

# Strålrisker och stråldosreducering i samband med koronarangiografi

FÖRFATTARE	Susanna Johansson
PROGRAM/KURS	Röntgensjuksköterskeprogrammet 180 högskolepoäng RA2070 Examensarbete i radiografi
	VT 2013
OMFATTNING	15 högskolepoäng
HANDLEDARE	May Bazzi
EXAMINATOR	Annica Lagström

Institutionen för Vårdvetenskap och hälsa

Sahlgrenska akademien



Titel:	Strålrisker och stråldosreducering i samband med koronarangiografi.
Titel:	Radiation risks and dose reduction during coronary angiography.
Arbetets art:	Självständigt arbete
Program/kurs:	Röntgensjuksköterskeprogrammet, 180 högskolepoäng RA2070 Examensarbete i radiografi
Arbetets omfattning:	15 högskolepoäng
Sidantal:	18 sidor
Författare:	Susanna Johansson
Handledare:	May Bazzi
Examinator:	Annica Lagström

## SAMMANFATTNING

Följande examensarbete är en litteraturöversikt med syfte att beskriva potentiella strålrisker och metoder för stråldosreducering för patienter och personal i samband med koronarangiografi. I takt med pågående forskning sker en utveckling mot allt mer avancerade undersökningar och behandlingsformer vars utförande i flera fall inkluderar röntgengennomlysning. Exempelvis frambringar koronarangiografi (kranskärldröntgen) möjligheten att kartlägga förträngningar inuti patientens blodkärl och fortsatt behandling med ballongvidgning, PCI (*Percutaneous Coronary Intervention*), kan förhindra en potentiell hjärtinfarkt. Tidsmässigt långa procedurer med begränsad användning av adekvat strålskydd kan dock medföra risker såsom hudskador och linsgrumling (*katarakt*) samt sena effekter avseende genetiska skador och cancer. Kunskap och medvetenhet utgör därmed nödvändiga faktorer för tillämpning av förebyggande åtgärder. Yrket som röntgensjuksköterska inbegriper ett aktivt kvalitets- och säkerhetsarbete och ett ansvarstagande för att främja ett samarbetsvilligt klimat. Det är även väsentligt att med professionellt engagemang bemöta patienten med omtanke och respekt inom radiografins högteknologiska miljö. *Berättigande*, *optimering* och *dosgränser* utgör huvudsakliga principer inom all strålningsverksamhet med avsikt att generera en säker vårdmiljö för patienter och personal. Utifrån analys av tio vetenskapliga artiklar med kvantitativ forskningsansats åskådliggörs säkerhetsbehovet och skilda metoder för stråldosreducering. Resultatet visar på ett flertal påverkande personal- och patientaspekter samt tekniska och strålskyddande aspekter. Personalskydd i form av strålskyddsförkläde, skyddsglasögon och skärmar kan i kombination med kort genomlysningstid och låg bildfrekvens reducera båda parter exponering. En god grundtanke är att en låg stråldos till patienten också medför en låg stråldos till personalen. Det är även betydelsefullt med stråldosmätning och regelbundna utbildningstillfällen för att minimera strålningsinducerade risker.

<b>INNEHÅLL</b>	<b>Sida</b>
<b>INTRODUKTION</b>	<b>1</b>
<b>INLEDNING</b>	<b>1</b>
<b>BAKGRUND</b>	<b>1</b>
Röntgengenomlysning	1
Stråldoser och skyddsprinciper	2
Lagar och författningar	3
Patientsäkerhet och röntgensjuksköterskans ansvar	4
Koronarangiografi	4
<b>PROBLEMOMRÅDE</b>	<b>5</b>
<b>SYFTE</b>	<b>5</b>
<b>METOD</b>	<b>5</b>
<b>LITTERATURSÖKNING</b>	<b>5</b>
Urval	6
<b>KVANTITETSBEDÖMNING OCH ANALYS</b>	<b>6</b>
<b>RESULTAT</b>	<b>7</b>
<b>STRÅLDOSER OCH POTENTIELLA RISKER</b>	<b>7</b>
Påverkande faktorer	8
<b>STRÅLDOSREDUCERING</b>	<b>9</b>
Strålskydd	9
Kunskap och utbildning	11
<b>DISKUSSION</b>	<b>11</b>
<b>METODDISKUSSION</b>	<b>11</b>
<b>RESULTATDISKUSSION</b>	<b>12</b>
Etik och ansvar	12
Strålrisker och stråldosreducering	13
Utbildning	14
Framtidsutsikter	14
<b>REFERENSER</b>	<b>16</b>
<b>BILAGA</b>	
<b>ANALYSERAD LITTERATUR</b>	

# INTRODUKTION

## INLEDNING

Under min utbildning på Röntgensjuksköterskeprogrammet har mitt intresse utvecklats för pågående forskning inom angiografi och intervention. Jag har i samband med min verksamhetsförlagda utbildning uppmärksammat varierande syn på strålskydd och dess användningsområden, liksom ett kunskapsbehov gällande stråldoser och stråldosreducering. I takt med den tekniska utvecklingen skapas goda möjligheter till förbättrad medicinsk diagnostik och behandling men det innebär även ett ökat ansvarstagande hos personalen. I mitt kommande yrke som röntgensjuksköterska krävs kompetens i både teknik och omvårdnad, i synnerhet då allt fler operationer ersätts av avancerad interventionell radiologi. Exponering för strålning blir en del av det dagliga arbetet vilket fordrar vetskap om risker och förebyggande åtgärder. Allt för att generera en trygg och säker vårdmiljö för patienter och personal.

## BAKGRUND

### Röntgengenomlysning

I samband med angiografier nyttjas röntgengenomlysning (fluoroskopi) för att frambringa en rörlig bild över undersökningsområdet. Röntgenröret sänder ut upp till 30 strålningspulser per sekund vilka mottas av en bilddetektor och visas därefter på en TV-monitor. Det mänskliga ögat kan endast urskilja omkring 12 bilder per sekund som en serie stillbilder och ett högre antal uppfattas likt en filmsekvens. Strålningen regleras automatiskt utifrån den stråldos per bild som anses nödvändig beroende på önskad bildkvalitet. Systemet gör det även möjligt att skapa dokumentationsbilder för vidare granskning i efterhand. En kraftig patient kommer att fordra mer strålning med anledning av att det då krävs en högre dos för att vald mängd ska nå bilddetektorn. Detta medför även att personalen i undersökningsrummet utsätts för en ökad exponering (Cederblad, 2010). Vid genomlysning förekommer tre olika typer av joniserande strålning vilka endast existerar då själva bildtagningen utförs; primärstrålning (inom bildfältet), spridd strålning (från patientens kropp) och läckage från röntgenröret. Personalen erhåller högst dos i kontakt med det primära strålfältet och därefter genom strålningen som sprids inuti patienten i alla riktningar.

Röntgenutrustningen utgörs av en så kallad C-båge (figur 1) där röntgenröret initialt är placerat under undersökningsbordet och bilddetektorn ovanför patienten. C-bågen



Figur 1. C-båge (Siemens, 2013)

kan vinklas beroende på valet av projektion vilket även medför att personalens exponering påverkas. Konstruktionen innebär att primärstrålningen efter kontakt med patienten i huvudsak kommer att spridas tillbaka mot röntgenröret. Med ett underrör koncentreras därför personalens stråldos till de nedre extremiteterna. Vid positionering över patienten riktas majoriteten av strålningen istället mot hals och huvud (Schueler, 2010).

## Stråldoser och skyddsprinciper

Den joniserande strålning som sänds ut vid olika typer av röntgenundersökningar kommer att påverka personer i närheten på skilda sätt, varpå ett flertal begrepp används för riskbedömning. *Absorberad dos* mäts i enheten gray (Gy) vilket motsvarar den energi som absorberas i en viss del av kroppen och används för att värdera uppkomsten av akuta effekter. Dessa deterministiska ("förutsägbara") effekter beror främst på celledöd och kräver förhållandevis höga stråldoser över ett visst tröskelvärde (tabell 1). Sådana effekter (i huvudsak hudskador) har dock uppmärksamats till följd av interventionsradiologi då behandlingar utförs med vägledande genomlysning (Cederblad, 2010).

Tabell 1. Exempel på tröskelvärden för deterministiska effekter.

Tröskelvärde (mGy)	Deterministisk effekt
500	Reducerad nybildning av röda blodkroppar
1500	Illamående
2000	Tillfällig hudrodnad
3000	Håravfall

Begreppet *ekvivalent dos* anges i sievert (Sv) och tillämpas vid bedömning av sena effekter avseende induktion av cancer och genetiska skador. Den absorberade dosen multipliceras då med strålslagets särskilda viktningfaktor, vilken för röntgenstrålning är 1 (Cederblad, 2010). Sena effekter även kallade stokastiska ("slumpmässiga") orsakas av skador på cellers DNA. I de fall då den enskilda cellen inte kan reparera skadan på egen hand bildas en mutation med möjlig omvandling till en cancercell. Det råder ett linjärt samband mellan stråldos och cancerrisk utan något definierat tröskelvärde (Axelsson, 2008). Om hänsyn tas till organs olika strålkänslighet (organviktningfaktorer) och det faktum att kroppen utsätts för en ojämn bestrålning så beskrivs personens *effektiva dos*. Några av kroppens mest känsliga organ är mag-tarmkanal, röd benmärg och bröstkörtlar (Cederblad, 2010). Utöver stråldos och undersökt organ har även storleken på det aktuella undersökningsområdet inverkan på patientens totala dosbelastning. Mätvärdet DAP (*dos-area-produkt*) anger röntgenrörets utsända stråldos multiplicerat med fältstorleken (Axelsson, 2008). Värdet anges oftast i enheten  $Gy\text{cm}^2$  och kan appliceras för att uppskatta patientens effektiva stråldos. Stora skillnader mellan individers effektiva dos kan dock förekomma bl.a. beroende på olika sjukhus variationer i arbetsmetoder, inställningar vid bildtagning och typ av utrustning (Cederblad, 2010).

