



**RADIOGRAFENS INDIVIDUALISERING AV CT-
KONTRAST UNDERSØKELSER**

Henning Nysted

Mastergradsoppgave i Helsefag

Institutt for helse- og omsorgsfag

Det helsevitenskapelige fakultet

Universitetet i Tromsø

Mai 2013

SAMMENDRAG

Prosjektets utgangspunkt er økningen i bruk av medisinsk røntgenundersøkelser i moderne tid, og da spesielt CT modaliteten. Det er en klar sammenheng mellom økt bruk av ioniserende stråling og økning av kreftinsidens, og nyere studier har vist at særlig CT modaliteten har bidratt stort til økningen. CT undersøkelser kombineres ofte med intravenøse kontrastmidler for å skape bildeserier med høy diagnostisk kvalitet. Frekvensen av kontrastmiddelbruk antas å ha økt sammen med CT undersøkelser, og prosjektet tar derfor også for seg risikomomenter innenfor kontrastmiddeladministrering. Radiografer er profesjonsgruppen som gjennomfører CT undersøkelsene, og prosjektet utforsker radiografens muligheter i individualisering av CT undersøkelser til den enkelte pasient, med vektlegging på kontrastmiddelsikkerhet og strålehygiene.

Datainnsamlingen ble gjennomført ved semistrukturerte intervju av fire radiografer i klinisk arbeid, som hadde varierende erfaring innenfor CT modaliteten. Intervjuene ble tatt opp på digital lydopptaker, og transkribert ordrett i etterkant av datainnsamlingen. Det ble gjennomført en innholdsanalyse med et overordnet hermeneutisk perspektiv, som resulterte i kategoriserte og tematiserte informantutsagn og meningsenheter. Filosofisk kunnskapsteori og samfunnsperspektiver på ioniserende stråling brukes som teoretisk grunnlag for prosjektet.

Resultatene viser at radiografens mulighet til individualisering av CT undersøkelser påvirkes i første grad av rekvisisjonens innhold og radiologers kommentering dertil, som bidrar til radiografens planlegging av undersøkelsen. Individualisering kan for radiografen bety å endre undersøkelsesmodalitet når diagnostisk forsvarlig, for å unngå bruk av stråling.

Kontrastmiddelsikkerhet oppnås først og fremst gjennom korrekt identifisering av risikopasienter, men særlig oppvæking i etterkant av undersøkelser burde ansees som en nødvendig praksis. Variasjon av rørspenning kan i stor grad bidra til en høyere individualisering av CT undersøkelser, spesielt for de største og de minste pasientene. For pasientsikker individualisering må radiografen kunne opparbeide fortrolig kunnskap til CT modaliteten, og ha nok tid per CT undersøkelse for å arbeide oppmerksomt til pasientene. Individualisering av CT undersøkelser vil kunne redusere fremtidige stråleinduserte kreftforekomster, og bidra til avmystifisering av røntgenstrålen i samfunnet.

ABSTRACT

This project is based on the increase in use of medical x-ray examinations during modern times, especially the CT modality. It exists a clear correlation between increased use of ionizing radiation and increase in incidence of cancer, and recent studies have demonstrated how in particular the CT modality has contributed to the increase. CT examinations are often combined with the use of intravenous contrast media agents to generate image series with high diagnostic quality. The frequency of contrast medium usage is assumed to have risen together with the CT examinations, and this project therefore also addresses risk factors of contrast media administration. Radiographers are the professional group conducting the CT examinations, and the project therefore explores the radiographers capabilities in the patient-specific individualization of CT examinations, emphasizing contrast medium safety and radiation hygiene.

The data collection was conducted by semi-structured interviews of four radiographers working clinically, each with varying levels of experience with the CT modality. The interviews was recorded with an digital audio recorder, and transcribed verbatim after the data collection was finished. A content analysis of the material was conducted with an overarching hermeneutic perspective, which resulted in categorized and themed interview statements and meaning units. Philosophical theory of knowledge and societal perspectives on ionizing radiation was used as the theoretical foundation for the project.

The results show that the radiographers options of individualization of CT examinations are in the first degree affected by the contents of the requisition and any potential commentary from the radiologist, which affects the radiographers planning of the examination. Individualization can for the radiographer imply a change of examination modality if diagnostically justifiable, to avoid the use of radiation. Contrast media safety is achieved primarily through proper identification of risk patients, but especially an increase in fluid uptake after examinations should be regarded as an essential practice. Variation of tube voltage can greatly contribute to a greater individualization of CT examinations, particularly for the largest and smallest of patients. To achieve safe individualization the radiographer must acquire familiar knowledge of the CT modality, and be given sufficient time for each CT examination to work attentively to the patients. Individualization of CT examinations could reduce future radiation-induced cancer occurrences, and help demystification of the X-ray beam in society.

1. INNLEDNING **1**

1.1 BEGRUNNELSE FOR VALG AV TEMA	2
1.1.1 Stråling fra CT undersøkelser i Norge	2
1.1.2 Strålingseffekt	3
1.1.3 Kontrastmiddeleffekt	4
1.2 PROBLEMSTILLING OG AVGRENSNING	4
1.3 OPPGAVEFORM OG TEKNIKK	5

2. REDEGJØRELSE AV BEGREPER **6**

2.1 STRÅLING OG BIOLOGISK EFFEKT	6
2.2 RØNTGENUNDERSØKELSER	9
2.3 CT – HISTORIKK OG TEKNIKK	10
2.3.1 Spiral CT – moderne bruk	12
2.4 CT SCANNPARAMETERE	13
2.4.1 Feltstørrelse	13
2.4.2 Rørstrøm og rørspenning	14
2.4.3 Rotasjonstid	15
2.4.4 Pitch	16
2.4.5 Automatisk modulering av rørstrøm	16
2.5 KONTRASTMIDLER	18
2.5.1 Intravaskulære jodholdige kontrastmidler	19
2.5.2 Osmsolalitet, viskositet, og kontrastindusert nefropati	20
2.5.3 Allergiske reaksjoner / bivirkninger	22

3. TEORETISK BAKGRUNN **24**

3.1 TIDLIGERE FORSKNING PÅ IONISERENDE STRÅLING OG RØNTGENUNDERSØKELSER	24
3.1.1 Strålingens utforskede egenskaper	24
3.1.2 CT modalitetens stråleeffekt	26
3.1.3 Samfunnets oppfatning av røntgen og stråling	26
3.2 RADIOGRAFENS KUNNSKAPSFORM	28
3.2.1 Kunnskap kan påstås	29
3.2.2 Kunnskap kan gjennomføres	29
3.2.3 Kunnskap avler forståelsen	30
3.2.4 Radiografens kunnskap i handling	31

4. METODE	33
4.1 VALG AV METODISK TILNÆRMING	33
4.2 GJENNOMFØRING AV INTERVJU	35
4.3 ANALYSE AV DATAMATERIALE	37
4.4 ETISK TILPASNING AV METODEN	38
5. RESULTATER OG DISKUSJON	40
5.1 PLANLEGGING AV CT UNDERSØKELSEN, UTEN PASIENTINVOLVERING	40
5.1.1 Rekvirering til røntgen	40
5.1.2 Modalitetsvalg	42
5.2 PLANLEGGING AV CT UNDERSØKELSEN, MED PASIENTINVOLVERING	47
5.2.1 Oppvæsking i for- og etterkant av kontrastmiddelbruk	47
5.2.2 Pasienter med diabetes	51
5.2.3 Pasienters allergiske reaksjoner / bivirkninger	53
5.2.4 Øvrig valg av kontrastmiddel	56
5.3 GJENNOMFØRING AV CT UNDERSØKELSEN	58
5.3.1 Injisering av kontrastmiddel	58
5.3.2 Opprettholdelse av strålevern, fysisk innstilling	61
5.3.3 Opprettholdelse av strålevern, maskinparametere	63
5.4 TIDSMESSIGE UTFORDRINGER, EFFEKTIVITET	71
5.5 OPPSUMMERING AV RESULTATER	74
6. METODOLOGISKE STYRKER OG SVAKHETER	78
6.1 PERSPEKTIVER PÅ KVALITATIV KONTROLL	78
6.2 TROVERDIGHET	79
6.3 AUTENTISITET	79
6.4 KRITISK VURDERING OG INTEGRITET	80
7. KONKLUSJON	81

1. INNLEDNING

Denne masteroppgaven omhandler hvordan radiografer i sitt kliniske arbeid ved røntgenavdelinger i Norge er i stand til å individualisere Computer Tomografi [CT] røntgenundersøkelser, med tanke på pasientsikkerhet. Med begrepet pasientsikkerhet omfattes i dette prosjektet opprettholdelse av strålevern, altså å utsette pasientene for minst mulig overflødig ioniserende stråling i CT undersøkelsene, og kontrasthygiene, som tilsier trygg bruk av kontrastmiddelmedikamenter i forbindelse med CT undersøkelser.

Røntgenundersøkelser er hyppig brukt i Norge, og trendene i det norske helsevesenet viser at særlig bruken av CT undersøkelser har økt jevnlig per år (Olerud et al., 2009). Økningen av CT undersøkelser betyr i beste fall mer effektiv og spesifikk diagnostisering for brukere, men vil samtidig tilsi en økning av medisinsk stråling til den norske befolkning, ettersom CT undersøkelser gir betydelig mer stråling til den enkelte pasient enn tradisjonelle røntgenbilder (Almén, Friberg, Widmark, & Olerud, 2010; Widmark & Friberg, 2007).

CT undersøkelser er blitt den største bidragsyteren til den norske befolknings totale medisinske stråledose, og det er i den sammenheng jeg har undersøkt hvordan radiografer i Norge selv føler de er i stand til å påvirke, og om nødvendig begrense, stråledosen. Samtidig med at CT undersøkelser har steget i antall på landsbasis, kan det også antas at bruken av kontrastmidler har økt, da de er relativt enkle å kombinere med CT undersøkelser og gir sammen en økt diagnostisk verdi ved mange undersøkelsesmetoder avhengig av pasientens behov (Ehrlich & Coakes, 2013, s. 436-438; Svensson, 2012).

Siden det i de aller fleste tilfeller er radiografene selv som administrerer kontrastmiddelet til pasienten i tillegg til å gjennomføre selve CT undersøkelsen, ser jeg det som hensiktsmessig å utforske spesifikt radiografenes muligheter til å sikre pasienten både i forhold til selve strålingen fra undersøkelsen, og også i forhold til bruken av kontrastmidler.

1.1 BEGRUNNELSE FOR VALG AV TEMA

Faget radiografi er ungt, yrkestittelen radiograf ble innebefattet i den offentlige godkjenningsordningen for helsepersonell i 1974. Før denne tid var røntgensykepleie en spesialisering innenfor sykepleie, som betyr at radiografifaget har de samme røtter som sykepleiefaget. Det kan tenkes at denne "overføringen" av et fagfelt kan gjøre det vanskelig å skape et eget selvstendig fagfelt for radiografi, da mye av teorien som brukes i utdanning og yrkessammenheng allerede er utarbeidet av sykepleiere, radiologer, og / eller fysikere. Som radiograf og radiografstudent, og i samtale med kollegaer og medstudenter, har et ønske om mer litteratur direkte knyttet til det norske radiografifaget i arbeidspraksis ofte vært en omdiskutert problemstilling. Derfor sees denne oppgaven på som en måte å generere en gjennomgang av norsk radiografipraksis og røntgenrelevant pasientsikkerhet, og vil forhåpentligvis kunne brukes til å svare enkelte spørsmål jeg selv har stilt i løpet av radiografutdanningen og tidlige karriere.

Hensikten med denne studien er å belyse CT av lunge, abdomen og bekken som radiograffaglig undersøkelsesform, for å avdekke kliniske radiografers refleksjoner omkring pasientsikker utøvelse av denne modaliteten, og i tillegg koble radiografenes gjennomføring og valgmuligheter i CT undersøkelsen opp mot gjeldende litteratur på området. Dette for å kunne drøfte de forskjellige faktorene som påvirker radiografenes spesifikke handlinger og valg i undersøkelsen, og se på om det er mulig å foreslå endringer i de nåværende arbeidsprosedyrer.

1.1.1 Stråling fra CT undersøkelser i Norge

Den økende bruken av CT undersøkelser på landsbasis i nyere tid kan tenkes å være et problem for den enkelte radiograf, da det tilsier økende teknologiske utfordringer samtidig med en økende pasientgruppe innenfor den nye CT undersøkelsesformen. Statens strålevern kartla i 2002 at befolkningsdosen fra røntgenundersøkelser hadde økt med 40% gjennom 80 og 90 årene, noe de mener er vesentlig forklart av den økende bruken av CT undersøkelser. I 2008 gjennomførte de en ny kartlegging hvor de noterer at det er lite forandring i det samlede volum av undersøkelser siden 2008, men at CT undersøkelser bidrar med hele 80 % til den samlede medisinske befolkningsdosen. Fordelt på hele befolkningen er den totale dosen

fremdeles ikke spesielt høy, men ettersom de også påpeker at bruken av CT likevel har økt med en faktor på 2, kan det tenkes at de individuelle dosene for enkelte utsatte pasienter har økt mye (Almén et al., 2010). Større teknologiske utfordringer trenger ikke nødvendigvis å være et problem, da det er noe de aller fleste opplever i et yrke over lengre tid, men forskjellen er at CT skiller seg ut ved å utsette pasienter for relativt mye stråling, som potensielt vil kunne være skadelig. Den potensielle faren er likevel lav for en individuell undersøkelse i optimale omgivelser, bekymringen springer mer ut ifra økningen av CT undersøkelser i Norge de siste år. I 2002 sto CT undersøkelser for 66 % av strålingsbidraget til den samlede befolkningsdose, mens bidraget i 2008 hadde økt til 79 % (Almén et al., 2010). Det er tydelig at radiografens daglige arbeid på CT undersøkelsesrom har blitt mer og mer betydningsfylt for stråleeksponeringen av befolkningen. Flere pasienter blir rekvirert til CT undersøkelser, og CT undersøkelsene selv blir mer og mer omfattende og avanserte i hva de er i stand til å avdekke (Imhof, 2006). Større antall og mer omfattende undersøkelser, kan tenkes å ha skapt mer tidspress for radiografene som arbeider med CT, og er en faktor som jeg og forsøker å belyse i denne oppgaven.

1.1.2 Strålingseffekt

Tema for denne oppgaven vil være et forsøk på å belyse kunnskapen radiografer sitter med, knyttet opp mot risikovurderinger og ansvarsforhold. Mer spesifikt vil fokuset være på radiografenes stråleverntiltak og bruken av kontrastmidler ved større CT undersøkelser av lunger, abdomen og bekken. Begrunnelsen for å velge akkurat CT modaliteten, er at den kombinerer to faktorer som er potensielt helseskadelige; ioniserende stråling og jod- holdige kontrastmidler. CT undersøkelser har en betydelig høyere effektiv stråledose til pasient, enn tilsvarende undersøkelser med konvensjonell røntgen, og har derfor en større mulighet til å føre til patologiske seneffekter. Siden bruken av CT undersøkelser har økt så mye i moderne tid, må det derfor vurderes om kanskje andelen seneffekter som stråleindusert kreft også vil øke i fremtiden. Eventuelle stråleinduserte seneffekter manifesteres som regel mellom fem og tretti år etter bestråling, hvor størsteparten av dem regnes å oppstå mellom ti og femten år etter bestrålingen. Populasjonsstudier har allerede kartlagt en relativt stor økning i forventede krefttilfeller på grunn av økningen av medisinsk strålingsbruk i moderne tid, og så lenge bruken øker må det forventes at andelen krefttilfeller også vil øke (Ehrlich & Coakes, 2013, s. 40; González & Darby, 2004; González et al., 2009).

1.1.3 Kontrastmiddeleffekt

Kontrastmiddel er en fellesbetegnelse for flere farmasøytiske preparater som ofte kombineres med CT og andre røntgenmodaliteter, for å skape en mer spesifikk diagnostisk verdi av de produserte bildeseriene. Men som med alle legemidler, har kontrastmidler flere bivirkninger og forsiktighetsregler. Pasienter med nedsatt nyrefunksjon er for eksempel utsatt på grunn av den ekstra påkjenningen nyrene utsettes for i utskillingen av intravenøs jodholdig kontrast. I tillegg er kontrastmidler i sjeldne tilfeller knyttet til allergiske reaksjoner, også alvorlige tilstander som anafylaksi (Webb, 2009, s. 43). Denne kombinasjonen av risikofaktorer har gjort meg interessert til å undersøke hvordan radiografer i klinisk arbeid forholder seg til bruk av kontrastmiddelet, eksempelvis hvordan de vurderer kontrastmengden [ml], kontraststyrken [mgI/ml] og injeksjonshastighet til den enkelte pasient i toraks-abdomen/bekken CT undersøkelser. Min egen forut antagelse fra praksisfeltet er at hovedfaktorer som spiller inn i denne avgjørelsen vil være pasientens størrelse, alder, kreatininnivå eller eGFR [estimert Glomerulær Filtrasjons Rate], kontrasttype- og styrke, og eventuell allergihistorie, men jeg vil forsøke å undersøke selve vurderingen som brukes i en slik undersøkelsessituasjon, hvordan kunnskapen benyttes av radiografer og hva som ligger til bakgrunn for avgjørelsene som tas.

1.2 PROBLEMSTILLING OG AVGRENSNING

Problemstillingen jeg tar for meg i dette prosjektet er som følger:

Hva påvirker kliniske radiografers utførelse av individualiserte CT kontrastundersøkelser i forhold til strålevern og kontrastmiddelsikkerhet?

