

# Datortomografi-undersökning

- Åtgärder för att minimera stråldos.

FÖRFATTARE	Ida Fäldt Linda-Sophie Lindberg
PROGRAM/KURS	Röntgensjuksköterskeprogrammet, 15 högskolepoäng/ RA2070 Examensarbete i radiografi VT 2013
OMFATTNING	15 högskolepoäng
HANDLEDARE	Lena Ask
EXAMINATOR	Maud Lundén

Institutionen för Vårdvetenskap och hälsa

Sahlgrenska akademien



GÖTEBORGS UNIVERSITET

## **FÖRORD**

Vi vill rikta ett stort tack till Lena Ask för god handledning samt nyttiga och värdefulla synpunkter under examensarbetets gång.

Ida Fäldt och Linda-Sophie Lindberg  
Göteborgs Universitet, 2013-05-20

Titel (svensk):	Datortomografiundersökning – åtgärder för att minimera stråldos
Titel (engelsk):	Computed Tomography examination – actions for the minimization of radiation dose
Arbetets art:	Självständigt arbete
Program/kurs/kurskod/kursbeteckning:	Röntgensjuksköterskeprogrammet, 180 högskolepoäng/Examensarbete i radiografi, RA2070
Arbetets omfattning:	15 Högskolepoäng
Sidantal:	20 sidor
Författare:	Ida Fäldt Linda-Sophie Lindberg
Handledare:	Lena Ask
Examinator:	Maud Lundén

### SAMMANFATTNING (svenska)

**Bakgrund:** Datortomografi har som undersökningsmetod ökat. Detta tack vare metodens goda diagnostiseringsmöjligheter, fördelen i att undvika överlappning av anatomiska strukturer samt dess snabba undersökningstid. En betydande nackdel med datortomografi är den höga dos röntgenstrålning patienten utsätts för under bildtagning, datortomografen står för 50-80 procent av befolkningens sammanlagda stråldos. Joniserande strålning kan vara skadligt för organ och vävnader och sannolikheten för stokastiska effekter existerar även vid lägre stråldoser, exempelvis röntgenundersökningar. Röntgensjuksköterskans profession innefattar ett ansvar för att minimera stråldos vid alla röntgenundersökningar och behandlingar som utförs, utan att sänka den diagnostiska bildkvaliteten. **Syfte:** Syftet är att få kännedom om åtgärder för att sänka stråldosen till patienter vid datortomografiundersökning. **Metod:** Denna examensrapport genomfördes som en litteraturoversikt. Tretton vetenskapliga artiklar med både kvalitativ och kvantitativ ansats analyserades för att svara på rapportens syfte. **Resultat:** I resultatet framkom fem åtgärder för att minimera stråldos till patienter. En av de tekniska åtgärderna var storleksanpassat protokoll, där man med utgångspunkt från patientens storlek anpassade parametrar för att skapa en individanpassad stråldosmängd. Reducering av rörspänning var en annan åtgärd för att sänka given stråldosen vid undersökningstillfället. Stråldosreducering kunde även ske genom rekonstruktion av bilder som skapats med en lägre stråldos, då bildkvaliteten upprätthölls genom iterativ rekonstruktion. Patientrelaterade åtgärder kunde resultera i sänkt stråldos, då utförlig information kunde hjälpa patienten att genomföra undersökningen och därmed minska risken för avbrutna undersökningar. En betydande stråldosreducering kunde även ske om patientens armar positionerades ovanför huvudet vid bildtagning, då risken för artefakter och större avbildningsområde eliminerades. Detta resulterade i mindre stråldos till patienten samt bättre bildkvalitet. **Konklusion:** Fem åtgärder för stråldossänkning kunde presenteras i denna litteraturoversikt. Både tekniska justeringar och åtgärder relaterat till patienten konstaterades sänka stråldosen. Med dessa åtgärder skulle röntgensjuksköterskan på ett patientcentrerat sätt kunna minska stråldosen till patienten vid CT-undersökningar

**Nyckelord:** Datortomografi, CT, Stråldos, Stråldosreducering.

## INNEHÅLL

	Sid
<b>INLEDNING</b>	<b>1</b>
<b>BAKGRUND</b>	<b>1</b>
<b>DATORTOMOGRAFI</b>	<b>1</b>
Beskrivning	1
Historik	2
Undersökningsproceduren	3
Fördelar med CT	3
CT och stråldos	3
<b>RÖNTGENSTRÅLNING</b>	<b>4</b>
Hur uppkommer röntgenstrålning?	4
Dosbegrepp och enheter	4
<i>Exponering av stråldos</i>	4
<i>Mätning av stråldos</i>	5
<i>Röntgenstrålningens effekter</i>	5
<b>RÖNTGENSJKSKÖTERS KANS KOMPETENS OCH ANSVAR</b>	<b>5</b>
Lagar och författningar	6
<i>Strålskyddslagen</i>	6
<i>Patientsäkerhetslagen</i>	6
<i>Hälso- och sjukvårdslagen</i>	6
<i>Föreskrifter och allmänna råd om ledningssystem</i>	6
Centrala begrepp	6
<i>Patientsäkerhet</i>	6
<i>Kommunikation och information</i>	7
<i>Trygghet</i>	7
<b>TIDIGARE FORSKNING INOM CT</b>	<b>8</b>
<b>PROBLEMFÖRMULERING</b>	<b>8</b>
<b>SYFTE</b>	<b>8</b>
<b>METOD</b>	<b>8</b>
<b>LITTERATURSÖKNING</b>	<b>9</b>
<b>INKLUSION OCH EXKLUSION</b>	<b>9</b>
<b>KVALITETSGRANSKNING OCH DATAANALYS</b>	<b>9</b>
<b>RESULTAT</b>	<b>10</b>
<b>TEKNISKA ÅTGÄRDER</b>	<b>10</b>
Undersökningsprotokoll anpassat efter patientens storlek	10
Undersökningsprotokoll anpassat efter rörspänning	11
Rekonstruktionsteknik	11
<b>PATIENTÅTGÄRDER</b>	<b>12</b>

<b>Armpositionering</b>	<b>12</b>
<b>Information</b>	<b>12</b>
<b>DISKUSSION</b>	<b>13</b>
<b>METODDISKUSSION</b>	<b>13</b>
<b>RESULTATDISKUSSION</b>	<b>14</b>
<b>Tekniska åtgärder</b>	<b>14</b>
<b>Patientåtgärder</b>	<b>15</b>
<b>KONKLUSION</b>	<b>16</b>
<b>REFERENSER</b>	<b>17</b>
<b>BILAGOR</b>	
<b>1 TABELL SCOPUS</b>	
<b>2 TABELL PUBMED</b>	
<b>3 TABELL CINAHL</b>	
<b>4 ARTIKELPRESENTATION</b>	

## INLEDNING

Röntgenavdelningen är en högteknologisk miljö med en variation av undersökningar och diverse teknisk apparatur. Datortomografi är en radiologisk undersökningsmetod som används för att diagnostisera ohälsa. Tack vare de goda diagnostiseringsmöjligheterna har datortomografin som undersökningsmetod ökat de senaste åren. Datortomografi utförs bland annat vid strokefrågeställning, aneurysm och trauma, och har även ersatt en del av de röntgenundersökningar som tidigare utfördes med konventionell röntgen.

En betydande nackdel med datortomografi är den jämförelsevis höga dos joniserande strålning patienten utsätts för under bildtagning. Statistik visar att datortomografin ger den största delen röntgenstrålning till befolkningen, denna radiologiska metod ger 50-80 procent av befolkningens sammanlagda stråldos (1).

Röntgensjuksköterskans profession innefattar flera dimensioner såsom tekniskt arbete, säkerhetsansvar och att ge god omvårdnad. Mötet med patienten är relativt kort, det är därför av stor vikt att under undersökningsprocessens gång etablera en god kommunikation med patienten. Relevant information om undersökningen skall ges för att få patienten att känna trygghet i den högteknologiska miljön som annars kan upplevas skrämmande. Utöver detta skall röntgensjuksköterskan framställa korrekt bildmaterial utifrån gällande kriterier samt utföra detta på ett så skonsamt och säkert sätt som möjligt för patienten. Det finns ett ansvar för att minimera stråldos vid alla röntgenundersökningar och behandlingar som utförs, utan att sänka den diagnostiska bildkvaliteten.

Denna litteraturöversikt fokuserar därför på att undersöka vilka alternativ som finns för att minimera stråldosen till patienter vid datortomografiundersökningar.

## BAKGRUND

### DATORTOMOGRAFI

Computed Tomography är den engelska benämningen på datortomografi och förkortas CT. CT är en vanligt förekommande term även i Sverige (2). På grund av detta har denna förkortning vidare valts i denna rapport.

### Beskrivning

CT är en undersökningsmetod som skapar tvärsnittsbilder av patientens kropp med hjälp av roterande röntgenrör och detektorer. CT-apparatens öppning benämns gantry. I gantryt är även röntgenrör och detektorer placerade, vilka roterar runt patienten under bildtagning. Antalet detektorer och rör varierar beroende på vilken generation CT det rör sig om. Ju fler detektorer, desto fler snitt kan avbildas per rotation (3). Framför gantryt finns ett patientbord (brits) placerat. Detta bord rör sig elektroniskt genom gantryt vid bildtagning (4).

Efter varje avbildat snitt beräknas attenueringsvärdet (CT-talet) digitalt för varje pixel i bildsnittet. Dessa tal representeras av att delar med låg attenueringsförmåga, eller dämpningsförmåga, återges som mörka och delar med hög attenueringsförmåga återges som ljusa (5). Exempelvis är CT-talet för vatten noll, luft har CT-talet -1000 och ben

kan ha CT-tal från +1000 till +3000 (6). Attenueringsvärdet mäts i Hounsfield-enheter (HU) (4). De projektioner som skapats från detektorerna sparas i dataminnet. Bilderna genomgår därefter en process som kallas filtrerad bakåtprojektion (FBP). Detta krävs för att alla detaljer i bilden skall bli likvärdigt skarpa (6). De färdiga bildsnitten kan i efterhand rekonstrueras i olika projektioner för att se undersökningsområdet ur olika vinklar. Genom att kombinera den uppkomna informationen från detektorerna kan axiala, coronara och transversella snitt skapas, vilka tillsammans ger tredimensionella bilder av undersökningsområdet (7).

Det finns ett flertal faktorer som avgör huruvida bilderna håller bra kvalitet. Ett oönskat fenomen är bildbrus. Bildbrus kan sammanfattas med att det är oönskad information i CT-bilden (8). Bildbrus kan ha ett flertal orsaker, exempelvis mängden stråldos, filtration eller pixelstorlek. Den önskade informationen i bilden benämns signal. Signalen i bilden är den mängd bildgivande röntgenstrålning som representerar anatomin. Signalen representerar också skillnaden mellan den strålning som träffar bildplattan och den strålning som absorberas i patienten. Signal-till-brus (SNR) är därmed en viktig parameter, och eftersom bildbruset begränsar kontrasten i bilden finns en strävan efter ett högt signal-till-brus-förhållande. Ett sätt att öka SNR är att öka rörströmmen. Dock ger det högre stråldos till patienten, därför är det inte en optimal lösning att enbart använda sig av (6).

Kontrast-till-brus (CNR) är ett annat mått för att bedöma bildkvaliteten. Det kan beskrivas som skillnad i Hounsfield-enheter mellan patologi och angränsande vävnad dividerat med bruset i omgivningen. För att kunna visualisera en förändring i CT-bilden bör kontrasten vara såpass hög att förändringarna inte drunknar i bildbruset (9).

### **Historik**

Den första CT-apparaten introducerades på 1970-talet och skapades av Sir Godfrey Newbold Hounsfield och Allan Cormack. De fick senare Nobelpriset i medicin och fysik för detta. Datortomografitekniken var revolutionerande när den presenterades och spreds snabbt till diverse sjukhus runtom i världen.

