



SAHLGRENKA AKADEMIN
INSTITUTIONEN FÖR VÅRDVETENSKAP OCH
HÄLSA

FOSTERKONSEKVENSER TILL FÖLJD AV RÖNTGENSTRÅLNING

- Vid konventionella och datortomografiska undersökningar i thorax-bukregionen

Terese Lövgren
Tanya Wilfer

Uppsats/Examensarbete:	15 hp
Program:	Röntgensjuksköterskeprogrammet
Nivå:	Grundnivå
Termin/år:	Vt 2020
Handledare:	Agneta Wallin
Examinator:	Maud Lundén
	Institutionen för Vårdvetenskap och hälsa

Förord

Vi vill rikta ett stort tack till alla som hjälpt oss under arbetets gång, samt ett specifikt tack till vår handledare Agneta Wallin för alla bidragande tankeställare som lett till att vi lyckats fullfölja detta arbete.

Terese Lövgren & Tanya Wilfer

Göteborgs universitet 2020

Titel (svensk)	Fosterkonsekvenser till följd av röntgenstrålning – Vid konventionella och datortomografiska undersökningar i thorax-bukregionen
Titel (engelsk)	Fetal consequences following X-rays – In conventional and computed tomographic examinations in the thoracic abdominal region
Examensarbete:	15 hp
Program:	Röntgensjuksköterskeprogrammet
Nivå:	Grundnivå
Termin/år:	Vt 2020
Författare	Terese Lövgren & Tanya Wilfer
Handledare:	Agneta Wallin
Examinator:	Maud Lundén

Sammanfattning:

Bakgrund: När Wilhelm Röntgen upptäckte röntgenstrålningen och dess förmåga att tränga igenom material, utvecklades snabbt bild- och funktionsmedicinen. Tidigt uppmärksammades dock flera fosterskador till följd av röntgenstrålningen, men sedan dess har aktivt arbete skett i syfte att minska skadorna. Skadorna som uppmärksammats var av stokastiskt- eller deterministiskt slag beroende på vilken effekt de har på kroppen utifrån stråldos. Eftersom stråldos inte kunnat mätas till fostret baseras stråldosen från en estimering och trots vetskapen att det finns risker så har antalet röntgenundersökningar på gravida kvinnor ökat markant under åren, vilket därmed medför en ökad strålning till fostret. **Syfte:** Syftet var att kartlägga vilka strålningsinducerade fosterkonsekvenser som kan uppstå till följd av enstaka thorax/bukundersökningar. **Metod:** Arbetet utfördes enligt metoden systematisk litteraturoversikt och har baserats på 14 vetenskapliga artiklar. **Resultat:** Utifrån de olika resultaten i artiklarna uppmärksammades att det är en varierande men låg eller ingen risk för olika konsekvenser som cancer, missfall, missbildningar, prematur födelse och frivilligt avslutade graviditeter. Resultaten visade störst skillnad mellan exponerad- och oexponerad grupp inom konsekvensen att frivilligt avsluta graviditeten, där 4,7 procentenheter fler kvinnor i den exponerade gruppen valde att genomgå abort. Även en förhöjd risk på 3,2 procentenheter att födas för tidigt eller få missfall uppmärksammades i exponeringsgruppen. Aningen förhöjd koppling till AML (blodcancer) sågs även i exponeringsgruppen. Sammantaget var förekomsten av alla konsekvenser väldigt låga. **Slutsats:** Vid korrekt utförda röntgenundersökningar finns det inget starkt belägg för gravida kvinnor att oroa sig för barnets hälsa efter enstaka konventionell eller datortomografisk röntgenundersökning över thorax-bukområdet. Dock finns det okunskap hos blivande mödrar såväl som vårdpersonal gällande röntgenundersökningars effekt på foster. Därav bör det som målsättning föreligga arbete att sprida kunskap och avdramatisera oron för att säkert kunna bemöta kvinnans behov av röntgenundersökning utan att riskera fostrets hälsa.

Nyckelord: X-ray, computed tomography, consequences, fetus

Innehållsförteckning

Förord	2
Inledning	1
Bakgrund	1
Radiologins historia	1
Röntgenstrålningens egenskaper	1
Röntgenstrålningens förmåga att skapa diagnostiska bilder	2
Konventionella röntgenundersökningar	2
Datortomografiska undersökningar	2
Standarddoser vid röntgenundersökningar	3
Stråldosens påverkan på vävnaden	3
Strålskydd	3
Röntgenjuksköterskans ansvarsområde	4
Fosterutvecklingen	5
Fostret och dess strålkänslighet	5
Förhållningssätt vid röntgenundersökning av gravid patient	6
Kunskapsbrist hos personal	6
Problemformulering	7
Syfte	7
Material och metod	7
Litteratursökning	8
Inklusions- och exklusionskriterier	8
Urvalsprocess	8
Kvalitetsgranskning	9
Analys	9
Etiskt övervägande	9
Resultat	10
Cancer	10
Barncancer	10
Blodcancer	11
Missbildningar	11
Kromosomavvikelser	12
Tillväxtrubbningar	12
Minskad kognitiv förmåga	12
Missfall	12

Prematur födelse	13
Ökat behov av omvårdnad	13
Bifynd	13
Frivilligt avslutad graviditet	13
Diskussion	13
Metoddiskussion	13
Resultatdiskussion	15
Kliniska implikationer	19
Fortsatt forskning	19
Konklusion	19
Referenslista	21
Bilaga 1. Söktabeller	25
Bilaga 2. PIO	26
Bilaga 3. Kvalitetsgranskning enligt Friberg (2017b)	26
Bilaga 4. Sammanställning: Kvalitetsgranskning av valda artiklar	26

Inledning

Det finns tillfällen då en gravid kvinna behöver genomgå en röntgenundersökning. Vid dessa tillfällen har författarna till denna studie uppmärksammat rädsorna som uppstår hos en del kvinnor när dem tillfrågas om eventuell graviditet innan en undersökning över bukområdet. Flertalet kvinnor vet inte om de är gravida och många undrar vad konsekvenserna skulle bli om det visade sig vara det. Litteraturöversiktens författare har uppmärksammat att dessa motfrågor dessutom kan göra röntgensjuksköterskor tveksamma och det upplevs överlag finnas en bristande kunskap om vilka konsekvenser röntgenstrålningen har på foster. Därför är det av vikt att uppmärksamma vilka konsekvenser som kan uppstå så röntgensjuksköterskan såväl som den gravida kvinnan skall ha förståelse för vad röntgenundersökningen kan ha för effekter men även hur vanliga eller ovanliga de är. Utifrån denna utgångspunkt kommer studien inte att fokusera på specifika doser utan snarare på vilka konsekvenser som kan uppstå till följd av undersökningar i thorax/bukregionen. Just konsekvenser är mer anpassat för att den gravida kvinnan skall förstå innebörden. Utifrån denna observation har författarna av denna studie valt att undersöka ämnet vidare.

Bakgrund

Radiologins historia

Ursprungligen var det en tysk professor i fysik, Wilhelm Conrad Röntgen, som år 1895 av ren tillfällighet uppmärksammade en genomträngande strålning som hade kapacitet att ta sig igenom material vilket gav upphov till den första röntgenbilden (Axelsson, 2008a). Upptäckten av röntgenstrålningen var starten för helt nya möjligheter att diagnostisera och även om apparaturen än idag är uppbyggd på i stort samma sätt så har tekniken gått igenom en omfattande utveckling (Axelsson, 2008a). Den raska progressionen har gjort att den diagnostiska radiologin i nuläget innefattar och kombinerar många olika röntgentekniker och tillvägagångssätt. Exempel på detta är: konventionell röntgen, angiografi, datortomografi (DT), magnetresonanstomografi (MR), ultraljud, gammakameror och positronemissionstomografi (PET), som alla tillsammans är stommen i bild- och funktionsdiagnostik, enligt Pettersson (2008). De olika röntgenteknikerna ger den radiologiska bilddiagnostiken möjligheterna att undersöka bland annat skelett, lungor, mag- och tarmkanalen, kärlsystemet, organ, mjukdelar och hjärna, vilket enligt Pettersson (2008) ger en snabb och relativ enkel förmåga att fastslå vissa skador eller sjukdomar som inte är möjligt enbart med en klinisk undersökning.

Röntgenstrålningens egenskaper

Det finns flera former av strålning runt om oss, såsom radiovågor eller mikrovågor som båda går under namnet elektromagnetisk strålning. Vilken form av elektromagnetisk strålning det är avgörs av våglängden, det vill säga antal svängningar vågen har samt vågens längd, vilket ger dess frekvens (Isaksson, 2011). Vid högre frekvens av den elektromagnetiska strålningen kan röntgenstrålning skapas som har såpass hög energi att strålarna kan tränga igenom olika material och på sin väg genom vävnaden påverka atomerna (Isaksson, 2011). Atomerna som är byggstenarna i alla grundämnen, inklusive våra kroppar, har en positivt laddad kärna med negativt laddade elektroner som cirkulerar runt. Det är dessa elektroner som kan slås bort om de utsätts för röntgenstrålning, vilket i sin tur får atomerna att förvandlas till joner. Om atomer

omvandlas till joner så beskriver Isaksson (2011) att det kan orsaka skador i exempelvis människokroppens DNA och strålningen kallas på grund av sin effekt för joniserande elektromagnetisk strålning.

Röntgenstrålningens förmåga att skapa diagnostiska bilder

En röntgenbild skapas genom att röntgenstrålningen skickas genom kroppen, där röntgenstrålningen påverkas och reagerar med kroppens atomer innan den passerar vidare och fångas upp av en bilddetektor bakom patienten (Isaksson, 2011). Den röntgenstrålningen som lyckas passera genom kroppens vävnad fångas upp av en bilddetektor som skapar en skuggbild utifrån hur mycket röntgenstrålning varje del av detektorn fått, där mycket strålning blir svart och lite strålning blir vitt. Isaksson (2011) beskriver bland annat att benvävnad bromsar röntgenstrålningen mer än exempelvis luft, vilket resulterar i en tydlig skillnad i gråskalan. Mängden röntgenstrålning som används avgörs av hur mycket massa som skall passeras, dess densitet, samt hur mycket röntgenstrålningens energi bromsas upp på vägen (Isaksson, 2011).

Konventionella röntgenundersökningar

En konventionell röntgenundersökning, ofta känd som "vanlig" röntgen eller en "slätröntgen", är enligt Jonsson (2008) som den primära undersökningen vid exempelvis olyckor, leddskador, ledinflammation eller skador som påverkar skelettet. Jonsson (2008) beskriver nackdelen vid konventionella röntgenundersökningar är risken för överlappning av organ. Det innebär att det kan vara svårt att särskilja strukturer i exempelvis buken då dessa projiceras på varandra och enbart visas som summan av passerad röntgenstrålning. Bushong (2017) menar att konventionell röntgenteknik ger en ger en tvådimensionell skuggbild (2D) av det exponerade området och därav tas vanligen två bilder på området i syfte att skapa en illusion av en 3D-bild för att kunna lokalisera var eventuell skada sitter. Enligt Jonsson (2008) kan konventionell röntgen inte alltid svara på de misstankar eller diagnoser som läkarna önskar och då är det vanligt att bildtagning med datortomografi görs.

Datortomografiska undersökningar

Jonsson (2008) beskriver hur vidareutveckling av konventionell röntgenundersökning lett till nyttjandet av datortomografi (DT). Enligt Jonsson (2008) är det främst datortomografi som används vid akuta fall, till exempel bilolyckor, då DT är en effektiv metod för att snabbt få mycket information vid exempelvis hjärnblödningar, större frakturer eller skador i buken såväl som möjligheten att undvika överlappning. Undersökningar med datortomografi (DT) använder röntgenstrålar som skickas från olika håll, som en solfjäder, och har ett stort antal bilddetektorer som cirkulerar simultant med ursprunget från röntgenstrålarna för att kunna fånga upp röntgenstrålarna (Bushong, 2017). På grund av de flera röntgenstrålarna från olika håll, menar Thilander Klang (2011) att organ framställs ovanpå varandra undviks. Tack vare bildtagningen från olika håll kan en dator med matematiska formler sammanställa flera bilder och kan åstadkomma tredimensionella bilder (3D), det vill säga volymer, som i sin tur hjälper till att särskilja organ ifrån varandra. Bushong (2017) poängterar dock att en DT-undersökning ger avsevärt högre stråldos till patienten än en konventionell röntgenundersökning. Det är på grund av det större antalet bilder som tas för att skapa 3D-bilder och därav menar Bushong (2017) att det är av vikt att tänka på att nyttja strålskyddsåtgärder för att skydda patienten.

Standarddoser vid röntgenundersökningar

Strålsäkerhetsmyndigheten (2015:35) har publicerat standarddoser för olika undersökningar inom konventionell och datortomografi. Dessa ligger till grund för vilka inställningar på röntgenapparaterna som väljs. Standarddoser förklarar Strålsäkerhetsmyndigheten (2015:35) är uträknade utifrån ett genomsnitt av människors kroppsstorlekar samt vilken mängd röntgenstrålning som krävs för att skapa bilder som är bra nog för att ställa diagnos och som påverkar kroppen så lite som möjligt. Isaksson (2011) framhäver däremot att undersökningar i största mån skall anpassas efter aktuell patient och situation för bästa resultat både med avseende på bild och stråldos.

Stråldosens påverkan på vävnaden

Isaksson (2011) beskriver att stråldos till patienten avgörs av mängden massa, där ju större patient desto större stråldos behövs. Därför påverkas stråldosen även av patientens placering menar Isaksson (2011) eftersom det är mindre massa för röntgenstrålningen att passera endast genom en arm än både kroppen och armen. Även antal röntgenbilder som tas påverkar stråldosen skriver Isaksson (2011).

Isaksson (2011) beskriver att röntgenstrålningen påverkar atomerna i kroppen vilket kan orsaka skador i cellerna som atomerna bygger upp. Risken för att cellskador sker menar Isaksson (2011) har med stråldosen att göra. I begreppet stråldos skriver International Commission on Radiological Protection (ICRP, 2000) att utgångspunkten sker från mängden röntgenstrålning som passerar en viss mängd vävnad, som kallas absorberad dos och mäts i enheten Gray (Gy), vilket är en av enheterna som används vid röntgenundersökningar för att beräkna den givna dosen. Isaksson (2011) menar att riskberäkning för skador av röntgenstrålning och även i vardagstal uttrycker stråldos så syftar det till effektiv dos. Den effektiva dosen mäts i Sievert (Sv) och tar hänsyn till hur känsliga olika organ är för röntgenstrålning samt vilken mängd strålning patienten fått och denna enhet ligger grund för vilka risker patienten eventuellt kan få av strålningen (Isaksson, 2011).

Utifrån stråldoser beskriver Needleman och Powell (2016) två typer av strålskador, deterministiska och stokastiska. De deterministiska skadorna uppkommer direkt, ofta genom hög stråldos och ger skada i cellerna vilket kan orsaka celledöd. De stokastiska skadorna uppkommer över tid där skada sker i DNAt som inte lyckas reparera sig eller så reparerar kroppen felaktigt vilket kan orsaka kommande skador såsom cancer. De stokastiska skadorna är mer slumpmässiga och ICRP (2000) beskriver därav att kunskapen om något tröskelvärde till absorberad dos att utgå ifrån inte finns när det gäller cancer eller barncancer 0–15 år.