Problemstillingen spesifiserer at prosjektet tar for seg kliniske radiografer, altså radiografer som arbeider med pasientundersøkelser på sykehus, deriblant, men ikke nødvendigvis utelukkende, CT undersøkelser. Videre spesifiseres det at fokuset for prosjektet ligger på CT kontrastundersøkelser, som i oppgaven i stor grad tilsier CT undersøkelser av lunge, abdomen og bekken med bruk av intravenøse kontrastmidler. Siden det finnes et stort antall forskjellige CT undersøkelsesmetoder som bruker kontrastmidler, er dette et viktig skille for å vise de modalitetene det fokuseres på. Begrunnelsen for valget er at det i CT sammenheng tilsier et stort strålefelt, altså stort areal av pasientens kropp som bestråles, og vil være lett gjenkjennelig som en helkropp CT i datainnsamlingen for informanter. Da informantene er

avgrenset til kliniske radiografer, uten nødvendigvis en videreutdanning innen CT spesialisering, ser jeg det som viktig å forholde seg til en undersøkelsesmetode alle radiografer i praksis vil ha erfaring fra.

1.3 OPPGAVEFORM OG TEKNIKK

Prosjektet er gjennomført som en intervjubasert kvalitativ studie, med en innholdsanalyse av datamaterialet i stor del inspirert av Graneheim og Lundman (2004) sin modell for gjennomføring. Informantene er radiografer som arbeider klinisk med CT kontrastundersøkelser på institusjoner i Norge, og oppgaven undersøker radiografenes handlinger og begrunnelser som påvirker muligheten til å individualisere CT undersøkelsene til den enkelte pasient. Den generelle forutantagelsen er at det sees på som positivt å utsette pasienter for minst mulig røntgenstråledose mens den diagnostiske kvaliteten opprettholdes, og kontrastmidler bør som øvrige medikamenter begrenses til den behøvde mengde.

Oppgaven er bygd opp i forhold til mastergradstudiets retningslinjer for fulltidsårskull 2010, og baserer seg på tilhørende mal for oppgaveoppsett med bakgrunn i sjette versjon av American Psychological Association [APA] standarden. Utdypende valg for oppsett er gjort enten i forhold til spesifikke mal i retningslinjene, og videre utover i forhold til den Purdue University baserte nettressursen The Online Writing Lab [OWL] for utfyllende bruk av APA (Paiz et al., 2010).

2. REDEGJØRELSE AV BEGREPER

Radiografi og radiologi kan ofte virke isolert i forhold til øvrige fagfelt ved sykehus, og vil skille seg ut med et høyt fokus på de billed- og maskintekniske aspektene ved en røntgenavdeling. Det kan antas at utenforstående ikke alltid har spesifikk kunnskap om hvordan røntgenstråling brukes og effekten den har på mennesker, selv om det er godt kjent at røntgenbilder er avbildning av kroppens indre anatomi. Til eksempel ble det på et barnesykehus i Denver gjennomført et prosjekt for å kartlegge foreldres forståelse av stråling i forkant av deres barns CT undersøkelser, hvor det blant annet ble oppdaget at bare 66 % av de spurte i det hele tatt var klar over at CT brukte ioniserende stråling (Larson, Rader, Forman, & Fenton, 2007). Det vil være naturlig for denne oppgaven å inneholde en definisjonsdel hvor de sentrale temaene rundt røntgenundersøkelser forklares, og særlig innenfor de radiografitemaene som er relevant i forhold til problemstillingen, CT undersøkelser og kontrastmidler.

2.1 STRÅLING OG BIOLOGISK EFFEKT

Stråling kommer i mange former, men kan deles inn i tre overordnede grupperinger: akustisk stråling, partikkelstråling og elektromagnetisk stråling. Akustisk stråling kjenner vi som lyd, men defineres som stråling ettersom lydbølger produseres av endringer i lufttrykk, og fungerer som en energitransport gjennom luft og materie. Røntgenstråling faller inn i det elektromagnetiske strålespektrumet sammen med mer kjente strålingstyper som synlig lys, radiobølger og ultrafiolett stråling. At strålingen er elektromagnetisk betyr at strålingen er uten masse og ikke inneholder subatomære partikler som ved partikkelstråling, men kan likevel være i stand til å oppføre seg som og påvirke andre partikler, avhengig av den elektromagnetiske strålingens energimengde. Når elektromagnetisk stråling har nok energi til å påvirke molekyler rundt seg klassifiseres det som ioniserende stråling, mens lavere energi kalles ikke-ioniserende stråling. Klassifiseringen er viktig for å vurdere en eventuell biologisk effekt for en elektromagnetisk strålingsform, og enkelt forklart vil ikke-ioniserende stråling som eksempelvis ordinære radarbølger og radiobølger ikke ha en effekt på menneskelig vev, i motsetning til høyenergetisk ioniserende stråling som røntgen- og gammastråling. Men siden menneskelig vev ikke er homogent i kroppen vil forskjellige organer ha forskjellig sensitivitet

for stråling, for det meste avhengig av celledelingsraten, cellealderen, metabolsk celleaktivitet og mengden ikke-spesialiserte celler i et organ. Blod- og blodproduserende celler, hudceller, slimhinnevevsceller og brystvevsceller er eksempler på celletyper som ansees som meget strålingsfølsomme basert på de overstående risikofaktorene. Mens nerveceller, som er meget spesialiserte og langlivede, vil være mye mindre følsom for ioniserende stråling (Ehrlich & Coakes, 2013, s. 7-9, 38-39).

Røntgenstråler kan vekselvirke med materie, og påvirke menneskelig vev, på fem definerte måter: koherent spredning, comptoneffekt, fotoelektrisk effekt, pardannelse og fotodisintegrasjon. Vekselvirkningen skjer ved at fotonene som produseres fra et røntgenrør kommer i kontakt med atomer og tilhørende elektroner, og påvirker dem i større eller mindre grad avhengig av energimengden som brukes. Det som måles i et røntgenbilde er i hvor stor grad røntgenstrålen vekselvirker med anatomien som avbildes. For diagnostisk røntgenbruk er det bare comptoneffekten og den fotoelektriske effekten som regnes som viktig, da de øvrige effektene er avhengig av mindre eller mye høyere energinivåer enn det som brukes klinisk. Comptoneffekten er også kjent som comptonspredning, fordi det er en vekselvirkningseffekt som ikke har stor betydning for dannelsen av et røntgenbilde, men i stedet fører til en endring i retningen til et røntgenfoton. Denne formen for spredning av røntgenstråling kan forekomme både i luft og i pasienten som bestråles, og er grunnen til at man som helsepersonell eller pårørende kan bli eksponert for stråling ved å befinne seg i samme undersøkelsesrom som en pasienten. Yrkeseksponering for radiografer består i størst grad av denne effekten, og er hovedgrunnen til at radiografer er pålagt å alltid ha på seg persondosimetri utstyr, for dokumentering av eventuell yrkesrelatert stråleeksponering. Fotoelektrisk effekt kan vurderes som en mer "fredelig" effekt, ved at den ikke vil føre til spredt stråling like stor grad, men i stedet bidrar mer til bildedannelsen ved at fotonene absorberes i vev. Selve røntgenbildet kan ansees som et skyggebilde, som skapes av en registrering av hvilke røntgenfotoner som treffer bildedetektoren under pasienten og hvilke fotoner som stopper i pasientens vev. På et typisk røntgenbilde av for eksempel en hånd vil dette bety at mange fotoner ble absorbert i det harde beinvevet, mens mange fotoner klarte å penetrere rundt det omliggende vevet. Resultatet er at forskjellene i fotonabsorpsjon, også kalt stråleattenuasjon, fremstilles som et gråskalert bilde. Der fotonene traff detektoren, altså gjennom det myke vevet, blir bildet mørkt, mens området der fotoner ikke nådde detektoren blir hvitt. Graden av stråleattenuering i vev er altså det som

måles og fremstilles i et røntgenbilde, hvor fotonene får den samme rollen for et røntgenbilde som solen har for ordinære skygger (Bushong, 2004, s. 173-186).

Medisinsk bruk av røntgenstråling ansees globalt sett som den største menneskeskapte bidragsyteren av stråleksposering i moderne tid (United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation [UNSCEAR], 2010). Bruken ble tidligere vurdert til å bestå av omtrentlig 14 % av den sammenlagte totale stråleksposeringen fra naturlig og menneskeskapt hold (González & Darby, 2004), men har også blitt vurdert så høyt som 50 % i enkelte populasjoner (Frush & Applegate, 2011). Behovet for avdekking av røntgenstrålingens biologiske effekter på pasienter i klinisk bruk har vært stort, og klassifiseres oftest i kortsiktige deterministiske og langsiktige stokastiske effekter. Kortsiktige effekter er forutsigbare og direkte avhengig av den absorberte strålingsmengden, og kalles derfor deterministisk siden de kan planlegges rundt og forventes ved en viss mengde absorbert dose. Den typiske og mest observerte kortsiktige effekten er hudirritasjon, men krever likevel høye stråledoser som sjelden brukes utenfor stråleterapi. Andre kortsiktige effekter er observert hos enkelte stråleterapipasienter, ofre for strålingsulykker og blant de overlevende etter atombombesprengninger, og er av en mer alvorlig natur. Særdeles kraftig bestråling av sentralnervesystemet kan her føre til dødelige anfall og koma, mens lavere doser vil kunne påvirke gastrointestinalt systemet ved å ødelegge slimhinnene, og derav skape alvorlige bakterieinfeksjoner i buken. Immunsystemet vil og påvirkes for alle store bestrålinger ved at hvite blodceller ødelegges, som videre øker den generelle faren for infeksjoner (Ehrlich & Coakes, 2013, s. 38-40). Så høye stråledoser er nærmest umulig å produsere med bildediagnostiske røntgenapparater, men til sammenligning vil en pasient måtte gjennomgå 200 helkropp CT undersøkelser, som enkeltvis gir omtrent 20 mGv¹ (Brenner & Hall, 2007; Widmark & Friberg, 2007) absorbert røntgenstråledose, for å bli eksponert for en total antatt dødelig dose på 4 Gv (Ehrlich & Coakes, 2013, s. 40; Porter, Kaplan, & Bushberg, 2009).

De kortsiktige deterministiske effektene til røntgenstrålen vil sjelden bli observert i medisinsk bildediagnostikk, men det finnes også langsiktige stokastiske effekter. Det er gjennom denne effekten kreftsykdommer kan oppstå, og effekten kalles stokastisk ettersom alvorlighetsgraden er tilfeldig selv om sannsynligheten for effekt øker sammen med en økt stråledose. På individnivå betegnes risikoen for utvikling av en slik seneffekt som statistisk

¹ Gray [Gy], måleenhet for absorbert stråledose. Brukes i vurdering av deterministiske skader.

minimal, men i et større globalt eller samfunnsmessig perspektiv er det mulig å framstille en observerbar effekt. Når en bestrålt populasjonsgruppe sammenlignes med grupper som ikke er bestrålt i like stor grad, sees det tydelige forskjeller i insidensrate av kreftsykdommer, katarakt og generell forkortelse av levetid (Ehrlich & Coakes, 2013, s. 40-41; González & Darby, 2004; González et al., 2009). Den stokastiske egenskapen gjør at det er tilnærmet umulig å forutse hvorvidt et individ vil utvikle seneffekter etter selv små doser røntgenstråling. Men siden effekten kan observeres på populasjonsnivå vil det være hensiktsmessig å være ekstra var når det skjer store økninger i populasjonsdoser, slik som den økte bruken av CT undersøkelser i Norge de siste årene (Almén et al., 2010).

2.2 RØNTGENUNDERSØKELSER

Det var den tyske fysikeren Wilhelm Röntgen som først både produserte, og oppdaget den unike egenskapen til røntgenstrålen den 8. November 1895, og kunne produsere det historiske første røntgenbildet av sin kones hånd. Muligheten til å ta røntgenbilder av menneskers skjelett og organer var en stor oppdagelse, både innenfor medisinske og fysiske fagfelt. Men oppdagelsen gjorde inntrykk også for øvrigheten, og i årene etter oppdagelsen av røntgenstrålene ble dens bruksområder utforsket i stort omfang av mange yrkesgrupper. Det ble tidlig oppdaget at røntgenstrålene hadde en direkte fysisk effekt på levende vev, særlig en tilsynelatende positiv effekt på syk hudvev, da det ble observert krymping av overfladiske kreftsvulster etter stråleeksponering og tilhørende sår tørket til. Pasienter med artrose meldte om lindring etter bestråling, og til og med etter å ha observert strålens tendens til å skape håravfall ble stråleeksponering raskt omtalt som et alternativ til menns daglige barbering. Men disse tidlige optimistiske framtidsutsiktene ble forståelig overskygget av de mer negative bieffekter av strålingen som raskt viste seg, deriblant betennelser, sår og vevsskade, kreftutvikling og ikke minst dødsfall. Det var tydelig på dette tidlige tidspunkt mer behov for forskning og eksperimentering innen sikker bruk av røntgenstrålen, siden potensialet ved å kunne regelrett gjennomlyse materie og vev ikke kunne sidestilles for de sikkerhetsmessige aspektene (Linton, 1995).

Gjennom det 20. århundre ble det gjort mange nye oppdagelser om mulighetene til røntgenstråling i medisin, Thomas Edison skapte i 1896 en gjennomlysningsmaskin som ga muligheten til visning av hele den menneskelige anatomien i realtid. William Coolidge skapte

i 1913 en ny type katoderør med mer konsistent energibruk i bestrålingen og med skjermet beskyttelse, for å unngå at strålingen skulle spre seg i hele bruksrommet og skade arbeiderne som arbeidet med katoderørene over lengre perioder. Slik stråleeksponering var allerede et stort problem for fysikerne og forskerne som arbeid med røntgenstråling, så det nye katoderøret skapte essensielt en mye tryggere arbeidsplass for dem. I den grad var Coolidge en pioner innenfor strålevern, og den mer konsistente energibruken i det nye katoderøret hans ga i tillegg en drastisk økning av røntgenbildenes kvalitet. “Coolidge-rørene”, som katoderørene hans ble kalt, ville i tiden fremover bli standarden for å skape medisinske røntgenstråler, og det grunnleggende designet blir fremdeles brukt klinisk per dags dato (Brittain, 2006; Linton, 1995).

2.3 CT – HISTORIKK OG TEKNIKK

i etterkrigstiden, nærmere bestemt 1957 begynte den sør-afrikanske fysikeren Allan Cormack å utforske metoder for å kalkulere hvordan stråling absorberes i forskjellig grad i en menneskekropp, avhengig av målbare energioverføringer. Men ikke før i 1972 ble Cormacks teorier faktisk prøvd ut i praksis av den britiske ingeniøren Godfrey Newbold Hounsfield, som bygde den aller første CT maskinen og publiserte sine funn i en artikkel (Hounsfield, 1973) som endret medisinsk røntgenavbildning for fremtiden. Selv om Hounsfield i praksis hadde benyttet de samme teoriene som Cormack selv hadde postulert i 1963, var Hounsfield likevel ikke kjent med Cormacks teorier når førstnevnte bygde CT maskinen. Begge hadde kommet fram til den samme teorien om strålingsabsorpsjon, men Hounsfield hadde derimot i 1973 den teknologiske muligheten til å faktisk bygge en maskin avansert nok til å avmåle stråleabsorpsjonen. Hounsfields store gjennombrudd med CT maskinen kom overraskende på medisinerne over hele verden, da han ikke var tilknyttet noen kjente universiteter eller produsenter av røntgenutstyr, men jobbet i stedet ut ifra det kommersielle britiske selskapet EMI, som inntil da bare produserte elektroniske komponenter og vinylplater. CT maskinen ble en umiddelbar suksess og var i et par år kjent under navnet “EMI skanner” i perioden hvor EMI hadde markedsmonopol på produksjonen. Mer tradisjonelle produsenter av røntgenutstyr som Siemens og General Electric kom raskt inn på det nye markedet med sine egne maskiner, og Computer Tomography [CT] og Computer Axial Tomography [CAT] ble de generelle betegnelse på scannertypen. Hounsfield og Cormack ble i 1979 sammen tildelt Nobelprisen

i fysiologi eller medisin, og begge sees på i dag som fedrene til CT modaliteten både teoretisk og for praktisk bruksområde (Cormack, 1963; Kalender, 2011, s. 16-17).

En CT maskin skiller seg fra ordinære røntgenmaskiner både i størrelse og mekanikk, selv om den baserer seg på bruk av de samme røntgenstrålene som har blitt brukt i et århundre. Den mest åpenbare forskjellen ligger i størrelsen, siden CT maskinen er formet som en stor “smultring” med et bevegelig undersøkelsesbord midt igjennom åpningen, som må være stor nok til å passe de aller fleste pasienter. Denne “smultringen” kalles for en gantry, og bare det indre området blir bestrålt direkte, selv om comptoneffekten vil føre til bestråling også av områder utenfor gantry. Mobile CT maskiner eksisterer også for bruk på eksempelvis operasjonsstuer og intensivavdelinger etter behov, og vil være noe mindre i størrelse avhengig av bruksområde. En mobil CT maskin kan være lagd bare for avbildning av en pasients hode eller ekstremiteter, og vil i så fall ta betydelig mindre plass enn en maskin som er lagd for avbildning av hele kroppen. Den aller største bruken av CT skjer likevel på dedikerte røntgenavdelinger, med fastinstallerte maskiner som kan innstilles til tilnærmet ethvert ønskelig klinisk bruksområde.

