

# **Strålskyddet till gravida kvinnor i akutskedet på datortomografin**

## **- En litteraturstudie**

**Lisa Larsson**  
**Anna Tågerud**

Examensarbete, 15 hp, kandidatuppsats  
Huvudområde radiografi  
Jönköping, juni 2015

Handledare: Pär Sandström, Universitetsadjunkt

Examinator: Berit Björkman, Universitetslektor

## **Sammanfattning**

Syftet med arbetet är att studera vad forskningen säger om hur stråldosen till gravida kan minskas vid akutsituationer - arbetet är en litteraturstudie. Röntgenstrålningen kan orsaka skador och därför är det viktigt med strålskydd för att hålla stråldoserna låga. För att hitta relevanta artiklar utformade författarna sökord som användes i sökmotorerna. Författarna läste igenom alla titlar i sökningen och då titlarna verkade intressanta lästes även sammanfattningen. För de artiklar som relaterade till syftet lästes hela artikeln igenom. Sedan gjordes en kvalitetsbedömning av artiklarna, samt en översikt av artiklarnas innehåll. Resultatet säger att det är viktigt att minska stråldoserna till fostret och att det går att minska stråldoserna på flera sätt utan försämrad bildkvalitet. Det framgår också att enstaka undersökningar inte skadar fostret samt att undersökningen av den gravida kvinnan blir utförd och inte fördröjd på grund av rädsla för strålningen till fostret. Slutsatsen som författarna kom fram till är att för röntgen-sjuksköterskan är avskärmning det lättaste sättet att minska fosterdosen eftersom det krävs kunskap om hur de olika parametrarna kan förändras utan att bildkvaliteten försämras. Röntgensjuksköterskor, strålfysiker och radiologer ska tillsammans jobba för att ta fram specialprotokoll för gravida, där dosen är mindre men radiologen ändå kan diagnostisera utifrån bilderna.

Nyckelord: röntgen och strålskyddsmetoder, foster, strålning, avskärmning (bildkvalité)

# Summary

Title: Shielding methods for pregnant women in the acute computed tomography examination – a literature review.

The aim of this study is to investigate how the radiation dose for pregnant women can be decreased in the emergency situation. The radiation may cause injuries and protection advices are to prefer to keep the radiation dose low. All the articles in this study are a result from special searching words that the writers have formed. During the searching part all titles was read through and also the abstract for the interesting articles. If it still were relevant for the aim the whole article was read through and then a quality assessment was made and after that an outline about the content in every article. The result says that is important to decrease the fetus dose and it could be done in different ways without impact on the image quality. It also says that one examination is not harmful for the fetus and the examination may not be delayed because of fear of radiation to the fetus. The conclusion the writers found out says that a shielding is the easiest way for the radiographer to use because other methods like scanning parameters needs special knowledge in order not to deteriorate the image quality. A special protocol for pregnant patients is needed for a lower dose and should be designed within teamwork of radiographers, medical physics and radiologists.

Keywords: fetus, radiation, shielding, x-ray, image quality

# Innehållsförteckning

<b>Inledning</b> .....	<b>6</b>
<b>Bakgrund</b> .....	<b>7</b>
Radiografi .....	7
Röntgensjuksköterskans yrkesprofession .....	7
Röntgenstrålning.....	8
Produktion av röntgenstrålning idag.....	9
Absorberad dos .....	9
Ekvivalent dos .....	9
Effektiv dos.....	10
<b>Röntgenbegrepp</b> .....	<b>10</b>
Automatic Exposure Control .....	10
Rörspänning (kV) .....	10
Rörströmmen .....	10
Field of View (FOV) .....	11
Pitch .....	11
DT-riktningar.....	12
Flerfaskörningar.....	12
<b>Strålskydd</b> .....	<b>12</b>
Strålskydd av bly .....	12
Strålskydd av bismuth .....	13
<b>Strålskador</b> .....	<b>13</b>
Deterministiska skador .....	13
Stokastiska skador .....	13
Tröskelvärden .....	13
<b>Fosterutveckling</b> .....	<b>14</b>
<b>Datortomografi</b> .....	<b>15</b>
Historien bakom modaliteten.....	15
Översiktsbilder.....	15
Filtrering och dosbegrepp .....	15
Hounsfield Unit .....	16
<b>Patologi</b> .....	<b>16</b>
Lungemboli.....	16
Trauma.....	16
Appendicit .....	16
Njursten .....	17
Akut buk .....	17
<b>Problemformulering</b> .....	<b>18</b>
<b>Syfte</b> .....	<b>18</b>
<b>Material och metod</b> .....	<b>19</b>

Artikelsökning .....	19
Analys .....	20
Etiska överväganden .....	21
<b>Resultat .....</b>	<b>22</b>
Enstaka undersökning skadar inte fostret .....	23
Avskärmning .....	23
Öka pitch.....	25
Begränsa field of view (FoV) .....	25
Minska kilovolten (kV) .....	26
Undvika flerfaskörningar eller upprepade undersökningar .....	27
Exponeringsautomatik (AEC) .....	27
Automatic Tube Current Modulation (ATCM) .....	28
Använda andra modaliteter.....	28
Minska rörströmmen (mA).....	28
DT-protokoll för gravida .....	28
Undvika direkt avbildning/ en enda scout. ....	29
Lågdos DT .....	29
Sänk mAs.....	29
Positionering.....	29
Seminarier om risken.....	30
Minska rotationstid .....	30
Öka rotationshastighet .....	30
Z-axel.....	30
<b>Diskussion.....</b>	<b>31</b>
Metoddiskussion.....	31
Resultatdiskussion .....	32
<b>Slutsatser .....</b>	<b>37</b>
<b>Referenser .....</b>	<b>39</b>
<b>Bilagor .....</b>	<b>Fel! Bokmärket är inte definierat.</b>
Bilaga 1 – Etisk egengranskning .....	45
Bilaga 2 - Kvalitetsbedömning av artiklar.....	46
Bilaga 3 – Litteraturöversikt.....	50
Bilaga 4 – Sökmatrixen.....	61

# Inledning

Röntgen är en snabb undersökningsmetod som bekräftar patologi eller skelettskador. Gravida utgör en riskgrupp eftersom röntgenstrålningen kan skada fostret exempelvis genom missbildningar och risk för cancer i barndomen[1].

En gravid kvinna som ska röntgas kan skapa oro och tveksamhet bland radiologer då det finns en rädsla för att skada fostret. De blir tveksamma till undersökningens genomförande, vilket gör att remitterande läkare tolkar osäkerheten som att röntgenavdelningen vill försena patientens vård [2].

Det är röntgensjuksköterskorna som utför undersökningen. De har en yrkesetisk kod att följa där det står hur arbetet ska styras utifrån etiska aspekter, men där står också att den huvudsakliga uppgiften är att minimera stråldosen samtidigt som de hälsofrämjande åtgärderna ska finnas nära till hands[3]. Med andra ord så genomsyrar den yrkesetiska koden den så kallade ALARA-principen (As Low As Reasonably Achievable), vilket innebär minsta möjliga stråldos till bästa möjliga bild för alla patienter[3].

Gravida kvinnor ska inte uteslutas från en akut datortomografi (DT) eftersom en missad skada i buken kan utgöra en risk för fostret. De ska undersökas på samma villkor som en traumapatient trots den joniserande strålningen då andra modaliteter såsom ultraljud inte alltid kan påvisa skador. En trauma-DT ger stråldoser på runt 14 mSv och risken för fosterskador blir påtaglig först efter att den gravida gjort flera undersökningar[4]. En artikel av Sandro C, Bernstein MP och Kanal KM menar att risken med en röntgenundersökning av en gravid kvinna i akutskedet är minimal jämfört med att inte göra den då ett försenat eller missat trauma kan leda till fosterdöd[5]. Vid ett akutfall som kräver röntgen kommer exponering att bli oundviklig och då skulle en enda röntgenundersökning inte vara skadligt för fostret. Självlärt ska alla tänkbara åtgärder för att minska stråldosen vidtas [2].

Författarnas ambition är att göra ett intressant arbete som kan användas i yrkeslivet och förhoppningsvis kan andra röntgenkliniker också ta del av detta.

# Bakgrund

## Radiografi

Röntgensjuksköterskans arbete består av korta möten i undersökningssituationer som ska präglas av ett professionellt och strålsäkert sätt. Yrkesområdet utgår ifrån erfarenheter, kunskap och patientperspektiv med ett gott bemötande. Ett radiografiskt arbete är tvärvetenskapligt då det har sitt ursprung i specifika områden såsom omvårdnad, bild- och funktionsmedicin liksom medicin och fysik. Tillsammans bildar dem röntgensjuksköterskans ansvarsområde där nyfikenhet och forskning ska genomsyra yrkesrollen[6].

De som studerar radiografi möts av tillfällena som ger lärdom, kunskaper och erfarenhet för att successivt kunna utföra olika undersökningar och behandlingar på egen hand. Den röda tråden i utbildningen inom radiografi avser planering, utförande, utvärdering som ska ge kunskaper inom bildkvalitet, strålsäkerhet och stråldoser. Detta utgör en värdefull roll i bemötandet till patienten när det gäller dennes önskemål, vårdbehov och möjligheter tillsammans med anhöriga. Ett arbete inom radiografi förenar människor och teknik[6].

## Röntgensjuksköterskans yrkesprofession

Röntgensjuksköterskan gör dagligen bedömningar och etiska resonemang kring patientens korta möte på röntgen. Här ska alla patienter bemötas på samma sätt så att det skapas en god relation som ger trygghet inför undersökningar som kan vara skrämmande eller besvärande. En röntgensjuksköterska som arbetar i en högteknologisk miljö ska ha en god människosyn. Kunskapen om hur röntgen och undersökningarna kan hjälpa patienten på bästa sätt i sitt tillfrisknande är viktigt i röntgensjuksköterskans arbete. Som ett stimulerande och inspirerande bidrag för att utvecklas finns den yrkesetiska koden för röntgensjuksköterskor. Den innehåller olika aspekter gällande röntgensjuksköterskan i ett perspektiv med vårdtagaren, professionen, yrkesutövaren och samhället[7]. Varje perspektiv beskrivs nedan.

Röntgensjuksköterskan och vårdtagaren är det perspektiv där fokus läggs på att minimera stråldoser och ge information till patienten inför undersökningar. Här är även vårdtagarens rätt till sitt självbestämmande en stor del liksom respekten för denna. Röntgensjuksköterskan har en betydande roll för att lindra smärta och obehag i samband med en undersökning samt att ge stöd till patienter inför kommande vård[7].

I röntgensjuksköterskan och professionen ligger ansvaret för egen utveckling utifrån det upplevda, men också att prioritera undersökningar efter patienternas behov. Röntgensjuksköterskans närhet till att bedriva forskning och utveckling kring problem som kan uppstå i verksamheten är en viktig aspekt. Det leder till att den kritiska granskningen av sin egen yrkesroll genomsyrar arbetsdagen[7].

För yrkesutövaren och röntgensjuksköterskan är samarbetet en värdefull del då detta kan skydda patienterna ifrån personal som inte arbetar för dennes bästa. En röntgensjuksköterskas pedagogiska förhållningssätt till studenter, kollegor och andra yrkesgrupper hjälper till att föra verksamheten framåt då kunskapen blir mer framträdande[7].

Slutligen, röntgensjuksköterskan och samhället är ett perspektiv som ska främja och förebygga hälsan med hjälp av olika metoder. Här ska ett förtroendeingivande och tillitsfullt sätt vara en nära del av arbetsdagen. Det verktyg som yrkesmänniskan har till förfogande är sin kunskap och förmåga att bemöta patienten[7].

## **Röntgenstrålning**

Röntgenstrålarna upptäcktes av Wilhelm Conrad Röntgen 1895 när han experimenterade med ett urladdningsrör och fick fram något han kallade för ”X-strålar”. När han la handen mellan röret och en skärm kunde han se skelettet avtecknat. För att vara säker på att det var ett handskelett han sett bad han sin fru Bertha Röntgen att lägga sin hand där. Detta blev den första röntgenbilden [8].

Röntgenstrålningen har sitt ursprung i atomen. En atom består av elektroner, protoner och neutroner. För att röntgenstrålning ska bildas behövs en inkommande elektron som slår ut en annan i atomen. Energin från den inkommande elektronen slår ut den andra, som kommer lämna atomen[9]. Detta gör att det blir en ledig elektronplats i atomen, vilken den inkommande elektronen fyller upp genom att göra sig av med energi. Energin som försvinner kallas för karakteristisk röntgenstrålning[10]. Röntgenstrålning kan även uppkomma genom bromsstrålning, vilket betyder att en elektron passerar nära en atomkärna. Den kommer då att bromsas upp och byta riktning samt avge energi. Den energi som avges är en bromsfoton och lämnar atomen [9].



## **Produktion av röntgenstrålning idag**

För att kunna producera röntgenstrålning behövs ett röntgenrör. Den bygger på principen att accelerera elektroner ifrån röntgenrörets katod till anod. Katoden är en tvinnad tråd som har en spänning kopplad över sig och kan då inducera ström. En ström genom tråden gör den glödande, vilket leder till att elektroner kan produceras. Dessa elektroner kommer att accelereras ifrån katoden till anoden som är en roterande tallrik [9]. När elektronerna träffar anoden kommer rörelseenergin de fick från accelerationen till 99 % att omvandlas till värme, medan den sista blir röntgenstrålning.

Röntgenstrålningen skickas ut genom ett röntgenrör vid exponering[9]. Röntgenstrålningen är joniserande vilket betyder att energin är tillräckligt hög för att slå ut en elektron ur en atom[11]. Vid exponering kommer inte all röntgenstrålning att passera patienten då en del istället attenueras (dämpas) och suggs upp i dennes kropp. Det gör att det blir jonisationer i patienten[10].

Det finns olika dosbegrepp inom röntgen och även särskilda enheter för att beskriva dosen. Alla stråldoser ska vara optimerade enligt ALARA. För att beskriva hur stor maxdosen får vara under en viss tid finns det särskilda begrepp: absorberad, ekvivalent och effektiv dos[3].

### **Absorberad dos**

En absorberad dos anger hur mycket energi från strålningen som samlats i kroppen. Enheten för detta är Gray, vilket förkortas Gy och är en mycket stor enhet. Vid en röntgenundersökning blir den absorberade dosen sällan så hög att Gray inte kan beskriva den faktiska dosen, utan anges utifrån mGy (milliGray). Milli anger att det är en liten absorberad dos i Gy [12].

### **Ekvivalent dos**

Den ekvivalenta dosen tar hänsyn till vilken typ av strålning det är, till exempel om det är alfa- eller röntgenstrålning eftersom de har olika egenskaper[12]. Anledningen till detta är att de stokastiska effekterna uppträder olika beroende på strålslag. Varje strålningstyp har en specifik viktningsfaktor för vävnader[3] som beskriver förmågan att skada biologiska material. För varje strålningstyp anges ett värde på viktningsfaktorerna där ökande värden ger svårare effekter och allvarligare skador. Enheten för den ekvivalenta dosen är Sievert(Sv), uppkallat efter en svensk sjukhusfysiker. Precis som Gy är Sievert en mycket stor enhet, så här beskrivs även denna med milli för att få en bättre uppfattning om dosen. Enheten används för begreppen ekvivalent och effektiv dos [13].