Den första generationens CT-apparat var enbart gjord för att undersöka huvudet (8). Vid denna tid användes endast ett röntgenrör och en detektor för att avbilda ett snitt i kroppen. För att få ett nytt bildsnitt flyttades bordet ett visst avstånd efter varje rotation för att sedan återupprepa proceduren tills hela undersökningsområdet var avbildat (3). Andra generationens CT-apparat hade flera detektorer, vilket gjorde att undersökningarna gick snabbare då färre steg i rotationen behövdes. Den följdes senare av den tredje generationens CT, som var den första att undersöka både huvud och kropp (8).

Idag finns både fjärde och femte generationens CT-apparater. En av fördelarna är minimering av artefakter. Dessutom är dessa generationer CT-apparater mycket snabba. Jämfört med den första generationens CT har tiden för att få fram en bild minskat från cirka fem minuter till under en sekund (6). En annan form av CT som vanligen används idag är spiral-CT. Vid spiral-CT flyttar sig röntgenrör, detektorer och bords simultant under bildtagning, vilket bland annat ger fördelen av en ännu snabbare bildtagningprocess (3).

### **Undersökningsproceduren**

Vid undersökningens gång ligger patienten utsträckt på britsen. Placeringen beror på vilken undersökning som skall utföras, därför kan placering ske med exempelvis huvudet eller fötterna in mot gantryts öppning, på mage eller rygg. Den del av kroppen som skall undersökas centreras i mitten av gantryt. Centreringen är av högsta vikt för att bildkvaliteten skall bli optimal samt för att stråldosen skall hållas så låg som möjligt. Patientbordet förflyttas igenom CT-apparaten under bildtagningsprocessen. Det är angeläget att patienten ligger stilla under bildtagning, detta för att undvika oskärpa som kan resultera i bildomtagning och därmed extra stråldos (4).

En del undersökningar kräver patientens aktiva deltagande, såsom att patienten skall hålla andan eller ha armarna ovanför huvudet vid bildtagning (10,11). Vid alla CT-undersökningar skall utförlig information ges till patienten. Det bör innefatta undersökningens art och vad patienten har att förvänta sig, hur lång undersökningstiden är och vikten av att ligga stilla. Vid undersökningar där exempelvis andan skall hållas bör instruktionerna vara tydliga och att öva andningsteknik innan undersökningen kan vara till god nytta. CT-apparaturen kan av vissa patienter upplevas hotfull och vid dessa tillfällen kan information verka lugnande (4).

### **Fördelar med CT**

En stor fördel med CT som undersökningsmetod är avbildandet av små skillnader i kontrastnivåer hos det organ som undersöks (8). Jämfört med exempelvis konventionell röntgen har CT möjligheten att jämföra olika vävnaders attenueringförmåga och därmed tydligare kunna skilja olika vävnadskaraktärer från varandra. Det föreligger även en fördel i att undvika överlappning av anatomiska strukturer. CT är en snabb undersökningsmetod, dessutom är undersökningen skonsam för patienten att delta i, detta beskrivs som ytterligare fördelar (6-8).

Dessa fördelar har bidragit till att CT har blivit allt vanligare som undersökningsmetod. I Sverige har antalet CT-undersökningar per 1000 invånare ökat i antal från cirka 39 till 84 undersökningar under perioden 1993-2010 (1). Anledningen till att CT ökat så markant som undersökningsmetod kan också förklaras med att CT ersatt många av de tidigare traditionella röntgenundersökningarna (8).

### **CT och stråldos**

CT är en undersökningsmetod som genererar hög stråldos till patienten, 50-80 procent av den totala strålningen som befolkningen utsätts för kommer från CT (1). En undersökning av bröstkorgen kan motsvara fem gånger så mycket strålning till en patient jämfört med den normala bakgrundstrålning människan utsätts för under ett års tid (12).

Strålsäkerhetsmyndigheten rapporterar att en ökad användning av CT-undersökningar oroar, då total stråldosmängd till patienter enligt statistiken också ökat (1). Antalet CT-undersökningar som utförs världen över uppskattas till 260 miljoner per år. Dock tas ofta ett flertal CT-scannar (bildserier) under en undersökning och vid beräkning av dessa uppskattas det totala antalet CT-scannar världen över till cirka 390 miljoner per år (13).

De CT-undersökningar som utförs skall alltid vara motiverade och berättigade. En nytta/risk-bedömning skall utföras av kompetent personal inför varje CT-undersökning.



Framför allt skall beaktande tas vid undersökning av barn (14). Barn (0-5 år) löper fem gånger så stor risk att drabbas av dödlig cancer än vuxna, då barn har en högre strålkänslighet (15).

Strålsäkerhetsmyndigheten rapporterar att 20-75 procent av alla CT-undersökningar i Norden bedömts vara oberättigade. Med att en undersökning inte är berättigad menas att risken med given mängd joniserande strålning överstiger nyttan med undersökningsresultatet. Berättigande av undersökning samt optimering av stråldos beskrivs som två viktiga grundprinciper inom användning av CT (16). Inom radiologin är även ALARA-principen viktig att följa, gällande optimering av stråldos. ALARA är en förkortning för "As Low As Reasonably Achievable". Principen syftar till att tillämpa så lite joniserande strålning som möjligt vid alla slags röntgenundersökningar (17).

## **RÖNTGENSTRÅLNING**

Röntgenstrålning upptäcktes 1895 av den tyska fysikern Wilhelm Conrad Röntgen. Denna upptäckt gjordes då han studerade elektriska strömmar i evakuerade urladdningsrör. Han trodde att när elektronerna från katoden träffade glasväggen i röret, skapades någon form av okänd strålning som reste över rummet och orsakade fluorescens. När han undersökte detta ytterligare framkom att exempelvis papper, trä och aluminium inte stoppade strålningen. Han upptäckte också att det påverkade fotografiska plåtar. Eftersom han till en början inte visste vad han upptäckt kallade han fenomenet X-strålning. Det blev senare känt som Röntgen-strålning (18). Nyheten om Röntgens upptäckt spreds snabbt och det dröjde inte länge innan hans upptäckt började användas inom medicinsk diagnostik. 1901 fick Wilhelm Röntgen det första Nobelpriset i fysik tack vare sin upptäckt (19).

### **Hur uppkommer röntgenstrålning?**

Röntgenstrålning skapas i ett röntgenrör. Röret finns i all röntgenutrustning som producerar strålning. Ett röntgenrör består bland annat av en katod som är en elektronkälla och en anod som är positivt laddad. Elektronerna slungas från katoden med hjälp av hög elektrisk spänning till anoden, som ofta är inklädd i metallen volfram. Anledningen till detta är att volfram klarar av hög värme och ger ett relativt bra strålutbyte. Rörelseenergin slår ut elektronerna från sin bana i atomen som förändras till joner. På så sätt skapas röntgenstrålning, och på grund av detta benämns röntgenstrålning även som "joniserande strålning" (20, 21).

### **Dosbegrepp och enheter**

#### ***Exponering av stråldos***

Den totala mängd och energi joniserande strålning som avges beror på rörspänning, rörström samt tidsram (exponeringstid). Rörspänningen styr hur hög energi och stark genomträngningsförmåga strålningen får, enheten benämns kilovolt (kV). Rörströmmen har enheten milliampere (mA) och påverkar mängden strålning. Exponeringstiden beräknas i milliampere per sekund (mAs) (20).

Inom CT används värdet Computed Tomography Dose Index (CTDI<sub>vol</sub>) vid beräkning av given stråldos till patienten. CTDI innebär en mätning av den medelabsorberande dosen i det undersökta området, storheten vid beräkning är mGy (22). Vid dosberäkning av hela det undersökta området multipliceras CTDI<sub>vol</sub> med det undersökta objektets längd. Detta benämns Dos-Längd-Produkt (DLP), storheten är mGy-cm (23).

### **Mätning av stråldos**

Absorberad dos mäter hur mycket joniserande strålning en viss volym i kroppen absorberat. Absorberad dos mäts i enheten Gray (Gy). För att få en rimlig uppfattning om enheten kan sägas att en dos på ca fyra Gy kan vara dödlig för en människa. Dock är det en väldigt hög dos, oftast görs benämningarna i mGy eller  $\mu\text{Gy}$  i röntgensammanhang (21). Detta kan jämföras med en CT-undersökning av buk då medelvärdet av given stråldos är 25 mGy (9).

Vid beräkning av skadeverkningar som röntgenstrålning kan ge på människokroppen används begreppet ekvivalent dos. För att få fram den ekvivalenta dosen multipliceras den absorberade dosen med den specifika viktningfaktorn hos röntgenstrålning. Dock är det under förutsättning att en kropp blivit jämnt bestrålad, vilket sällan är fallet. Hänsyn måste också tas till att alla organ och vävnader i kroppen har olika strålkänslighet. För att få fram ett korrekt mått på given stråldos multipliceras den ekvivalenta dosen i sin tur med den viktningfaktor aktuellt organ har och på så sätt beräknas den effektiva dosen. Både den ekvivalenta och effektiva dosens enhet benämns Sievert (Sv) (21).

### **Röntgenstrålningens effekter**

Joniserande strålning kan i för höga doser ha negativa effekter på organ och vävnader. Dessa effekter delas in i två kategorier: stokastiska och deterministiska effekter.

Med stokastiska effekter menas den *sannolikhet* för att en skada skall uppstå vid en viss dos. Det finns inget som säkert kan säga att skadorna blir större vid högre doser, men att det är sannolikt att så är fallet. Vid de stokastiska effekterna kan alltså även en låg stråldos ge en viss sannolikhet för cellskada. Stokastiska effekter kan även kallas slumpmässiga, eller sena effekter. Exempel på stokastiska effekter kan vara cancer eller ärftliga förändringar, som resultat av att strålningen orsakar mutationer på cellnivå.

Deterministiska effekter (även kallat förutsägbara eller akuta effekter) är mer säkerställt. Dessa uppkommer av höga stråldoser och ger sig till känna efter kort tid. Deterministiska effekter är synonymt med mängden stråldos. Ju högre stråldos, desto allvarligare celldöd. De deterministiska effekterna uppträder vid en stråldos på ungefär en Gy förutsatt att hela kroppen blir bestrålad. Exempel på deterministiska effekter kan vara håravfall, kräkningar, skador på centrala nervsystemet och/eller blodbildande organ och död (21).

### **RÖNTGENSJKSKÖTERSANS KOMPETENS OCH ANSVAR**

Röntgensjuksköterskan har både en kompetensbeskrivning och en yrkesetisk kod att förhålla sig till. Dessa syftar bland annat till att stärka röntgensjuksköterskan i dennes yrkesroll samt säkerställa kompetensen för en säker vård utifrån ett etiskt och vårdvetenskapligt förhållningssätt. Värdegrunden är en humanistisk människosyn med respekt för patientens integritet, trygghet, välbefinnande och säkerhet. Röntgensjuksköterskan har ett självständigt arbete som innefattar en god och säker vård vid undersökningar och behandlingar samt framställning av bilder med optimal diagnostiseringskvalitet med lägsta möjliga stråldos. Det finns även ett stort ansvar för att ge utförlig information vid alla former av röntgenundersökningar, agera som ett gott stöd samt respektera patientens självständighet (24,25).

## **Lagar och författningar**

### ***Strålskyddslagen***

Strålskyddslagens syfte är att skydda människor, djur och miljö från skadlig strålning. Enligt Strålskyddslagens allmänna skyldigheter skall den som arbetar eller bedriver verksamhet med strålning vidta alla åtgärder och försiktighetsmått som krävs för att upprätthålla säkerhet samt motarbeta skador på människa, djur och miljö. Lagen säger också att det finns ett ansvar för att granska och upprätthålla strålskydd där strålning förekommer. Den som arbetar i verksamhet där strålning förekommer skall ha den utbildning som krävs samt ha kännedom om hur strålskydd fungerar (26).

### ***Patientsäkerhetslagen***

Denna lag syftar till att gynna hög patientsäkerhet inom hälso- och sjukvården. Vårdgivaren har ett ansvar att planera, leda och kontrollera verksamheten på ett sätt som leder till att fordran på god vård fortsättningsvis bevaras. Vårdgivaren skall även vidta de åtgärder som krävs för att avvärja att vårdtagare drabbas av vårdskador. Vårdgivaren skall dessutom utreda händelser som har medfört, eller hade kunnat medföra, en vårdskada (27).