Prinsippet og formålet med å gjennomføre CT undersøkelser i stedet for konvensjonell røntgen ligger i muligheten til å avbilde en pasient og framstille bildene sammenlagt i tredimensjonal presentasjon, i form av anatomiske snittstykker i ett eller flere bestemte orienteringsplan. For å lage 3D bilder av god nok kvalitet er CT maskinen avhengig av å bestråle pasienten i flere vinkler, og røntgenrøret som befinner seg inni gantryen bruker undersøkelsesbordet og pasienten som en rotasjonsakse og kan bestråle i 360 grader rundt. Strålingen blir registrert av en stråledetektor på motsatt akse av røntgenrøret i gantry. Avhengig av CT maskinmodellen vil detektoren enten bevege seg parallelt med røret og registrere variasjonene i pasientens stråleabsorpsjon avhengig av strålevinkelen, ellers kan det være en fastlåst ring av detektorer gjennom hele gantryen. Detektoren sender deretter informasjonen fra scannet til en datamaskin som setter sammen stråledataen til et bilde ved bruk av valgfrie og tilpassede algoritmer. Det anatomiske området som bestråles i en slik scann er relativt smalt for å kunne oppnå tilstrekkelig detaljrikdom, men flere scanninger kan gjennomføres etter hverandre og settes sammen til en bildeserie bestående av så mye som hundrevis av enkeltscannede bildesnitt. En tradisjonell såkalt sekvensiell CT maskin vil først gjennomføre en slik scannrotasjon over det aktuelle området for deretter å flytte

undersøkelsesbordet, og da også pasienten, en forhåndsbestemt lengde inn i eller ut av gantryen før det gjøres en ny scannrotasjon. Lengden av bordbevegelse mellom hver scann bestemmes av radiologene og radiografene på forhånd, og vil påvirke bildekvaliteten og den totale stråledosen. For eksempel kan en scannbredde være på 5 mm per rotasjon, og bordet beveger seg 2,5 mm mellom hver scanning. I et slik tilfelle vil det bli 50 % overlapping av strålingen i hvert scann, og vil føre til økt bildeoppløsning for det aktuelle området takket være flere røntgenfotoner som vekselvirker med pasienten. CT maskinen har vært i bruk siden syttitallet, og teknologiske framskritt siden den gang har gjort det mulig å øke antallet av både røntgenrør og detektorer i en CT maskin. Sammen med framskrittene i dataprosessering har det blitt mulig å gjennomføre en enkelt CT scanning, som i begynnelsen kunne ta 40 minutter å gjennomføre, på så lite tid som tre tiendedeler av et sekund (Kalender, 2011, s. 18-26, 37-41; Seeram, 2009, s. 6, 13-14, 16).

2.3.1 Spiral CT – moderne bruk

Spiral CT er en videreutvikling av CT maskinen for moderne bruk, og gjør det mulig å gjennomføre undersøkelser i en lang bordbevegelse, altså uten å måtte stoppe opp mellom hver scannrotasjon. For de eldre maskinene uten spiralteknikk ville det å bevege pasienten under scanning skape forstyrrende bevegelsesartefakter i bildene, som inntil nyere tid har vært en av de store utfordringene med å bruke CT. En slik scannmetode var uhørt når spiralteknologien begynte i det små på tidlig nittitallet, og kritikere var så fastlåst i sin forståelse av at pasientbevegelse under scanning betydde ødelagte bilder at spiral CT maskinen i enkelte kretser ble kalt: "*a method to produce artifacts in CT*" (Kalender, 2011, s. 87). I tillegg er tradisjonell sekvensiellscanning mer tidkrevende, og vil kunne være problematisk for pasienter som må holde pusten under scannrotasjoner ved enkelte undersøkelser. Spiral CT maskiner gjør det derimot mulig å scanne et helt anatomisk område på en gang, uten å måtte pause undersøkelsen for å la pasienten trekke pusten eller bevege bordet mellom rotasjonene. Ved å integrere bordbevegelsen i maskinens interne bildeprosessering, gjør spiralteknikken det mulig å skape klare høyoppløselige bilder når røntgenrøret roterer i en spiral i forhold til pasienten og undersøkelsesbordet, som er i bevegelse under scanningen. Spiral CT undersøkelser har også muligheten til å rekonstruere bildene i hvilket som helst anatomisk plan. De eldre sekvensielle modellene var i stand til å

presentere bildene i samme plan som de ble scannet i, altså som axiale² tverrsnitt av det scannede området, mens bildene med bruk av spiralteknikk kan rekonstrueres i de gjenværende tradisjonelle anatomiplanene, coronal³ og saggittal⁴. Rådataen vil for en spiral CT maskin bestå av volumetrisk data. Med andre ord blir de endelige bildene utregnet ifra tredimensjonale rådata i et romlig volum, i motsetning til rådataen fra sekvensiell scanning, som enkeltvis er i stand til å konstruere todimensjonale, men likevel med varierende bredde, anatomiske snitt. En simplifisert måte å skille mellom de to undersøkelsesteknikkene kan være å se for seg at sekvensiell CT lager rådata i geometriske areal [cm²], mens spiral CT produserer i geometriske volum [cm³]. Begge metodene *presenterer* likevel bilder som volum, i geometriske voxler (Kalender, 2011, s. 68-69, 86-88; Seeram, 2009, s. 248-256).

2.4 CT SCANNPARAMETERE

Scannparametere er selve innstillingen på en CT maskin, og vil for denne oppgaven omhandle de parametere som radiografer kan endre for å påvirke stråledosen til en pasient. Det er som følger: feltstørrelse, rørstrøm og rørspenning, rotasjonstid, pitch og automatisk rørstrømmodulering.

2.4.1 Feltstørrelse

Den mest direkte parameterinnstillingen, og også sannsynligvis den variabelen som endres mest, er feltstørrelsen. Her menes det bestemte området eller anatomien som skal bestråles, og må velges på forhånd av radiografen ved hjelp av et foreliggende såkalt scoutbilde.

Scoutbildet er et konvensjonelt todimensjonalt røntgenbilde CT maskinen avbilder før den primære undersøkelsen, og som fungerer som anatomisk “kart” for CT scanningen. I praksis vil feltvalget bety om scannet blir gjort på for eksempel lungene, abdomen, hodet, ekstremiteter, eller en kombinasjon av flere områder i en tilpasset scannserie. Feltstørrelsen for en undersøkelse kan spesifiseres både i lengde og i bredde på en pasient, men det er viktig å forstå at bare lengdeinnstillingen vil ha en effekt på stråledosen. Ettersom røntgenstrålingen skjer i 360 grader rundt pasienten inne i gantry, vil en innskrenkning av breddefeltet kun påvirke størrelsen på de rekonstruerte bildene, strålingen vil likevel treffe hele

² Tradisjonelle CT tverrsnitt, deler kroppen i kranial og kaudal posisjoner

³ Også kjent som frontal, deler kroppen i anterior og posterior posisjoner

⁴ “Sag”-snittet, deler kroppen på midten i venstre og høyre posisjoner.

pasientanatomi som er inne i gantry. Innskrenkning av feltstørrelsen i lengde vil derimot ha mye å si for stråledosen, siden innstillingen bestemmer direkte hvor stor andel av pasienten som blir bestrålt. Når man i tillegg vet at enkelte utsatte organ som øyelinser og kjønnsorganer er ekstra strålefølsomme (Bushong, 2004, s. 491-492), blir viktigheten i en presis feltinnskrenkning ved CT undersøkelser av spesielt abdomen, bekken, og hode meget tydelig. Så lenge de øvrige maskinparametrene er konstante, vil en øking i feltstørrelse være direkte proporsjonalt med økning av stråledose til pasient, siden et større andel av pasienten blir utsatt for stråling (Bushong, 2004, s. 236).

2.4.2 Rørstrøm og rørspenning

Rørstrøm og rørspenning er tradisjonelt sett på som de numeriske dosevariablene i konvensjonelle røntgenbilder, da de bestemmer henholdsvis røntgenstrålens mengde av fotoner, og fotonenes energi. Strømmen måles i milliamperere [mA] og sammen med eksponeringstid ved konvensjonell røntgen, og eksponerings- og rotasjonstid ved CT, måles det samlet som milliamperere per sekund [mAs] som er innstillingsvariabelen i klinisk bruk. Rørstrømmen er direkte proporsjonal med stråledosen siden det bestemmer antall røntgenfotoner som treffer pasienten, fotoner som vil vekselvirke med pasientens vev. Når mAs verdien dobles, betyr det en direkte dobling av røntgenstråler som produseres. CT bildekvaliteten vil også påvirkes av endringer i mAs, ved at en reduksjon i mAs vil gi færre fotoner til detektoren og føre til økt forekomst av støy i bildet. (Bushong, 2004, s. 162, 265-266; Kalender, 2011, s. 114-115).

Rørspenning er verdien som bestemmer energien i form av elektrisk spenning til røntgenfotonene, og måles som kilovolt [kV]. En øking av kV i en røntgenundersøkelse vil øke stråledosen til pasient, men økningen er ikke like proporsjonal som ved en økning av mAs. Siden en økning av kV øker energien til røntgenfotonene, vil det føre til at en større mengde fotoner har energi nok til å vekselvirke med pasientens vev, men vil også føre til at flere fotoner absorberes av detektoren uten å vekselvirke. I tillegg vil bruk av en lav kV verdi kunne føre til en høyere forekomst av vekselvirkningsprosessen fotoelektrisk effekt i pasientens vev, som faktisk vil kunne øke den absorberte stråledosen til pasienten. Denne effekten er gjeldende ved verdier på rundt 40-80 kV, mens ved CT undersøkelser blir det i større grad brukt verdier på rundt 120 kV, og denne vekselvirkningsprosessen inntreffer mye

sjeldnere. Med det er det ikke sagt at stråledosen er lavere ved CT enn konvensjonell røntgen på grunn av en høyere kV verdi, da det er andre vekselvirkningsprosesser som tar over og forbigår fotoelektrisk effekt ved de høyere energinivåene (Bushong, 2004, s. 236-237). Kalra et al. (2004) sin artikkel og Kalender (2011, s. 220-222) foreslår mer oppmerksomhet rundt muligheten for reduksjon av særlig rørspenningen for undersøkelser av barn, og av pasienters lunger som er et relativt homogent anatomisk område. Det rådgivende organet International Commission on Radiological Protection [ICRP] anbefaler også gjennom sin prosjektgruppe for doseoptimalisering av multidetektor CT [MDCT], muligheten til å redusere rørspenningen for barn og små voksne (Rehani et al., 2007, s. 53-54). Deres rapport antyder at det er fullt mulig å gå ned fra standardverdier på 120-140 kV til rundt 80-100 kV på utvalgte undersøkelsesmetoder og mindre pasienter, noe som skal tilsi en substansiell sparing av stråledose uten å risikere bilde kvaliteten. De vektlegger rørspenningens viktighet for dosebesparelse i CT undersøkelser i så stor grad at de anbefaler å redusere kV til en verdi som vil kunne øke støymengden i bildene, og i stedet veie opp for støynivået ved å øke mAs verdien. Resultatet av en slik endring av variabler vil ifølge gruppen føre til stor sannsynlighet for reduksjon av stråledose til pasient. Men de advarer likevel at for de største pasientene vil en økning av kV, og derav samtidig stråledose, omtrent alltid være nødvendig for å kunne lage diagnostisk adekvate bildeserier.

2.4.3 Rotasjonstid

Med rotasjonstiden menes tiden det tar for at røntgenrøret inne i gantry skal rotere 360 grader en gang. Gjennom introduseringen av og den tidlige bruken av CT maskinen har det å korte ned undersøkelsestiden, og da samtidig rotasjonstiden, blitt sett på som den viktigste utviklingen for generell forbedring av modaliteten (Kalender, 2011, s. 37). Ettersom rotasjonstiden i en CT undersøkelse tilsier hvor lenge en pasient blir bestrålt, vil variabelen påvirke stråledosen direkte så lenge de øvrige variabler er fast. Ved bruk av en fast mAs verdi vil en reduksjon av rotasjonstid redusere stråledose til pasient, men vil også øke mengden støy i bildet grunnet den lavere totale mengde røntgenstråling. Selv om en endring av rotasjonstid påvirker stråledose, kan det tenkes at den er mer brukt for tilpassing av undersøkelser med pustestopp, for å forsikre at en pasient klarer å holde pusten gjennom hele scannet. Hvis rotasjonstid må økes i en slik situasjon, er det viktig å huske på at mAs verdien også må økes,

for å veie opp for røntgenstrålingen som forsvinner på grunn av raskere gjennomføring av undersøkelsen (Kalra et al., 2004, s. 53-54).

2.4.4 Pitch

Pitch er et samlebegrep som forteller hvor langt undersøkelsesboret, og da også pasienten, beveger seg per rotering av røntgenrøret i gantry, i forhold til strålebredden som brukes. Parameteren brukes bare om spiral CT maskiner, da eldre sekvensielle scannere ikke hadde muligheten til å bevege undersøkelsesbordet under scanning, og dermed ikke behov for å påvirke en variabel mellom bordbevegelse og rotasjonstid. Pitch oppføres som en nummerverdi, der en pitchverdi på 1 tradisjonelt betyr at røntgenstrålen er sammenhengende over det angitte anatomiske området. En verdi under 1 betyr derimot at strålen i hver rotasjon vil overlape i en grad avhengig av parameteren, og en verdi over 1 betyr at det oppstår mellomrom i strålegangen. En enkel beskrivelse av pitch er å se for seg at bestrålingen foregår som en springfjærformet spiral rundt pasienten, og at en lav pitchverdi vil sammenpresse og komprimere fjæren, mens en høy pitchverdi vil strekke fjæren utover. Så lenge andre variabler er konstante, vil en endring i pitch påvirke stråledosen og den totale undersøkelsestiden. En reduksjon i pitchverdi vil øke den totale stråledosen og undersøkelsestiden, men vil samtidig bidra til å skape mer total rådata for det scannede området, og derav mindre støy og en høyere detalj. Økning av pitch vil i motsatt grad kunne redusere stråledosen, men samtidig føre til økt støy i bildene og, ved tidlige enkelt-detektor spiral CT maskiner, kunne skape såkalte spiralartefakter som ødelegger bildedata. Enkelte CT maskinmodeller har også en såkalt effektiv milliamperere-sekund innstilling, som automatisk avgir en konstant mAs til pasient uavhengig av valg av pitchverdi. Ved slike modeller vil ikke stråledosen variere ved endring av pitch, da mekanikkens formål er å opprettholde god bildekvalitet på alle undersøkelser som gjennomføres (Kalra et al., 2004; Rehani et al., 2007, s. 54)

2.4.5 Automatisk modulering av rørstrøm

Moderne CT maskiner har muligheten til å automatisk modulere rørstrømmen gjennom undersøkelsen, i forhold til det bestrålte anatomiske området. I eksempelvis en undersøkelse av abdomen og bekken vil det være en betydelig forskjell i hvor mye rørstrøm som behøves for å avbilde organene i bukhulen, som for det meste består av bløtdeler, og bekkenområdet som består av mye hard benstruktur. Bruk av automatisk rørstrømmodulering vil i et slik

tilfelle tilpasse mAs verdien ut ifra det foreliggende todimensjonale scoutbildet, som brukes til å planlegge hvor pasienten skal avbildes. Scoutbildet får her en ny funksjon i tillegg til å fungere som anatomikart for undersøkelsen, ettersom maskinen registrerer i hvor stor grad strålingen i dette scoutbildet vekselvirker med pasientens vev gjennom den avbildete anatomien. Maskinen kan deretter presist beregne hvor mye stråledose som er nødvendig for å skape bilder med god diagnostisk bildekvalitet, ved å skille endringer i pasientens anatomi og tilhørende stråleattenuasjon ifra hverandre. En svakhet som gjør seg merkende er at den automatiske moduleringen ikke vil fungere om man må avbilde anatomi som er utenfor størrelsen til scoutbildet, siden moduleringen er avhengig av attenuasjonsdataen fra scoutet. I tillegg vil det være problematisk om en pasient beveger seg i tidsrommet mellom scoutbildet blir tatt og selve CT undersøkelsen, siden kartleggingen av strålebruken i hovedscanningen utregnes ut i fra det foreliggende scoutbildet. Siden CT maskinen stoler på informasjonen til scoutbildet, vil en avviking i pasientposisjon føre til en mer ujevn dosefordeling, og kan gå ut over bildekvaliteten og gi uregelmessige organdoser. Enkelte CT maskinmodeller har i stedet valgt å bruke en moduleringsteknikk som ikke er avhengig av scoutbildet, men heller bruker de aller første stråleregistreringene over anatomien i selve undersøkelsen til å modulere den etterfølgende rørstrømmen til et passende nivå. Med en slik modell unngås avhengigheten av scoutbildet, og strømmoduleringen vil i stedet foregå i "real-time" (Kalender, 2011, s. 211-215). Muligheten for besparelse av stråledose til pasient er stor ved bruk av moduleringsteknikk, Kalra et al. (2004) viser til at studier på bruken av rørstrømmodulering ved CT undersøkelser av barn førte til en reduisering av dose på 10-60 %, med en middelverdi på 22,3 %, sammenlignet med bruk av en konstant rørstrømverdi. Kombinert med ICRP sine anbefalinger om begrensing av rørspenning ved undersøkelser av barn og små pasienter (Rehani et al., 2007, s. 53-54), blir det ekstra tydelig i hvilken grad stråledosen kan effektivt individualiseres på de minste og mest sårbare pasientene.

Det er også metodevarianter i oppnåelsen automatisk rørstrømmodulering, som gjør at dosebesparelsen fra forskjellige CT maskinleverandører og maskinmodeller kan variere. Moduleringen deles her inn i tre grunnleggende typer, longitudinal⁵, angulær⁶, eller en kombinasjon av begge. Metodene vil variere i hvor mye stråledose de sparer, Rizzo et al.

⁵ Modulering i z-planen [lengde], hvor stråledosen tilpasses et forhåndsinnstilt støynivå. Tilsvarende automatisk eksponeringskontroll ved vanlig røntgen.

⁶ Modulering i x og y-plan [bredde og høyde]. Stråledosen tilpasses etter hvor mye vev strålen må gjennom før den når detektoren, innenfor samme anatomiske område.

