



LUNDS UNIVERSITET  
Medicinska fakulteten

# Risker för negativa effekter på foster vid röntgenundersökningar under graviditeten

En litteraturstudie

Författare: Diana Kauler, Shakiba A. Bozorgi

Handledare: Anetta Bolejko

Kandidatuppsats inom radiografi

Hösten 2014

Lunds universitet  
Medicinska fakulteten  
Institutionen för hälsovetenskaper  
Avdelningen för omvårdnad  
Box 157, 221 00 LUND

# Risker för negativa effekter på foster vid röntgenundersökningar under graviditeten

## En litteraturstudie

Författare: Diana Kauler, Shakiba A. Bozorgi  
Handledare: Anetta Bolejko

Kandidatuppsats inom radiografi  
Hösten 2014

## Abstrakt

Undersökningar med joniserade strålning är ibland nödvändiga för diagnos och behandling av gravida kvinnor. Det är viktigt att röntgensjuksköterskor har rätt kompetens och utbildning för att möta vårdtagarens behov. Bristfällig kunskap om negativa konsekvenser av strålning kan leda till onödig oro hos gravida kvinnor. Kunskap om potentiella negativa effekter till följd av röntgenstrålning tillåter läkare och röntgensjuksköterskor att rättfärdiga undersökningar och välja mest lämplig undersökningsmetod. **Syftet** med denna litteraturstudie var att undersöka negativa effekter hos foster i samband med röntgenundersökningar vid graviditet. **Metoden** var att identifiera 8 relevanta forskningsstudier publicerade i vetenskapliga tidskrifter och analysera dem för att få fram vetenskapligt underlag inom området. **Resultat** i granskade studier visade att det inte finns statistiskt signifikanta risker för utveckling av cancer i barndomen efter prenatal röntgenexponering, dock en studie visade signifikant riskökning för en sällsynt typ av malignitet som rhabdomyosarkom. Inga studier avseende deterministiska effekter hos foster till följd av röntgenundersökningar identifierades. **Slutsatsen** är att risken för negativa effekter hos foster vid korrekt genomförda röntgenundersökningar på gravida kvinnor är försumbar. Det är dock viktigt att alltid rättfärdiga undersökningen och hålla så låg stråldos som möjligt för en diagnostisk undersökning.

## Nyckelord

Joniserande strålning, röntgenundersökningar, graviditet, foster, prenatal röntgenexponering, negativa effekter, cancer, röntgensjuksköterska

Lunds universitet  
Medicinska fakulteten  
Institutionen för hälsovetenskaper  
Avdelningen för omvårdnad  
Box 157, 221 00 LUND

# Innehållsförteckning

Innehållsförteckning .....	1
Introduktion.....	2
Problembeskrivning.....	2
Bakgrund.....	3
Perspektiv och utgångspunkter .....	3
Joniserande strålning .....	4
Fostret .....	6
Syfte .....	7
Metod .....	7
Urval .....	7
Datainsamling.....	8
Dataanalys .....	10
Forskningsetiska avvägningar .....	10
Resultat .....	10
Risk för barncancer till följd av röntgenundersökningar av moder under graviditeten.....	11
Diskussion.....	12
Diskussion av vald metod.....	12
Diskussion av framtaget resultat .....	13
Slutsats och kliniska implikationer.....	18
Författarnas arbetsfördelning .....	18
Referenser.....	19
Bilaga 1 .....	26

# Introduktion

## Problembeskrivning

I takt med att den radiologiska vården blir allt mer säker och effektiv kan ändå inte risker uteslutas, inte minst för gravida kvinnor som ibland inte har något val utan på grund av misstänkt patologi bör exponeras för röntgenstrålning (ICRP, 2000; Jankowski, 1986), för att kunna gå vidare med vårdplan och behandling. Det som tas upp i denna litteraturstudie är att undersöka vilka effekter som skulle kunna uppstå på foster om den gravida kvinnan utsätts för joniserande strålning i samband med diagnostiska undersökningar, som är aktuella av medicinska skäl. Klinisk erfarenhet visar att gravida kvinnor ibland måste genomgå röntgenundersökningar för att utesluta patologi eller ställa diagnos inför fortsatt behandling, t.ex. misstanke om lungemboli, appendicit genom datortomografi, att göra konventionell röntgen på grund av fraktur eller urografi vid njursten (McCollough et al. 2007). Enligt Strålsäkerhetsmyndigheten ska berättigandet av undersökningen vid graviditet särskilt prövas och att vårdgivaren utgår från att ge fostret så låg stråldos som möjligt (SSMFS, 2008:31).

Eftersom det länge forskats om negativa effekter vid bestrålning av foster, såsom till exempel cancer, och orsaken till deras uppkomst (Williams & Fletcher, 2010) har författarna till denna litteraturstudie valt att fördjupa sig i detta ämne, kartlägga vilka negativa effekter fostret kan drabbas av, och åtgärder som finns för att förbygga dem. Det finns behov hos såväl nyutbildade röntgensjuksköterskor som erfarna, att undersöka de effekter som kan uppstå hos foster i samband med strålning vid diagnostiska undersökningar och att ta reda på om en specifik röntgenundersökning genererar så pass stor stråldos att det kan skada fostret. Utifrån vetenskapliga studier avser författarna förtydliga vilken typ av negativa effekter och vid vilken stråldos effekterna uppkommer. Det är känt att höga stråldoser ger påtagliga skador och de negativa effekterna på foster utifrån data från bestrålning med till exempel atombomben Hiroshima och Nagasaki (Reinou, Groen, Jin, Bae, Kyoung & Lim, 2012; ICRP, 2000).

## Bakgrund

### *Perspektiv och utgångspunkter*

Denna litteraturstudie har sin grund i den humanistiska människosynen och med både ett vårdarperspektiv och patientperspektiv, söks åtgärdsrelevant kunskap. Människan ses som ett subjekt med rätt till självbestämmande och ska bemötas efter sina egna, unika förutsättningar. En röntgensjuksköterskas ansvarsområde är inte bara kunskap om strålning utan arbetet ska även fokusera på den yrkesetiska koden som visar respekt för vårdtagarens autonomi, värdighet och integritet (Kompetensbeskrivning för röntgensjuksköterska, 2012).

Utgångspunkten i den personcentrerade vården blir därför att vårdrelationen ska bygga på partnerskap mellan vårdare och patient, sträva efter att förstå symptom utifrån patientens upplevelse och att se personen bakom sjukdomen (Vårdhandboken, 2014). Människor som arbetar inom vården bör ha ett vetenskapligt förhållningssätt, vilket är en av förutsättningarna för att patienter ska få en säker och trygg vård (Kompetensbeskrivning för röntgensjuksköterska, 2012).

Omvårdnadens fokus är holistiskt och bekräftar patienten inom ramen för en fungerande vårdrelation, med ömsesidig respekt där patientens behov sätts i centrum (Vårdhandboken, 2014; Gustin & Lindwall, 2012). I Katie Erikssons omvårdnadsteori beskrivs människan som en omätbar enhet av kropp, själ och ande med förmåga till självreflektion som kritiskt kan granska sin situation och på så sätt utvecklas (Gustin & Lindwall, 2012).

De hermeneutiska metoder som tillämpas innebär att man ska förstå människan och inte bara förklara för henne. Här kan en jämförelse göras till relationen mellan vårdare och patient, där vårdaren ser över sitt förhållningssätt till den som är sjuk, och för att lyckas föra en människa mot ett hälsofokuserat mål ska man möta patienten där hon befinner sig. Eriksson kallar detta vårdprocessen som går ut på att systematisera kunskapen i relation till patientens situation, därmed kan sjuksköterskan arbeta evidensbaserat genom att integrera teori och praktik (Gustin & Lindwall, 2012).