## **Effektiv dos**

Detta anger strålningstypen och vilken del av kroppen som har fått strålning[13]. Den tar hänsyn till hur strålkänsligt organet är utifrån en specifik viktningsfaktor. Den effektiva dosen beskriver risken för att få strålrelaterade skador om patienten blivit lokalt bestrålad jämfört med bestrålning av hela kroppen. Lokal bestrålning av kroppen ger mindre risk för strålrelaterade skador än om hela kroppen blivit det[3].

## **Röntgenbegrepp**

### **Automatic Exposure Control**

AEC står för Automatic Exposure Control, vilket på svenska blir exponeringsautomatik[14]. Detta är en metod som gör det möjligt att automatiskt strypa exponeringen till patienten när tillräcklig stråldos och information har nått detektorn[15].

### **Rörspänning**

Den elektriska spänningen som ligger över röntgenröret. Rörspänningen förkortas vanligen kV (kilovolt)[15] och även så i detta arbete.

### **Rörströmmen**

Milliampere, vilket förkortas mA anger hur många elektroner som färdas mellan katod och anod. När rörströmmen multipliceras med hur länge den varar tidsmässigt i sekunder uppstår begreppet mAs. I ett mer förenklat format står det för  $\text{mA} * \text{exponeringstiden}$ [16]. Rörströmmen är proportionerligt mot dosen som patienten får – en låg mAs ger lägre stråldos. Om rörströmmen sätts för låg kommer bruset att öka, så därför är det viktigt att hitta en nivå med lägsta möjliga dos utan att bildkvaliteten blir försämrade. De flesta av de DT-maskiner som används idag har automatisk exponeringskontroll som automatiskt reglerar rörströmmen beroende på vilken vävnad som undersöks[17]. Upp till 40 % minskning av mAs är möjlig utan att minska bildkvaliteten om patienten är smal[18].

Stråldosen påverkas av rörströmmen – en lägre rörström ger lägre stråldos[2, 19, 20]. Rörströmmen får inte försämma bildkvaliteten även om det ger lägre stråldos[20]. Hög rörström ger höga doser och för situationer där gravida kvinnor ska röntgas är det viktigt att kontrollera rörströmmen så att den inte är felaktigt inställd. Individuell anpassning efter önskad bildkvalitet och kroppstorlek ska göras på den gravida kvinnan för lägsta fosterdos[19].

En automatisk rörströmsmodulering, (ATCM) ger en lägre fosterdos[2, 19, 21]. Den utgår ifrån patientstorleken och det material som röntgenstrålningen kommer passera och justeras automatiskt efter dessa faktorer. ATCM går att användas på många olika sätt - vinkelmässigt, longitudinellt och kombinerat beroende på vilken riktning i DT-maskinen den används på, se tabell 1. En vinkelmässig tillämpning justerar rörströmmen utifrån tjockleken på materialet, den longitudinella efter attenueringen (dämpningen) och den kombinerade är en blandning av de två andra. Den longitudinella tillämpningen baseras på översikt bilderna[21].

*Tabell 1. Olika typer av ATCM och vilka riktningar den kan tillämpas på.*

Typ av ATCM	Riktning på DT-maskinen	Rörström anpassas efter:
Vinkelmässig	x- och y-axel	Tjocklek
Longitudinell	z-axel	Attenuering (dämpning)
Kombinerad	x-, y- och z-axel	-

Automatisk rörströmsmodulering kan användas för att minska stråldosen. En z-axelmodulering förändrar rörströmmen utmed patienten, vilket innebär att det blir högre mA vid patientens axlar än över lungorna. Sedan ökar mA igen över bäckenet. Hur mycket röntgenstrålarna dämpas och vart rörströmmen behöver vara hög utmed z-axeln beräknas ifrån översikt bilden(scouten)[22].

### **Field of View (FOV)**

Avskanningsområdet på patienten som är aktuellt för en DT-undersökning[23].

### **Pitch**

Beskriver förhållandet mellan bordsrörelse per varje rotation av röntgenröret och snittjockleken på bilderna[24]. Beroende på pitchvärdet påverkar det stråldosen, eventuell överlappning och upplösning i bilderna[23], se tabell 2.

*Tabell 2. Olika värden på pitchen och vilken effekt värdet har [23].*

Värdet på pitchen	Effekter
Pitch = 1	Snittbilderna ligger kant i kant
Pitch högre än 1	Lägre stråldos, men sämre upplösning
Pitch mindre än 1	Högre stråldos och överlappande bilder

## **DT-riktningar**

Det finns tre olika riktningar på en DT som bordet kan förflytta sig, vilka beskrivs x, y och z.

X-riktningen innebär att bordet förflyttar sig åt höger eller vänster.

Y-riktningen upp och ner.

Z-riktningen går längs med patienten [24].

## **Flerfaskörningar**

Det här är en särskild avbildningsmetod på DT där bilderna tas före och efter en kontrastinjektion. Första serien körs utan kontrast och sedan två serier med- I den första kontrastserien tas bilder när den nått artärerna (artärfas). När kontrasten är i venerna körs en bildtagning i venfas. Totalt görs tre bildtagningar vid en flerfaskörning på DT[25].

## **Strålskydd**

Inom röntgendiagnostik används vanligen strålskydd som innehåller av bly då det har lämpliga egenskaper för detta ändamål. Vilket material som är bäst lämpat som strålskydd styrs av olika faktorer såsom förmågan att dämpa röntgenstrålningen så att risken för strålskador blir mindre, tillgängligheten på marknaden och hur mycket av materialet som krävs för att strålskyddet ska bli optimalt. Det finns andra material utöver bly som kan användas som strålskydd, till exempel bismuth[26].

### **Strålskydd av bly**

Detta grundämne har en stark förmåga att dämpa röntgenstrålningen då ämnet har en hög densitet och ett högt atomnummer. Ett högre atomnummer ger bättre förutsättningar till att dämpa röntgenstrålningen. Bly är ett lättillgängligt ämne och kräver tunna lager för att ge ett bra strålskydd. Det är också kostnadseffektivt och enkelt att tillverka. Strålskydd av bly är till större del återvinningsbara - det innehåller bara några få partiklar som blir oanvändbara efter att ha utsatts för röntgenstrålning. Nackdelen med blyskydd är dess stora tyngd[26]. Ett blyskydd till gravida kvinnor kan minska den spridda strålningen, men den kommer inte försvinna helt. I undersökningar som berör skalle, nacke, thorax eller extremiteter ger minimal fosterdos. Den spridda strålningen från moderns inre organ är väldigt liten och det är ett långt avstånd till fostret från avbildningsområdet, vilket ger liten fosterdos[27].

Det är spridd strålning ifrån modaliteten eller inre organ i den gravida kvinnans kropp som når fostret, men eftersom den är minimal så kan ett blyförkläde anses vara ett onödigt skydd. Ska

ett blyskydd användas ska det läggas över buken så att livmodern inte blir utsatt för den spridda strålningen vid exponering[28].

### **Strålskydd av bismuth**

Bismuth-skydd är ett lättare material att bära för patienten och minskar stråldosen effektivt. När den här typen av strålskydd används är det inom DT, men är inte en etablerad metod då det finns många nackdelar med bismuth. På många DT där bismuthskydd använts har en negativ inverkan på diagnostiken påvisats. Det finns risk för oförutsägbara stråldoser och sämre bildkvalitet, samt att stråldosen kan öka av strålskyddet. En annan nackdel är att det ger olika typer av artefakter och kan öka attenueringsvärdet i de områden som befinner sig nedanför strålskyddet[29].

## **Strålskador**

Joniserande strålning överför energi till cellerna i kroppen, vilket medför att atomerna där blir joniserade och kan leda till skador på cellkärnan eller i DNA (Deoxiribonukleinsyra)[1]. I cellkärnan finns Dna-molekylen. Den joniserande strålningen kan orsaka två olika typer av skador på människan, stokastiska och deterministiska skador[30].

### **Deterministiska skador**

Dessa skador är förutsägbara och uppkommer när hela kroppen eller delar av den av har blivit kraftigt bestrålad, vilket medför celledöd. Det som är typiskt för deterministiska skador är att den uppkommer vid ett tröskelvärde, som är olika för olika organ. Vid 1 Gy vid helkroppsbestrålning förmodas de deterministiska skadorna att uppstå[30]. Exempel på deterministiska skador är håravfall, hudrodnad och linsgrumling [1].

### **Stokastiska skador**

Detta är skador som uppkommer slumpmässigt utan tröskeldos. De vanligaste skadorna är cancer och ärftliga förändringar som beror på att enskilda cellers DNA skadas av strålningen[1]. Det tar lång tid för de stokastiska skadorna att utvecklas vilket gör att symptomen först kommer långt efter att bestrålningen har skett. En ökande dos ger inte större skador utan ökar risken för att få skadan [30].

### **Tröskelvärden**

När en gravid kvinna bestrålas kan fosterskador uppstå. Den kunskapen som finns om hur strålning påverkar foster kommer ifrån studier på de överlevande vid atombombningarna av Hiroshima och Nagasaki 1945. Skadorna och tröskelvärdena hos fostret är beroende på vart i

graviditeten bestrålningen sker. De vanligaste effekterna är fosterdöd, missbildningar, utvecklingsstörning och ökad cancerrisk[30]. Risken för att insjukna i cancer hos foster som blivit bestrålade beräknas vara 10-20% per Sv [1].

Vid en stråldos under 100 mGy är det ovanligt med fosterdöd, men det kan ändå inträffa under hela graviditeten. Missbildningar till följd av bestrålning är vanligast om bestrålningen sker under den tiden som kroppsdelar och organ bildas. För detta tros tröskeldosen vara runt 100 mGy. Risken för utvecklingsstörning är som störst vid graviditetsvecka 8-25 när hjärnbarken bildas om en bestrålning sker. Det är en ökad risk med 40 % per Gy att få en utvecklingsstörning mellan veckorna 8 – 15 medan veckorna 16 – 25 ger en lägre risk. Risken är 10 % högre där än vad den är före vecka 8 och efter vecka 25. Tröskelvärdet för att en utvecklingsstörning ska ske är minst 300 mGy [30].

## **Fosterutveckling**

Den normala fosterutvecklingen delas in i tre stadier: oidentifierade, embryonala och det fetala stadiet. Det oidentifierade stadiet sträcker sig från det att befruktningen skett tills det att groddbladen har utvecklats[31]. Groddbladen utvecklas ifrån cellerna som det befruktade ägget består av och kommer delas in i tre lager: yttersta, mellersta och innersta groddbladslagret. Det yttersta kommer bilda hjärnan, ryggmärgen, alla nerver, huden, håret, svett- och talgkörtlarna. Mellersta lagret blir till skelett, hjärta, blod- och lymfkärl, njurar, muskler och äggstockar eller testiklar. Det innersta lagret bildar tarmar, magsäck, urinvägarna, lungor och alla celler till kroppens slemhinnor[32].

Det embryonala stadiet som är mellan graviditetsvecka 5 - 10 bildar organen. I början av femte veckan börjar nervsystemet bildas och från mitten av den veckan fram tills samma period i vecka 7 bildas kärlsystemet. I början på sjunde veckan börjar hjärtat att slå och i den tionde veckan har embryot utvecklats så att fingrar och tår går att skåda [31].

Det fetala stadiet sträcker sig från vecka elva till förlossningen. Från vecka 11 används ordet foster, före dess gäller embryo. Mellan vecka 12 – 14 börjar fostret uppfatta rörelser och i den fjortonde veckan har huden blivit täckt av mjuka hår[31]. Gravida kvinnor är mycket strålkänsliga där livmodern och bröstet utgör en väsentlig del, det är det växande fostret som är orsaken till denna strålkänslighet[17].

# Datortomografi

## Historien bakom modaliteten

Datortomografi betyder att kroppen kan avbildas med hjälp av snitt tack vare roterande röntgenrör och detektor. Ett annat ord för datortomografi är skiktröntgen då ett snitt är ett skikt, varpå namnet skiktröntgen har uppstått[9]. I det här arbetet kommer datortomografi att förkortas som DT härnäst.

Upptäckten av röntgenstrålningen år 1895 tillhör en av byggstenarna för DT liksom den matematiska formel som JH Radon utvecklade år 1917. Tack vare den formeln blev det möjligt att utföra rekonstruktioner med hjälp av matematik. Dessa två grundläggande upptäckter ledde till en helt ny teknik, tomografisk rekonstruktion[33].

Det var den engelske ingenjören Godfrey Hounsfield som fullgjorde det som kom att kallas för DT år 1972. Han förenade idéerna med tomografisk rekonstruktion tillsammans med en dator och hade därmed utvecklat en DT[33]. År 1979 fick Hounsfield nobelpriset tillsammans med fysikern AM Cormack som hade hittat ett sätt att beräkna röntgenstrålningens absorbering i människokroppen - Cormack fick nobelpriset i fysik och Hounsfield i medicin[33].

## Översiktsbilder

DT innebär översiktsbilder och detaljrika bilder för anatomi och lägesbestämning av organ. Innan undersökningen börjar tas översiktsbilderna av det område som ska skannas för att få en bättre uppfattning om hur det ser ut [24]. Översiktsbilderna kallas för scouter och tas i två varianter, en frontal och sida[2]. De tillfällen som fostret får mest strålning på sig är om det ligger inom FOV, men den utsätts också för spridd strålning ifrån moderns inre organ[27].

## Filtrering och dosbegrepp

Det är svårare att ange stråldosen på DT mer exakt än vid vanlig röntgen, så därför finns det speciella dosbegrepp som endast avser DT. Det kallas för  $CTDI_{vol}$  och utläses Computed Tomography Dose Index i volym. På ett mer enkelt språk betyder detta att medelstråldosen till patienten anges utifrån vilken del av kroppen som blivit undersökt. Stråldosen anges i mGy. En annan vanligt förekommande dos är DLP, dos-längd-produkten, som talar om hur mycket strålning patienten har fått från undersökningen. Enheten för detta är mGycm. Detta värde säger ingenting om hur röntgenstrålningen har blivit fördelad i kroppen, utan beskriver bara den mängd strålning patienten fått [24].

## **Hounsfield Unit**

När strålningen når detektorn får den information som gäller dämpning i vävnader och andra material i kroppen. Röntgenstrålningen dämpas olika mycket beroende på vart den har passerat och det är den informationen kommer att nå detektorn. Resultatet presenteras som gråskalor i DT-bilden. För att veta hur mycket en viss vävnad eller material dämpar röntgenstrålningen finns en särskild enhet, HU som står för Hounsfield Unit[24].

## **Patologi**

I en artikel av Wieseler, Bhargawa, Kanal, Vaidaya, Stewart och Dighe tar de upp några av de vanligaste tillstånden som en gravid kvinna kan komma in akut för. Dessa är lungemboli, trauma, appendicit och njursten[2], vilka beskrivs nedan. Ett annat tillstånd, akut buk, beskrivs också då detta kan innefatta njursten[34].

### **Lungemboli**

När en trombos eller delar av den lossnar från ett perifert kärl kan den följa med blodet genom hjärtat och sätta sig i lungorna. Symtomen är andnöd, oro, blodtrycksfall, svimning, smärta i bröstet och hemoptys. Metoder för att ställa diagnos är blodgasanalys, EKG (Elektrokardiografi) och lungröntgen. Säkrare (men dyrare) metoder är pulmonalisangiografi och spiral-DT[35]. Risken för att få lungemboli ökar under graviditeten. Riskökningen är jämn för hela graviditeten, men ökar vid förlossningen och är fortsatt hög 6-8 veckor efteråt. Risken att få en trombos under graviditeten uppskattas vara 1/1000 [36].