(2006) sin sammenligningsstudie av metodene viste at angulær modulering ga en dosereduksjon på 19 %, longitudinal en dosereduksjon på 37 %, og at den kombinerte metoden ga en reduksjon på 43 %, med forbehold om at alle metodene resulterte i tilfredsstillende bildekvalitet. Automatisk rørstrømmodulering vil likevel ikke kunne redusere stråledosen til veldig overvektige pasienter, da metoden i så fall vil få maskinen til å øke mAs i stedet for å redusere, for å oppnå tilfredsstillende bildekvalitet. Det må likevel vurderes om dette kan betegnes som en svakhet ved systemet, ettersom det i de aller fleste tilfeller er klinisk viktigere å gjennomføre en CT undersøkelse med god bildekvalitet, enn å risikere bilder med svak diagnostisk verdi (Rehani et al., 2007, s. 45).

2.5 KONTRASTMIDLER

Røntgenbilder avhenger av å kunne skille mellom vevstyper, og billedlig kunne presentere variasjonene i en vevstypes strålingsabsorpsjon, tradisjonelt kontrasten mellom benvev og omliggende kroppsvev. Dette er mulig på grunn av hvordan benvev er bygget opp, da det inneholder relativt mye elektronrike elementer som kalsium, kalium, magnesium og fosfor. Røntgenstrålene er avhengig av å vekselvirke med elektroner for å absorberes, så jo mer elektroner i det bestrålte vev, jo mer vil strålingen absorberes. Dette er grunnforståelsen for hvorfor skjelettstrukturer framstilles tydelig på røntgenbilder i forhold til omliggende vev, benvevet skiller seg sterkt ut i menneskekroppen med sin “harde” elementoppbygging. Røntgenstrålen var en revolusjon for medisinen når den ble oppdaget, men visse begrensninger ble oppdaget i dens bruksområde. Selv om pasienters skjelettstruktur ble godt avbildet, var det en utfordring å skulle avbilde de gjenværende bløte organer. Organene i en pasients bukhule er bestående av en relativt homogen elementoppbygging i forhold til hverandre, noe som gjør det vanskelig for røntgenstråler å skille vevstypene billedlig. Røntgenbildene ble derfor i lengre tid brukt for identifisering av benfrakturer, men kunne også brukes til lokalisering av gallestener eller nyrestener, da stenene inneholder mye mineraler med høyt elektroninnhold. Også metalliske fremmedobjekter som pistolkuler og øvrige metallfragmenter kunne lett oppdages med røntgenbilder. For å kunne avbilde kroppsanatomi foruten benstrukturer ble det nødvendig å framstille og bruke det vi kjenner som kontrastmidler. Et kontrastmiddel tilsier ett stoff eller medikament som endrer hvordan røntgenstråler absorberes i en pasients kropp. Det finnes mange forskjellige kontrastmidler avhengig av bruksområde, men kan grupperes i to overordnede grupper; intravaskulære for

bruk i blodkar, og gastrointestinale for bruk i mage-tarm system. I oppgaven presenteres den intravaskulære varianten, ettersom gastrointestinale kontrastmidler meget sjeldent brukes ved CT undersøkelser (Ehrlich & Coakes, 2013, s. 335-337, 374-376; Linton, 1995).

2.5.1 Intravaskulære jodholdige kontrastmidler

Bare to måneder etter røntgenstrålens oppdagelse ble det for første gang demonstrert bruk av intravenøst kontrastmiddel, da Heschek og Lindenthal injiserte kvikksølvforbindelser i en kadaverhånd for å framstille arterier og vener (Linton, 1995; Meier, 2006). Tanken om å kunne injisere røntgenabsorberende stoff i en pasients kropp for å fremstille andre organer enn benstruktur kom altså nesten samtidig med selve røntgenstrålens oppdagelse, men utfordringen var i å skape injiserbare midler som ikke ville skade pasienten. Først i 1919 ble et kontrastmiddel for første gang brukt på et levende menneske, da den argentinske radiologen Carlos Heuser brukte utvannet kaliumjodid, som kroppen mer eller mindre var i stand til å skille ut på egen hånd, for å avbilde en pasients venesystem i hånd og underarm (Linton, 1995). Jodholdige midler har siden den gang holdt gjennom historien som et brukbart kontrastmiddel, og særlig rundt 1920 tallet ble jodets røntgenabsorberende egenskaper grundigere utforsket, grunnet den utbredte bruken av jodholdige midler som antibiotikum i behandling av syfilis (Svensson, 2012).

Jodholdige kontrastmidler er fremdeles i dag standarden for intravenøs bruk i røntgenundersøkelser, og brukes ofte både ved CT- og konvensjonelle røntgenundersøkelser (Ehrlich & Coakes, 2013, s. 437). Ett unntak er likevel konvensjonelle røntgenundersøkelser av mage-tarm kanalen, hvor det gjerne brukes mer tyktflytende bariumoppløsning per os eller rektalt (Linton, 1995). Kan nevnes at det i tillegg eksisterer intravaskulære kontrastmidler for bruk i magnetresonans [MR] tomografi og ultralyd undersøkelser som ikke inneholder jod, da disse undersøkelsesmodalitetene ikke bruker røntgenstråler for avbildning til tross for at de ofte grupperes som "røntgenundersøkelser". Konsentrasjonen av jod i et kontrastmiddel vil variere etter bruksområde, og påvirker direkte hvor mye av strålingen i en røntgenundersøkelse som attenerer og vekselvirker med kontrastmiddelet. Jo høyere jodkonsentrasjon, desto høyere strålingsabsorpsjon i anatomien kontrastmiddelet injiseres. Anatomien som skal undersøkes vil derfor bestemme jodkonsentrasjonen som behøves, ettersom forskjellige anatomiske strukturer vil skylle væske gjennom seg raskere enn andre.

En CT undersøkelse av aorta arterien trenger eksempelvis en relativt høy jodkonsentrasjon i kontrastmiddelet som brukes for å lage akseptable røntgenbilder, på grunn av den store og raske gjennomstrømmingen av blod i arterien. For mindre vener og arterier i ekstremitetene vil det i motsetning være tilstrekkelig med en lavere jodkonsentrasjon for god diagnostisk kontrastoppfylling, da utskillingen etter injeksjon vil skje mye saktere enn i aorta (Ehrlich & Coakes, 2013, s. 379).

2.5.2 Osmolalitet, viskositet, og kontrastindusert nefropati

Kontrastindusert nefropati er av European Society of Urogenital Radiology [ESUR] definert som en tilstand der en reduksjon av renal funksjon inntreffer innen tre dager etter den intravaskulære administreringen av et kontrastmiddel, i fravær av alternativ etiologi (ESUR Contrast Media Safety Committee, 2012). Tilstanden er potensielt dødelig for utsatte risikopasienter, men ESUR har utarbeidet forebyggende retningslinjer, som er gratis tilgjengelig for allmennheten. I mangelen på nasjonale retningslinjer i Norge kan ESUR sees på som den mest hensiktsmessige foreningen å forholde seg til for sikker kontrastbruk (Nilsen, 2011). Ifølge retningslinjene er foreliggende kronisk nyresvikt den mest signifikante risikofaktoren for at en pasient skal utvikle kontrastindusert nefropati, og pasienters nyrefunksjon vurderes derfor med en estimert Glomerulær Filtrasjons Rate [eGFR] verdi (Levey et al., 2009; Stacul et al., 2011). Pasienter ansees som risikoutsatt om de har en eGFR verdi på under 60 ml/min/1.73 m² i forkant av intraarteriell kontrastinjeksjon, og en verdi under 45 ml/min/1.73 m² i forkant av intravenøs injeksjon. I tillegg er det flere øvrige pasientfaktorer som vil øke risikoen for utvikling av kontrastindusert nefropati, derav diabetes mellitus, dehydrering, hjertesvikt, nylig hjerteinfarkt, bruk av intra-aortaell ballongpumpe, hypotensjon nylig eller under kontrastundersøkelsen, lavt volumprosent av røde blodceller i blodet, pasientalder over 70, bruk av nefrotoksiske medisiner, akutt nyreskade og ustabil nyrefunksjon. I forkant av en undersøkelse bør risikopasienter ifølge ESUR væskes opp med intravenøs saltvannsoppløsning, hvor det anbefales 1.0-1.5 ml/kg/h i minst seks timer før og etter en kontrastundersøkelse. Det er ikke funnet grunnlag for bruk av farmakologisk profylaksi i forebygging av kontrastindusert nefropati, men en kombinasjon av vann og saltkapsler per os har i en studie (Dussol, Morange, Loundoun, Auquier, & Berland, 2006) vist seg å være tilnærmet lik som bruken av intravenøs saltvannsoppløsning. For gjennomføring av selve kontrastundersøkelsen anbefaler ESUR bruk av intravenøs injeksjon i

stedet for intraarteriell, bruk av lav- eller iso-osmolale kontrastmiddeltyper, lavest mulig totale injiserte dose av kontrastmiddel, og å unngå sammenhengende kontrastunderøkelse innenfor mer enn det som vurderes klinisk forsvarlig, optimalt med to ukers mellomrom (ESUR Contrast Media Safety Committee, 2012; Stacul et al., 2011).

Et kontrastmiddel varierer i jodkonsentrasjon, og en generell regel er at høyere konsentrasjon av jod betyr høyere viskositet og osmolalitet, noe som fører til høyere risiko for kontrastindusert nefropati (Barrett & Parfrey, 2006; Davidson et al., 2006; Ehrlich & Coakes, 2013, s. 379-381; Thomsen, 2009a, s. 66; Toprak, 2013, s. 321). Osmolalitet er enkelt forklart en verdi for mengden materie i en væske, og kan for intravenøse kontrastmidler variere mellom verdier som tilsvarer osmolaliteten for menneskelig blod, til over det dobbelte. Det er observert en sammenheng mellom et kontrastmiddels osmolalitet og toksisitet, der høyere osmolalitet tilsier høyere risiko (Barrett & Parfrey, 2006; Ehrlich & Coakes, 2013, s. 379-380), så kontrastmidler med mest mulig identisk osmolalitet som menneskelig blod ansees som det tryggeste alternativet for klinisk bruk (Davidson et al., 2006). Et eksempel på et mye brukt kontrastmiddel i Norge er Bracco Imaging sitt Iomeron med en osmolalitet på 301 mOsm/kg, som da er tilnærmet identisk med menneskelig blod på omtrent 300 mOsm/kg (Ehrlich & Coakes, 2013, s. 379; Felleskatalogen, 2012).

Viskositet er et begrep som definerer en væskes resistans mot å flyte. Med andre ord betyr det hvor tyktflytende en væske er, der høy viskositetsverdi tilsier tykk væske, mens lav viskositetsverdi tilsier tynn. I veldig generelle trekk kan det sies at viskositeten øker sammen med, og er avhengig av, osmolaliteten og jodkonsentrasjonen av et kontrastmiddel. Men det er likevel variasjoner innenfor av både osmolalitet og viskositet i de nåværende markedsførte kontrastmidlene, og forskjellige studier viser til ulik vektlegging av de to verdiene i forebygging av kontrastindusert nefropati. Seeliger et al. (2007) utforsket to typiske kontrastmidlers varierende viskositets og osmolalitets rolle i kontrastindusert nefropati, og framhever en økt risiko fra kontrastmiddelet med lavest viskositet, men høyest osmolalitet. Til sammenligning anbefaler både ESUR (Thomsen, 2009a, s. 76), og flere publiserte studier (Barrett & Parfrey, 2006; Davidson et al., 2006), klinisk bruk av lav- eller iso-osmolale kontrastmidler. Ettersom patogenesen til kontrastindusert nefropati er uklar (Thomsen, 2009a, s. 65; Toprak, 2013, s. 321), blir det fremdeles postulert forskjellige årsaker og sammenhenger med diverse kontrastmiddeltyper i ulike studier, men i mangel av nasjonale

retningslinjer for klinisk bruk er nok per dags dato ESUR de mest hensiktsmessige å forholde seg til (Nilsen, 2011).

2.5.3 Allergiske reaksjoner / bivirkninger

I tillegg til risikoen for nyreskade, kan injisering av jodholdige kontrastmidler igangsette milde, moderate, alvorlige og i verste fall dødelige allergiske reaksjoner hos disponerte pasienter (Bush & Swanson, 1991; Idée, Pinès, Prigent, & Corot, 2005; Webb, 2009, s. 43-44). Det kan oppstå relativt harmløse reaksjoner som kvalme, utslett, kløe og svimmelhet, men også livstruende tilstander som hjertestans og hypotensivt eller anafylaktisk sjokk. I likhet med kontrastindusert nefropati er mekanikken i hvordan de allergiske reaksjonene oppstår etter kontrastmiddelinjeksjon ikke helt kartlagt, men flere studier (Bush & Swanson, 1991; Idée et al., 2005; Katayama et al., 1990; Morcos, 2005; Schopp et al., 2013) har forsøkt å spesifisere risikofaktorer og muligheter for forebygging av reaksjonene. Det var tidligere teoretisert at et kontrastmiddels injeksjonsrate kunne være betydningsfullt for frekvensen av reaksjoner, men Jacobs, Birnbaum, og Langlotz (1998) kunne ikke finne en korrelasjon mellom de to, og deres studie brukes enda som grunnlag for retningslinjene til ESUR (Webb, 2009, s. 48). Pre-testing, altså å gi en lav dose kontrastmiddel før den fulle dosen, har heller ikke vist effekt for forebygging av dødelige reaksjoner (Fischer & Doust, 1972), og er ikke en del av ESURs anbefalinger (Webb, 2009, s. 48).

Bruken av lav-osmolale ikke-ioniske kontrastmidler sees på som den mest hensiktsmessige faktoren for forebygging av akutte allergiske reaksjoner ettersom de ansees å ha en 4-5 ganger lavere risiko for reaksjon enn høy-osmolale kontrastmidler, og blir i moderne tid brukt i mange land som klinisk standard (Webb, 2009, s. 46). Profylaktisk behandling av pasienter med medisiner som steroider, antihistaminer og efedrin i forkant av en undersøkelse med kontrastmidler, var før en anbefalt praksis på grunn av sterk evidens for at spesielt steroider reduserte frekvensen av allergiske reaksjoner. Evidensgrunnlaget for denne praksisen var likevel myntet på bruken av ioniske høy-osmolale kontrastmidler (Greenberger, Patterson, & Radin, 1984; Lasser, 1987; Webb, 2009, s. 46-47), og har ikke vist seg å være like berettiget for moderne bruk av ikke-ioniske lav- eller iso-osmolale kontrastmidler. Dawson (2006) og Radhakrishnan, Manoharan, og Fleet (2005) konkluderer med at profylaktisk steroid behandling ikke er nødvendig når det skal brukes ikke-ioniske kontrastmidler, ettersom

insidensraten for alvorlige reaksjoner vurderes som meget lav basert på resultatene fra studien til Wolf et al. (1991). ESUR via Webb (2009, s. 47) mener derimot at det ikke er mulig å fastslå sikkert at profylaktisk steroid behandling av risikoutsatte pasienter er uberettiget, selv med ikke-ioniske kontrastmidler. Dette baserer hun på studien til Laroche et al. (1998), som argumenterer for at enkelte av reaksjonene på kontrastmiddel er ekte allergisk hypersensitivitet, og at høye doser steroider vil brukes i behandling av slik anafylaksi. Nyere studier om bruken av steroid behandling i anafylaksi av eksempelvis Tupper og Visser (2010), og Kirkbright og Brown (2012), viser derimot til en mangel på empirisk evidens for praksisen, konklusjoner som også støttes av Choo, Simons, og Sheikh (2012) sin litteraturstudie for The Cochrane Library. Korrekt praksis for forebygging av allergiske reaksjoner i forkant av kontrastmiddelbruk er altså fremdeles omstridt, og ESUR har via Webb (2009) ikke utstedt direktiv for problemstillingen, men inkluderer premedisinering med steroider som et alternativ som må vurderes av den enkelte kliniker (ESUR Contrast Media Safety Committee, 2012).

ESUR har flere konkrete punkter i sine anbefalinger for pasientsikker bruk av jodholdig kontrastmidler. Generelt for alle pasienter vektlegges det å bruke ikke-ioniske lav-osmolale kontrastmidler, å la pasienten vente på røntgenavdelingen i 20-30 minutter etter kontrastinjeksjon, og å oppbevare medikamenter og utstyr for gjenopplivning tilgjengelig på avdelingen. Intravaskulær injeksjon av jodholdige kontrastmidler har en økt risiko for akutte reaksjoner hos pasienter som tidligere har opplevd moderate eller alvorlige reaksjoner på kontrastmidler, hos pasienter som har astma, og hos pasienter som medisineres for annen allergi. I tilfellene hvor det er nødt å bruke kontrastmidler på pasienter med økt risiko, anbefaler ESUR å vurdere bruken av kontrastmidler som ikke inneholder jod, eller å velge en undersøkelsesmodalitet som ikke behøver jodholdige kontrastmidler. Om jodbasert kontrast likevel er nødvendig, og pasienten har tidligere reagert på et spesifikt kontrastmiddel, bør det brukes et annet jodholdig kontrastmiddelmerkevare enn det som utløste tidligere reaksjoner.

3. TEORETISK BAKGRUNN

Gjennom et teoretisk rammeverk blir oppgaven presentert og gjennomført, og jeg vil i dette kapittelet vise prosjektets kunnskapsmessige bakgrunn som har formet og utviklet prosjektet.

3.1 TIDLIGERE FORSKNING PÅ IONISERENDE STRÅLING OG RØNTGENUNDERSØKELSER

Strålingens effekt på mennesker har blitt mye utforsket etter oppdagelsen til Wilhelm Röntgen, men røntgenundersøkelser er for mange mennesker ikke det første de tenker på når de hører ordet stråling. Ioniserende stråling har vært et tema som tidligere var forbeholdt forskere og medisiner, men som i etterkrigstiden har blitt mer og mer en del av både nyhetsbilde og populærkultur. Effekten av stråling på mennesker har vært et interessefelt for mange også utenfor vitenskapelige kretser, og i enkelte historiske situasjoner blitt sett på som en trussel mot hele populasjoner (Clarke & Everest, 2006; Hooker, 2011). Gjennom dette kapittelet vil jeg forsøke å presentere det nåværende kunnskapsnivået for effekten til ioniserende stråling, og også drøfte rollen strålingen har og har hatt i moderne samfunn.