## *Joniserande strålning*

Röntgenstrålning är en form av elektromagnetisk strålning med hög energi och kallas även joniserande strålning. Det innebär att strålningen kan producera joner i det bestrålade materialet vilket kan ge bestående förändringar eller skador men det är inget som garanterat sker (Bushong, 2013). Isaksson (2011) beskriver två olika typer av röntgenstrålning. Den karakteristiska röntgenstrålningen uppkommer då en elektron förflyttas från sin plats till en annan närmare atomkärnan och får därmed lägre energi. Skillnaden i denna bindningsenergi sänds sedan ut som elektromagnetisk strålning. Den andra typen av röntgenstrålning är bromsstrålningen och uppkommer när en laddad elektron bromsas upp i ett material eller en patient (Isaksson, 2011). För att utnyttja strålningen inom medicinsk diagnostik har man röntgenapparatur där strålningen produceras. Röntgenstrålningen mäts i aktivitet och dos, där aktiviteten anger hur mycket strålning som kommer ut medan dosen anger hur mycket strålning kroppen tar emot (Valentin, 1987). Begreppet av den absorberade dosen mäts i en definierad enhet- Gray (Gy). Vidare talas det om dosekvivalent med enheten Sievert (Sv), där ekvivalent och effektiv dos mäts. Den ekvivalenta dosen innebär att en viss absorberad dos ger olika skadeverkan på biologiskt material (Berglund & Jönsson, 2007). Den effektiva dosen tar hänsyn till olika organs varierande strålkänslighet och ger en uppfattning av sannolikheten att drabbas av sena skador som till exempel cancer, i något organ (Valentin, 1987).

De biologiska effekterna av strålning på levande organismer indelas i deterministiska (förutsägbara), stokastiska (slumpmässiga) och teratogena (fosterskador). För att de deterministiska skadorna ska uppstå behövs en minsta stråldos dvs över en viss tröskeldos ökar risken för skada (Berglund & Jönsson, 2007). Bestrålning av foster och embryo kan leda till deterministiska effekter såsom missbildningar och mental retardation vid 100-200 mGy (ICRP, 2000). De stokastiska effekterna uppträder först efter ganska lång tid, till exempel efter 5-10 år, och för dessa skador finns inte någon nedre gräns (tröskeldos). Cancer är ett exempel på en sådan skada. Vid bestrålning in utero (i livmodern), ska speciella strålskyddsinsatser medföras för att sannolikheten att cancerceller ska börja bildas är högre hos foster än för vuxna (Bushong, 2013). Celler som utsätts för skadliga yttre faktorer reparerar oftast sig själva. Men ibland blir det ”fel” i reparationen som gör att cellen utvecklas till en tumör via en ohämmad celledelning. Det blir en cancercell som sedan snabbt och utan

kontroll växer in i organ och omgivande vävnader (Bryan, Dixon, Fifield, Richmond & Sherwood, 1993). Vilken cell som helst kan transformeras till en cancercell på grund av karcinogena faktorer, som till exempel radioaktiv strålning, olika virus och olika kemiska ämnen. En annan karcinogen är röntgenstrålning (Sand, Sjaastad, Haug & Bjålie, 2006). Valentin (1987) beskriver att det är just under fosterutvecklingen som den mest aktiva celldelningen sker och att de därmed är känsligare för joniserande strålning eftersom den bidrar till celldöd. Även Grufferman, Ruyman och Ognjanovic (2009) lyfter fram att eftersom foster har en snabbare celldelning är de känsligare för joniserande strålning vilket ger en högre risk för malignitet. Negativa fostereffekter vid diagnostiska undersökningar är av varierande grad men de som ger störst fosterstråldos är röntgen av bäckenet (25mGy), buken (8mGy) och datortomografi av buk och bäcken (25mGy), om fostret är placerat i det direkta primärstrålfältet. Vid alla andra undersökningar är dosen mindre än 5mGy (Osei & Faulkner, 2000).

De grundläggande principerna inom strålskydd är optimering och berättigande. Optimering innebär att stråldosen ska vara så låg som möjligt, samtidigt som tillräcklig information erhålls för att ställa diagnos, enligt den internationella strålskyddsprincipen - "As low as reasonably achievable – the ALARA principle". Berättigande innebär att nyttan med att använda strålning överväger riskerna för framtida skador av strålningen (Strålsäkerhetsmyndigheten, 2012; Bontrager & Lampignano, 2014). I strålskyddslagen (SFS, 1988:220), 6 § beskrivs de allmänna skyldigheterna som lyfter fram att den som arbetar med strålning ska vidta försiktighetsmått för att motverka skada på människor, djur och miljö. I 7 § står det att den som bedriver verksamhet med strålning ska ha behörighet och förvissa sig om att strålskydden fungerar tillfredställande. De allmänna bestämmelserna från tredje kapitlet i Patientsäkerhetslagen (SFS, 2010:659), från 1 §, föreskriver att det är vårdgivarens skyldighet att kunna planera, leda och kontrollera verksamheten på ett sätt som leder till att god vård upprätthålls. Kvinnor i fertil ålder ska alltid tillfrågas om de är gravida innan en röntgenundersökning genomförs och berättigandet av hur brådskande undersökningen är ska prövas (SSMFS, 2008:31).

## *Fostret*

En graviditet delas in i tre delar, så kallade tre trimestrar. Den första trimestern är från befruktningen till vecka 12. Under den första tiden är det ett embryo som utvecklar hjärnanlag och nervtrådar från ryggmärgen (Nilsson & Hamberger, 2003). Sakta utvecklas även inre organ, som magsäck, tarmar, njurar, hjärta och efter den nionde veckan börjar även lungorna att växa (Söderberg, 2003). Ett foster har nu långsamt bildats och Valentin (1987) skriver att risken för hjärnskador är som störst mellan vecka 8-15, eftersom det är fostrets känsligaste period och det är då hjärnan utvecklas. Analyser från Hiroshima och Nagasaki har visat att en stråldos till fostret under denna tid på 1 Gy (1000 mGy) ger 4 procents risk för mental efterblivenhet vid 18-års ålder (Williams & Fletcher, 2010), däremot ger den joniserande strålningen en liten andel missbildade barn eftersom de flesta missbildade foster stöts bort i form av missfall (Valentin, 1987). Om den gravida kvinnan utsätts för 350-500 mGy under fostrets första veckor och det överlever, är risken stor att barnet föds med tillväxthämning, grå starr och troligtvis mentala störningar som till exempel efterblivenhet på grund av påverkan i det centrala nervsystemet (Reinou et al. 2012). En minskning av normala neuroner hos fostret har också konstaterats vid exponering med joniserande strålning (Osei & Faulkner, 2000).

Andra trimestern som är mellan vecka 13-24, fortsätter organen sin tillväxt, skelettet börjar bli hårdare och nervsystemet börjar fungera. Vätska har bildas i både tarmar och magsäck och fostret har nu även utvecklat känselsinne som gör att det kan reagera på smärta (Söderberg, 2003). Blir fostret utsatt för joniserande strålning under denna tid är det fyra gånger mindre risk för skador eller missbildningar än under den första trimestern (Osei & Faulkner, 2000). Enligt Reinou et al. (2012) ska stråldosen vara minst 1500 mGy, efter vecka 16, för att fostret löper risk att utveckla mental efterblivenhet.

Under tredje trimestern (vecka 25-40) är njurarna färdigutvecklade och lungorna börjar andningsträningen (Söderberg, 2003). Osei och Faulkner (2000) påstår att under denna period är det inte sannolikt att fostret tar skada om det blir utsatt för joniserande strålning.



