



SAHLGRENSKA AKADEMIN
INSTITUTIONEN FÖR VÅRDVETENSKAP OCH HÄLSA

ÖVERVIKT OCH FETMA VID DATORTOMOGRAFI AV BUKEN

Effekten på stråldos

Madeleine Lindgren

Uppsats/Examensarbete:	15 hp
Program och/eller kurs:	Röntgensjuksköterskeprogrammet
Nivå:	Grundnivå
Termin/år:	Vt 2019
Handledare:	Josephine Greenbrook
Examinator:	Maud Lundén
	Institutionen för Vårdvetenskap och hälsa

Förord

Jag vill rikta en stort tack till Josephine Greenbrook för handledning och stöttning genom arbetet, samt till min kurskamrat Karin Stampe för synpunkter och goda råd. Tack även till Sarah Crockett och Johanna Schill vid Östra Sjukhuset i Göteborg för era granskningar.

Ytterligare ett tack riktas till Qurashi och medförfattare för tillgång till en i skrivande stund ännu inte publicerad artikel.

Slutligen, stort tack till min mamma Kristina Lindgren, vars förtjänst det är att jag valde utbildningen, och att bli röntgensjuksköterska.

Madeleine Lindgren
Göteborgs Universitet, 2019-03-13

Titel (svensk)	Övervikt och fetma vid datortomografi av buken: Effekten på stråldos.
Titel (engelsk)	Overweight and obesity in abdominal CT: The effect on radiation dose.
Examensarbete:	15 hp
Program och/eller kurs:	Röntgensjuksköterskeprogrammet
Nivå:	Grundnivå
Termin/år:	Vt 2019
Författare	Madeleine Lindgren
Handledare:	Josephine Greenbrook
Examinator:	Maud Lundén

Sammanfattning:

Övervikt och fetma är i dagsläget ett världsomfattande folkhälsoproblem som kan leda till en rad olika sjukdomar. I Sverige är omkring hälften av befolkningen överviktiga eller feta. Datortomografi är en frekvent använd modalitet inom radiologin som ger detaljrika bilder men till följd av en högre stråldos än konventionell bildtagning. Joniserande strålning kan ge upphov till både kortsiktiga- och långsiktiga skador och särskilt känsliga för strålning är bland annat organen i buken. Det är röntgensjuksköterskans ansvar att i enlighet med ALARA-principen optimera bildtagningen och utsätta patienten för en så liten stråldos som möjligt, men med en tillräckligt god bildkvalitet. Syftet med denna litteraturöversikt är att undersöka hur övervikt och fetma påverkar stråldosen vid datortomografiundersökningar av buken. Metoden är en strukturerad litteraturöversikt där 13 kvantitativa artiklar granskats och analyserats. Resultatet visar att vid användandet av AEC ökar stråldosen till överviktiga och feta patienter. Vid undersökningar utan AEC är resultatet mer tvetydigt och stråldosen kan antingen öka eller minska vid övervikt och fetma beroende på inställningar och parametrar. Minskningen i stråldos ses vid mätning av organos och effektiv dos. Konklusionen av denna litteraturöversikt är att övervikt och fetma påverkar stråldosen vid datortomografiundersökningar av buken och att kunskap om hur denna påverkan ser ut är nödvändig för röntgensjuksköterskan och uppgiften att optimera bildtagningen.

Nyckelord: Datortomografi, CT, Stråldos, Övervikt, Fetma

Innehållsförteckning

Förord.....	2
Inledning.....	1
Bakgrund.....	1
Övervikt och fetma.....	1
BMI.....	1
Datortomografi.....	2
Attenuering.....	2
Exponeringsautomatik.....	3
Stråldos.....	3
DT-buk.....	4
Strålskador.....	4
Dosbegrepp.....	5
Absorberad dos.....	5
Ekvivalent dos.....	5
Effektiv dos.....	5
Organdos.....	6
DLP.....	6
CTDI.....	6
DT och fetma.....	6
Röntgensjuksköterskans kompetens, ansvar och etik.....	7
Patientsäkerhet och omvårdnad.....	7
Optimering.....	7
Yrkesetisk kod.....	8
Problemformulering.....	8
Syfte.....	8
Material och metod.....	9
Litteratursökning.....	9
Inklusion och urval.....	10
Kvalitetsgranskning och analys.....	11
Etiska aspekter.....	12
Resultat.....	12
Med AEC.....	14
Organdos.....	14

Effektiv dos.....	15
Övriga doser.....	15
Utan AEC	15
Organdos.....	16
Effektiv dos.....	17
Övriga doser.....	17
Diskussion.....	18
Metoddiskussion.....	18
Resultatdiskussion	20
Kliniska implikationer	23
Implikationer för vidare forskning.....	24
Slutsats.....	24
Referenslista	25
Bilaga 1. Söktabeller	30
Bilaga 2. Kvalitetsgranskning av valda artiklar	32

Inledning

Röntgenavdelningen innebär en högteknologisk miljö där datortomografin utgör en betydande del av diagnostiken. Metoden är snabb och detaljrik men utsätter samtidigt patienten för joniserande strålning och de risker som medföljer. Att arbeta som röntgensjuksköterska innebär dels att ge en god och säker vård och dels att utföra undersökningar med så liten stråldos som möjligt men med tillräcklig bildkvalitet. Detta kräver en omfattande kunskap kring hur teknik och faktorer kring patienten samverkar.

Under utbildningens verksamhetsförlagda utbildning har ett intresse för datortomografi växt fram, vilket i kombination med en bakgrund som folkhälsovetare, bidragit till funderingar kring hur övervikt och fetma påverkar stråldosen vid denna undersökningstyp.

Bakgrund

Övervikt och fetma

World health organization (WHO) definierar övervikt och fetma som en onormal och överdriven andel kroppsfett, vilket kan påverka hälsotillståndet negativt. År 2016 var 1,9 miljarder vuxna människor (över 18 år) överviktiga och av dessa led över 650 miljoner av fetma (World health organization [WHO], 2018). Övervikt och fetma utgör ett stort folkhälsoproblem och tillstånden är en riskfaktor för en rad olika sjukdomar, såsom kardiovaskulära sjukdomar (hjärtproblem och stroke), diabetes typ 2, osteoartrit och vissa cancersorter (bröst, prostata, lever, njurar, kolon etc.). Risken för att drabbas av någon av dessa sjukdomar ökar parallellt med en ökning av Body Mass Index, förkortat BMI (WHO, 2018). Även i Sverige är övervikt och fetma ett ökande folkhälsoproblem. År 2016 var 44 procent av kvinnorna och 58 procent av männen i landet antingen överviktiga eller feta, vilket innebar en ökning sedan mätningen 2006 (folkhälsomyndigheten, 2018).

BMI

Det vanligaste sättet att mäta och klassificera kroppsvikt hos vuxna individer är med kroppsmasseindex, alltså BMI (WHO, 2018). Denna metod innebär att en persons vikt (kg) divideras med personens längd (m) i kvadrat (Statens beredning för medicinsk och social utvärdering [SBU], 2002). Att BMI används i så stor utsträckning beror på metodens enkelhet samt på att den är billig att utföra. Däremot anses det vara en svaghet att BMI inte

uppmärksammar distributionen av fettmassa i kroppen (Kuriyan, 2018). De BMI-värden som representerar övervikt och fetma har tagits fram baserat på upptäckta samband mellan BMI och dödlighet (SBU, 2012). WHO (2018) definierar övervikt som ett BMI på 25 och över, samt fetma som ett BMI från 30 och uppåt (WHO, 2018). Gränserna för vad som anses som undervikt, normalvikt, övervikt och fetma är dock till viss del godtyckliga beroende på skillnader mellan könen och mellan åldersgrupper. Män har generellt sett högre BMI än kvinnor och med stigande ålder tenderar även BMI-värdet att öka (SBU, 2002).

Datortomografi

På grund av att datortomografen (DT) idag är en lättillgänglig och relativt snabb modalitet används den vid ett stort antal undersökningar. Inom loppet av några få minuter kan en stor del av kroppens vävnader och organ avbildas (Caraiani, Dong, Rudd & Dietrich, 2018). Men en DT-undersökning har även sina nackdelar. Patienten utsätts för joniserande strålning och det finns risk för ett otillräckligt resultat, bland annat beroende på artefakter som kan uppstå genom exempelvis metalliska föremål, tekniska fel på datortomografen eller rörelse hos patienten (Caraiani et al, 2018).

Datortomografen introducerades på 1970-talet och möjliggjorde, genom beräkningar och ett stort antal ekvationer, skapandet av en tredimensionell bild av kroppen (Thilander Klang, 2008). Utöver skapandet av den tredimensionella bilden delar en DT in kroppen, likt en limpa bröd, i individuella skivor (Bontrager & Lampingnano, 2014). Modaliteten ger röntgenbilder med mer detaljrikedom och bättre information kring den avbildade individens anatomi än vid konventionell bildtagning (Thilander Klang, 2008). Med en DT kan organen i kroppen lägesbestämmas och kroppsstrukturers täthet i förhållande till tätheten hos vatten kan mätas (Isaksson, 2011). En modern DT kan avsöka på två olika sätt (Isaksson, 2011). Vid axiell avsökning förflyttas bordskivan och därmed patienten efter varje gång röntgenrör och detektorer roterat ett komplett varv runt patienten. Vid spiralavsökning förflyttas bordskivan istället kontinuerligt under tiden röntgenrör och detektorer roterar kring patienten (Thilander Klang, 2008).

Attenuering

När fotonerna i en röntgenstråle passerar genom patientens kropp kommer de växelverka med atomerna i kroppen, vilket medför en energiförlust samt ändrad riktning hos den grupp

fotoner som strålningen består av. Detta fenomen kallas attenuering, eller dämpning, och kan ske på olika sätt (Berglund & Jönsson, 2007). Fotonenergin kan absorberas fullständigt eller så kan energin absorberas delvis och fotonen sprids vidare men med minskad energi. Hur attenueringen sker beror både på fotonenergin (Isaksson, 2011) och på egenskaper, såsom tjockleken, hos det material som träffas av röntgenstrålningen (Berglund & Jönsson, 2007).

Exponeringsautomatik

Exponeringsautomatik (AEC) innebär att rörströmmen vid en undersökning anpassas kontinuerligt utefter bordets längdriktning (z-led) (Kalender, 2011). Genom AEC adapteras rörströmmen efter patientens anatomiska förändringar, och därmed skillnader i attenuering, i z-led för att upprätthålla en konstant brusnivå. Förutom en jämnare brusnivå innebär AEC även en reducering av stråldosen till patienten (Kalender, 2011). Däremot beror omfattningen av den reducerade stråldosen på vilken nivå av brus som accepteras för undersökningen i fråga (Kalender, 2011). Hur AEC-funktionen ser ut varierar mellan tillverkare men den gemensamma utgångspunkten är modulering av rörströmmen genom undersökningen (Cook, Hilton & Papanicolaou, 2013).

Om AEC saknas är det röntgensjuksköterskan som anpassar rörströmmen. Anpassningen sker utifrån patientens storlek och om samma rörström används för alla patienter kommer stråldosen vara högre, och brusnivån lägre, hos en mindre, smalare patient jämfört med hos en kraftigare patient (Thilander Klang, 2008).

Stråldos

Varje år utsätts en genomsnittlig människa för en stråldos på omkring 4 milliSievert (mSv). Den medicinska bestrålningen, i form av röntgen och radioaktiva ämnen, uppgår till ca 1 mSv (Berglund & Jönsson, 2007). Den resterande delen består av så kallad naturlig bakgrundsstrålning, från rymden och naturliga radioaktiva ämnen som finns lagrade i mark och berggrund, samt från strålkällor inom industri och kärnkraft (Berglund & Jönsson, 2007).