Angående personalens egen möjlighet till stråldosreducering utgör skydd i form av strålskyddsförkläden och halskragar den vanligaste metoden. Skyddsutrustningen verkar för att attenuera spridd strålning och förekommer i flera modeller. Det tidigare aktiva materialet bly är numera ersatt av miljövänligare och lättare ämnen exempelvis barium. Däremot anges fortfarande skyddsförmågan i blyekvivalens, x mm Pb (Cederblad, 2010). Ett förkläde med 0,5 mm Pb absorberar över 90 procent av strålningen som träffar det. För att uppnå maximal effekt är det betydelsefullt med korrekt passform, adekvat förvaring och årlig funktionskontroll. Ytterligare strålskydd är blyekvivalenta glasögon och handskar. Huvudsakligen är det operatören i samband med genomlysning som befinner sig närmast primärstrålningen och därmed riskerar att skada hud eller ögonlins och utveckla linsgrumling

(katarakt). Det finns även transparenta tak- och bordshängda skärmar och mobila skärmar som frambringar utökad säkerhet och tillåter visualisering av patienten (Schueler, 2010).

Internationella strålskyddskommissionen (ICRP) har utformat tre huvudprinciper för planerad verksamhet med strålning; *berättigande*, *optimering* och *dosgränsprincipen*. En undersökning ska inför genomförandet vara berättigad, både gällande valet av metod för aktuell frågeställning och för den enskilda patienten. Optimering innebär att strålskydd som används ska utformas optimalt med avsikt att personal och allmänhet bestrålas så lite som möjligt, utifrån begreppet ALARA (*As Low As Reasonably Achievable*). Dosgränser anger maximala värden för att utesluta oacceptabla risker för individer som bestrålas. Principen berör inte patienter i behov av undersökning och behandling eftersom risken kan vara större om denna inte genomförs och betydande information går förlorad (Cederblad, 2010). Personal vars dagliga arbete inbegriper en potentiell effektiv stråldos över 6 mSv per år ska bära persondosimetrar (se Lagar och författningar nedan). Dosimetern som är ett verktyg för individuell dosmätning, ska avläsas regelbundet och bäras under strålskyddsförklädet för att uppskatta stråldosen till känsliga organ. Det finns även kompletterande mätinstrument för ögon och händer, vilka anses lämpliga vid exempelvis intervention (Axelsson, 2008).

### **Lagar och författningar**

Strålskyddslagen (SFS 1988:220) syftar till att skydda människor, djur och miljö mot skadlig verkan av strålning. Enligt 6 § ska mät- och strålskyddsutrustning kontrolleras och underhållas väl av den som bedriver strålningsverksamhet. Vidare beskrivs i 7 § och 8 § att den som är sysselsatt i verksamheten bl.a. ska ha god kunskap om villkor och risker förenade med verksamheten och nödvändig utbildning gällande strålskydd samt använda de skyddsanordningar som fordras. Strålsäkerhetsmyndigheten (SSM) har utifrån strålskyddslagen publicerat föreskrifter och rekommendationer för Sveriges strålningsverksamheter. Enligt Strålskyddsförordning (SFS 1988:293) 5 § ska anmälan ske till Strålsäkerhetsmyndigheten vid misstanke om skada till följd av joniserande strålning, liksom i anslutning till missöde eller tillbud med betydelse ur strålskyddssynpunkt. Strålsäkerhetsmyndighetens föreskrifter om grundläggande bestämmelser för skydd av arbetstagare och allmänhet vid verksamhet med joniserande strålning (SSMFS 2008:51) presenterar i 3 kap aktuella dosgränser för arbetstagare. Den högsta ekvivalenta dosen för att utesluta risk för akuta effekter är 150 mSv per år till ögats lins och 500 mSv per år till hud respektive extremiteter. Dosgränsen för hela kroppen (effektiv dos) är 50 mSv per år för att minska risken för sena effekter. Samtidigt gäller att den effektiva dosen inte får överstiga 100 mSv under fem på varandra följande år. I 4 kap, 2 § stadgas att den som bedriver verksamheten ska utföra en kategoriindelning av arbetstagarna. Då det anses sannolikt att den effektiva dosen per år uppgår till 6 mSv eller mer, att den ekvivalenta dosen till ögats lins uppgår till 45 mSv eller mer, eller 150 mSv eller mer till hud och extremiteter så tillämpas kategori A. Övrig personal placeras i kategori B. Samtliga arbetstagare i kategori A ska enligt 5 kap utföra individuella dosmätningar och Strålsäkerhetsmyndigheten ska underrättas om ovan nämnda dosgränser överskrids under en månad. Arbetstagarna ska även genomgå en läkarundersökning före sysselsättning i strålningsverksamheten. Ytterligare insatser för kvalitetssäkring fastställs i Strålsäkerhetsmyndighetens föreskrifter om röntgendiagnostik (SSMFS 2008:31).

Enligt 10 § ska journal föras avseende genomlysningstider i samband med interventionella procedurer och även då genomlysning sker utanför röntgenavdelningen. Nyanskaffad utrustning ska enligt 14 § vara försedd med automatisk dosreglering med minst två stråldosnivåer och en funktion som visar given strålningsmängd. Strålsäkerhetsmyndighetens föreskrifter om diagnostiska standarddoser och referensnivåer inom medicinsk röntgendiagnostik (SSMFS 2008:20) redovisar stråldoser för olika typer av undersökningar och allmänna råd gällande radiologisk teknik. Den diagnostiska referensnivån för koronarangiografi som fastställts av Strålsäkerhetsmyndigheten är 80 Gy $\text{cm}^2$ . Detta kan jämföras med en undersökning av ländrygg och sakroiliakaleder (10 Gy $\text{cm}^2$ ) eller hjärta och lungor (0,6 Gy $\text{cm}^2$ ). För tillämpning av god radiologisk teknik vid koronarangiografi rekommenderas en rörspänning över 70 kV, bildfrekvensen 12,5 bilder per sekund och färre än 10 serier i antalet projektioner.

### **Patientsäkerhet och röntgensjuksköterskans ansvar**

Utöver de tekniska krav som ställs på verksamhetens röntgenutrustning och strålskydd har all hälso- och sjukvårdspersonal skyldigheter gällande patientsäkerhet och bemötande. Grundläggande är att vården ska utföras i överensstämmelse med vetenskap och beprövad erfarenhet, vilket framkommer i Patientsäkerhetslagen (SFS 2010:659), 6 kap. I 1 § stadgas att arbetet ska bygga på omtanke och respekt och i möjligaste mån genomföras i samråd med patienten. Personalen ska enligt 4 § rapportera händelser till vårdgivaren som har medfört eller hade kunnat medföra vårdskada, i syfte att upprätthålla en hög patientsäkerhet. Hälso- och sjukvårdens övergripande mål är en god hälsa, vilket utöver utredning och behandling av skador och sjukdomar även inbegriper medicinskt förebyggande åtgärder (SFS 1982:763, 1 §). Detta klargörs även i Kompetensbeskrivning för legitimerad röntgensjuksköterska (Örnberg & Andersson, 2011). Yrket förutsätter helhetssyn och ett etiskt förhållningssätt inom tre kompetensområden; *radiografins teori och praktik, ledarskap samt forskning, utveckling och utbildning*. Radiografins teori och praktik innefattar kunskap om strålskydd med förmågan att tillämpa skyddsåtgärder och ansvara för att gällande föreskrifter efterföljs. Forskning, utveckling och utbildning beskrivs som att ha förmåga att exempelvis applicera ny kunskap i det praktiska arbetet, analysera sina egna styrkor och svagheter samt undervisa och handleda övrig personal. Ett aktivt kvalitets- och säkerhetsarbete ska verka för att nedbringa skador och risker. Mötet mellan röntgensjuksköterska och patient sker i en högteknologisk miljö där ett professionellt engagemang anses avgörande för att uppfylla en personcentrerad vård (Örnberg & Andersson, 2011). I den yrkesetiska koden beskrivs även röntgensjuksköterskans ansvar gentemot vårdtagaren att minimera stråldoser och att med hög patientsäkerhet framställa optimala bilder med olika strålningsstillämpningar. Ansvaret omfattar även att i skyddande syfte ingripa då vårdandet hotas av andra människors handlande (Örnberg & Eklund, 2008).