## Syfte

Syftet med litteraturstudien var att undersöka negativa effekter på foster vid röntgenundersökningar av gravida kvinnor.

## Metod

Den evidensbaserade processen i den kliniska vardagen innebär att söka relevant forskningslitteratur för att finna bästa tillgängliga vetenskapliga kunskap och använda den som beslutsunderlag. (Willman, Stoltz & Bahtsevani, 2006). Studien har genomförts som en litteraturöversikt då vetenskaplig litteratur som svarat mot syftet granskades. Målsättningen har varit att identifiera empiriska studier och integrera dess resultat för att besvara litteraturstudiens frågeställningar. Forsberg och Wengström (2008) definierar en litteraturstudie att den utgår från en tydligt formulerad fråga som besvaras genom att identifiera, välja, värdera och analysera relevant forskning.

## Urval

Empiriska studier, som rör det aktuella problemområdet, har sökts via två databaser (PubMed och Cinahl). Pub Med är en vältecknad databas inom både medicin och omvårdnad och består av mer än 23 miljoner artiklar för biomedicinsk litteratur från MEDLINE, life science tidskrifter och onlineböcker. Cinahl är en bibliografisk databas med ungefär 700 000 referenser till artiklar inom vårdvetenskap (Forsberg & Wengström, 2013).

Avsikten var att hitta både kvalitativa och kvantitativa studier och följande sökord i fritext har använts i databaserna: "*pregnancy*", "*ionizing radiation*", "*radiography in pregnancy*", "*prenatal radiation*", "*prenatal exposure*", "*prenatal radiation exposure*", "*radiation dose to the fetus*", "*fetal exposure to x-ray*", "*intrauterine diagnostic radiation*", "*fetus effects*", "*fetal effects*", "*radiation dose to the fetus*", "*CT*", "*negative effects*", "*health effects*", "*cancer*", "*cognitive function*", "*risks*" och "*adverse effects*".

Sökningen avgränsades till gravida kvinnor som gick igenom minst en röntgenundersökning under graviditeten. Vidare var inklusionskriterier att artiklar skulle vara publicerade på engelska, högst tio år gamla och med tillgång till abstrakt.

## **Datinsamling**

Datinsamlingen genomfördes under november 2014. En preliminär sökning via databaser Pub Med och Cinahl gjordes med målsättningen att undersöka om det finns tillräckligt med kunskapsunderlag inom ämnet för litteraturstudien. Boolesk söklogik användes för att söka studier utifrån fritextsökord som kombinerats i block (Friberg, 2006). Den booleska termen OR breddade sökningen. Vidare användes AND för att begränsa den relevanta litteraturen till ett hanterbart antal träffar, samtidigt som sökningen riktades till ett avgränsat område inom studiens frågeställningar (Willman et al. 2006). I nästa steg har en sökning med samtliga användbara sökord och ordkombinationer, som fungerat i den preliminära sökningen, genomförts. Därefter lästes titlarna för alla publikationsträffar. Sökningen i Cinahl gav en träff som även funnits i PubMed. Således beslutades att utesluta sökningen i Cinahl. Sökningen i PubMed redovisas i tabell 1.

Relevanta titlar för empiriska studier valdes och abstrakten lästes, vilket avser urval 1 (Tabell 1). Om innehållet i abstrakten motsvarade litteraturstudiens syfte beslutades att behålla artikeln till urval 2, för kvalitetsgranskning. Urvalsprocessen resulterade i 6 relevanta artiklar. En artikelmatris (Bilaga 1) gjordes för att ge en översikt av de granskade artiklarnas titel, syfte, metod, sammanfattning av resultat och studiens kvalitet utifrån granskningsmallen (Willman et al. 2006). Studier av hög och medel kvalitet, som bedömdes utifrån granskningsmallen, användes för att besvara litteraturstudiens syfte (Willman et al. 2006).

Tabell 1: sökningar i PubMed

Databas PubMed	Sökord fritext	Antal träffar	Urval 1	Urval 2
#1	Radiography in pregnancy OR fetal exposure to x-ray	514	22	0
#2	Pregnancy AND prenatal radiation AND fetus effects	102	9	0
#3	Radiography in pregnancy AND fetal effects AND health effects	40	15	1
#4	Prenatal radiation exposure AND negative effects	12	8	1
#5	Prenatal radiation AND cancer	129	11	2
#6	Prenatal radiation AND adverse effects	236	20(1)related	2
#7	Ionizing radiation AND prenatal exposure AND cognitive function	4	4	0

Eftersom denna sökning bedömdes att inte kunna ge tillräckligt underlag för att besvara litteraturstudiens frågeställningar beslutades att göra en kompletterande sökning, dels utan begränsning avseende publiceringsår för artikel, dels i referenslistor till relevanta träffar i huvudsökningen. Detta resulterade i ytterligare 2 relevanta artiklar med samma urvalsprocess som i huvudsökningen (Tabell 2).

Tabell 2: kompletterad sökning i PubMed

Databas PubMed	Sökord fritext	Antal träffar	Urval 1	Urval 2
#8	Pregnancy AND intrauterine diagnostic radiation AND risks	41	10	1
#9	Radiation dose to the fetus AND CT	74	20	1

## Dataanalys

Till denna studie valdes 8 artiklar med medel och hög kvalitet passande för syftet och relevant information togs fram, därefter genomfördes en integrerad analys av studiernas resultat (Backman, 2008), vilket redovisas i resultatavsnittet. Vidare, kvalitetsgranskades de enligt Willman et al.;s (2006) metod och likheter samt olikheter diskuterades. De utvalda artiklarna sammanställdes i en matris (Bilaga 1).

## Forskningsetiska avvägningar

Omvårdnadsforskning ska vägledas av etiska principer som syftar till att den ska bygga på individens informerade samtycke att delta i studien, att forskning ska vara till nytta och bidra med ny kunskap för att främja hälsa, att forskning inte får ha skadlig inverkan på deltagarna och att alla individer i forskning ska behandlas lika (Polit & Beck, 2012).

I de granskade publikationerna har författarnas etiska förhållningssätt granskats och etiska överväganden gjorts, avseende redovisning av artiklar och presenterande av resultat (Forsberg & Wengström, 2013). Fokus har även lagts på vetenskapliga riktlinjer om ohederlighet i form av plagiat och förvrängning av resultat (Forsberg & Wengström, 2013; Polit & Beck, 2012).

## Resultat

Litteraturstudiens resultat bygger på 8 studier: Grufferman et al. (2009); Goel et al. (2009); Ray et al. (2010); Rajaraman et al. (2011); Bartley et al. (2010); Naumburg et al. (2001); Stålberg et al. (2007) och Bailey et al. (2010). Artiklarna har sammanfattats i en matris (Bilaga 1). Samtliga studier var retrospektiva observationsstudier. Negativa effekter av konventionella röntgenundersökningar, datortomografi och genomlysning under graviditeten studerades. Totalt studerades 12, 610 barn, till bestrålad mor under graviditet, i åldrar 0-20, och kontrollgrupperna bestod av totalt 1, 841,508 barn i matchade åldrar. Studierna genomfördes i Europa, Kanada, USA och Australien. Data i studierna samlades via register (Naumburg et al. 2001; Stålberg et al. 2007; Rajaman et al. 2011 & Ray et al. 2010) eller intervjuer (Grufferman et al. 2009; Goel et al. 2009; Bartley et al. 2010; Bailey et al. 2010) under åren 1973-2008. I alla dessa studier har etiska överväganden beaktats.