### **Trauma**

Vid trafikolyckor och andra högenergitrauman skadas ofta flera organ och frakturer kan uppstå. Det vanligaste är skall-, thorax- och bukskador, men det förekommer också frakturer i extremiteterna. Röntgenundersökningarna är många vid trauman, framförallt av bäcken, lungor och ryggrad. Den vanligaste undersökningen kallas för trauma-DT som avser huvudet, halsryggen, bröstkorg och buk[37]. DT är förstahandvalet vid trauma då det går snabbare att ställa diagnos och ur ett strålmässigt perspektiv tas ingen hänsyn till graviditetsstadiet – det är viktigare är rädda mamman och fostret i ett sådant tillfälle[38].

### **Appendicit**

Appendicit även kallad blindtarmsinflammation har symptomen illamående, kräkningar, lätt temperaturökning och buksmärta på den högra sidans nedre kant. Risken för att få appendicit under livet är cirka 7 %. Varför appendicit uppstår är okänt, men tros vara en tilltäppning av



öppningen till appendix eller en bakteriell inflammation. Inflammationen har sin början i slemhinnan och kan sedan fortsätta till appendixväggen, då appendix blir svullen och får en rodnad nyans. Utvecklas inflammationen längre kan detta leda till att appendix spricker[39].

## **Njursten**

I urinen finns det ämnen som kan bilda kristaller. Risken för att få njursten någon gång i livet hos kvinnor är 3-5%. Debuten för första njurstenen uppkommer runt 20-50 års ålder och är ett återkommande problem hos hälften av de som drabbats. Symptomen är smärta i flanken och svårigheter att vara stilla, blod i urinen och ibland visar det sig som en infektion. Efter 2-3 veckor görs en röntgen (urografi) då det är den tid som njuren klarar av att ha ett avflödeshinder. Stenen kan under den tiden vandra neråt i urinvägarna utan att skada njuren [40].

## **Akut buk**

Akuta buksjukdomar delas in i några få stora grupper: inflammationer, kolikliknande sjukdomar (ileus, njursten, gallsten), blödningar från magtarmkanalen, kärlsjukdomar (aortaaneurysm, mesenterialkärlocklusioner) och akuta urogenitala tillstånd (utomkvedshavandeskap, torsion). Detta gör att det är viktigt att få en bra undersökning för att ställa rätt diagnos så snart som möjligt och kunna påbörja rätt behandling. Symptom vid en akut buk är framförallt smärta. Det görs en klinisk bedömning med bukpalpation, inspektion, auskultation och det tas laboratorieprover. Dessutom görs en röntgenundersökning som ett komplement till anamnesen och undersökningarna [34].

## **Problemformulering**

Strålskyddet till gravida kvinnor utgår i praktiken ifrån att senarelägga undersökningen eller använda andra modaliteter som inte använder röntgenstrålning. De strålskydd som finns för patienter är inte avsedda för gravida och därför har denna studie gjorts för att undersöka vilka metoder som är lämpliga att använda. Författarnas vision är att kartlägga de metoder som litteraturen belyser och därmed beskriva hur de kan användas på den gravida kvinnan. Denna kartläggning ska sedan fungera som ett underlag för en eventuell framtida studie inom samma område. Kännedomen om de olika strålskyddsmetoderna till gravida kvinnor ska utgöra en trygghet för röntgensjuksköterskan.

## **Syfte**

Syftet är att undersöka vad litteraturen säger om hur strålskyddet kan optimeras till gravida kvinnor i akutskedet vid en datortomografiundersökning.

Frågeställningen är:

Hur ges en gravid kvinna och där igenom fostret det bästa strålskyddet vid en akut DT-undersökning?

## Material och metod

Studien har utförts som en systematisk litteraturstudie, denna metod valdes för att sammanställa de artiklar som finns för att därefter göra en systematisk bedömning av varje studies kvalitet. För att få fram relevanta artiklar har författarna använt databaserna PubMed och Medline via högskolebiblioteket i Jönköping. Litteraturen har hämtats ifrån högskolebiblioteken i Jönköping och Skövde samt sjukhusbiblioteket i Skövde. PubMed, PRIMO och Medline är databaser som behandlar områdena medicin, omvårdnad och odontologi. Största delen av artiklarna är skrivna på engelska, men det finns även på andra språk[41].

Urvalet av författarnas artiklar har utgått ifrån inklusionskriterierna: publicerade artiklar mellan 2005-2015, skrivna på engelska och ska behandla områdena graviditet, strålning och strålskydd. Efter artikelsökningen läste författarna titlarna och valde ut de relevanta där sammanfattningen lästes. Därefter gjordes ett urval bland dessa artiklar som gick vidare till fortsatt granskning. Varje artikel genomgick sedan en kvalitetsvärdering som är baserad på Wengström och Forsbergs versioner [41], se bilaga 2.

Som ett underlag i artikelsökningen har författarna gjort en sökmatrix som är omarbetad version av den som Febe Friberg använder i sin bok Dags för uppsats. De artiklar som författarna har analyserats sammanställdes i översiktsmall som är baserad på Fribergs bok[42].

### Artikelsökning

Inför artikelsökningen hade författarna formulerat sökord som kunde relatera till strålskyddet av gravida kvinnor på röntgen. Därefter valde författarna att artiklarna skulle vara skrivna på engelska och vara publicerade mellan 2005-2015. Vilka sökord författarna har använt sig av framkommer i sökmatrixen för artiklar, se bilaga 4.

I syfte att precisera och avgränsa antalet träffar har författarna använt filter hos databaserna ur vilka det förekommer ord som kan kopplas till tillgängliga artiklar[42]. Varje artikel i träfflistan granskades utifrån sin titel för att se om det passade syftet för detta arbete. De titlar som passade syftet noterades i ett separat dokument tillsammans med sökorden, antalet träffar med och utan filter, datum och databas. Artiklar på annat språk än engelska och/eller var avgiftsbelagda noterades också. För varje filtrering i artikelsökningen noterades antal träffar för att kunna användas vidare i en litteratursammanställning, se bilaga 4. Efter avslutad artikelsök-

ning lästes alla artiklar igenom och ett ställningstagande gjordes för att bedöma dess användbarhet. På förhand hade författarna valt ut tre kategorier som artiklarna kunde benämnas: användbar, diskussion eller inte användbar. Syftet med detta var att få en struktur på vilka artiklar som kan tänkas vara användbara i resultat och diskussion.

Alla artiklar lästes igenom av författarna och motiverades därefter med vilken benämning som ansågs vara aktuell. Därefter följde en diskussion kring samtliga artiklar för att sälla ut de som författarna ansågs vara irrelevanta för denna studie. Artiklar som ansågs vara användbara gick vidare till fördjupad granskning. Artikelsökningar gjordes mellan 2014-12-18 – 2015-04-08.

För att hitta de artiklar som överrenstämde bäst med syftet för denna studie utgick författarna ifrån en urvalsprocess på sex steg.

Urvalsprocessen:

- 1) Hitta sökord
- 2) Bestämna kriterier för artiklarna (tidsperiod och språk)
- 3) Välj ut för syftet passande artiklar
- 4) Granska artiklarna ytligt
- 5) Välj ut artiklar för vidare granskning
- 6) Ingående läsning av artiklarna och utföra kvalitetsbedömning på vardera sådan[41].

## **Analys**

Under litteratursökningen gjordes även en kvalitetsbedömning av artiklarna och en översikt av litteraturen. Kvalitetsbedömningen gjordes genom omarbetade versioner av Forsbergs och Wengström checklistor, se bilaga 2. Granskningen gjorde att författarna tittade på om syfte, metod, analys, etiska delar fanns med i artikeln och om resultatet stämmer[41]. Varje artikel graderades sedan efter kvalitet för att se att om det fanns en vetenskaplig struktur i dem. Den graderades efter hur många positiva svar den fått, se tabell 3. Författarna bestämde att inte ta med några artiklar av låg kvalitet för att det ska finnas någon trovärdighet på arbetet.

*Tabell 3. Poängsättning för bedömning av kvalitet på artiklar*

<u>Kvalitet</u>	<u>Antal ja</u>
Hög kvalitet	10-8
Medel Kvalité	7-5
Låg kvalitet	0-4

I kvalitetsbedömningen har författarna antecknat litteraturens syfte, metod och resultat efter en ingående analys av litteraturen. Författarna antecknade specifika fakta ur artiklarna i en särskild kolumn i syfte att ha en sammanfattande översikt att tillgå och sedan jämföra sinsemellan artiklarna, se bilaga 3.

### **Etiska överväganden**

En litteraturstudie innefattar mycket information från böcker, forskningsrapporter och artiklar som tillsammans ska bilda en plattform för fortsatt fördjupning. Innan detta kan börja så är det mycket viktigt att ta kontroll över etiska överväganden för att garantera att de människor som medverkat i studien gett sitt samtycke till forskningen. Det etiska förhållandet ska godkännas av en etisk kommitté för att bekräfta möjligheten att leta efter ny kunskap och vidareutveckla tidigare fakta från människan eller biologiskt material från människor [43]. Alla de artiklar vi kommer använda oss av i examensarbetet kontrolleras så att de är etiskt godkända innan arbetet påbörjas. Författarna har även gjort en etisk egengranskning, se bilaga 1.

All fakta kommer presenteras helt sanningsenligt och egna åsikter från författarna kommer inte att tas med. Inga fakta kommer att uteslutas eller förändras utan presenteras helt utifrån sitt ursprung.

## Resultat

Resultatet av vad artiklarna sa om hur stråldosen till gravida går att minska sammanfattas kan läsas i tabell 4. De flesta artiklarna menade att avskärmning minskar fosterdosen. Flertalet var också överrens om att FOV var en viktig aspekt att ta hänsyn till, om fostret låg utanför detta minskades stråldosen. Detta var endast möjligt vid undersökningar där buken och/eller bäckenet inte var med i undersökningen. Ändringar av skanningsparametrarna såsom kV, mA och pitch var ett återkommande moment i artiklarna liksom att flerfasundersökningar skulle undvikas.

*Tabell 4. Resultat av artikelsökningen*

Vad artikeln säger:	Artikelnummer	Antal
Sänk mAs	7,13,16	3
Avskärmning	1,5,7,8,9,10,12,17,18	9
Öka pitch	1,6,13,14,17	5
Minska kV	1,6,7,13,14,16,18	7
Begränsa FoV	1,10,11,12,13,14,15	7
Undvika flerfas avbildning	1,11,14,15,17	5
Undvika direkt avbildning för planering	1, 13	2
Använda nya rekonstruktionsalgoritmer	1,6	2
Lågdos DT	1, 4, 13,	2
DT- protokoll för gravida	2,3	2
En under sökning skadar inte fostret	1,4,12	3
AEC	7,10,11,16	4
Positionering	7	1
Minska mA	1,6,14,15	4
Seminarier om risken	2	1
Minskad rotationstid	17	1

Öka rotationshastighet	17	1
Z-axel	13, 17, 18	3
Automatic Tube Current Modulation (ATCM)	1, 14, 17	3

### **Enstaka undersökning skadar inte fostret**

Som rubriken säger så skadas inte fostret av enstaka undersökningar. De strålrelaterade fosterskadorna uppkommer först vid stråldoser över 50 mGy, men det uppnås inte efter en enda undersökning[27, 44]. Undersökningarna ska vara så få i antal som möjligt [2, 27, 44]. Det kan förekomma tveksamheter hos radiologer kring rädslan för strålrelaterade skador hos fostret. Strålskyddande åtgärder ska alltid vidtas för att sänka stråldosen [2]. Flera undersökningar kan däremot öka risken för fosterskador. Vid undersökningar ska stråldosen till den gravida patienten noggrant beräknas[27].

### **Avskärmning**

Det finns många olika sätt att minska fosterdosen. Strålskydd såsom blyförkläde ska användas så mycket som möjligt och blir mest effektivt om det når om hela patienten. Det går också att minska fosterdosen genom att använda en enda översiktsbild (scout) eller att undvika flerfaskörningar. Till patienter som är i den andra graviditetsveckan eller ska genomgå en undersökning av skallen behövs ingen uppskattad dos eftersom fosterdosen kommer bli minimal[2].

Gravida patienter som erbjuds strålskydd över buken kan minska fosterdosen upp till 55 % men ofta är dessa inte avsedda för att användas på gravida och måste då överlappas med ytterligare förkläden. I undersökningar som berör thorax kan vanliga blyförkläden täcka den nedre delen på lungorna, vilket ger en försämrad bildkvalitet. Blyskyddet ska omge hela fostret för att minska dosen. Blyförkläden är tunga och svåra att hantera, så därför har ett försök med anpassade blyförkläden för gravida gjorts. I det nya förklädet finns varierande tjocklekar av bly, är lättare i vikt och lätthanterligt för både patient och personal. Förklädet är krökt under midjan och omger hela magen på gravida, vilket resulterade i att det inte hamnade i FOV. Det blev likvärdiga dosbesparingar mellan de olika typerna av blyskydd. För röntgenundersökningar av gravida gäller alltid att ett blyförkläde är bättre än inget alls när det gäller dosbesparingar[45].

Strålskydd på gravida i DT-undersökningar för skalle, hals, thorax eller extremiteter har som central uppgift att skydda fostret från strålning. Dessa strålskydd är ofta gjorda av bly och ska alltid vara placerade utanför FOV för att inte störa bilden. Ifrån blyskydden kommer spridd strålning som kan nå fostret och det är oklart huruvida detta ökar eller minskar fosterdosen. För de gravida patienterna ska genomgå en DT thorax kan ett strålskydd över buken minska fosterdosen upp till 35 % om de är i ett tidigt eller sent graviditetsstadium. En undersökning kördes utan blyförkläde, och två med - ett vanligt blyförkläde och ett med varierande tjocklekar bly. Resultatet visade en skillnad på 95 % i stråldos med och utan vanligt blyförkläde. Mellan de olika blyförklädena var skillnaden mindre än 5 %. De verkliga dosbesparingarna kan ses i livmodern där det blev 42,1% i dosbesparing med ett vanligt och 35,4% med den nya varianten. Det nya blyförklädet var avsett för barn och gravida kvinnor då det väger mindre än ett vanligt blyförkläde[46]. Strålskydd bestående av latex med bismuth kan användas till bröstet, det kan minska dosen till upp till 40 % och ger minimal bildpåverkan. Dessutom är strålskyddet en trygghetsingivande faktor för patienten [17].

Ett aktivt användande av blyskydd över buken på gravida kvinnor som ska genomgå en DT thorax kan få en reducerad fosterdos på 35 % i ett tidigt och sent stadium av graviditeten. Tjockleken bly avgör vilken effekt strålskyddet får, men det rekommenderade ligger på 0.7 mm eftersom tjockare lager inte ger bättre dosminskning. Tunnare lager kan vara accepterat om det handlar om en höggravid kvinna och det läggs då över buken medan ett annat läggs under henne. De blyskydd som finns idag är inte avsedda för gravida och passar därför inte deras kroppar på ett säkert sätt från strålningen[47].

Används strålskydd av bly eller bismuth med latex över den gravida kvinnans mest strålkänsliga organ kan fosterdosen halveras. Olika faktorer påverkar hur stor fosterdosen blir, och det kan till exempel vara avståndet mellan fostret och avbildat område eller den givna stråldosen till modern från undersökningen[27]. Det finns bismuth-skydd anpassade för bröst, ögon och barn. För en vuxen kan dosbesparingen bli upp till 52.4% beroende på hur tjock strålskyddet är, hos barn 29 % och för ögonen 34%[21].