### ***Hälso- och Sjukvårdslagen***

Målet för hälso- och sjukvården är ett gott hälsotillstånd och en jämlik vård för hela folkmängden. Vården skall ges med respekt för individen samt alla människors lika värde. Även denna lag syftar till att hälso- och sjukvården måste uppfylla kraven på en god vård. Detta innefattar bland annat att tillgodose patientens behov av kontinuitet, säkerhet och trygghet, grunda sig på patientens integritet och självbestämmande samt främja en god kommunikation mellan personal och patient (28).

### ***Föreskrifter och allmänna råd om ledningssystem för systematiskt kvalitetsarbete***

Denna föreskrift skall användas för att systematiskt säkerställa och utveckla kvaliteten inom bland annat hälso- och sjukvården. Med hjälp från ledningssystemet bör kontroller och uppföljningar göras för att påverka hur vård och omsorg utvecklas och därmed förbättras. Detta innefattar exempelvis att utarbeta och fastställa de rutiner och metoder som behövs för att säkra vårdens kvalitet, rutinerna skall således beskriva en metod för hur undersökningen i fråga bör utföras. Detta för att fastställa en patientsäker vård (29).

## **Centrala begrepp**

### ***Patientsäkerhet***

I allmänhet definieras säkerhet som en eller flera förutsättningar som minskar sannolikheten för att olyckor eller andra oönskade händelser skall uppkomma (30). Socialstyrelsen menar att patientsäkerhet innebär ett skydd mot kroppsskada såsom kroppsligt eller psykiskt lidande inom hälso- och sjukvården (31).

Vissa skador som sker inom vården är av det slag som är svåra att undvika. I vissa fall får en lindrig skada accepteras om nyttan har överstigit risken i den situation där skadan uppstått. Dock finns det skador inom vården som hade kunnat undvikas. Forskning visar att de attityder som florerar kring säkerhet av personalen även påverkar hur säker vården blir för patienten. Detta begrepp kallas patientsäkerhetskultur. För att undvika att vårdskador uppkommer krävs därför att personal samarbetar och tillämpar adekvata rutiner (32).

Gällande specifik strålsäkerhet säger Strålsäkerhetsmyndigheten att alla som arbetar med strålning skall ha goda kunskaper om de strålskyddsföreskrifter som behandlar deras arbete (16).

### ***Kommunikation och information***

*Kommunikation* definieras som ett sätt att skapa förbindelser, en aktivitet, eller ett ömsesidigt utbyte. Kommunikation handlar både om det verbala uttrycket samt kroppsspråket såsom ögonkontakt eller beröring. Inom sjukvården är språkbruket viktigt för att upprätthålla god kommunikation med patienten. Avancerade ord och slanguttryck bör undvikas för att missförstånd inte skall uppstå mellan parterna (33). Detta är även viktigt för att undvika att patienten känner sig underlägsen. Undersökningar visar dock att det inte är ovanligt att vårdpersonal inte vill förlora kontrollen över vårdsituationen utan snarare vill visa patienten vilken kunskap som finns ur ett maktperspektiv. Detta resulterar i att patienten känner en maktlöshet snarare än trygghet i situationen. Vårdpersonalen bör därför ta tiden till att förstå vad patienten har för behov och kunskap och på så sätt upprätthålla en god kommunikation (34).

*Information* är enligt Nationalencyklopedin en allmängiltig benämning för den meningsfulla innebörd som överförs vid kommunikation på olika sätt (35). Synonymer till information inom vården kan vara rådgivning, instruktion eller stöd (36). Information bör vara individuellt anpassad efter patienten. Hänsyn måste tas till patientens hälsotillstånd, erfarenhet, kulturella skillnader, kognitiva förmåga etc. Detta kan sammanfattas under begreppet *individuellt anpassad information*. Återkoppling är av nytta för att säkerställa att patienten har uppfattat informationen såsom den avsågs (31).

### ***Trygghet***

Begreppet trygghet kan beskrivas som en känsla av tillit, lugn och trankilitet (37). Människan är en komplex varelse som lätt kan skifta mellan olika känslor. Att växla mellan trygghet och oro kan gå fort. I en vårdsituation är detta ytterst påtagligt. Vid sjukdom och på ett sjukhus försvinner tryggheten lätt och sårbarheten träder fram (38).

Flera psykosociala teorier finns om människan och hennes trygghetsbehov. Maslow (39) menade exempelvis att näst efter de fysiologiska behoven kommer behovet av trygghet, även i vuxen ålder är det fundamentalt. En människa behöver sina nära och kära, ekonomisk trygghet etc. för att kunna ha det skyddsnät som är grundläggande för att individen skall känna sig trygg. Bowlby (39) ansåg att behovet av trygghetskänsla kommer väldigt tidigt hos en människa och består livet ut. Behovet av att knyta an är väldigt betydelsefullt. Ibland tar människan på sig rollen som omsorgsgivare och ibland som omsorgstagande, beroende på relation och situation.

För att öka trygghetskänslan i en vårdsituation är det viktigt att patienten känner sig sedd, hörd och förstådd. Det är grundläggande för att patienten skall kunna känna sig bekräftad. En trygg kontakt med sjukvårdspersonal ger hjälp i tillfrisknandet. Detta återfinns även i flera psykosociala teorier där relationen står som en viktig part av välbefinnande (38).

## **TIDIGARE FORSKNING INOM CT**

Tidigare forskning har visat att införandet av spiral-CT har ökat den diagnostiska noggrannheten. Detta har emellertid även medfört en ökning av stråldos till patienten. Trots en ökad kunskap och utbildning är stråldosen fortfarande hög. Indikationer visar att det finns skillnader i radiologens användande av datortomografi gällande bland annat undersökningsprotokoll, och att detta i sin tur ger varierande stråldos till patienter. Vid granskandet av CT-bilder ansåg radiologer överlag att de CT-bilder som togs med högre stråldos var av högre kvalitet och därmed bättre att ställa diagnos utifrån. Det har därför föreslagits att ytterligare forskning om det avancerande förhållandet mellan strålning, bildbrus, och diagnostisk noggrannhet bör fortskrida. Dessutom bör nya metoder för bildrekonstruktion framforskas så att förhållandet mellan stråldos och bildkvalitet förfinas (40).

Annan tidigare forskning säger också att om CT-undersökningar används endast när det krävs så överstiger nyttan tveklöst riskerna, men att det ligger en tveksamhet kring huruvida alla CT-undersökningar är berättigade, då ökningen av CT-användandet varit så stor de senaste åren. Det konstateras därför att det är viktigt att få en djupare förståelse för CT-användningen och kännedom om olika åtgärder för att sänka stråldosen (41).

## **PROBLEMFORMULERING**

CT-undersökningar har ökat både i Sverige och i övriga världen. Metoden har många fördelar såsom dess korta undersökningstid och goda diagnostiseringsmöjligheter. Dock finns även en betydande nackdel, då statistiken visar att CT-undersökningar genererar hög andel stråldos till patienter. Detta är problematiskt eftersom det är bevisat att joniserande strålning kan vara skadligt för organ och vävnader. Sannolikheten för stokastiska effekter existerar även vid lägre stråldoser, exempelvis röntgenundersökningar. I röntgensjuksköterskans profession ligger ett ansvar för patientens omvårdnad och säkerhet. Röntgensjuksköterskan ansvarar för optimering av stråldos med principen att så lite stråldos som möjligt skall ges utan att bildkvaliteten och diagnostiken begränsas. Detta är en ständig avvägning inom radiologin. Därför är det av vikt att ha kännedom om hur stråldosen kan minimeras till patienter som genomgår radiologiska undersökningar, och då främst inom datortomografi.

## **SYFTE**

Syftet är att få kunskap om åtgärder för att sänka stråldosen till patienter vid datortomografiundersökning.

## **METOD**

Den modell som valdes var litteraturöversikt. Motivet till den valda modellen var att få en överblick över det valda problemområdet genom att analysera tidigare forskning för att sedan göra en sammanställning av forskningsresultatet. Detta för att utveckla en

djupare kunskap och förståelse (42). I denna litteraturöversikt har 13 vetenskapliga artiklar analyserats, varav 11 kvantitativa och två kvalitativa.

## **LITTERATURSÖKNING**

Artiklarna söktes fram under april 2013. Vid den systematiska litteratursökningen användes databaserna PubMed, Cinahl samt Scopus. Innan sökningarna påbörjades användes svensk MeSH för att få korrekta sökord och termer. Sökorden kombinerades med varandra i olika kombinationer och följd. Alla sökningar utgick från det formulerade syftet och var relevanta gentemot detsamma. Även manuella sökningar genomfördes. Dessa gjordes via referenser från tidigare funna artiklar. I de fall som var möjliga valdes begränsning ”peer reviewed” för att säkra kvaliteten. Sökord som ”computed tomography”, ”radiation”, ”dose” och ”reduction” var de oftast angivna sökorden vid samtliga databaser.

Detta presenteras i Bilaga 1 – 3.

De artiklar som ansågs ha anknytning till syftet och problemformuleringen sparades och abstrakten till dessa artiklar lästes. De artiklarna som upplevdes relevanta för uppsatsen lästes i fulltext och de abstrakt som inte motsvarade valt syfte och problemformulering valdes bort. Sökningarna i Scopus genererade slutligen åtta relevanta artiklar, PubMed fyra artiklar och Cinahl en relevant artikel.

## **INKLUSION OCH EXKLUSION**

Artiklarna valdes utifrån relevans till syftet och inkluderades efter huruvida resultatet i artiklarna berörde åtgärder för att minimera stråldos till patienten vid CT-undersökningar. Andra grundläggande inklusionskriterier var att artiklarna skulle vara vetenskapligt granskade, skrivna på engelska, vara relativt nyskrivna samt kunna hämtas i fulltext från databasen.

Exklusionskriterier var undersökningar med inriktning på barn, externa strålskydd och strålskyddsmaterial. Även åtgärder för specifika undersökningar, CT-maskiner och hälsotillstånd valdes bort, detta för att få mer generella åtgärder för att minimera stråldos. Artiklar som var äldre än 2003 exkluderades också då tekniken inom radiologi ständigt utvecklas och nya metoder introduceras. Undantag finns då två av artiklarna är från 2001 respektive 2002. Dessa har trots allt inkluderats i resultatet på grund av dess relevans för rapporten. Slutligen valdes 13 artiklar ut, varav 11 kvantitativa och två kvalitativa.

## **KVALITETSGRANSKNING OCH DATAANALYS**

Friberg (42) presenterar förslag på olika punkter som kan användas för att kvalitetsgranska kvalitativa och kvantitativa artiklar. Dessa har använts för att granska och säkerställa artiklarnas vetenskapliga kvalitet. Vid analys av etiskt resonemang i materialet framkom att det fördes i de flesta artiklarna. Ett flertal är godkända av Institutional Review Board. I flertalet studier fanns även ett samtycke från patienterna.

De valda artiklarna lästes flertalet gånger för att få en djupare uppfattning om materialet. Artiklarna sorterades vidare efter olika huvudteman. Baserat på innehållets inriktningar och gemensamma nämnare, valdes subteman därefter ut. När teman var framtagna gjordes ett sista urval. Frånsett två artiklar valdes de äldsta artiklarna bort.

Efter granskning, urval och analys skapades slutligen två huvudteman som vardera innehåller två respektive tre subteman. Detta beskrivs vidare under rubriken ”Resultat”.

## RESULTAT

Resultatet presenteras genom två huvudteman, samt tre respektive två subteman:

### Tekniska åtgärder

- *Undersökningsprotokoll anpassat efter patientens storlek*
- *Undersökningsprotokoll anpassat efter rörspänning*
- *Rekonstruktionsteknik*

### Patientåtgärder

- *Armpositionering*
- *Information*

Tekniska åtgärder kan formuleras som de åtgärder som kan appliceras vid arbetsstationen, alternativt efter att bildtagning skett. De åtgärder som involverar patienten är de som utförs i direkt anslutning till den patient som skall genomgå undersökningen.