## **Risk för barncancer till följd av röntgenundersökningar av moder under graviditeten**

Samtliga 8 studier (Grufferman et al. 2009; Goel et al. 2009, Ray et al. 2010; Rajaraman et al. 2011; Bartley et al. 2010; Naumburg et al. 2001; Stålberg et al. 2007; Bailey et al. 2010), studerade risken att utveckla cancer i barndomen till följd av röntgenundersökningar av moder under graviditeten. Inga studier påträffades i litteratursökningen, vilka studerade deterministiska effekter på foster vid röntgenundersökningar av gravida kvinnor.

7 studier (Goel et al. 2009; Ray et al. 2010; Rajaraman et al. 2011; Bartley et al. 2010; Naumburg et al. 2001; Stålberg et al. 2007; Bailey et al. 2010) visar ingen signifikant risk att utveckla leukemi, Wilms tumör eller olika typer av hjärntumörer i barndomen, till följd av röntgenundersökningar av moder under graviditeten. Dessa studier genomfördes i Sverige (Naumburg et al., 2001; Stålberg et al. 2007); Storbritannien (Rajaman et al. 2011); Kanada (Goel et al. 2009; Ray et al. 2010); USA (Goel et al. 2009; Bartley et al. 2010) och Australien (Bailey et al. 2010). Sammanlagt omfattar de 1136 studerade barn i åldrar mellan 0 och 16 (Naumburg et al. 2001; Stålberg et al. 2007) och 11752 studerade mödrar som röntgenexponerats under graviditeten (Goel et al. 2009; Rajaman et al. 2011; Bartley et al. 2010; Ray et al. 2010; Bailey et al. 2010). Data som gällde varierande röntgenundersökningar i studierna (buköversikt, pelvimetri, icke-abdominal genomlysning, genomlysning, icke-abdominal och abdominal röntgen med fostret i primärstrålfältet, konventionell röntgen, mammografi, tandröntgen och datortomografi) samlades under åren 1976-2008. I 4 studier (Goel et al. 2009; Rajaman et al. 2011; Bartley et al. 2010; Bailey et al. 2010) intervjuades kvinnor avseende antal genomgångna röntgenundersökningar, vilka undersökningar de gjort och när under graviditeten de genomförts. Däremot i 3 andra studier (Naumburg et al. 2001; Stålberg et al. 2007; Ray et al. 2010) samlades studiedata via födelseregister, cancerregister och medicinskt födelseregister.

En studie (Grufferman et al. 2009) tyder på en ökad risk att utveckla en sällsynt typ av cancer i barndomen till följd av röntgenundersökningar av moder under graviditeten. Denna studie visar att det finns en risk för embryonal rhabdomyosarkom (tumör i hjärtmuskelceller) hos barn vid prenatal exponering av diagnostisk strålning där röntgenstrålarna är riktade mot: bäckenet, buken, lungorna, tänderna, ryggen, halsen och lägre extremiteter, under den första

trimestern av graviditeten (OR: 5,7; 95% CI, 1.2-27.8). Studien genomfördes i USA, på 322 barn i åldrar 0-20. Data samlades in via intervjuer av mödrar avseende vilka och hur många röntgenundersökningar som genomförts, på vilken/vilka kroppsdelar och i vilken trimester av graviditeten. En annan studie (Ray et al. 2010) som kom fram till att risken för att utveckla all slags barncancer efter datortomografisk röntgenexponering är låg, redovisar dock att 1 på 10,000 utvecklar malignitet. Studien avser data från 1991-2008, på 5590 mor/barn fall i Kanada. I ytterligare en studie, från Storbritannien (Rajaman et al. 2011), finner dock att risken för barnleukemi i samband med röntgenstrålning (pelvimetri, lungor, abdominal, konventionell röntgen, datortomografi) är icke-statistiskt signifikant (OR: 1,36; 95% CI, 0.91-2.02). Studien utfördes på barn födda mellan 1976-1996 och via intervjuer med mödrar. Även en studie från Sverige (Stålberg et al. 2007) som undersökt association mellan abdominal och icke-abdominal röntgenstrålning och hjärntumörer hos barn registrerade i det svenska födelseregistret 1975-1984, fann en icke-statistiskt signifikant risk för utveckling av primitiv neuroectodermal tumör (OR: 1.88; 95% CI, 0.92-3.83).

## Diskussion

### Diskussion av vald metod

Initialt var avsikten med denna litteraturstudie att genom granskning av vetenskapliga artiklar kunna finna samband mellan prenatal röntgenexponering och olika negativa hälsoeffekter som till exempel malignitet, mental efterblivenhet, tillväxthämning och lägre intelligenskvot. Efter ett otal sökningar i två databaser efter relevant litteratur till studiens syfte framkom det att samtliga studier undersökte associationen mellan joniserande strålning på foster och utveckling av cancersjukdomar. Med tanke på etiska överväganden upptäcktes en begränsning då det fanns en viss svårighet med jämförelser och att finna vetenskapliga röntgenstudier utförda på gravida kvinnor, då det enligt lag ska vara så låg fosterdos som möjligt vid röntgenundersökningar. Dock fanns det flera studier om de överlevande från atombomben i Japan, där fosterdoserna rapporterades höga, vilket tas upp i resultatdiskussionen.

Databasen Cinahl innefattar publikationer inom omvårdnad, men författarnas litteraturstudie var fokuserad på stråldoser och röntgenundersökningar, vilket kan förklara lågt antal träffar i databasen. Resulterande sökning i endast en databas har varit både tidskrävande och försvårat

arbetet med studien. Det är möjligt att sökningar i andra databaser än Cinahl och PubMed, t.ex. för radiofysiker, skulle resultera i fler träffar i synnerhet att författarna även från början var intresserade av att undersöka stråldoser till foster vid röntgenundersökningar. Denna frågeställning fick däremot utgå i brist på relevant litteratur i de sökta databaserna. Vidare, sökning relaterad till fantomundersökningar, det vill säga inte bara begränsad till gravida kvinnor, hade kunnat ge förutsättningar för att besvara frågan om stråldoser.

Det finns ett antal granskningsmallar för kvalitetsbedömning av vetenskapliga studier (Forsberg & Wengström, 2013; Willman et al. 2006). Den som valdes för denna studie för granskning av artiklar fungerade väl (Willman et al.2006), dock bedöms som svår att använda. Mallen ger grund för en samlad bedömning utan att kvantitativa mått anges. Carlsson och Eiman (2003) har till exempel utvecklat en granskningsmall där granskaren poängsätter studiens abstrakt, syfte, metod och så vidare, vilket sedan ger underlag för procentuell beräkning av studiens kvalitet. En sådan granskning förefaller enklare att genomföra, dock en samlad bedömning ger både underlag för djupare resonemang kring studien och har förutsättningar att värdera olika aspekter i studier på olika sätt. Till exempel, det kan antas att väl genomtänkt etiskt resonemang i studien ger högre kvalitetsvärde än att bortfallet inte redovisas på ett tydligt sätt. Därmed bestämdes att använda Willman et al. (2006) granskningsmall i denna studie.

## **Diskussion av framtaget resultat**

I studierna som granskats framkommer det att det generellt finns låg risk för att utveckla cancer i barndomen om modern genomgår en röntgenundersökning under graviditeten. Endast en studie har redovisat signifikanta resultat som avser en sällsynt typ av cancer, rhabdomyosarkom. Här betonas dock att även om risken är något högre än vad som rapporterats för barnleukemi, behövs fler forskningsstudier för att verifiera detta (Grufferman et al. 2009). Trots de “negativa” studieresultaten avseende stora barngrupper finns det risk att enstaka personer kan drabbas av barncancer och således ska ALARA-principen (“as low as reasonably achievable”) tillämpas. Det förefaller inte finnas studier avseende deterministiska effekter, vilket verkar stämma överens med tröskelvärden. Studierna undersökte associationen mellan joniserande strålning och cancer på ett stort underlag, dvs antal deltagare. De genomfördes i både Europa, USA, Kanada och Australien, därmed förväntas de ge slutsatser

relevanta för dessa områden. Dock är det viktigt att påpeka, att en del data är relativt gammal, som från år 1973, å andra sidan ända fram till 2008 och barn i alla åldrar studerades. Det finns en begränsning med studier där data samlats in via intervjuer och det kan finnas osäkerhet i data i relation till registerdata, då människans minne kan svikta. Även faktorer som märke och ålder på röntgenapparater togs hänsyn till då de äldre modellerna ofta ger högre stråldoser, och att de gravida kvinnorna inte blev informerade om strålningens risker i lika stor utsträckning som idag.