Strålskydd

Vid tiden för röntgens upptäckt var inte röntgenstrålningens effekter på människan kända. Men snart framträdde kroppsskador på patienterna såväl som personalen som skötte apparaturen (Axelsson, 2008b). Det ledde till insikten att röntgenstrålningen inte kunde användas okontrollerat och att skyddsåtgärder behövde användas (Axelsson, 2008b). Inom medicinsk bildiagnostik finns det tre grundpunkter när det kommer till strålskydd, de är berättigande, optimering samt dosgränser.

Berättigat innebär att det finns goda skäl att utsätta en människa för strålning, vilket innebär en uppskattning om att röntgenundersökningen gör patienten mer nytta än skada (Isaksson, 2011).

Optimering står för mängden röntgenstrålning som krävs för att ställa diagnos samtidigt som det sker ett aktivt försök att begränsa stråldosen som patienten får skriver Isaksson (2011). Isaksson benämner även optimering som en del i en princip som kallas ALARA som står för "As low as reasonably achievable" där röntgendiagnostiken försöker väga strålskaderisken, samt risken att inte undersöka patienten alls. Det är enligt Isaksson (2011) alltid en grundtanke att jobba utifrån aspekten att undersökningen ska göra mer nytta än skada.

Den tredje aspekten Isaksson (2011) tar upp är dosgränser som reglerar risken att strålskador till individer uppstår, dvs. maximala stråldosen en person bör få, dessa appliceras dock främst på personal inom röntgenavdelningen alternativt som riktlinjer. Isaksson (2011) skriver att det alltid är läkarens ansvar att överväga om patienten ska genomgå en röntgenundersökning utifrån strålskyddsprinciperna.

De tre aspekterna angående strålskydd kan emellanåt komma i konflikt med varandra. Exempelvis vid graviditet eftersom det kan vara berättigat för modern att genomföra en röntgenundersökning men inte för fostret. Det är då upp till läkaren att överväga om undersökningen är berättigad samt optimerad om den genomförs (Isaksson, 2011). Om undersökningen anses som genomförbar, det vill säga att den gör mer nytta än skada, så ligger alltid beslutet hos den gravida kvinnan i slutändan. Ingen röntgenundersökning bör genomföras utan kvinnans medgivande först (ICRP, 2000).

Röntgensjuksköterskans ansvarsområde

En röntgensjuksköterska har ansvaret att bemöta patienters olika behov av behandling samt diagnos vid medicinsk bildtagning. För att kunna göra det besitter röntgensjuksköterskan stor kunskap om den radiografiska undersökningen avseende planering, genomförande och även utvärdering. Dessa kunskaper påverkar bildkvaliteten, strålsäkerheten och stråldosen patienten kommer i kontakt med (Svensk Förening för Röntgensjuksköterskor, 2011).

Röntgensjuksköterskan arbetar utifrån författningar, riktlinjer och rutiner. Utifrån dessa ska röntgensjuksköterskan ta ställning till om undersökningen bör genomföras eller ej och har därmed ett ytterst ansvar att verka för patienten. Skulle röntgensjuksköterskan vara osäker om röntgenundersökningen bör genomföras så används specialitläkare inom radiologi för rådfrågning angående tillvägagångssätt och undersökningens etiska försvarbarhet (Svensk Förening för Röntgensjuksköterskor, 2011).

Röntgensjuksköterskan i sitt korta möte med patienten, skall verka för en god och säker vård i samråd med patienten (Svensk Förening för Röntgensjuksköterskor, 2011). För att kunna göra det krävs det att röntgensjuksköterskan har kunskaper så den kan informera kvinnan gällande röntgenundersökningarna såväl som veta hur den skall genomföras på bästa sätt. Om röntgensjuksköterskan som genomför undersökningen besitter dessa kunskaper kan arbetet utföras på ett berättigat samt optimerat vis och lyckas minimera stråldosen (Svensk Förening för Röntgensjuksköterskor, 2011). För att patienten skall kunna vara självbestämmande är det viktigt att röntgensjuksköterskan i sin yrkesroll, med kunskap och gott omdöme, informerar patienten gällande viktig information relaterad till undersökningen. Det är även hennes jobb att ta ställning hur bildtagningen individanpassas utifrån vilka specifika omvårdnadsbehov patienten har (Svensk Förening för Röntgensjuksköterskor, 2011).

Fosterutvecklingen

“Trimester” (u.å.) definieras i Nationalencyklopedin som tremånadersperioder av kvinnans graviditet vilket sammanlagt bidrar till de nio månaderna av en graviditet. Vidare beskriver Nationalencyklopedin att trimestrarna ofta kallas första, andra och tredje trimestern. I de olika trimestrarna sker olika utvecklingsfaser där första trimestern är vecka 1–12, andra trimestern är vecka 13–25 och tredje trimestern är från vecka 26 och framåt (Marshall, Montoye & George, 2018).

Under första trimestern av en graviditet sker mycket inom fosterutvecklingen. Lagercrantz (2001) beskriver hur spermien med mannens gener tar sig in i ägget i kvinnan vid befruktning och gemensamt skapar en grund av arvs massa. Arvs massan innehåller de genetiska DNAkoderna, med de typiska 23 kromosomparen som under fosterutvecklingen byggs samman för att ett barn ska utvecklas i magen. Lagercrantz (2001) beskriver att avvikelser eller skador i kromosomerna kan bidra till att barnet föds med olika missbildningar. När ägget befruktats börjar det dela sig och inom några dagar från befruktningen börjar ägget röra sig från ursprungsplatsen vid äggledaren ned mot livmodern. Cellerna börjar anpassa sig, där vissa anpassas för att skapa moderkaka som ska försörja fostret med det som behövs fram till födelse, samt vissa celler anpassas för att formas till en bebis (Lagercrantz, 2001). Vidare beskriver Lagercrantz (2001) hur cellerna utvecklas och anpassar sig mer under de första veckorna, där vissa celler inriktar sig för att skapa ryggrad och nervceller medan andra börjar skapa vad som så småningom skall bli ett huvud.

Redan under första trimestern menar Lagercrantz (2001) att embryot kan känna beröringar såväl som har fått ett pumpande hjärta. Innan nionde veckan har embryot nästan alla organ skapade och ser mer människolik ut och därav klassas som foster. I slutet av första trimestern brukar fostret vara cirka sju cm långt och väga endast 16 gram och trots sin lilla storlek ha både fingeravtryck och förmåga att göra grimaser eller röra på sig (Lagercrantz, 2001).

I andra trimestern växer fostret snabbare och blir mer och mer livligt (Lagercrantz, 2001). Naglar börjar bildas och fostret övar att gäpa och svälja och det är nu mamman kan börja känna fostrets rörelser menar Lagercrantz (2001). I slutet av andra trimestern har fostret utvecklat lungorna och kommit upp till en vikt närmre 800 gram. Fostret har även utvecklat matspjälkningen så pass att den skulle kunna inta mjölk. Nu skulle fostret kunna överleva vid förtidig födsel, men skulle kräva större vård samt kuvös då fostret fortfarande är så pass ömtåligt och ännu inte lagt på sig någon större mängd fett som kan skydda eller hålla värmen (Lagercrantz, 2001).

I tredje trimestern ökar vikten hos fostret markant och går upp till en vikt runt 3500 gram och hjärnan utvecklas mer (Lagercrantz, 2001). Vidare beskriver Lagercrantz (2001) hur fosterutvecklingen kan påverkas av utomstående faktorer som sjukdomar hos modern eller röntgenundersökningar.

Fostret och dess strålkänslighet

ICRP (2000) beskriver fosterskador till följd av strålning uppmärksammades redan år 1928. Skador som bemärktes var missfall, missbildningar eller påverkan på barnets kommande förmåga att mentalt utvecklas (ICRP, 2000). Efter upptäckten har aktivt förebyggande arbete skett och med bättre apparater samt mer kunskap om strålning har dosen till patienten kunnat minskas och därmed även fosterkonsekvenserna (ICRP,

2000). Gomes, Matias & Macedo, (2015) beskriver att största risken för konsekvenser av strålning är i första trimestern, att den minskar aningen till andra trimestern och att minst strålkänslig är ett foster i tredje trimestern. Trots det skriver både Baysinger (2010) samt Needleman och Powell (2016) att det finns tvetydighet angående vilken effekt strålning kan ha på foster, beroende på hur långt utvecklat det är i livmodern på kvinnan.

En viktig parameter som påverkar stråldosen är storleken på kvinnan. En större kvinna får en högre stråldos än en mindre (Damilakis et al., 2010). Vilket som tidigare nämnt även påverkas av hur kvinnan placeras vid undersökningen. Sammantaget bidrar båda till stråldosen till kvinnan såväl som stråldosen till fostret (Damilakis et al., 2010). Enligt Baysinger (2010) kan stråldos inte mätas till foster, därav baseras stråldosen på en estimering utifrån modalitet, undersökningstyp, undersökningsområde, mängd utsänd strålning och storlek på området som bestrålas. Utifrån estimeringen av alla parametrar sker en beräkning av fostrets eventuella konsekvenser (Baysinger, 2010).

ICRP (2000) beskriver att doser till bukområdet på kvinnan som är över 100mGy, räknas som ett tröskelvärde och kan orsaka deterministiska skador hos foster. Utifrån skaderisken menar ICRP (2000) att underökningar där foster exponeras ska hållas under 100mGy som är lågdos, för att undvika en högre skaderisk. Sadigh, Khan, Kassin och Applegate (2014) beskriver att barn och gravida är extra känsliga för strålning, eftersom det är en förväntad lång livslängd kvar för individen att utveckla tumörer samt att yngre patienter har lättare att få skador av strålning som kan verka tumörfremkallande. Vid lågdosundersökningar av exempelvis extremitet på kvinnan är dosen så pass liten att fostret inte påverkas (Matzon, Lutsky, Ricci & Beredjikian, 2015)

Förhållningssätt vid röntgenundersökning av gravid patient

Av olika anledningar kan det krävas att en gravid kvinna behöver genomgå en röntgenundersökning som utsätter fostret för röntgenstrålning, antingen för att kontrollera kvinnans eller fostrets möjlighet till hälsa. Forskningen visar att det finns skaderisker som kan påverka fosterutvecklingen om de utsätts för röntgenstrålning (Baysinger, 2010). Trots vetskapen om att det finns risker med strålning så har antalet röntgenundersökningar på gravida kvinnor ökat markant under åren och därmed också strålningen till de ofödda barnen enligt Baysinger (2010).

Enligt strålsäkerhetsmyndighetens allmänna föreskrifter och råd om medicinska exponeringar (SSMFS 2018:5) skall alla kvinnor i fertil ålder tillfrågas om graviditet inför en röntgenundersökning. Om graviditet inte kan uteslutas ska en prövning om undersökningens befogenhet göras, viktat mot stråldosen till eventuellt foster och undersökningens angelägenhet (SSMFS 2018:5). Visar det sig att kvinnan är gravid så menar strålsäkerhetsmyndigheten (SSMFS 2018:5) att hon ska upplysas om eventuella risker för fostret.

Kunskapsbrist hos personal

Det är välkänt att höga stråldoser ger strålskador, men Sadigh et al. (2014) menar att det även finns en oro över vilken effekt låga stråldoser har på människor. Det finns ingen bestämd dosgräns när risken för cancer uppstår vid lågdosundersökningar (<100mGy) och utifrån det finns det oro att även lågdos kan bidra till skador (Sadigh et. al, 2014).

Sadigh et al. (2014) undersökte kunskapen hos nyutbildade läkare angående strålkunskaper. Läkarna är dem som skriver remisser till röntgenundersökningar samt har möjlighet att ge patienten den första informationen inför undersökningen. Trots detta fann Sadigh et al. (2014) att läkarna hade bristande kunskap om vilka konsekvenser doser kunde ha på såväl patienter som foster, där lite mer än hälften (61%) upplevde sig ha god kunskap och kunna ge råd gällande strålning till barn eller gravid. Enligt Günalp et al. (2014) kan bristande kunskap hos sjukvårdspersonal leda till otillräcklig information till mamman. Det kan resultera i att kvinnan väljer att riskera sin hälsa genom att avstå röntgenundersökningen eller genomför röntgenundersökningen i tron om att det kan skada hennes barn. Vidare beskriver Buls et al. (2009) att tydlig information angående risker och fördelar borde förmedlas till den gravida kvinnan för att motverka ogrundade rädslor, vilket ger kvinnan möjlighet att adekvat kunna bestämma om hon vill genomgå undersökningen.

Problemformulering

Günalp et al. (2014) menar att det finns en stor okunskap hos de gravida kvinnorna gällande vilka konsekvenser strålning har. Dessutom beskriver Buls et al. (2009) att flertalet gravida kvinnor är oroliga för ovissa konsekvenser. Trots detta beskriver ICRP (2000) att vanligt förekommande röntgenundersökningar som konventionella eller datortomografiska undersökningar, inte ger någon eller väldigt liten risk att fostret får konsekvenser om de utförs på rätt sätt, då mängden röntgenstrålning som nyttjas på senare tid inte är så hög. Sadigh et al. (2014) skriver att även lågdosundersökningar kan orsaka fosterkonsekvenser vilket är i konflikt med ICRPs information.

Med detta i beaktning behövs fosterkonsekvenserna av röntgenstrålning kartläggas tydligare. Med kunskap om vilka konsekvenser som kan uppstå och hur vanliga dem är har röntgensjuksköterskan såväl som annan vårdpersonal större möjlighet att stötta kvinnan inför undersökning. Utan stöttning kan det resultera i att kvinnan avstår från en nödvändig undersökning för att betrygga hennes hälsa (Buls et al., 2009). I röntgensjuksköterskans profession innebär det att verka för en god och säker vård (Svensk Förening för Röntgensjuksköterskor, 2011), men för att röntgensjuksköterskan skall förstå vikten av god vård krävs det medvetenhet om vilka konsekvenser som kan uppkomma om inte stråldosen aktivt reduceras. Det är enligt Matzon et al. (2015) känt att röntgenundersökningar till extremiteter på gravida kvinnan inte påverkar fostret, därav har denna studie valt att begränsa studien till enstaka thorax/bukundersökningar, eftersom det vid dessa undersökningar används högre stråldoser vilket eventuellt kan orsaka fosterkonsekvenser.

Syfte

Syftet var att kartlägga vilka strålningsinducerade fosterkonsekvenser som kan uppstå till följd av enstaka thorax/bukundersökningar.

Material och metod

Metoden som valdes var en strukturerad litteraturöversikt som enligt Segersten (2012) är ett systematiskt sätt att arbeta på, där relevant forskning metodiskt letas fram för att besvara litteraturöversiktens syfte. Litteraturöversikten är lämplig eftersom metoden kan

sammanställa forskning från flera olika studier och därmed ta upp vilka aspekter forskningen är ense eller oense om (Segersten, 2012).

Litteratursökning

Till att börja med gjordes en inledande informationssökning som enligt Östlundh (2017) kan skapa en överblick över forskningsområdet för att strukturera upp syftet för litteraturoversikten samt om det fanns tillräckligt med forskning för att grunda litteraturoversikten på. Vidare inför datainsamling valdes databasen Pubmed som enligt Karlsson (2017) är en medicinsk databas med stort utbud av vetenskapliga artiklar. För att hitta fler relevanta artiklar gjordes även sökningen med samma sökord i Scopus som är den största databasen innehållande referentgranskad forskning inom bland annat medicin och teknik (Elsevier, 2019). Användning av två databaser skriver Östlundh (2017) är ett viktigt led i att arbeta systematiskt och kritiskt granskande vid en litteratursökning.