### **Koronarangiografi**

Koronarangiografi (kranskärldröntgen) utgör förstahandsmetoden för att på ett detaljerat sätt kartlägga förträngningar i hjärtats kranskärl (Duvernoy, 2008). En förträngning beror på åderförkalkning med avlagringar på kärlväggens insida. Tillståndet kan orsaka kärllkramp (*angina pectoris*) på grund av otillräcklig blodtillförsel till hjärtmuskulaturen och potentiell hjärtinfarkt. Vid koronarangiografi förs en kateter in i ett blodkärl på patientens handled (*arteria radialis*) eller ljumske (*arteria femoralis*), vidare genom aorta och fram till hjärtat. Parallellt med

genomlysning administreras därefter kontrastmedel via katetern för att möjliggöra visualisering av kranskärnen. Patienten är vaken under hela proceduren som pågår i ungefär 30-60 minuter (Vårdguiden, 2011). Undersökningens diagnostiska syfte kan resultera i en eventuell behandling antingen direkt eller vid ett senare tillfälle. Exempelvis kan läkaren utföra en ballongvidgning, PCI (*Percutaneous Coronary Intervention*), vilket innebär att förträngningen dilateras och vanligtvis åtgärdas med ett stentinlägg. Om PCI inte anses vara lämpligt får patienten genomgå en koronar bypass-operation för att på så vis rekonstruera blodflödet (Järhult & Offenbartl, 2006).

## **PROBLEMMOMRÅDE**

Koronarangiografier och interventioner innebär i flera fall tidsmässigt långa procedurer vilket kan leda till att patienten utsätts för skadlig primärstrålning över samma hudområde. Som tidigare nämnts har hudskador hos patienter observerats och på senare år har även ökande fall av katarakt hos personal rapporterats med anledning av begränsad användning av adekvat strålskydd (Schueler, 2010). Röntgensjuksköterskans profession inbegriper därmed ett ökat säkerhetsansvar kring sådana risker. En pågående ökning i antalet behandlingsformer med röntgenomlysning, exempelvis PCI, medför ett tilltagande kunskapsbehov i syfte att upprätthålla en hög säkerhet för både patienter och personal. Skillnader mellan olika sjukhus uppmätta stråldoser beroende på olikheter i undersökningsteknik bör också uppmärksammas för att identifiera möjliga orsaker och metoder för dosreducering.

## **SYFTE**

Syftet var att beskriva potentiella strålrisker och metoder för stråldosreducering för patienter och personal i samband med koronarangiografi.

## **METOD**

Examensarbetet utgörs av en allmän litteraturoversikt för att skapa en beskrivande sammanställning av ämnesområdet. Metoden innebär ett strukturerat arbetssätt baserat på analys och presentation av befintlig forskning. Det är betydelsefullt med öppenhet och ett fortlöpande kritiskt förhållningssätt för att förhindra ett selektivt urval av studier som styrker den egna ståndpunkten (Friberg, 2012).

## **LITTERATURSÖKNING**

Inledningsvis utfördes en grundläggande artikelsökning för att få inblick i kunskapsläget och pågående forskning inom strålskydd. En stor mängd litteratur påträffades och ett flertal titlar visade på studier inom koronarangiografi. Detta ämnesområde ansågs vara mer lagom avgränsat än strålskydd generellt, varpå fortsatt sökprocess fokuserades kring koronarangiografi. Lämpliga sökord identifierades med hjälp av verktyget Svensk MeSH; "Radiation Protection", "Coronary Angiography" och "Radiography, interventional". Kombinationen utgjordes av en så kallad boolesk söklogik (Östlundh, 2012) där operatören AND användes för att söka på fler termer än enbart "Radiation Protection". Sökningarna genomfördes i databaserna PubMed och Scopus för tillgång till publicerat material inom medicin och hälsa, och resultaten



dokumenterades (tabell 2). Termen för ”strålskydd” valdes med anledning av att den bedömdes som mer förekommande än det engelska ordet för ”stråldosreducering”. I samband med den grundläggande artikelsökningen uppmärksammandes att flera metoder för stråldosreducering ingick då söktermen för ”strålskydd” användes, vilket var önskvärt. Sökträffarna innefattade även studier med forskning kring potentiella strålrisker. Majoriteten utgjordes av strålskydd för personal varpå den tredje sökningen kompletterades med ordet ”Patient” för att frambringa detta perspektiv. En sökning utfördes även i databasen Cinahl där ett antal av de valda artiklarna påträffades. Dock gav sökningen färre träffar och inga ytterligare relevanta artiklar.

### Urval

I syfte att underlätta urvalet av litteratur avgränsades sökningen med ett antal inklusionskriterier. Med anledning av röntgendiagnostikens ständiga utveckling valdes enbart studier publicerade inom de senaste fem åren. Vidare önskades artiklar skrivna på engelska och i databasen Scopus inkluderades även det valbara kriteriet ”article”. Samtliga sökningar resulterade i en mängd studier inriktade på stråldosreducering inom datortomografi. Detta framkom antingen direkt i artiklarnas titel eller abstract och de kunde därmed exkluderas. Även litteraturöversikter och artiklar vars huvudområde utgjordes av radioaktiv strålning exkluderas, då de inte ansågs motsvara arbetets syfte. Totalt valdes tio kvantitativa vetenskapliga artiklar ut för kvalitetsbedömning (se bilaga).

Tabell 2. Litteratursökning

	Sökord	Antal träffar	Antal lästa artiklar	Antal valda studier
<b>PubMed 2013-01-23</b>				
1	”Radiation Protection” AND ”Coronary Angiography”	75	16	5
<b>Scopus 2013-01-23</b>				
2	“Radiation Protection” AND “Radiography, interventional”	81	24	4
<b>Scopus 2013-01-24</b>				
3	“Radiation Protection” AND “Coronary Angiography” AND Patient	53	3	1

### KVALITETSBEDÖMNING OCH ANALYS

Initialt genomfördes en övergripande granskning av samtliga artiklar avseende resultat och relevans för det valda ämnesområdet. Därefter granskades studierna mer ingående utifrån Willman och Stoltzs (2002) protokoll för kvalitetsbedömning. Alla studier har genomförts med kvantitativ undersökningsmetod varpå den vetenskapliga kvaliteten bedömdes med hänsyn till detta. Protokollets frågor som besvarades inkluderade faktorer gällande forskningsmetod, urvalsförfarande, bortfall och

intervention samt statistisk metod. Även tillförlitlighet och resultatens generaliserbarhet granskades. En randomiserad kontrollerad undersökning med ett stort antal deltagare värderades högt. Detta med anledning av minskad risk för systematiska fel och missvisande resultat. Ett antal studier utgjordes dock av icke-randomiserade undersökningar och observationsstudier men där urval, tillvägagångssätt och analys ändå gav indikation om god kvalitet. Artiklarna ansågs adekvata för att med syftet som grund kunna skapa en litteraturöversikt. Vidare framställdes en översiktstabell (se bilaga) som stöd i analysarbetet och för att åskådliggöra materialet (Friberg, 2012). Under denna process identifierades även likheter och skillnader i resultat innehåll vars sammanställning ligger till grund för följande resultatbeskrivning. Granskningen fokuserades kring studiernas resultat som helhet, vilka sorterades utifrån arbetets syfte under ett antal lämpliga rubriker. Jämförelser mellan studierna visade på övergripande teman i form av *stråldoser och potentiella risker* inbegripande påverkande faktorer samt *stråldosreducering* genom strålskydd, kunskap och utbildning.

## RESULTAT

Nedan presenteras resultatet utifrån genomförd analys av tio vetenskapliga artiklar med kvantitativ forskningsansats. Information belyses angående olika länders utveckling och observerade stråldosnivåer, varierande metoder för stråldosreducering och det säkerhetsbehov som föreligger i samband med koronarangiografi. Ytterligare kvantitativ data visas i bilaga och en sammanställning av betydelsefulla aspekter för stråldosreducering åskådliggörs i figur 2.

## STRÅLDOSER OCH POTENTIELLA RISKER

Med anledning av att flertalet negativa effekter som kan uppkomma har lång latenstid försummas många gånger riskerna med bristande strålskydd som följd (Challa, Warren, Danak & Bates, 2009). I en multinationell studie (Tsapaki et al., 2009) påvisas en tydlig ökning inom kardiologisk intervention i flera utvecklingsländer i Europa, Asien och Afrika. Exempelvis presenterar Pakistan en tillväxt på 196 procent i antalet genomförda procedurer mellan år 2004 och 2007. Detta förklaras med att fem nya undersökningsrum installerades under denna period. Även Armenien och Libanon redovisar en kraftig ökning med 114 respektive 126 procent. Av studiens 20 medverkande länder visar åtta länder på en hög arbetsbelastning med cirka 2000 till 5000 diagnostiska och terapeutiska interventioner per undersökningsrum och år. Samtidigt klargörs bristande kunskap och tillämpning av stråldosmätning avseende dos-area-produkt (DAP) och huddos, liksom få anställda fysiker. Från rapporterad data uppmärksammas att 100 av 505 patienter erhöll huddoser över 2 Gy vilket är gränsen för potentiell hudskada. En studie utförd i länderna Bosnien och Hercegovina, Kroatien, Montenegro och Serbien (Ciraj-Bjelac et al., 2011) presenterar liknande information gällande stråldoser och arbetsbelastning. Datainsamling från nio olika sjukhus med verksamhet inom kardiologisk intervention visar att majoriteten av patienternas huddos föreföll under dosgränsvånen. Vid 14 av 157 fall uppmättes dock värden över 2 Gy. Åtta sjukhus rapporterade tillfällen med effektiva stråldosnivåer  $\geq 100 \text{ Gy}\cdot\text{cm}^2$  och fem sjukhus med nivåer  $\geq 200 \text{ Gy}\cdot\text{cm}^2$ . Av samtliga genomförda koronarangiografier och PCI överskred 40 procent respektive 47 procent internationella referensvärden med risk för stokastiska effekter.