Den joniserande strålningens effekter studerades från konventionell röntgen och datortomografi då fostret befann sig i både primär och sekundärstrålfältet. Det framkom att risken för eventuell negativ effekt som till exempel tillväxthämning eller celldöd uppkom om fostret blivit bestrålat mycket tidigt av graviditeten, då kvinnan inte ens visste om att hon var gravid eller i den första trimestern (Shaw, Duncan, Vouyouka & Ozsvath, 2011; Bushong, 2013), men då krävdes höga stråldoser upp till 250 mGy. En intressant hypotes för detta är att embryot under utvecklingen är särskilt känsligt och de neurologiska stamcellerna blir påverkade för DNA-skador om de utsätts för joniserande strålning, som i sin tur kan introducera till tumörer i centrala nervsystemet, leukemi, cancer och potentiella hereditära effekter (Stålberg et al. 2007; ICRP, 2000). Jankowski (1986) förklarar att kromosomerna är de största måltavlorna för röntgenstrålning och när en cell blir bestrålad så blir vattenmolekylerna i cellen joniserande, detta leder till att de reaktiva radikalererna i sin tur reagerar med DNA i kromosomerna. Följden av denna kemiska process blir skador på DNA om det inte har hunnit reparera sig självt (Jankowski, 1986).

Olika röntgenundersökningar ger olika stråldoser. Studier som utfört dosanalyser har noterat att det kan skilja 30 gånger så mycket på dosen beroende på vilken radiografisk teknik och detektor som använts, vid samma slags röntgenundersökningar (Goel et al. 2009; Stålberg et al. 2007; ICRP, 2000). Ytterligare faktorer som påverkar mängden strålning omfattar kvaliteten på röret, elektroniska förstärkningskontroller och de metoder som används av tillverkaren för att kontrollera bildskärpa och doshastigheter (Shaw et al. 2011). Även storleken på den gravida patienten spelar roll, då det behövs olika mängd strålning som ska penetrera vävnaden (McCollough et al. 2007). Internationella strålskyddskommissionen (ICRP, 2000) betonar att det finns ett tröskelvärde på 100-200 mGy för att negativa effekter ska uppstå efter *in utero* röntgenexponering och denna dos är mycket högre än vid en



diagnostisk radiologisk undersökning. Till exempel skulle fosterdosen inte ens bli 100 mGy om den gravida kvinnan utförde 3 datortomografiska undersökningar av bäckenet eller 20 konventionella bäckenundersökningar (ICRP, 2000). McCollough et al. (2007) visar på beräkningar att den ungefärliga dosen som genereras till fostret vid en datortomografi av buken eller bäckenet är 10 mGy och anser att den sällan kommer över en dos på 25 mGy.

I samband med atombombsexplosionerna i Hiroshima och Nagasaki har det framkommit att strålning i relativt höga doser innebär en risk att drabbas av både deterministiska och stokastiska skador (Williams & Fletcher, 2010; Bushong, 2013). Det finns behov att forska vidare om både den joniserande strålningens skademekanismer och olika negativa hälsoeffekter hos foster och barn. Flera studier (Ikenoue, Ikeda, Ibara, Otake & Schull, 1993; Beck et al. 2012; Shaw et al. 2011; Williams & Fletcher, 2010; ICRP, 2000; Bushong, 2013) visar att människofoster är som känsligast under den period då hjärnan utvecklas, vecka 8-15, och om fostret blir utsatt för joniserande strålning under denna tid kan det orsaka mental efterblivenhet. Även studier av atombombs- överlevande har visat att en tröskeldos på 300 mGy, under 8 till 15 veckor efter befruktningen är associerat med en ökad risk för allvarlig förståndsnedläggning (Williams & Fletcher, 2010). Jankowski (1986) , Williams och Fletcher (2010), Beck et al. (2012) och Bushong (2013) anser att fostret även är känsligt i vecka 2-8, perioden då organen utvecklas och all röntgenexponering under denna tid kan leda till missbildningar i centrala nervsystemet (primär mikrocefali - litet huvud), tillväxthämning i livmodern, vissa skelettabnormaliteter och lägre födelsevikt. Mängden dos och graviditetens stadium är alltså viktiga aspekter som påverkar vilket utfall det blir, likaså har det konstaterats att ju mer dosen ökar, desto högre risk för negativ effekt (McCollough et al. 2007; Beck et al. 2012; ICRP, 2000), dock vad gäller cancerinduktion är risken lika stor oberoende av stråldosen (Williams & Fletcher, 2010).

Stålberg et al. (2007) poängterar att det inte finns något ”säkert” tröskelvärde för cancerinduktion och att en dos över 10 mGy kan introducera till en ökad relativ risk för barncancer. Joniserande strålning har enligt Internationella strålskyddskommissionen (2000) i flera studier visat kunna leda till utveckling av leukemi hos både barn och vuxna. Därför har det antagits att strålningen har lika karcinogenisk effekt för embryot/fostret, som för barn. För foster som utsätts för 1000 mGy drabbas 60 av 1000 barn i åldern 0-15 av cancer jämfört med barn som inte utsätts för joniserande strålning, då siffran är 2-3 av 1000 (ICRP, 2000).

Grufferman et al. (2009) berättar om en tidigare studie som visat att förstfödda barn hade en högre tolerans mot strålning och att senare utveckla cancer, än de som föddes som andra barnet men det framgår inte vad detta kan bero på.

Om fostret utsätts för joniserande strålning kan den karcinogena effekten ligga latent i kroppen i flera år, dock är det oklart vad mekanismen till att en cancer utvecklas är. Möjligtvis en samverkan av flera faktorer som tex. miljön i omgivningen tillsammans med de cellulära effekterna från strålningen (Jankowski, 1986). Det kan även relateras till risken att barncancer inte behöver utvecklas under en dos på 10 mGy, då det i flera av de granskade studierna inte framkommit signifikanta risker. Den vanligaste cancer hos barn är leukemi och några studier har noterat en viss riskökning i samband med röntgenexponering, dock kan det inte fastslås att det är den enda bidragande faktorn (Rajaman et al. 2011; Numburg et al. 2001; Bartley et al. 2010).

De exempel som finns från Hiroshima och Nagasaki där foster blev utsatta för strålning *in utero* har påvisat följder som lägre IQ och förståndsnedläggning. Som tidigare nämnt är risken för mental efterblivenhet hög om fostret utsätts i vecka 8-15 för 1000 mGy och sannolikheten för att drabbas är runt 40% (Ikenoue et al. 1993; ICRP, 2000). En studie (McCollough et al. 2007) visar att en fosterdos hos de överlevande från atombombarna på över 200 mGy resulterade i tillväxthämning med 3 cm och huvudomfånget var 1 cm mindre än kontrollgruppens. I samband med detta kan en relation göras till Tjernobyli-katastrofen då Heiervang, Mednick, Sundet och Rund (2010) gjort en undersökning om hur den kognitiva funktionen påverkas, om foster blivit utsatta för strålning. Även här påpekas att fostrets centrala nervsystem är känsligt mellan vecka 8-25, då olika delar av nervbanor utvecklas. Trots att den exakta dosen för att utveckla en mental störning inte är kliniskt identifierad, visar analyser att lägre IQ förknippas med ökande stråldos och under fostrets 8-15:e vecka kan det räcka med en dos på 10 mGy för att en kognitiv funktionsstörning ska uppstå (Heiervang et al. 2010). Mellan vecka 16-25 är fostret mindre känsligt och efter vecka 26 anses det inte vara risk för negativa effekter (ICRP, 2000), detta bekräftar teorierna att utfallet i allra högsta grad är beroende av under vilken period fostret blir utsatt för joniserande strålning (Heiervang et al. 2010).