Sökorden som användes inledningsvis var *consequences*, *radiation* och *fetus*, vilket gav väldigt få träffar. Därav nyttjades PIO (Population, Intervention, Outcome) (Bilaga 2) som är en struktur som används i syfte att identifiera vilka ord och synonymer som är lämpligast i sökningen för att få fram relevanta artiklar (Rosén, 2017). Mesh nyttjades för att hitta deskriptorer att använda som sökord, till exempel *X-ray*, vilket enligt Östlundh (2017) hjälper till att innefatta fler underkategorier utan att behöva precisera dem. Sökningen utfördes som blocksökning utifrån PIO-kategorierna, där orden trunkerades i syfte att inkludera flera variationer på ändelser vilket kan ses i bilaga 1 (Östlundh, 2017). Ord som tillades till ursprungliga sökningen var *risk*, *effect*, *health*, *exposure*, *harm*, *radiography*, *radiological*, *conventional*, *ionizing radiation*, *imaging*, *X-ray*, *CT*, *computed tomography*, *unborn*, *embryo*, *prenatal* och *pregnancy*. Som ett led i kvalitet nyttjades hjälpen av bibliotekarier vid utformningen av sökord för att få ytterligare utomstående perspektiv och som ett led att undvika bias (Friberg, 2017a).

Boolesk söklogik med operatörn OR och AND användes i syfte att kombinera sökorden samt trunkering möjliggjorde träffvariationer på olika ändelser i syfte att systematiskt sträva efter att finna alla artiklar relevanta för ämnet (Östlundh, 2017) (Bilaga 1).

Inklusions- och exklusionskriterier

Kriterier för inkludering och exkludering valdes inledningsvis i litteratursökningen för att snäva in ämnet och minska irrelevanta sökträffar. Artiklar på engelska publicerade inom de senaste 10 åren inkluderades och skälet till åldersspannet var att lyfta fram forskning som är relevant nu och inte vad som har varit relevant tidigare (Östlundh, 2017). Originalartiklar inkluderades medan översiktsartiklar och litteraturstudier exkluderades eftersom litteraturoversikten bygger på originalforskning för att bibehålla en hög kvalitet (Östlundh, 2017). Vidare exkluderas studier som inte var referentgranskade eller inte svarade på syftet: att kartlägga vilka strålningsinducerade fosterkonsekvenser som kan uppstå till följd av enstaka thorax/bukundersökningar.

Urvalsprocess

I enlighet med Östlundh (2017) utfördes ett ställningstagande utifrån relevansen på titlar och abstrakt som hittades i sökningarna, där artiklar som avvek från denna studies syfte plockades bort. För att granska djupare lästes de utvalda artiklarna i fulltext av båda

författarna till denna översikt i enlighet med Friberg (2017a) och en sällningsprocess utfördes av artiklarna från Pubmed såväl som Scopus. Relevanta artiklar sorterades åt sidan och gick vidare till kvalitetsgranskning där nio artiklar från Pubmed samt elva från Scopus sparades efter urvalet. Utav dem återfanns alla nio artiklar i Pubmedsökningen även i Scopussökningen, därav framkom två nya artiklar från Scopus databas efter sällningen (Bilaga 1). Senare i processen kompletterades sökningen ytterligare med nya kombinationer av sökord efter hjälp av bibliotekarie, vilket resulterade i tre nya artiklar från databasen Pubmed.

Kvalitetsgranskning

Kvalitetsgranskning av relevanta artiklar skedde enligt Fribergs (2017b) kvantitativa granskningsfrågor (Bilaga 3). Granskningsfrågorna utvärderade kvalitén utifrån problemformulering, syfte, metodens tydlighet, etiskt godkännande och resonemang samt reflektion om metodens hinder och möjligheter för att övergripande sammanställa kvalitén. Varje fråga i Fribergs (2017b) granskningsmall värderades enligt en skala på 1-3, där författarna av denna studie värderade varje fråga utifrån hur vida artiklarna som granskades svarade på dem.

De 14 artiklar som valdes ut till litteraturöversikten sammanställdes. Sammanställning av kvalitetsgranskningen fördes strukturerat in i en mall för att lättare kunna överblicka samt jämföra artiklarna med varandra (Bilaga 4). Studier som saknade etiskt godkännande och utförde forskning på människor sorterades bort under arbetets gång för att bibehålla vetenskaplig kvalitet (Friberg, 2017a). Däremot valdes fantomstudier att tas med i studien trots bristande etik till följd av begränsat utbud av artiklar. Två artiklar togs bort vid granskning då det visade sig att de avvek från syftet och en valdes bort då det var otydligt om det gällde strålning prenatalt. Vidare exkluderades en artikel som visade sig ha låg vetenskaplig kvalitet såväl som tillförlitlighet enligt granskningsfrågorna (Friberg, 2017b).

Vidare för att täcka bortfallet av artiklar gjordes slutligen tre manuella sökningar via referenslistor av artiklar som lästs i sin helhet. Precis som Willman (2016) framlägger är det ett bra sätt att komplettera sökningarna i databaserna med. Sökningarna resulterade i att tre nya artiklar valdes som var relevanta för ämnet men som ej dykt upp som träff i de tidigare databassökningarna. Östlundh (2017) beskriver manuell sökning som ett sätt att få en bättre översikt och sänka risken för att missa relevanta artiklar.

Analys

Studierna lästes igenom av båda författarna och analyserades för att hitta skillnader och likheter i syften, tillvägagångssätt och resultat för att identifiera övergripande områden samt hitta kategorier som resultatet kan presenteras ifrån (Friberg, 2017a). Med tanke på att artiklarna var av kvantitativt slag var det naturligt att fokus centraliserades på siffror snarare än ord, som Friberg (2017a) påvisar. Utfallet från de valda resultatartiklarna delades upp utefter kategorier utifrån vilka fosterkonsekvenser som uppdagades.

Etiskt övervägande

Under hela metoden lades stor vikt på att alla steg skulle vara uppenbara och dokumenterade så litteraturöversikten skulle kunna göras om på samma sätt igen, som Rosèn (2017) framlägger. Rosèn (2017) utvecklar vidare att trovärdigheten är starkt

kopplat till tydliga beskrivningar av inklusion- och exklusionskriterier. Vidare gjordes sökningarna med ett öppet sinne och utan bestämda åsikter om vilket håll svaret skulle luta åt, eftersom intentionen var att hålla så hög vetenskaplig beskaffenhet som möjligt (Kjellström, 2017). Eftersom ingen av författarna till denna studie har engelska som modersmål så skulle det kunna bidra till missförstånd och felaktig tolkning av artiklarna när det kommer till sökord såväl som granskning och slutsatser (Kjellström, 2017).

Resultat

Resultatet grundar sig på fjorton artiklar som nyttjat kvantitativ studiemetod. När dessa artiklar analyserades fann författarna av denna översikt likheter mellan artiklarna. Utifrån dessa likheter delades resultatet in i sju kategorier; cancer, missbildningar, minskad kognitiv förmåga, missfall, prematur födelse, ökat behov av omvårdnad och bifynd. Flera studier hade en testgrupp som var bestrålad och jämförde med en kontrollgrupp som inte var bestrålad som jämförelse. Resultatet presenteras i procent och OR (oddskvot). Ett OR på 1,0 syftar på normalfall och ett OR som överskrider 1,0 betyder att det finns en koppling mellan exponeringen och utfallet och därmed en ökad risk. Däremot ett OR under 1,0 visar inte på någon förhöjd risk.

Artiklarna innefattar forskning från länderna Frankrike, Danmark, Norge, Sverige, Schweiz, England/Wales, Korea, Grekland, Australien, Iran, Turkiet samt USA. Flera av studierna är fall-kontroll studier medan andra är kohortstudier och alla undersökte konsekvenserna för enstaka röntgenundersökningar. Gemensamt för studierna som bedrev forskning på människor var den statistiska analysmetoden som nyttjades vid sammanställandet och presentationen av resultatet. I de studier som inte var på människor analyserades fosterdosen med programvara för att beräkna den aktuella dosen för olika undersökningar.

En del av artiklarna studerade övergripande om risker eller konsekvenser till följd av strålning i enlighet med deras syften (Guilbaud et al., 2019; Choi et al., 2013; Lim et al., 2016; Economides et al., 2014; Nordenskjöld, Palme & Kaijser, 2015). Andra artiklar hade ett annat primärsyfte till exempel att mäta stråldos eller undersöka kostnadseffektiviteten, men i samband med det även undersökte konsekvenserna för embryo eller foster vid bestrålning (Parmaksiz et al., 2013; Kastenberget et al., 2013; Goldberg-Stein, Liu, Hahn & Lee, 2011; Perisinakis et al., 2014; Chaparian & Aghabagheri, 2013). Som gemensam nämnare riktade flera studier in sig på att undersöka kopplingen mellan röntgenstrålning och risken att utveckla olika former av cancer (Bartley, Selvin, Ducore & Buffler, 2010; Bailey et al., 2010; Rajaraman et al., 2011; Chaparian & Aghabagheri, 2013; Perisinakis et al., 2014; Kastenberget et al., 2013; Tettamanti et al., 2016).

Cancer

Barncancer

Förekomsten av barncancer utvärderades av fem artiklar utifrån ett allmänt perspektiv där flertalet cancerformer inbegreps. Chaparian & Aghabagheri (2013) undersökte risken för barnet att utveckla någon form av barncancer till följd av att mamman vid ett enskilt tillfälle genomgått en konventionell röntgenundersökning av endera ländrygg,

buk eller bäcken under någon av trimestrarna. Från artikeln framgick att det var 0,025% risk för påföljden av barncancer för fostret.

Även studien Perisinakis et al. (2014) visar på en uppskattad cancerrisk för barnet vid en DT av bröstkorgen (vid misstänkt lungemboli) som ytterst minimal både i den första trimestern (0,001%) och den tredje trimestern (0,007%). En annan studie visade också låga siffror som styrker att risken för cancer är mycket sällsynt på 0,012% som påföljd av en DT buk i den andra eller tredje trimestern och genererar endast en extra cancerdöd per 13 699 DT undersökningar (Kastenberg et al., 2013). Goldberg-Stein et al. (2011) beräknade fosterdoser vid DT-undersökningar av buk/bäcken/thorax och visade att 87% av undersökningarna gav en dos på 1-30 mGy, 11% 31-50 mGy och 2% 51-60 mGy. Ingen undersökning gav en dos på över 100 mGy och därmed beräknades undersökningarna inte ge någon ökad barncancer risk (Goldberg-Stein et al., 2011). Samma slutsats visades av Parmaksiz et al. (2013) där en DT-undersökning av buken under de första 17 veckorna där graviditeten var okänd vid undersökningstillfället inte gav så hög dos att det ansågs ge en ökad cancerrisk. Detta trots att den effektiva fosterdosen beräknats vara 3,1 gånger högre än vad tidigare litteratur beräknat (Parmaksiz et al., 2013).

Tettamanti et al., (2016) undersökte om röntgenstrålning under barnets fosterutveckling hade något samband med risken att ett barn utvecklade primära hjärntumörer. Dock fann de ingen ökad risk till följd av konventionell röntgenundersökning i bäcken- eller bukregionen på modern (Tettamanti et al., 2016).

Således visades ingen eller minimala skillnader mellan grupperna helt enhälligt mellan de fem studierna. Alltså kunde inget tydligt samband mellan någon av undersökningarna kopplas till barncancer.

Blodcancer

I tre artiklar studerades fosterkonsekvenser i form av leukemi som är en benämning på blodcancer. Ur analysen framkom det att resultaten avseende leukemi var något växlande. Bailey et al. (2010) visade inte på någon ökad risk för fostret att utveckla leukemi när mamman vid ett isolerat tillfälle undersökts i bukområdet med konventionell teknik eller DT under sin graviditet. Rajaraman et al. (2011) och Bartley et al. (2010) beräknade riskerna separat för Akut Myeloid Leukemi (AML) och Akut Lymfatisk Leukemi (ALL) efter en undersökning under graviditeten.

Efter en (95%) eller två (5%) konventionella röntgenundersökningar av bäcken, buk eller bröstorg sågs ingen ökad risk för ALL-utveckling hos fostren, men en viss ökad risk för AML, med ett OR på 2,44 påvisades (Rajaraman et al., 2011). Däremot visar Bartley et al. (2010) att konventionella undersökningar av gravida där fostret är i strålfältet ger en anings ökad risk för utveckling av ALL (OR 1,2) men ingen ökad risk för AML (OR 0,95). Sammantaget hintar studierna om ett möjligt men mycket litet samband till leukemi.

Missbildningar

När det kommer till konsekvenser i form av missbildningar studerade tre artiklar dess risker och förekomster. Ur den insamlade datan kom det fram att Lim et al. (2016) rapporterade ett OR på 0,96, vilket därmed inte visade någon högre risk för att fostret

skulle få någon form av missbildning på grund av diagnostisk bestrålning avseende första trimestern efter en konventionell undersökning i mammans bukområde. Om undersökningen däremot var en DT av ländrygg, buk eller bäcken i den första trimestern var risken för missbildningar något högre med ett OR på 2,8 (Lim et al., 2016).

Av kvinnorna i studien av Choi et al. (2013) hade 82% gått igenom en konventionell undersökning i bukområdet av antingen ländrygg eller buk och 18% hade genomgått DT-undersökning av buken. Samtliga kvinnor strålades i den första trimestern. Risken för missbildningar för barnet visade sig enligt Choi et al. (2013) vara 1,5 procentenheter högre i testgrupp jämfört med kontrollgruppen (1,9% kontra 0,4% i kontrollgruppen). Å andra sidan visade studien av Guilbaud et al. (2019) att konsekvenserna av enstaka konventionell undersökning (69%) eller enstaka DT-undersökning (31%) i bukområdet i första trimestern istället hade en högre prevalens av missbildningar i kontrollgruppen på 1,8% jämfört med testgruppens 1,5%.

Kromosomavvikelser

Förekomsten av kromosomavvikelser för foster som bestrålats studerades av en av artiklarna. Guilbaud et al. (2019) hävdar att en betydligt högre förekomst av kromosomavvikelser hittades hos testgruppen på 1,57% men inte ett enda fall, alltså 0% i kontrollgruppen med avseende på enstaka undersökning av konventionell teknik (69%) eller DT (31%) i bukområdet utförda under den första trimestern.

Tillväxtrubbningar

Två studier i analysmaterialet berörde tillväxtrubbningar i form av låg födelsevikt och minskat huvudstorlek. En konventionell undersökning i buk- eller bäckenregionen under något tillfälle under graviditeten visade sig medföra en risk för minskad huvudstorlek för fostret på 0,15% (Chaparian & Aghabagheri, 2013). Om undersökningen istället var en DT cystografi i bäckenområdet framgick risken till 0,58%, alltså en ökad risk på 0,43 procentenheter vid DT jämfört med konventionell metod (Chaparian & Aghabagheri, 2013). Inget samband hittades mellan diagnostisk bestrålning i bukregionen och låg födelsevikt vid enstaka DT-undersökningar eller konventionella undersökningar i första trimestern (Guilbaud et al., 2019).