## TEKNISKA ÅTGÄRDER

### Undersökningsprotokoll anpassat till patientens storlek

Ett generellt undersökningsprotokoll, utan att anpassa parametrar efter patientens storlek, riskerar att ge tunnare och lättare patienter för mycket stråldos samt större och tyngre patienter för lite stråldos. Det är således endast ett fåtal patienter som får en optimerad undersökning med hänsyn till bildkvalitet och minimal stråldos vid användning av ett standardiserat protokoll (43-45).

Attenuering, och därmed bildbrus, hänger samman med patientens storlek. En åtgärd som genererar tillräckligt bra bildkvalitet och samtidigt minskar stråldosen till patienten är storleksanpassad rörspänning och rörström (43-45). Aldrich et al. (43) utvärderade en utvecklad algoritm, framtagen för att beräkna vilken individuell mAs och patientvikt som i kombination är lämplig för att uppnå optimalt Hounsfield-värde till buken, och på så sätt producera bilder med bästa möjliga bildkvalitet. Applicering av algoritmen visade att tunnare patienter fick en högre rörström än nödvändigt vid användning av standardprotokoll. En rörströmsminskning på 72 procent kunde uppnås generellt vid användning av den skapade ekvationen. I studien framkom att den effektiva dosen på de 16 patienter som vägde under 70 kg kunde ha reducerats med totalt 46 mSv. Det framkom också att tyngre patienter fick för lite stråldos, vilket resulterade i en högre brusnivå och därmed försämrade bildkvalitet.

Även andra studier påvisade liknande resultat. Vid justering av parametrar med hänsyn till patientstorlek reducerades stråldosen avsevärt i jämförelse med standardiserat protokoll. Framförallt gynnades de patienter som var tunnare av ett viktanpassat protokoll, då en strålreducering med upp till 53 procent kunde uppnås med bibehållen bildkvalitet (44,45). Resultatet visade också att vid justering av både kV och mAs gynnades även patienter med medelhögt och högt BMI av ett storleksanpassat protokoll. En stråldosreducering med 32 respektive 20 procent kunde uppnås, med samtidigt bibehållen bildkvalitet (45).

Vid anpassning av endast rörström men med konstant rörspänning (140 kV) uppdagades dock att bildkvaliteten på kraftigare patienter var undermålig, bildkvaliteten var då högre vid bildtagning med standardiserat protokoll (44).

### **Undersökningsprotokoll anpassat efter rörspänning**

En justering av rörspänning är en annan metod som kan generera sänkning av stråldos till patienten (46,47). En sänkning från 120 kV till 100 kV kunde sänka given stråldos med ett snitt på 6,3 - 6,9 mSv med samtidigt bibehållen bildkvalitet (46,47).

Vid bedömning av bilderna konstaterades att bildsnitten höll ungefärligt likvärdig kvalitet. Av de bilder som skapades med 100 kV uppgavs att 86,3 procent av dessa hade excellent bildkvalitet. Detta motsvarande 85,6 procent av bilderna som skapades med 120 kV. Ingen skillnad i SNR påvisades mellan 100 kV och 120 kV (46).

Även Blankstein et al (47) har undersökt relationen mellan 100 kV och 120 kV gällande stråldos och bildkvalitet. I 26 procent av patientfallen användes en rörspänning på 100 kV och i övriga 74 procent användes en rörspänning på 120 kV. Den lägre rörspänningen var mer frekvent applicerat på tunnare patienter. Inga övriga skillnader i inställningar fanns. Dock användes ibland en lägre mA eller mAs för de patienter som exponerades för 100 kV. Vid bedömning av bilderna konstaterades att kvaliteten var högre vid 100 kV än vid 120 kV. Ett högre bildbrus kunde fastställas i bilder tagna med 100 kV i jämförelse med 120 kV, men även SNR och CNR var högre. På en skala 1 - 4 var medeltalet för bildkvalitetsbedömning 3,2 (100 kV) i jämförelse med 3,0 (120 kV). Bildkvaliteten var därmed något högre vid användning av lägre rörspänning.

### **Rekonstruktionsteknik**

Att minska den generella stråldosen vid undersökningstillfället men ändå få fram bilder av god kvalitet, är en möjlighet vid användning av iterativ rekonstruktion. Användandet av rekonstruktionsprogram kan sänka stråldosen till patienter som genomgår CT-undersökningar utan att behöva kompromissa med bristande bildkvalitet (48-50).

Studier har visat att det är möjligt att sänka rörspänningen ett eller flera steg vid undersökningstillfället, för att sedan rekonstruera bilderna i efterhand, med hjälp av ett iterativt rekonstruktionsprogram. Ett sådant program förstärker bildernas kvalitet och kan återskapa till ett likvärdigt SNR-värde och CNR-värde på samma sätt som om undersökningen hade utförts med högre kV. Även det generella bruset i bilden kan, efter en iterativ rekonstruktion, reduceras till nivå att bildkvaliteten bibehålls. Genom att sänka rörspänningen, för att sedan använda den iterativa rekonstruktionstekniken, kan en stråldosminskning på mellan 50-70 procent uppnås (48,49).

Ytterligare studieresultat har visat att den iterativa rekonstruktionen även kunde appliceras efter en sänkning av mAs vid undersökningstillfället. I studien av Hou et al. (50) redovisades, först på fantomer, hur olika mAs-inställningar tillsammans med iterativ rekonstruktionsteknik kunde återskapa så god bildkvalitet som möjligt med lägsta givna mAs. Inställningarna sträckte sig mellan 63 - 210 mAs. Det framkom att 63 mAs tillsammans med iterativ rekonstruktion skapade bilder med likvärdiga nivåer av brus, SNR och CNR som vid bildtagning med 210 mAs och filtrerad bakåtprojektion (FBP). Gällande bildkvalitet motsvarade de undersökningar som hade inställningarna 84 mAs i kombination med iterativ rekonstruktionsteknik samma bildkvalitet som de bilder som framställdes vid 210 mAs och FBP.



Detta resultat applicerades därefter på patienter som genomgick en coronar computed tomography angiography (CCTA). En patientgrupp skannades med 84 mAs tillsammans med iterativ rekonstruktion och den andra patientgruppen skannades med 210 mAs tillsammans med FBP. Efter bedömning av två, av varandra oberoende, radiologer framkom att inga skillnader observerades gällande bildkvalitet grupperna emellan. Bilderna kunde även tolkas lika vid klinisk diagnostik. Genom en minskning av rörströmmen från 210 mAs till 84 mAs kunde den effektiva dosen till patienten sänkas, vilket resulterade i en dosreducering på 62,5 procent (50).

På grund av utvecklingen av CT-maskiner och rekonstruktionsprogram kan mAs och kV sänkas men ändå upprätthålla god bildkvalitet med hjälp av iterativ rekonstruktionsteknik, vilket sammanfattningsvis kan ge en stråldosreducering på 50-70 procent till varje patient som skannas (48-50).

## **PATIENTÅTGÄRDER**

### **Armpositionering**

Det är av vikt att patienten ligger rätt i CT-maskinen, då placering och centrering påverkar given stråldos. En annan faktor som inverkar på stråldosen gällande patientplacering är hur armarna placeras. Beroende på var patientens armar placeras kan en stråldosreducering uppnås (51-53).

Vid traumaundersökningar beskrivs armarnas positionering vanligen som något oviktigt och tidsfördröjande, då största vikt ligger vid att få fram bra bilder under kortast möjliga tid (51-53). I studier då man lagt fokus på armpositioneringens roll relaterat till stråldos samt undersökningstid presenterades olika faktorer och dess påverkan på undersökningstiden. Oavsett om patientens armar var placerade vid sidan av kroppen, på bröstet eller ovanför huvudet noterades ingen signifikant skillnad i undersökningstid (51,52).

Eftersom resultatet visade att undersökningstiden inte påverkades av huruvida armarna var placerade vid undersökningstillfället, motiverades vidare undersökningar angående vilken armpositionering som genererade lägst stråldos till patienten. Patienter delades in i olika grupper efter hur armarna placerades. De olika grupperna innefattade armar placerade längs med kroppen, armarna ovanför huvudet, armarna vilandes på en kudde på bröstet samt ena armen längs kroppen och andra ovanför huvudet. Största delen av bildresultatet kunde i efterhand analyseras och jämföras gällande bildkvalitet och stråldos. Den placering som genererade mest stråldos samt gav lägst bildkvalitet var då båda armarna befann sig längs med kroppen (51,52). Samtliga studier påvisade minskad stråldos och tillräcklig bildkvalitet i de fall där patientens armar var placerade ovanför huvudet (51-53). I en studie av Lowenhardt et al. (53) presenterades att stråldosen, genom att positionera patientens armar ovanför huvudet vid CT-undersökningar, kunde minskas med 16-22 procent.

### **Information**

Information och kommunikation kan ha en indirekt inverkan på stråldos till patienter. Många patienter upplever rädsla och oro inför undersökningen, och i vissa fall måste undersökningen avbrytas. Detta innebär därmed onödig stråldos till patienten. I Murphys kvalitativa studie (54) om hur patienter upplever högteknologiska undersökningar uttryckte exempelvis en patient hur väl bemött han kände sig, vilket han ansåg skapade en trygghetskänsla kring undersökningen. Ytterligare en patient beskrev att röntgenpersonalen var fantastisk och skapade lugn och trygghet vilket underlättade proceduren.

Det framkom också att patienterna upplevde de högteknologiska undersökningarna på olika sätt. Ett flertal patienter uttryckte oro och rädsla kring att vistas i den högteknologiska miljön. Bland annat tvingades några patienter avbryta CT-undersökningen på grund av rädsla, oro eller ångest. Nyckelfaktorn var bland annat rädslan för den högteknologiska miljön samt brist på information. En patient uttryckte till exempel att han var fullständigt panikslagen när han låg i CT-apparaten och såg röntgenröret rotera runt honom. Känslan av att röret skulle ramla ner över honom var väldigt närvarande och skapade stor rädsla. På grund av denna rädsla kunde patienten inte fullfölja bildtagning utan tvingades avbryta undersökningen (54).

Många patienter uttryckte även att de saknade en genomförlig beskrivning om hur själva undersökningen skulle gå till. Det framkom att informationsblad endast kunde representera en del av lösningen på patienters oro och känsla av otrygghet, oavsett hur utförlig den skriftliga informationen var. Skriftlig information ansågs behöva förstärkas av personlig kontakt med röntgensjuksköterskan för att få en djupare förståelse för undersökningsprocessen och som följd generera större trygghet (54,55). Röntgensjuksköterskan anses därmed ha en viktig roll vid information och kommunikation med patienterna (54).

## **DISKUSSION**

### **METODDISKUSSION**

Metoden som valdes för denna rapport var litteraturöversikt. Anledningen till detta val var att få en överblick av den kunskap som finns i dagsläget över det valda problemområdet (42). Denna metod ansågs lämplig för att få en djupare förståelse för ämnet, samt med tanke på att både kvantitativa och kvalitativa artiklar är inkluderade i denna rapport.

Vid den inledande artikelsökningen framkom att sökorden stråldos och CT-undersökningar gav stor mängd träffar. Mer specifika sökord fick istället användas, detta för att få fram ett rimligt antal artikelabstrakt att gå igenom. Databaserna involverade fler artiklar inom det valda ämnet än vad som var rimligt att gå igenom under avsatt tid för denna rapport. Detta ledde även till att exklusionskriterierna blev fler än vad som tänktes i början. Bland annat fick metoder för dosreducering som redan används på röntgenavdelningar, såsom inblandning, externa strålskydd och centrerung uteslutas.

Artiklarna som valdes ut och presenterades i denna rapport kom från olika länder runtom i världen såsom Kina, USA, Tyskland, Kanada, Skottland, Schweiz, Österrike och Storbritannien. Artiklarna bedömdes vara överförbara till svensk radiologi och CT-undersökningar då de flesta berörde tekniska aspekter. Röntgensjuksköterskan har inte nödvändigtvis samma typ av uppgifter länder emellan, men då denna rapport baseras på vilka åtgärder som finns för att minimera stråldos vid CT-undersökningar konstaterades ett globalt problem och inte något som enbart existerar i Sverige. Med tanke på det gemensamma fokus länder har angående att minimera stråldos så motiverades inklusionen av artiklarna i denna rapport.