Författarna anser att det inte kan uteslutas att datortomografiundersökningar, som ger mer stråldos än konventionella röntgenundersökningar (Bushong, 2013), är karcinogena och ytterligare studier bör utföras för att fastställa de långsiktiga effekterna. Frågan om joniserande strålning även i små doser kan ge konsekvenser som tillväxthämning, kognitiv funktionsstörning, cancerinduktion etc. förblir obesvarad och det behövs mer forskning för fastställning. Dessutom påpekar författarna att hälso- och sjukvårdspersonalen ska utföra ett arbete som överensstämmer med vetenskap och beprövad erfarenhet. Vården ska så långt som möjligt utformas och genomföras i samråd med patienten (SFS, 2010:659) och därför är patienten i behov av att få rätt information. Utifrån de granskade studierna anser författarna att röntgenundersökningar utförda under graviditeten bör ske i samråd med radiolog och alternativa metoder väljas för att erhålla den kliniska information som behövs. Att sänka kilovoltspänningen och justera milliampere-inställningen har visat sig minska stråldosen hos gravida patienter som genomgår datortomografisk angiografi för misstänkt lungemboli, men med bibehållen bildkvalite (Shawn et al. 2011). Forskning på gravida fantompatienter har även visat att man med ett tekniskt strålreduceringsinstrument, *tube current modulation*, kan reducera fosterstråldosen med upp till 25%, från 28 mGy utan strålreduceringen, till 20,92 mGy med strålreducering (Gu, Xu, Caracappa & Liu, 2013).

Enligt Internationella strålkommisionen (ICRP, 2000) och Williams och Fletcher (2010) har den gravida kvinnan rätt till rådgivning före radiologisk exponering, så att hon kan fatta ett välgrundat beslut. Vidare säger Williams och Fletcher (2010) att en detaljerad förklaring skall ges om den förväntade fosterdosen eller faktisk exponering överstiger 10 mGy. Även en konsultation med läkare ska ske före undersökningen (ICRP, 2000). Efter att den gravida patienten utfört en undersökning med högre dos, tex. datortomografi över bukområdet, ska en sjukhusfysiker tillkallas så att den absorberade dosen sammanställs och minskar eventuell oro hos den blivande modern (ICRP, 2000).

Katie Erikson betonar att alla vårdare ska bygga sin yrkesutövning på en vetenskaplig grund och att forskningen ska vara en bas för utbildning. Ur ett humanvetenskapligt perspektiv ska vårdhandlingar utföras etiskt, kunskapsbaserat och på ett sådant sätt att patientens värdighet inte kränks (Gustin & Lindwall, 2012).

## **Slutsats och kliniska implikationer**

Joniserande strålning kan utgöra en risk för foster. Risken för negativa effekter ökar med stråldosen. Trots att studier inte visar på associationen mellan joniserande strålning och signifikant risk för att utveckla cancer, ska en röntgensjuksköterska alltid arbeta utifrån den yrkesetiska koden och Strålsäkerhetsmyndighetens rekommendationer vad avser gravida. Den gravida kvinnan ska i första hand erbjudas ultraljudsundersökning eftersom en sådan undersökning inte genererar någon stråldos till fostret och om det inte är möjligt att fastställa patologi, i andra hand konsultera med en radiolog som kan remittera vidare till alternativ radiologisk undersökning. Utifrån ALARA ska det beaktas att utföra undersökningen med lägsta möjliga stråldos. Vid akuta undersökningar ska det rättfärdigas hur pass akut röntgenundersökningen är och röntgensjuksköterskans uppgift är att sträva efter att reducera stråldosen så mycket som möjligt. Datortomografi av buken ska utföras restriktivt och olika tekniker för strålreducering bör användas, samt ska utrustningens prestanda och kalibrering testas regelbundet. Nyttan med röntgenundersökningen ska väga upp riskerna och eventuell fosterbestrålning bör ske med hänsyn till dos och stadium av graviditeten. Vårdpersonalen har behov av empirisk data för att kunna ge säker och effektiv patientvård samt fortsätta arbeta evidensbaserat.

## **Författarnas arbetsfördelning**

Arbetet har fördelats jämnt mellan författarna.

## Referenser

- Backman, J. (2008). *Rapporter och uppsatser* (2:a uppl). Lund: Studentlitteratur
- Bailey, H., Armstrong, B., De Klerk, NH, Fritschi, Attia, J., Lockwood, L., Milne, E. (2010). Exposure to diagnostic radiological procedures and the risk of childhood acute lymphoblastic leukemia. *Cancer Epidemiology, Biomarkers & prevention*. 19, (11) 2897-909.
- Bartley, K., Metayer, C., Ducore, J., Buffler, P. (2010). Diagnostic x-rays and risk of childhood leukemia. *International journal of Epidemiologi*. 39, (6) 1628-37.
- Beck, M., Moreels, M., Jacquet, P., Van Oostveldt, P., De Vos WH., Baatout, S. (2012). X-irradiation induces cell death in fetal fibroblasts. *International journal of molecular medicin*. 30, (1) 1-9.
- Berglund, E., Jönsson, B.A. (2007). *Medicinsk fysik* (1:a uppl). Lund: Studentlitteratur
- Bryan, J., Dixon, B., Fifield, R., Richmond, C., Sherwood, M. (1993). *Vetenskapens värld-medicin* (4:e uppl). Köpenhamn: Bonniers Böger A/S
- Bontrager, K.L., Lampignano, J.P. (2014). *Radiographic positioning and related anatomy* (8:e uppl). St. Louis: Mosby Elsevier
- Bushong, S.C. (2013). *Radiologic Science for Technologists. Physics, Biology and Protection* (10:e uppl). St. Louis: Mosby Elsevier
- Carlsson, S., Eiman, M. (2003). Evidensbaserad omvårdnad. Studiematerial för undervisning inom projektet: *Evidensbaserad omvårdnad – ett samarbete mellan Universitetssjukhuset MAS och Malmö högskola*. Hämtad från:  
[http://dspace.mah.se/bitstream/handle/2043/660/rapport\\_hs\\_05b.pdf;jsessionid=2355571F08D67770B681D573D9B29388?sequence=1](http://dspace.mah.se/bitstream/handle/2043/660/rapport_hs_05b.pdf;jsessionid=2355571F08D67770B681D573D9B29388?sequence=1) den 22/12 2014
- Forsberg, C., Wengström, Y. (2008). *Att göra systematiska litteraturstudier* (2:e uppl). Stockholm: Natur & Kultur
- Forsberg, C., Wengström, Y. (2013). *Att göra systematiska litteraturstudier* (3:e uppl). Stockholm: Natur & Kultur
- Friberg, F., (2006). *Dags för uppsats. Vägledning för litteratur baserade examenarbete*. Lund: Studentlitteratur
- Goel, R., Olshan, A., Ross, J., Breslow, N., Pollock, B. (2009). Maternal exposure to medical radiation and Wilms tumor in the offspring: a report from the children's oncology group. *Cancer Causes Control*. 20, (6)957-63.