I takt med att antalet DT-undersökningar ökar världen över, ökar även den kollektiva effektiva stråldosen från denna typ av undersökningar (Kalender, 2011). Trots en ökning av stråldos anses denna utveckling vara positiv då DT-undersökningar generellt sett ger ett

effektivare och mer kvalitativt underlag för diagnostik (Kalender, 2011). En orsak till högre stråldos vid DT-undersökningar i jämförelse med vid konventionella undersökningar är att patienten vid en undersökning i en DT är placerad mitt i rotationscentrum och avståndet mellan patient och röntgenrör blir då kortare (Thilander Klang, 2008).

Utöver rörströmmen (mA) och rörspänningen (kV) påverkar även pitch och tjockleken på skivorna stråldosen vid DT-undersökningar (Bontrager & Lampignano, 2014). Pitch betyder antal bordsförflyttningar per gantryrotation (mm) dividerat med antal samtidiga snitt multiplicerat med nominell snittjocklek (mm) (Thilander Klang, 2008). Även skickligheten hos röntgensjuksköterskan bidrar till vilken stråldos patienten utsätts för om parametrar för en undersökning ställs in manuellt (Berglund & Jönsson, 2007). Andra påverkande faktorer är enligt Strålskyddsmyndigheten (2017) vilken del av kroppen som undersöks, den kliniska frågeställningen samt patientens längd och vikt. Sedan mätningar 2006 och 2008 hade stråldosen till patienter vid DT minskat år 2013. För undersökningar av hjärna, thorax och buk var stråldosen 14 procent lägre i genomsnitt och endast ett fåtal uppmätta dosvärden översteg den av Strålskyddsmyndigheten uppsatta diagnostiska referensnivån (SSM, 2015).

DT-buk

En DT-undersökning av buken ger generellt sett en högre effektiv dos till patienten i jämförelse med undersökningar av exempelvis thorax eller hjärnan (Caraiani et al, 2018). Detta beror på det större antal strålkänsliga organ som finns lokaliserade i buken (Caraiani et al, 2018). År 2013 var medeldosen vid en DT-undersökning av buken 8 mSv i Sverige men stora skillnader fanns mellan olika patienter, och mellan olika sjukhus (SSM, 2017). År 2018 uppgav även Caraiani et al (2018) en medeldos på 8 mSv för samma undersökningstyp. För att minska stråldosen har det under åren utvecklats en rad olika lågdos-protokoll. Dessa protokoll innebär dessvärre en minskning av bildkvaliteten och används främst för patienter under 40 år, samt vid tillfällen då stor detaljrikedom inte är nödvändig för diagnostik (Caraiani et al, 2018).

Strålskador

Det är sedan länge känt att joniserande strålning kan orsaka skador på biologisk vävnad (Caraiani et al, 2018). Skadorna delas in två olika grupper beroende på om de är förutsägbara

eller slumpmässiga. De förutsägbara skadorna kallas för deterministiska och uppkommer då ett stort antal celler dör till följd av bestrålning (Berglund & Jönsson, 2007). Deterministiska strålskador kan leda till att bestrålade organs, eller vävnaders, funktion försämras eller helt upphör. Exempelvis handlar det om håravfall, hudrodnad eller temporär sterilitet. Dödsfall kan inträffa om hela kroppen eller vitala organ utsätts för en tillräckligt hög stråldos (Axelsson, 2008). Med stokastiska skador menas främst framkallandet av cancer. Strålningen kan i detta fall skada enskilda cellers DNA vilket kan leda till utvecklingen av cancerceller. Risken för framkallande av cancer beräknas vara 3 – 4 procent per Sievert (Sv) för vuxna och 10 – 20 procent per Sv för små barn (Axelsson, 2008). För att minska risken för att biologiska skador uppstår inom den medicinska bildtagningen utvecklades rekommendationer och riktlinjer av den internationella strålskyddskommissionen (ICRP) (Axelsson, 2008).

Dosbegrepp

Absorberad dos

Absorberad dos (D) är en av de grundläggande storheterna inom strålningsdosimetri och definieras som absorberad energi per massenhet. Alltså innebär D en mätning av mängden joniserande strålning som en viss punkt i en bestrålad volym tagit emot (Isaksson, 2011). Vid mätning av D är det alltid viktigt att tydliggöra vilket organ som åsyftas då D inte ger en sammantagen bild av stråldosen. D anges i Gray (Gy) (Berglund & Jönsson, 2007).

Ekvivalent dos

Vid mätning av Ekvivalent dos tar man även hänsyn till det faktum att olika strålslag ger olika biologiska effekter (Isaksson, 2011). Olika strålslag har getts olika viktningsfaktorer beroende på dess påverkan på biologisk vävnad (Isaksson, 2011). Förenklat säger viktningsfaktorn något om hur farlig stråltypen är. För att få fram ekvivalent dos multipliceras D med viktningsfaktorn för det använda strålslaget och ekvivalent dos anges i Sv (Berglund & Jönsson, 2007).

Effektiv dos

Storheten effektiv dos (E) tar hänsyn till olika organs varierande strålkänslighet. Den effektiva dosen beräknas fram genom att multiplicera den ekvivalenta dosen med en viktningsfaktor och sedan adderas alla dessa värden för samtliga bestrålade organ (Isaksson, 2011). E innebär mätning av en helkroppsdos och anges i Sv (Berglund & Jönsson, 2007).

Organdos

Organdos innebär den mängd strålning som varje enskilt organ absorberar vid en undersökning. Mätningen av organdos är komplicerad och det finns framförallt tre olika metoder att göra det på. Direktmätning av termoluminescerande dosimetrar eller jonkammare kan ske på antropomorfa fantom eller på kadaver, men metoderna är begränsade då det vanligtvis handlar om punktkontroller och inte kontroller av hela organ (Kalender, 2011). Beräkningar enligt Monte Carlo-metoden görs utifrån en exakt datortomografmodell, scanprocess och matematiska fantom och anses vara en flexibel och tillförlitlig metod. Genom simulering av strålningens transport genom kroppen i form av historik för miljontals fotoner har statistik skapats för uppskattning av dels en specifik dosmängd, och dels en total dosmängd för en undersökning (Kalender, 2011). Den tredje metoden för mätning av organdos är biologisk dosimetri vilket innebär att blodprov tas före och efter en DT-undersökning för att mäta patientens exponering för joniserande strålning (Kalender, 2011).

DLP

Dos-längd-produkt (DLP) anger den totala mängd strålning som en patient fått motta under en DT-undersökning. Den bestrålade längden anges i cm och enheten för DLP är mGycm (Thilander Klang, 2008). Dock säger DLP ingenting om den joniserande strålningens fördelning i kroppen (Thilander Klang, 2008).

CTDI

Computed Tomography Dose Index (CTDI) är en standardiserad mätning av stråldos vid DT-undersökningar och anges i (milliGray) mGy. $CTDI^{100}$ beräknar den uppskattade stråldosen till patienten (Thilander Klang, 2008). $CTDI^{vol}$ beskriver medelstråldosen i undersökt volym och innebär att CTDI korrigeras för den pitch som används vid undersökningen (Thilander Klang, 2008). Mätningen av CTDI inkluderar däremot inte de organ som bestrålas och den stråldos som dessa får motta (Kalender, 2011).

DT och fetma

Att undersöka överviktiga och feta personer i en DT kan enligt Carruci (2012) innebära en del problematik, beroende dels på egenskaper hos patienten och dels på den tekniska utrustningen. Hos patienter med tilltagen bukfetma kan field-of-view (FOV) misslyckas med att täcka in samtlig vävnad. I vissa fall kan gantry-öppningen vara för liten, bordet har en viktbegränsning och röntgenrörets kapacitet kan vara för dålig (Carucci, 2012). Bildtekniskt kan övervikt och fetma medföra en ökning av brus, minskad bildkvalitet samt leda till

artefakter på grund av otillräcklig FOV samt fotonsvält (Carucci, 2012). Fotonsvält uppstår av en exceptionell ökad attenueringen på grund av en ökad tjocklek hos patienten, vilket leder till att antalet fotoner som når detektorn minskar kraftigt (Modica, Kanal & Gunn, 2011).

Både vid konventionell bildtagning, samt vid DT utsätts överviktiga och feta patienter för en högre stråldos i jämförelse med normalviktiga. Användandet av AEC ger en ökad rörström och rotationstid hos överviktiga patienter då bildkvaliteten hålls konstant, vilket leder till en högre stråldos. Framförallt är det huddosen som ökar, då attenueringen är högre i hud och mjukvävnad (Modica et al, 2011).

Modica et al (2011) föreslår ett antal strategier för att optimera bildtagning av överviktiga och feta patienter i en DT; exempelvis ökad rörström och rotationstid med en lägre, fixerad pitch som ger ett större antal fotoner och bidrar till en ökad kontrast i bilden. En ökad rörspänning, 140 kV för feta patienter, ger en förbättrad kontrast i mjukvävnad (Modica et al, 2011). Användandet av en för ändamålet passande rekonstruktionsteknik kan reducera brus i bilder trots förekomsten av exempelvis fotonsvält (Modica et al., 2011).

Röntgensjuksköterskans kompetens, ansvar och etik

Patientsäkerhet och omvårdnad

Enligt Patientsäkerhetslagen (2010:659) skall personal inom hälso- och sjukvården utöva sitt yrke i enlighet med vetenskap och beprövad erfarenhet och det är personalens eget ansvar att arbetsuppgifterna fullföljs (SFS 2010:659). Hälso- och sjukvårdslagen (2017:30) betonar att hälso- och sjukvården skall erbjuda en god vård där patientens behov av trygghet, kontinuitet och säkerhet tillgodoses, samt främja en god kommunikation mellan patient och personal. Alla människors lika värde och enskilda värdighet skall respekteras (SFS 2017:30).

Optimering

Enligt IRCP finns tre huvudprinciper inom strålskyddsarbete; berättigande, optimering och dosgränser (Isaksson, 2011). Patienten skall alltid utsättas för minsta möjliga stråldos vid en undersökning och om något substitut till undersökningen finns, där joniserande strålning inte används, skall denna metod istället väljas (Caraianni et al, 2018). Optimering innebär att när strålning brukas skall det göras på ett optimalt sätt så att bestrålningen till följd av en verksamhet blir så liten som möjligt. Principen kallas för ALARA, vilket står för *as low as reasonably achievable* (Isaksson, 2011, s. 204). Det är i enlighet med

kompetensbeskrivningen för legitimerade röntgensjuksköterskor (Svensk förening för röntgensjuksköterskor [SWEDRAD], 2012) professionens ansvar att genom kunskap inom strålningsfysik- och teknik kunna optimera bildtagningen. Optimeringen innefattar både bildkvalitet och stråldos (SWEDRAD, 2012).

Yrkesetisk kod

Enligt den yrkesetiska koden skall röntgensjuksköterskan, i sin högteknologiska arbetsmiljö, utföra undersökningar och behandlingar med minsta möjliga stråldos och med hög patientsäkerhet. Därtill skall omvårdnaden av patienterna vara respektfull och jämlik, och patientens integritet och värdighet skall skyddas (Svensk förening för röntgensjuksköterskor [SWEDRAD], 2008). Det hör även till röntgensjuksköterskans yrkesroll att kunna göra prioriteringar i samband med radiologiska undersökningar med utgångspunkterna behov och solidaritet. Röntgensjuksköterskan har också ett ansvar för vårdens- och verksamhetens utveckling (SWEDRAD, 2008).