Gravida kvinnor som genomgår en DT-undersökning av thorax kan minska fosterdosen genom att använda strålskydd av bismuth och bly. Fosterdosen kan bli upp till 73 % mindre beroende på vilken typ av strålskydd det är då det finns skillnader i reduktion mellan bly och bismuth. Rörspänningen har en påverkande betydelse för dosbesparingen, se tabell 5. En



större dosbesparing till fostret kan göras utan att strålskydd används på patienten. Detta genom att kombinera en lägre rörspänning tillsammans med mindre skanningslängd, vilket gör att en dosbesparing på 79 % kan uppnås. Används strålskydd kan det bli en högre dosbesparing på 90 % om en rörspänning på 100 kV tillämpas med strålskydd [48].

*Tabell 5. Tabell över dosbesparingar till fostret vid olika rörspänningar och strålskydd.*

Rörspänning (kV)	Blyskydd	90 % bismuth-antimony	95 % bismuth-antimony
120 kV	73 %	62 %	72 %
100 kV	90 %	90 %	89 %

### **Öka pitch**

Definitionen för pitchen lyder bordsförflyttning per rotation delat med snittjockleken[19] och är en dospåverkande parameter. Sambandet mellan pitchen och stråldosen är linjärt – en högre pitch ger lägre stråldos[19, 21, 22]. Till exempel så ger en ökning av pitchen från 1.0 till 1.5 en dosbesparing på 33 % [19, 21]. För att åstadkomma en dosbesparing skall därför pitchen vara högre än 1 och det går att öka pitchen mer än vad som anges i ett standardprotokoll[2], men ett lågt värde på pitchen ger högre stråldoser och skall därför undvikas [19].

Ett av de tre effektivaste sättet att minska stråldosen är att öka pitchen, det andra är minska mA och kV. Ändringar i DT-parametrarna kan påverka bilden med ökat brus och sämre kontrastupplösning. En ökning av pitchen på 0-69% sänker dosen med 35 % men ökar brusnivån med 25 %. Störst dosminskning (49-51%) uppnåddes med lägre mA och ökad pitch, men denna förändring gav ökat brus på 70 %. Resultaten som denna forskning fick fram gjordes genom att bestråla fantom och utvärdera bilderna [49].

### **Begränsa field of view (FOV)**

En dosbesparande teknik som är bra att använda vid en DT- undersökning av gravida kvinnor är att begränsa avskanningsområdet, FOV[2]. När livmodern ligger inom avskanningsområdet blir stråldosen hög jämfört med om den inte gör det. Om den inte befinner sig i det avbildade området är livmodern bara utsatt för spridd strålning och dosen blir mindre [19, 28].

Vid andra undersökningar ska FOV vara så liten som möjligt och det är bra om fosterdosen dokumenteras – framförallt om fostret är med i bilden[22]. Stråldosens minskning ska uppnås utan att det blir en försämring av kvalitén på undersökningen. Det är möjligt att begränsa hur mycket fostret direkt bestrålas genom att begränsa FOV. [20].

### **Minska rörspänningen**

En metod att få ner stråldosen vid röntgen av gravida kvinnor är att minska på rörspänningen samtidigt som bildkvalitén kan bevaras [2, 17, 19, 22, 49]. Lägre rörspänning ger en lägre dos på bekostnad av ökad kontrastupplösning och brusnivå[17]. I situationer där det råder akut-röntgen av en gravid kvinna ska ingen hänsyn tas till fosterdosen om aktuellt avbildningsområde ligger utanför bukregionen. För de situationer som berör bukregionen får inga tveksamheter om bestrålning av fostret förekomma då det kan hindra eller försena röntgenundersökningen [22]. Rörspänningen går att ändra efter patientens storlek - en större patient kräver en högre rörspänning för att röntgenstrålningen ska kunna tränga igenom bättre. Det är också värt att nämna att det går att hitta viss patologi även om det blir mer brus i bilden[19]. En lägre rörspänning ger en dosbesparing till patienten[18].

För att se om stråldosen skilde sig åt mellan olika fabrikat på DT har studier gjorts på fyra olika sjukhus på Malta med hjälp av fantomer av hjärna, buk och thorax. Till hjärnan användes två olika protokoll beroende på vilken anatomisk region som var intressant där. Resultatet visade att en sänkt rörspänning mellan 14-17 % gav en dosbesparing på mellan 32-38 %, men på bekostnad av ökat brus i bilden. Skillnaderna i stråldos kan troligen förklaras av en minskning av rörspänningen inte var exakt samma mellan de olika DT-maskinerna då de var av olika fabrikat. Detta medförde att brusnivån blev olika mycket mellan undersökningarna på sjukhusen[49].

En annan studie har gjorts på fantomer av en gravid kvinna för att se skillnaderna i fosterdos genom att tillämpa rörspänningen. 38 mätningar gjordes från två olika mätpunkter på fantomen. Gravida kvinnor som ska genomgå en pulmonalisangiografi kan få en dosbesparing på 79 % till fostret. Kravet för detta ska uppnås är att rörspänningen är 100 kV, skanningstiden lägre och inget strålskydd används. En dosbesparing på 90 % är möjlig att genomföra med samma parametrar och använda strålskydd av bly eller bismuth, se tabell 5. Angiografi av pulmonalis ger fostret en direkt exponering och spridd strålning. En sänkt rörspänning från 120 kV till 100 kV ger i sig en dosbesparing på en 39 % i den tredje trimestern, och denna

dosreduktion kan öka till 79 % om skanningslängden görs 6 centimeter kortare – utan strålskydd! Denna sänkning av rörspänningen minskar den effektiva dosen till den gravida kvinnan med 44 % och påverkar heller inte bildkvaliten[48].

Ur mätningar på fantomer av hjärna, buk och thorax har det framkommit att stråldosen kan minska relativt mycket om rörspänningen sänks med 14-17%. Effekten av en sådan sänkning i rörspänning gav en dosbesparing på maximalt 38 % och ökat brus i bilderna. Mätningen avsåg inte en rekonstruktionsalgoritm utan ett anpassat undersökningsprotokoll[49].

### **Undvika flerfaskörningar eller upprepade undersökningar**

För att bevara en låg fosterdos ska få faskörningar göras vid en röntgenundersökning[2, 20, 21]. Alla röntgenundersökningar av gravida kvinnor ska vara dosbesparande, men det är viktigt att endast det område som remissen avser ska undersökas och det med få faser. Extra fastlägg ska undvikas då det ökar stråldosen, en enda körning (fas) ska täcka hela undersökningen[50]. Fosterdosen blir högre för varje sådan undersökning när stråldos läggs till stråldos[19].

### **Exponeringsautomatik (AEC)**

AEC är en metod som ger lägre rörström beroende på vilket material röntgenstrålningen passerar. När röntgenstrålningen passerar ett material justeras rörströmmen automatiskt till en lägre nivå efter den täthet eller tjocklek materialet har[17, 28]. Med hjälp av metoden går det att minska stråldosen till den gravida patienten och fostret. Exponeringsautomatiken blockerar möjligheten till att få en för hög rörström, vilket skulle ha gett höga stråldoser[28]. Den justerade rörströmmen blir lägre med exponeringsautomatiken, vilket betyder att stråldosen blir mindre[17]. Till grund för exponeringsautomatikens existerande finns översiktbilderna, det är utifrån dessa som rörströmmen blir justerad tillsammans med rörspänningen[17, 28]. Beräkningen utgår ifrån vilket område som ska undersökas och/eller vilket protokoll som är valt för undersökningen[17]. AEC sänker stråldosen och kan tillämpas på många olika sätt på DT-maskiner. Exempel på detta är AEC på patientens kroppstorlek, skanningslängden eller vinklingen. Det går att kombinera dessa AEC med varandra på en och samma undersökning. Den kunskap som finns idag om AEC kommer att bidra till ytterligare dosbesparingar i framtiden[50].

En enkätstudie från 2008 konstaterade att användningen av exponeringsautomatik, AEC skiljer sig åt vid DT-undersökningar av thorax. Svarefrekvensen var ganska låg då endast 146

enkäter besvarades av 800 utskickade, men utifrån detta resultat tillämpades exponeringsautomatiken till 65 % på alla patienter. Bilderna blev bedömda av en radiolog specialiserad på thoraxradiologi [18].

### **Automatic Tube Current Modulation (ATCM)**

Ett material attenueras (dämpas) olika mycket av röntgenstrålningen och beroende på detta justeras rörströmmen därefter [19]. Beroende på vilken typ av ATCM som valts till undersökningen och vilket anatomiskt område det berör blir dosbesparingen annorlunda. För en thorax med longitudinell ATCM blir dosbesparingen upp till 26 % medan det för en kombinerad ATCM för buken hos vuxna ger 43 % [21], se tabell 6 för detaljerad information.

### **Använda andra modaliteter**

MR och ultraljud använder inte röntgenstrålning, vilket gör dem till användbara modaliteter vid undersökningar av gravida[20, 21, 22, 28, 50].

### **Minska rörströmmen**

En standardsinställning kan innebära en ökad rörström med högre fosterdos som följd om ingen planering görs[19]. Det är olika parametrar som påverkas vid en tillämpning av nya rekonstruktionsalgoritmer. Rörströmmen är en sådan parameter som påverkas liksom bruset i bilderna. Nya rekonstruktionsalgoritmer (metoder) kan minska rörströmmen och därigenom stråldosen[2].

Mätningar har gjorts på fantomer som anatomiskt efterliknar hjärna, buk och thorax. Där visade sig rörströmmen påverka många olika faktorer på DT såsom CTDI, DLP och stråldosen. Förändringarna i rörströmmen blev densamma för faktorerna, exempelvis en halverad rörström gav en halverad stråldos, CTDI eller DLP. Det finns också en annan faktor som ökar med en lägre stråldos - bruset i bilden. Undersökningar som avser just skalle, thorax eller buk där rörströmmen minskas kommer ge en lägre stråldos på bekostnad av ökat brus i bilden, men som ändå är tillräcklig för diagnostisering. En större dosbesparing är möjlig när rörströmmen kombineras med rörspänning eller pitch – stråldoserna kan bli halverade[49].

### **DT-protokoll för gravida**

Gravida kvinnor med buksmärter undersöks sällan med DT och därför är förekomsten av specialutformade protokoll minimal, även om det förekommer. Det är röntgenstrålningen som gör att DT sällan blir den valda modaliteten, men i de fall det inträffar är det ofta på jourtid och då ligger valet av protokoll hos tjänstgörande läkare. Vanliga undersökningsprotokoll är

inte alltid de bäst lämpade vid situationer där gravida kvinnor är inblandade. Anledningen till detta är att gravida kvinnor är olika stora mellan trimesterna varpå ett vanligt protokoll kan vara olämpligt. Utifrån detta bör därför särskilda DT-protokoll utformas så att den kan passa för gravida kvinnor [38].

### **Undvika direkt avbildning/ en enda scout.**

En scout minskar fosterdosen och om det är möjligt att undvika direktavbildning av fostret minskar även det stråldosen[2]. Att hoppa över sidoscouter minskar dosen till fostret [22].

### **Lågdos-DT**

När DT används i utredningar av gravida traumapatienter över bröstet, buken och bäckenet, kan de med säkerhet skannas med lågdosteknik i kombination med kontrastmedel[44]. En DT-undersökning av gravida ska göras med försiktighet och i så fall med lågdosprotokoll. Det innebär att rörströmmen minskas och pitchen ökas jämfört med det vanliga protokollet. I vissa fall kan även rörspänningen minskas utan att det blir en kompromiss med bildkvaliten. Till exempel så kan lågdos-DT användas vid misstanke om njursten även om ultraljud kan hitta sådana, men DT har en högre sensitivitet än ultraljud och kan därför bli aktuell[2]. Eftersom stråldosen är låg så används DT som en andrahandsalternativet på gravida efter ultraljud [22]. Det går att använda lågdos-DT till andra orsaker också såsom sjukdomar i gallblåsan, urinvägarna, tarm, äggstockar, bukspottkörtel och lever. Dessa kan vara svåra att hitta med ultraljud (som ska vara förstahandsvalet), men en lågdos-DT ger mycket och bra information med minimal stråldos [2].

### **Sänk mAs**

Vid buk- och bäckenundersökningar är det viktigt att hålla stråldoserna så låga som möjligt. En dosminskning kan vara möjlig genom att förändra mAs, z-axeln och pitchen. Förändras dosen med hjälp av mAs får det inte ske på bekostnad av bildkvaliten[22].

### **Positionering.**

Funktioner på DT som automatiskt förändrar strålningen beroende på om den passerar genom tät eller mindre tät vävnad, beräknas utifrån scoutbilden (översiktsbild). Rörströmmen justeras efter vilken kroppsdel som undersöks och undersökningstyp. Då det är utifrån scoutbilden dämpningsvärdena beräknas ifrån, är det viktigt att patienten är rätt centrerad i gantryt, efter som det blir stora skillnader i dämpningsberäkningen när det inte är rätt centrerat[17].

## **Seminarier om risken**

För att hålla läkarkåren medvetna om riskerna med strålningen under graviditeten, vilka risker som finns och vilka avbildningsmetoder det finns behövs regelbundna seminarier som en del av informationsspridningen[51].

## **Minska rotationstid**

En mindre rotationstid minskar dosen linjärt, vilket betyder att en ökad rotationstid ger en sänkt dos. Förändringen ger mer brus i bilden [21].

## **Öka rotationshastighet**

En högre rotationstid sänker stråldosen. Till exempel så ger en sänkning ifrån 1,0 sekunder till 0,5 sekunder i rotationshastighet halverad stråldos. Denna förändring ger ett ökat brus i bilden på samma sätt som om rörströmmen justerats ifrån 280 till 140[21].

## **Z-axel**

Tack vare den automatiska rörströmsmoduleringen kan det göras betydande dosbesparingar[21]. Det är viktigt att uppmuntra personalen till ansträngningar för att hålla stråldosen nere genom att minska mAs värdet genom z-axel modulering och öka pitchen [22].

Ett effektivt sätt att minska fosterdosen är att tillämpa en lägre rörspänning med en kortare z-axel (skanningslängden). Resultatet av det blir att kombinationen av rörström och z-axel ger lägre dos till fostret än vad ett strålskydd skulle göra. Stråldosen till fostret varierar beroende på vilken trimester den gravida kvinnan befinner sig i, men fosterdosen stiger från den första trimestern till den andra och tredje. Dosbesparingar ska göras i alla situationer där en gravid kvinna ska undersökas och med hjälp av att använda en kortare skanningslängd (z-axel) och lägre rörspänning kan det bli mycket stor sådan. För en pulmonalisangiografi hos en gravid kvinna i den tredje trimestern blir stråldosen 39 % lägre vid en rörspänning på 100 kV än vid 120 kV. Dosminskningen blir ännu större om skanningslängden förkortas, till exempel så ger en 6 cm kortare sådan en total dosbesparing på 79 % tillsammans med den sänkta rörspänningen. En förkortad skanningslängd på 6 cm innebar att skanningen utgick ifrån diafragman och inte 6 cm nedanför den. Inget strålskydd ska användas vid denna kombination eftersom dosbesparingen blir större utan än med strålskydd. Det är kombinationen av lägre rörspänning och skanningslängd som ligger bakom den stora dosbesparingen jämfört med strålskydd av bly eller bismuth-antimony. För att se hur mycket dessa strålskydd kan minska dosen, se tabell 5[48].