Vid den årliga konferensen National Heart Association of Malaysia undersöktes förekomsten av strålningsassocierad katarakt bland kardiologer och sjuksköterskor inom interventionsverksamhet (Ciraj-Bjelac et al., 2010). Försöksgruppen jämfördes med 22 kontroldeltagare som inte tidigare exponerats för joniserande strålning inom huvud- eller halsregionen. Studien omfattade initialt en enkät med 26 frågor gällande exempelvis antalet år inom yrket, arbetsbelastning samt användning av strålskydd och dosimeter. Även frågor angående livsstil såsom alkoholkonsumtion, rökning och solljusexponering besvarades samt eventuell förekomst av sjukdom. Medverkande kardiologer och sjuksköterskor delgav i genomsnitt en yrkeserfarenhet på nio respektive sex år. Svaren bekräftades med personliga intervjuer och följdes av en ögonundersökning utförd av två oberoende observatörer, ovetande om deltagarnas personliga förhållanden. En expert inom strålningsinducerade linsförändringar kontrollerade samtidigt proceduren. Resultatet som redovisas i artikeln visar på en dosberoende riskökning för utveckling av katarakt hos personal inom kardiologisk intervention. Linsförändringar uppmärksammades hos 29 av 56 kardiologer och hos fem av 11 sjuksköterskor, medan enbart två av 22 kontroldeltagare uppvisade patologiska förändringar. Det rapporteras även att 14 av de 34 yrkesverksamma med tecken till katarakt sällan eller aldrig använder strålskyddsskärmar i sitt dagliga arbete. Oregelbunden användning eller avsaknad av skyddsglasögon rapporteras hos 32 deltagare (94 procent). Studien visar också förekomst av linsförändringar hos deltagare som utsatts för lägre stråldoser än de dosgränser som fastställts av Internationella Strålskyddskommissionen (ICRP).

### **Påverkande faktorer**

I en fransk studie (Journy et al., 2012) karaktäriseras faktorer relaterade till patientens huddos i samband med kardiologisk intervention. Tre operatörer utförde 177 slumpmässigt utvalda undersökningar och/eller behandlingar under en sju månaders period. Genomsnittsdosen vid koronarangiografi uppmättes till 65 Gy $\text{cm}^2$  (DAP) och patientens huddos till 389 mGy. I de fall då undersökningen även inkluderade en behandlande procedur uppmättes stråldoserna till 69 Gy $\text{cm}^2$  respektive 916 mGy. Resultatet visar att patientens huddos huvudsakligen var relaterad till praktiserad genomlysningstid och bildfrekvens. Även undersökningens komplexitet, patientens BMI och ansvarig operatör påverkade huddosen. En av operatörerna tillämpade utrustningens möjlighet till filtrering av infallande röntgenstrålning vilket utesluter den strålning som inte bidrar till någon bildinformation. Åtgärden minskade signifikant stråldosen med i genomsnitt 2 Gy $\text{cm}^2$  per bildsekvens. Vidare beskrivs att ”högdos genomlysning” med 12,5 bilder per sekund innebar en stråldosökning med 1,46 Gy $\text{cm}^2$  till skillnad från då ett lägre dosval applicerades. En ökning i bildfrekvens från 12,5 bilder per sekund till 25 bilder per sekund vid ”lågdos genomlysning” medförde en stråldosökning med 1,99 Gy $\text{cm}^2$ . DAP varierade även i förhållande till röntgenrörets vinkling. Detta förklaras genom utrustningens system för dosautomatik då strålningen passerar genom patientens skilda vävnader. I artikeln betonas att operatörens aktiva val av metodik såsom genomlysning med låg stråldos, bildfrekvens och filtrering, optimerar undersökningen ur ett strålskyddande perspektiv.

Morrish och Goldstone (2008) presenterar liknande resultat gällande på vilket sätt röntgenrörets vinkling inverkar på erhållen stråldos. Studien genomfördes på två sjukhus i Storbritannien med syfte att undersöka karaktären av stråldoser till patienter och personal för att bistå med råd kring tekniker för stråldosreducering. Inledningsvis

utfördes mätning och granskning av spridd strålning med hjälp av ett kroppsphantom vid en simulerad angiografi. Därefter analyserades stråldosvärden i samband med 15 koronarangiografier och från en retrospektiv datainsamling med 3110 registrerade undersökningar. Resultatet från simuleringen visar att sned vinkling av röntgenröret medförde en högre exponering till patienten och därmed mer spridd strålning. Denna riktades i sin tur framför allt tillbaka mot röntgenröret. Vid mätning i tre olika plan (60, 120 och 170 centimeter från golvet) observerades en lägre stråldos i det översta planet och en högre stråldos 60 centimeter från golvet. Detta med anledning av utrustningens konstruktion med röntgenröret placerat under bordet. Vid genomlysning med ett överrör hade resultatet blivit det motsatta. Utifrån den retrospektiva datainsamlingen framkom en genomsnittsdos på  $33,4 \pm 0,01 \text{ Gy cm}^2$  i samband med koronarangiografi och  $80,5 \pm 0,07 \text{ Gy cm}^2$  vid samtidig behandling med ballongvidgning. Då analysen även inkluderade den manuella stråldosmätningen från 15 andra koronarangiografier så framkom värden mellan 28,0 och 39,3  $\text{Gy cm}^2$ .

I en annan engelsk studie (Lo et al., 2012) åskådliggörs betydelsen av operatörens yrkeserfarenhet i samband med koronarangiografi. Två specialister (>1000 utförda procedurer) med erfarenhet inom radial respektive femoral punktion samt en mindre rutinerad operatör undersökte totalt 100 patienter. Utöver jämförelsen mellan kateterisering via radialis respektive femoralis granskades även hypotesen att operatörens erfarenhet inverkar på erhållen stråldos. Studien innefattade enbart patienter med lindriga symtom, medan patienter med planerad PCI eller tidigare kirurgisk behandling exkluderades. För att undvika påverkande faktorer tillämpades även en standardiserad genomlysningsteknik och likvärdigt strålskydd. I artikeln klargörs att högre värden registrerades av den mindre rutinerade operatören, oavsett punktionsställe. Hos de två specialisterna framkom ingen signifikant skillnad i stråldos till patient eller operatör avseende valt punktionsställe.