Minskad kognitiv förmåga

Nordenskjöld et al. (2015) undersökte om en konventionell undersökning i form av pelvimetri i sista trimestern av graviditeten kunde ha någon påverkan på barnets kognitiva förmåga under uppväxten i form av lägre betyg i grundskolan. Studien visade inte något som tydde på att barnet skulle ha påverkats negativt i sin mentala utveckling på grund av strålningen, eftersom testgruppen hade en sådan marginell skillnad jämfört med kontrollgruppen att den inte räknas som betydande (Nordenskjöld et al., 2015). Ingen koppling till minskad kognitiv förmåga hittades i litteraturöversikten.

Missfall

Fyra studier tog upp missfall som fosterkonsekvens. Det visade sig vara 3,2 procentenheter högre risk att kvinnan skulle få missfall efter en DT-buk i andra eller tredje trimestern jämfört med en icke bestrålad (4,2% kontra 1%) enligt Kastenberget et al. (2013). Riskerna för missfall i den första trimestern exkluderades i studien. Siffrorna pekar på en viss ökad risk för missfall efter en DT-undersökning i bukområdet.

Economides et al. (2014) fynd baserades på enstaka konventionella undersökningar där majoriteten var thoraxundersökningar. Economides et al. (2014) menar att det inte framkom något missfall när undersökningen utförts under den första eller andra trimestern. Likaså visade Parmaksiz et al. (2013) inte någon ökad risk för missfall med förekomst på 4,4 % sammantaget efter en DT eller konventionell undersökning. Tvärtemot redovisade Guilbaud et al. (2019) att riskerna för missfall innan vecka 22 var något förhöjd med statistik på 7,8% i testgruppen och 7,2% i kontrollgruppen. Den ökade risken åsyftar enstaka undersökningar av konventionell- eller DT-metod (69% och 31%) av bukområdet under den första trimestern (Guilbaud et al., 2019).

Prematur födelse

Endast en artikel studerar riskerna att barnet skulle födas för tidigt relaterat till en DT-bukundersökning under fosterutvecklingen. Kastenberget al. (2013) påvisade att risken för denna konsekvens var 13,5% jämfört med normen på 12%, alltså en ökning på 1,5 procentenheter.

Ökat behov av omvårdnad

Studien av Choi et al. (2013) påvisade att efter mödrarna gått igenom en konventionell undersökning i bukområdet (82%) eller en DT-undersökning i bukområdet (18%) under den första trimestern behövde 4,9% av testgruppens nyfödda barn läggas in på neonatalavdelningen. Jämfört med kontrollgruppens 1,7% ger det en skillnad på 3,2 procentenheter fler i testgruppen (Choi et al., 2013). Det framgick dock inte i studien vad som var den bakomliggande orsaken till att de nyfödda behövde ökad omvårdnad av detta slag.

Bifynd

Frivilligt avslutad graviditet

En studie fann tydligt framträdande skillnad i prevalensen av frivilligt avslutade graviditeter i testgruppen på 7,8% kontra 3,1% i kontrollgruppen (Guilbaud et al., 2019). Guilbaud et al. (2019) påpekar att ingen i testgruppen hade fått rekommendationer att avbryta sin graviditet eftersom riskerna för fosterkonsekvenser ansågs vara mycket låga när det gäller enstaka konventionella undersökningar eller DT-undersökningar i bukområdet.

Diskussion

Metoddiskussion

Litteraturöversikten var i enlighet med Segersten (2012) ett effektivt sätt att strukturerat leta fram artiklar som belyste denna studies syfte, såväl som en metod att enhetligt sammanställa likheter och skillnader i den insamlade kunskapen.

Att använda två databaser för att leta artiklar menar Östlund (2017) är ett kvalitetstänk. Valet av databaserna visade sig ha väldigt lika resultat, där alla artiklar från Pubmed kunde återfinnas i den största databasen Scopus (Elsevier, 2019). Därav kunde eventuellt Pubmed bytts ut mot en annan databas som eventuellt hade lett till ett annat utbud av artiklar och kanske större variation på artiklar till resultatet. Däremot kan det

slutledas som en styrka att artiklarna hittades på båda ställen, eftersom det kan tyda på väletablerade sökord samt att artiklarna uppfyller båda databasers krav för att inkluderas.

De inledande sökord som användes gav inga lyckade träffar och nyttjandet av PIO enligt Rosèn (2017) var ett hjälpmedel att gemensamt utforma vilka sökord som var relevanta för det valda syftet. Trots detta blev det problem med sökningarna eftersom vinklade ord som enligt Östlundh (2017) kunde leda till partiskhet och det rådde olika uppfattning om vilka ord som borde inkluderas. Inspirationen till sökorden kom inledningsvis från olika reviewartiklar och bearbetning av meshtermer. Efter överläggning med kunnigare på ämnet, bibliotekarier, kunde nya sökord tas fram samt en utomstående synpunkt på valda sökord. Sökorden började som en svaghet men efter det andra perspektivet upplevdes sökorden senare som en styrka för studien.

Inledande inkludering och exkluderingskriterier sattes men under förloppet möttes svårigheter då inkluderingen på artiklar inom tio år resulterade i enbart ett fåtal originalartiklar men betydligt fler reviewartiklar. Inkluderingen på tio år hade möjligen kunnat utökas då det hade varit enklare att hitta artiklar från tidigare år. Dock ville författarna av denna studie framhäva resultat relevanta för årtiondet då röntgenutrustningen förnyas, riktlinjer ändras och ny forskning framkommer i linje med Östlundh (2017). En svaghet som uppmärksammades senare vid kvalitetsgranskningen var att flera artiklar var retrospektiva vilket tyvärr innebar att inte alla studier baserades på nyare modeller av röntgenutrustning som var grundtanken. Det uppmärksammades även att en eventuell exkludering av deterministiska effekter kunde ha satts, i syfte att få ett mer enhetligt och relevant resultat som är mindre beforskat och bidrar till mer ny kunskap.

Vid titel- och abstraktläsning valde författarna av denna studie att inkludera alla artiklar som kunde vara relevanta med inställning att hellre inkludera än att avfärda, för att behålla det öppna perspektivet och inte forcera processen (Friberg, 2017a). Det gjordes i syfte att gemensamt diskutera relevansen samt undvika förlusten av eventuellt större antal artiklar som kunde varit aktuella. Denna noggrannhet medförde en större tidsförlust men ledde till en trygghet då båda författarna var överens om att de artiklar som valdes uppfyllde inkluderingskriterier samt svarade på syftet.

Urvalet av artiklar utgick ifrån om de belyste vårt syfte. Vid osäkerhet fördes diskussion mellan författarna vilket ledde till ökad förståelse för de svårtolkade artiklarna. Att inte vara ensam om ett arbete är en styrka enligt Friberg (2017a). Artiklar från hela världen inkluderades, vilket tyder på opartiskhet. Artiklar som delvis tog upp vårt syfte i resultatet inkluderades men enbart den data som specifikt kunde utläsas som relevant för översikten. Ett exempel på detta är Tettamanti et al. (2016) som tittade på strålning prenatalt samt postnatalt. Dock valdes vissa studier bort då det inte med säkerhet kunde påvisas att det gällde bestrålning prenatalt.

Författarna av denna översikt tog med fantomstudier utan etiskt godkännande och enstaka studier med låg kvalitet eftersom de hade relevanta resultat. Om metod och urval av deltagare i artiklarna ej var noggrant utfört låg detta till stor grund varför det valdes att benämna artikeln som låg kvalitet. Att inbegripa dessa artiklar med låg kvalitet bidrar tyvärr inte till ett starkt resultat i denna studie, precis som Rosèn (2017) påtalar. Däremot belyser varje artikel något av relevans för vår studie. Därför bör resultatet tas

med bakgrundskvalitén i åtanke eftersom studiernas kvalitet påverkar tillförlitligheten i litteraturoversikten (Henricson, 2017).

När det gäller manuell sökning beskriver Östlundh (2017) det som ett sätt att lokalisera relevanta forskningsartiklar som ger en mer vetenskaplig grund i resultatet. Dock skulle det kunna medföra en risk att annat relevant material missas då manuellt sökande handplockats. Handplockade artiklar som utgick från andra studier hade dessutom en tendens att fortsätta belysa samma resultat, vilket kan bidra till en viss vinkling av resultatet.

Vid sammanställningen av resultatet fick viss data omvandlas i syfte att bibehålla den röda tråden och framhäva skillnader eller likheter. I efterhand upptäcktes att även om artiklarna kvalitetsgranskats enligt samma mall så hade delar av data presenterats på olika sätt vilket gjorde dem omöjliga för en utomstående som inte läst artiklarna att kunna jämföra dem. Dock fanns det undantag då exempelvis Bartley et al. (2010) inte benämner antalet barn i studien, utan utgår från odds jämfört med normen, vilket kan framstå som missledande.

För att skapa en reproducerbarhet har tillvägagångssättet stegvis dokumenterats (Rosen, 2017). Författarna ser eventuella svagheter i reproducerbarheten när det kommer till den mänskliga faktorn att tolka in vad engelska artiklar handlar om. Eftersom engelska inte är modersmålet för översiktens författare så kan detta eventuellt påverka vilka artiklar som går vidare till kvalitetsgranskning. Däremot om en person med större kunskap på ämnet uppfattar att fler artiklar har ämnesrelevans för fosterkonsekvenser kan det eventuellt resultera i att författarna av denna studie felaktigt exkluderat någon enstaka artikel.

För ett mer sammanhängande arbete kunde det varit bra att fokusera på cancerrisken enbart, speciellt då författarna av detta arbete under studiens gång uppfattat att det bedrivs mycket forskning om cancer just nu. Detta hade lett till ett mindre spretigt resultat och eventuellt en möjlighet att presentera ett resultat med mer tyngd och kredibilitet, förutsatt att tillräckligt material finns tillgängligt.

Resultatdiskussion

Riskerna och effekterna för fostret ökar med den givna stråldosen som påverkas av metod, position, storleken på kvinnan och i vilken graviditetsvecka bestrålningen sker (Needleman och Powell, 2016). Studierna som tog upp barncancer som en fostereffekt till följd av bestrålning under fosterutvecklingen visade helt enhälligt att risken var extremt låg oavsett vald metod med flertalet mycket låga procentsatser avseende ökad risk för barnet (Chaparian & Aghabagheri, 2013; Parmaksiz et al., 2013; Goldberg-Stein et al., 2011; Perisinakis et al., 2014; Kastenberget et al., 2013; Tettamanti et al., 2016). Sammantaget dras slutsatsen att risken för barncancer är så pass liten att den i princip skulle kunna klassas som obefintlig. Dock ska det tilläggas att resultatet att primära hjärntumörer inte kunde kopplas till bestrålning under graviditet inte är tillräckligt grundade eftersom endast Tettamanti et al. (2016) forskade om ämnet.

Anledningen till att siffrorna och resultatet påvisar en extremt låg risk eller ingen risk alls avseende barncancer skulle kunna vara att stråldoserna i alla dessa fall ligger långt under tröskelvärdet på 100mGy, där risk för påverkan och skador anses vara (ICRP,

2000) vilket därmed inte genererar några deterministiska strålskador enligt Needleman och Powell (2016). Studien från Goldberg-Stein (2011) och Parmaksiz et al. (2013) kom fram till samma slutsats och poängterade att ingen av DT-undersökningarna gav fostret en dos på över 100mGy och därmed fanns ingen ökad risk.

Att en DT buk visade sig ge en 3,1 gånger högre fosterdos i studien Parmaksiz et al. (2013) än den litteratur som studien jämförde med uppfattades som mycket intressant av författarna till den här litteraturöversikten. Troligtvis kan en orsak ha varit att kvinnornas graviditeter inte varit kända vid undersökningen och därmed inga stråldosreducerande protokoll använts. En röntgensjuksköterska ska arbeta på ett optimerat vis och individanpassa undersökningen efter personliga omvårdnadsbehov (Svensk Förening för Röntgensjuksköterskor, 2011). Därmed är det mycket viktigt för röntgensjuksköterskan att veta om en patient är gravid för att kunna tillgodose sådana behov av anpassning av undersökningar eller lågdosprogram.

Needleman och Powell (2016) beskriver att cancer tillhör en av de skadorna från strålning som är stokastiska och tar längre tid till manifestation. Rörande leukemi studerades de akuta typerna ALL och AML där det övergripande resultatet för både konventionella undersökningar och DT-undersökningar var något delat. Studien av Bailey et al. (2010) hittade inte någon ökad risk alls, Rajaraman et al. (2011) påvisade en liten förhöjd risk för AML men ingen för ALL medan artikeln av Bartley et al. (2010) visade tvärtom. Studierna redovisade endast en liten ökad risk kopplat till enstaka konventionella undersökningar och inte till DT. Ingen utav artiklarna undersökte konsekvenserna för de olika trimestrarna separat utan slog ihop riskerna till en gemensam riskbild. Även om resultatet visar en liten eventuellt ökad risk för leukemi är det ändå siffror som är mätbara och som visats av flera separata studier från olika delar av världen, i det här fallet USA, Australien och England. Men med tanke på de låga siffrorna är det svårt att dra tydliga slutsatser av resultatet och hitta paralleller till dess betydelse. Dessutom upplever författarna till denna översikt att det var oväntat att antydning för en ökad risk enbart gällde konventionella undersökningar och inte DT eftersom den senare genererar en betydligt högre stråldos.

Det har visat sig att strålning under fosterutvecklingen skulle kunna påverka den mentala utvecklingen (ICRP, 2000). Eftersom litteraturöversikten inte visade på konsekvenser av detta slag grundat på Nordenskjöld et al. (2015) är det inte möjligt att helt slå fast resultatet som baserats på en artikel. Studien av Nordenskjöld et al. (2015) har enbart undersökt pelvimetriska undersökningar och inte kontrollerat om kvinnorna gått igenom andra radiologiska undersökningar under graviditeten, vilket kan ha påverkat resultatet. Resultatet uppfattas ändå om troligt eftersom det är allmänt känt att foster är som allra känsligast i den första trimestern och Nordenskjöld et al. (2015) syftar på bestrålning i slutet av graviditeten.

Gomes et al. (2015) nämner att strålning under graviditeten skulle kunna påverka fostret i form av missbildningar av olika slag. Missbildningar verkade framstå med en anings ökad prevalens sammantaget om undersökningarna utförts i den första trimestern. Även om Lim et al. (2016) inte hittade något samband för missbildningar och Guilbaud et al. (2010) visade på en 0,3 procentenheter högre förekomst i kontrollgruppen, visade Choi et al. (2013) en ökad risk på 1,5% skillnad för testgrupperna kontra kontrollgrupperna. Siffrorna tyder på att det möjligtvis finns ett samband. Det bör tas i beaktande att Choi

et al. (2013) som var den studien med den högsta siffran på 1,5 procentenheter högre risk enbart hade 115 kvinnor i sin testgrupp, vilket troligtvis påverkar resultatets dignitet. Att artiklarna som studerar missbildningar endast fokuserar på foster bestrålade i den första trimestern gör å andra sidan att slutsatsen att det skulle kunna finnas ett mindre samband får högre dignitet. Just att risken för fostret inte är konstant utan ändras beroende på vilken del av graviditeten som bestrålningen sker är något som Baysinger (2010) problematiserar.

Avseende kromosomavvikelser så har resultatet från Guilbaud et al. (2019) visat en liten antydning till ökad förekomst hos den bestrålade gruppen där 1,57% av testgruppen visade på kromosomavvikelser men 0% i kontrollgruppen. Siffrorna i det här fallet kan ifrågasättas med motiveringen att grupperna i studien inte innehåller tusentals av deltagare. Ändå bidrar studiens höga kvalitet till att fynden ändå ger en viss tyngd och skulle kunna ge en hint om ett samband. Ändock måste det poängteras att studien av Guilbaud et al. (2019) var ensam om att undersöka kromosomavvikelser och därför kan inga tydliga slutsatser dras.