# Diskussion

## Metoddiskussion

Detta arbete är en litteraturstudie som behandlar strålskyddet till gravida kvinnor i akutskedet där resultatet baseras på artiklar som relaterar till författarnas frågeställning. Litteraturstudiens uppkomst har beskrivits på ett tydligt sätt ifall en liknande studie kommer att genomföras. I en ny version av detta arbete kan resultatet bli annorlunda då nya artiklar publiceras och andra är för gamla till att användas eller försvinner ur databaser. De artiklar som använts i resultatet har genomgått en granskningsprocedur utifrån ett protokoll med kvalitativa, kvantitativa och överblickande perspektiv. Syftet med en sådan procedur var för att författarna skulle få fram struktur, kvalitet och användbarheten på artiklarna i resultatet. Strukturen avsåg olika varianter av strålskydd, kvaliteten för att urskilja kopplingen till författarnas frågeställning och användbarheten för hur strålskyddet kan tillämpas.

Det omarbetade granskningsprotokollet författarna använde ansågs vara det som bäst lämpade för att relevanta artiklar. Protokollet uppfattades till viss del som besvärligt att förstå då det inte fanns hänvisningar till vad som avsågs för vissa punkter[41], vilket gjorde att författarna fick avlägga tid till informationssökning för dessa innan granskningen kunde fortsätta. Denna tid hade kunnat användas för att utforska annan litteratur om kvalitetsgranskning av artiklar för att på så vis få en effektivare arbetsstrategi.

Artiklarna som inkluderats i denna litteraturstudie innefattade en tioårsperiod mellan 2005-2015. Tidsperioden valdes för att få olika infallsvinklar på strålskydd och om dessa skilde sig åt dosmässigt samtidigt som att ta del de senaste rönen inom området. De flesta artiklarna baserades på litteraturstudier, så kallade överblickande artiklar, och det gav mycket information. Det förekom få kvantitativa och kvalitativa artiklar, vilka baserades på mätningar med strålskyddsmaterial som inte är så vanligt att använda idag. Dessa artiklar visade resultat, men eftersom användningen inte är rutinmässig kunde resultatet därifrån uppfattas både som positivt och negativt. Det positiva för dosminskning och det negativa för den sparsamma användningen.

## Resultatdiskussion

När gravida kommer in och det krävs en snabb diagnos, kan radiologerna bli tveksamma om hur de ska göra med stråldosen till fostret [2,44]. En undersökning skadar inte fostret, men om fler undersökningar behövs ska andra modaliteter övervägas om de kan ge lika bra information. Då gäller det att läget inte är lika akut för kvinnan och fostret[2,27,44]. Fördelen med att använda DT är att den är snabb och ger en korrekt diagnos, vilket de andra modaliteterna inte alltid gör. Undersökningar där fostret inte är med (buken) har klinisk obetydande effekt för fostret[50]. Att planera hur undersökningen ska genomföras och om den är berättigad är en del av röntgensjuksköterskans dagliga arbete [7]. Extra viktigt blir det när en gravid kommer in då fostret är extra känsliga och gravida räknas som en riskgrupp[1].

Tillämpningen av avskärmning är inte en rutin och det skiljer sig över världen över hur hög användningsfrekvensen är. Nordamerika är bäst och Europa sämst[9]. Detta är intressant då det är nio artiklar som beskriver att det blir en stor dosskillnad till fostret om avskärmning används [1,5,7,8,10,11,15,16]. Det var en artikel som sa att det inte behövdes avskärmning[9] då användandet av avskärmning är låg i Europa trots att flera artiklar påvisade nyttan med detta för att det minskade fosterdosen. Kanske skulle det vara en fördel att se över de rutiner som finns och göra en praxis på att använda avskärmning vid undersökningar av gravida. Detta för att inte barnen ska drabbas av de eventuella stokastiska skadorna som kan uppstå.

En anledning till att det inte är så vanligt med avskärmning skulle kunna vara att det inte finns anpassade skydd till gravida. [10]. Försök har gjorts för att konstruera mer användarvänligt avskärmning som är anpassad för gravida[5]. Ett anpassat förkläde skulle kunna göra röntgenpersonalen bättre på avskärmning tror författarna, men frågan är om avskärmningen skulle införskaffas då det inte tillhör vanligheten att undersöka gravida. Det kan också resoneras att det blir för dyrt att ha ett sådant liggande, men om ALARA ska följas så anser författarna att det borde finnas skyddsutrustning för gravida då de är en riskgrupp.

Strålskyddstillämpningen till gravida kvinnor är inte alltid självklar. Till exempel så är det inte så vanligt i Nigeria då utbildning inom området saknas bland många läkare. En studie baserad på 183 kvinnor som remitterats till röntgen visade att kontrollen gällande graviditet gjordes på två olika sätt – senaste menstruation eller om menstruationen var försenad. Resultatet visade att endast två kvinnor tillfrågades om senaste menstruation och 25 kvinnor om



den var försenad. Den låga kontrollen av graviditet kan bero på avsaknaden av kunskap och utbildning i strålningens påverkan på foster. DT av dessa kvinnor var inte så vanliga, men i de fall det förekom användes få faser i undersökningen. Stråldosen ifrån en DT-undersökning låg under gränsen för risken av missbildningar hos fostret, vilken är 100-200 mGy. Den aktuella undersökningen gav mindre än 35 mGy[51].

Det har jämförts material i de olika avskärmningarna, men det har inte påvisat någon skillnad på hur mycket de dämpar strålningen[5,11,9]. Resultatet har visat att blyskydd ger sämre bildkvalité om det ligger i FOV eller precis jämte[5,9,11] medan bismuth inte gör det, men minskar strålningen [7]. Detta stämmer inte med det som nämns i annan forskning då det sägs att bismuth kan ge artefakter, ha negativ inverkan på diagnostiken och ibland öka stråldosen. Olika källor säger olika saker och att bismuth inte är en etablerad metod. Författarna föreslår att mer forskning inom detta område då bismuth har många fördelar såsom att det är lättare för patienten att bära[29].

En ökning av pitchen kan låta som en lätt lösning då en ökad pitch sänker dosen linjärt [12,15]. Problemet är att en alltför ökad pitch gör att det kommer missas bitar i den undersökta volymen eller att upplösningen inte blir densamma i bilderna. Detta kan då innebära att undersökningen måste göras om och då har ingen dosbesparing gjorts, så det gäller att hålla koll på vad det är som ska undersökas och hur viktigt det är att bilderna överlappar varandra så bildkvalitén blir bästa möjliga.

Så länge som fostret är utanför FOV så ska det vara en liten stråldos som når fostret att det inte utgör någon risk[19,20,22,27,28,50]. Detta säger emot att avskärmning skulle vara nödvändigt vid DT-undersökningar då stråldosen är så liten. Vidare skulle det kunna vara en förklaring till varför strålskydd används sparsamt i Europa[47]. Det är lättare att säga till patienten att fosterdosen blir försumbar när fostret inte finns i bildfältet istället för att lägga på de tunga och otympliga avskärmningarna som finns.

En lägre kV, mA och ökad pitch är de olika parametrarna som oftast förekommer i artiklarna som ska modifieras för att sänka dosen, men inte för mycket så bildkvaliten försämras. Radiologerna behöver också vara inblandade då det är dem som ska bedöma bilderna för att kunna ställa sina diagnoser. Så de förändringar som skulle kunna göras när gravida ska undersökas gentemot den vanliga undersökningen behöver läggas in i ett speciellt protokoll. Protokollet

ska användas när en gravid kvinna kommer till undersökning[38]. Att minska dosen går att göra, men radiologen måste känna sig bekväma med att bedöma och ställa diagnos utifrån bilderna[49].

En enkät om rörspänningens tillämpning på gravida kvinnor har gjorts och besvarats av radiologer från Nordamerika, Asien, Europa och Latinamerika. Resultatet visade att rörspänningen minskades vid gravida patienter av thorax. Svarefrekvensen från enkäten var låg, endast 146 svarade av 800 utskickade enkäter. Den vanligaste rörspänningen låg på 120 kV (kilovolt) och användes till 89 % av deltagarna medan de resterande tillämpade lägre rörspänning[18].

All besparing av strålning ska göras till exempel genom att undvika flerfasavbildning. Orsaker till en sådan kan vara att patienten inte är rätt placerad eller att radiologen kommer på att det även ska köras serier med kontrast [19]. Det är viktigt att röntgensjuksköterskan är noga med positioneringen då det blir en dosökning om patienten inte är rätt centrerad [17]. Ibland när radiologen kommer på att det ska göras en serie med kontrast kan patienten ha lämnat undersökningsrummet, vilket betyder att det blir mer strålning då en ny scout behövs för undersökningen. Att bara köra en scout och hoppa över den laterala sparar strålning till fostret och kvinnan[2,22] En bättre planering och dialog mellan radiolog och röntgensjuksköterska skulle kunna göra det möjligt att undvika dessa ”onödiga” scouter och kanske också minska ner på flerfaskörningarna. Flerfasundersökningar är ingen rutinmässig tillämpning utan beslutas utifrån varje enskilt fall[21].

AEC som många DT-maskiner har är ett lätt sätt att minska stråldoserna, då maskinen själv anpassar dosen efter varje patient [17,18,28,50]. Det är inte alltid AEC används på alla undersökningar då inte radiologerna inte har så mycket information att tillgå om ämnet. En orsak till att samtliga inte använde AEC den kan vara att den krävde speciella inställningar för bildkvalitet beroende på vilken patologi undersökningen gällde och patientens ålder vid genomförandet. Det fanns vid studiens genomförande mycket lite information att tillgå för thoraxradiologer kring vilka inställningar som var adekvata för att få ett bra bildresultat, vilket kan ha lett till endast 65 % av deltagarna alltid använde AEC[18]. Detta skulle kunna vara ett bra område att ha seminarier om för att använda öknigen av de program som finns i maskinen som är dosbesparande, liksom mer forskning för att utveckla och kunna göra ytterligare dosbesparingar[50]. Detta gäller inte bara gravida utan till alla patienter som genomgår DT. Fördelen

med att använda AEC är att justeringarna utgår ifrån varje enskild patient[28]. Radiologer bör ha kännedom om att en tillämpning av AEC i en DT-undersökning ger mindre stråldos[50].

Andra modaliteter som inte använder joniserande strålning är ett annat sätt att göra dosbesparingar till kvinnan och fostret. De modaliteter som då kan komma ifråga är ultraljud och MR. Även om riskerna med MR inte är fastställda ännu så tros fördelarna vara större än nackdelarna och går att genomföra oavsett graviditetsstadie. Nackdelen med MR är att undersökningarna är tidskrävande, vilket det är ont om vid traumaundersökningar. En ultraljudsundersökning kan leda vidare till en DT eller MR om det funnits begränsningar i diagnosticeringen av patient- och teknikrelaterade skäl[50]. MR är mer frekvent i den första trimestern än DT då rädslan för strålskador var högre[38]. Alla myndigheter är inte överens om att MR är en säker metod att använda på gravida, då de menar att uppvärmningen och bullret kan skada fostret [22]. Ett konstaterande kring absolut säkerhet för gravida kvinnor att genomgå en MR-undersökning har inte fastställts ännu, men om fördelarna för att göra en sådan undersökning är större än nackdelarna ska denna göras oavsett graviditetsstadie[38]. Det finns en faktor som påverkar om en MR kan göras eller inte – fältstyrkan. Fältstyrkor som är högre än 2.5 Tesla får inte användas på gravida då det finns för lite information om skadliga effekter. MR-kameror på 1.5 Tesla eller lägre kan istället användas utan problem då det inte har påvisats några skador på fostret av en undersökning[22]. Ultraljud som anses som en säker metod, ska användas som förstahandsalternativ, då den är mer lätt tillgänglig än MR [28]. Nackdelen med ultraljud är att den inte alltid till hjälp vid diagnostiserande av gravida, av både patient- och teknikrelaterade skäl. Om det är bråttom med en diagnos och att det finns risker för fosterskador om inget annat görs blir det en DT. Risken för fostret är större om diagnosen dröjer [50].

En alldeles säker undersökningsmetod anses ultraljud vara då det inte har påvisats några skadligt påverkande effekter ännu[19,22]. Det kan finnas begränsningar med ultraljud beroende på patologi som misstänks och vilken trimester kvinnan befinner sig i[20]. När varken ultraljud eller magnetresonanstomografi (MR) kan ställa diagnos kan en röntgenundersökning behövas, vilket betyder att det finns risk för fosterskador. Om en sådan undersökning ska göras ska stråldosen vara minsta möjliga för att ge minsta möjliga påverkan[19,22]. Radiologer ska alltid göra en uppskattning kring hur stor fosterdosen blir när röntgen av gravida planeras, men det är viktigt att fosterdosen är minsta möjliga samtidigt som den besvarar remissen[2]. För att bedöma undersökningens betydelse för diagnosen ska en omfattande analys göras över vilka risker, konsekvenser och fördelar det innebär för den gravida kvinnan och fostret. Resultat

tatet av denna ska delges kvinnan som sedan själv får välja om hon vill genomföra undersökningen eller inte[19]. En röntgenundersökning är viktig att överväga när det gäller gravida kvinnor – fördelarna ska alltid vara större än nackdelarna[17].

Författarna anser att det behövs mer forskning inom MR och gravida om det är en fara eller säker metod att använda på gravida. Det skulle också behövas mer forskning om bismuthskydd då detta är mer lättanvänt än blyskydd, men har nackdelar. Forskningen skulle beröra hur nackdelarna kan försvinna så att det underlättar röntgensjuksköterskans arbete. Strålskydd anpassade för gravida är ytterligare ett område det behövs mer forskning inom så att fördelarna med dessa framhävs och vidare når röntgenavdelningarna.

Blyskyddet ska användas på ett diskret sätt och ligga utanför avbildningsområdet, men det får inte uteslutas helt eftersom det kan ge den gravida kvinnan en känsla av trygghet och säkerhet i att hon fått ett blyförkläde genom undersökningen. Fosterdosen blir även minimal om kvinnan genomgår DT-undersökningar av skalle, nacke, thorax eller extremiteter[28].

Användningen av blyförkläden skiljer sig mycket åt världen över efter att en omfattande jämförelse gjorts mellan Storbritannien, Nordamerika, Australien, Europa och övriga världen, se tabell 6. Den höga användningsfrekvensen i Nordamerika betyder inte att det görs fler DT på gravida där än något annat deltagande område. Ett aktivt användande av strålskydd på båda sidor om patienten kan dubblera dosbesparingen. Tabellen visar att det finns stora skillnader i användning av blyskydd världen över och det är okänt varför det är så, men en orsak kan vara bristfällig litteratur gällande fördelarna med att använda blyskydd på gravida. Slutsatsen av det stora användandet i Nordamerika kan sannolikt sägas bero på de strikta riktlinjerna som finns där angående röntgen av gravida. I dessa riktlinjer ingår strålskydd av buken[47].