## **STRÅLDOSREDUCERING**

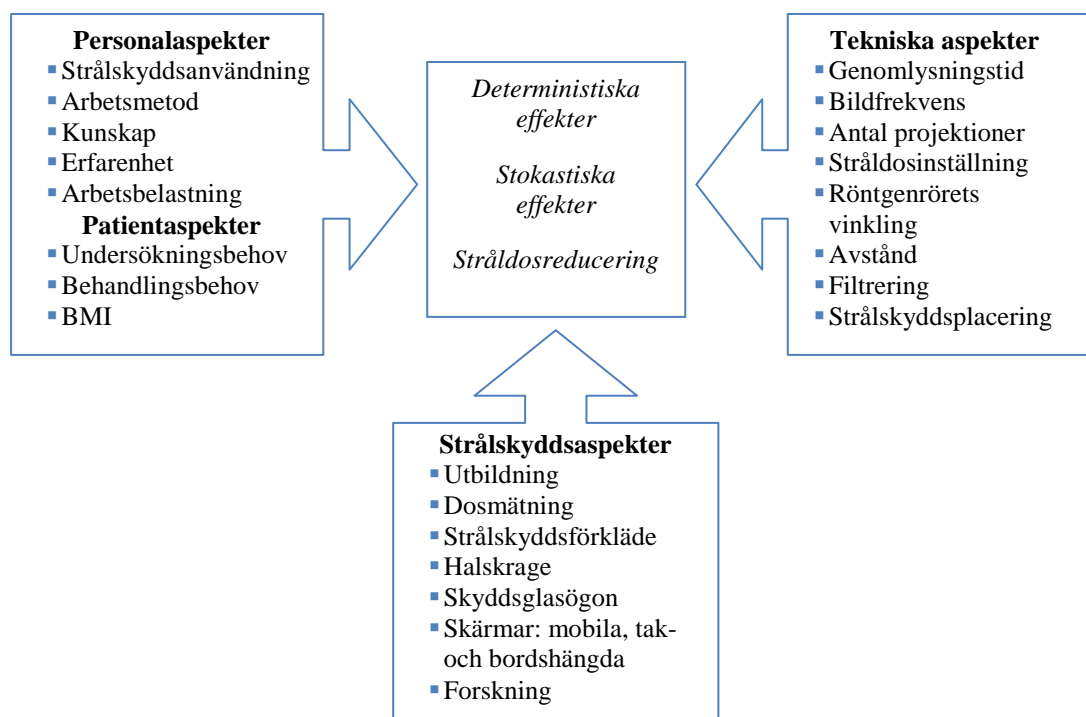
### **Strålskydd**

Strålskador kan minimeras med adekvat användning av strålskydd, dosmätning och regelbundna utbildningstillfällen (Ciraj-Bjelac et al., 2011). I syfte att avgöra effektiviteten av olika strålskyddsbarriärer samt dess inverkan på operatörens totala exponering granskades 50 undersökningar och behandlingar avseende primär och spridd strålning (Challa et al., 2009). Strålskydden inkluderade en takhängd och en mobil skärm i blyekvivalent material, en bordshängd duk, förkläde och thyreoideaskydd samt glasögon, handskar och benskydd. Dosimetrar (n=25) placerades på båda sidor om de olika strålskydden och två separata patientdosimetrar användes för mätning av ingångs- och utgångsdos. Den huvudsakliga stråldosreduceringen i förhållande till ingångsdos erhöles av skyddet under bordet (95 procent), den mobila skärmen (81 procent) och den takhängda skärmen (86 procent). Exempelvis registrerades värdet 58,10 mSv på patientsidan av den bordshängda skärmen och 2,70 mSv på operatörens sida. Strålskyddsförklädet med 1,0 mmPb medförde 96 procent reducering. Glasögonen uppmätte en högre ingångsdos liksom dosreducering på vänster sida (67 procent) i förhållande till höger sida (45 procent), vilket förklaras av operatörens positionering och avstånd till röntgenröret. I artikeln uppmärksammas även att patienter med högre BMI exponerades för en högre ingångsdos samtidigt som utgångsdosen blev lägre, vilket indikerar en ökad absorption av röntgenstrålning. Fördelen med multipla strålskydd poängteras men att

operatörens främsta stråldosreducering frambringas genom att minska exponeringen till patienten.

Nya metoder för stråldosreducering framförs i två europeiska studier. Lange och von Boetticher (2012) har utformat och granskat en strålskyddande duk för att begränsa personalens exponering under koronarangiografi. Skyddet är konstruerat likt ett förkläde vilket placeras över patientens bäcken. Studien genomfördes med totalt 210 patienter, vilka slumpmässigt fördelades i fyra grupper för samtidig jämförelse mellan radial respektive femoral punktion, med och utan strålskyddet. Resultatet visar på en tydlig dosreducering till operatören vid både radial och femoral punktion. Detta förklaras av skyddets förmåga att minimera spridd strålning från patientens bäckenregion. I artikeln poängteras att kateterisering via radialis associeras med en högre stråldos till operatören. Denna aspekt belyses även av Lo et al. (2012) som dock inte uppmärksammade några skillnader i stråldos mellan tillvägagångssätten i sin studie. Däremot framkom fördelar med radial punktion i form av ökad patientkomfort och kortare tid till mobilisering efter undersökningen.

En liknande metod för att reducera personalens stråldos utgörs av en specialutformad strålskyddande platta; TRPB (Behan et al., 2010). Skyddet är avsett för att användas vid undersökning och behandling då kateterisering sker via radialis. Plattan består av ett blyekvivalent material med en 20 centimeter hög kant, vilken placeras mellan patientens arm och sida. Funktionskontroll utfördes med hjälp av 106 slumpmässigt fördelade patienter för undersökning med eller utan TRPB. Det förekom inga skillnader mellan de två grupperna avseende deltagarnas kön, ålder eller BMI. Stråldosmätningarna visar på att operatörens stråldos reducerades vid användning av det kompletterande strålskyddet. Det betonas att utveckling och tillämpning av flera strålskyddstekniker bör prioriteras med anledning av den riskabla exponering som personalen utsätts för i samband med intervention. Lange och von Boetticher (2012) föreslår nyttjande av TRPB som ett komplement till övriga strålskydd.



Figur 2. Sammanställning av betydelsefulla aspekter och möjligheter till stråldosreducering.

## **Kunskap och utbildning**

I ovan nämnd studie av Tsapaki et al. (2009) konstateras att samtliga granskade sjukhus i 20 utvecklingsländer rapporterade användning av strålskyddsförkläden. Detta påvisas likaså i den andra multinationella studien (Ciraj-Bjelac et al., 2011) där rutinmässigt strålskydd även inkluderar skyddsglasögon. Som tidigare nämnts förekommer dock mindre positiva resultat avseende uppmätta stråldosnivåer och i flera studier (Ciraj-Bjelac et al., 2010; Georges et al., 2009; Journy et al., 2012; Morrish & Goldstone, 2008) betonas det rådande utbildningsbehovet. Även organisationen International Atomic Energy Agency (IAEA) arbetar aktivt med projekt för stråldosreducering runtom i världen (Tsapaki et al., 2009).

Georges et al. (2009) beskriver ett utvecklat program för stråldosreducering baserat på personalinriktad strålskyddsutbildning. En tvådagarskurs inkluderade information gällande lämplig strålskyddsanvändning och tekniska rekommendationer kring bland annat genomlysningstid, bildfrekvens och avstånd mellan röntgenrör, patient och detektor. I studien deltog 3285 patienter och data inhämtades genom registrering av alla på varandra följande förfaranden (2077 koronarangiografier och 1208 PCI) utförda ett år före och två år efter det genomförda utbildningsprogrammet. Resultatet visar på en signifikant stråldosreducering vid både koronarangiografi och PCI efter tillämpad utbildning. Vid omkring 90 procent av samtliga undersökningar två år efter utbildningen uppmättes stråldoser under de internationella referensvärdena. Maximal positiv verkan observerades inom tre månader och därefter avtog effekten successivt.

## **DISKUSSION**

### **METODDISKUSSION**

I samband med den inledande litteratursökningen observerades en stor tillgång av material i anknytning till strålskydd och dess tillämpningsmöjligheter. Utifrån personligt intresse och förfogande till mer överskådlig data fokuserades arbetet kring ämnesområdet koronarangiografi. En litteraturöversikt ansågs adekvat för att med problemformuleringen som grund belysa aktuell forskning och generera kunskap om området.

Sökningarna var relativt få men tydligt inriktade med lämpliga sökord för att motsvara arbetets syfte. Ämnesordlistan Svensk MeSH bidrog med användbara termer för de rekommenderade databaserna PubMed och Scopus. Sökning nummer två innefattade en bredare sökterm i form av "Radiography, interventional" vilket resulterade i fler träffar. Med anledning av att tidigare påträffade artiklar även framkom vid denna sökning valdes totalt sett ett lägre antal. Termen "Coronary Angiography" tillämpades återigen vid den tredje sökningens eftersom det resulterade i fler studier inom ämnesområdet. Ordet "Patient" bidrog med enbart en ytterligare artikel vilken emellertid omfattade önskvärt perspektiv. Ett bekymmer under litteratursökningen var antalet studier gällande datortomografi som ofrivilligt inkluderades i träfflistan. Detta är dock ett bevis på den pågående tekniska utvecklingen med tanke på att allt fler röntgenundersökningar idag genomförs med denna modalitet. Artiklarna sorterades bort med en gång vilket förklarar antalet lästa artiklar. Det framkom enbart studier med kvantitativ forskningsansats vilket dock var väntat till följd av att strålskydd och stråldoser främst förknippas med mätningar och teknologi. I förhållande till arbetets syfte ansågs kvantitativa artiklar vara passande

med anledning av att studier kring kvalitativa data såsom personal- och patientupplevelser inte var relevanta. Exkluderingen av artiklar äldre än fem år syftade till att frambringa aktuell forskning kring området och därmed en tidsenlig litteraturoversikt. Utan denna exkludering hade troligen mer information och ytterligare infallsvinklar påvisats men på tillämpat sätt framkom ändå en stor mängd studier. Avgränsningarna frambringade en överkomlig mängd litteratur för vidare granskning.

Samtliga inkluderade studier har publicerats i medicin- och vårdvetenskapliga tidskrifter vilket enligt Olsson och Sörensen (2011) kräver ett godkännande från en etikprövningsnämnd. Forskningen har då ansetts genomförd med respekt för människovärdet och den förväntade vinsten har övervägt möjliga risker. Majoriteten av valda artiklars forskningsmetoder baserades på stråldosmätning vid planerade undersökningar eller retrospektiv datainsamling. Därmed förekom troligen ingen ökad risk för varken patienter eller personal att delta i studierna, vilket kan utgöra en förklaring till att etiska principer inte diskuterats mer ingående i artiklarna. I en studie vars metod inkluderade en enkätundersökning och intervjuer belyses dock förfarandet utifrån grundläggande etiska frågor såsom informerat samtycke.

Litteratursökningen visade på begränsad information angående röntgensjuksköterskans roll i samband med koronarangiografi. Sannolikt beror detta på operatörens huvudansvar under denna typ av procedur, till skillnad från konventionella röntgenundersökningar då röntgensjuksköterskan besitter en mer framträdande position. Arbetets syfte omfattade därför en helhetsbild av personal inom verksamhetsområdet, inbegripande både sjuksköterskor och operatörer. Under analysprocessen nyttjades ett protokoll för kvalitetsbedömning av Willman och Stoltz (2002) vilket var till förmån för att indikera artiklarnas användbarhet. Även Fribergs (2012) förslag till arbetsmetod var till stor nytta vid analys och resultatsammanställning. De tio vetenskapliga artiklar som valdes ut illustrerar problemområdet ur olika perspektiv och studierna speglar flera länders forskning och vårdssituation. Detta ansågs positivt för att frambringa en bred översikt och visar dessutom på att strålrisker och stråldosreducering utgör ett omdiskuterat och ständigt aktuellt tema.