3.1.1 Strålingens utforskede egenskaper

Ettersom røntgenundersøkelser tar i bruk en ioniserende strålingsform, og dermed har en skadelig effekt på biologisk materiale, har det vært ytterst nødvendig i moderne tid å kunne utforske akkurat hvor stor fare pasienter i praksis utsettes for gjennom medisinsk røntgenstråling. Men siden en gitt mengde stråling ikke kan måles direkte i en pasients kropp etter bestråling, har det vært vanskelig å lage presise grenseverdier for utvikling av spesifikt kreftsykdommer ut ifra kontrollert forskning. I tillegg vet vi at strålingsindusert kreftsykdom vil eventuelt manifestere seg opp til flere tiår etter strålingseksponering, og ikke nødvendigvis skille seg fra kreftsykdommer som oppstår spontant, eller ut ifra andre faktorer (UNSCEAR 2011, s. 5). Altså har det vært en stor utfordring å konstatere den individuelle kreftrisikoen etter bestråling, siden kartleggingen for å kunne påvise en deterministisk sammenheng mellom bestråling og oppstått kreftsykdom flere tiår etter bestrålingen, vil måtte utelukke alle andre faktorer som påvirker kreftrisikoen og samtidig ta høyde for muligheten for spontan kreftutvikling og den generelle aldersutviklingen.

I stedet er den største bidragsyteren for vår nåværende forståelse av ioniserende strålings effekt på mennesker oppfølgingen av ofrene for atombombingene av Hiroshima og Nagasaki etter andre verdenskrig. Til og med sammenlignet med moderne studier på effekten av ioniserende stråling i medisinsk sammenheng, arbeidseksposering, og naturlig miljømessige strålingskilder, er oppfølgingen av atombombeofrene fremdeles den mest informative kunnskapskilden for feltet. Det store antallet ofre og den betydelige variasjonen i strålingsdose avhengig av avstand til nedslagsfeltet for bombene, har gjort de overlevende til en beklageligvis enestående kilde for forskning på effekten fra både høy- og lavdoserende ioniserende stråling. Seneffekter av bestrålingene har også blitt grundig dokumentert i denne folkegruppen i årene etter andre verdenskrig, og er da grunnkunnskapskilden til vår nåværende forståelse av kreftutvikling etter bestråling, som regnes som den største faren ved ioniserende stråling av mennesker (UNSCEAR, 2011, s. 6-7).

Siden røntgenstråling har tilnærmet den samme ioniserende effekten på menneskelig vev som gammastrålingen fra atombombesprengningene, er det fremdeles i dag forskningsmaterialet om de overlevende som brukes i grunn for å vurdere kreftrisiko ved røntgenundersøkelser. Amy González og Sarah Darby (2004) analyserte data fra femten land om frekvensen av medisinsk røntgen, estimerte røntgenstrålingsdoser til individuelle organ, brukte risikomodeller utarbeidet fra atombombeofrene, og kombinerte de med befolkningsstatistikk for kreftforekomst og generell dødelighet for alle dødsårsaker. Resultatene viste at de kunne estimere at medisinsk røntgenstråling sto for 0.6 % av den totale kreftrisikoen for menn og kvinner i Storbritannia opp til en alder av 75 år, som tilsvarte 700 krefttilfeller årlig. CT modaliteten var i denne studien ansvarlig for størsteparten av krefttilfellene, ikke nødvendigvis på grunn av at den gir mest stråling til pasient per undersøkelse, men fordi bruken av CT undersøkelser er mye hyppigere enn andre røntgenmodaliteter som kan gi større individuelle strålingsdoser. Denne studien har likevel en svakhet i sitt datamateriale ved at den baserer seg på undersøkelsestall om bruken av medisinsk stråling mellom 1991 og 1996, mens antallet røntgenundersøkelser, og da spesielt CT, har økt kraftig i årene etter.

3.1.2 CT modalitetens stråleeffekt

David Brenner og Eric Hall (2007) anslo så mye som en tidobling av CT undersøkelser i USA i 2007, i forhold til González og Darby sine undersøkelsestall fra 90 tallet, altså et tydelig behov for oppdatert informasjon om den nåværende strålingsfaren fra moderne CT maskiner i dagens utbredte bruk. En mer spesifikk undersøkelse av kreftrisikoen for CT modaliteten alene ble publisert i 2009 og omhandler bruken av CT undersøkelser i USA, men likevel med en estimert total undersøkelsesmengde for hele landet over ett år. Målet med studien var å kartlegge strålefaren fra CT undersøkelser alene, ettersom modaliteten hadde opplevd en kraftig oppgang i bruksfrekvens siden målingene fra 90 tallet. Studien gikk også dypere inn på kreftfaren i forhold til alder, kjønn, og innenfor forskjellige CT undersøkelsesprosedyrer. Resultatene av denne studien var en estimering av at ca. 29.000 framtidige krefttilfeller i USA, hvorav 14.500 kan antas å ha et dødelig utfall, kunne være relatert til CT undersøkelser gjennomført i 2007 (González et al., 2009). I forhold til USAs befolkningstall i 2007 på omtrent 301.000.000 mennesker tilsier ikke 29.000 en betydelig stor prosentandel av befolkningen [0.01 %], men det vil likevel tilsa et stort antall enkelttilfeller som kan kobles til en presis hendelse. I følge det amerikanske National Cancer Institute var det i 2010 omtrent 13.027.914 mennesker totalt i USA med krefthistorikk, som tilsvarer omtrent 4.22 % av befolkningen (Howlader et al., 2013). Det betyr at kreftinsidensen fra CT undersøkelser fra 2007 vil kunne teoretisk tilsvare omtrent 0.22 % av de totale krefttilfellene, med en tilnærmet ratio av CT undersøkelser i forhold til befolkningstall som de González et al. (2009) brukte. Statistisk sett ikke relativt mange, men igjen en gruppe som teoretisk kan knyttes direkte til bestråling på CT undersøkelser. Studien til González et al. (2009) påpeker også at CT undersøkelser av lunger, abdomen og bekken sammen står for omtrent 18.100 av de 29.000 estimerte krefttilfellene, som viser omfanget undersøkelsene har for kreftrisiko i en populasjon.

3.1.3 Samfunnets oppfatning av røntgen og stråling

Mange kreftsykdommer kan ofte anees som relativt tilfeldige, selv om det i nyere tid har blitt oppdaget flere faktorer som påvirker risikoen, som røyking og spisevaner. Likevel kan det tenkes krefttilfeller som manifesteres gjennom slike relativt "selvpåførte" faktorer, ikke skaper den samme følelsen av frykt hos den øvrige populasjonen ettersom litt av den tilfeldige faktoren forsvinner. Clarke og Everest (2006) viser hvordan oppfatningen av kreftsykdommer

kan forverres gjennom media, ved at kreft ofte presenteres som tilnærmet uunngåelig og som noe som vil gro i kroppen uten å merkes før det er for sent. Det kan virke som at mange har oppfatningen at kreft er hovedsakelig tilfeldig, og at de faktorene i livet som er påvist å øke kreftrisikoen må slåes hardt ned på for å fjerne alle risikofaktorer utover de ukontrollerbare. Med en slik bakgrunn blir det mer forståelig hvorfor kreftutvikling etter medisinske røntgenundersøkelser blir tatt så alvorlig, selv om det tilsvarer en meget lav andel av den totale kreftinsidensen. CT undersøkelser og annen form for medisinsk røntgenbruk kan kanskje bli vurdert som en unødvendig kreftfaktor, selv om den diagnostiske verdien respekteres. Kalender (2011, s. 176-177) forklarer hvordan pasienter kan bli skremt av medias fokus på sammenhengen mellom CT undersøkelser og kreftrisiko, og mener at publikasjoner og utsagn som fremhever helserisikoen med bruk av CT og røntgenstråling, som artikkelen til Brenner og Hall (2007), vil kunne fungere mot sin hensikt. Kalender (2011) nevner spesielt et sitat fra Brenner i en artikkel fra den amerikanske avisen USA Today, hvor Brenner sammenligner stråleeksponeringen fra en CT scanning til: *“roughly the same amount of radiation as the atomic bomb delivered to the japanese survivors of Hiroshima and Nagasaki standing a mile or two from ground zero”* (s. 177). En slik ordlegging vil gjøre det vanskelig for pasienter som allerede kanskje ikke har mye kunnskap om stråling, å forholde seg rasjonell til CT modaliteten. Det å sammenligne en diagnostisk bildemodalitet med en av de mest fryktinngytende krigshandlingene fra andre verdenskrig må kunne klassifiseres som en nesten demagogisk overdrivelse, og det er en reell risiko at slike utsagn kan skremme pasienter fra å gjennomføre røntgenundersøkelser. Det er for eksempel allerede registrert at pasienter i Japan har kansellert planlagte nukleærmedisinske undersøkelser i etterkant av atomreaktorulykken i Fukushima (Kinuya, 2012).

Radioaktivitet og ioniserende stråling har vært vitenskapelig kjent tematikk i over hundre år, men det er særlig etter den andre verdenskrig at temaet for alvor ble kjent blant den øvrige befolkningen. Utviklingen og bruken av atombomber, og den konstante reelle trusselen for atomkrig gjennom den kalde krigen, bidro til at radioaktivitet og stråling ble en del av den allmenne debatt og populærkultur. Eksempelvis er det skapt omtrentlig 221 forskjellige tegneseriefigurer med superkrefter som oppstod fra eller gjennom radioaktiv bestråling (Hooker, 2011). Mer enn en hel generasjon mennesker i verden er oppvokst med konstante bilder i media om radioaktivitet som et ødeleggende resultat av atomkrig, og selve ordet atom og radioaktivitet kan fort bli assosiert med apokalypsetilstander. Det eksisterer fremdeles en hel sjanger av filmer, serier, bøker, tegneserier og videospill som omhandler samfunn eller en

verden "etter katastrofen", som ofte kan være etter en atomkrig og med tilhørende utspredd radioaktivitet og mutasjoner. Atomreaktorulykken i Fukushima skapte store demonstrasjoner mot atomkraft over hele verden, og har blant annet ført til at Tyskland skal stenge alle sine atomkraftverk innen 2022. Samtidig er de negative konsekvensene til bruk av fossilt brensel i dag bedre forstått en noensinne, men trusselen om klimaendringer har likevel aldri klart å skape tilsvarende utsprede frykttilstander og raske politiske handlinger (Ropeik 2012). Situasjonen kan tyde på at stråling og radioaktivitet fremdeles først og fremst vekker negative følelser om kreft, ødeleggelse og usynlige ukjente krefter i de fleste samfunn. Det må antas at medisinsk røntgenstråling også vil innebefattes som en del av dette ukjente, og perspektivet bidrar til forståelsen av det ofte samfunnsmessige presset mot dosebesparelser. Det er tydelig at radioaktivitet og stråling fremdeles er betente begreper, og bruken av dem i moderne medisin vil ikke for alle være lett å skille fra inntrykket de har av radioaktivitet gjennom media. Som radiografer er det viktig å kunne informere pasienter om de faktiske risikofaktorene som finnes, selv om de er små. Det å gjennomføre CT undersøkelser med så lite stråledose til en pasient som mulig er en ren nødvendighet, ikke bare for den individuelle pasienten, men også for å redusere risikoen for kreft i samfunnet så mye man er i stand til. Det må også forventes at å redusere kreftrisikoen ved CT undersøkelser kan gjøre CT modaliteten tryggere i øynene til samfunnet, og forhåpentligvis skape en lavere terskel for at pasienter gjennomfører sine nødvendige røntgenundersøkelser.

3.2 RADIOGRAFENS KUNNSKAPSFORM

Radiografer i klinisk arbeid gjennomfører røntgenundersøkelser på mange pasienter per dag, undersøkelser som krever at radiografen er kjent med både anatomi, strålefysikk og evner til å vise medmenneskelig omsorg (Egestad, 2010). Radiografer utdannes ved både høyskoler og universiteter, og har som de fleste helsefag en stor andel praksistid innbakt i studiet. Et utsagn jeg personlig ofte har hørt fra studenter og radiografer er at man ikke «er» radiograf før man starter i praksis eller jobb, at det ikke er før man er i arbeid på en institusjon man forstår hvordan undersøkelser og prosedyrer gjennomføres. Min opplevelse er at relativt mange mener kunnskapen som skal til for å utøve radiograffaglige undersøkelser kommer gjennom praktisk arbeidserfaring, og at den teoretiske kunnskapen om hvordan undersøkelser gjennomføres som innlæres på skolebenken ofte ikke stemmer overens med virkeligheten. Det kan virke som det er flere forskjellige kryssninger av kunnskapsformer som påvirker

radiografens handlinger i undersøkelser og tillæringen av dem, og jeg vil forsøke å bruke Bengt Molander (1996) sin kunnskapsteori som teoretisk rammeverk for forståelse av radiografenes kunnskapsbruk. Molander skiller ikke mellom den praktiske og teoretiske kunnskapsform, og mener det er mer nyttig å se på kunnskap som et omfattende alenestående begrep. Tore Nordenstams kunnskapsbegreper påstandskunnskap, ferdighetskunnskap og fortrolighetskunnskap er spektre Molanders bruker i sin kunnskapsteori, og brukes sammen med mer kjente begreper som oppmerksomhet, rutine og kompetanse (Molander, 1996, s. 39-44).

3.2.1 Kunnskap kan påstås

Selv om han vil unngå et klart skille mellom teoretisk og praktisk kunnskap, vil nok påstandskunnskap være det nærmeste Molander kommer en ren teoretisk kunnskapsform. Kunnskap som kan påstås å si noe «sant» om verden, noe som kan gi direkte svar på spørsmål, vil kunne omhandle det meste av fysikk og matematikk. I den grad vil det for radiografer være en del av kunnskapen som innlæres på skolen, anatomiske regler og strålefysiske naturlover som enkelt kan brukes i eksempelvis eksamensbeskrivelser. Men selv om påstandskunnskapen tar form som påstander, er kunnskapen først avhengig av å genereres, og hva kunnskapen brukes til vil kunne variere sterkt. Hvordan røntgenstråler attenuerer med menneskelig vev er påstandskunnskap som radiografstudenter lærer på skolen, gjennom forelesninger og fagbøker. Men selv om kunnskapen alene er relativt statisk og enkel, vil den brukes av studentene i arbeidet med pasienter for å unngå skader og produsere gode bilder. Og påstandskunnskapen er generert av forskere som bevisst hadde et behov for å avdekke røntgenstrålens egenskap på mennesker. Påstandskunnskap vil alltid være et resultat av tidligere arbeid og observeringer, og resulterer selv i nyttig kunnskap som gir oss praktiske regelverk og rammebetingelser for mye av vår tilværelse. Å begrense bruksområdet for påstandskunnskapen vil være tilnærmet umulig, ettersom den vil ligge til grunn for så å si alle observasjoner og handlinger som gjennomføres (Molander, 1996, s. 168-169).

3.2.2 Kunnskap kan gjennomføres

Påstandskunnskapen kan benyttes ved å gjennomføre handlinger, som kan være å bygge noe på bakgrunn av kunnskap om hvordan materialet man jobber med fungerer sammen. Eller kanskje å utøve fysiske handlinger som dans eller styrketrening, hvor påstandskunnskapen om

hvordan kroppen kan bevege seg ligger som bakgrunn. Ferdighetskunnskapen vil være et resultat av slike handlinger som bygger på den påståtte kunnskapen, i tillegg til en taus erfaringsdel av ferdighetskunnskapen. For den grunnleggende påstandskunnskapen trenger ikke alltid være bevisst av den som utøver en form for ferdighetskunnskap, men den vil like fullt ligge til grunn. En observerende veileder eller lærer vil kunne se faktorene som ligger til grunn for hvordan radiografstudentens røntgenundersøkelse av en pasients lunger gjennomføres. Studenten vet kanskje hvordan pasienten skal posisjoneres og hvilke knapper som skal trykkes på maskineriet, mens observatøren som innehar påstandskunnskapen om strålingsfysikk og anatomi kan se hvordan strålingen attenueres i kroppen, og kan forstå hvordan variabler som rørstrøm og stråleenergi vil påvirke både bildet og stråledosen. Selv om ferdighetens endelige resultat, selve handlingen, ville vært identisk om observatøren hadde gjennomført den, viser eksempelet hvordan de to aktørene kan inneha forskjellig grad av påstandskunnskap og likevel utøve ferdighetskunnskap. Det kan tenkes at jo mer kompleks en ferdighet er, jo mer vil påstandskunnskap om emnet bidra til gjennomføring av ferdigheten. Ved omfattende CT kontrastundersøkelser vil kanskje utpreget påstandskunnskap gi en radiograf muligheten til å forstå hvordan maskinvariablene som påvirker undersøkelsen henger sammen, og kunne koordinere variablene til en mer pasientsikker undersøkelse og derav utøve sin ferdighetskunnskap (Molander, 1996, s. 165-168).