*Tabell 6. Användning av blyskydd på gravida kvinnor i olika delar av världen.*

	Nordamerika	Storbritannien	Europa	Övrig värld
Användning i procent	94.1%	72.2%	48.6%	74.1%
Användning i procent på båda sidor av patient	97.9%	90.5%	88.9%	87.2%

Strålskydd gjorda av bismuth är ett effektivt sätt att minska stråldosen på genom att detta inte försämrar bildkvaliteten vid användning. Fördelen med att använda strålskydd av bismuth är att stråldosen minskar aktivt samtidigt som röntgenbilderna blir av hög kvalitet. Stråldosen ska alltid vara så liten som möjligt, men det innebär att doshantering inte alltid är att minska stråldosen. Det är viktigt att röntgenbilden har en god bildkvalitet tillsammans med minsta möjliga stråldos, vilket gör att doshanteringen kan vara en balansgång. För en DT-undersökning finns det dolda stråldoser som inte är inkluderad i dosrapporten och därför är det viktigt att radiologer gör ett övervägande kring undersökningens prioritet[21]. Blyskydd har till sin nackdel att de är tyngre och mer svårhanterliga än de som innehåller bismuth-antimony[48].

Fördelen med att använda DT är den är snabb och ger en korrekt diagnos, vilket de andra modaliteterna inte alltid gör. Undersökningar där fostret inte är med (buken) har klinisk obetydande effekt för fostret[50].

## Slutsatser

De artiklar som använts har alla varit överens om att det är viktigt att dosbesparingar görs till gravida. Hur dessa ska göras har varierat mellan de olika artiklarna. Flera av de som författarna fick fram handlade om avskärmning. Avskärmning är ett lätt sätt att minska stråldosen till fostret då inte bäcken eller buken ska undersökas. Bäst dosbesparing uppnås om avskärmningen viras runt kvinnans buk. Stora dosbesparingar kunde göras beroende på vilken typ av strålskydd som användes, men svårigheten med avskärmning var att den kunde hamna i bildfältet och störa bilden.

Andra besparingar kan göras genom att ändra parametrar som mA, kV och pitch utan att bildkvaliteten försämras. Hur mycket som går att ändras beror på vilken maskin det är, vilka rekonstruktionsalgoritmer som finns och vilken kvalitet som radiologerna behöver ha för att kunna bedöma bilderna. En tillämpning av AEC så att strålningen anpassas efter varje patient och vara uppdaterad och vara uppdaterad med de senaste rekonstruktionsalgoritmerna är också ett dosbesparande sätt. Råmaterialet kan vara brusigare men filtreras bort med dessa metoder. Detta gör att det inte behövs lika mycket strålning för samma bildkvalité. Mindre strålar ger mindre stråldos.

Flera artiklar tog även upp att en undersökning inte skadar fostret samtidigt som risken för stokastiska skador ökar. Det är framförallt cancer som framhävs för varje undersökning med

joniserande strålning som görs. Risken anses vara liten, men risken att inte ställa rätt diagnos i rätt tid kan ge allvarigare fosterskador och kvinnans tillstånd kan bli värre eller leda till döden. Därför är det viktigt att radiologerna inte drar ut på beslutet om vilken undersökningsmetod som ska användas på grund av rädsla.

## Referenser

- [1] Axelsson, B. Strålskydd In: Aspelin, P., Pettersson, H., Radiologi. Polen: Studentlitteratur 2008. p. 31-34
- [2] Wieseler KM, Bhargam P, Kanal KM, Vaidya S, Steward BK, Dighe MK. Imaging in pregnant patients: examination appropriateness. Radiographics: A Review Publication of the Radiological Society of North America. 2010;20(5): 1215-29
- [3] Isaksson M. Grundläggande strålningsfysik. Strålskydd. Lund: Studentlitteratur; 2011. p. 203-245.
- [4] Leidner B, Beckman M. Stort trauma. In: Aspelin P, Pettersson H. Radiologi. Lund: Studentlitteratur; 2008. p. 815- 827
- [5]. Sandro C, Bernstein MP, Kanal KM. Imaging of trauma: Part 2, Abdominal Trauma and pregnancy - a Radiologist's Guide to doing what is best for the Mother and Baby. AJR AmR Roentgenol. 2012;199(6): 1207-19
- [6]Kompetensbeskrivning för legitimerad röntgensjuksköterska, 2012  
<http://www.swedrad.se/>  
Hämtad 6/3-15
- [7] Yrkesetiska koden för röntgensjuksköterskor  
[https://www.vardforbundet.se/Documents/Trycksaker%20-%20egna/Nationella/Foldrar%20Broschyter/Yrkesetisk%20kod%20for%20rontgensjukskoter%20skor\\_0809.pdf](https://www.vardforbundet.se/Documents/Trycksaker%20-%20egna/Nationella/Foldrar%20Broschyter/Yrkesetisk%20kod%20for%20rontgensjukskoter%20skor_0809.pdf)  
Hämtad 17/12-14
- [8] Berglund E, B-A Jönsson. Medicinsk fysik. Inledning. Lund: Studentlitteratur; 2007. p. 7-18.

[9] Berglund E, B-A Jönsson. Medicinsk fysik. Röntgen. Lund: Studentlitteratur; 2007. p. 51-82.

[10] Carlsson S. Grundläggande fysik i röntgendiagnostik. In: Aspelin P, Pettersson H. Radiologi. Lund: Studentlitteratur; 2008. p. 19-26.

[11] Isaksson M. Grundläggande strålningsfysik. Vad är strålning? Lund: Studentlitteratur; 2011. p. 13-31.

[12] Isaksson M. Grundläggande strålningsfysik. Dosimetri för joniserande strålning. Lund: Studentlitteratur; 2011. p. 143-161.

Isaksson M. Grundläggande strålningsfysik. Produktion av strålning. Lund: Studentlitteratur; 2011. p. 33-82.

[13] Berglund E, B-A Jönsson. Medicinsk fysik. Strålningsbiologi och strålskydd. Lund: Studentlitteratur; 2007. p. 131-156.

[14]<http://www.camrt.ca/wp-content/uploads/2014/12/RTR-Glossary-March-2013.pdf>

Hämtad 25/4 2015

[15] Axelsson B. Röntgen. In: Aspelin P, Pettersson H. Radiologi. Lund: Studentlitteratur; 2008. p. 27-30.

[16][http://www3.gehealthcare.co.uk/~media/documents/us-global/education/education/produDT-education-clinical/tip-app-library/gehealthcare-education-tip-app-library\\_DT-definitions.pdf](http://www3.gehealthcare.co.uk/~media/documents/us-global/education/education/produDT-education-clinical/tip-app-library/gehealthcare-education-tip-app-library_DT-definitions.pdf)

Hämtad 25/4 2015

[17]Rob Goodman T, Amurao M. Medical Imaging Radiation Safety for the Female Patient: Rationale and Implementation. RadioGraphics. 2012; 32(6): 1829-37



- [18] Molinaru F, Tack DM, Boiselle P, Ngo L, Mueller-Mang C, Litmanovich, et al. Radiation dose management in thoracic DT: an international survey. *Diagnostic and Interventional Radiology*. 2013; 19(3): 201-209
- [19] Goldberg-Stein SA, Liu B, Hahn PF, Lee SI. Radiation Dose Management: Part 2, Estimating Fetal Radiation Risk from DT during Pregnancy. *American Journal of Roentgenology*. 2012; 198(4): 352-6.
- [20] McGahan JP, Lamba R, Coakley FV. Imaging non-obstetrical causes of abdominal pain in the pregnant patient. *Applied Radiology*. 2010; 39(11): 10-25.
- [21] Coursey CA, Frush DP. DT and radiation: What radiologists should know? *Applied Radiology*. 2008; 37(3): 22-29.
- [22] Patel SJ, Reede DL, Katz DS, Subramaniam R, Amorosa JK. Imaging the Pregnant Patient for Nonobstetric Conditions: Algorithms and Radiation Dose Considerations. *RadioGraphics*. 2007; 27(6): 1705-22
- [23] <http://www.elsevieradvantage.com/samplechapters/9780323034043/9780323034043.pdf>  
Hämtad 25/4 2015
- [24] Thilander Klang A. Datortomografifysik. In: Aspelin P, Pettersson H. *Radiologi*. Lund: Studentlitteratur; 2008. p. 71-78.
- [25] <http://www.surgery.usc.edu/hepatobiliary/pg-diagnosticimaging-computedtomography.html>  
Hämtad 25/4 2015
- [26] [www.canadametal.com/pdf/radiation-shielding.pdf](http://www.canadametal.com/pdf/radiation-shielding.pdf)  
Hämtad 24/4 2015
- [27] Ratnapalan S, Bentur Y, Koren G. "Doctor, will that x-ray harm my unborn child?" *Canadian Medical Association Journal*. 2008; 179(12): 1293-6.

[28] McCollough CH, Schueler BA, Atwell TD, Braun NN, Regner DM, Brown DL, et al. Radiation Exposure: When Should We Be Concerned? *Radiographics*. 2007; 27: 909-918

[29] [www.aapm.org/publicgeneral/BismuthShielding.pdf](http://www.aapm.org/publicgeneral/BismuthShielding.pdf)

Hämtad 24/4 2015

[30] Isaksson M. Grundläggande strålningsfysik. Strålningsbiologi. Lund: Studentlitteratur; 2011. p. 163-201.

[31] Borgfeldt, C., Åberg, A., Anderberg, E., Andersson, U. Obstetrik och gynekologi. Foster- och placentautveckling. Ur: Lund: Studentlitteratur 2010. p.25-44

[32] Nilsson, L., Hamberger, L. Ett barn blir till. Italien: Albert Bonniers förlag 2003. p. 6-236

[33] W.A. Kalender. Computed Tomography. Historical Overview. 3<sup>rd</sup> edition. Erlangen: Publicis Publishing; 2011. p. 14 - 17.

[34] Andersson, R. Akut buk. In: Andersson, R., Jeppsson, B., Rydholm, A. Kirurgiska sjukdomar. Lund: studentlitteratur 2012. p. 145-151

[35] Hedner, LP. Blödningstillstånd, venös tromboembolism och lungemboli. In: Hedner, PL. Invärtesmedicin. Polen: Studentlitteratur 2010. p.119-130

[36] Johansson, H., Gottsäter, A., Mattiasson, I. Venös trombos och lungemboli. In: Lindgärde, F., Thulin, T., Östergren, J. Kärlsjukdom vaskulär medicin. Lund: studentlitteratur 2009. p. 363-398

[37] Rydholm, A., Gustavsson, P. Allmän ortopedi. In: Andersson, R., Jeppsson, B., Rydholm, A. Kirurgiska sjukdomar. Lund: Studentlitteratur 2012. p 315-368

[38] Jaffe TA, Miller CM, Merkle EM. Practice Patterns in Imaging of the Pregnant Patient with Abdominal Pain: A Survey of Academic Centers. *American Journal of Roentgenology*. 2007; 189(5): 1128-34

- [39] Andersson, R. Appendicit. In: Andersson, R., Jeppsson, B., Rydholm, A. Kirurgiska sjukdomar. Lund: Studentlitteratur 2012. p 205-208
- [40] Malmberg, L. Urologisk kirurgi. In: Andersson, R., Jeppsson, B., Rydholm, A. Kirurgiska sjukdomar. Lund: Studentlitteratur 2012. p 291-312
- [41] Forsberg. C. Wengström. Y. Att göra systematiska litteraturstudier. Stockholm: Författarna och Bokförlaget Natur & Kultur. 2013
- [42] Friberg. F. Dags för uppsats: vägledning för litteraturbaserade examensarbeten. Lund: Studentlitteratur. 2012
- [43] [http://www.riksdagen.se/sv/Dokument-Lagar/Lagar/Svenskforfattningssamling/Lag-2003460-om-etikprovning\\_sfs-2003-460/](http://www.riksdagen.se/sv/Dokument-Lagar/Lagar/Svenskforfattningssamling/Lag-2003460-om-etikprovning_sfs-2003-460/)  
Hämtad 7/1-15
- [44] Manriquez M, Srinivas G, Bollepalli S, Britt L, Drachman D. Is computed tomography a reliable diagnostic modality in detecting placental injuries in the setting of acute trauma? American Journal of Obstetrics & Gynecology. 2010; 202(6): 611.e1-611.e5
- [45] Brettle DS, Iball GR. Patient and radiographer perspectives of two lead shielding devices for foetal dose reduction in DT scanning. Radiography. 2011; 17(4): 209-303
- [46] Brettle DS, Iball GR. Organ and effective dose reduction in adult chest DT during abdominal lead shielding. The British Journal of Radiology. 2011; 84(1007): 1020-6
- [47] Brettle DS, Iball GR. Use of lead shielding on pregnant patients undergoing DT scans: Results of an international survey. Radiography. 2011; 17: 102-108
- [48] Chatterson LC, Leswick DA, Fladeland DA, Hunt MM, Webster ST. Lead versus Bismuth-Antimony Shield for Fetal Dose Reduction at Different Gestational Ages at DT Pulmonary Angiography. Radiology. 2011; 260(2): 560-7.

[49] Zarb F, Rainford L, McEntee M. Developing optimized DT scan protocols: Phantom measurements of image quality. *Radiography*. 2011; 17(2): 109-14

[50] Mahesh SK. Abdominal Computed Tomography during Pregnancy: A Review of Indications and Fetal Radiation Exposure Issues. *Seminars in Ultrasound, DT and MRI*. 2010; 31(1): 3-7

[51] Aktintomide AO, Ikpeme AA. Radiation Safety of Women of the Reproductive Age: Evaluation of the Role of Referring Physicians. *Journal of Family Medicine and Primary Care*. 2014; 3(3): 243-6.

# Bilaga 1 – Etisk egengranskning



## EGENGRANSKNING VID EXAMENSARBETEN

Examensarbetets titel: *Strålskyddet för gravida i akutskeppet - en litteraturstudie*

Student/studenten: *Lisa Larsson och Anna Norberg*

Handledare: *Pdr Sandström*

	Ja	Tveksamt	Nej
1. Kan projektet innebära någon eller några av följande nackdelar för deltagaren (patient, försöksperson, informant)?			
a/ Medicinsk risk	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
b/ Smärta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
c/ Hot mot personlig integritet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
d/ Annat obehag	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2. Kan det garanteras att deltagarna inte kan identifieras i resultatredovisningen?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Är deltagandet i projektet frivilligt?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Kan en deltagare när som helst och utan angivande av skäl avbryta sitt deltagande?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Innebär studien att personregister upprättas - om ja - vem ansvarar för registret och till vem anmäls registret?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
..... (registeransvarig person)			
6. Hur är den skriftliga informationen utformad?			
a/ Beskrivs projektet så att deltagarna förstår dess uppläggning och syfte. (Inga fackuttryck, klar svenska)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b/ Framgår det att vården eller andra insatser inte påverkas av beslut om att medverka eller avstå från medverkan?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c/ Framgår det att vården eller andra insatser inte påverkas om deltagaren avbryter sin medverkan?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Erbjuds försökspersonerna att ta del av forskningsresultatet?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Ovanstående frågor är noga penetrerade och sanningsenligt besvarade.

Jönköping den

*30/1* ..... *2015* .....