Vid överblick av databaserna och de genererade artiklarna, kunde skillnad ses. Databasen Scopus var den databas som genererade flest antal valda artiklar, möjligtvis

på grund av dess breda spektra av områden. Cinahl var den databas som genererade minst antal artiklar, endast en artikel av relevans för denna rapport fanns. En förklaring ansågs vara databasens inriktning på omvårdnad. Detta hade inte behövt vara uteslutande i denna rapport, men på grund av den stora del tekniska åtgärder som artiklarna överlag representerade, så skapades ett mindre fokus kring omvårdnad. Dock är ett av rapportens subteman information. På förhand antogs att Cinahl skulle vara den databas som skulle innehålla flest artiklar inom ämnet information till patienten, vilket inte visade sig vara fallet då Cinahl inte stod för någon artikel som kunde relateras till information och därmed inkluderas i detta arbete. Här sågs en betydande brist, eftersom information och kommunikation är en viktig del av vårdarbetet och därmed borde ha ett bredare forskningsmaterial.

PubMed som databas levererade fyra artiklar, varav tre var av teknisk karaktär. Detta var på förhand väntat på grund av databasens mer tekniska inriktning jämfört med övriga använda databaser. Denna rapport inkluderade totalt 11 kvantitativa artiklar och två kvalitativa artiklar. Obalansen mellan kvalitativa och kvantitativa artiklar kan klargöras på grund av den tekniska inriktning studien visade sig ta.

Vid granskning av artiklarnas vetenskapliga kvalitet uppkom funderingar kring citeringar och vetenskaplig mall. När antalet citeringar av de valda artiklarna undersöktes, som en kvalitetskontroll, upptäcktes att flertalet artiklar inte innefattade så många citeringar från andra artiklar. En anledning till detta tros vara på grund av flertalet av artiklarnas publiceringsår. Många av de valda artiklarna var skrivna 2009 - 2013 vilket, förutom fåtalet citeringar, även kan ge förklaring till dess aktuella innehåll.

Vidare undersöktes huruvida den vetenskapliga mallen följdes, bland annat huruvida artiklarna innefattades av rubriker och stycken såsom "introduktion", "syfte", "metod", "resultat" och "diskussion", vilket enligt Friberg (42) påvisar vetenskaplighet. Förvånansvärt många artiklar frångick denna vetenskapliga mall och ett flertal artiklar från det första artikelurvalet visade sig inte innehålla en korrekt presenterad resultatdel. Murphys artikel (54) är ett exempel som saknar rubriken "resultat" och som trots allt inkluderades i denna rapport, då detta inte nödvändigtvis pekar på en brist gällande vetenskaplighet.

Gällande etiska aspekter så presenterade flertalet artiklar ett godkännande av Institutional Review Board. I de fall då ingen myndighet eller liknande nämndes, beskrevs ett samtycke från deltagande patienter. I en av artiklarna (53) beskrevs att lokala etiska riktlinjer följdes och att inget övrigt etiskt godkännande begärdes. Det upplevdes dock oklart om vad som egentligen menades med att inget godkännande hade begärts, om detta inte behövdes på grund av användandet av lokala riktlinjer eller om det hade uteslutits av författarna.

## **RESULTATDISKUSSION**

Syftet med denna rapport var att beskriva vilka åtgärder som finns för att minimera stråldos till patienter vid CT-undersökningar. Genom att inkludera forskning från olika perspektiv, såsom omvårdnad och teknisk inriktning, kunde en grundligare översikt fås för valt problemområde Resultatet från de valda artiklarna (43-55) ansågs besvara vårt syfte. Resultatdiskussionen har delats upp i två underrubriker, baserat på huvudteman.

### **Tekniska åtgärder**

Den inriktning som rapporten tog efter inklusion- och exklusionskriterierna visades i resultatet innefatta en majoritet av tekniska åtgärder för att minimera stråldos till

patienter vid CT-undersökningar. Tidigare forskning har påpekat att ytterligare studier kring bildkvalitetsförhållanden relaterat till stråldos är önskvärd. Dessutom bör nya metoder för bildrekonstruktioner framforskas (40). Iterativa rekonstruktioner beskrivs i ett flertal artiklar som revolutionerande och en teknik som ligger i framtiden (48-50). Varför iterativa rekonstruktioner ännu inte är standardiserat är inget vi får svar på och inget som framkommer i studierna. Men en trolig förklaring kan vara att det är ett relativt nytt område som ännu utforskas.

Det framkom att en sänkning av stråldos kunde uppnås vid sänkning av rörspänning, med samtidigt bibehållen bildkvalitet (46,47). En av studierna sänkte dock även rörströmmen till de patienter som var tunnare (47), vilket blev ämne för oss att diskutera. Detta eftersom att det är allmänt vedertaget att sänkning av både kV och mAs ger en lägre stråldos till patienten. Rörspänning och rörström är det som i kombination av varandra skapar röntgenstrålning, varav rörströmmen är det som påverkar mängden strålning (20). Därmed ansåg vi att Blankstein et al. (47) inte påvisade ett särskilt innovativt resultat.

Vikthanpassade protokoll är en åtgärd som kan sänka stråldos till patienten. Vid justering av parametrar anpassat till patientstorlek reducerades stråldosen avsevärt i jämförelse med ett standardiserat protokoll. Framförallt gynnades de patienter som var tunnare av ett BMI-anpassat protokoll, då en strålreducering med upp till 53 procent kunde uppnås (44,45). Det visade också att kraftigare patienter fick för lite stråldos vid standardiserade protokoll, vilket inte heller är bra då bildkvaliteten blir sämre (43). Den vård som utförs idag skall alltid vara patientcentrerad, jämlik och säker (31). BMI-anpassade protokoll faller därmed väl in under dessa punkter. Att använda standardiserade protokoll, såsom det oftast är idag, anser vi egentligen inte vara patientcentrerat eftersom det endast är ett fåtal som blir exponerad för ”rätt” mängd stråldos. Enligt ALARA-principen skall så lite joniserande strålning som möjligt tillämpas vid alla slags röntgenundersökningar (17). Det är även lag på att kontroller bör göras för att påverka hur vård och omsorg utvecklas och därmed förbättras (29). Med tanke på dessa riktlinjer är ett protokoll anpassat efter patientens storlek något som skulle kunna tillämpas inom radiologin. Även sänkning av tekniska parametrar och rekonstruktionsteknik är metoder som skulle kunna omsättas i praktiken. Röntgensjuksköterskans arbete skall innefatta god och säker vård vid undersökningar samt framställning av bilder med god diagnostiseringskvalitet med lägst möjliga stråldos (24,25). Därmed anser vi att för att kunna ge en godare och säkrare vård borde mer hänsyn därmed tas till patienten som individ, även vid åtgärder gällande tekniska aspekter.

### **Patientåtgärder**

Att den höga stråldos som ges till patienter vid CT-undersökningar är ett problem har konstaterats. Om röntgenstrålning varit ofarlig hade mängden given stråldos till patienter inte varit ett problem, men det är fastställt att joniserande strålning kan ha negativa effekter på organ och vävnader. Det finns alltid en risk för stokastiska effekter såsom cancer och cellförändringar (21). Enligt Patientsäkerhetslagen skall vårdgivaren ansvara över planering och ledning av verksamheten på ett sätt som leder till att god vård bevaras. Vårdgivaren skall även vidta de åtgärder som krävs för att avvärja att vårdtagare drabbas av vårdskador (27).

Information har framkommit som en av de åtgärder som kan appliceras för att minimera stråldosen (54,55). Om patienten inte klarar av att genomföra undersökningen spelar det

ingen roll vilka andra åtgärder som finns, en lugn och trygg patient är en grundläggande förutsättning för en lyckad undersökning. Oro och rädsla har presenterats som bidragande orsaker till avbrutna eller ofullständiga undersökningar. För att minimera denna problematik anses kommunikation och information till patienten vara viktiga delar vid en CT-undersökning (54). För att en stråldosreducering skall kunna uppnås bör patienten vara informerad och införstådd med vad som förväntas vid undersökningstillfället (54,55). Detta resultat styrker tidigare material, då kommunikation och information är konstaterat som viktiga delar i att få en patient att känna sig delaktig och jämlik (34). Röntgensjuksköterskan har ett ansvar att ge utförlig information samt stödja patienter vid olika undersökningar som utförs (24,25).

En annan åtgärd som kan tillämpas för stråldosreducering är patientens positionering i CT-apparaten (51-53). Att armarna skall placeras ovanför huvudet är något som vanligtvis tillämpas vid CT-undersökningar, dock är det inte lika vanligt vid trauma. Förklaringen till detta ansågs vara att det var för tidskrävande samt på grund av eventuella trauman i armar och/eller axlar (52). Resultatet visade att både bildkvalitet och stråldosminskning kunde uppnås i högre grad om patientens armar var placerade ovanför huvudet. Denna konklusion förvånade oss inte nämnvärt eftersom när undersökningsområdet är mindre, krävs mindre röntgenstrålning. Däremot sänkte det stråldosen i högre grad än vad vi hade kunnat förmoda. Vi diskuterade även armarnas positionering. I studien som presenterade skillnader gällande armarnas positionering och dess inverkan på stråldos, framkom att det inte var någon signifikant skillnad gällande stråldos ifall en arm hölls längs med kroppen med den andra ovanför huvudet jämfört med om båda armarna placerades utmed kroppen (52). Detta resultat var något vi funderade kring, då det förvånade oss att enbart en arm skulle ge lika mycket stråldos som två armar inom undersökningsområdet. En korrelation mellan hur stort undersökningsområde som bestrålas och noterad stråldosmängd borde kunna ses.

Överlag är vi överens om att tekniska åtgärder inte är det enda steget för stråldosreducering då fokus alltid ligger på patienten och att information ligger till grund för ett gott möte och en god undersökning.

## **KONKLUSION**

Det står klart att antalet CT-undersökningar ökat de senaste åren, vilket har bidragit till en stegring av den generella stråldosen som befolkningen exponeras för. Förhållandet mellan CT-undersökningar och stråldos var därför av stor vikt att undersöka närmare. Ett flertal åtgärder för stråldossänkning har kunnat presenteras i denna litteraturöversikt. Tekniska justeringar såsom bildrekonstruktionsteknik och sänkning av rörström är två åtgärder som kan appliceras för att sänka stråldosen till patienten. Även viktpassade protokoll är en insats för reducere av stråldos samtidigt som det är ett led i arbetet för patientcentrerad vård, vilket alltid skall eftersträvas. Patientpositionering har konstaterats sänka stråldosen utan att tid förloras. Även information har visat sig vara en viktig punkt för att trygga patienten som då upplever ett större lugn och därmed har lättare för att slutföra undersökningen utan avbrott. Med hjälp av dessa åtgärder skulle röntgensjuksköterskan på ett patientcentrerat sätt kunna minska stråldosen till patienten vid CT-undersökningar.