3.2.3 Kunnskap avler forståelsen

Fortrolighetskunnskap er en mer udefinert kunnskapsform som ikke kan kategoriseres og eksemplifiseres like enkelt som ferdighetskunnskap eller påstandskunnskap. Der de forrige kunnskapsformene kan knyttes til spesifikke handlinger eller informasjon, er fortrolighetskunnskapen en sammenfatning av hele bakgrunnsteppet til et individ. Det tilsier å inneha både påstandskunnskap i større eller mindre grad, erfaring bygget gjennom ferdighetskunnskap, og en mengde øvrige faktorer som alle vil påvirke et individs handling. Å være fortrolig med en handling, et emne eller en gjenstand, vil kunne åpne for utvikling av ny kunnskap gjennom improvisering og rasjonell forståelse av begrensninger man står ovenfor. I lignende grad presenterer Molander termene rutine og oppmerksomhet, som han bruker som verktøy for handling og utvikling av kunnskap. Arbeid vil variere i grad mellom rutine og oppmerksomhet, som igjen er avhengige av hverandre. Man kan ikke være oppmerksom på det ukjente og uventede som kan framstå av en handling, uten at en del av et arbeid går som

rutine. Men jo mer av arbeidet som gjøres som rutine desto vanskeligere vil det være å opprettholde oppmerksomheten. Det er en balansegang, som jeg synes sammen med fortrolighetskunnskap skaper et bilde for radiograffaglig praksis. Som radiograf på en CT lab vil erfaringer og bakenforliggende kunnskap skape en fortrolighet til hvordan man kan gjennomføre undersøkelsene, og hva man kan gjøre for å påvirke resultatet. Mye av arbeidet med forberedelser av maskin og rom kan gå som rutine mellom undersøkelsene, men radiografen er bevisst ut ifra sin fortrolighet til arbeidsformen på likevel å være oppmerksom på selve pasienten. Radiografen vet gjennom erfaring hvor det kan oppstå uventede hendelser, og hvilke faktorer som fremstår som ukjent for pasienten. Nødvendigheten av å være oppmerksom på pasienten er tydelig for å sikre en pasientsikker undersøkelse, men balansen av oppmerksomhet og rutine vil kunne variere fra radiograf til radiograf, og også fra dag til dag for et individ. Utvikling av fortrolighetskunnskap vil for en radiograf kunne tilsi faglig dyktighet innen en undersøkelsesmodalitet eller emne. Det innebærer en grad av selvrefleksjon som igjen fører til økt forståelse av sine egne handlinger, og som kan uttrykkes i samspill med andre gjennom kanskje erfaringsbaserte eksempler eller hypotetiske metaforer (Molander, 1996, s. 57-68, 170-175).

3.2.4 Radiografens kunnskap i handling

Konkretisering av handlinger som kunnskapsformer er en vanskelig jobb, tolkning vil som i et hermeneutisk perspektiv uansett farges av tolkerens forforståelse og mål med sitt arbeid. Men i et praktisk yrke som radiografi der mye arbeid innlæres gjennom repetering av undersøkelser, og radiografiferdigheter kan uttrykkes i form av variabler som gjennomføringshastighet eller omsorgsnivå, vil et teoretisk rammeverk bidra til å feste ord og forhåpentligvis mening om de handlinger som utføres. Radiografene utfører undersøkelsene, og det kan enkelt sett tenkes at den optimale måten ville være en gjennomføringsmetode som Molander (1996, s. 76-77, 264) via Platon kunne vurdert som å streve for oppnåelse av det gode. At både pasienten og diagnoseringen skal bli ivaretatt og beskyttes vil generelt kunne tolkes som å ha en best mulig ferdighet som mål. Men det er flere faktorer enn diagnostikk og pasienten som påvirker radiografens arbeid, denne oppgaven ser spesielt en del på effektivitetskravet mange står ovenfor. Hva som er den beste form for praksis blir ikke like klart når det regnes med en tidsbegrenset arbeidsdag med mange pasienter som skal undersøkes, og vissheten om at det i tillegg vil være en korrelasjon mellom tidsbruk per

undersøkelse og pasientsikkerhet eller individualisering. Som Molander (1996, s. 265) sier er det unødvendig med en praktisk higer etter «det beste» som et spesifikt mål for sine handlinger og praksis. For radiografer vil det være flere motstridende faktorer som undergraver forsøk på oppnåelsen av et objektivt best mål, mest synlig gjennom balansen mellom pasientindividualisering og avdelingens produseringsmengde. «Det beste» for en avdeling kan være høyest mulig produsering per dag, mens «det beste» for pasienter kan være å ta seg tid til fullstendig tilrettelegging og omsorg. Som Egestad (2010) viste kan forskjellige radiografer vektlegge bruken av tid mot enten undersøkelsestid eller pasienttid, og tilpasse sine handlinger deretter. Og i en jakt på hva som gjør en radiograf til en ekspert siterer Day (2002, s. 69) Dorner og Scholkopf med karakteriseringen *"An expert is someone capable of doing the right thing at the right time"*. Hva som regnes som «det beste» må besluttes av handleren i situasjonen, og vil avgjøres av den individuelle kunnskapen som ligger til grunn. Fortrolighetskunnskapen omfavner radiografens oppmerksomhet og derav muligheten til å være bevisst sine handlinger og å kunne tilpasse balansegangen mellom dem til pasientenes individuelle mål og behov. Påstandskunnskapen vil kunne ligge som bakgrunn for radiografens handlinger i undersøkelsene, og fortrolighetskunnskapen vil bidra til evnen til å reflektere og formidle om egne handlinger. Ferdighetskunnskapen kan brukes og utvikles i arbeidet med påstandskunnskapen som bakteppe. Og både påstandskunnskapen og ferdighetskunnskapen påvirker utviklingen av en fortrolighetskunnskap, som igjen vil ligge til grunn for radiografens mulighet til å tilpasse pasientsikre undersøkelser.

4. METODE

Dette kapittelet presenterer valgene jeg har gjort for min datainnsamling i oppgaven, hvordan jeg har kommet fram til resultatene som presenteres.

4.1 VALG AV METODISK TILNÆRMING

For å se hvordan radiografer arbeider med pasienter i CT toraks, abdomen og bekken undersøkelser, har jeg valgt å bruke en hermeneutisk tilnærming til kvalitativ metodikk. Den greske guden Hermes i gresk mytologi hadde som oppgave å formidle de uforståelige guddommelige hendelsene til vanlige grekere, en rolle som måtte ha krevd en betydelig andel fortolkning og tilrettelegging med tanke på mytologiens utbredte dramatik. Som radiograf vil også jeg inneha forforståelser og meninger for temaet jeg arbeider med og analyserer, og resultatet av studien må sees på som min fortolkede presentasjon av materialet gjennom min egen bakgrunn. Fullstendig objektivitet til materialet og prosjektets resultater kan ikke sees på som realistisk oppnåelig, valgene for prosjektets emner og gjennomføringsmetoder er på forhånd bestemt av meg selv og vil allerede før datainnsamlingen være en form for subjektiv tilpassing. Utsagnene fra informantene presenteres i oppgaven mye sammen med forskningslitteratur som omtaler de samme emner. Gjennom min fortolkning av utsagnene finner jeg det jeg vurderer som relevant litteratur, og kombinerer både utsagn og litteratur til resultater og meninger som direkte har blitt formet av mine subjektive prosjektmål og fortolkningsprosess. Enkeltemnene som stråling, kontrastmidler og effektivitet som diskuteres i prosjektet er deler av den større tematikken om radiografi i Norge, og det må forventes at emner og tematikk sees i lys av hverandre og påvirker hverandre til en selvstendig kontekst (Wormnæs, 1984, s. 209-232)

Polit og Beck (2012, s. 537) anbefaler bruken av semistrukturert intervju når man som intervjuer vil avdekke emner som er avklart på forhånd, men likevel ikke har behov for å avgrense informantens mulighet til å utdype emnene med ny ukjent informasjon. Ettersom hensikten med oppgaven har vært å undersøke radiografenes underliggende handlinger og valg som påvirker hvordan pasienter utsettes for stråledoser og kontrastmidler i CT undersøkelser, ble det vurdert som mest hensiktsmessig å gjennomføre semistrukturerte

intervjuer av et utvalg radiografer. Inkluderingskriteriene for informantene ble satt til radiografer som er i klinisk arbeid på en røntgenavdeling, og som arbeider med CT modaliteten minst en hel arbeidsdag i løpet av en arbeidsuke. Det ble besluttet i utarbeidingen av prosjektbeskrivelsen å begrense seg til et antall på fire informanter totalt. En tidlig intervjuguide ble først utarbeidet i arbeidet med prosjektbeskrivelsen, og fungerte som grunnlaget for intervjuguiden som ble brukt i selve intervjuene (Vedlegg 1). Guiden ble lagt opp til å fungere i form av et semistrukturert intervju, siden jeg ville få radiografene til å snakke om spesifikke emner, og ikke nødvendigvis stille direkte spørsmål som skulle besvares enkeltvis. Det var opprinnelig også planlagt å gjennomføre observasjon av radiografene i tillegg til intervju som en del av datainnsamlingen, men metodevalget endret seg til å fokusere på intervjuene tidlig i datainnsamlingen.

Det ble etter godkjent prosjektbeskrivelse søkt om godkjenning fra Norsk Samfunnsvitenskapelige Datatjeneste [NSD] for digital oppbevaring av intervjuene. Den første søknaden ble noe revidert etter råd fra NSD, som hovedsakelig omhandlet endringer i informasjonsskrivet til radiografene og opprettelse av informasjonsskriv til pasientene som opprinnelig var planlagt å observeres. Etter innføring av de ønskede endringene og opprettelsen av det pasientrettede skjemaet ble prosjektet godkjent (Vedlegg 2).

Da jeg er ute etter å undersøke hvordan radiografer benytter kunnskapen sin i forhold til pasientsikkerhet i form av strålevern og kontrastmiddelhåndtering, har det vært hensiktsmessig å la radiografer i egne ord gjennom intervjuene fortelle om sine arbeidsmetoder ved CT undersøkelser. Informantene ble rekruttert gjennom e-post korrespondanse med forskjellige geografisk adskilte institusjoner, først via avdelingsledere for å sikre samtykke til deltakelse i studien av den øvre ledelsen (Vedlegg 3). Det eneste inkluderingskriteriet for valg av institusjoner var at det inneholdt en eller flere operative CT maskiner som ble brukt i det daglige arbeidet med både polikliniske og inneliggende pasienter, og hadde muligheten til å gjennomføre kontrastmiddelundersøkelser. Lederne som ga sitt samtykke til deltakelse fungerte også som rekrutteringsagenter ved at de kunne videreføre min forespørsel (Vedlegg 3) til radiografer på avdelingene, og ga meg tilbakemelding om det var informanter jeg kunne intervjuer. Avdelingslederne ble innforstått med inkluderingskriteriene for informantene, og kunne raskt gi tilbakemelding om de hadde personell innenfor kriteriene. Rekrutteringen endte med at informanter ble funnet ved

institusjoner med relativt stor geografisk avstand til hverandre, som jeg oppfattet som en nyttig faktor for å generere forskjellige synspunkt og arbeidsprosedyrer. Oppmøte til avdelingene ble avtalt med lederne, og jeg var ikke i kontakt med selve radiografene som ble intervjuet før jeg fysisk ankommet avdelingene. En av informantene møtte jeg på avdelingen i forkant av intervjuet, og avtalte da tidspunkt for intervjuet. De tre andre intervjuene ble organisert av de tilhørende lederne, som førte til at jeg ikke møtte informantene før selve intervjuet skulle starte.

4.2 GJENNOMFØRING AV INTERVJU

Ett intervju ble gjennomført på kontrollrommet til institusjonens CT maskin, mens de resterende ble gjennomført på grupperom eller tilsvarende. Før intervjuene startet forsikret jeg meg om at informanten hadde mottatt og lest informasjonsskrivet fra avdelingslederen, og var generelt informert om prosjektet på forhånd. To av informantene følte ikke de hadde fullstendig kjennskap til prosjektet før intervjuet startet, og valgte å lese gjennom informasjonsskrivet og få generell informasjon fra meg først. Alle informantene ble grundig informert om at deltagelsen i studiet var frivillig, at intervjumaterialet ville anonymiseres i analyseringsprosessen og at de kunne trekke seg fra prosjektet når de ville, også i etterkant av intervjuene. Videre signerte informantene på en samtykkeerklæring (Vedlegg 4) for deltakelse i prosjektet.

Intervjuguiden ble brukt som utgangspunkt for de spesifikke temaene jeg ville snakke om, og ble utfyllt mer og mer etter at hvert intervju ga utviklende informasjon om tematikk som tydelig påvirket radiografene. I tillegg førte jeg notater om nye relevante emner som ble tatt opp av informantene, og om eventuelt hvordan jeg kunne utdype disse nærmere. Hvert intervju varte mellom 35-50 minutter, og det ble brukt en digital lydopptaker til å registrere intervjuene. Min rolle i intervjuene ble å tydeliggjøre spørsmål og temaer som jeg ville utdype, og intervjuene endte opp med å føles som samtaler omkring studiens tematikk. Det ble forsøkt å for min del opptre mest mulig åpen og spørrende i intervjuene i stedet for et oppsett med direkte spørsmål, selv om det i en samtalesammenheng også ble brukt spørsmål omkring de temaer vi snakket om etter behov. Jeg unngikk i den grad det var mulig å avbryte informantene, og la intervjuene mest mulig opp til at informantene selv kunne utdype problemstillinger og tematikk som jeg tok opp. Enkelte ganger i intervjuprosessen måtte jeg

forsikre informantene om at jeg ikke var ute etter en form for korrekte fasitsvar, og at målet var å undersøke årsaker og faktorer som påvirker handlingene i arbeidet deres. Alle intervjuene ble avsluttet med at jeg spurte informantene om de følte det var relevante emner vi ikke hadde snakket om, både i forhold til prosjektets problemstilling eller øvrig tematikk som kunne omhandle intervjuprosessen. Ingen av informantene ga uttrykk for at de hadde noe å utsette på deltakelsen i prosjektet i etterkant av intervjuene, så alle intervjuene ble brukt som utgangspunkt for resultatene i prosjektet. Informantene virket selv fornøyd med å kunne bruke intervjuprosessen til en refleksjon over egne handlinger, og en informant kommenterte at det var behagelig å kunne forklare sine egen opplevelser av å bruke sin teoretiske kunnskap i praksis til meg som ikke innehar samme grad av erfaring fra arbeidsfeltet. Lydopptakeren ble i etterkant av intervjuene oppbevart enten på egen person når den skulle brukes, og ellers innelåst i et skap inntil transkriberingen var fullført og opptakeren kunne formateres. Samtykkeerklæringene signert av informantene oppbevares også innelåst i skap, og vil destrueres når prosjektet er avsluttet.

Jeg er klar over at intervju som datainnsamlingsmetode har sine begrensninger. Det er en generell tidskrevende metodikk, særlig i form av analysering og transkribering. Gjennomførelsen av semistrukturerte intervju vil også variere i forhold til deltakerne, som kan gjøre det vanskelig å bruke intervju alene i sammenligningsgrunnlag for å trekke konklusjoner på kryss av informanter. Og det må erkjennes at intervju bare vil fange opp informantens rekonstrueringer av hendelser, og at dette ikke nødvendigvis speiler hverdagen eller virkeligheten (Taylor, 2005).

Intervjuene ble transkribert til tekst fortløpende etter datainnsamlingen, selv om selve transkriberingsprosessen sammenlagt gikk litt over en uke totalt. Transkriberingen ble gjort ordrett, og enkelte ordlyder som hadde en rolle i setningsoppbygginger ble inkludert i teksten. Transkriberingen ble gjort på en bærbar datamaskin som ikke var tilkoblet internett når lydopptakeren var koblet til, og transkriberingsdokumentene ble oppbevart på en minnepenn sammen med lydopptakeren. Dialekter i intervjuene ble omformet til bokmålsform i transkriberingen, i et forsøk på sikre anonymiseringen av informantene i mest mulig grad. Ingen av intervjuene inneholdt spesifikke dialektiske utsagn som ikke kunne gjengis som bokmål, så omformingsprosessen gikk tilnærmet problemfritt i forhold til intervjuinnholdet.

4.3 ANALYSE AV DATAMATERIALE

Ettersom datamaterialet mitt består av intervjuer og tilhørende transkripsjoner vil analyseprosessen gjennomføres ved å organisere, strukturere og framhente en tydelig mening av det transkriberte materialet. Resultatet blir gjennomføring av en innholdsanalyse, ettersom målet mitt er identifisere temaene problemstillingen baserer seg på og kunne gjenkjenne handlingsmønstrene som peker seg ut. Polit og Beck (2012, s. 556) forteller hvordan analysering av kvalitative data ikke har bestemte regelformer, og at analyseprosessen i mange former vil foregå samtidig som datainnsamlingen begynner. I mine intervju- og transkriberingsfaser ble en slik analyseforklaring tydelig, ettersom jeg hele tiden noterte meg tanker og stikkord om det som ble sagt av informantene. I transkriberingen hadde jeg da allerede flere uthevede stikkord og notater som jeg kunne koble til teksten, og som bidro til en tidlig systematisering av materialet. For å gjennomføre den videre analyseprosessen brukte jeg Graneheim og Lundman (2004) sin artikkel om metodikk for innholdsanalyse som grunnlag for framgangen, med et klart mål om å avdekke meningsinformasjon som kunne brukes til å besvare problemstillingen gjennom min egen subjektive tolkning av materialet. I en tradisjonell innholdsanalyse vil det ofte sees etter det latente i materialet, informantutsagn som kan tolkes og trekkes meninger ut ifra. Jeg føler selv at min egen innholdsanalyse i stedet har hatt en mer manifestert tilnærming, ettersom informasjonen jeg ender opp med ikke nødvendigvis skiller seg stort fra det som har blitt direkte sagt i intervjuene. Men som Graneheim og Lundman (2004) poengterer vil det likevel alltid være en viss andel tolkning og subjektivering av materialet som foregår i en kvalitativ analyse. Jeg tror at mitt eget tolkningsnivå av materialet, som absolutt er farget av min egen bruk, likevel presenterer informantenes utsagn relativt «naturlig». Siden målet med prosjektet er å kartlegge radiografers faktiske handlinger, unngår jeg å forsøke en dypere avdekning av meninger i de enkelte utsagn og kan i stedet forholde meg til den praktiske informasjonen som fortelles.