Problemformulering

Övervikt och fetma är ett stort och ökande folkhälsoproblem världen över. På grund av den riskfaktor som tillstånden innebär för en rad olika sjukdomar kommer överviktiga personer troligen dessutom vara frekventa patienter inom hälso- och sjukvården.

DT är numera ett förstahandsval för många undersökningar på grund av dess tillgänglighet samt värde för diagnostik. Modaliteten innebär dock en ökning i stråldos jämfört med konventionell röntgen.

Att känna till hur egenskaper hos patienten påverkar DT-undersökningar är betydelsefullt då röntgensjuksköterskan ansvarar för att patienten skall utsättas för en så liten stråldos som möjligt, men med en tillräcklig bildkvalitet. På grund av utbredningen av- och problematiken med övervikt och fetma kan detta anses vara ett särskilt intressant område att undersöka.

Syfte

Syftet med denna litteraturöversikt är att undersöka hur övervikt och fetma påverkar stråldosen vid DT-undersökningar av buken.

Material och metod

Denna studie är en strukturerad litteraturöversikt. Enligt Rosén (2017) är syftet med en litteraturöversikt att skapa en bild av forskningsläget samt få ett underlag för att bedriva evidensbaserad vård.

Litteratursökning

Inledningsvis gjordes en litteratursökning för att skapa en överblick kring tillgänglig litteratur på området. Enligt Östlundh (2017) delas arbetet med att få fram relevant litteratur in i två delar; först en inledande informationssökning och sedan en egentlig informationssökning. Det är vid den inledande informationssökningen som grunden till det fortsatta sökandet av litteratur inleds, och som skapar en bakgrundsbild och formar förståelse för det tänkta området (Östlundh, 2017).

Under den egentliga informationssökningen arbetas det systematiskt för att få fram ett slutgiltigt material. Sökningen bör noggrant planeras och dokumenteras (Östlundh, 2017). Vid den egentliga informationssökningen användes databaserna *PubMed*, *Scopus*, *Cinahl* samt *ScienceDirect*. Av dessa fyra databaser genererade *PubMed* och *Scopus* artiklar av intresse. Sökningarna skedde under januari samt början av februari 2019, och de sökningar som frambringade artiklar som ansågs intressanta för syftet finns dokumenterade i en söktabell (se Bilaga 1).

Sökord identifierades i enlighet med syftet, dels genom ord som representerar det valda ämnet och dels genom synonymer till dessa ord (Östlundh, 2017). Sökningarna inleddes brett med en kombination av sökorden "*computed tomography*", "*radiation dose**", *obesity*, "*body weight*", "*body mass*" och *BMI*. Därefter gjordes en smalare sökning med *obesity* i kombination med *CTDI** och *DLP**. Sökorden i den smalare sökningen hade identifierats under arbetet med den inledande granskningen av artiklar från de bredare sökningarna. För några av sökorden användes så kallad "trunkering", vilket innebär att ett trunkeringstecken (här *) skrivs i slutet av en ordstam och möjliggör träffar för ordets alla böjningsformer (Östlundh, 2017). Även boolesk sök teknik där två eller fler sökord kan kopplas ihop genom att ange exempelvis AND mellan sökorden (Östlundh, 2017) användes.

Samtliga sökningar reducerades genom val av *article title*, *abstract* och *keywords*. Vidare begränsades ett antal sökningar som inledningsvis gett ett stort antal träffar genom att välja artiklar publicerade de senaste 10 åren (2009 - 2019) baserat på att vetenskapligt material är en färskvara som snabbt kan bli inaktuellt (Östlundh, 2017). Vid ett tillfälle begränsades en sökning genom att välja artiklar på engelska och vid ett annat valdes enbart forskningsartiklar. Avgränsningsfunktioner är till för att begränsa urvalet och kunna sortera bort litteratur som inte passar för ämnet, genom att exempelvis välja en särskild tidsperiod eller litteratur på ett visst språk (Östlundh, 2017). En artikel erhöles osystematiskt vid sökning av bakgrundslitteratur, efter att den systematiska informationssökningen redan genomförts. Enligt Östlundh (2017) är en osystematisk litteratursökning en komplettering till den systematiska sökningen, och innebär ett mer planlöst sökande.

Inklusion och urval

Utifrån problemformulering samt vad som kommer fram i informationssökningen skall ett område avgränsas (Friberg, 2017a). Ett urval görs genom att artiklar inkluderas eller exkluderas utifrån motiverade kriterier. Den överblick som en inledande informationssökning ger kan vara till hjälp vid denna avgränsning (Friberg, 2017a).

Ett antal inklusionskriterier fastslogs under arbetet med informationssökningen. Dessa kriterier innebär att studier med *deltagare över 18 år* som undersökte *stråldos* vid *DT-undersökningar av buken* med *övervikt och/ eller fetma* som faktorer valdes ut. Andra inklusionskriterier var att artiklarna var *vetenskapligt granskade*, skrivna på *engelska* och *relativt nyskrivna*. En vald artikel publicerades 2007, resterande artiklar under de 2009 - 2019. Majoriteten av artiklarna fanns tillgängliga som fulltext via Göteborgs universitet. I ett fall bedömdes artikelns abstrakt vara så pass intressant att författarna kontaktades och därigenom skapades tillgång till fulltexten.

Vid val av litteratur bör först en grovsortering göras utifrån titlar, samt eventuellt efter ämnesord (Östlundh, 2017). Därefter kan relevansen bedömas med hjälp av artiklarnas abstrakt, som kort sammanfattar innehållet (Östlundh, 2017). Då en artikels titel genererade intresse utifrån litteraturoversiktens syfte lästes dess abstrakt. Utifrån lästa abstrakt valdes sedan artiklar ut för vidare granskning. 24 artiklar valdes inledningsvis ut för den vidare granskningen varav 11 stycken exkluderades då de inte uppfyllde inklusionskriterierna. Totalt

valdes 13 artiklar ut till resultatet, från den egentliga informationssökningen. Åtta från PubMed, fyra från Scopus samt en från den osystematiska sökningen (se Bilaga 1).

Kvalitetsgranskning och analys

Vid granskning av kvantitativa studier kan ett antal frågor ställas för att bedöma en studies kvalitet, som berör bland annat syfte, metod, urval, analys, resultat samt etik (Friberg, 2017b). Genom att besvara frågorna kan ställning tas till kvaliteten på studien (Friberg, 2017b). Det är en komplicerad process att bedöma en studies kvalitet som kräver detaljgranskning av utvald litteratur (Rosén, 2017). Vid granskningen av valda artiklar användes Fribergs (2017b) modell för att värdera kvaliteten hos studierna. Utifrån Rosén (2017) delades studierna sedan in i grupper med medelhög respektive hög kvalitet (se Bilaga 2). Ingen av de valda studierna bedömdes hamna i den tredje gruppen; låg kvalitet. Enbart studier av medelhög samt hög kvalitet bör inkluderas i en litteraturstudies resultat (Rosén, 2017).

Friberg (2017b) ger förslag på infallsvinklar för att strukturera de analyserade studierna och rekommenderar att fokusera på inte fler än tre av dessa infallsvinklar. För denna litteraturöversikt har likheter/skillnader i metodologiskt tillvägagångssätt samt likheter/skillnader i resultat innehåll valts för att jämföra studier. Likheter och skillnader identifierades i ett första steg för att sedan sorteras in under lämpliga teman och rubriker. Vid arbetet med kvalitetsgranskningen besvarades frågor i enlighet med Friberg (2017b) (se Bilaga 2). För varje studie undersöktes om syftet besvaras, om det finns en tydlig problemformulering, hur urvalet har gjorts, vilken metod har använts och hur är den beskriven, vad resultatet visar, om det finns en metoddiskussion och om det först några etiska resonemang och/eller finns ett etiskt godkännande.

Samtliga artiklar lästes ett flertal gånger och därefter markerades stycken relevanta för syftet, vilka lästes ytterligare ett antal gånger. I nästa steg sammanställdes artiklarna i en tabell där syfte, urval, metod/design, resultat samt kvalitetsnivå redovisas separat för varje studie (se Bilaga 2). Enligt Rosén (2017) är en sammanställning i tabellform en förutsättning för att en läsare skall kunna bedöma trovärdigheten hos de slutsatser som dras. Resultat från studierna med relevans för litteraturöversiktens syfte sammanställdes för att sedan presenteras utifrån likheter eller skillnader i tillvägagångssätt samt resultat.

Etiska aspekter

Arbetet med denna litteraturöversikt genomströmdes av ett etiskt tänkande, bland annat genom val av inkluderade studier samt formuleringar och använda begrepp. Etiska överväganden är en process som sker genom hela arbetet med en litteraturstudie med start i val av problemformulering och syfte (Kjellström, 2017). Vid litteraturstudier finns etiska fallgropar i kunskapen som krävs för att förstå, och rättvist bedöma den inkluderade litteraturen. Risken finns att grupper benämns nedvärderande eller att information missförstås (Kjellström, 2017).

Enligt Vetenskapsrådet (2017) innebär forskningsetik de etiska krav som ställs på forskaren och på forskningens inriktning och genomförande. Av stor betydelse inom forskningsetiken är hur personer som medverkar i forskningen behandlas (Vetenskapsrådet, 2017). Vid en litteraturöversikt bör samtliga studier fått tillstånd av en etisk kommitté, alternativt istället gjort etiska överväganden (Forsberg & Wengström, 2013). Huvudparten av artiklarna i denna litteraturöversikt har fått etiskt godkännande för sin studie. I två fall uppges etiskt godkännande istället inte vara nödvändigt. Majoriteten av de studier som inte redovisar ett etiskt godkännande är fantomstudier som inte direkt använder människor i sitt urval.

Resultat

Utifrån artiklarnas resultat har två huvudteman och tre underteman kunnat identifieras (se Figur 1). Huvudtemat *Med AEC* innehåller tre underteman innefattande *organdos*, *effektiv dos* samt *övriga doser*. För att inkluderas under *Med AEC* behöver någon form av exponeringsautomatik ha använts i studien. Även huvudtemat *Utan AEC* innehåller samma tre underteman; *organdos*, *effektiv dos* samt *övriga doser*. I åtta stycken artiklar användes AEC i studien (Chan et al., 2012; Tsivian et al., 2013; Boos et al., 2015; Qurashi, Rainford, Alshamrani & Foley, 2018; Meeson, Alvey & Golding, 2010; Israel, Cicchiello, Brink & Huda, 2010; Palorini, Origgi, Granata, Matranga & Salerno, 2014; Zarb, Rainford & McEntee, 2010). I fem artiklar användes istället fasta inställningar eller parametrar (Sahtbae, Segars & Samei, 2014; Li et al., 2012; Laham & ALMasri, 2018; Schindera et al., 2007; Ding, Mille, Liu, Caracappa & Xu, 2012). Av de åtta studierna med AEC är två fantomstudier (Qurashi et al., 2018; Israel et al., 2010), fyra är retrospektiva studier (Palorini et al., 2013; Tsivian et al., 2013; Boos et al., 2015; Meeson et al., 2010) och två är prospektiva (Zarb et al.,

2010; Chan et al., 2012). Bland de fem studier som inte använder sig av AEC är fyra stycken fantomstudier (Li et al., 2012; Sahtbaee et al., 2014; Schindera et al., 2007; Ding et al, 2012) och en är retrospektiv (Laham & ALMasri, 2018).