*Anna Norberg*

Student/studenten

*Anna Norberg*

*Pdr Sandström*

Handledare

## Bilaga 2 - Kvalitetsbedömning av artiklar

### KVALITETSGRANSKNING AV ARTIKLAR

Granskare: \_\_\_\_\_

Författare: \_\_\_\_\_

Titel: \_\_\_\_\_

Årtal: \_\_\_\_\_ Tidskrift: \_\_\_\_\_

Land där studie gjorts: \_\_\_\_\_

#### Typ av studie:

- Review
- Kvalitativ
- Kvantitativ
- Annan

#### Är områdena för inklusionskriterierna med:

- Strålskydd
- Gravida
- Strålning

#### **Kvalitetsbedömning:**

- Hög
- Medel
- Låg

Motivering till beslut i kvalitetsbedömning: \_\_\_\_\_

#### **Fortsatt bedömning av artikel:**

- Ja
- Nej

Motivering till detta: \_\_\_\_\_

Frågeställning/Hypotes/syfte: \_\_\_\_\_

## KVALITATIVA STUDIER

Deskriptiv                       Intervention                       Annan\_\_\_\_\_

### Studiens omfattning:

Antal deltagare\_\_\_\_\_

Bortfall\_\_\_\_\_

Tidpunkt för studiens genomförande?\_\_\_\_\_

Studiens längd i tid?\_\_\_\_\_

### Kvalitativa studier:

- |  |                             |                              |
|--|-----------------------------|------------------------------|
| – Könsskillnader                       | Ja <input type="checkbox"/> | Nej <input type="checkbox"/> |
| - Tydlig problemformulering            | Ja <input type="checkbox"/> | Nej <input type="checkbox"/> |
| - Är perspektivet presenterat          | Ja <input type="checkbox"/> | Nej <input type="checkbox"/> |
| - Etisk resonemang finns               | Ja <input type="checkbox"/> | Nej <input type="checkbox"/> |
| - Relevant urval                       | Ja <input type="checkbox"/> | Nej <input type="checkbox"/> |
| - Är deltagarna välbeskrivna           | Ja <input type="checkbox"/> | Nej <input type="checkbox"/> |
| - Har metoden blivit tydligt beskriven | Ja <input type="checkbox"/> | Nej <input type="checkbox"/> |
| - Är resultatet tydligt                | Ja <input type="checkbox"/> | Nej <input type="checkbox"/> |
| – Stämmer resultatet med verkligheten  | Ja <input type="checkbox"/> | Nej <input type="checkbox"/> |
| – Går det generalisera                 | Ja <input type="checkbox"/> | Nej <input type="checkbox"/> |

### Typ av studie kvantitativ

Retrospektiv                       Prospektiv                       Randomiserad  
 Kontrollerad                       Intervention                      Annan\_\_\_\_\_

### Studiens omfattning

Antal deltagare\_\_\_\_\_

Bortfall\_\_\_\_\_

Tidpunkt för studiens genomförande?\_\_\_\_\_

Studiens längd i tid?\_\_\_\_\_

## **KVANTITATIVA STUDIER**

- Beskriven metod Ja  Nej
- Representativt urval Ja  Nej
- Tydligt syfte Ja  Nej

### **Bortfall:**

- Analysen beskriven Ja  Nej  Ej relevant
- Storleken anges Ja  Nej  Ej relevant
- Etiskt resonemang Ja  Nej  Ej relevant
- Adekvat statistikmetod Ja  Nej

Om ja, vilken statistikmetod används \_\_\_\_\_

### **Trovärdigt resultat:**

- Instrument valida Ja  Nej
- eller reliabla Ja  Nej
- Resultatet generaliserbart Ja  Nej

**Slutsats:** \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

## **Literaturstudie**

Vart har sökningen skett \_\_\_\_\_

Vilka sökord användes \_\_\_\_\_

- Är syftet tydligt presenterat Ja  Nej
- Har en heltäckande litteratursökning gjorts Ja  Nej
- Finns inklusionskriterierna Ja  Nej
- Har begränsningar gjorts Ja  Nej
- Har en metaanalys gjorts Ja  Nej
- Har en kvalitetsbedömning skett Ja  Nej
- Finns det ett etiskt resonemang Ja  Nej



**Resultat:**

Hur många artiklar användes \_\_\_\_\_

Har artiklar valdes bort Ja  Nej

Om ja, varför och hur redovisas detta? \_\_\_\_\_

Vilka var huvudresultaten? \_\_\_\_\_

Vilka slutsatser drar författarna? \_\_\_\_\_

Har resultatet någon betydelse? Ja  Nej

Går det att generalisera resultatet? Ja  Nej

Omarbetad version av Forsberg & Wengström 2013

Författarna och Bokförlaget Natur & Kultur, Stockholm

### Bilaga 3 – Litteraturoversikt

Nr.	ARTIKEL	PROBLEM OCH SYFTE	METOD	RESULTAT	DISKUSSION	mAs/kV/pitch Avskärmning
1	<p><b>Titel:</b> Imaging in pregnant patients: examination appropriateness</p> <p><b>Författare:</b> Wieseler K, Bhargava P, Kanal K, Vaidya S, Stewart B, Dighe M.</p> <p><b>Tidskrift:</b> RadioGraphics</p> <p><b>Årtal:</b> 2010</p>	Att utveckla en ram och samsyn bland radiologer när det kommer till avbildning av gravida patienter	Review	MR och ultraljud ska vara ett alternativ för att avbilda gravida patienter, då de inte använder joniserande strålning för att framställa bilderna. Men det är oundvikligt att göra DT-undersökningar. Men en ända DT-undersökning skadar inte fostret.	Finns inte	<ul style="list-style-type: none"> <li>– En undersökning skadar inte fostret.</li> <li>– Minska kV och mA</li> <li>– Använda ATCM</li> <li>– Öka pitchen</li> <li>– En enda scout</li> <li>– Undvika direkt avbildning fostret för planering</li> <li>– Begränsa FOV</li> <li>– Undvik avbildning i flera faser</li> <li>– Använd nya rekonstruktionsalgoritmer för att minska brus i bilden och mA</li> <li>– Blyavskärmning av mamman, när det området inte undersöks.</li> </ul>
2	<p><b>Titel:</b> Radiation safety of women of the reproductive age: evaluation of the role of referring physicians</p> <p><b>Författare:</b> Akintomide A, Ikpeme A.</p> <p><b>Tidskrift:</b> Journal of family medicine and</p>	Utvärderar hur läkare i Nigeria remitterar gravida och fertila kvinnor med tanke på strålskydd. Då läkarna inte har någon utbildning	Kvalitativ – enkät	Riktlinjerna var dåligt utformade och läkarna var dåliga på att fråga efter sista menstruationsdag eller graviditet	Läkarna är inte medvetna om riskerna med att bestråla foster. Det är olika riktlinjer i landet	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Regelbundna seminarier om risken med joniserande strålning</li> <li>– Göra en praxis för hur gravida och fertila kvinnor ska skyddas mot strålning</li> </ul>

	primary care Årtal: 2014					
3	<p><b>Titel:</b> Practice patterns in imaging of the pregnant patient with abdominal pain: a survey of academic centers</p> <p><b>Författare:</b> Jaffe T, Miller C, Merkle E. <b>Tidskrift:</b> AJR Women's Imaging <b>Årtal:</b> 2007</p>	Att utvärdera nuvarande praxis för gravida med buksmärter.	Kvantitativ – enkät	Vissa sjukhus kör DT efter övervägande andra sjukhus har anpassade protokoll för gravida. Något sjukhus körde inte gravida i DT, något körde bara lågdos DT och något sjukhus körde gravida utan diskussion eller dosbesparing.	Det är svårt att ställa diagnoser i buk och bäcken området på gravida då anatomin är annorlunda. Radiologerna föredrar DT vid trauma och vid blindtarmsinflammation	– Använda andra modaliteter i första hand och DT om det är nödvändigt – DT-protokoll för gravida
4	<p><b>Titel:</b> Is computed tomography a reliable diagnostic modality in detecting placental injuries in the setting of acute trauma?</p> <p><b>Författare:</b> Manriquez M, Srinivas G, Bollepalli S, Britt L, Drachman D. <b>Tidskrift:</b> American journal of Obstetrics and Gynecology <b>Årtal:</b> 2010</p>	Att se om DT är en tillförlitlig metod för att avbilda placenta för att bedöma skador efter ett akut trauma under graviditeten	Kvantitativ studie	DT är en bra avbildningsmetod för att kunna se skador på placentan	Studien skulle gynnas av att kunna följa upp patienterna under graviditeten och fler fall skulle stödja större tyngd åt undersökningen.	– En undersökning skadar inte fostret – Lågdosexponering kan med säkerhet användas och över bröstet, buken, och bäckenet.
5	<p><b>Titel:</b> Patient and radiographer perspectives</p>	Att jämföra blyförkläden med en ny	Kvantitativ studie	Blyförklädet stör bilden om det kommer in i scan	Röntgensjuksköterskorna	– Använda avskärmning minskar dosen 35-55%

	<p>tives of two lead shielding devices for foetal dose reduction in CT scanning</p> <p><b>Författare:</b> Iball G, Brettle D. <b>Tidskrift:</b> Radio-Graphy <b>Årtal:</b> 2011</p>	<p>avskärmning på gravida. Personal och patientupplevelse</p>		<p>field of view, det gör inte den nya modellen. Patienterna tyckte att det nya förklädet var bekvämare att ha på sig. Personalen upplevde det nya förklädet mer lätt arbetat och mer ergonomiskt.</p>	<p>upplevde det nya förklädet mer professionellt, då det var anpassat för undersökningen och gravida</p>	<p>– Ny typ av förkläde stör inte SFOV</p>
6	<p><b>Titel:</b> Developing optimized CT scan protocols: phantom measurements of image quality</p> <p><b>Författare:</b> Zarb F, Rainford L, McEntee M. <b>Tidskrift:</b> Radio- graphy <b>Årtal:</b> 2011</p>	<p>Optimera skanningsparametrarna mA, kV, pitch och bibehålla bildkvaliteten men sänka dosen</p>	<p>Kvantitativ</p>	<p>Det går att minska stråldosen en del utan att bildkvaliteten försämras. Tröskelvärden sattes upp då bildkvaliteten blev negativt förändrad.</p>	<p>Då undersökningen är utförd på ett fantom behövs ytterligare studier på människofantom för att kunna använda detta i den kliniska verksamheten.</p>	<p>– Sänka mA och kV, öka pitch – 20 % - 33 % lägre mA minskar DTDI och DLP lika mycket. – En minskning i kV 14% - 17% minskade dosen med 32 % - 38 % – En ökning av pitchen med 0 % - 69 %. gav en minskning i dos med 35 %. – Minskningen som gav störst dosbesparing (49 % - 51 %) uppnåddes med en kombinerad lägre mA och ökad pitch. Gav en brusökning på 70 %. En 49 % minskning av dosen med en mindre ökning av bruset (50 %) erhöles genom att kombi-</p>

						nera en minskning av både mA och kV. – Nya rekonstruktionsalgoritmer minskar brus och kan sänka dosen
7	<p><b>Titel:</b> Medical imaging radiation safety for the female patient: rationale and implementation</p> <p><b>Författare:</b> Goodman T, Amurao M.</p> <p><b>Tidskrift:</b> RadioGraphics</p> <p><b>Årtal:</b>2012</p>	Diskuterar strålning och riskerna med detta och hur man kan minska dessa risker	Review	Att genomföra minskningar i stråldosen med vetskap om vad som händer, går att göra på både lokal och nationell nivå.	Finns ingen	<ul style="list-style-type: none"> <li>– AEC är bra men då är det viktigt att patienten är rätt placerat i gantryt.</li> <li>– Modifiera parametrarna för mAs och kV</li> <li>– Skydd av bismuth och latex ska övervägas för strålkänsliga organ</li> <li>– Europa har en mycket lägre medicinsk bildbehandling stråldoser per capita än USA.</li> </ul>
8	<p><b>Titel:</b> organ and effective dos reduction in adult chest CT using abdominal lead shielding</p> <p><b>Författare:</b> Iball G, Brett D.</p> <p><b>Tidskrift:</b> The British Journal of Radiology</p> <p><b>Årtal:</b> 2011</p>	Att utvärdera och jämföra effektiva dosbesparingar genom blyförkläde och ett nytt skydd och vad de ger för dosbesparingar till organen vid en DT-thorax	Kvalitativ	Avskärmning sänker stråldoserna och de rekommenderar att avskärmning ska användas vid DT-thorax. Det är ingen skillnad i dosbesparing mellan skydden, men den nya är lättare över buken och mer användarvänlig.	Om användning av avskärmning skulle användas skulle den kollektiva dosen minska och med det även antalet cancerfall på grund av DT-strålningen minska.	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Ingen skillnad mellan bly och bismuth i strålskydd</li> <li>– Maximal stråldos minskning på specifik punkt 93 %</li> <li>– Den genomsnittliga dosbesparingen varierade</li> <li>– Dos utan skydd var 6.54 mSv. Med skydd minskades dosen med 4 % till 6,28 mSv</li> <li>– Stråldosen är både intern och extern</li> </ul>

9	<p><b>Titel:</b> Use of lead shielding on pregnant patients undergoing CT scans: results of an international survey</p> <p><b>Författare:</b> Iball G, Brettle D.</p> <p><b>Tidskrift:</b> Radio-Graphy</p> <p><b>Årtal:</b> 2011</p>	<p>Geografiska skillnader i användandet av blyskydd på magen av gravida. Användarens åsikter om dess vikt ergonomi och manövrering av blyförkläderna</p>	<p>Kvantitativ – Enkät på webben</p>	<p>Användandet av blyskydd hade stor variation, Nordamerika var bäst med 95 % användand.</p>	<p>Oklart varför stora geografiskskillnader, men eventuellt, kan litteraturen beskrivit för lite om huruvida blyskydd på gravida är användbart. Detta kan vara en bidragande faktor till globala skillnader.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Blyskydd kan minska fosterdos med 55 %</li> <li>– Strålskydd buk på gravida vid DT thorax</li> <li>– Patienter anser blyskydd tunga</li> <li>– Blyskydd används till 95 % i USA, bara 49 % i Europa.</li> <li>– I USA används blyskydd anterior</li> <li>– Blyskydd båda sidor halverad dos.</li> <li>– USA har striktare skyddspolicy för röntgen av gravida</li> <li>– DT av gravida ska göras i nödfall</li> <li>– Blyskydden ej för gravida och får kompletterande blyskydd.</li> <li>– Blyförkläde väger 5 kg.</li> </ul>
10	<p><b>Titel:</b> Radiation exposure and pregnancy: when should we be concerned?</p> <p><b>Författare:</b> McCollough G, Schueler B, Atwell D, Braun N, Regner D, Brown D, LeRoy A.</p>	<p>En översyn av stråldoser och effekter på foster från röntgenundersökningar.</p>	<p>Review</p>	<p>Minimal stråldos om livmodern är placerad utanför field of view och högre om livmorden är innanför. ACE på DT ger lägre stråldos till fostret</p>	<p>Ingen diskussion, är en modalitetsinriktad beskrivning av strålningens betydelse.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Röntgen gravida oro för fostereffekt</li> <li>– Liten stråldos om uterus ej i FOV</li> <li>– Fosterdos styrs av patientstorlek, längd foster – hud</li> <li>– Använda blyskydd för spridd strålning, men mest trygghetskänsla</li> </ul>

	<b>Tidskrift:</b> Radio- Graphics <b>Årtal:</b> 2007					kvinnan. – AEC minskar stråldos – Ultraljud och MR nr 1
<b>11</b>	<b>Titel:</b> Abdominal computed tomography during pregnancy: a review of indications and fetal radiation exposure issues  <b>Författare:</b> Shetty M. <b>Tidskrift:</b> Seminars in ultrasound CT and MRI <b>Årtal:</b> 2011	Strålrelaterade effekter på utvecklande foster vid röntgen av gravida.	Review	DT ska användas i nödfall. MR och ultraljud ska vara förstahandsmetod. Strålrelaterade fosterskador styrs av stråldos och stadie. Mer strålkänsligt i första trimestern	DT-buk ger högst stråldos till fostret och med multitektor DT har oron ökat. Därför har ACE tillkommit som leder till sänkta doser.	– DT buk & bäcken ger högst fosterdos. – Fosterdos styrs av graviditets- och fosterstadiet, avstånd foster och hudyta – Störst risk i första trimestern och minst i tredje. – Ultraljud och MR nr 1. – Fosterdos kan ej mätas rakt av, baseras på fantom. – Fosterdos ej i FOV är 5 mSv – MDDT ökar risken för fosterskador – AEC för lägre fosterdos – Begränsa FOV – Få faser minskar dos.
<b>12</b>	<b>Titel:</b> Doctor, will that x-ray harm my unborn child?  <b>Författare:</b> Ratnapalan S, Bentur Y, Koren G. <b>Tidskrift:</b> Canadian Medical Association	Beskriva risken med röntgenstrålning under graviditeten	Review	Fostret för mest strålning om det är i mitten av field of view. Stråldosen styrs av avstånd till fostret och vad som undersöks på mamman. Blyskydd kan halvera fosterdosen	MR ska undvikas i första trimestern. Optimerade stråldoser gör risken låg för missbildningar eller abort.	– Foster alltid få strålning pga. bakgrundsstrålning – Beräkning av kumulativ dos foster – En enda undersökning ej skadlig för fostret – Gravida ej dosimeter vid röntgen.