Med Graneheim og Lundmans modell (2004) for tolkning som inspirasjon, brukte jeg deres fem punkter for å omgjøre materialet mitt til temaer, koder, kategorier og overordnede meningsenheter. Jeg arbeidet tilnærmet manuelt, som tilsier at jeg brukte dataprogram i form av tekstbehandlingen, men tok ikke i bruk større digitale analyseringsprogramvare og verktøy. Begynnelsen av analysen bestod av å gjennomlese intervjutranskripsjonene i helhet tre ganger og tilføre notater og merknader etter hvert som jeg leste. Videre klippet jeg ut blokker med

utsagn av transkripsjonsdokumentet, og plasserte dem i kategoriserte dokumenter. Kategoriene jeg arbeidet ut ifra var pre-planlegging, strålehygiene, kontrastsikkerhet, bruk av prosedyrer, effektivitet, skjønn og bildekvalitet. Flere blokker med tekst ble plassert i forskjellige kategorier samtidig, når utsagnene kunne tolkes til å omhandle flere temaer på en gang. Når blokkene var kategorisert brukte jeg merknadsfunksjonen i Microsoft Word 2010 til å kondensere utsagnene, og skrev enkle problemstillinger som jeg følte kunne brukes som utgangspunkt i resultatkapittelet. Det endelige resultatet for analysematerialet var kategoriserte utsagnblokker med tilhørende kondenserte setninger, kommentarer til teksten, og spørsmålsstillinger som hjalp meg med å huske tematikk jeg kunne ta opp i resultatkapittelet.

4.4 ETISK TILPASNING AV METODEN

Opprinnelig var det i tillegg til intervju planlagt å gjennomføre flere observasjoner av radiografer i klinisk arbeid med pasienter på CT lab. Før gjennomføringen av det første intervjuet observerte jeg en CT lab over flere arbeidsdager, og oppførte notater og kommentarer rundt observasjonen. Pasientene som ble undersøkt mens jeg observerte radiografenes arbeid ble i forkant spurt om samtykke til observasjon, og fikk utdelt et eget informasjonsskriv som omhandlet prosjektet (Vedlegg 5). De som godtok at jeg observerte undersøkelsene deres ga beskjed om det til den ansvarlige radiografen, som videreførte erkjennelsen til meg. Observasjonen ble gjennomført uten deltagelse eller involvering i undersøkelsen fra min side, foruten å hilse på pasientene og svare på eventuelle spørsmål de hadde til meg. Observasjonsnotater ble ført opp både under selve observasjonen og i etterkant av undersøkelsene. Jeg bestemte likevel til slutt å avbryte observasjonsdelen av prosjektet, og i stedet bare fokusere på intervjuene. Det var to hovedårsaker til avgjørelsen; først og fremst følte jeg at jeg ikke var i stand til å skille helt mellom CT undersøkelser hvor pasienter ga samtykke til observering, og CT undersøkelser som ble gjort uten samtykke til deltakelse. Etersom jeg gjerne var tilstede på røntgenavdelingen og ofte på CT kontrollrommet ville jeg likevel "uoffisielt" kunne observere deler av undersøkelsene, og følte at når jeg skulle oppsummere observasjonene etter arbeidsdagene var det av og til vanskelig å vite presist hvilke inntrykk som kom fra undersøkelser med samtykke. Jeg syntes til slutt at jeg ikke kunne forsvarlig påstå at min opplevelse av observasjonen kun stammet fra observasjoner av pasienter som hadde gitt samtykke til å bli observert gjennom sine CT undersøkelser. I tillegg

følte jeg at informasjonen jeg fikk fra intervjuene absolutt var tilstrekkelig til å belyse prosjektets problemstilling, og at det derfor ikke ville føre til en betydelig forverring av datainnsamlingen å avbryte observasjonsdelen. Observasjonsnotatene ble makulert på røntgenavdelingen når jeg bestemte meg for å avbryte observasjonsdelen, og det gjenstår ikke data som omhandler observasjon av pasienter som gjennomgår CT undersøkelser.

Det må vurderes om bruken av e-post korrespondanse med avdelingslederne var den mest sikre måten å rekruttere informanter. Tilnærmingen førte til at ledere har spurt radiografene ved sin avdeling om interesse for deltakelse i studien, og det må antas at det ville vært mer hensiktsmessig om jeg selv kontaktet radiografene direkte. Slik som opplegget ble gjennomført har jeg ikke full kontroll på hvem som vet hvem som deltok i prosjektet, innenfor de forskjellige avdelinger. Det kan antas at uten tilpasning av utsagn ville det vært mulig for lesere på de aktuelle avdelingene forstå hvem som siteres som informanter når de vet hvem som deltok, og kanskje hvilken rekkefølge enkelte intervjuer ble gjort i. For å oppnå et tilstrekkelig nivå av anonymisering har jeg derfor valgt å randomisere betegnelsen på informantene, så betegnelsene ikke presenteres som i en kronologisk rekkefølge. Randomiseringen gjøres ved hjelp av en nøkkelkode som oppbevares på minnepenn, som selv oppbevares enten på person eller i et låst skap. Omforming til bokmål i transkriberingsprosessen, og da og i oppgaven, har også bidratt til lavere mulighet for gjenkjenning av enkeltutsagn. Innholdet av intervjuene kan likevel vanskelig betegnes som sensitive eller betent, og ingen informanter ga uttrykk for at noen temaer var vanskelig eller ubehagelig å diskutere. Likevel blir oppgaven tilrettelagt for mest mulig anonymisering av informantene, da det er min plikt som forsker å ivareta informantene og ikke utsette dem for unødvendige konsekvenser som kan kunne oppstå utover min forutantagelse.

5. RESULTATER OG DISKUSJON

I analyseringen av intervjuene som har blitt gjennomført, er det flere tydelige temaer som har vist seg å være viktig for informantenes mulighet til å individualisere CT undersøkelser til den enkelte pasient og oppnå en sikker pasientbehandling. Hovedtrendene i funnene har i stor grad omhandlet personlig erfaring og kompetanse med CT maskinen, men også balansegangen mellom produksjonseffektivitet og tilstrekkelig planleggings- og undersøkelsestid har vist seg å være viktig for informantene. I dette kapittelet vil resultatene fra studien bli presentert i forhold til tilhørende analysert tema, og vil om mulig bli vurdert opp mot teori, litteratur og tidligere forskning i et forsøk på skape informasjon som svarer på studiets problemstilling.

5.1 PLANLEGGING AV CT UNDERSØKELSEN, UTEN PASIENTINVOLVERING

Dette kapittelet tar for seg hvordan CT undersøkelsen og kontrastmiddelbruken planlegges før pasienten ankommer institusjonen. I hovedsak vil det omhandle hvordan man forholder seg til informasjonen på undersøkelsesrekvisisjonen, og tilpasningsmulighetene deretter.

5.1.1 Rekvirering til røntgen

Pasientsikkerhet under røntgenundersøkelser involverer mange faktorer, og en som ble tatt fram i intervjuene var mulighetene til å kunne forberede, eller planlegge, undersøkelsene. Planlegging av en CT undersøkelse blir i oppgaven vurdert som å inneholde to forskjellige stadier: første planleggingsfase av pasientinformasjon uten behov for intervensjon eller handling av pasient, og andre fase som en inkluderende planlegging hvor pasienten kan påvirkes og intervenseres på ved behov. På spørsmål om hvordan den enkeltes pasientsituasjon vurderes i forkant av undersøkelsesvalg, forteller informantene:

Ja, eller de ringer direkte til radiologen. Og så får de en prioritet og så.. da er det jo ofte på vakt også at radiologen sier at den tar vi i morgen eller en ja..(...) men det er vertfall veldig greit at det går gjennom radiologen syns jeg, for da har man, ja, har man den sikkerheten at vertfall hehe, at de skal sett på det, og de syns at det skal taes liksom.
(Informant A)

Det er jo radiologen som vurderer hver enkelt, øyeblikkelig hjelp. Når det gjelder de polikliniske, så er det jo.. vet ikke akkurat hvem som bestemmer mengden, men de har

vel noen retningslinjer på merkantilen, som de, som de følger når de setter opp ett program. Men ellers er det jo radiologen egentlig som avgjør om en undersøkelse må taes, og hvor fort den må taes, ja.

(Informant B)

Ja altså, en lege som har rekvirert undersøkelsen har jo gjort en vurdering hva han anser som en fornuftig eh, ja, hvordan fornuftig maskin på en måte kan si det sånn da, hvordan undersøkelse han mener pasienten trenger.. (...) Radiologen står fritt til å velge modalitet ut ifra det som han da anser som mest hensiktsmessig ut ifra spørsmålstillingen den legen har henvist eh. Det, det gjør de jo, hvis en lege har henvist for eksempel til en MR undersøkelse kan det fort hende at den pasienten havner på CT, for den legen ser det at undersøkelsen der er mest hensiktsmessig å undersøke på CT. (...) Og så samtidig gjør da radiologen som vurderer undersøkelsen vurderer hvordan type protokoll CT som pasienten skal ha, og da om det e nødvendig med kontrast eller noe.

(Informant C)

Ja, vi har en fast mengde timer som vi tildeler polikliniske pasienter da, og den mengden blir egentlig bestemt av radiologene. Eh, også sekretærene som setter opp timene, de fyller bare opp timene ut ifra de timene de har fra rådighet (...) Ja. Eh fra en rekvisisjon blir skrevet, så mottar vi rekvisisjonen her på avdelingen, og så er det en radiolog som leser gjennom henvisningen og prioriterer den, gir den en hastegrad og en protokoll.

(Informant D)

Her gir informantene uttrykk for hvordan den rekvirerende legen sender en pasient til en bestemt undersøkelse, men at radiologene på en røntgenavdeling likevel vil kunne stå fritt til å endre til en bedre egnet modalitet der de ser behov. Dette tolker jeg som en første- og andregrads radiologisk pasientvern, der den første graden er avhengig av rekvirentens kunnskap om strålehygiene og kontrastmidler, og utformingen av selve rekvisisjonen. Eksempelvis har en koreansk studie (Song et al., 1992) vist viktigheten i en utfyllende og relevant rekvisisjon for radiologene, ved at tolkning av undersøkelser uten tilhørende klinisk pasienthistorie vil kunne svekke den diagnostiske treffsikkerheten. Rekvirerende lege vil i rekvisisjonen skrive hvilken anatomi som ønskes undersøkt, og vil, avhengig av den enkelte rekvirents erfaring med radiologiske prosedyrer, tydeligere spesifisere ønsket undersøkelsesmodalitet. Radiologen som mottar rekvisisjonen vil så fungere som den andre graden av radiologisk pasientvern, ettersom det i de fleste tilfeller er mottakende radiolog som er den første personen med utfyllende kunnskap om stråling og bruk av kontrastmidler som involveres med rekvisisjonen. Radiologen har muligheten til å endre det opprinnelige undersøkelsesvalget, modaliteten, og generelt bestemme hvordan pasienten skal undersøkes. Dette begrunnes i flere punkter av strålevernloven kapittel 3 (2005), blant andre “*Medisinsk strålebruk skal utføres i samsvar med medisinsk anerkjente og forsvarlige undersøkelses- og*

behandlingsmetoder, herunder ivaretagelse av strålevern” (§13), og “Ved medisinsk strålebruk skal den faglig ansvarlige vurdere om bruken av stråling er berettiget” (§13).

Rekvirentens informasjon vil være avgjørende for både radiografen og radiologen som mottar rekvisisjonen, som begge vil bruke informasjonen som utgangspunkt for videre tilpasning av CT undersøkelsen. For en radiolog vil det være nødvendig med en utfyllende pasientproblemstilling for å kunne vurdere andre alternative modaliteter, og dermed spare pasienten for stråling og kontrastmidler. Radiografen vil kunne bruke rekvisisjonen til å tilpasse nødvendige maskinparametere både etter problemstillingen og etter rekvirentens og radiologens spesifikke billedlige ønsker. Viktig pasientdata som informasjon om allergier og nyrefunksjon kan også påføres rekvisisjonen og bli brukt av radiografen i vurderingen av kontrastmiddelbruken både i planleggingen og i selve undersøkelsen. Individualisering av pasientens undersøkelse har da allerede skjedd i to ledd, først med rekvirerende leges avgjørelse av hvilken anatomi som skal undersøkes i forhold til pasientens situasjon, og deretter gjennom radiologens dypere kunnskap om de forskjellige røntgenmodalitetenes egenskap til å avklare pasientens medisinske problemstilling.

5.1.2 Modalitetsvalg

Selv om radiologen er i stand til å endre undersøkelsesvalget rekvirenten har bestemt, betyr ikke det at det opprinnelige undersøkelsesvalget ikke vektlegges. Informant A eksemplifiserer dette på spørsmål om radiologene ofte endrer på modaliteten eller prosedyren som skal brukes i en undersøkelse:

Det har jeg faktisk ikke vært så mye med på, jeg tror det har litt med at de ikke har vært bortpå, de vet på en måte ikke så mye om pasienten idet det blir ringt til de da. Og da er det jo litt sånn, litt vanskelig å si at nei her tar vi ikke så mye fordi det har jo, får jo de bare beskjed hva som er galt og hva de mistenker og sånt, og da er det vanskelig for de å utelukke, eller bare si at nei det trenger vi ikke. Men selvsagt, det kan jo være de gjør det innimellom men jeg har ikke, ikke vært med på det altså..

(Informant A)

Den rekvirerende legen vil i de aller fleste tilfeller kjenne pasientens situasjon og sykehistorie mye bedre enn radiologen som mottar rekvisisjonen, og vil derfor kunne vite hvilken undersøkelse som best mulig avdekker pasientens problemstilling. Krille, Hammer, Merzenich og Zeeb (2010) graderte legers kunnskaper om stråledoser og tilhørende helserisikoer ved CT undersøkelser som lav til moderat, men det er viktig å likevel påpekte at denne kunnskapen ikke var en indikator for den enkelte leges medisinske praksis. Med andre

ord betyr ikke manglete kunnskaper om stråling at en rekvirert undersøkelse ikke er berettiget, ettersom det er pasientens korrekte diagnostisering som prioriteres. En rekvirent kan ha god kunnskap om passende modalitet for diagnostisering uten nødvendigvis kjennskap til stråling.

Et dilemma for medisinsk røntgenbruk vil alltid være å vurdere den diagnostiske nytteverdien av en undersøkelse opp mot eksponeringen for ioniserende stråling. For konvensjonell røntgen er ikke dette et like stort problem som ved CT, ettersom dosemengden er betydelig lavere for så å si alle konvensjonelle røntgenundersøkelser (Statens Strålevern, 2009). Både for rekvirenter og radiologer kan det derfor være gunstig å vurdere andre muligheter for pasienter, før de sendes eller godkjennes for CT undersøkelser. En ofte gitt anbefaling er å alltid vurdere om en diagnose kan settes enten bare ved kliniske undersøkelser, eller ved hjelp av ikke-ioniserende røntgenundersøkelser som ultralyd (Catanzano, 2008, online 2009, s. 55-57; Tien et al., 2007). Eksempelvis ble det i den australske byen Cairns gjennomført en relativt liten studie [$n=50$], for å forsøke å revidere nytteverdien av CT undersøkelser av lunger som var rekvirert av allmennleger. Deres resultater pekte mot at hele 68% av CT undersøkelsene som ble gjennomført kunne regnes som unødvendige. Overført til statistiske populasjonsmodeller indikerte resultatet at unødvendige CT undersøkelser av lungene kunne føre til omtrent 40 dødelige strålingsinduserte krefttilfeller per år, om samme insidensrate var gjeldende utover studiets utvalg (Simpson & Hartrick, 2007). Utvalget var likevel relativt begrenset og kan nødvendig brukes til å trekke konklusjoner på populasjonsbasis, men studien viser en problemstilling for rekvirering av CT undersøkelser, og kan understreke nødvendigheten av både radiografer og radiologers rolle som "portvoktere" for CT undersøkelser.