Med AEC	Utan AEC
<i>Organdos</i>	<i>Organdos</i>
<i>Effektiv dos</i>	<i>Effektiv dos</i>
<i>Övriga doser</i>	<i>Övriga doser</i>

Figur 1. Huvudteman och underteman.

De inkluderade studierna använder sig av olika mätmetoder för att definiera patientstorlek, vilket presenteras i Tabell 1. I denna litteraturöversikt kommer begreppet kroppsmassa användas för att täcka in samtliga av dessa mätmetoder.

Tabell 1. Mätmetoder för patientstorlek.

Författare (publiceringsår)	BMI	Vikt	Adderat abdominalt fett	Diameter/area
Li et al. (2012)		X		
Laham & ALMasri. (2018)		X		
Sabhtae et al. (2014)		X		
Ding et al. (2012)	X			
Israel et al. (2010)		X		
Qurashi et al. (2018)			X	
Chan et al. (2012)	X			
Zarb et al. (2010)				X
Boos et al. (2015)	X			
Palorini et al. (2013)	X			
Tsivian et al (2013)	X			

Med AEC

Åtta studier inkluderas under huvudtemat *Med AEC*, där två mäter organdos (Qurashi et al., 2018; Israel et al., 2010) två mäter effektiv dos (Chan et al., 2012; Tsivian et al., 2013) och sex stycken mäter övriga doser (Meeson et al., 2010; Boos et al., 2015; Palorini et al., 2014; Zarb et al., 2010; Qurashi et al., 2018; Israel et al., 2010) (se Tabell 2). Vilket AEC-system som använts skiljer sig åt mellan studier. I en studie användes CARE Dose 4D från Siemens (Chan et al., 2012), i en annan studie användes ATCM från Siemens (Qurashi et al., 2018), i två studier användes AutomA från GE (Tsivian et al., 2013; Meeson et al., 2010), i en studie användes istället Smart mA från GE (Israel et al., 2010) och tre studier specificerar inte vilket AEC-system som brukats (Boos et al., 2015; Palorini et al., 2014; Zarb et al., 2010). I studierna användes AEC genom alla undersökningar (Chan et al., 2012; Tsivian et al., 2013; Qurashi et al., 2018; Meeson et al., 2010; Israel et al., 2010; Palorini et al., 2014; Zarb et al., 2010), förutom en studie där AEC inte aktiverades om en position med armarna ovanför huvudet inte var möjlig (Boos et al., 2015).

Tabell 2. Resultatöversikt, Studier med AEC.

Författare (publiceringsår)	Organdos	Effektiv dos	Andra doser
Chan et al. (2012)		X	
Tsivian et al. (2013)		X	
Boos et al. (2015)			X
Qurashi et al. (2018)	X		X
Meeson et al. (2010)			X
Israel et al. (2010)	X		X
Palorini et al. (2014)			X
Zarb et al. (2010).			X
Antal artiklar per undertema	2	2	6

Organdos

Organdosen som patienter med större kroppsmassa får motta under en DT-undersökning av buken med AEC innebär en ökning i jämförelse med organdosen till patienter med mindre kroppsmassa (Israel et al., 2010; Qurashi et al., 2018). Israel et al (2010) erhöll stråldos till levern genom ett Monte Carlo-program och påvisar hur dosen ökar med ökande kroppsmassa. Qurashi et al (2018) mätte organdos genom dosimetrar inuti fantom av olika storlek. Högst

stråldos i denna studie mottogs av mjälte, lever, njurar samt magsäck och en ökande kroppsmassa innebar en ökning av organdosen med upp till 50 procent oavsett protokoll, kV samt mAs (Qurashi et al., 2018).

Effektiv dos

Den effektiva dosen vid DT-buk med AEC är högre för patienter med större kroppsmassa gentemot patienter med mindre kroppsmassa (Tsivian et al., 2010; Chan et al., 2012). Tsivian et al (2010) rapporterar en ökning av effektiv dos med en ökande kroppsmassa, vilket gäller för både män och kvinnor. Ökningen av effektiv dos är något större för män än för kvinnor vid en större kroppsmassa jämfört med vid en mindre kroppsmassa då den effektiva dosen till kvinnor var marginellt större än den till män (Tsivian et al., 2010). Även Chan et al (2012) visar på att en större kroppsmassa ger en större effektiv dos, men rapporterar ingen signifikant skillnad mellan könen.

Övriga doser

Vid DT-buk med AEC ger en ökad kroppsmassa en ökning av både DLP (Zarb et al., 2010; Qurashi et al., 2018; Boos et al., 2015; Meeson et al., 2010) och CTDI (Zarb et al., 2010; Qurashi et al., 2018; Boos et al., 2015; Meeson et al., 2010; Israel et al., 2010; Palorini et al., 2013).

Utan AEC

Utan AEC inkluderar de studier som inte inneburit användandet av någon form av AEC. Av de fem inkluderade studierna mäter samtliga organdos (Li et al., 2012; Laham & ALMasri, 2018; Ding et al., 2012; Sahbtaee et al., 2014; Schindera et al., 2007), fyra mäter effektiv dos (Li et al., 2012; Laham & ALMasri, 2018; Ding et al., 2012; Sahbtaee et al., 2014) och två mäter övriga doser (Ding et al., 2012; Sahbtaee et al., 2014) (se Tabell 3). Inställningarna skiljer sig åt mellan studier, både gällande tillvägagångssätt och transparens kring användandet (se Tabell 4).

Tabell 3. Resultatöversikt, Studier utan AEC.

Författare (publiceringsår)	Organdos	Effektiv dos	Andra doser
Li et al. (2012)	X	X	
Laham & ALMasri. (2018)	X	X	
Sabhtae et al. (2014)	X	X	X
Ding et al. (2012)	X	X	X
Schindera et al. (2007)	X		
Antal artiklar per undertema	5	4	2

Tabell 4. Inställningar för studier utan AEC. (x = framgår ej)

Författare (publiceringsår)	kV	mAs
Li et al. (2012)	120	X
Laham & ALMasri. (2018)	120	182 - 300
Sabhtae et al. (2014)	120	X
Ding et al. (2012)	120,140	100, 200
Schindera et al. (2007)	140	190, 380

Organdos

I tre fantomstudier minskade organdos med tilltagande kroppsmassa när fasta inställningar användes. Samtlig av dessa studier beräknade organdos genom Monte Carlo-program (Ding et al., 2012; Li et al., 2012; Sahtbae et al., 2014). I kontrast till detta uppger författarna i två studier däremot att ökad kroppsmassa antingen innebär en ökad organdos (Laham & ALMasri, 2018) eller ingen skillnad i organdos oavsett kroppsmassa (Shindera et al., 2007). Laham & ALMasri (2018) använde Virtualdose CT för att beräkna organdos i sin retrospektiva studie, och Schindera et al (2007) använde dosimetrar placerade inuti fantom.

Ding et al (2012) beskriver en signifikant minskning av stråldos till framförallt de djupt liggande organen i buken (kolon, magsäck, lever) vid ökad kroppsmassa vid både 120 respektive 140 kV och 100 mAs. För de mer ytligt lokaliserade organen är dosminskningen endast mycket liten. Sambanden mellan kroppsmassa och organdos var likvärdig för båda könen (Ding et al., 2012). Även Li et al (2012) rapporterar en lägre organdos vid ökad kroppsmassa för de bukorgan som befinner sig innanför SFOV vid 120 kV, med en något större minskning för kvinnor.

För lever, magsäck och kolon innebär en ökande kroppsmassa även en ökning av organdosen i studien av Laham & ALMasri (2018) med den största ökningen hos levern. För Schindera et al (2007) gav 380 mAs en signifikant ökad organdos vid en större kroppsmassa jämfört med 180 mAs och en mindre kroppsmassa. Då 180 mAs användes vid en större kroppsmassa sågs en minskning av stråldosen till bland annat lever, magsäck och gallblåsa (Schindera et al., 2007).

Effektiv dos

I två fantomstudier beskrivs en minskning av effektiv dos med tilltagande kroppsmassa utan användande av AEC (Li et al., 2012; Sahtbaee et al., 2014), detta gäller för båda könen men minskningen är något större för kvinnor (Li et al., 2012). Författarna av en retrospektiv studie menar istället att den effektiva dosen ökar med ökad kroppsmassa (Laham & ALMasri, 2018).

Enligt Laham och ALMasri (2018) finns ett positivt linjärt samband mellan effektiv dos och kroppsmassa som innebär att den effektiva dosen ökar i takt med kroppsmassan. I denna studie användes 120 kV och mAs-tal på mellan 182 och 300 (Laham & ALMasri, 2018). Ding et al (2012) undersöker hur en dubbling av mAs från 100 till 200 vid 120 kV påverkar den effektiva dosen vid en stor kroppsmassa. Resultatet visar en ökning av den effektiva dosen men att denna ökning däremot minskar ju större kroppsmassa patienten besitter (Ding et al., 2012).

Övriga doser

Enligt författarna till två studier utan användandet av AEC ökar huddosen med stigande kroppsmassa (Ding et al., 2012; Schindera et al., 2007). Huddosen för en större kroppsmassa scannat med 140 kV och 380 mAs ökade gentemot 140 kV och 190 mAs och en mindre kroppsmassa enligt studien av Schindera et al (2007). Vid användande av 190 mAs även vid en större kroppsmassa minskade istället huddosen (Schindera et al., 2007). Ding et al (2012) rapporterar en högre hudexponering för en större kroppsmassa gentemot en lägre vid 120 kV och 100 mAs, där huddosen ökar med ökande kroppsmassa på grund av det minskade avståndet mellan hud och strålkälla. Ökningen är något större för män än för kvinnor (Ding et al., 2012).

Diskussion

Metoddiskussion

Denna studie är en strukturerad litteraturöversikt, som ansågs vara den mest relevanta metoden för att besvara syftet (Rosén, 2017). Tretton studier inkluderades i översikten. Forsberg och Wengström (2013) argumenterar för att en litteraturöversikt bör inkludera enbart antingen kvalitativa eller kvantitativa artiklar. Intentionen var inledningsvis att använda både kvalitativa och kvantitativa artiklar, men på grund av ämnets karaktär samt examensarbetets syfte ingick enbart kvantitativa artiklar i det slutgiltiga urvalet. Den inledande informationssökningen påvisade just bristen på kvalitativa artiklar på området.

Tillvägagångssättet för litteratursökningen vid denna översikt bedömdes vara relevant för syftet (Östlundh, 2017). Den inledande litteratursökningen gav ett helikopterperspektiv över området och influerade valet av databaser samt sökord för den egentligen litteratursökningen. Vid de senare sökningarna återkom artiklar som redan i tidigare sökningar valts ut för vidare granskning, vilket antydde att en stor del av litteraturen på området täcktes in av de valda sökorden.

Det är viktigt med ett kritiskt tänkande vid arbetet en litteraturöversikt, för att minska risken för exempelvis ett selektivt urval på grund av författarens tidigare erfarenheter och problematiken med en begränsad mängd relevant forskning (Friberg, 2017a). Vid litteraturöversikter finns alltid risken för att studier inkluderas baserat på att resultat och konklusion pekar i en viss riktning eller stärker en viss ståndpunkt. För att minimera denna risk behöver en litteraturöversikt ha en tydlig problemformulering och syfte, och dessutom vara transparent i sin metod (Drucker, Fleming & Chan, 2016). En systematisk översikt bör i största möjliga utsträckning inkludera all relevant litteratur för att besvara en frågeställning, oavsett hur signifikant denna litteraturs resultat än må vara (Drucker et al, 2016). Att systematiskt söka och gå igenom all litteratur på ett ämne är ett mycket gediget arbete som inte till fullo kunde göras inom tidsramen för denna översikt. Däremot utformades syftet på ett sådant sätt att det, tillsammans med inklusionskriterier, möjliggjorde en för ändamålet tillräckligt omfattande litteratursökning. Risken för bias baserat på tidigare kunskap om övervikt och fetma ansågs minskas av de neutrala sökorden, samt tillvägagångssättet för analys och kvalitetsgranskning.