## REFERENSER

1. Strålsäkerhetsmyndigheten, [homepage on the Internet]. 2012 [cited Mar 28]. Available from: [http://www.stralsakerhetsmyndigheten.se/Global/Pressmeddelanden/2012/oversatt\\_state ment\\_nordiskt\\_2012.pdf](http://www.stralsakerhetsmyndigheten.se/Global/Pressmeddelanden/2012/oversatt_state ment_nordiskt_2012.pdf)
2. Nationalencyklopedin, [homepage on the internet]. [cited Mar 25]. Available from: <http://www.ne.se/datortomografi>
3. Röntgen, [homepage on the Internet]. 1997-2012 [cited Mar 26]. Available from: [http://www.rontgen.com/index\\_2.html](http://www.rontgen.com/index_2.html).
4. Bontrager KL, Lampignano JP. Textbook of radiographic positioning and related anatomy. 7.ed. St. Louis, Mo: Elsevier Mosby; 2010.
5. Cederblad Å. Teknik, fysik och strålsäkerhet i röntgendiagnostik. Medicinsk Fysik och Teknik. Göteborg: Sahlgrenska Universitetssjukhuset; 2010.
6. Bushong SC. Radiologic science for technologists - Physics, biology and protection. 10 ed. St Louis: Elsevier Mosby; 2013.
7. Hellström M. Ch 13:1. I Aspelin P, Petterson H. Radiologi. Lund: Studentlitteratur; 2008. s. 489-582.
8. Lindsköld. Datortomografi: en praktisk handledning för användaren. 3rd ed. Stockholm: Röntgenteknik; 1992.
9. Strålsäkerhetsmyndigheten, [homepage on the Internet]. 2004 [cited May 1]. Available from: <http://www.stralsakerhetsmyndigheten.se/Global/Publikationer/Rapport/Stralskydd/2004/ssi-rapp-2004-12.pdf>
10. Tylén U. Ch 10. I Aspelin P, Petterson H. Radiologi. Lund: Studentlitteratur; 2008. s. 255-382.
11. Ekberg O. Ch 12. I Aspelin P, Petterson H. Radiologi. Lund: Studentlitteratur; 2008. s. 409-488.
12. Netdoktor, [homepage on the Internet]. 2012 [cited Mar 28]. Available from: <http://www.netdoktor.se/allmant/artiklar/datortomografi-dtct/>.
13. Frush DP, Applegate K. Computed tomography and radiation: understanding the issues. Journal of the American College of Radiology : JACR. 2004 Feb;1(2):113-9.
14. European Commission, [homepage on the internet]. 2000 [cited Mar 28]. Available from: [http://ec.europa.eu/energy/nuclear/radioprotection/publication/doc/118\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/energy/nuclear/radioprotection/publication/doc/118_en.pdf)
15. Medicinsk strålningsfysik, [homepage on the Internet]. 2013 [cited Mar 28]. Available from: [http://www.med.lu.se/klinvetmalmo/medicinsk\\_stralningsfysik/forskargrupp/roentgendiagnostik\\_ct](http://www.med.lu.se/klinvetmalmo/medicinsk_stralningsfysik/forskargrupp/roentgendiagnostik_ct).

16. Strålsäkerhetsmyndigheten, [homepage on the Internet]. 2008 [cited Mar 27]. Available from: <http://www.stralsakerhetsmyndigheten.se/Global/Publikationer/Forfattning/SSMFS/2008/SSMFS2008-35.pdf>
17. Nationalencyklopedin, [homepage on the Internet]. 2012 [cited Apr 1]. Available from: [http://www.ne.se/alara-principen?i\\_h\\_word=ALARA](http://www.ne.se/alara-principen?i_h_word=ALARA).
18. Britannica, [homepage on the Internet]. [cited May 4]. Available from: <http://www.britannica.com.ezproxy.ub.gu.se/EBchecked/topic/509157/Wilhelm-Conrad-Rontgen>.
19. Johansson KJ Strålning, människan och miljön. Uppsala: Institutionen för radioekologi, Sveriges lantbruksuniversitet; 1996.
20. Axelsson B. Ch 3:2. I Aspelin P, Petterson H. Radiologi. Lund: Studentlitteratur; 2008. s. 27-30.
21. Isaksson M. Grundläggande strålningsfysik. Lund: Studentlitteratur; 2011.
22. Thilander Klang A . Ch 3:8. I Aspelin P, Petterson H. Radiologi. Lund: Studentlitteratur; 2008. s. 71-78.
23. Strålsäkerhetsmyndigheten, [homepage on the Internet]. 2008 [cited May 4]. Available from: <http://www.stralsakerhetsmyndigheten.se/Global/Publikationer/Forfattning/SSMFS/2008/SSMFS2008-20.pdf>
24. Kompetensbeskrivning, [homepage on the Internet]. 2011 [cited Mar 26]. Available from: <http://www.swedrad.com/images/stories/kompetensbeskrivning/20110912kompetensbeskrivning.pdf>
25. Yrkesetisk kod, [homepage on the Internet]. No date [cited 2013 Mar 28]. Available from: <http://www.swedrad.com/images/stories/yrkesetiskakod/Yrkesetiskkodsvensk.pdf>
26. Strålskyddslagen (1988:220). [homepage on the Internet]. 2010 [cited 2013 Mar 26]. Available from: <http://www.notisum.se/rnp/sls/lag/19880220.htm>.
27. Riksdagen, [homepage on the Internet]. 2010 [cited Mar 26]. Available from: [http://www.riksdagen.se/sv/Dokument-Lagar/Lagar/Svenskforfattningssamling/Patientsakerhetslag-2010659\\_sfs-2010-659/](http://www.riksdagen.se/sv/Dokument-Lagar/Lagar/Svenskforfattningssamling/Patientsakerhetslag-2010659_sfs-2010-659/).
28. Riksdagen, [homepage on the Internet]. [cited Mar 26]. Available from: [http://www.riksdagen.se/sv/Dokument-Lagar/Lagar/Svenskforfattningssamling/Halso-och-sjukvardslag-1982\\_sfs-1982-763/](http://www.riksdagen.se/sv/Dokument-Lagar/Lagar/Svenskforfattningssamling/Halso-och-sjukvardslag-1982_sfs-1982-763/).
29. Socialstyrelsen, [homepage on the Internet]. 2012 [cited Mar 28]. Available from: <http://www.socialstyrelsen.se/sosfs/2011-9>.
30. Nationalencyklopedin, [homepage on the Internet]. 2013 [cited 2013 Mar 27]. Available from: <http://www.ne.se/s%C3%A4kerhet/322447>.

31. Socialstyrelsen, [homepage on the Internet]. 2012 [cited 2013 Apr 20]. Available from: <http://www.socialstyrelsen.se/Lists/Artikelkatalog/Attachments/18552/2012-1-5.pdf>
32. Sveriges kommuner och landsting, [homepage on the Internet]. 2013 [cited Mar 27]. Available from: [http://www.skl.se/vi\\_arbetar\\_med/halsaochvard/patientsakerhet/vad-ar-patientsakerhet](http://www.skl.se/vi_arbetar_med/halsaochvard/patientsakerhet/vad-ar-patientsakerhet).
33. Fossum B. editor. Kommunikation: samtal och bemötande i vården. 1st ed. Lund: Studentlitteratur; 2007.
34. Vinthagen S. Ch 3. I Fossum B, editor. Kommunikation: samtal och bemötande i vården. 1st ed. Lund: Studentlitteratur; 2007. s. 61-100.
35. Nationalencyklopedin, [homepage on the Internet]. ? [cited Mar 25]. Available from: <http://www.ne.se/information/211471>.
36. Klang Söderkvist B. Ch 2. I Fossum B, editor. Kommunikation: samtal och bemötande i vården. 1st ed. Lund: Studentlitteratur; 2007. s. 41-60.
37. Asp M, Ekstedt M. Ch 15. I Edberg A, Wijk H, editors. Omvårdnadens grunder. Hälsa och ohälsa. 1st ed. Lund: Studentlitteratur; 2009. s. 417-488.
38. Enqvist B. Ch 16. I Fossum B, editor. Kommunikation: samtal och bemötande i vården. 1st ed. Lund: Studentlitteratur; 2007. s. 409-424.
39. Tamm M Psykosociala teorier vid hälsa och sjukdom. 2nd ed. Lund: Studentlitteratur; 2002.
40. Mayo JR. Radiation dose issues in longitudinal studies involving computed tomography. Proceedings of the American Thoracic Society. 2008 Dec 15;5(9):934-9.
41. Frush DP. Review of radiation issues for computed tomography. Seminars in ultrasound, CT, and MR. 2004 Feb;25(1):17-24.
42. Friberg F. Dags för uppsats - Vägledning för litteraturbaserade examensarbeten. 2nd ed. Lund: Studentlitteratur; 2012.
43. Aldrich JE, Chang SD, Bilawich AM, Mayo JR. Radiation Dose in Abdominal Computed Tomography: The Role of Patient Size and the Selection of Tube Current. Canadian Association of Radiologists Journal. 2006;57(3):152-158.
44. Kalra MK, Prasad S, Saini S, Blake MA, Varghese J, Halpern EF, et al. Clinical Comparison of standard-Dose and 50 % Reduced-Dose Abdominal CT: Effect on Image Quality. American Journal of Roentgenology. 2002;179:1101-1106.
45. Lund GK, Wegian E, Saeed M, Wassermeyer J, Adam G, Stork A. 64-Slice spiral computed tomography of the coronary arteries: Dose reduction using an optimized imaging protocol including individual weight-adaptation of voltage and current - Time product. European Society of Radiology. 2009;19:1132-1138.
46. Feuchtner G, M Jodocy D, Klauser A, Haberfellner B, Aglan I, et al. Radiation dose reduction by using 100-kV tube voltage in cardiac 64-slice computed tomography: A comparative study. European Journal of Radiology. 2010;75:51-56.



47. Blankstein R, Bolen MA, Pale R, Murphy MK, Shah AB, Bezerra HG, et al. Use of 100 kV versus 120 kV in cardiac dual source computed tomography: Effect on radiation dose and image quality. *International Journal of Cardiovascular Imaging*. 2011;27:579-586.
48. Chen MY, Steigner ML, Leung SW, Kumamaru KK, Schultz K, Mather RT, et al. Simulated 50 % radiation dose reduction in coronary CT angiography using adaptive iterative dose reduction in three-dimensions (AIDR3D). *International Journal of Cardiovascular Imaging*. 2013.
49. Li Q, Yu H, Zhang L, Fan L, Liu SY. Combining low tube voltage and iterative reconstruction for contrast-enhanced CT imaging of the chest-Initial clinical experience. *Clinical Radiology*. 2013;68:249-253.
50. Hou Y, Zheng J, Wang Y, Yu M, Vembar M, Guo Q. Optimizing Radiation Dose Levels in Prospectively Electrocardiogram-Triggered Coronary Computed Tomography Angiography Using Iterative Reconstruction Techniques: A Phantom and Patient Study. *PLoS ONE*. 2013;8.
51. Karlo C, Gnannt R, Frauenfelder T, Leschka S, Brüesch M, Wanner GA, et al. Whole-body CT in polytrauma patients: Effect of arm positioning on thoracic and abdominal image quality. *Emergency Radiology*. 2011;18:285-293.
52. Bayer J, Pache G, Strohm PC, Zwingmann J, Blanke P, Baumann, et al. Influence of arm positioning on radiation dose for whole body computed tomography in trauma patients. *The Journal of Trauma, Injury, Infection and Critical Care*. 2011;70:900-905.
53. Loewenhardt B, Buhl M, Gries A, Greim CA, Hellinger A, Hessmann M, et al. Radiation exposure in whole-body computed tomography of multiple trauma patients: bearing devices and patient positioning. *Injury - International Journal of the Care of the Injured*. 2012;43:67-72.
54. Murphy F. Understanding the humanistic interaction with medical imaging technology. *Radiography*. 2001;7: 193-201.
55. Mathers SA, Chesson RA, McKenzie GA. The information needs of people attending for computed tomography (CT): What are they and how can they be met? *Patient Education and Counseling*. 2009;77:272-278.

