej	ja,15,5s x2	ja	-	-	-	Ingen exkluderades pga andning
41. Petrialala	ja,28s	nej	ja10sx7	ja	ja	-	-	1 patient blev exkluderad pga av andningen
42. Goetti	ja,46,5s. 51s	ja,vb	nej	ja	-	-	-	visuell ö-vak av andn,7 av21 kunde hålla andan hela us
43. Chandler	ja,30s	ja	nej	-	-	-	exp	scan vid fri andn planerade för att passa andn.cykeln
44. Grimm	ja	nej	ja	ja	-	-	insp	grupp1 nollade apparaturen själv, grupp2 utan apparat
45. Negi	ja,30s	nej	ja,21sx2	ja	-	-	insp	inga specifka instruktioner
46. Ippolito	ja,47s	nej	-	ja	ja	4l O2 vid us	insp	syrgas för att hjälpa pat hålla andan
47. Goh (2011)	-	-	-	nej	-	-	-	en retrospektiv studie, inga uppgifter
48. Avinash	-	-	-	Nej	-	-	-	Studie av pelvis,andnig endast i diskussion
49. Ketelsen	-	-	-	-	-	-	-	Fantomstudie, inga patienter
50. Goh (2009)	nej	ja	nej	ja	ja	-	nej	ingen av de 8 patienterna exkluderades pga andningsart.

Bilaga 7, STRÅLDOS/UNDERSÖKNINGSDESIGN/BILDSEKVENSER extraherat ur artiklarna

Artikel ref.nr författare et. al	kV	mAs	Fördröjning sek.	Antal pass	Grupp 1 Längd antal pass/ISD	paus sek	Grupp 2 Längd antal pass/ISD	paus sek	Grupp 3 Längd antal pass/ISD	Scan-område cm	effektiv-dos mSv	Total scantid sek	Modell av datortomograf
35. Kandel	100	45	i.u.	17	18/9/2s	3,5	20/5/4s	9,5	11/2/10 s	16	9	66	Toshiba 320
36. Koh	100	80	8	27	26/13/2s	4	20/5/4s	8	117/9/12	4	62,1	183	GE 64 lightspeed
37. Watanabe	120	100	1-2	iu	iu	-	-	-	-	iu		40	Siemens Somatom Definition
37. Watanabe	120	20	1-2	iu	iu	-	-	-	-	iu		40	Siemens Somatom Definition
38. Wang	120	70	5	iu	iu	-	-	-	-	2	19,62	50	GE 16 Brighspeed
38. Wang	120	45	5	iu	iu	-	-	-	-	2	12,61	50	GE 16 Brighspeed
38. Wang	120	25	5	iu	iu	-	-	-	-	2	7,01	50	GE 16 Brighspeed
39. Dighe	120	60	5	71	65/65/1s		120/6/20	-	-	2,4		190	Siemens Sensation 16
39. Dighe	120	55	5	71	65/65/1s		120/6/20	-	-	2		190	GE 64 VCT
40. Kanda	80	125	7	16	30/10/3s	9,6	15,5/3/7	9,6	15,5/3/7	16	(14,15)	87	Toshiba 320
40. Kanda	80	105	7	16	30/10/3s	9,6	15,5/3/7	9,6	15,5/3/7	16	(11,15)	87	Toshiba 320
41. Petriala	100	240	9	35	28/28/1s	?	78/7/10?	-	-	2		120	GE 16 lightspeed
42. Goetti	100	150	5	16	46,5/16/3					6,7	13,4	46,5	Siemens SS-DT 64 Definition AS
42. Goetti	100	150	5	16	46,5/16/3					14,8	30,7	46,5	Siemens DS-DT Definition Flash
42. Goetti	100	150	5	12	51/12/4,5					14,8	23	51	Siemens DS-DT Definition Flash
43. Chandler	120	45	5		30s?		6x6 s?			2	29	146?	GE 16 lightspeed
44. Grimm	na		na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	iu
45. Negi	80	60	7	16	30/10/3s	9,5	15,5/3/7	9,5	15,5/3/7	16	(7)	120?	Toshiba 320
45. Negi	80	70	7	16	30/10/3s	9,5	15,5/3/7	9,5	15,5/3/7	16		120?	Toshiba 320
45. Negi	80	105	7	16	30/10/3s	9,5	15,5/3/7	9,5	15,5/3/7	16	(13)	120?	Toshiba 320
45. Negi	80	125	7	16	30/10/3s	9,5	15,5/3/7	9,5	15,5/3/7	16		120?	Toshiba 320
46. Ippolito	80	120	7	40	40/40/1			-	-	2,4		47	Philips Brilliance 16
47. Goh (2011)	100	100/120	7		30/30/1,5-3?		?			11,4			Siemens DS-DT Somatom Definition
47. Goh (2011)	100	100/120	7		30/25/1,75-3,5?		?			13,6			Siemens DS-DT Somatom Definition
47. Goh I (2011)	100	100/120	7		30/20/2,0-4?		?			15,7			Siemens DS-DT Somatom Definition
48. Avinash	100	160-240	5-8s		50	13	210/16/13			2	33,5		GE 16 lightspeed
49. Ketelsen	80	80	7	26	20/10/2s		30/10/3s		60/6/10s	6,9	7		Siemens Somatom 128 Definition AS+
49. Ketelsen	80	120	7							6,9	12		Siemens Somatom 128 Definition AS+
50. Goh (2009)	120	60								2			GE 4 lightspeed Plus