Tolv av de valda artiklarna publicerades mellan 2009 och 2019, vilket upplevdes som en passande tidsrymd då utvecklingen inom radiologin, och datortomografin, går framåt i snabb takt. Forskning sägs generellt sett vara färskvara och en verksamhet förändras snabbt, vilket gör att forskningsresultat snart kan bli inaktuella (Forsberg & Wengström, 2013). En vald artikel däremot publicerades 2007, men bedömdes ändå relevant på grund av hur väl den besvarade syftet. Med ett undantag handlade samtliga artiklar om DT-undersökningar av buken. Ett antal studier inkluderade undersökningar av buken i kombination med exempelvis bäcken och/eller thorax. En artikel bedömde strålningsexponeringen vid datortomografi med ett protokoll för njurtumör. Denna artikel inkluderades dock i urvalet då hela buken, protokollet till trots, skannades, vilket gjorde att den kunde anses likvärdig med en DT-buk.

Med generaliserbarhet menas hur ett resultat kan generaliseras från det urval som används vid en studie, till en population. Urvalet måste därför vara representativt för populationen (Forsberg & Wengström, 2013). Sex av de inkluderade studierna kom från USA, resterande från Italien, Storbritannien, Irland, Malta, Palestina och Tyskland. Ingen av studierna var därmed svensk. Beroende på ämnet, och det världsomfattande folkhälsoproblem som övervikt och fetma är (WHO, 2018) ansågs samtliga ändå vara relevanta för radiografi i Sverige. Däremot kan det faktum att flertalet studier var gjorda i USA innebära en problematik med generaliserbarheten då mycket höga BMI-värden användes i flertalet studier, vilket är mindre förekommande i Sverige (Folkhälsomyndigheten, 2018).

Kvaliteten på studierna i urvalet analyserades genom besvarandet av ett antal frågor utifrån Friberg (2017b). Beroende på hur väl de utvalda studierna besvarade dessa frågor, ansågs de ha en medelhög eller hög kvalitet. Endast två av de 13 inkluderade studierna svarade tillfredsställande på alla frågor och ansågs då ha en hög kvalitet. Analysen försvårades av studiernas varierande metodik och av att många olika statistiska analysmetoder användes. Om ett flertal olika mätinstrument används i artiklarna som valt ut vid en litteraturöversikt kan det bli problematiskt att dra slutsatser om översiktens resultat (Henricsson, 2017). Studierna var bitvis svåra att förstå med avseende på teknik och analys, men trots detta anses litteraturöversikten ge en sanningsenlig bild över vad som studerats.

Denna litteraturöversikt skrevs av en ensam författare. Utformningen av arbetet med granskning, urval och kvalitetsbedömning enligt validerade metoder ansågs däremot motverka bias till följd av att det genomförts av en person (Henricsson, 2017). Därtill granskades översikten inför inlämning av två oberoende röntgensjuksköterskor. Enligt Henricsson (2017) ökar trovärdigheten och tillförlitligheten av att utomstående granskat analysprocess och resultat.

Etiskt godkännande är enligt Friberg (2017b) en faktor att ta med i beräkningen vid bedömningen av en studies kvalitet. Fem artiklar saknade etiskt godkännande, varav i två uppgav författarna att ett sådant inte behövdes efter granskning av en etisk kommitté. De övriga tre beskrev antropomorfa fantomstudier, vilket innebär att människor inte studeras i en direkt bemärkelse, och detta kunde anses vara en förmildrande omständighet i frågan om etiskt godkännande. Ingen av studierna utan etiskt godkännande bedömdes dock ha en hög kvalitet vid granskningen.

Resultatdiskussion

Syftet med denna litteraturstudie var att undersöka hur övervikt och fetma påverkar stråldosen vid DT-buk. Resultatet visar på olika sätt hur stråldosen påverkas av storleken på den undersökta patienten och syftet anses därför vara besvarat. Ett antal olika DT-utrustningar, protokoll och inställningar har använts av de inkluderade studierna, och därtill skiljer sig även studiedesign och metod åt. Ett antal artiklar är dessutom mindre transparenta i sina beskrivningar av inställningar och tillvägagångssätt. På grund av dessa skillnader minskar jämförbarheten mellan studierna och generaliserbarheten i resultaten försvåras.

Stråldosen som mottas vid DT-undersökningar bör alltid sättas i relation till den risk för skador som medicinsk bestrålning innebär. Särskilt de stokastiska skadorna anses relevanta i det här fallet då Axelsson (2008) uppger att risken för framförallt framkallandet av cancer ökar ju högre dos (Sv) som patienten utsätts för. Organen i buken är dessutom strålkänsliga (Caraianni et al, 2018) vilket utökar intresset för just denna del av kroppen. Resultatet angående CTDI, DLP och effektiv dos bör resoneras kring med försiktighet då dessa dosvärden inte anger stråldosen som den faktiska patienten utsätts för vid en undersökning

(Cook et al, 2013). Däremot kan dessa dosvärden användas som en antydning och bedömdes därför vara av intresse i kombination med organdosen.

Den vanligaste metoden för att uppskatta kroppsmassa i de inkluderade artiklarna var BMI, vilket även är den vanligaste metoden generellt sett (WHO, 2018). Detta kan innebära en viss problematik då BMI inte specificerar fettvävnaden eller dess distribution i kroppen. Därtill finns vissa skillnader mellan män och kvinnor, samt mellan olika åldrar (WHO, 2018). Inget av detta har diskuterats av författarna i de inkluderade artiklarna. I flera studier används mycket höga BMI-värden som kan antas vara mindre vanligt förekommande i Sverige, vilket också kan påverka generaliserbarheten.

I denna litteraturöversikt redovisas studier där AEC används och studier där AEC inte används, var för sig. Författarna till samtliga studier med AEC beskriver hur stråldosen ökar med tilltagande kroppsmassa hos patienten, oavsett hur kroppsmassan mätts. Detta gäller dels organdos, dels effektiv dos samt DLP och CTDI, vilket överensstämmer med Modica et al (2011) som hävdar att övervikt och fetma leder till en högre stråldos, då användandet av AEC innebär en ökad rörström och rotationstid om brusnivån skall hållas likvärdig den vid en mindre kroppsmassa. Ingen inkluderad studie med AEC mätte huddos. Detta kan jämföras med studier utan användandet av AEC där tre studier istället beskriver en minskning av stråldos till större patienter. Framförallt rapporteras minskningen röra organdos, samt effektiv dos. Här finns dock oenigheter då författarna till två studier utan AEC istället ser en ökning av stråldos. Ökningen skulle i dessa fall kunna bero på att de studier som rapporterar en ökning använde en högre mAs än åtminstone en av studierna som rapporterade en lägre organdos. Två av studierna vars resultat visade en högre organdos samt effektiv dos specificerade inte vilken mAs som använts, vilket innebär att någon slutsats är svår att dra utifrån dessa resultat.

Ökningen av stråldos med AEC i de inkluderade studierna kan ses i kontrast till att Kalender (2011) redogör för hur AEC tenderar att reducera stråldosen. Vidare beskriver Kalender (2011) att dosreduceringen däremot beror på vilken nivå av brus som accepteras i bilden. Därför kan det tänkas att det i studierna med AEC har uppnåtts likvärdig bildkvalitet och brusnivå oavsett patientstorlek, vilken inneburit en ökad rörström och rotationstid för patienter med större kroppsmassa, i enlighet med Caraianni et al (2018). Både Boos et al

(2015) och Qurashi et al (2018) beskriver en högre mAs till patienter med höga BMI-värden i sina studier. Att överviktiga och feta patienter mottar en högre organdos än normalviktiga med användandet av AEC är oroande då ett flertal strålkänsliga organ är lokaliserade i buken (Caraiani et al, 2018). Exempelvis levern utsattes för en större mängd strålning hos en patient med tilltagen kroppsmassa (Israel et al, 2010), och levern var likaså ett utsatt organ i studierna av Qurashi et al (2018) och Laham och ALMasri (2018). I den senare studien användes dock inte AEC. En högre stråldos till levern påvisades även i en studie av Joo, Lim, Lee & Jung (2014) där ökad längd, vikt och BMI gav en högre effektiv dos. Ökningen av både den effektiva dosen och DLP samt CTDI kan ses som stöd för att stråldosen ökar vid övervikt och fetma då AEC används.

Ingen av de tre studier vars resultat rapporterar en lägre stråldos vid övervikt och fetma omnämner bildkvalitet i sina resultat, förutom som implikation för vidare forskning. Att organdosen minskar vid övervikt och fetma styrks av Thilander Klang (2008) som menar att vid samma rörström, blir stråldosen högre till en mindre, smalare patient. Därtill blir även brusnivån lägre (Thilander Klang, 2008). Att organdosen är lägre för en större kroppsmassa skulle kunna förklaras med att en ökad kroppsmassa innebär att fotonenergin dämpas mer (Modica et al, 2011). Attenueringen påverkas av bland annat tjockleken hos den vävnad som bestrålas (Berglund & Jönsson, 2007) och en ökad kroppsmassa tenderar att innebära en mer tilltagen fettvävnad, som därmed medför att en mindre mängd strålning når organen i buken. Denna tanke styrks av det faktum att stråldosen till de mer ytligt lokaliserade organen i studien av Ding et al (2012) var högre än till de djupare liggande organen, vilket minskade skillnaden mellan stråldos till normal, respektive större kroppsmassa. Innebörden av att likvärdig stråldos ges oberoende av kroppsmassa bör i dessa studier innebära en försämring av bildkvalitet och ett ökat brus hos större patienter då färre fotoner når detektorn beroende på ökad attenuering. Vid ökningen från 120 kV till 140 kV ökar organdosen även vid stor kroppsmassa i studien av Ding et al (2012), då fotonernas energi stigit och fler tar sig igenom den vävnad som vid en lägre rörspänning inneburit mer dämpning. I sina strategier för att optimera bildtagningen vid övervikt och fetma inkluderar Modica et al (2011) en ökad rörspänning för att förbättra kontrasten i mjukvävnad. En förbättrad bildkvalitet innebär ett behov av bland annat högre rörspänning, vilket också medför en ökad stråldos.

Att huddosen ökar i två studier kan förstås genom att en patient med större kroppsmassa kommer närmare röret och således träffas av mer strålning. Stråldosen till huden ökar då fokus-hud-avståndet minskar (Thilander Klang, 2008). Schindera et al (2007) använder dessutom 380 mAs vid tilltagen kroppsmassa gentemot 190 mAs vid en mindre kroppsmassa, som också innebär att en större patient utsätts för mer strålning.

I några av de inkluderade studierna beskrivs skillnader i stråldos (organdos, effektiv dos och huddos) till män respektive kvinnor. Det finns dock inga stora skillnader mellan könen i någon av studierna (Li et al., 2012; Chan et al., 2012; Tsivian et al., 2010) vilket stödjer att den faktiska kroppsmassan kan vara det som avgör stråldosen och inte de anatomiska skillnader som finns mellan könen.