Fortsättningsvis har missfall och tillväxtrubbningar visat sig vara eventuella fostereffekter som har associerats till strålning under fosterutvecklingen (Gomes et al., 2015). Litteraturoversikten har inte kunnat visa på någon koherens att barn generellt skulle födas med lägre vikt associerat till varken konventionella undersökningar eller DT-undersökningar. Även om Chaparian och Aghabagheri (2013) har uppskattat att risken att födas med mindre huvudomkrets efter en DT buk var 0,6%, är resultatet långt ifrån konkret för att komma till någon slutledning angående strålningens roll. Vidare är resultaten svårtolkade när till exempel Chaparian och Aghabagheri (2013) enbart har en procentsats avseende risken, men inte har någon siffra med normalfall att jämföra med. Det problematiserar således en logisk följd. Med dessa uppgifter drar översiktens författare slutsatsen att det inte finns tillräcklig med underlag för att framhäva någon konsekvens av tillväxtrubbningar.

Avseende missfall var utgångspunkten i artiklarna åtskilda eftersom Guilbaud et al. (2019) fokuserade på risken för missfall innan vecka 22, Parmaksiz et al. (2013) innan vecka 17, Kastenberget al. (2013) efter den första trimestern och Economides et al. (2014) tog upp risken överlag under hela graviditeten. Övergripande kunde fler missfall hos testgruppen hittas med 3,5 procentenheter från Kastenberget al. (2013) och 0,6 procentenheter från Guilbaud et al. (2019). Studien av Kastenberget al. (2013) som exkluderade missfall i den första trimestern fångade intresset lite extra eftersom missfall har absolut högst risk i just första trimestern i graviditeten. Så skillnaden på den allmänna risken för missfall efter första trimestern på 1% jämfört med risken på 4,5% efter en DT buk uppfattas som påtaglig och definitivt som fynd värda att lyftas fram. Ändock så ska det poängteras att det enbart är Kastenberget al. (2013) som hävdar en större skillnad och som inte uppfyller kriterierna för att klassas som en studie av hög kvalitet. Att Economides et al. (2014) och Parmaksiz et al. (2013) inte visade på något samband påverkar också resultatets betydelse. Att flera studier visar på en ökad risk ska alltså noteras.

En vanlig orsak till att barn blir inlagda på neonatalavdelningen är till följd av för tidig födsel. En ökad risk för förtidig födsel, såväl som inläggning på neonatalavdelning, är en följd som forskarna hittade och härledde till DT-undersökningarna. Det kan möjligen

tyda på att den högre stråldosen vid datortomografi kan ha en påverkan (Bushong, 2017). Forskarna har möjligen undersökt samma konsekvens men förklarat det på olika sätt. Det är heller inte givet att alla prematurt födda barn behöver läggas in på neonatal och det framgår inte om barnen i artiklarna både var prematurer och dessutom i behov av eftervård (Choi et al., 2013; Kastenberget al., 2013). Likheter skulle kunna ses mellan kroppens reaktion och strålning, men då artiklarna har bristande information om fallen kan inga slutsatser med säkerhet dras. Studien Kastenberget al. (2013) som behandlade prematur födsel visade en ökning på 1,5 procentenheter i exponeringsgruppen. Choi et al. (2013) visade en ökning på 3,2 procentenheter jämfört med kontrollgruppen som behövde eftervård. Det innebär att dubbelt så många fick eftervård enligt Choi et al. (2013), dock är båda siffrorna låga och baseras på ett mindre antal studiedeltagare. Likheten som fanns mellan artiklarna var undersökningsmetoden DT, vilket möjligen kan antyda att högre stråldos kan påverka den gravida kroppen genom att sätta igång förlossningen. Om så är fallet är det av vikt att röntgensjuksköterskan försöker begränsa mängden strålning fostren blir utsatta för, även om det är enstaka undersökningar. (Svensk Förening för Röntgensjuksköterskor, 2011). Det bör dock nämnas att ingen studie har tagit med kvinnans mående i beräkning vid röntgenundersökningarna. Pike (2005) beskriver hur kvinnans stressnivåer kan påverka hormonerna och få kroppen att stöta ut fostret. Vidare beskriver Pike att stressen kan vara till grund av flera olika orsaker. Med kvinnans mående i åtanke är det av vikt att överväga om den prematura födelsen var till följd av röntgenstrålningen eller snarare till följd av kvinnans stressnivåer.

Buls et al. (2009) belyser problematiken att kvinnor kan vara mycket bekymrade över strålningens inverkan på deras ofödda barn. Ett bifynd som gjordes i litteraturöversikten var att 4,7 procentenheter fler av kvinnorna i testgruppen valde att frivilligt avsluta sin graviditet till följd av röntgenundersökning (Guilbaud et al., 2019). Det var den största skillnaden mellan test- och kontrollgrupp av alla konsekvenser som tagits upp. 4,7% är en ganska hög procent av en konsekvens som inte nödvändigtvis hade behövt ske. Detta leder därmed till en negativ effekt som inte är till följd av strålningen i sig, utan snarare oron och okunskap om hur liten risken är att fostret skulle födas med en skada. Studien av Popić et al. (2016) stärker fynden och visade att 6,7% av kvinnorna valde att avsluta sin graviditet efter en radiologisk undersökning, trots att de fick rekommendationen att inte göra det. Valet till abort kan aktivt motverkas genom att mödrar blir mer informerade innan undersökningen med strålning görs. Günalp et al. (2014) beskriver inkompetensen hos viss vårdpersonal som därav bidrar till bristande vägledning till patienten. Får patienten inte tydlig och korrekt information så kan valet inte vara välgrundat, vilket kan påverka den gravida kvinnan att ta ett beslut hon senare kan komma att ångra, med både utfall att kvinnan avstår sitt eget behov av diagnos (Buls et al., 2009) eller avslutar sin graviditet trots avsaknad av rekommendation från läkare.

Då inget av resultaten sammantaget vågar hävda någon risk för deterministiska skador och visar en låg risk att utveckla konsekvenser för fostret så är det av vikt att vara medveten om de slumpmässiga skadorna som kan visa sig senare (Needleman och Powell, 2016). Med utgångspunkten i ALARA-principen (Isaksson, 2011) bör läkare som skriver remisser på radiologiska undersökningar till gravida kvinnor noggrant ta ställning till om det finns alternativa sätt att ställa diagnos, som inte kan ge några negativa konsekvenser till fostret. Tar läkaren beslutet att röntgen är den bästa metoden så bör

röntgensjuksköterskor arbeta för att minimera den lilla risken för konsekvenser som finns gällande nutidens undersökningar. Dessutom bör doserna fortsättningsvis hållas nere så sjukvårdspersonalen alltid arbetar utifrån principen "att inte göra skada" och därmed professionellt stå för tillvägagångssättet inom vården.

Trots att resultatet i den här litteraturöversikten visar på mycket låga siffror är det inte säkert att resultatet är överförbart överallt eftersom studier från Afrika och Sydamerika saknas och Asien är otillräckligt representerat. I bästa fall har alla den nyaste utrustningen med lågdosprogram och då är dosen till fostret liten och därmed riskerna såhär låga. Men troligtvis är det inte så överallt och för länder/områden som har äldre utrustning är riskerna antagligen högre än vad litteraturöversikten kommit fram till.

Kliniska implikationer

Vid korrekt utförda röntgenundersökningar med utgångspunkt i berättigande och optimering finns det inget starkt belegg för gravida kvinnor att oroa sig för barnets hälsa till följd av någon enstaka konventionell eller datortomografisk röntgenundersökning i thorax/bukregionen. Men eftersom det finns en liten prevalens för skador är det viktigt att vården gör allt de kan för att minimera risken för konsekvenser för foster. Via ökad medvetenhet och kunskap om fosterkonsekvenser hoppas författarna av denna studie att röntgensjuksköterskor kan genomföra korrekt utförda undersökningar utifrån ALARA-principen och därmed minska eventuella risker såväl som att verka för att lindra kvinnors oro genom att förmedla tydlig information avseende fosters påverkan. Därav är det av vikt att vårdpersonal tar del av denna kunskap så den kan förmedlas vidare till patienterna.

Fortsatt forskning

Det bedrivs mycket forskning på ämnet och har gjorts under många år, vilket lett till betydligt färre fosterkonsekvenser till följd av enstaka röntgenundersökningar än vad det var förr. Trots detta finns det ändå en risk för gravida kvinnor att genomgå röntgenundersökningar i thorax-bukområdet och om det bedrivs mer forskning på ämnet kunde eventuellt risken bli obefintlig. Det bör dock tänkas på att även om ett sätt att skydda fostret helt från strålningsinducerade skador hittas betyder det inte att den mänskliga faktorn med okunskap eller misstag inte kan uppstå. Därav finner författarna av denna studie att det är av vikt att även utforska människornas påverkan och deras kunskap. Som bifynd i denna studie uppmärksammades okunskap och oro hos både personal och gravida kvinnor gällande konsekvenser till följd av röntgenundersökningar. Resultatet från denna litteraturöversikt och studien från Popić et al. (2016) visar att en sådan oro kan ge stora konsekvenser för fostret. Därav bör det bedrivas mer forskning på gravida kvinnors upplevelse och kunskap gällande konventionella och datortomografiska röntgenundersökningar och hur man kan lindra oron. Om vidare forskning kan kartlägga oron och dess samband med kunskap hos personal och gravida patienter, kan eventuell frivillig avslutad graviditet vara en ickekonsekvens i framtiden.

Konklusion

Det finns enighet att vissa konsekvenser kan uppstå till följd av att fostret blir utsatt för strålning i livmodern. Trots att alla artiklar tar upp olika konsekvenser och graderar dem i hur sannolikt det är att de manifesteras är alla överens om att både de deterministiska effekterna såväl som de stokastiska effekterna knappt är värda att framhäva eftersom

frekvensen av dem är enstaka fall om röntgenundersökningarna görs på korrekt vis. Dock kan det finnas okunskap och obefogad rädsla hos de blivande mödrarna gällande röntgenundersökningars effekt på foster. Som målsättning bör det föreligga arbete att avdramatisera oron gällande röntgenundersökningar och se möjligheterna att säkert bemöta kvinnans behov av röntgenundersökning utan att riskera fostrets hälsa.

Referenslista

- Axelsson, B. (2008a). Röntgen. I Aspelin, P & Pettersson, H (red.). (2008). *Radiologi*. (s. 27–30). Lund: Studentlitteratur.
- Axelsson, B. (2008b). Strålskydd. I Aspelin, P & Pettersson, H (red.). (2008). *Radiologi*. (s. 31–34). Lund: Studentlitteratur.
- Bailey, H. D., Armstrong, B. K., de Klerk, N. H., Fritschi, L., 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), 2897–2909. doi:10.1158/1055-9965.epi-10-0542
- Bartley, K., Metayer, C., Selvin, S., Ducore, J., & Buffler, P. (2010). Diagnostic X-rays and risk of childhood leukaemia. *International journal of epidemiology*, 39(6), 1628–1637. doi:10.1093/ije/dyq162
- Baysinger, C. (2010). Imaging During Pregnancy. *Anesthesia & Analgesia*. 110(3), March 2010, (s. 863–867). doi:10.1213/ANE.0b013e3181ca767e
- Buls, N., Covens, P., Nieboer, K.H., Schuerbeek, P.V., Devacht, P., Eloot, L., & Mey, J.D. (2009). Dealing with pregnancy in radiology: a thin line between science, social and regulatory aspects. *JBR-BTR: organe de la Societe royale belge de radiologie (SRBR) = orgaan van de Koninklijke Belgische Vereniging voor Radiologie*, 92 (6), 271–279.
- Bushong, S.C. (2017). *Radiologic science for technologists: physics, biology, and protection*. (11. ed.) St. Louis, Mo.: Elsevier.
- Chaparian, A., & Aghabagheri, M. (2013). Fetal radiation doses and subsequent risks from X-ray examinations: Should we be concerned? *Iranian journal of reproductive medicine*, 11(11), 899–904.
- Choi, J. S., Han, J. Y., Ahn, H. K., Ryu, H. M., Kim, M. Y., Chung, J. H., ... Nava-Ocampo, A. A. (2013). Foetal and neonatal outcomes in first-trimester pregnant women exposed to abdominal or lumbar radiodiagnostic procedures without administration of radionucleotides. *Internal Medicine Journal*, 43(5), 513–518. doi:10.1111/imj.12043
- Damilakis, J., Perisinakis, K., Tzedakis, A., Papadakis, A. E., & Karantanas, A. (2010). Radiation Dose to the Conceptus from Multidetector CT during Early Gestation: A Method That Allows for Variations in Maternal Body Size and Conceptus Position. *Radiology*, 257(2), 483–489. <https://doi.org/10.1148/radiol.10092397>
- Economides, S., Boziari, A., Vogiatzi, S., Hourdakis, K. J., Kamenopoulou, V., & Dimitriou, P. (2014). Prevention of and response to inadvertent exposure of embryo/fetus to ionizing radiation, due to medical exposure of the mother. The Greek regulatory authority initiatives. *Physica Medica*, 30(2), 155–159. doi:10.1016/j.ejmp.2013.04.005

- Elsevier. (2019). *What is Scopus Preview?* Hämtad 2020-02-06 från https://service.elsevier.com/app/answers/detail/a_id/15534/supporthub/scopus/#tips
- Friberg, F. (2017a) Att göra en litteraturoversikt. I F. Friberg (red.), *Dags för uppsats: vägledning för litteraturbaserade examensarbeten*. 3:e uppl. (s.141-152). Lund: Studentlitteratur.
- Friberg, F. (2017b). Bilaga III: Granskningsfrågor för kvalitativa respektive kvantitativa studier. I F. Friberg (Red.), *Dags för uppsats: Vägledning för litteraturbaserade examensarbeten*, 3:e uppl. (s. 187–188). Lund: Studentlitteratur.
- Goldberg-Stein, S., Liu, B., Hahn, P. F., & Lee, S. I. (2011). Body CT During Pregnancy: Utilization Trends, Examination Indications, and Fetal Radiation Doses. *American Journal of Roentgenology*, 196(1), 146–151. <https://doi.org/10.2214/ajr.10.4271>
- Gomes, M., Matias, A., & Macedo, F. (2015). Risks to the fetus from diagnostic imaging during pregnancy: review and proposal of a clinical protocol. *Pediatric Radiology*, 45(13), 1916–1929. doi:10.1007/s00247-015-3403-z
- Guilbaud, L., Beghin, D., Dhombres, F., Blondiaux, E., Friszer, S., Ducou Le Pointe, H., ... Jouannic, J.-M. (2019). Pregnancy outcome after first trimester exposure to ionizing radiations. *European Journal of Obstetrics & Gynecology and Reproductive Biology*, 232, 18–21. doi:10.1016/j.ejogrb.2018.11.001
- Günalp, M., Gülünay, B., Polat, O., Demirkan, A., Gürler, S., Akkas, M. & Aksu, N. M. (2014) Ionising radiation awareness among resident doctors, interns, and radiographers in a university hospital emergency department. *Radiol med* 119, 440–447. doi:10.1007/s11547-013-0374-8
- Henricson, M. (2017). Diskussion. I M. Henricson (Red.), *Vetenskaplig teori och metod. Från idé till examination inom omvårdnad*. (uppl. 2:1., s. 411–420). Lund: Studentlitteratur.
- ICRP. (2000). *Pregnancy and Medical Radiation*. ICRP Publication 84. Ann. ICRP 30 (1). Hämtad 2020-02-28 från <https://www.icrp.org/publication.asp?id=ICRP%20Publication%2084>
- Isaksson, M. (2011). *Grundläggande strålningsfysik*. (2., [kompletterade och uppdaterade] uppl.) Lund: Studentlitteratur.
- Jonsson, K. (2008). Modaliteter. I Aspelin, P & Pettersson, H (red.). (2008). *Radiologi*. (s. 587–588). Lund: Studentlitteratur.
- Karlsson, E. K. (2017). Informationssökning. I M. Henricson (Red.), *Vetenskaplig teori och metod. Från idé till examination inom omvårdnad*. (uppl. 2:2., s. 81–98). Lund: Studentlitteratur.
- Kastenbergs, Z. J., Hurley, M. P., Luan, A., Vasu-Devan, V., Spain, D. A., Owens, D. K., & Goldhaber-Fiebert, J. D. (2013). Cost-effectiveness of preoperative imaging

for appendicitis after indeterminate ultrasonography in the second or third trimester of pregnancy. *Obstetrics and gynecology*, 122(4), 821–829. doi:10.1097/AOG.0b013e3182a4a085

Kjellström, S. (2017). *Forskningsetik*. I M. Henricson (Red.), *Vetenskaplig teori och metod. Från idé till examination inom omvårdnad*. (uppl. 2:2., s. 57–80). Lund: Studentlitteratur.