## BILAGOR

### BILAGA 1 TABELL SCOPUS

Datum	Sökord	Begränsningar (limits)	Antal träffar	Relevanta abstract	Granskade artiklar	Valda artiklar
130413	"Computed tomography" AND "radiation dose"	Article title	215	23	10	Ref 46,47
130413	"Computed tomography" AND "dose reduction"	Article title	66	5		Ref 45
130416	"computed tomography" AND Trauma AND dose	0	268	5	2	Ref 51,52
130418	"computed tomography" AND information	Article title	59	5	2	Ref 55
130418	"computed tomography" AND "human experience"	Article title	0	0	0	0
130418	"computed tomography" AND "patient experience"	Article title	2	0	0	0
130418	"computed tomography" AND "iterative reconstruction"	Article title	55	5	3	50
130418	Manuell sökning	Artikel: The information needs of people attending for computed tomography (CT): What are they and how can they be met?		→	Understanding the humanistic interaction with medical imaging technology. (Ref 54)	

## BILAGA 2 TABELL PUBMED

Datum	Sökord	Begränsningar (limits)	Antal träffar	Relevanta abstract	Granskade artiklar	Valda artiklar
130416	"computed tomography" AND dose reduction AND exposure	2003-2013 + English	234	7	5	0
130416	"computed tomography" AND "positioning" AND centering	2003-2013 + English	3	0	0	0
130417	CT AND "radiation dose reduction" AND "protection"	2003-2013 + English	51	2	2	0
130418	"computed tomography" AND Trauma AND "radiation exposure"	2003-2013 + English	227	4	2	Ref 53
130418	iterative reconstruction ct radiation dose	2003-2013 + English	109	4	2	Ref 49
130418	iterative reconstruction AND ct AND radiation	2003-2013 + English	214	7	3	Ref 48
130418	Computed tomography Centering	2003-2013 + English	25	4	2	0
130418	Manuell sökning	<i>Attenuation-Based Automatic Kilovolt Selection in Abdominal Computed Tomography.</i>		<i>Strategies for CT radiation dose optimization.</i>		Clinical comparison of standard dose and 50 % reduced dose abdominal CT. (Ref 44)

### BILAGA 3 TABELL CINAHL

Datum	Sökord	Begränsningar (limits)	Antal träffar	Relevanta abstract	Granskade artiklar	Valda artiklar
130415	"Computed tomography" AND "dose reduction"	Peer reviewed	25	4	2	Ref 43
130415	"computed tomography" AND dosage	Peer reviewed +2003-2013+ English+Human	300	4	0	0
130415	"computed tomography" AND dosage AND reduction	Peer reviewed +2003-2013	64	2	0	0
130415	"computed tomography" AND dose strategies	Peer reviewed	8	3	0	0
130416	"computed tomography" AND "radiation dose"	peer reviewed + research article	71	3	3	0
130416	"computed tomography" AND strategies AND reduction	peer reviewed	23	2	1	0
130416	"computed tomography" AND "dose" AND "optimize"	peer reviewed	9	1	1	0

## **BILAGA 4 ARTIKELPRESENTATION.**

**Ref.nr:** 43

**Författare:** Aldrich JE, Chang SD, Bilawich AM, Mayo JR.

**År:** 2006

**Titel:** Radiation Dose in Abdominal Computed Tomography: The Role of Patient Size and the Selection of Tube Current.

**Tidskrift:** Canadian Association Radiologists Journal

**Land:** Kanada

**Syfte:** Att utveckla en algoritm som beräknar mAs baserad på patientvikt och med hjälp av denna algoritm optimera stråldos till patient samt bibehålla bildkvalitet.

**Metod:** En utvärdering av kroppsvikt samt stråldos gjordes på 37 CT-undersökningar av buken. I denna blindstudie betygsatte två radiologer elva olika punkter för bildkvalitet på en femgradig skala. Dessa betyg gav ett medelvärde som en överblick på bildkvaliteten. En ekvation skapades för att ställa in mAs efter kroppsvikt och bildbrus. Därefter beräknades den dossänkning som skulle skapats med hjälp av denna algoritm.

**Resultat:** Bruset korrelerades med patientvikt. Vid en överblick av bildkvaliteten framkom en poäng på 4,5. Bruset var 16 HU. Vid användning av detta värde förutspåddes mAs för varje patients vikt, och det konstaterades att vid användning av denna teknik så hade en sänkning av stråldos kunnat ske till alla patienter med en vikt under 70 kg. Dosreduktionen för den minsta patienten hade kunnat uppgå till 72 procent.

**Etik:** The Ethical Review Board of the University of British Columbia godkände studien.

**Antal citeringar:** ej funna.

**Antal referenser:** 16

**Ref.nr:** 44

**Författare:** Kalra MK, Prasad S, Saini S, Blake MA, Varghese J, Halpern EF, Rhea JT, Thrall JH.

**År:** 2002

**Titel:** Clinical Comparison of Standard-Dose and 50% Reduced-Dose Abdominal CT: Effect on Image Quality.

**Tidskrift:** American Journal of Roentgenology

**Land:** USA

**Syfte:** Att sänka stråldosen till patienten genom att anpassa parametrar efter patientstorlek.

**Metod:** Trettionio patienter med en ålder på 65 år eller äldre samt med tidigare känd cancer inkluderades i studien. Efter bildtagning erhöles fyra bildsnitt per patient, både med en standarddos på 240-300 mA samt en halverad dos på 120-150 mA. 140 kV var konstant vid alla bilder. Två radiologer, oberoende av varandra, utvärderade sedan bildkvaliteten med fokus på lever, mjälte, binjurar, njurar och bukspottskörteln på en femgradig skala (1 = oacceptabelt, 2 = under standard, 3 = acceptabelt, 4 = över medel, 5 = överlägsen). Patienternas vikt, area och midjemått korrelerades med bildkvaliteten både vid standarddos och vid en mA-reducering på 50 procent.

**Resultat:** Överlag var bildkvaliteten signifikant högre vid de bilder som togs med standarddos. Dock visades ingen större skillnad i bildkvalitet mellan de bilder som var tagna med standarddos jämfört med bilder med den reducerade dosen på de patienter som vägde under 81 kg, hade en transversal midjediameter under 34,5 cm, en antero-posterior diameter på under 28 cm samt ett midjemått under 105 cm.

**Etik:** Informerat samtycke erhöles från alla patienter.

**Antal citeringar:** 5

**Antal referenser:** 23

**Ref.nr:** 45

**Författare:** Lund GK, Wegian E, Saeed M, Wassermeyer J, Adam G, Stork A.

**År:** 2008

**Titel:** 64-Slice spiral computed tomography of the coronary arteries: dose reduction using an optimized imaging protocol including individual weight-adaptation of voltage and current-time product. Abdominal CT: Effect on Image Quality.

**Tidskrift:** European Society of radiology

**Land:** Tyskland.

**Syfte:** Att sänka stråldos till patienter med hjälp av ett optimerat bildprotokoll som inkluderar individuell vikthanpassning av kV och mAs.

**Metod:** I denna retrospektiva studie inkluderades 84 patienter som alla undersöktes för misstänkt hjärtsjukdom. Två patientgrupper studerades. Grupp A innefattade 40 patienter, som undersöktes augusti-november 2007. För denna grupp användes ett standardiserat protokoll. Grupp B innefattade 44 patienter som undersöktes december 2007 - mars 2008. För denna grupp användes ett protokoll anpassat efter patienternas individuella BMI. Den effektiva dosen uppskattades via en riktlinje föreslagen av "European Working Group for Guidelines on Quality Criteria in Computed Tomography". Parametrar för mAs, CTDI och DLP bedömdes lika utifrån riktlinjen. Två observanter, oberoende av varandra, utvärderade bildkvaliteten genom att bedöma axiala bildsnitt. En tredje oberoende person presenterade sedan resultatet för de två observanterna.

**Resultat:** Bedömningen av effektiv dos samt bildkvalitet var möjlig i alla 84 fall. Den effektiva dosen var 37 procent lägre i grupp B jämfört med grupp A. De patienter med ett lägre BMI hade störst nytta av ett vikthanpassat undersökningsprotokoll. För dessa patienter var en reduktion på 53 procent uppnådd. Inga skillnader i parametrar gällande bildkvalitet upptäcktes vid vikthanpassat protokoll

**Etik:** Institutional Review Board godkände granskning av bilder och patientjournaler erhöles före initieringen av studien. Informerat samtycke erhöles för att ge kontrastmedel och att utföra MDCT.

**Antal citeringar:** 6

**Antal referenser:** 19

**Ref.nr:** 46

**Författare:** Feuchtnner GM, Jodocy D, Klauser A, Haberfellner B, Aglan I, Spoeck A, Hiehs S, Soegner P, Jaschke W.

**År:** 2009

**Titel:** Radiation dose reduction by using 100-kV tube voltage in cardiac 64-slice computed tomography: A comparative study.

**Tidskrift:** European Journal of Radiology

**Land:** Österrike

**Syfte:** Att jämföra huruvida ett 100 kV-protokoll skiljer sig i stråldos jämfört med standardiserat 120 kV-protokoll.

**Metod:** Etthundratre patienter som genomgick EKG-triggad CT-undersökning studerades. Patienterna delades in i två grupper; de som exponerades för 100 kV (51 patienter) och de som exponerades för 120 kV (52 patienter). Inklusionskriterier för patienterna var ett BMI under 28 kg/m<sup>2</sup>, en vikt under 85 kg och ett coronart kalciumvärde <300 Agatston Units (AU). Varje snitt utvärderades angående bildkvalitet på en skala 1-4.

**Resultat:** Den effektiva dosen var signifikant lägre för gruppen som exponerades för 100 kV, medeltalet var 7,1 mSv i jämförelse med gruppen som exponerades för 120 kV, där medeltalet var 13,4 mSv. Bildbruset skilde sig ej åt mellan de två grupperna.

**Etik:** Patienterna gav skriftligt samtycke. Den lokala etiska kommittén (Institutional Review Board, IRB) godkände studien.

**Antal citeringar:** 29

**Antal referenser:** 23

**Ref.nr:** 47

**Författare:** Blankstein R, Bolen MA, Pale R, Murphy MK, Shah AB, Bezerra HG, Sarwar A, Rogers IS, Hoffmann U, Abbara S, Cury RC, Brady TJ.

**År:** 2010

**Titel:** Use of 100 kV versus 120 kV in cardiac dual source computed tomography: effect on radiation dose and image quality.

**Tidskrift:** International Journal of Cardiovascular Imaging

**Land:** USA

**Syfte:** Att undersöka den effektiva stråldosen samt bildkvalitet mellan 100 kV och 120 kV vid Dual Source Computed Tomography (DSCT).

**Metod:** Tvåhundra nittiofyra patienter inkluderades. En läkare, specialiserad inom hjärt-CT, valde alla parametrar inklusive mAs och kV. Lägre kV valdes för smalare patienter eller när lägre strålning önskades, framförallt kvinnor och yngre. För varje undersökning granskades bildkvaliteten subjektivt på en skala 1-4. 1 = undermålig. 2 = nedsatt. 3 = lätt nedsatt. 4 = utmärkt. CNR och SNR beräknades. 100 kV användes i 26 procent av undersökningarna och 120 kV valdes i 74 procent av fallen.

**Resultat:** Den effektiva dosen för 100 kV var 8,5 mSv respektive 15,4 mSv vid 120 kV. Vid bedömning av bilderna visade det sig att kvaliteten var betydligt högre vid 100 kV än vid 120 kV. Det upptäcktes ett högre bildbrus i bilder tagna med 100 kV än i 120 kV, men även SNR och CNR var signifikant högre.

**Etik:** The Institutional Review Board godkände studien.

**Antal citeringar:** 12

**Antal referenser:** 10

**Ref.nr:** 48

**Författare:** Chen MY, Steigner ML, Leung SW, Kumamaru KK, Schultz K, Mather RT, Arai AE, Rybicki FJ.

**År:** 2013

**Titel:** Simulated 50 % radiation dose reduction in coronary CT angiography using adaptive iterative dose reduction in three-dimensions (AIDR3D).

**Tidskrift:** International Journal of Cardiovascular Imaging

**Land:** USA

**Syfte:** Att jämföra bildkvaliteten av CCTA mellan FBP och iterativa rekonstruktioner (AIDR3D) i tredimensionella rekonstruktioner.

**Metod:** Bilder från 93 kliniska studier processerades med standardiserad FBP, FBP med simulerad dosreduktion på 50 procent samt AIDR3D med simulerad dosreduktion på 50 procent. SNR och CNR mättes inom fem ROI. Bildkvalitet för varje rekonstruktionsstrategi bedömdes av två, av varandra oberoende, observanter som bedömde bilderna på en skala 1-4.