Kliniska implikationer

Det är röntgensjuksköterskans ansvar att optimera bildtagningen och utsätta patienter för minsta möjliga stråldos i enlighet med ALARA-principen (SWEDRAD, 2012). Förståelse för att övervikt och fetma kan påverka stråldosen är då en väsentlig kunskap inom professionen, för att kunna ge en trygg och säker vård. Om AEC används bör brusnivån modularas, vilket i detta fall skulle innebära acceptans för en högre brusnivå, så att patienter med större kroppsmassa inte utsätts för en onödigt hög mängd strålning. Varje enskilt fall kan behöva anpassas utifrån undersökningens frågeställningar och vilken detaljrikedom som krävs för diagnostiseringen av patienten i fråga.

Röntgensjuksköterskan ansvarar för att utveckla både vården och verksamheten (SWEDRAD, 2008), vilket innefattar uppdatering och anpassning av undersökningar, protokoll och tillvägagångssätt. Med den ökande vikten hos befolkningen (Folkhälsomyndigheten, 2018) ökar även den kollektiva stråldosen från DT-undersökningar med AEC, vilket behöver uppmärksammas. Rutiner och riktlinjer för bildtagning av överviktiga patienter bör finnas tillgängliga för att underlätta röntgensjuksköterskans arbete och säkerställa en optimal undersökning.

Implikationer för vidare forskning

Resultatet av denna litteraturoversikt väcker frågor för vidare forskning. Hur skulle AEC och fasta inställningar kunna påverkas för att ge en likvärdig stråldos oavsett kropps massa och med godtagbar bildkvalitet? På vilka sätt kan bildkvaliteten påverkas vid DT-undersökningar av patienter med övervikt och hur stor påverkan kan accepteras beroende på undersökningens ändamål? Vidare vore studier som fokuserar mer på skillnader mellan män och kvinnor vara av intresse att utföra då kön påverkar dels BMI, och dels distribution av fett- och muskelmassa (SBU, 2002).

Slutsats

Sammanfattningsvis visar resultatet att övervikt och fetma påverkar stråldosen vid DT-undersökningar av buken. Vid användandet av AEC ökar både dosen till organen och den effektiva dosen, en ökning som tilltar i takt med ökande kropps massa hos patienten. Vid undersökningar utan AEC är resultaten mer tvetydiga. Stråldosen kan minska eller öka vid övervikt och fetma beroende på parametrar och inställningar i form av rörspänning och rörström. Då DT-undersökningar blir allt vanligare och på grund av det folkhälsoproblem som övervikt och fetma utgör världen över, och så även i Sverige (Folkhälsomyndigheten, 2018), behövs kunskap hos berörd personal om hur patienter med dessa tillstånd undersöks i en DT, med minsta möjliga stråldos och en tillräcklig bildkvalitet.

Referenslista

- Axelsson, B. (2008). Strålskydd. I P. Aspelin & H. Pettersson (Red.), *Radiologi*. (s. 31 – 34).
Lund: Studentlitteratur.
- Berglund, E & Jönsson, B-A. (2007) *Medicinsk fysik*. Lund: Studentlitteratur.
- Bontrager, K.L., & Lampignano, J.P. (2014). *Textbook of radiographic positioning and related anatomy*. St. Louis: Elsevier.
- Boos, J., Lanzman, R.S., Meineke, A., Heusch, P., Sawicki, L.M., Antoch, G., & Kröpil, P. (2015). Dose monitoring using the DICOM structured report: assessment of the relationship between cumulative radiation exposure and BMI in abdominal CT. *Clinical Radiology*, 70(2): 176 – 182. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.crad.2014.11.002>
- Caraiani, C., Dong, Y., Rudd, A.G., & Dietrich, C.F. (2018). Reasons for inadequate or incomplete imaging techniques. *Medical Ultrasonography*, 20(4): 498-507. doi: 10.11152/mu-1736
- Carucci, L.R. (2012). Imaging obese patients: problems and solutions. *Abdominal Imaging*, 38, 630 - 646. doi: 10.1007/s00261-012-9959-2
- Chan, V.O., McDermott, S., Buckley, O., Allen, S., Casey, M., O'Laoide, R., & Torreggiani, W. (2012). The relationship of body mass index and abdominal fat on the radiation dose received during routine computed tomographic imaging of the abdomen and pelvis. *Canadian Association of Radiologists Journal*, 63(4): 260 - 266. doi: 10.1016/j.carj.2011.02.006
- Cook, T., Hilton, S., & Papanicolaou, N. (2013). Perspectives on radiation dose in abdominal imaging. *Abdominal Imaging*, 38:1190–1196. doi: 10.1007/s00261-013-0028-2
- Ding, A., Mille, M.M., Liu, T., Caracappa, P.F., & Xu, X.G. (2012). Extension of RPI-adult male and female computational phantoms to obese patients and a Monte Carlo study of the effect on CT imaging dose. *Physics in medicine and biology*, 57(9): 2441 – 2459.

- Drucker, A.M., Fleming, P., & Chan, A-W. (2012). Research Techniques Made Simple: Assessing Risk of Bias in Systematic Reviews. *Journal of Investigative Dermatology*, 136: 109 – 114. doi: 10.1016/j.jid.2016.08.021
- Folkhälsomyndigheten. (2018). *Årsrapport*. Stockholm: Folkhälsomyndigheten.
- Forsberg, C., & Wengström, Y. (2013). *Att göra systematiska litteraturstudier*. Stockholm: Natur & Kultur.
- Friberg, F. (2017a). Tankeprocessen under examensarbetet. I F. Friberg (Red.) *Dags för uppsats – vägledning för litteraturbaserade examensarbeten*. (s.37 – 48). Lund: Studentlitteratur.
- Friberg, F. (2017b). Att göra en litteraturöversikt. I F. Friberg (Red.) *Dags för uppsats – vägledning för litteraturbaserade examensarbeten*. (s.141 – 151). Lund: Studentlitteratur.
- Henricsson, M. (2017). Diskussion. I M. Henricsson (Red.). *Vetenskaplig teori och metod. Från idé till examination inom omvårdnad*. (s.411 - 420). Lund: Studentlitteratur.
- Hälso- och sjukvårdslag* (SFS 2017:30). Stockholm: Socialdepartementet.
- Isaksson, M. (2011). *Grundläggande strålningsfysik*. Lund: Studentlitteratur.
- Israel, G.M., Cicchiello, L., Brink, J., & Huda, W. (2010). Patients size and radiation exposure in thoracic, pelvic, and abdominal CT examinations performed with automatic exposure control. *American Journal of roentgenology*, 195(6): 1342 – 1346. doi: 10.2214/AJR.09.3331
- Joo, Y-C., Lim, C-H., Lee, C-Y., & Jung, H-R. (2014). A study on the correlation between patients' physical characteristics and effective dose of liver computed tomography. *Technology and Health Care*, 22: 403–408. doi: 10.3233/THC-140797
- Kalender, W.A. (2011). *Computed tomography fundamentals, system technology, image quality, application* (3. Ed.). Weinheim: Wiley-VCH.

- Kjellström, S. (2017). Forskningsetik. I M. Henricsson (Red.). *Vetenskaplig teori och metod. Från idé till examination inom omvårdnad.* (s.57 - 80). Lund: Studentlitteratur.
- Kuriyan, R. (2018). Body composition techniques. *The Indian Journal of Medical Research*, 148(5): 648-658. doi: 10.4103/ijmr.IJMR_1777_18
- Laham, A., & ALMasri, H. (2018). Estimation of radiation doses from abdominal computed tomography scans. *Radiation Protection Dosimetry*, 182(2): 235 – 240. doi: 10.1093/rpd/ncy054
- Li, X., Samei, E., Williams, C.H., Segars, W.P., Tward, D.J., Miller, M.I., Ratnanther, J.T., Paulson, E.K., & Frush, D.P. (2012). Effect of protocol and obesity on dose conversion factors in adult body CT. *Medical Physics*, 39(11): 6550-71. doi: 10.1118/1.4754584
- Meeson, S., Alvey, C.M., & Golding, S.J. (2010). The in vivo relationship between cross-sectional area and CT dose index in abdominal multidetector CT with automatic exposure control. *Journal of Radiology Protection* 30(2):139-47. doi: 10.1088/0952-4746/30/2/003
- Modica, M.J., Kanal, K.M., & Gunn, M.L. (2011). The Obese Emergency Patient: Imaging Challenges and Solutions. *Radiographics*, 31(3):811-23. doi: 10.1148/rg.313105138
- Palorini, F., Origgi, D., Granata, C., Matranga, D., & Salerno, S., (2014). Adult exposure from MDCT including multiphase studies: first Italian nationwide survey. *European Radiology*, 24(2): 469 – 483. doi: 10.1007/s00330-013-3031-7
- Patientsäkerhetslagen.* (SFS 2010:659). Stockholm: Socialdepartementet.
- Qurashi, A.A., Rainford, A.L., Alshamrani, K.M., & Foley, S.J. (2018). The impact of obesity on abdominal CT radiation dose and image quality. *Radiation protection dosimetry*, 2018:1-10. doi: 10.1093/rpd/ncy212

- Rosén, M. (2017). Systematisk litteraturoversikt. I M. Henricsson (Red.). *Vetenskaplig teori och metod. Från idé till examination inom omvårdnad.* (s.375 - 390). Lund: Studentlitteratur.
- Sahtbae, P., Segars, W.P., & Samei, E. (2014). Patient-based estimation of organ dose for a population of 58 adult patients across 13 protocol categories. *Medical Physics*, 41(7): 072104. doi: 10.1118/1.4883778
- Schindera, S.T., Nelson, R.C., Lee, E.R., DeLong, D.M., Ngyen, G., Toncheva, G., & Yoshicumi, T.T. (2007). Abdominal multislice CT for obese patients: effect of image quality and radiation dose in a phantom study. *Academic Radiology*, 14(4): 486 – 494. doi: 10.1016/j.acra.2007.01.030
- Statens Beredning för Medicinsk och Social Utvärdering. (2002). Fetma – problem och åtgärder. Stockholm: Statens Beredning för Medicinsk och Social Utvärdering.
- Strålskyddsmyndigheten. (2015). Patientdoser från röntgenundersökningar i Sverige. Utveckling från 2006 till 2013. Stockholm: Strålskyddsmyndigheten.
- Strålskyddsmyndigheten. (2017). Patientdoser vid röntgen. Hämtad 19-02-14 från <https://www.stralsakerhetsmyndigheten.se/omraden/stralning-i-varden/om-stralning-i-varden/patientdoser-vid-rontgen/>
- Svensk förening för röntgensjuksköterskor (2008). Yrkesetisk kod för röntgensjuksköterskor. Hämtad från http://swedrad.se/f_start/
- Svensk förening för röntgensjuksköterskor. (2012). Kompetensbeskrivning för legitimerad röntgensjuksköterska. Stockholm: TMG Sthlm.
- Thilander Klang, A. (2008). Datortomografifysik. I P. Aspelin & H. Pettersson (Red.), *Radiologi.* (s. 71 – 78). Lund: Studentlitteratur.
- Tsivian, M., Abern, M.R., Yoo, J.J., Evans, P., Qi, P., Kim, C.Y., Lipkin, M.E., Polascik, T.J., & Ferradino, M.N. (2013). Radiation exposure associated with dedicated renal mass computed tomography protocol: impact of patient characteristics. *Journal of Endourology*, 27(9): 1102 – 1106. doi: 10.1089/end.2013.0111

- Vetenskapsrådet. (2017). *God forskningssed*. Hämtad 2019-03-05 från
[https://www.vr.se/download/18.2412c5311624176023d25b05/1529480532631/
God-forskningssed_VR_2017.pdf](https://www.vr.se/download/18.2412c5311624176023d25b05/1529480532631/God-forskningssed_VR_2017.pdf)
- World Health Organization. (2018). Obesity and overweight. Hämtad 2019-02-07 från
<https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>
- Zarb, F., Rainford, L., & McEntee, M.F. (2010). AP diameter shows the strongest correlation with CTDI and DLP in abdominal and chest CT. *Radiation Protection Dosimetry*, 140(3): 266 – 273. doi: 10.1093/rpd/ncq115
- Östlundh, L. (2017). Informationsökning. I F. Friberg (Red.) Dags för uppsats – vägledning för litteraturbaserade examensarbeten. (s.59 – 82). Lund: Studentlitteratur.