Lagercrantz, H. (2001). *När livet börjar: om fostret, förlossningen och den första tiden efter födelsen*. (2., rev. utg.) Stockholm: Natur och kultur.

Lim, H., Beasley, C.W., Whitehead, L.W., Emergy, R.J., Agopian, A.J., Langlois, P.H., ... and the National Birth Defects Prevention Study. (2016). Maternal exposure to radiographic exams and major structural birth defects. *Birth defects research. Part A, Clinical and molecular teratology*, 106(7), 563–572. doi:10.1002/bdra.23496

Marshall, M. R., Montoye, A., & George, A. J. (2018). Pregnancy walking cadence does not vary by trimester. *Gait & posture*, 65, 81–85. doi:10.1016/j.gaitpost.2018.06.175

Matzon, J. L., Lutsky, K. F., Ricci, E. K., & Beredjiklian, P. K. (2015). Considerations in the Radiologic Evaluation of the Pregnant Orthopaedic Patient. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, 23(8), 485–491. <https://doi.org/10.5435/jaaos-d-14-00274>

Needleman, S., & Powell, M. (2016). Radiation hazards in pregnancy and methods of prevention. *Best Practice & Research Clinical Obstetrics & Gynaecology*. 33, (s.108–116). doi:10.1016/j.bpobgyn.2015.10.003.

Nordenskjöld, A. C., Palme, M., & Kaijser, M. (2015). X-ray exposure in utero and school performance: a population-based study of X-ray pelvimetry. *Clinical Radiology*, 70(8), 830–834. <https://doi.org/10.1016/j.crad.2015.04.002>

Parmaksiz, A., Atac, G. K., Bulgurlu, F., Bulur, E., Oncu, T., & Inal, T. (2013). Unintentional irradiation of conceptus by diagnostic imaging examinations in Turkey. *Radiation Protection Dosimetry*, 162(3), 322–328. <https://doi.org/10.1093/rpd/nct287>

Perisinakis, K., Seimenis, I., Tzedakis, A., & Damilakis, J. (2014). Perfusion Scintigraphy Versus 256-Slice CT Angiography in Pregnant Patients Suspected of Pulmonary Embolism: Comparison of Radiation Risks. *Journal of Nuclear Medicine*, 55(8), 1273–1280. doi:10.2967/jnumed.114.137968

Pettersson, H. (2008). Radiologins historia ur ett svenskt perspektiv. I Aspelin, P & Pettersson, H (red.). (2008). *Radiologi*. (s. 13–15). Lund: Studentlitteratur.

Pike I. L. (2005). Maternal stress and fetal responses: evolutionary perspectives on preterm delivery. *American journal of human biology: the official journal of the Human Biology Council*, 17(1), 55–65. doi:10.1002/ajhb.20093

- Popić Ramač, J., Garaj Vrhovac, V., Vidjak, V., Brnić, Z. & Radošević Babić, B. (2016). Safety of radiographic imaging in pregnancy. *Acta Clinica Croatica*, 247–253. doi:10.20471/acc.2016.55.02.10
- Rajaraman, P., Simpson, J., Neta, G., Berrington de Gonzalez, A., Ansell, P., Linet, M. S., ... Roman, E. (2011). Early life exposure to diagnostic radiation and ultrasound scans and risk of childhood cancer: case-control study. *BMJ (Clinical research ed.)*, 342, d472. doi:10.1136/bmj.d472
- Rosèn, M. (2017). Systematisk litteraturoversikt. I M. Henricson (Red.), *Vetenskaplig teori och metod. Från idé till examination inom omvårdnad*. (uppl. 2:1., s. 375–390). Lund: Studentlitteratur.
- Sadigh, G., Khan, R., Kassin, M. T., & Applegate, K. E. (2014). Radiation safety knowledge and perceptions among residents: a potential improvement opportunity for graduate medical education in the United States. *Academic radiology*, 21(7), 869–878. doi.org/10.1016/j.acra.2014.01.016
- Segersten, K. (2012) Att välja ämne och modell för sitt examensarbete. I F. Friberg (red.), *Dags för uppsats: vägledning för litteraturbaserade examensarbeten*. 2: a uppl. (s.97–100). Lund: Studentlitteratur.
- SSMFS 2018:5. *Strålsäkerhetsmyndighetens föreskrifter och allmänna råd om medicinska exponeringar*. Stockholm: Strålsäkerhetsmyndigheten.
- Strålsäkerhetsmyndigheten (2015:35). *Patientdoser från röntgenundersökningar i Sverige -Utveckling från 2006 till 2013*. Stockholm: Strålsäkerhetsmyndigheten.
- Svensk Förening för Röntgensjuksköterskor. (2011). Kompetensbeskrivning för legitimerad röntgensjuksköterska. Hämtad 2020-02-28, från <http://www.swedrad.com>
- Thilander Klang, A. (2008). Datortomografifysik. I Aspelin, P & Pettersson, H (red.). (2008). *Radiologi*. (s. 71–78). Lund: Studentlitteratur.
- Tettamanti, G., Shu, X., Adel Fahmideh, M., Schüz, J., Rösli, M., Tynes, T., ... Feychting, M. (2016). Prenatal and Postnatal Medical Conditions and the Risk of Brain Tumors in Children and Adolescents: An International Multicenter Case–Control Study. *Cancer Epidemiology Biomarkers & Prevention*, 26(1), 110–115. doi:10.1158/1055-9965.epi-16-0451
- Trimester. (u.å.) I *Nationalencyklopedin*. Hämtad 2020-03-04, från <https://www.ne.se/>
- Willman, A. (red.) (2016). *Evidensbaserad omvårdnad: en bro mellan forskning och klinisk verksamhet*. (4., [rev.] uppl.) Lund: Studentlitteratur.
- Östlundh, L. (2017) Informationssökning. I F. Friberg (red.), *Dags för uppsats: vägledning för litteraturbaserade examensarbeten*. 3:e uppl. (s.59–82). Lund: Studentlitteratur.

Bilaga 1. Söktabeller

Tabell 1: PUBMED

Datum	Sökord	Begränsningar (Limits)	Antal träffar	Relevanta abstract	Granskade artiklar	Valda artiklar
27/1	(risk OR risks OR effect*) AND (ct OR computed tomograph*) AND (pregnancy OR pregnant) AND radiation	10 years	194	57	57	4
27/1	Prenatal radiation exposure AND (imaging OR radiography)	10 years	114	26	26	4 (3)*
28/1	Health Effects AND Prenatal Radiation Exposure	10 years	160	8	8	3 (2)*
9/4	("Fetus/radiation effects"[mesh] OR "Prenatal Exposure Delayed Effects"[mesh] AND radiation)	10 years Human English	296	41	15	8 (7)*
9/4	((("fetus"[MeSH Terms] AND "radiation"[MeSH Terms])) AND "risk"[MeSH Terms])	10 years	34	7	4	1 (1)*
9/4	(pregnant OR prenatal OR embryo OR fetal OR fetus OR unborn) AND (Radiography, Thoracic OR Radiography, Abdominal) AND (Exposure OR risk OR Harm OR "Health effect*" OR "Adverse effect" OR consequence OR "Spontaneous abortion" OR Miscarriage OR abnormal* OR malignancy OR "Birth defect")	10 years English	163	21	4	4(2)*

* Dublett i samma databas

Tabell 2. Scopus

Datum	Sökord	Begränsningar (Limits)	Antal träffar	Relevanta abstract	Granskade artiklar	Valda artiklar
6/2	Prenatal radiation exposure AND (imaging OR radiography)	English 10 years Article	106	34	34	6 (5)¤
7/2	(risk OR risks OR effect*) AND (ct OR computed tomograph*) AND (pregnancy OR pregnant) AND radiation	English 10 years Article	184	27	27	5 (3)¤ (1)*
29/3	(risk OR risks OR effect*) AND (ct OR computed AND tomograph* OR x-ray') AND (pregnancy OR pregnant) AND radiation AND ("spontaneous abortion" OR abnormality)	English 10 years Article	288	28	5	3 (3)*

¤ Dubletter från annan databas

* Dublett i samma databas

Bilaga 2. PIO

P	I	O
Pregnancy Pregnant Prenatal Fetus Embryo Unborn Fetal	X-ray Radiation radiography examination Conventional - Radiographs CT Computed tomography Ionizing radiation Imaging Radiological	Exposure Risk OR risk factor Harm Health effect* Adverse effect consequence* Spontaneous abortion Miscarriage* abnormality Mortality Cancer Disease OR illness Birth defect*

Bilaga 3. Kvalitetsgranskning enligt Friberg (2017b)

Granskning av kvantitativa artiklar

- Finns det ett tydligt problem formulerat? Hur är detta i så fall formulerat och avgränsat?
- Finns teoretiska utgångspunkter beskrivna? Hur är dessa i så fall formulerade?
- Finns det någon omvårdnadsvetenskaplig teoribildning beskriven? Hur är denna i så fall beskriven?
- Vad är syftet? Är det klart formulerat?
- Hur är metoden beskriven?
- Hur har urvalet gjorts (t.ex. antal personer, ålder, inklusions- respektive exklusionskriterier)?
- Hur har data analyserats? Vilka statistiska metoder användes? Var dessa adekvata?
- Hänger metod och teoretiska utgångspunkter ihop? I så fall hur?
- Vad visar resultatet?
- Vilka argument förs fram?
- Förs det några etiska resonemang?
- Finns det en metoddiskussion? Hur diskuteras metoden i så fall, t.ex. vad gäller generaliserbarhet?
- Sker en återkoppling till teoretiska antaganden, t.ex. omvårdnadsvetenskapliga antaganden?

Bilaga 4. Sammanställning: Kvalitetsgranskning av valda artiklar

Översikt kvalitetsgranskning av valda artiklar.

Guilbaud et al. (2019)

Titel, författare, publiceringsår och land	Pregnancy outcome after first trimester exposure to ionizing radiations. Guilbaud, L., Beghin, D., Dhombres, F., Blondiaux, E., Friszer, S., Ducou Le Pointe, H., ... Jouannic, J.-M. 2019, Frankrike.
Syfte	Utvärdera effekterna av joniserande strålning under den första trimestern (vecka 1–12) när det kommer till vanliga kliniska situationer.
Deltagare	Två grupper med sammanlagt 638 gravida kvinnor där 319 av dem hade genomgått undersökning/undersökningar med joniserande strålning i bukområdet under graviditetens första 12 veckor och en kontrollgrupp på 319 kvinnor som inte hade gjort det.
Metod/Design	Kvantitativ. Prospektiv observations- och kohortstudie där data samlades in från databas av gravida kvinnor mellan 1987 till 2014. Univariat analys för att jämföra gruppernas huvudresultat. Student's t-test användes för kategorierna och jämfördes med chi-square test eller Fisher's exact test. Statistisk analys utfördes med mjukvara.
Resultat	Studien visade ingen skillnad i resultat på de två grupperna varken när det kommer till låg födelsevikt (växthämning) eller faktorer som mindre eller större missbildningar. Konsekvensen missfall visade 7,8% i testgruppen versus kontrollgruppens 7,2%. Däremot så valde betydligt fler att avbryta sin graviditet av personliga skäl i den strålade gruppen (7,8%) jämfört med kontrollgruppen (3,1%), vilket författarna kopplade samman med oro från kvinnornas sida om konsekvenser av strålningen. Inga valde att avbryta graviditeten av medicinska skäl i kontrollgruppen. Men siffrorna i den strålade gruppen var 2,2 % vilket hör ihop med resultatet att 1,9% av graviditeterna påvisade kromosomavvikelse medan kontrollgruppen inte visade några alls. Andelen graviditeter som således gav ett levande barn var 89% i kontrollgruppen och 81,8% i den strålade gruppen. Någon data på utvecklingsstörningar eller cancer kunde inte framställas av studien då granskningen begränsades till två månader efter födseln.
Sammanfattande bedömning av kvalitet och kommentar	Hög kvalitet. Metoden är utförligt beskriven och studien har fått etiskt godkännande. Författarna påtalar studiens svagheter och styrkor. Däremot inget resonemang kring etik.

Tettamanti et al. (2016)

Titel, författare, publiceringsår och land	Prenatal and Postnatal Medical Conditions and the Risk of Brain Tumors in Children and Adolescents: An International Multicenter Case–Control Study. Tettamanti, G., Shu, X., Adel Fahmideh, M., Schüz, J., Rösli, M., Tynes, T., ... Feychting, M. 2016, Danmark, Norge, Sverige och Schweiz.
Syfte	Att utvärdera effekterna av olika medicinska tillstånd i under fosterutvecklingen och efteråt, medräknat strålning från medicinsk diagnostik och risken för hjärntumörer hos ungdomar och barn.
Deltagare	Sammanlagt 998 barn och ungdomar. 352 barn och ungdomar mellan 7 och 9 år som diagnostiserats mellan januari 2004 och augusti 2008 med primär hjärntumör i Danmark, Norge, Sverige och Schweiz och en kontrollgrupp på 646 stycken i motsvarande ålder, kön och region.
Metod/Design	Fall-kontrollstudie. Jämförande internationell studie med kvantitativ inriktning. Deltagare till studien samlades från en tidigare studie (från Danmark, Norge, Sverige och Schweiz) som slumpmässigt hade valt ut barn och ungdomar som fått diagnosen primär hjärntumör för att undersöka sambandet mellan andra faktorer. Forskarna

	intervjuade deltagare och föräldrar med hjälp av formulär och samlade in data om röntgenundersökningar och andra medicinska tillstånd. Statistisk analys användes för att dra slutsatser.
Resultat	Ingen koppling kunde ses mellan röntgenundersökningar med joniserande strålning under graviditet och primära hjärntumörer hos barn och ungdomar. Samma resultat i båda grupperna. (Däremot visar studien att det finns en något högre risk att utveckla hjärntumör om barnet hade fått en CT-undersökning av hjärnan, postnatalet.)
Sammanfattande bedömning av kvalitet och kommentar	Kvalitet medel. Studien har fått etiskt godkännande och diskuterar etik såväl som begränsningar och styrkor. Metoden kommer fram klart och tydligt. Däremot innehåller studien många olika områden och därmed baseras de slutsatser som dragits av resultaten på få deltagare vilket drar ner kvaliteten. Dessutom så kom informationen från deltagarna själva och en risk att de minns fel eller glömt något är överhängande.