## **RESULTATDISKUSSION**

Syftet med denna litteraturoversikt var att beskriva potentiella strålrisker och metoder för stråldosreducering för patienter och personal i samband med koronarangiografi. Resultatet från granskade studier bidrar med kunskap kring området och skapar även möjlighet till reflektion avseende dess betydelse för vårdandet.

### **Etik och ansvar**

Analyserade artiklar delger begränsad information kring röntgensjuksköterskans ansvarstagande och delaktighet i undersökningsprocessen. Exempelvis klargör Lo et al. (2012) enbart betydelsen av operatörens yrkeserfarenhet vid koronarangiografi. Röntgensjuksköterskan bör ta ställning till sin skyldighet att bidra till en säker vårdmiljö. Det kan anses besvärande att kommentera en operatörs arbetsmetod men det är ett agerande som kan bringa fördelar åt samtliga parter och främja ett samarbetsvilligt klimat. Ansvaret att uppmärksamma och förebygga arbetsrelaterade

risker framkommer i Kompetensbeskrivning för legitimerad röntgensjuksköterska (Örnberg & Andersson, 2011) och bör inkludera ett multidisciplinärt synsätt för optimal vård. En läkare utför själva proceduren men röntgensjuksköterskan ska följa patienten före, under och efter undersökningen avseende patientens medicinska tillstånd och individuella behov. Vidare ska uppmärksamhet råda kring att aktuella lagar och strålskyddsföreskrifter följs. Yrket inbegriper ett moraliskt ansvar utifrån fyra etiska grundprinciper; respekt för självbestämmande (autonomi), principen att inte skada, godhetsprincipen och rättvisepincipen.

På liknande sätt som redovisas i Patientsäkerhetslagen (2010:659) och Strålskyddsförordning (1988:293) framhåller Picano och Vano (2011) kravet om anmälningsskyldighet i samband med vårdskador. Däremot betonas problemet angående rädslan för anklagelser till följd av strålningsrelaterade effekter, såsom hudskador och håravfall. Givetvis önskar ingen verksamhet associeras med bristande rutiner vilket medför att sådana skador i värsta fall inte rapporteras. Safety in radiological procedures (SAFRAD) är ett internationellt rapporteringssystem utvecklat av organisationen IAEA. Systemet är anonymt vilket innebär att förmedlad information inte sprids vidare till någon tredje part. Med hjälp av denna metod kan en mer korrekt inblick i röntgenverksamhetens vårdssituation erhållas.

### **Strålrisker och stråldosreducering**

Det kan vara svårt att generalisera studiernas resultat gällande registrerade stråldoser med anledning av flertalet påverkande faktorer. Ur ett annat perspektiv skapas dock förståelse för att det inte förekommer en specifik korrekt metod för att reducera potentiella risker. Personal- och patientspekter samt tekniska och strålskyddande aspekter inverkar på skilda sätt avseende erhållna stråldosnivåer och kan därmed komplettera varandra för möjlig strålskyddsoptimering. Med exempelvis strålskyddsförkläde, skyddsglasögon, skärmar och kort genomlysningstid samt väl utbildad personal genereras förutsättningar för stråldosreducering. Om personalen däremot försummar strålskyddande principer utsätter de både sig själva och patienten för deterministiska och stokastiska effekter. Utgångspunkten bör vara att tillämpa de skyddsåtgärder som finns tillgängliga och utföra det på ett korrekt sätt. Ny forskning och framställning av strålskydd såsom TRPB kan bidra med ytterligare dosreducering (Behan et al., 2010) och därmed vidmakthålla begreppet *As Low As Reasonably Achievable*. Det är även betydelsefullt med regelbundna stråldosmätningar för uppföljning och eventuell kvalitets- och säkerhetsförbättring. Vidare innehar verksamheten liksom röntgensjuksköterskan ett ansvar att genomföra kvalitetskontroller av använd medicinsk teknisk utrustning (SFS 1988:220; Örnberg & Andersson, 2011).

För att uppfylla Internationella strålskyddskommissionens huvudprinciper *berättigande, optimering* och *dosgränser* krävs förutom mer forskning kring nya strålskyddsmetoder även granskning av aktuella dosgränser. Detta med anledning av att strålskador och negativa effekter såsom katarakt har uppmärksammats vid betydligt lägre nivåer än fastställda referensvärden (Ciraj-Bjelac et al., 2010). Även om rekommendationer och dosgränser efterföljs är det betydelsefullt att vara medveten om det linjära samband som råder mellan stråldos och cancerrisk. Med tanke på att det inte föreligger några dosgränser för patienter är det nödvändigt att vid samtliga tillfällen utföra en risk/nytta analys för att väga positiva effekter mot



tänkbara negativa följder. Detta inbegriper särskilt patienter vars sjukdomsbild omfattar ett stort behov av röntgenbaserade undersökningar och behandlingar. En god och applicerbar grundtanke är att en låg stråldos till patienten också medför en låg stråldos till personalen. Picano och Vano (2011) poängterar att ett av de mest effektiva skydden utgörs av operatörens kunskap om strålningsinducerade risker. Det är inte strålningen i sig som farhågor ska riktas mot utan den omedvetenhet som allmänt råder kring strålning. Utifrån egna praktiska erfarenheter har jag observerat en ovisshet hos röntgenpersonal beträffande strålningens huvudsakliga spridning i riktning tillbaka mot röntgenröret. Sådan kunskap är väsentlig för att undvika överflödig exponering.

### **Utbildning**

Samtliga studier visar på behov av att uppmärksamma strålrisker associerade med koronarangiografi och intervention. Det pågår forskning runtom i världen för att utveckla förbättrade strålskyddsmetoder och bringa kunskap om stråldosreducering för patienter och personal. Med ett vetenskapligt förhållningssätt och tillämpning av ny kunskap skapas möjligheter för en evidensbaserad hälso- och sjukvård. I artiklarna poängteras även betydelsen av fortsatt utbildning för att optimera användningen av dosreducerande tekniker. Georges et al. (2009) åskådliggör exempelvis på vilket sätt en enkel metod i form av en tvådagarskurs kan optimera undersökningstekniken och därmed minimera strålningsinducerade risker. Resultatet påvisar även vikten av upprepade och kontinuerlig personalutbildning för en långsiktig utveckling. I takt med att allt fler undersökningar och behandlingar genomförs utanför röntgenavdelningarna bl.a. inom hjärtkirurgin, krävs standardiserade utbildningsmöjligheter kring strålsäkerhet för fler yrkesgrupper utöver personal inom röntgenverksamheten. Miller et al. (2010) anser att ett sådant förfarande kan skapa delaktighet och samarbete för att kontrollera och reducera befintlig exponering. Kunskap medbringrar förhoppningsvis engagemang till att bidra med information till både kollegor och patienter då frågor ställs beträffande strålning och strålsäkerhet.

### **Framtidsutsikter**

Sjukvården har kommit långt i sin utveckling med tanke på nuvarande möjlighet att med minimal punktion lyckas följa patientens kärlsystem, visualisera och utföra behandling av hjärtat varpå allvarliga sjukdomar kan förhindras. Pågående utveckling leder mot tekniska framsteg med förnyade och mer avancerade medicinska procedurer där röntgenstrålning rutinmässigt ingår som hjälpmedel. Tillförlitliga diagnostiska metoder och moderniserade behandlingsformer med färre komplikationer innebär omfattade fördelar för patienter, liksom för samhället i stort. I flera utvecklingsländer föreligger dock bristande tillgång till nödvändig teknisk utrustning och utbildade strålningsfysiker, samtidigt som en ökad global arbetsbelastning inom kardiologisk intervention konstateras (Tsapaki et al., 2009). I de fall då begränsade ekonomiska resurser argumenterar mot inköp av strålskydd, system för dosmätning eller utbildningstillfällen bör verksamheten resonera kring vad som anses vara viktigt att prioritera. Troligtvis medför en sådan satsning en mer långsiktig vinst i form av reducerade kostnader avseende behandling av strålskador samt ett gott anseende. En utmaning blir således att bevara balansen mellan antal undersökningsåtaganden, kostnadseffektivitet och patient- och personalsäkerhet.

Ett yrke som röntgensjuksköterska frambringar möjligheten att handleda studenter och nytexaminerade beträffande stråldosreducering, vilket ytterligare kan bidra till en säker vårdmiljö. Enligt min uppfattning utgör strålskydd som begrepp ett vidsträckt arbetsområde med flera tekniker inom ett stort antal undersökningsförfaranden. Emellertid föreligger samma grundprincip; att en röntgenundersökning ska vara berättigad och att det dagliga vårdandet inkluderar kunskap och medvetenhet gällande strålning och dess potentiella risker för att på ett optimalt sätt skydda patienter och personal.