Bilaga 1. Söktabeller

Tabell 1. Pubmed

Datum	Sökord	Begränsningar (Limits)	Antal träffar	Relevanta abstrakt	Granskade artiklar	Valda artiklar
2019-02-06	"radiation dose*" AND obesity	article title, abstract, keywords	96	7	3	2(1)*
2019-02-06	"radiation dose*" AND "body weight" AND "computed tomography"	article title, abstract, keywords	45	4	2	1
2019-02-07	"radiation dose" AND "body mass"	article title, abstract, keywords	142	4	1	1
2019-02-11	"radiation dose*" AND BMI	article title, abstract, keywords, senaste 10 åren	254	10	4	1
2019-02-12	"radiation dose*" AND "computed tomography"	article title, abstract, keywords, senaste 10 åren	245	5	3	1(2)*
2019-02-14	DLP* AND/OR CTDI* AND obesity	article title, abstract, keywords	24	3	2	2

* Artiklar som valts ut och granskats vid en tidigare sökning.

Tabell 2. Scopus

Datum	Sökord	Begränsningar (Limits)	Antal träffar	Relevanta abstrakt	Granskade artiklar	Valda artiklar
2019-02-06	"radiation dose*" AND obesity	article title, abstract, keywords	143	8	5	2(4)*
2019-02-06	"radiation dose*" AND "body weight" AND "computed tomography"	article title, abstract, keywords, engelska, senaste 10 åren	241	6	4	2(4)*

* Artiklar som valts ut och granskats vid en tidigare sökning.

Tabell 3. Ostrukturerad sökning. PubMed

Datum	Relevanta abstrakt	Granskade artiklar	Valda artiklar
2019-02-18	1	1	1

Bilaga 2. Kvalitetsgranskning av valda artiklar

Tabell 1. Översikt kvalitetsgranskning av valda artiklar.

Artikels titel, författare, publiceringsår, och land	Syfte	Deltagare	Metod/Design	Resultat	Sammanfattande bedömning av kvalitet och kommentar
Patients size and radiation exposure in thoracic, pelvic, and abdominal CT examinations performed with automatic exposure control. Israel et al., 2010. USA	Undersöka effekten av patientstorlek på mängden strålning vid DT-thorax/bäcken/buk med AEC, samt den motsvarande patientdosen	91 patienter (45 män och 46 kvinnor) för beräkandet av ett matematiskt fantom.	Fantomstudie. Monte Carlo-dosdatasats användes för att normalisera patientdosdatan. CTDI ^{vol} erhöles ur PACS. Organdos och effektiv dos erhöles genom "ImPACT".	För patienter med viken 60, 80 samt 100 kg var CTDI ^{vol} ca 11, 22, respektive 33 mGy och ökade i samband med en ökad vikt hos patienten. Leverdosen uppgick till ca 16, 25 samt 34 mGy för vikterna 60, 80 respektive 100 kg. För patienter med vikten 110 kg var CTDI ^{vol} samt leverdos likvärdig för patienter med vikten 100 kg.	Medelhög kvalitet. För inget etiskt resonemang Litet urval
The relationship of body mass index and abdominal fat on the radiation dose received during routine computed tomographic imaging of the abdomen and pelvis. Chan et al., 2012. Irland	Bestämma relationen mellan dels ökad BMI, och dels mängden buk fett, och effektiv dos från DT-undersökningar av buk och bäcken, utförda med MDCT och AEC.	100 deltagare (39 män och 61 kvinnor) med redan inplanerade DT-undersökningar av buk/bäcken.	Prospektiv studie Epi Info Version 3.5 användes med en signifikansnivå på,05. E jämfördes med BMI, E jämfördes med BMI, periumbilicalt fett och intra-abdominalt fett. Jämförelser mellan könen utfördes.	E ökade med ökat BMI, för båda könen ihop, samt separat. Ökning även av mAs med ökat BMI. E för de med lågt BMI var 7,3 mSv, för de med normalt BMI 8,9 mSv och för de med högt BMI 12,0 mSv.	Medelhög kvalitet. Litet urval. Ingen tydlig beskrivning av analysmetod.

* För bedömningen hög kvalitet skall det finnas ett tydligt syfte och en väl beskriven metodik och analysprocess, och ett relevant urval. Därtill skall finnas etiskt godkännande och/eller etiskt resonemang samt en kritisk diskussion kring metod och analysprocess.

				Ökat periumbilikalt fett associeras med en ökning av E. Majoriteten av patienterna med en hög andel intra-abdominalt fett mottog en E som var högre än den generella effektiva dosen vid DT-buk och bäcken.	
AP diameter shows the strongest correlation with CTDI and DLP in abdominal and chest CT, Zarb et al., 2010. Malta	Utvärdering av relationen mellan vikt, AP och transversella diameter och CTDI och DLP, för att fastställa om kroppsdiameter korrelerar mer än vikt med dosnivåer i DT.	56 deltagare (40 män och 16 kvinnor) som genomgick CT-buk eller thorax under en 2-veckorsperiod. Både ineliggande och elektiva patienter inkluderades.	Prospektiv studie. T-test jämförde medelvärde av diametervärden, CTDI och DLP mellan kön och CTDI och DLP mellan de använda DT-utrustningarna. Pearson's correlation analys undersökte relationen mellan vikt och diametervärden med CTDI och DLP. Step-wise regressionsanalys undersökte betydelsen av varje enskild variabel i form av vikt och diametervärde för varje dosvariabel.	Svag positiv korrelation mellan vikt och transversell korrelation och CTDI. Signifikant positiv korrelation mellan AP-diameter och CTDI. Svag positiv korrelation mellan transversell diameter och vikt, och DLP. Signifikant positiv korrelation mellan AP-diameter och DLP. Enbart AP-diameter gav förändringar av CTDI och DLP. 1 cm ökning av AP-diametern förväntas öka CTDI med 0,728 och DLP med 33,6.	Medelhög kvalitet. Otillräcklig metoddiskussion. Litet urval. Ojämn könsfördelning.
The impact of obesity on abdominal CT radiation dose and image quality. Qurashi et al., 2018. Irland	Utvärdera hur iterativ rekonstruktion (IR) kan kompensera för det ökade bruset i lågdos DT-buk för stora patienter och den generella påverkan	Data från 177 patienter användes för utvecklandet av fantom. Ett fantom med adderat fett eller utan adderat fett användes.	Antropomorft fantomstudie. Mätning av organos med MOSFET placerat inuti och på fantomet. Mann-Whitney U och	Högst stråldos till mjälte, lever, njurar och magsäck vid samtliga protokoll. Ökning av mAs med 10 – 15 procent för det feta fantomer genom alla använda kV (100 - 140).	Hög kvalitet.

* För bedömningen hög kvalitet skall det finnas ett tydligt syfte och en väl beskriven metodik och analysprocess, och ett relevant urval. Därtill skall finnas etiskt godkännande och/eller etiskt resonemang samt en kritisk diskussion kring metod och analysprocess.

	fetma har på stråldos och bildkvalitet vid DT.		Kruskal-Wallis test användes för att jämföra stråldos mellan protokoll.	Jämfört med det normalviktiga fantomet mottog det feta fantomet genomgående en högre stråldos oavsett protokoll, mAs och kV-inställningar. 6 cm fettmassa gav upp till det dubbla i mAs, CTDI ^{vol} och DLP. Organdosen blev upp till 50 procent högre för det feta fantomet. Användandet av 100 kV gav 40 – 60 procent mindre stråldos samt organdos jämfört med 140 resp. 160 kV.	
Extension of RPI-adult male and female computational phantoms to obese patients and a Monte Carlo study of the effect on CT imaging dose. Ding et al., 2012. USA	Undersöka och beskriva effekten av fetma på den beräknade stråldosen till organ och vävnader vid DT, med hjälp av nytvecklade fantom som representerar överviktiga och feta patienter.	Tio BMI-justerade fantom, fem kvinnliga och fem manliga. Vikt, längd och organstorlek justerades utifrån ICRPs medelvärden för individer.	Antropomorf fantomstudie. Dosvärden beräknades fram med hjälp av Monte Carlo N-Particle Extended code version 2.6.0.	Vid 120 kV och 100 mAs minskade stråldosen till organ inne i buken (kolon, magsäck, gallblåsa, lever, njurar och gonader) med ökande BMI. Stråldosen till huden ökade däremot med ökande BMI, med faktor 1.07 - 1.28 för manliga fantom och 1.02 - 1.19 för kvinnliga fantom. Vid användandet av 140 kV, med fortsatt 100 mA, ökade organdosen till de dödligt feta fantomen med 62 procent för det manliga, samt 59 procent för det kvinnliga.	Medelhög kvalitet. Inget etiskt godkännande eller resonemang.

* För bedömningen hög kvalitet skall det finnas ett tydligt syfte och en väl beskriven metodik och analysprocess, och ett relevant urval. Därtill skall finnas etiskt godkännande och/eller etiskt resonemang samt en kritisk diskussion kring metod och analysprocess.