Nordenskjöld et al. (2015)

Titel, författare, publiceringsår och land	X-ray exposure in utero and school performance: a population-based study of X-ray pelvimetry. Nordenskjöld, A. C., Palme, M., & Kaijser, M. 2015, Sverige.
Syfte	Att undersöka sambandet mellan exponering av joniserande strålning från undersökningar av mammans bäcken och skolprestationen i grundskolan.
Deltagare	46 066 barn födda i Sverige, varav 1536 i testgrupp som utsatts för strålning och 44 530 i kontrollgrupp som inte bestrålats. Kontrollgruppen valdes för att motsvara samma period som testgruppen och i kontrollgruppen ingick även syskon till barn i testgruppen.
Metod/Design	Komparativ populationsbaserad kohortstudie av kvantitativt slag. Data samlades in från register om vilka barn som blivit utsatt för pelvimetrisk undersökning med deras personnummer och det svenska medicinska födelseregistret och multigenerationsregistret och jämfördes sedan med data från BEDA, den nationella betygsdatabasen. Tidspannet var barn som undersökts mellan 1980-2000. Datan analyserades med statistisk analys och univariat analysmetod. Tvillingar exkluderades i studien.
Resultat	Någon negativ effekt på barnens kognitiva förmåga efter bestrålning i fosterstadiet kunde inte hittas eftersom resultatet inte var av statistisk betydelse. Pelvimetri kan utföras utan risker för barnet av detta slag.
Sammanfattande bedömning av kvalitet och kommentar	Studien har etiskt godkännande och poängterar sina svagheter och styrkor. En styrka är storleken på deltagare i studien. En svaghet var att även om information om pelvimetriska undersökningar gick att samla in så fanns inte specifika fosterdoser tillgängliga. De menar också att data på undersökningar med joniserande strålning under spädbarnstiden inte heller samlades in, vilka också skulle kunna ha en eventuell inverkan på den mentala utvecklingen hos barnen. Medel kvalitet.

Rajaraman et al. (2011)

Titel, författare, publiceringsår och land	Early life exposure to diagnostic radiation and ultrasound scans and risk of childhood cancer: case-control study. Rajaraman, P., Simpson, J., Neta, G., Berrington de Gonzalez, A., Ansell, P., Linet, M. S., ... Roman, E. (2011). England/Wales
--	---

Syfte	Studera risken för cancer i barndomen med kopplingar till radiologisk diagnostik och ultraljud som skett när barnet legat i livmodern och under de första dagarna. (0–100 dagar).
Deltagare	Barn födda mellan 1976 och 1996 med bekräftad malignitet eller CNS tumör inkluderades i studiegruppen samt en kontrollgrupp med dubbla antalet (2:1) som matchade i ålder och kön. 3834 familjer i studiegruppen och 7619 i kontrollgrupp. Urvalet skedde från födelseår, när cancer bekräftades samt om viljan att delta fanns. Kontrollgrupp valdes utifrån matchning mot studiepersonen, dvs viljan att delta om du matchar kriterierna men inte hade en cancerdiagnos.
Metod/Design	Kvantitativ. Fall-kontrollstudie där man med intervju fick fram data på förekomst av exponering samt medicinsk historia etc på barnet samt utdrag från journal. Statistisk analys gjordes på framtagna siffror på förekomst, avvikelser, vilken röntgenundersökning etc samt paralleller mellan strålning och cancer togs fram. Trisomy 21 (downs syndrom) sorterades bort pga. vanlig koppling till leukemi. 305 barn i studien bestrålades i livmodern vanligast pga bäckenmätning.
Resultat	Majoriteten av cancerfall diagnostiserades mellan 1-5års ålder med aningen fler pojkar representerade. Aning ökad cancerrisk (alla cancersorter) för de barn som röntgades i livmodern (OR 1,14), där akut myeloid leukemi (AML) gav mest utslag på ökad förekomst (OR med 2,44). Antalet barncancerfall var den samma oavsett fostervecka barnet bestrålades. Visar även att det kan finnas en ökad risk för cancer vid tidig ultraljudsundersökning av spädbarn, dock vid ändring av parametrar visade det ingen risk för cancer eller lymfom vid ultraljudsundersökning.
Sammanfattande bedömning av kvalitet och kommentar	Hög kvalitet. Etiskt godkänt. Föräldrar/förmyndare deltog i intervjun och gav godkännande för insamling av data från journaler på föräldrar och barnet. Jämför sitt resultat med tidigare forskning samt reflekterar gällande skillnader och likheter. De bekräftar tidigare data vilket gör det trovärdigt. De tar upp svagheter och styrkor. Sponsrat av Nationella cancer institutet dock har forskarna och sponsrings personer inte haft kontakt.

Choi et al. (2013)

Titel, författare, publiceringsår och land	Foetal and neonatal outcomes in first-trimester pregnant women exposed to abdominal or lumbar radiodiagnostic procedures without administration of radionucleotides. Choi, J. S., Han, J. Y., Ahn, H. K., Ryu, H. M., Kim, M. Y., Chung, J. H., An, G. H., & Nava-Ocampo, A. A. 2013, Korea.
Syfte	Bedöma konsekvenser av bestrålning för foster vid medicinsk bildtagning av gravida kvinnor i ländrygg och buk område.
Deltagare	115 gravida kvinnor som gått igenom enstaka konventionella röntgenundersökningar eller DT-undersökningar med joniserande strålning av buk eller ländrygg under graviditetens första trimester samt 527 gravida kvinnor i kontrollgruppen.
Metod/Design	Prospektiv kohortstudie med elektroniskt frågeformulär där utmärkande information om kvinnornas liv samlades in samt vilken undersökning de hade fått utfört. Kvantitativ studie. Den 20:e veckan gick alla kvinnor i genom ett ultraljud med hög upplösning för att upptäcka stora missbildningar. Efter förlossningen undersöktes de nyfödda barnen extra noga av neonatalläkare för att identifiera missbildningar, fel i nervsystemet eller hjärtat.
Resultat	Studien visade ingen noterbar skillnad mellan grupperna när det kommer till fosterålder vid förlossning (vilken vecka i graviditeten som förlossningen sker),

	födelsevikt/födelselängd/huvudomfång, gulsot, mekonium (avföring) i fostervattnet, resultat på Apgarskalan (används för att bedöma det allmänna hälsotillståndet hos ett nyfött barn) och IUFD (intrauterin fosterdöd). Liten skillnad i missbildningar där kontrollgruppen låg på 0,4% och den exponerade gruppen hade 1,9%. Tydlig skillnad på antalet nyfödda som fick läggas in på neonatalavdelningen, den exponerade gruppen visade 4,9% mot kontrollgruppens 1,7%. Studien ger ej svar på riskerna för cancer då studien sträcker sig till förlossning plus en vecka.
Sammanfattande bedömning av kvalitet och kommentar	Kvalitet medel. Svagheter och styrkor diskuteras på ett bra sätt och etiskt godkännande har givits. Etik diskuteras ej i artikeln och metoden är inte helt och hållet klarlagd när det kommer till urval.

Perisinakis et al. (2014)

Titel, författare, publiceringsår och land	Perfusion Scintigraphy Versus 256-Slice CT Angiography in Pregnant Patients Suspected of Pulmonary Embolism: Comparison of Radiation Risks. Perisinakis, K., Seimenis, I., Tzedakis, A., & Damilakis, J. 2014, Grekland.
Syfte	Samla in data angående doser för embryo/foster och till strålkänsliga organ hos den gravida kvinnan när det kommer till en CT lungangiografi (CTPA) jämfört med en lungscintigrafi (LPS), vilket är två sätt att diagnostisera lungemboli. Granska cancerrisker för dessa två undersökningar för kvinnan och för embryo/foster risker av barncancer.
Deltagare	Matematiskt beräknade antropomorfiska fantom på genomsnittliga gravida kvinnor 168 cm långa med vikt mellan 56–92 kg, BMI 19-32,5.
Metod/Design	Kvantitativ studie med komparativ metod. Fantomen genererades för att motsvara tidig graviditet, tredje, sjätte och nionde månaden med olika tjockt lager fettvävnad. Monte Carlo-metod användes för att simulera strålningen i undersökningarna. För att beräkna cancerrisk för foster multipliceras stråldosen med riskfaktorena (som är 0,06% per 10 mGy).
Resultat	Stråldosen för embryo/foster vid CTPA ökade avsevärt vid högre BMI hos kvinnan. Ju längre graviditeten fortgick så ökade dosen till foster med 25–80%, medans moderns stråldoser var tämligen oförändrade. Över lag gav CTPA en högre dos till kvinnan, men en lägre dos till foster jämfört med LPS. Den uppskattade risken för att utveckla barncancer efter en CTPA var som högst för en "standard" kvinna i tredje trimestern med risk på 1,0 på 100 000 fall (0,001%) och i princip obefintlig i den första trimestern med risken 0,7 per 100 000 (0,0007%) vilka båda är oerhört låga siffror.
Sammanfattande bedömning av kvalitet och kommentar	Låg kvalitet. Metoden är utförlig och konkret. Etiskt godkännande finns inte. Diskussion angående etik görs och styrkor och svagheter nämns kortfattat. Lite oklart angående finansiering av studien, risk för partiskhet finns. Studien stöds av myndighet i Grekland.

Lim et al. (2016)

Titel, författare, publiceringsår och land	Maternal exposure to radiographic exams and major structural birth defects. Lim, H., Beasley, C.W., Whitehead, L.W., Emergy, R.J., Agopian, A.J., Langlois, P.H., ... and the National Birth Defects Prevention Study. (2016). USA
Syfte	Undersöka om joniserande röntgenundersökningar i USA håller tillräckligt låg dos för att inte åsamka fosterskador. Bedöma sambandet mellan moderns exponering 3 månader innan födsel samt 19 kategorier av födelsedefekter.

Deltagare	Populationsbaserad, där studiegruppen bestod av barn och foster som föddes mellan 1 Oktober 1997 och 31 December 2009 inkluderades vilket resulterade i 27,809 fall med mödrar som ville delta. Kontrollgrupp bestod av levande födda spädbarn utan stora födelsedefekter som valdes slumpvis vilket var 10,200 st där alla mödrar var delaktiga i National Birth Defects Prevention Study (NBDPS)
Metod/design	Kvantitativ. Populationsbaserad fall-kontroll studie. Samlade in data från NBDPS gällande barn med defekter. Telefonintervju utefter standardiserat dataprotokoll utfördes med mödrarna inom 24 månader efter förlossning för att identifiera om de genomgått någon röntgenundersökning samt vilken sort. Kodning av intervjuvar skedde som sammankopplas med fall av defekter och börja granska journaler. Valde att fokusera på röntgenundersökningar i bukrummet då dem ger högst strålning till foster. Statistisk analys av insamlad data skedde och matchades i databaser.
Resultat	Hittades inga signifikanta associationer mellan exponering av mödrar 3 månader innan graviditeten och större födelsedefekter. Exponering under första trimestern fann dem inte heller fler fall av födelseavvikelse i det stora hela. Tittade man däremot i detalj på specifika missbildningar hittades markant högre risk för defekter i centrala nervsystemet samt conotruncus (hjärtat). Även en risk för Dandy Walker syndrom samt transposition av de stora kärlen i hjärtat var förhöjd i första trimestern. Man hittade även att utifrån de olika röntgenundersökningarna bidrog CT buk till aningen förhöjd risk att utveckla avvikelser jämfört med övriga undersökningar men knappt märkbart.
Sammanfattande bedömning av kvalitet och kommentar	Medel kvalitet. Fått godkännande av aktuella delstater (Arkansas, California, Georgia, Iowa, Massachusetts, New Jersey, New York, North Carolina, Texas, och Utah) styrelser. Beskriver inte urval särskilt detaljerat samt andra delar av metoden är bristfällig. Däremot är olika etniciteter, kroppsstorlekar samt olika levnadsvanor etc. är representerade. De för inte etiska resonemang dock hänvisar dem till tidigare studiers metod, dock tar dem inte upp etiken utförligt här.

Kastenberg et al. (2013)

Titel, författare, publiceringsår och land	Cost-effectiveness of preoperative imaging for appendicitis after indeterminate ultrasonography in the second or third trimester of pregnancy. Kastenberg, Z. J., Hurley, M. P., Luan, A., Vasu-Devan, V., Spain, D. A., Owens, D. K., & Goldhaber-Fiebert, J. D. (2013). USA.
Syfte	Bedöma kostnadseffektiviteten för diagnostisk laparoskopi, datortomografi (CT) och magnetisk resonansavbildning (MRI) efter ultraljudsundersökning som ej kunde bekräfta eller avslå blindtarmsinflammation hos gravida kvinnor i syfte att lägga grund för framtida rekommendationer gällande kostnad och hälsa.
Deltagare	Förstagångs gravida kvinnor i 25-årsåldern som är i andra eller tredje trimestern och utfört ett ultraljud som ej kunnat validera blindtarmsinflammation.
Metod/design	Kvantitativ kohortstudie. Besluts- analysmodell användes för att analysera 3 strategier i syfte att diagnostisera blindtarmsinflammation samt jämföra dem. Strategierna utvärderades utifrån Markov modell (sannolikhetsteori med inriktning stokastiska effekter) hälsopåverkan både för gravida samt fostrets utveckling och hur kostnaden fick effekt av detta. Analysen utgick från sannolikheten att sjukdomar som leukemi utvecklades.
Resultat	Laparoskopi gav högst risk för missfall (11,000/100,000) samt risken för prematur födelse (Innan eller under vecka 37) var 16,700/100,000 fall. För CT (och MR) låg risken snarlik varandra med missfall på 4210/100,000 och prematur födelse på 13,509/100,000 fall. Däremot stod CT för 12,5 cancerfall per 100,000 patienter per år (0,0125%).

	CT skanning under graviditet ledde till 1 cancerdöd per 13,699 undersökningar. MR ansågs som den mest effektiva strategin att diagnostisera blindtarmsinflammation utifrån kostnad, svarshastighet, säkerhet samt justerad livskvalite summerat. På andra plats kom CT och sist laparoskopi. Utifrån den säkra diagnosen samt risker så var MR trots sin högre kostnad att föredra i långa loppet. Cancerfrekvensen var så pass låg att risken var värd att ta jämfört med odiagnostiserad blindtarm. Kostnader utgick från både kortsiktiga samt långsiktiga aspekter såsom operation, antal undersökningar eller annan vård som krävdes beroende på utfall. Ur hälsoperspektiv bör diagnos ställas snabbt samt behandlas snabbt därav rekommenderas MR alternativt CT trots riskerna om inte ultraljud kan ställa diagnos.
Sammanfattande bedömning av kvalitet och kommentar	Låg kvalitet. Hänvisning till andra artiklar gällande forskning, för att sedan analytiskt jämföra och beräkna, vilket källkritiskt innebär att hela deras studier kan vinklats (dock är den granskad av flera parter) samt att dem själva medger att dem utgått från antaganden i något fall. Resonerar kort om framtida forskning samt tar upp sina begränsningar och brister i studien. Nämner inte etiskt godkännande, dock fått stötning från flertal olika parter.