Grufferman, S., Ruymann, F., Ognjanovic, S., Erhardt, E., Maurer, H. (2009). Prenatal x-ray exposure and rhabdomyosarcoma in children: a report from the childrens oncology group. *Cancer Epidemiology, Biomarkers & prevention*. 18, (4) 1271-6.

Gu, J., Xu, X., Caracappa, P., Liu, B. (2013). Fetal doses to pregnant patient from CT with tube current modulation calculated using Monte Carlo simulation and realistic phantoms. *Radiation protection dosimetry*. 155, (1) 64-72.

Gustin, L., Lindwall, L. (2012). *Omvårdnadsteorier i klinisk praxis* (1:a uppl). Stockholm: Natur & Kultur

Heiervang, KS., Mednick, S., Sundet, K., Rund, BR. (2010). Effect of low dose ionizing radiation exposure in utero on cognitive function in adolescence. *Scandinavian journal of Psychology*. 51, (3) 210-215.

ICRP, 2000. Pregnancy and Medical Radiation. ICRP Publication 84. Ann. ICRP 30 (1).

Ikenoue, T., Ikeda, T., Ibara, S., Otake, M., Schull, WJ. (1993). Effects of environmental factors on perinatal outcome: Neurological development in cases of intrauterine growth retardation and school performance of children perinatally exposed to ionizing radiation. *Environmental Health Perspectives Supplements*. 101, (2) 53-57.

Isaksson, M. (2011). *Grundläggande strålningsfysik* (2:a uppl). Lund: Studentlitteratur

Jankowski, CB. (1986). Radiation and Pregnancy Putting the Risks in Proportion. *The American journal of Nursing*. 86, (3) 260-265.

Kompetensbeskrivning för röntgensjuksköterska (2012). Hämtad från:  
<http://swedrad.webbsajt.nu/> den 10 december 2014

McCollough, CH., Schueler, BA., Atwell, TD., Braun, NN., Regner, DM., Brown, DL., LeRoy, AJ. (2007). Radiation exposure and pregnancy: when should we be concerned? *Radiographics*. 27, (4) 909-17.

Naumburg, E., Bellocco, R., Cnattingius, S., Boice, P., Ekbom, A. (2001). Intrauterine exposure to diagnostic x-ray and risks of childhood leukemia subtypes. *Radiation research*. 156, (6) 718-23.

Nilsson, L., Hamberger, L. (2003). *Ett barn blir till* (4:e uppl). Italien: Albert Bonniers Förlag AB

Osei, E.K., Faulkner, K. (2000). Radiation risks from exposure to diagnostic x-rays during pregnancy. *Radiography* (6) 131-144.

Polit, D.F., Beck, C.T. (2012). *Nursing research: Generating and assessing evidence for nursing practice* (9:e uppl). Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, Wolters Kluwer Health

Rajaraman, P., Simpson, J., Neta, G., Gonzalez, A., Ansell, P., Linet, M., Ron, E., & Roman E. (2011). Early life exposure to diagnostic radiation and ultrasound scans and risks of childhood cancer: case- control study. *British medical journal*. 342, 1-9.

Ray, J., Schull, M., Urquia, M., You, J., Guttmann, A., Vermeulen, M. (2010). Major radiodiagnostic imaging in pregnancy and the risk of childhood malignancy: a population based cohort study in Ontario. *PLoS Medicine*. 7, (9), 1-9.

Reinou, S., Groen, MD., Jin, Y., Bae, JD., Kyoung, J., Lim, MD. (2012). Fear of the unknown: ionizing radiation exposure during pregnancy. *American journal of obstetrics & gynecology* 456-462.

Sand, O., Sjaastad, Ö.V., Haug, E., Bjålie, J.G. (2006). *Människokroppen. Fysiologi och anatomi* (2:a uppl). Oslo: Gyldendal Akademisk

SFS 1988: 220. *Strålskyddslagen*. Hämtad från: [http://www.riksdagen.se/sv/Dokument-Lagar/Lagar/Svenskforfattningssamling/Stralskyddslag-1988220\\_sfs-1988-220/?bet=1988:220](http://www.riksdagen.se/sv/Dokument-Lagar/Lagar/Svenskforfattningssamling/Stralskyddslag-1988220_sfs-1988-220/?bet=1988:220) den 18 november 2014

SFS 2010:659. *Patientsäkerhetslagen*. Hämtad från: [http://www.riksdagen.se/sv/Dokument-Lagar/Lagar/Svenskforfattningssamling/patientsakerhetslag-2010659\\_sfs-2010-659/#K3](http://www.riksdagen.se/sv/Dokument-Lagar/Lagar/Svenskforfattningssamling/patientsakerhetslag-2010659_sfs-2010-659/#K3) den 18 november 2014

Shaw, P., Duncan, A., Vouyouks, A., Ozsvath, K. (2011). Radiation exposure and pregnancy. *Journal of vascular surgery*. 53, (15) 28-34.

SSMFS: 2008:31. *Strålsäkerhetsmyndigheten*. Hämtad från: <http://www.stralsakerhetsmyndigheten.se/Global/Publikationer/Forfattning/SSMFS/2008/SSMFS2008-31.pdf> den 14 april 2014

Strålsäkerhetsmyndigheten. (2012). Hämtad från: <http://www.stralsakerhetsmyndigheten.se/Om-myndigheten/Aktuellt/Nyheter/Okad-anvandning-av-datortomografi-oroar-de-nordiska-stralsakerhetsmyndigheterna/> den 18 november 2014

Strålsäkerhetsmyndigheten. (2013). Hämtad från: <http://www.stralsakerhetsmyndigheten.se/start/Karnkraft/Sa-fungerar-ett-karnkraftverk/Ordlista/> den 18 november 2014

Stålberg, K., Haglund, B., Axelsson, O., Cnattingius, S., Pfeifer, S., Kieler, H. (2007). Prenatal x-ray exposure and childhood brain tumours: a population-based case-control study on tumour subtypes. *British journal of cancer*. 97, (11) 1583-7.

Söderberg, L. (2003). *Mammapraktika, graviditeten vecka för vecka* (2:a uppl). Stockholm: B. Vahlström

Valentin, J. (1987). *En bok om strålning* (1:a uppl). Stockholm: Norstedts Förlag

Vårdhandboken. Personcentrerad vård. Hämtad från: <http://www.vardhandboken.se/Texter/Personcentrerad-varld/Oversikt/> den 14 april 2014

Williams, P.M., Fletcher, S. (2010). Health effects of prenatal radiation exposure. *American family Physician*. 82, (5) 488-493.