**Resultat:** När SNR jämfördes mellan FBP och AIDR3D så framkom att SNR och CNR vid AIDR3D var liknade eller högre. SNR på FBP med reducering på 50 procent var lägre. Även bildkvalitetspoängen (IQ) var signifikant högre för AIDR3D, jämfört med FBP. Denna studie föreslår att en stråldossänkning på 50 procent kan bli uppnådd med

hjälp av iterativa rekonstruktioner med lika god bildkvalitet i jämförelse med bilder tagna med standarddos och FBP.

**Etik:** Studien godkändes av Institutional Review Board vid två institutioner.

**Antal citeringar:** 1

**Antal referenser:** 38

**Ref.nr:** 49

**Författare:** Li Q, Yu H, Zhang L, Fan L, Liu S-y.

**År:** 2012

**Titel:** Combining low tube voltage and iterative reconstruction for contrast-enhanced CT imaging of the chest - Initial clinical experience.

**Tidskrift:** Clinical Radiology

**Land:** Kina

**Syfte:** Att utvärdera bildkvalitet av kontrastgiven thorax-CT med låg kV i kombination med användning av iterativ rekonstruktion jämfört med filtrerad bakåtprojektion (FBP) hos patienter med normalt BMI.

**Metod:** Åttio patienter med normalt BMI genomgick thorax-CT. Patienterna blev slumpvist uppdelade i två grupper; 120 kV och 80 kV. FBP användes vid 120 kV (grupp A) och 80 kV (grupp C). Iterativa rekonstruktioner (iDose4) användes som rekonstruktionsprogram vid 80 kV (grupp B). Bildbrus, SNR, CNR och effektiv dos beräknades för varje protokoll. Bedömningen av bildkvaliteten bedömdes på en skala 1-3.

**Resultat:** Det framkom att stråldosen var 71,5 procent lägre för protokollen med lägre kV (B och C). Bruset var signifikant lägre i grupp B i jämförelse med grupp C. Grupp B hade högst SNR och CNR. Man fann ingen skillnad i subjektiv bildkvalitet mellan grupp A och B.

**Etik:** Studien godkändes av Institutional Review Board. Informerat samtycke lämnades av alla patienter.

**Antal citeringar:** ej funna

**Antal referenser:** 19

**Ref.nr:** 50

**Författare:** Hou Y, Zheng J, Wang Y, Yu M, Vembar M, Guo Q.

**År:** 2013

**Titel:** Optimizing Radiation Dose Levels in Prospectively Electrocardiogram-Triggered Coronary Computed Tomography Angiography Using Iterative Reconstruction Techniques: A Phantom and Patient Study.

**Tidskrift:** PLOS ONE

**Land:** USA

**Syfte:** Att undersöka huruvida stråldosen i en Cardiac Computed Tomography Angiography (CCTA) kan sänkas samtidigt som bildkvaliteten bibehålls med hjälp av iterativ rekonstruktionsteknik (IRT).

**Metod:** Prospektiv studie. CCTA utförs på fantom med multislice-CT. Fem olika mAs-styrkor används: 210 mAs (A), 125 mAs (B), 105 mAs (C), 84 mAs (D) samt 63 mAs (E). Etthundratjugo kV och FBP användes i alla grupper. Dessutom applicerades fem nivåer av IRT (L2-L6). Bildkvalitetsbedömning gjordes. Baserat på denna bedömning framkom att Grupp D (120 kV och 84mAs) som rekonstruerades med IRT L5 gav motsvarande bildkvalitet i jämförelse med grupp A. Studien fortsatte med att applicera detta resultat på patienter. Två grupper som genomgick CCTA studerades. Grupp ett bestod av 21 patienter. Parametrarna var 120 kV, 210 mAs samt FBP. Grupp två bestod



av 36 deltagare, med parametrarna 120 kV, 84 mAs samt IRT L5.

**Resultat:** I fantom-scannarna upptäcktes ingen signifikant skillnad i bildbrus eller CNR mellan grupp A och E. Gällande bildkvalitet var grupp A och D likvärdiga. Gällande patientgrupperna (grupp ett och två) fanns ingen skillnad i SNR, CNR eller bildbrus. Efter radiologisk bedömning uppgavs bildkvaliteten vara likvärdig. Med hjälp av den iterativa rekonstruktionsteknik som användes i denna studie kan en stråldosminskning på 62,5 procent med acceptabel bildkvalitet erhållas.

**Etik:** Studieprotokollet godkändes och studien utfördes under överinseende av den etiska kommittén för Shengjing Hospital of China Medical. Deltagarna gav sitt skriftliga samtycke.

**Antal citeringar:** 1

**Antal referenser:** 32

**Ref.nr:** 51

**Författare:** Karlo C, Gnannt R, Frauenfelder T, Leschka S, Brüesch M, Wanner GA, Alkadhi H.

**År:** 2011

**Titel:** Whole body Computed tomography in polytrauma patients: effect of arm positioning on thoracic and abdominal image quality.

**Tidskrift:** Emergency Radiology

**Land:** Schweiz

**Syfte:** Att bedöma inflytandet av olika armpositioneringar vid thorax- och buk-CT, samt stråldos vid trauma-CT.

**Metod:** Etthundrafemtio patienter med misstänkt multitrauma genomgick en helkroppsc-CT. Av dessa var 50 patienter positionerade med armarna ovanför huvudet (grupp A), 50 patienter hade armarna placerade längs kroppen (grupp B) och 50 patienter hade armarna placerade på en kudde på bröstet (grupp C). Tekniken med kudden på bröstet var tänkt för de patienter där repositionering av armarna mellan exempelvis huvud och thoraxundersökningar ansågs vara för tidskrävande och potentiellt fördröja diagnostiken. Kudden användes även för patienter som inte kunde ha armarna ovanför huvudet pga. kontraindikation. Kudden placerades ventralt på kroppen, i höjd med lägre delen av thorax. Båda armarna var böjda vid armbågen samt positionerade bredvid varandra på toppen av kudden. Två observanter, oberoende av varandra, bedömde bildkvaliteten på en skala 1-3.

**Resultat:** Gällande bildbrus upptäcktes signifikanta skillnader mellan grupp A och B samt grupp A och C, dock inte mellan grupp B och C. DLP och effektiv dos var signifikant lägre i grupp A, och samma i grupp B och C. Det fanns inga signifikanta skillnader i undersökningstid samt scanområde.

**Etik:** Studien godkändes av den lokala etikprövningsnämnden, skriftligt informerat samtycke erhöles.

**Antal citeringar:** 6

**Antal referenser:** 28

**Ref.nr:** 52

**Författare:** Bayer J, Pache G, Strohm PC, Zwingmann J, Blanke P, Baumann T, Südkamp NP, Hammer T.

**År:**2010

**Titel:** Influence of arm positioning on radiation dose for whole body computed tomography in trauma patients.

**Tidskrift:** The journal of trauma, injury, infection and critical care.

**Land:** Tyskland

**Syfte:** Att undersöka relationen mellan olika armpositioner och stråldos hos patienter som genomgår trauma-CT.

**Metod:** Retrospektiv analys. Data från tidigare scannade patienter vid multitrauma användes. Med hjälp av dessa data gjordes beräkningar på effektiv dos samt scantid vid olika armpositioneringar (båda armarna upp, ena armen upp samt armarna ovanför huvudet). Totalt studerades data från 710 undersökningar. I 68 procent av fallen var patienterna positionerade med armarna ovanför huvudet, i 12 procent av fallen var patienterna positionerade med armarna längs med sidorna och i 19 procent av fallen var patienterna positionerade med endera höger eller vänster arm ovanför huvudet.

**Resultat:** Stråldosen var signifikant högre med båda armarna längs sidorna än med båda armarna upp. Inga signifikanta skillnader mellan att ha ena armen upp eller båda ner. Scanlängden för thorax eller buk påvisade inga signifikanta skillnader mellan armarna ner eller annan armposition, analys av scantid visade inga signifikanta skillnader mellan armarna ner eller upp.

**Etik:** Studien utfördes enligt riktlinjerna för Institutional Review Board.

**Antal citeringar:** 4

**Antal referenser:** 36

**Ref.nr:** 53

**Författare:** Loewenhardt B, Buhl M, Gries A, Greim C-A, Hellinger A, Hessmann M, Rathjen T, Reinert M, Manke C, Bernhard M.

**År:** 2011

**Titel:** Radiation exposure in whole body-computed tomography of multiple trauma patients: Bearing device and patient positioning.

**Tidskrift:** Injury - International Journal of the Care of the Injured

**Land:** Tyskland

**Syfte:** Att utvärdera stråldos vid olika underlag samt olika armpositioner inom trauma-CT.

**Metod:** Retrospektiv studie som berör 100 patienter med potentiellt livshotande skador och som alla genomgick en CT-undersökning vid trauma. Vid alla undersökningar användes en multislice-CT. Stråldosen av en multislice-CT utvärderades, därefter beräknades den effektiva dosen (E). Patienterna blev uppdelade i två grupper beroende på underlag, Plastic Transfer Mat (PTM) eller Trauma Transfer Board (TTB). Data samlades in för båda grupperna om huruvida armarna var placerade på magen eller ovanför huvudet.

**Resultat:** Den effektiva stråldosen visade ingen signifikant skillnad på de två olika madrasserna förutsatt att armarna var likvärdigt placerade. En signifikant minskning av den effektiva dosen visades då armarna placerades ovanför huvudet. En dossänkning på 16-22 procent kunde ses vid de undersökningar då patienterna låg med armarna upp jämfört med armarna längs sidorna.

**Etik:** Studien utfördes enligt lokala etiska riktlinjer. Inget etiskt godkännande begärdes.

**Antal citeringar:** ej funna

**Antal referenser:** 24

**Ref.nr:** 54

**Författare:** Murphy F.

**År:** 2001

**Titel:** Understanding the humanistic interaction with medical imaging technolog.

**Tidskrift:** Radiography

**Land:** Storbritannien

**Syfte:** Att få en djupare förståelse för patienters upplevelse av högteknologiska undersökningar genom patienters egna berättelser.

**Metod:** Kvalitativ studie. Tjugosex semistrukturerade intervjuer genomfördes. Datan sammanställdes med hjälp av en kvalitativ mjukvara och efter insamling presenterades den framkomna datan med hjälp av teman.

**Resultat:** Det framkom att många patienter var nöjda med undersökningen och omhändertagandet men trots detta upplevde många en rädsla och obehag gällande teknologin. Vissa patienter klarade inte av att fullfölja undersökningen. Patienter blir väldigt påverkade av fackliga termer och historier från andra.

**Etik:** Alla intervjuer bandades med fullt samtycke av patienten och banden transkriberades en kort tid efter intervjun. Anonymitet samt konfidentialitet garanterades.

**Antal citeringar:** 10

**Antal referenser:** 32

**Ref.nr:** 55

**Författare:** Mathers SA, Chesson RA, McKenzie GA.

**År:** 2009

**Titel:** The information needs of people attending for computed tomography (CT): What are they and how can they be met?

**Tidskrift:** Patient Education and Counseling.

**Land:** Skottland

**Syfte:** Att konstatera patienters kunskap om datortomografi, deras syn på den givna informationen samt undersöka vikten av information i samband med bildtagning.

**Metod:** Ett urval gjordes på 150 patienter som alla skulle göra sin första CT-undersökning. Studien har tre faser: enkät, strukturerad intervju innan bildtagning samt personlig kommunikation efter bildtagning. 82 enkätsvar kunde användas. Sextio personer deltog i intervjun före bildtagning och 53 personer deltog i intervjuen efter bildtagning

**Resultat:** Trettio procent av de som svarade på enkäten och 57,4 procent av de som intervjuades innan bildtagning kunde på ett korrekt sätt identifiera vilken undersökning som skulle utföras. Kunskapstestet förbättrades vid intervjun innan bildtagning. Under alla faserna av studien beskrevs familjemedlemmar som en informationskälla. Patienter uppgav att personalen gav få detaljer om undersökningen och att det uppstod en förvirring vid hur svaret på undersökningen skulle ges.

**Etik:** Etiskt godkännande för projektet erhöles från the NHS Grampian (now North of Scotland) Research Ethics Committee.

**Antal citeringar:** 3

**Antal referenser:** 43