Goldberg-Stein et al. (2011)

Titel, författare, publiceringsår och land	Body CT During Pregnancy: Utilization Trends, Examination Indications, and Fetal Radiation Doses. Goldberg-Stein, S., Liu, B., Hahn, P. F., & Lee, S. I. 2011, USA.
Syfte	Syftet var att analysera fosterdoser kopplade till DT undersökningar som är associerade med fosterdoser över 20mGy.
Deltagare	160 kvinnor där data från 74 thoraxundersökningar och 86 buk/bäckenundersökningar med DT utfört på gravida kvinnor under 1998 till 2005 samlades.
Metod/Design	Retrospektiv studie där information från databaser avseende DT undersökningar på gravida identifierades. Demografi, tidpunkt av graviditet, undersökningsindikation och skanningsparametrar samlades in. Insamlandet av data skedde i flera steg där de först sökte efter gravida kvinnor i journaler under den utvalda tiden 1998 till 2005. Sedan jämfördes dessa kvinnor med registret för DT-undersökningar av buk/bäcken/thorax motsvarande period. Kvinnor som var bekräftat gravida vid undersökningarna inkluderades i studien, medans fall där det var oklart exkluderades. Fosterdosen beräknades för undersökningarna där fostret blev bestrålat. De vanligaste frågeställningarna var lungemboli och appendicit. För varje undersökning räknades dosen ut med de dokumenterade scanningsparametrarna. Resultaten analyserades med mjukvara och jämfördes med Fisher's exact test.
Resultat	De vanligaste frågeställningarna för DT-undersökning var lungemboli och appendicit. Av undersökningarna och vilka fosterdoser de gav så var det 87% som gav fostret en dos på 1-30 mGy, 11% som gav en dos på 31-50 mGy och 2% som gav en fosterdos på 51-60 mGy. Ingen undersökning gav fostret någon dos över 100 mGy och i genomsnitt var dosen 24,8 mGy. Resultatet visar ingen signifikant ökning av barncancerrisken vägt mot fosterdosen av dessa undersökningar.
Sammanfattande bedömning av kvalitet och kommentar	Beskriver urval tydligt och metoden är i helhet utförlig. Har fått etiskt godkännande men diskuterar ej etik i övrigt. Jämför sitt resultat med annan forskning och visar på problemet och motiverar sin forskning. Diskuterar sina svagheter att data endast var insamlad från en och samma institution. Medel/hög kvalitet.

Bailey et al. (2010)

Titel, författare, publiceringsår och land	Exposure to Diagnostic Radiological Procedures and the Risk of Childhood Acute Lymphoblastic Leukemia. Bailey, H. D., Armstrong, B. K., de Klerk, N. H., Fritschi, L., Attia, J., Lockwood, L., & Milne, E. 2010, Australien.
Syfte	Att undersöka om diagnostisk medicinsk strålning av mamman under graviditeten och hos fadern före befruktningen ökade risken för barnleukemi.
Deltagare	388 mammor och 328 pappor till 416 barn med leukemi som diagnostiserade mellan 2003 och 2007 men sedan dess nått remission och i kontrollgruppen 870 mammor och 750 pappor till 1361 barn som alla var under 15 år.
Metod/Design	Nationell befolkningsstudie, fall-kontrollstudie med kvantitativ inriktning. Deltagare till studien rekryterades via de tio barncancer-centerna i Australien. Kontrollgruppen valdes ut via RDD (random digit dialing eller slumpmässig nummeruppringning på svenska) utförda mellan 2003-2006. Frågeformulär angående bakgrundsfakta och röntgenundersökningar gavs till båda föräldrarna. Svaren innehöll information om till exempel vilken undersökning som hade gjorts och vid vilken tidpunkt. Metaanalys gjordes speciellt för att analysera insamlad data från fäderna. Den insamlade datan analyserades med statistisk analys för att identifiera förekomst av olika variabler.
Resultat	Ingen ökad risk för leukemi sågs för fostret om modern gått igenom konventionell röntgen eller CT-undersökning av bäcken eller bukregionen. Resultat ej kopplade till vårt syfte: Barnen med tidigare leukemi hade större tendens att vara förstfödd (47,8%) jämfört med kontrollgruppen (41,7%) samt att ha någon form av missbildning (5,7%) jämfört med kontrollgruppen (3,1%). Studien visade en anings högre odds för leukemi hos barnen om pappan genomgått fler än en radiografisk undersökning av buken innan befruktning.
Sammanfattande bedömning av kvalitet och kommentar	Medelkvalitet. Metoden går att replikera och studien hade fått godkännande från etisk kommitte. Tydliga diskussioner om begränsningar och styrkor fördes samt ett resonemang om etik. Resultatet baserades endast på föräldrarnas kom-i-håg och inte efter journaler, vilket kan påverka trovärdigheten. Studien hade också en väldigt bred omfattning så personerna som passade in under varje respektive kategori blev väldigt få.

Chaparian och Aghabagheri (2013)

Titel, författare, publiceringsår och land	Fetal radiation doses and subsequent risks from X-ray examinations: Should we be concerned? Chaparian, A., & Aghabagheri, M. (2013). Iran.
Syfte	Beräkna och presentera fosterdoser samt vilka risker röntgenundersökningar kan orsaka såväl som utvärdera hur dosen påverkar beroender på hur bilderna tas.
Deltagare	Data från standard vuxen kvinna. Inga deltagare då det var simulation och standardparametrar man utgick ifrån samt fantom.
Metod/Design	Kvantitativ. Analytisk simulation av 6 vanliga undersökningar (skalle, bröst, ländrygg, buk, bäcken & sinus i ansiktet) där man testade olika projektioner ex AP eller PA. Även kartläggning av 3 st specialundersökningar med kontrastmedel (Pyleografi iv. KM, cystografi samt cholecystografi p.o KM. Huddos mättes med dosimeter (avstånd enligt deras standarder på undersökning, dvs inte en patient närvarande) och jämfördes vid förflyttning ex vis från PA till AP samt ändring av kV, mA och tid (s) för exponeringen. Värdena på de olika parametrarna utgick från 7 röntgenapparater i Yazd och patienten var "standard kvinna" enligt fysikerna på sjukhusen samt data från fantomdoser användes för att beräkna

	organdos. Efter detta utfördes en analys med sammanställning på doser till kvinnan, risker och huddos (Monte Carlo simulation samt beräkning som bl.a. fotoner som passerar som kan leda till stokastiska effekter). Tydliga risk för huvudstorlekspåverkan och cancerteffekt enl. författaren.
Resultat	Man hittade skillnad i projektionerna, där bland annat bäcken taget PA gav hälften så stor dos till fostret som AP, samma gällde vid bukundersökning vilket innebar att risken för att födas med litet huvud halverades genom alternativ positionering. Förekomsten av mindre huvud var 1226 per miljon i AP medan i PA halverades den. Risken för cancer beräknades till 208 fall per miljon i AP men 102 per miljon i PA för buk och bäcken. Högst dos gav LPO (left posterior-anterior oblique och RPO (right posterior-anterior oblique) av ländryggen där ca 1478 fall /miljon fick risk för minskad huvudstorlek samt ca 250 fall /miljon fick risk för cancer enligt beräkningarna. Vid skalle, bröst och sinus uppmärksammades knappt någon dos till fostret och därmed ytterst liten risk eller ingen risk för minskad huvudstorlek eller cancer till följd av strålning. Av undersökningarna med kontrast innebar cystografi högst risk för minskat huvudomfång (5805 fall/milj) och cancer (987 fall/milj), dock innebar dessa undersökningar fler bilder samt serier.
Sammanfattande bedömning av kvalitet och kommentar	Låg kvalitet. De för inget etiskt resonemang och endast kort om framtida studier, men är stöttade av Shahid Sadoughi University of Medical Sciences i Yazd, Iran. Kort beskriven metod, där dem använder sig av generaliserande så som "standard kvinna". Baserade sin studie mycket på andras studier för att uppdatera forskningsläget, vilket resulterar i referenser till andras metoder etc. vilket drar ner kvaliteten på studien.

Bartley et al. (2010)

Titel, författare, publiceringsår och land	Diagnostic X-rays and risk of childhood leukaemia. Bartley, K., Metayer, C., Selvin, S., Ducore, J., & Buffler, P. (2010). Kalifornien USA
Syfte	Undersöka kopplingar mellan undergrupper av leukemi och diagnostisk bestrålning både innan och efter födsel.
Deltagare	Barn 0-14år som diagnostiserat med akut myeloid leukemi (AML) eller akut lymfoid leukemi (ALL) mellan 1995 och 2008. Och en kontrollgrupp.
Metod/Design	Fallkontrollstudie. Kontrollgrupp valdes slumpmässigt från kaliforniens födelserregister som anpassades mot studiegruppen bland annat gällande ålder, etnicitet samt kön och var lämplig om den föddes inom 10 dagar från barnet i studiegruppen. Information om röntgenexponering samlades in via intervjuer med familjerna där det framkom om bestrålning skett innan graviditet, under eller efter. Statistisk analys utfördes för att jämföra grupperna.
Resultat	Inget samband mellan mödrars röntgenhistoria och ALL hittades, däremot fann man en dubbelt ökad risk för AML vid röntgenundersökningar innan befruktningen, dock var risken inte signifikant ur troligheten för uppskattningen. Associationen mellan strålning till livmodern och AML och ALL visade högre risk att utveckla ALL vilket gällde för post-natal med. Det är högre risk att bestråla post-natalt än prenatalt dock skiljer det sig inte mycket i stor utsträckning. Oddskvoten för prenatal exponering låg på 1,20 för ALL och 0,85 för AML. ALL hade lägst odds vid exponering innan graviditet och högst när barnet var fött, däremot vändes skalan i AML, dvs högst risk innan befruktning, mellan risk för i livmodern och lägst risk efter födsel. Thoraxundersökningar gav högst strålning till barnet, medan skalle och brutet ben låg under riskzonen.

	(Författaren framhäver: ingen direkt risk kunde med säkerhet framhävas för AML eller ALL i prenatala undersökningar).
Sammanfattande bedömning av kvalitet och kommentar	Hög kvalitet. Myndigheter stöttar. National Committee for Clinical Laboratory (NCCLS) godkände studien samt flera andra aktörer. Familj blir kontaktade och skriftligt godkände sitt deltagande. De utvärderar sina metoder samt vad de ser som brister samt tar upp behov om mer forskning. Jämför med andras studier. Noggrant tillvägagångssätt och tydligt problem.

Parmaksiz et al. (2013)

Titel, författare, publiceringsår och land	Unintentional irradiation of conceptus by diagnostic imaging examinations in Turkey. Parmaksiz, A., Atac, G. K., Bulgurlu, F., Bulur, E., Oncu, T., & Inal, T. 2013, Turkiet.
Syfte	Undersöka och beräkna stråldosen till foster där graviditeten varit okänd vid undersökningstillfället med DT eller konventionell teknik.
Deltagare	45 kvinnor som gått igenom en DT eller konventionell undersökning när de var ovetandes om att de var gravida under perioden 2008 till 2013.
Metod/Design	Retrospektiv studie, kvantitativ. Samlande in data från undersökningar där mamman och personal var ovetandes och därmed gav en oplanerad dos till fostret. Parametrarna fördes in i Monte Carlo mjukvara för att beräkna fosterdosen. Parametrar var metodik, tidpunkten i graviditeten, mammans ålder, längd och vikt samt vilken kV, mAs och protokoll som använts. Kvinnorna var mellan 20 och 39 år gamla. Undersökningar på extremiteter, skalle och tänder exkluderades för att de inte gav forskarna tillräckligt med data för att beräkna fosterdos.
Resultat	Sammantaget var 82% av undersökningarna i bäcken/buk/thorax. 18% var konventionella undersökningar av nacken som inte gav någon stråldos alls till fostret. De effektiva doserna till foster var genomsnittligt 3,1 gånger högre än vad jämförande litteratur visar vid DT av buken. Och den effektiva dosen 5,4 gånger högre i genomsnitt för konventionella undersökningar av buken. 4,4% av kvinnorna i studien fick missfall, vilket inte är fler procentuellt än för kvinnor i allmänhet.
Sammanfattande bedömning av kvalitet och kommentar	Tydlig och klar metodbeskrivning. Erhåller etiskt godkännande. Dock lite otydlig i resultat och diskussion då dessa rubriker är sammansatta. Författarna diskuterar sina begränsningar i form av lågt antal deltagare i studien. Diskuterar inte etik i sin diskussion eller slutsats. Men diskussion om resultatets betydelse gör tydligt när det visar på hur viktigt det är att röntgenpersonal behöver veta om patienten är gravid för att använda anpassade protokoll för att minska stråldosen till fostret. Medelkvalitet.

Economides et al. (2014)

Titel, författare, publiceringsår och land	Prevention of and response to inadvertent exposure of embryo/fetus to ionizing radiation, due to medical exposure of the mother. The Greek regulatory authority initiatives. Economides, S., Boziari, A., Vogiatzi, S., Hourdakis, K. J., Kamenopoulou, V., & Dimitriou, P. 2014, Grekland.
Syfte	Minimera förekomsten av oavsiktliga exponeringar av embryo/foster nationellt genom att optimera stråldos för gravida patienter och öka medvetenheten angående risker och rättfärdigande.
Deltagare	269 gravida kvinnor som genomgått 367 röntgenundersökningar mellan 2001-2011 och som efteråt kontaktat kommitté på GAEC (Greek Atomic Energy Commission) som hanterar oavsiktlig strålning på foster/embryo.

Metod/Design	Kvantitativ retrospektiv kohortstudie. Data samlades in från dessa 269 kvinnor från formulär som fylldes i vid deras kontakt med GAEC, med information angående ålder, när under graviditeten bestrålningen skedde, vilken undersökning det var, uppskattad dos, vilka personalgrupper som var involverade samt använda strålskydd. I vissa fall användes speciella datorprogram för att beräkna uppskattad dos och andra räknades ut av sjukhusfysiker där undersökningarna hade ägt rum. Uppskattade risker räknades ut med publikationer från ICRP (International Commission of Radiological Protection). Påföljderna efter födsel från bestrålning under fosterutvecklingen utvärderades genom kontakt med modern som rapporterade till GAEC om barnets hälsa och utveckling.
Resultat	Ingen utav barnen som fötts hade någon rapporterad avvikelse eller missbildning. 43% av kvinnorna hade inte blivit tillfrågade om graviditet inför undersökningen. 96% av undersökningarna var med joniserande strålning och de undersökningar som gav högst uppskattad stråldos var CT, där 1 av 23 fick högre dos än 10 mSv. Inget embryo/foster fick uppskattad dos över 100 mSv och därmed fick inte heller någon kvinna rekommendation om att avsluta graviditeten. Doser mellan 10–100 mSv visar extremt liten risk för biologiska effekter. 83% av undersökningarna var konventionella undersökningar där 37% hade fostret i strålfältet (bäcken, buk, ländrygg) och 63% där strålningen var utanför fostret (lungor, huvud, halsrygg osv). DT stod för 17% av undersökningarna där 47% var med fostret i strålfältet och 53% utanför.
Sammanfattande bedömning av kvalitet och kommentar	Medel kvalitet. Etiskt godkännande finns. Etik och begränsningar sätts i sitt sammanhang. Metoden är väl presenterad och kan återskapas med undantag på steget där barnen följs upp med rapport från föräldrarna.