## REFERENSER

- Axelsson, B. (2008). Strålskydd. I P. Aspelin & H. Pettersson (Red.), *Radiologi* (kap. 3.3). Lund: Studentlitteratur.
- Behan, M., Haworth, P., Colley, P., Brittain, M., Hince, A., Clarke, M., ... Hildick-Smith, D. (2010). Decreasing operators' radiation exposure during coronary procedures: The transradial radiation protection board. *Catheterization and Cardiovascular Interventions*, 76, 79-84. doi: 10.1002/ccd.22466
- Cederblad, Å. (2010). *Teknik, fysik och strålsäkerhet i röntgendiagnostik*. Göteborg: Medicinsk fysik och teknik, Sahlgrenska Universitetssjukhuset.
- Challa, K., Warren, S. G., Danak, S., Bates, M. C. (2009). Redundant protective barriers: Minimizing operator occupational risk. *Journal of Interventional Cardiology*, 22(3), 299-307. doi: 10.1111/j.1540-8183.2009.00433.x
- Ciraj-Bjelac, O., Beganovic, A., Faj, D., Ivanovic, S., Videnovic, I. & Rehani, M. (2011). Status of radiation protection in interventional cardiology in four east European countries. *Radiation Protection Dosimetry*, 147(1-2), 62-67. doi: 10.1093/rpd/ncr268
- Ciraj-Bjelac, O., Rehani, M. M., Sim., K. H., Liew, H. B., Vano, E. & Kleiman, N. J. (2010). Risk for radiation-induced cataract for staff in interventional cardiology: Is there reason for concern? *Catheterization and Cardiovascular Interventions*, 76, 826-834. doi: 10.1002/ccd.22670
- Duvernoy, O. (2008). Hjärtundersökningar. I P. Aspelin & H. Pettersson (Red.), *Radiologi* (kap. 10.2). Lund: Studentlitteratur.
- Friberg, F. (2012). Att göra en litteraturoversikt. I F. Friberg (Red.), *Dags för uppsats* (kap. 11). Lund: Studentlitteratur.
- Georges, J-L., Livarek, B., Gibault-Genty, G., Aziza, J-P., Hautecoeur, J-L., Soleille, H., ... Al Keksi, M. (2009). Reduction of radiation delivered to patients undergoing invasive coronary procedures. Effect of a programme for dose reduction based on radiation-protection training. *Archives of Cardiovascular Disease*, 102, 821-827. doi: 10.1016/j.acvd.2009.09.007
- Journy, N., Sinno-Tellier, S., Maccia, C., Le Tertre, A., Pirard, P., Pagès, P., ... Bar, O. (2012). Main clinical, therapeutic and technical factors related to patient's maximum skin dose in interventional cardiology procedures. *The British Journal of Radiology*, 85, 433-442. doi: 10.1259/bjr/30010948
- Järhult, J. & Offenbartl, K. (2006). *Kirurgiboken*. Stockholm: Liber.
- Lange, H. W. & von Boetticher, H. (2012). Reduction of operator radiation dose by a pelvic lead shield during cardiac catheterization by radial access. Comparison with femoral access. *Journal of the American College of Cardiology*, 5(4), 445-449. doi: 10.1016/j.jcin.2011.12.013

- Lo, T. S., Ratib, K., Chong, A-Y., Bhatia, G., Gunning, M. & Nolan, J. (2012). Impact of access site selection and operator expertise on radiation exposure; a controlled prospective study. *American Heart Journal*, 164(4), 455-461.
- Miller, D. L., Vano, E., Bartal, G., Balter, S., Dixon, R., Padovani, R., ... de Baère, T. (2010). Occupational radiation protection in interventional radiology: A joint guideline of the Cardiovascular and Interventional Radiology Society of Europe and the Society of Interventional Radiology. *Journal of Vascular and Interventional Radiology*, 21(5), 607-615. doi: 10.1016/j.jvir.2010.01.007
- Morrish, O. W. E. & Goldstone, K. E. (2008). An investigation into patient and staff doses from x-ray angiography during coronary interventional procedures. *The British Journal of Radiology*, 81, 35-45. doi: 10.1259/bjr/26551424
- Olsson, H. & Sörensen, S. (2011). *Forskningsprocessen. Kvalitativa och kvantitativa perspektiv*. Stockholm: Liber.
- Picano, E. & Vano, E. (2011). The radiation issue in cardiology: the time for action is now. *Cardiovascular Ultrasound*, 9, 1-13. doi: 10.1186/1476-7120-9-35
- Schueler, B. A. (2010). Operator shielding: How and why. *Techniques in Vascular and Interventional Radiology*, 13, 167-171. doi: 10.1053/j.tvir.2010.03.005
- SFS 1982:763. *Hälso- och sjukvårdslag*. [Online] (2013-02-27) Tillgänglig www: [http://www.riksdagen.se/sv/Dokument-Lagar/Lagar/Svenskforfattningssamling/Halso--och-sjukvardslag-1982\\_sfs-1982-763/?bet=1982:763](http://www.riksdagen.se/sv/Dokument-Lagar/Lagar/Svenskforfattningssamling/Halso--och-sjukvardslag-1982_sfs-1982-763/?bet=1982:763)
- SFS 2010:659. *Patientsäkerhetslag*. [Online] (2013-02-01) Tillgänglig www: [http://www.riksdagen.se/sv/Dokument-Lagar/Lagar/Svenskforfattningssamling/Patientsakerhetslag-2010659\\_sfs-2010-659/?bet=2010:659](http://www.riksdagen.se/sv/Dokument-Lagar/Lagar/Svenskforfattningssamling/Patientsakerhetslag-2010659_sfs-2010-659/?bet=2010:659)
- SFS 1988:293. *Strålskyddsförordning*. [Online] (2013-02-01) Tillgänglig www: [http://www.riksdagen.se/sv/Dokument-Lagar/Lagar/Svenskforfattningssamling/Stralskyddsforordning-198829\\_sfs-1988-293/?bet=1988:293](http://www.riksdagen.se/sv/Dokument-Lagar/Lagar/Svenskforfattningssamling/Stralskyddsforordning-198829_sfs-1988-293/?bet=1988:293)
- SFS 1988:220. *Strålskyddslag*. [Online] (2013-02-01) Tillgänglig www: [http://www.riksdagen.se/sv/Dokument-Lagar/Lagar/Svenskforfattningssamling/Stralskyddslag-1988220\\_sfs-1988-220/?bet=1988:220](http://www.riksdagen.se/sv/Dokument-Lagar/Lagar/Svenskforfattningssamling/Stralskyddslag-1988220_sfs-1988-220/?bet=1988:220)
- Siemens. (2013). *AXIOM Artis U*. [Online] (2013-03-12) Tillgänglig www: <http://healthcare.siemens.com/surgical-c-arms-and-navigation/hybrid-or/axiom-artis-u>
- SSMFS 2008:20. *Strålsäkerhetsmyndighetens föreskrifter om diagnostiska standarddoser och referensnivåer inom medicinsk röntgendiagnostik*. [Online] (2013-02-01) Tillgänglig www:

<http://www.stralsakerhetsmyndigheten.se/Global/Publikationer/Forfattning/SSMFS/2008/SSMFS2008-20.pdf>

SSMFS 2008:51. *Strålsäkerhetsmyndighetens föreskrifter om grundläggande bestämmelser för skydd av arbetstagare och allmänhet vid verksamhet med joniserande strålning*. [Online] (2013-02-01) Tillgänglig www: <http://www.stralsakerhetsmyndigheten.se/Global/Publikationer/Forfattning/SSMFS/2008/SSMFS2008-51.pdf>

SSMFS 2008:31. *Strålsäkerhetsmyndighetens föreskrifter om röntgendiagnostik*. [Online] (2013-02-01) Tillgänglig www: <http://www.stralsakerhetsmyndigheten.se/Global/Publikationer/Forfattning/SSMFS/2008/SSMFS2008-31.pdf>

Tsapaki, V., Ahmed, N. A., AlSuwaidi, J. S., Beganovic, A., Benider, A., BenOmrane, L., ... Rehani, M. M. (2009). Radiation exposure to patients during interventional procedures in 20 countries: Initial IAEA project results. *American Journal of Roentgenology*, 193, 559-569. doi: 10.2214/AJR.08.2115

Vårdguiden. (2011). *Kranskärlsröntgen (koronarangiografi)*. [Online] (2013-02-02) Tillgänglig www: <http://www.vardguiden.se/Sjukdomar-och-rad/Omraden/Undersokningar/Kranskarlsrontgen/>

Willman, A. & Stoltz, P. (2002). *Evidensbaserad omvårdnad*. Lund: Studentlitteratur.

Örnberg, G. & Andersson, B. (2011). *Kompetensbeskrivning för legitimerad röntgensjuksköterska*. [Online] (2013-02-17) Tillgänglig www: [http://www.swedrad.com/images/stories/kompetensbeskrivning/komptetensbeskrivning\\_2012\\_02\\_20.pdf](http://www.swedrad.com/images/stories/kompetensbeskrivning/komptetensbeskrivning_2012_02_20.pdf)

Örnberg, G. & Eklund, A-K. (2008). *Yrkesetisk kod för röntgensjuksköterskor*. [Online] (2013-02-18) Tillgänglig www: [https://www.vardforbundet.se/Documents/Trycksaker%20-%20egna/Nationella/Foldrar%20Broschyter/Yrkesetisk%20kod%20for%20rontgensjukskoterskor\\_0809.pdf](https://www.vardforbundet.se/Documents/Trycksaker%20-%20egna/Nationella/Foldrar%20Broschyter/Yrkesetisk%20kod%20for%20rontgensjukskoterskor_0809.pdf)

Östlundh, L. (2012). Informationssökning. I F. Friberg (Red.), *Dags för uppsats* (kap. 5). Lund: Studentlitteratur.