Willman, A., Stoltz, P., Bahtsevani, C. (2006). *Evidensbaserad omvårdnad – en bro mellan forskning och klinisk verksamhet* (2:a uppl). Lund: Studentlitteratur



Författare År Land	Titel	Syfte	Metod	Deltagare	Resultat	Kvalitetstyp
H.D Bailey, B.K Armstrong, N.H de Klerk, L. Fritschi, J. Attia, L. Lockwood & E. Milne Australien 2010	Exposure to diagnostic radiological procedures and the risk of childhood acute lymphoblastic leukemia	Att undersöka risken för akut lymfoblastisk leukemi med prenatal röntgenexponering vid diagnostiska undersökningar.	Populationsbaserad fallkontroll studie. Mödrar med barn 0-15 år diagnosticerade med akut lymfoblastisk leukemi intervjuades. Familjer valdes från 10 pediatriska onkologier center	389 i fall och 876 i kontrollgruppen där modern blev tillfrågad vilken röntgeundersökning som utförts under graviditeten (buken, bäcken, ländrygg, njuror) och i vilken trimester respektive undersökning gjorts.	Ingen association mellan en eller flera prenatala röntgenexponeringar och risken att utveckla akut lymfoblastisk leukemi.	Medel
K. Bartley, C. Metayer , J. Ducore & P. Buffler USA 2010	Diagnostic X-rays and risk of childhood leukaemia	Att undersöka risken mellan <i>in utero</i> röntgenstrålning och risk för barnleukemi	Populationsbaserad fall-kontroll studie. Röntgenexponeringsd ata samlades in via intervjuer från mödrar som under graviditeten utfört konventionella röntgenundersökninga r på enstaka kroppsdel eller hela kroppen.	827 i fallgruppen och 1107 i kontrollgruppen var mödrar, vars barn utsatts för strålning vid ett eller flera tillfällen under fosterstadiet.	Inga association kunde konstateras mellan fostrexponering av röntgenstrålning och akut lymfatisk leukemi men en icke- statistiskt signifikant risk för akut myeloid leukemi.	Medel

<p>R. Goel, A.F Olshan, J.A Ross, N.E Breslow &amp; B.H Pollock USA and Canada 2009</p>	<p>Maternal exposure to medical radiatio and Wilms tumor in the offspring: a report from the children´s oncology group</p>	<p>Att undersöka risken mellan diagnostiska röntgenundersökn ingar vid graviditet och utveckling av Wilms tumör i barndomen.</p>	<p>Populationsbaserad fall-kontroll studie. Mödrar till barn upp till 16 år gamla och nyligen diagnosticerade med Wilms tumör intervjuades. Studiepersoner valdes slumpmässigt från registret "Children´s oncology group".</p>	<p>512 i fall och 509 i kontrollgruppen (mödrar till barnen) intervjuades angående röntgenundersökni ngar som utförts under graviditeten (konventionell röntgen, datortomografi, genomlysning, nuklearmedicinska undersökningar).</p>	<p>Ingen association mellan <i>in utero</i> konventionell röntgenexponering eller annan exponering med joniserande strålning och risken för att utveckla Wilms tumör.</p>	<p>Medel</p>
<p>S. Grufferman, F. Ruymann, S. Ognjanovic, E.B Erhardt &amp; H.M Maurer USA 2009</p>	<p>Prenatal x-ray exposure and rhabdomyosarco ma in children: A report from the childrens oncology group</p>	<p>Att undersöka risken för embryonal rhabdomyosarko m efter diagnostiska röntgenundersökn ingar vid graviditet.</p>	<p>Fall-kontrollstudie. Slumpmässigt valda mödrar till barn som var registrerade i "Children´s oncology group", 0-20 år gamla och blivit diagnosticerade med rhabdomyosarkom intervjuades på engelska eller spanska.</p>	<p>322 i fall och 322 i kontrollgruppen (2 fallfamiljer och 6 kontrollfamiljer blev intervjuade) där mamman tillfrågades vilka röntgenundersökni ngar som utförts (bäcken, abdominala, lungor, tänder, rygg, hals, lägre extremiteter) och i vilken trimester de utförts.</p>	<p>Studien visar att det finns en ökad risk för rhabdomyosarkom hos barn vid prenatal exponering av diagnostisk röntgenstrålning. Den största risken förekommer vid prenatal exponering under den första trimestern av graviditeten. (OR: 5,7; 95% CI, 1.2-27.8).</p>	<p>Hög</p>

<p>E. Naumburg, R. Bellocco, S. Cnattingius, P. J. Boice &amp; A. Ekblom Sweden 2001</p>	<p>Intrauterine exposure to diagnostic xray and risks of childhood leukemia subtypes</p>	<p>Att undersöka risken för lymfatisk eller myeloid leukemi i barndomen efter prenatal exponering i samband med diagnostiska röntgenundersökningar</p>	<p>Populationsbaserad fall-kontrollstudie. Slumpmässigt utvalda kontrollpersoner upp till 16 år gamla tagna från det svenska födelseregistret matchades med interventionsgrupp från det svenska cancerregistret som fått röntgenstrålning som foster och blivit diagnostiserade med leukemi mellan år 1973-1989.</p>	<p>624 i fall och 624 i kontrollgruppen som fått röntgenstrålning som foster med olika typer av röntgenexponering (buköversikt, pelvimetri, tandröntgen, skelettröntgen, mammografi, icke-abdominal genomlysning), under alla trimestrar av graviditeten.</p>	<p>Studiens resultat visar att det inte finns en ökad risk att drabbas av leukemi i barndomen till följd av en eller flera röntgenundersökningar som granskades i studien.</p>	<p>Hög</p>
<p>P. Rajaraman, J. Simpson, G. Neta, A. Gonzalez, P. Ansell, M. Linet, E. Ron &amp; E. Roman USA and Great Britain 2011</p>	<p>Early life exposure to diagnostic radiation and ultrasound scans and risks of childhood cancer: case-control study</p>	<p>Att undersöka risken mellan röntgenstrålning samt ultraljud och barncancer.</p>	<p>Populationsbaserad fall-kontrollstudie. Familjer intervjuades och data samlades in via medicinskt register.</p>	<p>3834 familjer i fall och 7619 familjer i kontrollgruppen vars barn utsatts för joniserande strålning (pelvimetri, lungor, abdominala, konventionell röntgen och datortomografi) som foster</p>	<p><i>In utero</i> exponering av abdominal röntgenstrålning påvisade ingen risk för barn att drabbas av cancer, dock en icke-statistiskt signifikant risk för att utveckla leukemi.</p>	<p>Hög</p>

<p>J. Ray, M. Schull, M. Urquia, J. You, A. Guttmann &amp; M. Vermeulen. Canada 2010</p>	<p>Major radiodiagnostic imaging in pregnancy and the risk of childhood malignancy: A population based cohort study in Ontario</p>	<p>Att undersöka risker mellan radiologisk diagnostik och risken att utveckla barn cancer.</p>	<p>Retrospektiv populationsbaserad kohortstudie. Information samlades in från databaser som innehåller index om röntgenexponering.</p>	<p>1,8 miljoner fall (mor/barn) varav 5590 mödrar blev exponerade med röntgenstrålning (datortomografi, nuklearmedicinska undersökningar) under graviditetens alla trimestrar.</p>	<p>Vid uppföljning 9 år senare hade casegruppen utvecklat 1.13 cancer fall/ 1000 personer/ år. I kontrollgruppen 1.56 fall/ 1000 person/ år. Enligt studien är risken för cancer 1 på 10,000.</p>	<p>Hög</p>
<p>K. Stålberg, B. Haglund, O. Axelsson, S. Cnattingius, S. Pfeifer &amp; H. Kieler Sweden 2007</p>	<p>Prenatal x-ray exposure and childhood brain tumours: a population-based case-control study on tumour subtypes</p>	<p>Att undersöka risken för <i>in utero</i> röntgenstrålning och olika typer av hjärntumörer hos barn under 15 år.</p>	<p>Randomiserad fall-kontroll studie. Retrospektivt insamlad data från det medicinska födelseregistret mellan 1975-1984. Slumpmässigt utvalda barn 0-15 år med hjärntumörer.</p>	<p>512 i fall och 524 i kontrollgruppen ingick i studien. Information hittades i både det medicinska registret och sjukhusregistret som innehåller data om antal röntgenexponeringar(abdominala, icke-abdominala) och graviditetsvecka.</p>	<p>Ingen signifikant risk för barn som blivit bestrålade som foster vid abdominala (den rapporterade fosterdosen var mellan 0,1 mGy-4mGy för pelvimetri) och icke-abdominala röntgenundersökningar, dock en icke-statistiskt signifikant risk för att de skulle drabbas av primitiv neuroectodermal tumör.</p>	<p>Hög</p>

## Bilaga 1