	Journal Årtal: 2008					<ul style="list-style-type: none"> <li>– Fostret mest strålning i FOV</li> <li>– Fosterdosen styrs av avstånd foster och skanningsområde.</li> <li>– Blyskydd minskar den spridd strålning.</li> <li>– Strålskydd till mammas strålkänsliga organ kan halvera fosterdosen</li> <li>– Fosterdoser från skalle, nacke, thorax och extremiteter är låg</li> <li>– MR undvikas i första trimestern,</li> <li>– Inget tyder på ökad risk för missbildningar eller abort från en röntgenundersökning.</li> </ul>
13	<p><b>Titel:</b> Imaging in the pregnant patient for nonobstetric conditions: algorithms and radiation dose considerations</p> <p><b>Författare:</b> Patel S, Reede D, Katz D, Subramaniam R, Amorosa J.</p> <p><b>Tidskrift:</b> Radio-Graphics</p>	Diskussion av algoritm för lungemboli, appendicit och trauma	Review	Det är för låga stråldoser vid DT av gravida för att se fosterskador om fostret är utanför field of view, hjärna rygg och extremiteter kan undersökas utan hinder	DT är mycket känsligt för patologi och alla åtgärder ska vidtas för att minska dosen då effekter på fostret finns. Patienten ska informeras om riskerna vid DT-undersökning.	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Foster ej i FOV försumbar dos.</li> <li>– Minskad mAs och z-riktning minskar stråldos</li> <li>– Ökad pitch minskar stråldos</li> <li>– Ultraljud och MR i första hand</li> <li>– Utebliven sidoscout minskar stråldos</li> <li>– Minska FOV och kVp för lägre dos.</li> <li>– Blyskydd för trygghet,</li> </ul>



	Årtal: 2007					men ger ej mycket strål-skydd i sig.
14	<p><b>Titel:</b> Radiation dose management: part 2, estimating fetal radiation risk from CT during pregnancy</p> <p><b>Författare:</b> Goldberg-Stein S, Liu B, Hahn P, Lee S.</p> <p><b>Tidskrift:</b> AJR</p> <p><b>Årtal:</b> 2011</p>	Överblick på fosterdoser och risker med DT under graviditet. Hur scanningsparametrar påverkar dosen och metoder att minska den	Review	Fosterdosen blir låg om fostret inte är i field of view, det blir bara spridstrålning. Röntgenläkare måste då se till att remisen överensstämmer med önskat område.	Upprepade undersökningar då fosterdosen blir högre. Det blir ofta på grund av fel positioneringar av patient, tilllägg av kontrast ordination eller flerfas körningar	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Endast yta område som besvarar en diagnos ska undersökas.</li> <li>– ATCM minskar stråldos</li> <li>– Ökad kV och mA ökar stråldos.</li> <li>– Minskad pitch ger högre stråldos.</li> <li>– Fynd kan hittas även med högre bildbrus</li> <li>– Upprepade skanningar ska undvikas</li> <li>– Ultraljud och MR i första hand</li> </ul>
15	<p><b>Titel:</b> Imaging non-obstetrical causes of abdominal pain in the pregnant patient</p> <p><b>Författare:</b> McGahan J, Lamba R, Coakley F.</p> <p><b>Tidskrift:</b> Applied Radiology</p> <p><b>Årtal:</b> 2010</p>	Akuta buksmärter hos gravida ger diagnostiska dilemma gällande radiologi på grund av många inverkanse faktorer. Beskriver problemen	Review	Översiktartikel för olika indikationer som kräver röntgen. Men MR och ultraljud ska gå före då de inte använder strålning	Risk för cancer av röntgenundersökning DT är okänd, men den finns. Därför ska alla åtgärder vidtas för att minska stråldosen. DT kan ge livsavgörande info, så DT kan inte uteslutas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>– MR och ultraljud nr 1.</li> <li>– Hög dos DT ökad risk för cancer</li> <li>– Stråldos från MDDT är större än från singel-DT</li> <li>– Strålning ger minimala fostereffekter, men ändå en ökad risk för cancer</li> <li>– Cancerrisk hos fostret efter en undersökning är okänd, men finns.</li> <li>– Enkelfas minskar fosterdos</li> <li>– Minskad mA = mindre dos</li> </ul>

						<ul style="list-style-type: none"> <li>– Dosreduktion ej på bekostnad av bildkvalitet</li> <li>– Utanför FOV = Mindre fosterdos</li> <li>– Skalle, hals och thorax ger liten stråldos till fostret</li> </ul>
16	<p><b>Titel:</b> Radiation dose management in thoracic CT: an international survey</p> <p><b>Författare:</b> Molinari F, Tack D, Boiselle P, Ngo L, Mueller-Mang C, Litmanovich D, Bankier A.</p> <p><b>Tidskrift:</b> Diagnostic and interventional radiology</p> <p><b>Årtal:</b> 2013</p>	Undersöka den praxis röntgenläkare har för att hantera stråldosen av DT-thorax hos vuxna	Kvantitativ -Enkät	146 svarade av 800stycken. De flesta angav ACE på DT, men inget strålskydd för strålkänsliga organ. Gravida största patientgruppen vid justering av kVp och mAs. Ålder och kön samt BMI används som motiv till strålreducering.	De flesta hade ACE på sin DT, men alla använde den inte. Låg svarsfrekvens så fler kan använda ACE. Enkäten utvärderar inte skillnaden i dos mellan protokollen.	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Stråldos ökar vid MDDT</li> <li>– AEC för dosbesparing</li> <li>– Ej vanligt att använda strålskydd.</li> <li>– Gravida största orsak att ändra kVp och mAs</li> <li>– Ålder, kön och BMI orsak till dosreduktion.</li> <li>– Standard parametrarna kunde ändras med 40 % utan bildkvalitet ej påverkades</li> <li>– Få faser för att minska dosen</li> <li>– Minska stråldosen genom lägre kVp</li> </ul>
17	<p><b>Titel:</b> CT and radiation: what radiologist should know?</p> <p><b>Författare:</b> Coursey C, Frush D.</p> <p><b>Tidskrift:</b> Applied radiology</p>	Anger varför stråldosen på DT är mer oroande jämfört med andra modaliteter. Metoder att minska stråldosen och dospåverkande parametrar	Review	Det finns dolda stråldoser vid DT utöver DLP och DTDI. Ju högre pitch desto lägre dos. Minskad rotation minskar dosen linjärt	Patientanpassade DT-protokoll är på framfart idag så att parametrarna justeras automatiskt efter patientens	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Högre doser vid dubbelenergi och fler DT-detektorer.</li> <li>– Spridd strålning ej med i dosrapporten</li> <li>– Ökad pitch minskar dosen.</li> <li>– Halverad rörström ger</li> </ul>

	Årtal: 2008				storlek	<ul style="list-style-type: none"> <li>halverad dos</li> <li>– Minskad rotationstid minskar dosen</li> <li>– Snabb rotationshastighet ger lägre dos</li> <li>– Minska flerfaskörningar = minskar dosen</li> <li>– MR om möjligt</li> <li>– Framtidens protokoll baseras på patientstorlek</li> <li>–ATCM och bismuthskydd. Bismuth minskar dosen utan påverkan bilden</li> <li>– Maxreduktion om strålskydd på patient efter scout.</li> <li>– Mål doshantering ej alltid att minska dosen</li> </ul>
18	<p><b>Titel:</b> Lead versus bismuth – antimony shield for fetal dose reduction at different gestational ages at CT pulmonary angiography</p> <p><b>Författare:</b> Chatterson L, Leswick D, Fladeland D, Hunt M, Webster S.</p>	Jämför effektiva fosterdoser mellan olika fosterstadier vid DT-pulmonalis, mellan blyförkläde och bismuth-antimony kombinerade skydd.	Kvantitativ – Enkät	Bly minskar stråldosen med 73 % Bismuth- Antimony med 72 %. Största reduktionen i fosterdos genom kombinera lägre kV med 6 cm kortare Z-axel vilket ger 79 % dosreduktion	Fosterdosen för låg för att ge barncancer men ökar ju längre graviditeten pågått	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Fosterdos från spridd strålning och om i FOV</li> <li>– Sänka kVp och anpassad skanningslängd effektiv.</li> <li>– Maxreduktion fosterdos vid 100 kVp, anpassad skanningslängd och strålskydd.</li> <li>– Sänkt rörspänning, skanningslängd och strålskydd bäst vid LE.</li> </ul>

	<p><b>Tidskrift:</b> Radiology  <b>Årtal:</b> 2011</p>				<ul style="list-style-type: none"> <li>– Blyskydd minska stråldos med 73 %, bismuth 72%</li> <li>– Minskad rörspänning och längd z-axel 79 % dosreduktion</li> <li>– Maximal dosreduktion med standardinställning parametrar DT och strålskydd.</li> <li>– Fosterdos vid LE gravid är låg</li> <li>– Fosterdos ökar med gravidstadiet, tillväxt.</li> <li>– Minskad z-axel kan halvera dosen</li> <li>– Bismuthskydd lättare i vikt och manövrering</li> </ul>
--	--	--	--	--	--

Omarbetad version av Friberg Febe, Dags för Uppsats. 2006. Lund: Studentlitteratur AB

## Bilaga 4 – Sökmatriisen

Databas	Sökord	Antal träffar	Filter	Antal träffar	Genomlästa artiklar	Användbara artiklar	Artiklarnas namn	Datum
PubMed	dose reduction CT lead shielding	24	10 år. Artiklar på engelska. Lade till ordet abdominal. Tog bort 2 som inte hade med ämnet att göra. 3 var inte tillgängliga	18 17 6 4 1	1	1	Organ and effective dose reduction in adult chest CT using abdominal lead shielding	2015-04-09
Cinahl	Optimized CT dose	183	Mellan 2005-2015 Abstract tillgängligt 149 har inte med saken att göra 1 var inte tillgänglig	153 150 2 1	1	1	Developing optimized CT scan protocols: Phantom measurements of image quality.	2015-04-09
Cinahl	X-ray radiation protection pregnancy	2896	Abstract Available Full text 2005-2015 Använde Major heading ” <u>tomography, x-ray computed</u> ”	1960 346 256 24	1	1	CT and radiation: what radiologists should know	2015-04-08

			”Dose-Response Relationship” 1 hade inte med saken att göra	2 1				
Medline	Fetus dose reduction protection	10938	2005-2015 Abstract available English language <b>Använde Major headings:</b> radiation protection 28 hade inte med ämnet att göra	2845 2825 2637 32 4	4	1	Lead versus bismuth-antimony shield for fetal dose reduction at different gestational ages at CT pulmonary angiography	2015-01-23
PubMed	Trauma DT Pregnant	110	10 years Humans Abstrakt 64 som inte var intressanta	74 66 66 2	2	2	Is computed tomography a reliable diagnostic modality in detecting placental injuries in the setting of acute trauma?  Practice patterns in imaging of the pregnant patient with abdominal pain: a survey of academic centers.	2015-01-15
PubMed	Pregnancy radiation exposure	2809	10 years Humans Abstract English 517 utan intresse	944 640 578 529 12	10	4	Imaging in the pregnant patient for nonobstetric conditions: algorithms and radiation dose considerations	2015-01-15

			2 inte tillgängliga	10			<p>Radiation exposure and pregnancy: when should we be concerned?</p> <p>Doctor, will that x-ray harm my unborn child?</p> <p>Radiation dose management: part 2, estimating fetal radiation risk from CT during pregnancy</p>	
MedLine	X-ray protection fetus	12613	<p>2005-2015 Abstract available English language</p> <p><b>Major Heading användes:</b> fetus, tomography x-ray computed 45 var inte av intresse 3 var inte tillgängliga</p>	<p>3981 3865 3579 784 56 11 8</p>	8	3	<p>Abdominal computed tomography during pregnancy: a review of indications and fetal radiation exposure issues</p> <p>Radiation dose management: part 2, estimating fetal radiation risk from CT during pregnancy</p> <p>Lead versus bismuth – antimony shield for fetal dose reduction at different gestational ages at CT pulmonary angiography</p>	2015-01-29

PRIMO	Radiation pregnant	2295	Angav 2010-2014 <b>Markerade i Ämne:</b> Radiation protection Språk: engelska 31 ej intressanta	749 37 36 5	5	4	Use of lead shielding on pregnant patients undergoing DT scans: Results of an international survey  Radiation safety of women of the reproductive age: evaluation of the role of referring physicians  Patient and radiographer perspectives of two lead shielding devices for foetal dose reduction in CT scanning  Imaging in pregnant patients: examination appropriateness	2014-12-18
Primo	Trauma DT pregnant	57	2005-2015 <b>Markerade i Ämne:</b> Pregnant women 13 ej intressanta	48 16 3	3	1	Imaging non-obstetrical causes of abdominal pain in the pregnant patient	2014-12-18
PubMed	Radiation protection pregnancy CT	41	5 years <b>Lade till:</b> humans, Abstract Full Text 6 ej av intresse	18 15 13 13 7	7	4	Radiation dose management: Part 2, Estimating Fetal Radiation Risk From CT During Pregnancy  Medical Imaging Radiation Safety for the Female Patient: Rationale and Implementation  Lead versus Bismuth-	2014-12-18



							Antimony Shield for Fetal Dose Reduction at Different Gestational Ages at CT Pulmonary Angiography  Radiation dose management in thoracic CT: an international survey	
PubMed	Radiation pregnancy protection	679	<u>Markerade:</u> Abstract 437 Full text 306 10 years 184 Humans 155 2 var på tyska 153 5 ej tillgängliga 148 141 ej av intresse 7	7	2		Radiation exposure and pregnancy: when should we be concerned?  Radiation dose management in thoracic CT: an international survey	2015-01-28
PubMed	Radiation protection pregnant	238	Angav "humans", 192 5 years, 56 Abstract 52 43 hade ej med saken att göra 9 2 var ej tillgängliga 7 2 på tyska 5	5	1		Imaging in pregnant patients: examination appropriateness	2014-12-18