Bilaga 8	PROTOKOLL för perfusionsundersökning av levern (DTp) Gäller GE 750 HD med Helical-shuttle möjlighet			
	1:a	2:a	3:e	4:e - 8:e
kV	100	100	100	100
mA	40-120	40-120	40-120	40-120
Rotationstid	0.4	0.4	0.4	0.4
Scantid sek ca	20/25	15/10	2	5 x 2
Dosoptimering				
Baserat på 5 mm snitt	NI 42 ASIR 50 %	NI 42 ASIR 50 %	NI 42 ASIR 50 %	NI 42 ASIR 50 %
Scan fördröjning sek	7-10	4	4	5 x 14
Antal pass	13	10	1	5x1
Temp. Upplösning	1.5-2.2	1.5-2.2	2	2
Total tid sek	135			
Andhållningsteknik	Inspiratorisk eller expiratorisk träna på vad som är bäst för patienten			
Undersökningsområde	Viktigt att inkludera tumörområde, artär och porta i scanfältet. < 20 cm			
Snittjocklek mm	5			
Intervall mm	5			
Algoritm/kernel	Standard			
Detektorkollimering	0.625 mm x 64			
Pitch	1.375			
Arkivering	Skicka alla bilder till arkiv så att de finns tillgängliga för analys			
PVK lokalisation	Samma injektionsställe vid upprepade DTp undersökning, armveck			
I.v. kontrastmedel	<p>Hög koncentration på KM, informera patienten om värmekänsla och hur viktig det är att ligga still under hela undersökningen</p> <p>220 mg I/kg kroppsvikt = 36 - 66 ml</p> <p>För en 75 kg person innebär detta vid 350 mgI/ml koncentration</p> <p>55 ml med 5.5 ml/s</p>			

Flödes hastighet ml/s	Enligt Omnijekt-protokoll 26 mgI/kg/sek ger detta ett flöde på 3.6-6.6			
Injektionstid sek	10			
CTDIvol	< 53	< 43	< 5,3	< 5.3 x 5
DLP	< 530	< 386	< 64	< 64 x 5
mSv (x 0.015)	< 8	< 6	< 1	< 5
Totalt för DTp mSv	< 20			
Skall ej överstiga				

Undersökningsinstruktioner

- Kontrollera längd, vikt och kreatinin, räkna ut hur mycket kontrastmedel som ska ges enligt Omnijekt
- 18 G (grön) PVK
- Sätt ett kompression-band runt patientens mage för att hjälpa till vid andhållningen.
- Andningsträna med patienten för att kontrollera hur länge det går att hålla andan helst 25 s i första sekvensen. Informera om och träna den korta andningen mellan 1:a och 2:a sekvensen (4 s) Bestäm om andhållning med expiratorisk eller inspiratorisk teknik. Klarar patienten bara 20 sek i första gruppen är andra gruppen 15 sek lång.
- Lågdosscan övre buk, diafragma till crista, för att lokalisera organ/tumör. Kontakta ansvarig radiolog för att ange scanområde för DTp. Samma scanområde som föregående DTp om inte annat angivits.
- Rutin undersökning av lever i portafas efter perfusionsscannet