				<p>Dosen till bukorganen är mindre till de dödligt feta fantomen än till de normalviktiga vid 140 kV.</p> <p>Vid dubblering av mAs (samt 120 kV) för feta patienter ökade den effektiva dosen med 57 procent, 42 procent och 23 procent för fetma-nivå 1, fetma-nivå 2 och dödlig fetmanivå respektive, i jämförelsen med det normalviktiga fantomet.</p>	
<p>Dose monitoring using the DICOM structured report: assessment of the relationship between cumulative radiation exposure and BMI in abdominal CT. Boos et al., 2015. Tyskland</p>	<p>Att utföra en systematisk och storskalig analys med hjälp av Digital Imaging and Communication in Medicine structured report (DICOM-SR) för att bedöma relationen mellan BMI och strålningsexponering vid DT-buk.</p>	<p>1942 deltagare (1139 män och 803 kvinnor) som genomgick DT-buk där även längd och vikt fanns registrerat.</p>	<p>Retrospektiv studie.</p> <p>Analys gjordes i IBM SPSS 22.</p> <p>Kruskal-Wallis test, ANOVA med Turkey's HSD samt Fisher's exact test.</p>	<p>CTDI^{vol} och DLP ökade med ökande BMI.</p> <p>Överstigandet (över referensnivåer) var signifikant högre i grupperna med BMI över 30 än för de normalviktiga grupperna.</p> <p>Det var en signifikant lägre rörströmsreducering för patienter i gruppen med BMI över 35 jämfört med alla andra grupper.</p>	<p>Medelhög kvalitet.</p> <p>Förs inget etiskt resonemang. Inhomogent urval. Bristande metoddiskussion.</p>
<p>Estimation of radiation doses from abdominal computed tomography scans. Laham & ALMasri, 2018. Palestina</p>	<p>Bidra med information kring DT-buk genom uppskattning av stråldoser mottagna av patienter vid 10 olika sjukhus på västbanken och Gazaremsan.</p>	<p>120 deltagare från 10 olika sjukhus (64 kvinnor och 56 män) som genomgått DT-buk.</p>	<p>Retrospektiv studie.</p> <p>Effektiv dos och organdos uppskattades med hjälp av VirtualDose CT software.</p> <p>Analys gjordes i IBM SPSS version 22.</p>	<p>Ökad kroppsvikt till en högre organdos (lever, kolon, magsäck).</p> <p>Den effektiva dosen varierade från patient till patient mellan 2 till 10 mSv. Det finns ett signifikant samband</p>	<p>Medelhög kvalitet.</p> <p>Litet urval. Inget etiskt godkännande eller resonemang. Analysmetoder är bristfälligt beskrivna.</p>

* För bedömningen hög kvalitet skall det finnas ett tydligt syfte och en väl beskriven metodik och analysprocess, och ett relevant urval. Därtill skall finnas etiskt godkännande och/eller etiskt resonemang samt en kritisk diskussion kring metod och analysprocess.

				mellan effektiv dos och BMI.	
The in vivo relationship between cross-sectional area and CT dose index in abdominal multidetector CT with automatic exposure control. Meeson et al., 2010. Storbritannien	Utforska relationen mellan patienters tvärsnitts-area och CTDI samt DLP vid DT-buk med användandet av MDCT.	94 deltagare (53 män och 41 kvinnor) som genomgått DT-buk efter symptom på potentiell abdominal sepsis.	Retrospektiv studie. Tvärsnitts-arean på patienterna mättes DT-bilden, i höjd med mitten av tredje ländryggskotan (L3) med hjälp av ellipsrit- och analysverktyg. CTDI och DLP för varje patient och scan samlades in.	CTDI ökade logaritmiskt med ökning av patienters tvärsnittsarea både vid buk-protokoll samt buk/bäcken-protokoll. DLP ökade logaritmiskt med ökning av tvärsnittsarea för båda protokollen. Studien visar att både CTDI och DLP ökar vid en ökning av patientens tvärsnittsarea vid användning av AEC på en MDCT.	Medelhög kvalitet. Litet urval. Inget etiskt resonemang. Bristande metoddiskussion.
Abdominal multislice CT for obese patients: effect of image quality and radiation dose in a phantom study. Schindera et al., 2007. USA	Utvärdera effekten av ett modifierat bukprotokoll för MDCT för feta patienter med hänsyn till bildkvalitet och stråldos.	Ett kvinnligt antropomorft fantom med 4 respektive 4 cm adderat fett eller utan adderat fett användes. Fantomets material skall efterlikna mänsklig vävnad.	Antropomorf fantomstudie. Dosmätning skedde med 14 MOSFET-dosimetrar placerade där följande organ normalt är lokaliserade; lever, magsäck, gallblåsa, vänster njure, mjälte samt pancreas. Huddos mättes med 10 MOSFET-dosimetrar placerade utanpå fettringarna eller direkt på fantomet. Analyser skedde med SAS software-system, version 9.1.3 och Wilcoxon rank-sum	En signifikant ökning av organdos till fantomet med fyra cm fettring scannat med protokoll B i jämförelse med fantomet utan extra fett scannat med protokoll A. Ökningen var på mellan 37 procent och 54,7 procent. Ingen signifikant skillnad i organdos mellan fantomet med åtta cm fettring scannat med protokoll B i jämförelse med fantomet utan fettring scannat med protokoll A. Skillnaden var mellan -2,1 procent och 8,1 procent. Huddosen ökade signifikant för fantomen	Medelhög kvalitet. Enbart ett fantom används. Inget etiskt godkännande eller resonemang.

* För bedömningen hög kvalitet skall det finnas ett tydligt syfte och en väl beskriven metodik och analysprocess, och ett relevant urval. Därtill skall finnas etiskt godkännande och/eller etiskt resonemang samt en kritisk diskussion kring metod och analysprocess.

			test samt one-way analysis of variance.	med fyra respektive 8 cm fettring scannade med protokoll B i jämförelse med fantomet utan fettring scannat med protokoll A. Vid användandet av samma protokoll sjönk huddosen med ökande antal fettringar.	
Patient-based estimation of organ dose for a population of 58 adult patients across 13 protocol categories. Sahtbae et al., 2014. USA	Tillhandahålla en omfattande patient-specifik organos-estimering genom ett urval av DT-undersökningsprotokoll.	58 deltagare som genomgått en standardundersökning av DT-thorax/buk/bäcken användes för att skapa datoriserade fantom (35 män och 23 kvinnor).	Antropomorf fantomstudie. Monte Carlo-simulation för organstorlek. Den beräknade organosen viktades mot vävnaders viktningsfaktorer och summerades för att ge den effektiva dosen. CTDI ^{vol} beräknades utifrån den tekniska referensmanualen för den använda DT-utrustningen. DLP beräknades genom CTDI ^{vol} och scanlängden.	Dosen från alla protokoll visade en exponentiell relation mellan patientens kroppsstorlek och bestrålningen till organen. Organosen sänktes exponentiellt med ökande diameter hos patienten innanför SFOV. Dosen till organen korrelerade starkt med organens lokalisering och storlek. Dosen till organ placerade utanför SFOV korrelerade svagare med storleken hos patienten, men starkare med avståndet mellan organens mittpunkt och scanfältets mittpunkt. Den effektiva dosen minskade exponentiellt med patientstorlek vid DT-buk.	Medelhög kvalitet. Litet urval. Inget etiskt godkännande eller resonemang.
Effect of protocol and obesity on dose	Bedöma effekterna av protokoll och fetma på stråldos och	Sex vuxna patienter som genomgått DT-thorax/buk/bäcken	Antropomorf fantomstudie.	I jämförelse med ett normalviktigt fantom minskade	Medelhög kvalitet. Litet urval.

* För bedömningen hög kvalitet skall det finnas ett tydligt syfte och en väl beskriven metodik och analysprocess, och ett relevant urval. Därtill skall finnas etiskt godkännande och/eller etiskt resonemang samt en kritisk diskussion kring metod och analysprocess.

<p>conversion factors in adult body CT. Li et al., 2012 USA</p>	<p>konversionskoefficienter för risk vid DT av kroppen för vuxna.</p>	<p>valdes ut för att skapa sex olika datoriserade fantom (3 män och 3 kvinnor).</p>	<p>Organdos för varje fantom samt protokoll uppskattades med hjälp av ett validerat Monte-Carlo program. Organdos-uppskattningen normaliserades av CTDI_{vol} och den storleks-specifika dosestimeringen (SSDE) för att erhålla konversionskoefficienter för organdos.</p>	<p>konversionskoefficienten från CTDI^{vol} till organdos för organ innanför SFOV för de manliga feta fantomen med upp till 40 procent, beroende på undersökningstyp. För undersökningar av buken låg minskningen på 38- respektive 58 procent för det manliga och kvinnliga fantomen med fetma klass II. För fetma klass I var minskningen av dos till organen något mindre, 20 procent för det manliga fantomet samt 41 procent för det kvinnliga. I jämförelse med det normalviktiga fantomet var konversionskoefficienten från DLP till effektiv dos lägre för de manliga fantomen med fetma klass I och II med upp till 30- respektive 46 procent. För de kvinnliga fantomen med fetma klass I och II var minskningen upp till 40- respektive 59 procent. Organdos (mGy/100 mAs) vid DT-buk uppgick för de manliga fantomen till 8,53 för det normalvikt, 6,74 för fetma klass I samt 5,21</p>	<p>Inget etiskt godkännande eller resonemang.</p>
---	---	---	--	---	---

* För bedömningen hög kvalitet skall det finnas ett tydligt syfte och en väl beskriven metodik och analysprocess, och ett relevant urval. Därtill skall finnas etiskt godkännande och/eller etiskt resonemang samt en kritisk diskussion kring metod och analysprocess.

				för fetma klass II. För de kvinnliga fantomen uppgick organdosen till 8,77 för normalvikt, 5,41 för fetma klass I och 4,01 för fetma klass II.	
Adult exposure from MDCT including multiphase studies: first Italian nationwide survey. Palorini et al., 2013. Italien	Utvärdera stråldoser i rutinmässiga MDCT-undersökningar i en italiensk population. Även sambandet mellan stråldos och olika ackvisitioner samt patientegenskaper undersöktes.	5568 deltagare (2647 kvinnor och 3044 män), varav 1222 som genomgick DT-buk och 1237 som genomgick CAP (thorax/buk/bäcken) vid 65 olika radiologi-avdelningar/kliniker.	Retrospektiv multicenterstudie. Analyser gjordes i StataMP version 11.0. Deskriptiv statistik beräknades och multi-regressionsanalys användes för att överblicka de faktorer som påverkar exponering.	CTDI ^{vol} var signifikant associerat med BMI, rörspänning, rotationstid, pitch samt fixerad rörström. CTDI ^{vol} ökade med högre värde på samtliga parametrar förutom pitch. Särskilt fanns en korrelation mellan CTDI ^{vol} och BMI vid buk, thorax och CAP-protokollen. Vid DT-buk gav ett BMI på över 30 en stor höjning av CTDI ^{vol} . Även en BMI på över 25 (övervikt) gav en signifikant högre CTDI ^{vol} än för normalviktiga.	Hög kvalitet.
Radiation exposure associated with deicated renal mass computed tomography protocol: impact pf patient characteristics. Tsivian et al., 2013. USA	Kvantifiera den effektiva dosen associerad med njurtumör-protokoll (RMP-CT) och fastställa hur patientegenskaper påverkar stråldosen.	247 deltagare (139 män och 108 kvinnor) som genomgått DT med njurtumörprotokoll under en 6-årsperiod.	Retrospektiv studie. Effektiv dos i mSv beräknades genom DLP och en standardreferens konversionskoefficient. Statistiska analyser gjordes med R software v2.13. Two-sided tests och en signifikansnivå på 0.05.	Vikt och längd korrelerade med effektiv dos. För varje enhet som BMI ökade, ökade den effektiva dosen med 0,53 mSv. Medianvärdet för den effektiva dosen var 18,9 mSv för normalvikt, 25,2 mSv för övervikt, 27,7 mSv för fetma samt 36,2 mSv för dödlig fetma. Män mottog generellt sett högre effektiva doser än	Medelhög kvalitet. Litet urval Undersöker enbart effektiv dos.

* För bedömningen hög kvalitet skall det finnas ett tydligt syfte och en väl beskriven metodik och analysprocess, och ett relevant urval. Därtill skall finnas etiskt godkännande och/eller etiskt resonemang samt en kritisk diskussion kring metod och analysprocess.

				<p>kvinnor. Män mottog 4,5 mSv mer i effektiv dos än kvinnor när det kontrollerades för andra faktorer.</p> <p>I jämförelse med normalvikt mottog överviktiga, feta och dödligt feta effektiva doser som var 6.0, 9.1 respektive 18.5 mSv högre.</p>	
--	--	--	--	--	--

* För bedömningen hög kvalitet skall det finnas ett tydligt syfte och en väl beskriven metodik och analysprocess, och ett relevant urval. Därtill skall finnas etiskt godkännande och/eller etiskt resonemang samt en kritisk diskussion kring metod och analysprocess.