# BILAGA

## ANALYSERAD LITTERATUR

Artikel	Deltagare	Syfte	Metod/design	Resultat
Behan et al. (2010)  Decreasing operators' radiation exposure during coronary procedures: the transradial radiation protection board	106 patienter fördelades slumpmässigt till två grupper.	Att undersöka effekten av en specialutformad strålskyddande platta (TRPB), avseende operatörens stråldos i samband med koronarangiografi och/eller PCI.	Kontrollerad prospektiv studie.  Randomiserad	Operatörens stråldos reducerades vid användning av TRPB: från 28 (18-65) $\mu\text{Sv}$ med enbart standardskydd, till 19,5 (10,5-35) $\mu\text{Sv}$ , $p=0,003$ .
Challa et al. (2009)  Redundant protective barriers: minimizing operator occupational risk	50 på varandra följande undersökningar och behandlingar granskades avseende primär och sekundär strålning till patienter/personal.	Att avgöra effektiviteten av olika strålskyddsbarriärer (t.ex. mobila skärmar, en bordshängd duk, förkläde, glasögon, thyreoideaskydd och handskar) samt dess inverkan på operatörens totala exponering.	Tvärsnittsstudie	Den huvudsakliga reduktionen i förhållande till ingångsdos erhöles av skyddet under bordet, den mobila skärmen och den takhängda skärmen (95 %, 81 % resp. 86 % reduktion). Operatörens strålskyddsförkläde (1,0 mmPb) medförde 96 % reduktion.
Ciraj-Bjelac et al. (2011)  Status of radiation protection in interventional cardiology in four east European countries	Nio sjukhus i fyra östeuropeiska länder utförde mätningar och rapporterade information gällande strålskydd och arbetsbelastning.  Genomsnitt i antalet årligen genomförda koronarangiografier: 740 (300-1600), PCI: 630 (160-1150)	Att undersöka graden av strålskydd för patienter och personal inom kardiologisk intervention i fyra östeuropeiska länder.	Multinationell pro/retrospektiv kohortstudie.	Strålskyddsförkläde och glasögon användes vid samtliga enheter, liksom individuell dosimeter. Åtta rapporterade tillfällen med dosnivåer $\geq 100$ $\text{Gycm}^2$ och fem med nivåer $\geq 200$ . 40 % resp. 47 % av koronarangiografier och PCI överskred referensvärdena.
Ciraj-Bjelac et al. (2010)  Risk for radiation-induced cataract for staff in interventional cardiology: is there reason for concern?	56 kardiologer och 11 sjuksköterskor jämfördes med 22 kontrolldeltagare som ej tidigare exponerats för joniserande strålning.	Att undersöka förekomsten av strålningsassocierad linsgrumling (katarakt) bland kardiologer och sjuksköterskor inom interventions verksamhet och dess relation till yrkesrelaterad exponering.	Fall-kontrollstudie  Enkät med 26 frågor gällande bl.a. arbetsvanor, användning av strålskydd, livsstil och sjukdomar. Bekräftades med personliga intervjuer och följdes av en ögonundersökning.	Resultaten visade tydligt på en dosberoende riskökning hos de yrkesverksamma. Linsförändringar uppmärksammades hos 29/56 (52 %) kardiologer, 5/11 (45 %) sjuksköterskor och 2/22 (9 %) kontrolldeltagare.

Artikel	Deltagare	Syfte	Metod/design	Resultat
<p>Georges et al. (2009)</p> <p>Reduction of radiation delivered to patients undergoing invasive coronary procedures. Effect of a programme for dose reduction based on radiation-protection training</p>	<p>3285 patienter deltog. Data inhämtades genom registrering av alla på varandra följande förfaranden (2077 koronarangiografier, 1208 PCI) utförda ett år före och två år efter ett genomfört utbildningsprogram för personalgruppen.</p>	<p>Att bedöma effektiviteten av ett program för stråldosreducering baserat på strålskydds utbildning.</p>	<p>Kontrollerad prospektiv studie.</p> <p>Icke-randomiserad</p>	<p>Signifikant reduktion i stråldos jämfört med året innan (<math>p &lt; 0,0001</math>). 53 (33-84) Gy<math>cm^2</math> till 21 (14-32) Gy<math>cm^2</math>; koronarangiografi.</p> <p>Maximal effekt observerades inom tre månader efter utbildning, för att därefter långsamt avta.</p>
<p>Journy et al. (2012)</p> <p>Main clinical, therapeutic and technical factors related to patient's maximum skin dose in interventional cardiology procedures</p>	<p>177 undersökningar och/eller behandlingar valdes slumpmässigt under sju månader och utfördes av tre olika operatörer i samma undersökningsrum.</p>	<p>Att karaktärisera faktorer relaterade till patientens huddos i samband med kardiologisk intervention.</p>	<p>Tvärsnittsstudie</p>	<p>Patientens huddos var huvudsakligen relaterad till genomlysningstid och bildfrekvens. Även procedurernas komplexitet, patientens BMI och ansvarig operatör påverkade. DAP varierade i förhållande till röntgenrörets vinkling pga. dosautomatiken.</p>
<p>Lange &amp; von Boetticher (2012)</p> <p>Reduction of operator radiation dose by a pelvic lead shield during cardiac catheterization by radial access. Comparison with femoral access</p>	<p>210 patienter fördelades slumpmässigt till fyra grupper och undersöktes av samma operatör.</p>	<p>Att studera effektiviteten av en strålskyddande duk över patientens bäcken för minskning av operatörens exponering under koronarangiografi via radial punktion, i jämförelse med femoral.</p>	<p>Kontrollerad prospektiv studie.</p> <p>Randomiserad</p>	<p>Strålskyddet reducerade operatörens stråldos från <math>20,9 \pm 13,8 \mu Sv</math> till <math>9,0 \pm 5,4 \mu Sv</math> (<math>p &lt; 0,0001</math>) vid radial punktion och <math>15,3 \pm 10,4</math> till <math>2,9 \pm 2,7 \mu Sv</math> (<math>p &lt; 0,0001</math>) vid femoral punktion.</p>
<p>Lo et al. (2012)</p> <p>Impact of access site selection and operator expertise on radiation exposure; a controlled prospective study</p>	<p>100 patienter valdes till fyra grupper, á 25 patienter.</p> <p>Studien utfördes i samband med förstagångs koronarangiografi. Två specialister (radialis vs femoralis) samt en mindre rutinerad operatör deltog.</p>	<p>Att primärt granska hypotesen att undersökning via radialis inte resulterar i ökad strålningsexponering.</p> <p>Sekundär hypotes att operatörens erfarenhet spelar en viktig roll i sammanhanget.</p>	<p>Kontrollerad prospektiv studie.</p> <p>Icke-randomiserad</p>	<p>Ingen signifikant skillnad i stråldos till patient (<math>p=0,74</math>) eller operatör (<math>p=0,85</math>) mellan specialisterna. Högre värden uppmättes av den mindre rutinerade operatören, oavsett punktionsställe; <math>25,4 \pm 4,8</math> vs. <math>21,7 \pm 6,5</math> Gy<math>cm^2</math> (patientdos radialis)</p>

Artikel	Deltagare	Syfte	Metod/design	Resultat
<p>Morrish &amp; Goldstone (2008)</p> <p>An investigation into patient and staff doses from x-ray angiography during coronary interventional procedures</p>	<p>Två sjukhus med sex undersökningsrum deltog.</p> <p>En simulerad undersökning med fantom, 15 utförda koronarangiografier samt retrospektiv datainsamling från 3110 registrerade undersökningar.</p>	<p>Syftet var att undersöka karaktären av stråldoser till patienter och personal i samband med koronar intervention, för att bistå med råd gällande tekniker för dosreducering.</p>	<p>1. Mätning och granskning av spridd strålning vid en simulerad angiografi.</p> <p>2. Analys av dosvärden, retrospektivt och prospektivt.</p>	<p>Vid simulering observerades vikten av korrekt positionering av strålskydden för optimal reducering. Effektiviteten var även beroende av vald projektion. Sned vinkling medförde högre exponering och därmed mer spridd strålning. Denna riktades framför allt tillbaka mot röntgenröret. Starkt samband mellan patientens vikt och erhållen stråldos.</p>
<p>Tsapaki et al. (2009)</p> <p>Radiation exposure to patients during interventional procedures in 20 countries: initial IAEA project results</p>	<p>Datainsamling utfördes mellan år 2006-2008 från 20 länder; nio i Europa, sex i Asien och fem i Afrika (totalt 55 sjukhus).</p>	<p>Att undersöka användningen av strålskydd för patienter och personal i samband med intervention i 20 länder i Europa, Asien och Afrika.</p>	<p>Multinationell, prospektiv kohortstudie.</p> <p>Baserades på instruktioner och protokoll från IAEA (International Atomic Energy Agency).</p>	<p>Positivt resultat gällande tillämpning av strålskydd. Rutinmässig användning av skyddsförkläden vid samtliga sjukhus. 96 % utförde personlig dosmätning. 100 av 505 patienter fick huddos &gt; 2 Gy.</p>