En tredje form for radiologisk pasientvern oppstår når pasienten eller rekvisisjonen er kommet til avdelingen, og blir mottatt av radiografen[e] som skal gjennomføre undersøkelsen. Radiografene vil i de fleste tilfeller ha tilgang på rekvisisjonen i forkant av undersøkelsestimen, og vil kunne planlegge og forberede selve gjennomføringen av undersøkelsen ut ifra rekvisisjonen som radiologen tidligere har gjennomgått og tillagt eventuelle endringer eller kommentarer. Før gjennomføring av en CT undersøkelse med bruk av kontrastmiddel vil det være viktig å anslå pasientens nyrefunksjon, ettersom intravenøs applikasjon av jodholdige kontrastmidler kan skape en toksisk reaksjon hos pasienter med

nedsatt nyrefunksjon (Ehrlich & Coakes, 2013, s. 383; Stacul et al., 2011; Thomsen, 2009a, s. 63-64). Kartlegging av pasientenes nyrefunksjon gjøres ved en blodprøveanalyse hvor kreatininnivået måles, og kan med en Chronic Kidney Disease Epidemiology Collaboration formel omregnes til eGFR, som ansees som den generelt mest treffsikre verdienheten for nyrefunksjon (Davenport, Khalatbari, Cohan, & Ellis, 2013; Levey et al., 2009). Men rutiner for dokumentasjonen av disse verdiene vil kunne variere i forhold til avdeling, informant A forteller fra sin arbeidsplass:

Ja, da er det jo, kommer jo litt an på hvor mye står på henvisningen da, for ofte, skal jo helst skrive på kreatinin og GFR og alt det der.. men hvis ikke så har vi et sånn dataprogram som vi sjekker, DIPS, det er sikkert ganske litt overalt, men der sjekker jeg, pleier jeg å sjekke kreatininverdien bare sånn.. for å se at den er grei. Og hvis den er litt høy har vi et utregningsprogram vi kan bruke så det ikke blir gitt for mye da, det er jo det man vil unngå hehe. (informant A)

Mens informant C beskriver prosedyren slik:

Velger vi en protokoll med kontrast får vi beskjed om det. Og så, når vi får den ihende så er det som regel samme dagen som pasienten skal komme hit. Så vi eh, starter dagen da med å gå igjennom alle undersøkelsene vi skal ha, den dagen, og så ser i gjennom at alt stemmer i forhold til det legen har sagt, hvilken protokoll som er skrevet inn i forhold til det han har vurdert. Så ser vi på blodprøveverdier hvis de har det, og hvis de ikke har det så sørger vi for at det blir tatt blodprøver før undersøkelsen for å se at nyrefunksjonen er i henhold til.. (informant C)

For informant A er den vanlige prosedyren for kreatinindokumentering i forkant av en kontrast undersøkelse rekvirentens ansvar, og radiografene kan om nødvendig innhente denne informasjonen selv gjennom institusjonens programvare. Ved undersøkelser som haster, for eksempel etter en trafikkulykke, er det tvilsomt at den legen på akuttmottaket som rekvirerer pasienten til røntgen har kjennskap til pasienten fra før, og vil sjeldent kunne vedlegge kreatininnivå på rekvisisjonen. I følge Thomsen (2009a, s. 65) sin litteraturgjennomgang er det rapportert en insidensrate av kontrastindusert nefropati på 0-2 % for uspesifiserte pasienter med kronisk nyresvikt, mens Hipp, Desai, Lopez, og Sinert (2008) [$n=235$] rapporterte en insidensrate på 5,1 % for traumepasienter. Hipp et al. påpeker også i den samme studien at eldre traumepasienter, og traumepasienter med tidligere nedsatt nyrefunksjon, var spesielt disponert. Sammenligningen viser hvordan en traumesituasjon kan fungere som en ekstra variabel i vurderingen av bruk av intravenøse kontrastmidler, i tillegg til de allerede velkjente risikofaktorene. I slike hastetilfeller tydeliggjøres nødvendigheten av å ha et brukervennlig og synkronisert datasystem for dokumentering av blodprøvesvar, selv om det i seg selv ikke

nødvendigvis er en garanti for at pasienten på et tidligere tidspunkt har tatt relevante blodprøver.

Forklaringen om kreatininprosedyren til informant C skiller seg ved at innhenting av kreatininnivået og utregning av eGFR er radiografenes ansvar, og ikke nødvendigvis rekvirentens. Forskjellen i prosedyrene er små, men vil kanskje kunne gjøre utslag i planleggingsfasen, da det direkte påvirker hvor mye tid radiografene bruker på å kontrollere pasientinformasjonen i forkant av CT undersøkelsen. Prosedyren for kreatininkartlegging kan her sees som et eksempel på Molanders (1996, s. 57-58) begreper rutine og oppmerksomhet, hvor en oppmerksom praktisk holdning kanskje vil bidra til å fange opp det uklare, altså kreatininverdier utenfor normalverdi. I en slik tolkning vil aktiv innhenting av kreatininverdier av radiografene selv kunne tillegge pasientsikkerhet, ved at oppmerksomheten framtvinges og uventede verdier oppdages. Informant C utdyper i en eksemplifisering hvordan en hasteundersøkelse rekvireres, og hvordan de kan bruke personlig dokumentering av kreatinin som et ledd i opprettholdelse av pasientsikkerheten:

Eh, da får vi ikke sant.. På en traumeprotokoll får vi inn; "krasjet front mot front med bil i 70sone" det er det nesten, og at de ønsker traume CT. Mens når du får en poliklinisk pasient så får du jo de faktiske forhold ikke sant, "har noe, og noe der" ikke sant, over så å så lang tid. (...) Veldig ofte så sitter jo vi å skriver inn fødselsnumrene i DIPS for å sjekke blodprøvesvar, og da blir vi plutselig oppmerksom på hvor gammel pasienten er ikke sant, pluss at vi spør jo alle pasientene når de er født, og da må vi lære fødselsnummeret før vi spør dem. (...) Da kan det være ofte at oi det så jeg ikke, eller, har du sett at pasienten faktisk er bare atten år, eller femten år, oi nei det la jeg ikke merke til da skal vi gjøre det sånn her.. (...) Ja det er jo vårt ansvar å sørge for at, er jo vi som har med pasienten å gjøre ikke sant, når pasienten kommer så ser vi jo at, oj han her var veldig ung hva vi skal gjøre for noe ikke sant, eller så ser vi det allerede på rekvisisjonen.

(Informant C)

Radiografene må bruke pasientens fødselsnummer for å hente fram kreatininnivået på institusjonens datasystem, og vil samtidig automatisk kunne vurdere pasientens alder i forhold til den planlagte undersøkelsen. Ettersom ung alder er direkte relatert til høyere risiko for strålingsinduserte seneffekter som kreftutvikling (Frush & Applegate, 2011, s. 32-35; Statens Strålevern, 2009), bør det for radiografene være mulig å tilpasse en planlagt CT undersøkelse i forhold til pasientens alder. Brody, Frush, Huda, og Brent (2007) forteller at det er mulig å redusere stråledosen til barn på CT undersøkelser med 50-90 % og fremdeles oppnå en tilstrekkelig diagnostisk kvalitet, så lenge undersøkelsen individualiseres korrekt. Den utbredte bruken av automatisk rørstrømmodulering i nyere tid kan trolig tillegges en betydelig

dosereduksjon for barn, men det er viktig å huske at rørstrømmodulering bare vil tilpasse mAs parameteren. For barn og små pasienter kan en redusering av også rørspenningen redusere stråledosen ytterligere, spesielt for avbildning av kontrastmiddeloppfylling og benstrukturer. Kalender (2011, s. 222) rapporterte et dosereduseringspotensial på over 60 % ved en redusering fra 120 kV til 80 kV over benstrukturer og kontrastoppfylte bilder. Kalender antyder at standarden for en rørspenningsverdi på 120 kV har vært tilnærmet urørt siden implementeringen av CT modaliteten, ettersom variasjoner kan ha blitt sett på som relativt upraktiske. Han nevner at ved sitt eget tilhørende sykehus bruker de prosedyrisk 80 kV for pедиатriske, toraks-, og hjerteundersøkelser, så lenge pasienten veier 60 kg eller mindre. For pasienter mellom 60 og 100 kg bruker de konsekvent 100 kV, og informasjonen kan tolkes som et forsøk på å gi eksempler for variering av rørspenning for andre sykehus og lesere (Kalender, 2011, s. 220-222). Achenbach et al. (2010) [$n=50$] og Feuchtner et al. (2010) [$n=103$] sine studier viser begge at en redusering av rørspenning kan spare pasienter for en betydelig stråledose ved CT undersøkelser av hjertet, så lenge pasienten er innenfor en viss vekt-kriterium. Szucs-Farkas et al. (2008) sin studie [$n=90$] observerte en reduksjon i dose på 40 % ved bruk av 80 kV i forhold til 100 kV, og fant i tillegg at reduksjonen i rørspenning gjorde det mulig å skape adekvat kontrastoppfylling i pasientens anatomi ved bruk av 25 % mindre injisert mengde jodholdig kontrastmiddel. Men alle tre studiene hadde et forbehold om at pasientene ikke kunne være vurdert som overvektige, med inkluderingskriterier som kroppsvekt under 100 eller 85 kg, eller en Body Mass Index [BMI] under 28 kg/m^2 . I følge Statistisk Sentralbyrå [SSB] var per 2008 omtrent en tredel av menn, og en femtedel av kvinner, vurdert som overvektige i Norge med en BMI over 27 kg/m^2 (Statistisk Sentralbyrå, 2009). Selv om det er mange flere faktorer enn ren populasjonsstatistikk for gjennomsnittsvekten til en pasient som skal gjennomføre en CT undersøkelse, kan tallene enkelt illustrere den store pasientandelen hvor bruk av redusert rørspenning vil kunne spare stråledosen.

Valg av CT undersøkelsesparametere er i stor grad de individuelle institusjoners ansvar, i mangel på nasjonale retningslinjer eller anbefalinger. Individualisering av en pasients CT undersøkelse gjennom forhåndsplanlegging, som også tar for seg pasientens størrelse, kan påvirke stråledosen til pasienten i tillegg til kontrastmiddelmengden som brukes. Forsøk på å redusere begge faktorene vurderes som direkte form for pasientsikker behandling, med et mål

om å unngå stråleinduserte seneffekter og allergiske eller nyrefunksjonelle reaksjoner på jodholdige kontrastmidler.

5.2 PLANLEGGING AV CT UNDERSØKELSEN, MED PASIENTINVOLVERING

Dette kapittelet tar for seg tilrettelegging av CT undersøkelsen og kontrastmiddelbruk, når pasienten har kommet til avdelingen. Det innebærer at planleggingen kan gjøres både ut ifra rekvisisjonen og gjennom kommunikasjon og eventuelle intervensjoner, med selve pasienten.

5.2.1 Oppvæsking i for- og etterkant av kontrastmiddelbruk

I forkant av CT undersøkelser med kontrastmidler er det opp gjennom årene blitt brukt flere forskjellige metoder i forsøk på å unngå eventuelle allergiske eller nyrerelaterede reaksjoner, for pasienter som kan være disponert. For det meste har det omhandlet former for hydrering av pasientene, men det har vært usikkert i hvor stor grad som behøves og om det er like nødvendig i forkant som i etterkant av undersøkelsen. Thomsen (2009a, s. 69-71) sine retningslinjer for forebygging av kontrastindusert nefropati, i tillegg til Stacul et al. (2011) sin oppdatering, anbefaler på vegne av ESUR en administrering av intravenøs 0.9 % saltvannsoppløsning seks timer før undersøkelsen i en rate på 1-1,5 ml/kg per time og å fortsette administreringen i ytterligere seks timer etter kontrastmiddelinjiseringen. De anbefaler i tillegg minimum 500 ml væske per os i forkant, og 2500 ml over 24 timer i etterkant. De oppdaterte retningslinjene legger også mer vekt på muligheten til å væske opp pasienter med bruk av en natriumhydrogenkarbonat oppløsning, som de konkluderer med gir lik eller overlegen beskyttelse av nyrefunksjon, i forhold til tradisjonell saltvannsoppløsning. I tillegg anbefaler de ved bruk av natriumhydrogenkarbonat en kortere oppvæskningsprosess på 3 ml/kg/time en time i forkant og 1 ml/kg/time seks timer i etterkant, i forhold til prosessen de anbefaler på oppvæsking med natriumklorid. Oppvæskningsprosedyrer er i bruk klinisk, som informant A og D forteller:

Å ja sånn tenker du på ja. Ja det har jeg vært med på at hvis en har høy kreatinin så sier vi at de skal væske de opp fire timer på forhånd og så skal de da helst ta en ny kreatinin da før vi tar undersøkelsen, hvis ikke så regner vi da ut i forhold til den verdien som er gitt først, eller som var først, og så vet vi at de på en måte da, at den er litt bedre i forhold til den da. Så det er også en mulighet ja. Men.. det kommer, det er alltid, da snakker jeg iallfall litt med radiologen før jeg setter kontrast da. Være sikker på, tror du det er greit med oppvæsking eller, ja. Det er, som jeg synes er litt vanskelig å ta avgjørelse på selv, eller det skal man jo ikke hehe. (...) ..men det, det er jo sånn du skal helst drikke en del etterpå, det kan jo være de, det vet jeg ikke hvordan de gjør på avdelingene, vi gir vertfall ikke noe beskjed om noe, men det kan jo være litt sånn uansett, sett de litt på væsking da, for det skal hjelpe på en måte, å få det ut hehe.

(Informant A)

Og så, når pasienten kommer til oss, så gir vi jo, hvis det er en pasient som skal drikke vann da, så snakker vi med han, og gir vann før undersøkelsen, eh når da vi skal gjøre undersøkelsen, så fortelle vi dem, ja, vi hilser på dem og forteller hvilken undersøkelse de skal til og hva det går ut på, og litt avhengig, ja, litt avhengig av hva undersøkelsen går ut på.. (...) ..så må vi kanskje revurdere om vi skal gi kontrast eller ikke, eh, og eventuelt om pasienten trenger å væskes opp på forhånd eller om vi skal gi mindre kontrast. (...) Det er en liter saltvann over fire timer.

(Informant D)

Det kan virke som at selv om oppvæsking og administrering av vann per os gjennomføres i praksis, er ikke prosedyrene nødvendigvis like bestemte som retningslinjene fra ESUR. Grunnen til dette kan være forskjellig, ESUR er ikke et regelverk for klinisk praksis i Norge, men deres retningslinjer kan likevel sees på som de mest hensiktsmessige i fravær av annet overordnede bestemmelser (Nilsen, 2011). Retningslinjene til ESUR om forebygging er også for det meste myntet på pasienter som allerede før en CT undersøkelse kan vurderes som risikoutsatt for kontrastindusert nefropati, en pasientgruppe som likevel sannsynligvis vil være i mindretall for det totale antall kontrastundersøkelser som gjennomføres.

Det er viktig å huske at en av de grunnleggende anbefalingene fra ESUR er å vurdere bruken av andre røntgenmodaliteter som ikke bruker jodholdige kontrastmidler, når en pasient faktisk ansees som risikoutsatt. Med den anbefalingen som bakgrunn kan det tenkes at eventuell lite praksisbruk av oppvæskningsprosedyrer i den grad ESUR anbefalingene tilsier, kan være på grunn av at det rett og slett er få pasienter som er risikoutsatt og likevel blir sendt til kontrastundersøkelser. En intravenøs oppvæskningsprosedyre på til sammen tolv timer vil også være en tydelig utfordring for både pasienten og systemet rundt, og kan vanskelig tenkes gjennomførbart for den store andelen polikliniske pasienter. Det er tydelig at nytteverdien for oppvæskning i forkant av kontrastmiddelundersøkelser må tilrettelegges de enkelte pasientene

som vil ha en definitiv nytte av det. Det kan likevel virke som om intravenøs oppvæsking i etterkant av kontrastundersøkelsen ikke er like prioritert som i forkant. Informant A ga i sitatet over uttrykk for at radiografene ikke ga noen ettertrykkelig beskjed om intravenøs væsking eller drikking i etterkant av undersøkelsene, men det er likevel tydelig en bevissthet om at praksisen kan ha noe for seg. Ut ifra utsagnet kan det virke som det ikke er en fastlagt prosedyre på å be pasientene etter kontrastundersøkelsen være påpasselig med å få i seg mye væske i løpet av dagen. En tolkning kan være at det muligens vil være litt tilfeldig om radiografene ber pasienten drikke eller ikke, i mangel på fastlagt prosedyrer på det. Her vil det sannsynligvis være mye variasjon avhengig av institusjon, som vil ha egne prosedyreoppsett, og kanskje også på individbasis. Et problem med en slik praksis er at man som radiograf kanskje vil være det siste helsepersonellet pasienten er i kontakt med etter undersøkelsen på opptil en eller to uker, avhengig av når pasienten har en oppfølgingslegetime.

En eventuell utvikling av kontrastindusert nefropati vil etter ESUR (2012) sin definisjon inntreffe innen tre dager etter kontrastinjiseringen, så behovet for forebygging i etterkant av undersøkelser er ganske tydelig. Yoshikawa et al. (2011) undersøkte i sin studie effekten av oralt væskeinntak i etterkant av CCTA⁷ undersøkelser og konkluderte med at praksisen er en meget enkel og effektiv profylaktisk prosedyre. De vektlegger også nødvendigheten av å være påpasselig omkring pasientenes nyrefunksjon, selv om pasienten initialt har fremvist normal nyrefunksjon. En annen faktor de viser til er at pasienter ofte kan bli henvist til nye kontrastundersøkelser etter en initial CT undersøkelse. Deres eksempel var at pasienter som har gjennomført CCTA undersøkelser ofte vil bli sendt videre til konvensjonell angiografi- eller intervensjonsundersøkelse, og da få en ny kontrastmiddeldose. Kontrastmengden som gis ved konvensjonell angiografi eller intervensjon er mer varierende enn det som gis på CT på grunn av den dynamiske undersøkelsesmekanikken, hvor radiologer direkte kan sprøyte kontrast via et kateter inn i de årene de vil avbilde (Ehrlich & Coakes, 2013, s. 426-432). I tillegg brukes det ofte kontrastmidler med høyere jodkonsentrasjon på angiografi og intervensjon enn det som brukes på CT undersøkelser (Ehrlich & Coakes, 2013, s. 377-378), som vil tilsi en økt mengde jod til pasienten og ifølge retningslinjene til ESUR (2012) føre til en høyere risiko. Det er absolutt ikke alle som gjennomfører en CT undersøkelse med kontrastmidler som blir sendt videre til angiografi eller intervensjon, men muligheten er der,

⁷ Coronary Computed Tomography Angiography, CT undersøkelse av hjertekar, særlig koronararterier.

og Yoshikawa et al. (2011) sin studie kan brukes til å poengtere hvordan radiografer ikke kan vite sikkert på forkant hvor mye kontrastmiddel en pasient kan komme til å bli utsatt for.

Bruk av oralt væskeinntak er et simpelt og kostnadsfritt tiltak for økt pasientsikkerhet, og det er tilnærmet ingen grunn til at radiografer ikke skal anbefale økt inntak til pasienter som har vært på CT kontrastundersøkelser. Bruk av intravenøs oppvæsking vil være vanskeligere å gjennomføre for alle pasienter, men ettersom det er mest relevant for de risikoutsatte, kan det tenkes at de ofte allerede vil være innlagt på et sykehus og har tilgang til oppvæsking på avdelingene. Radiografer kan uansett være påpasselige med å informere pasientene om å øke væskeinntak, men bør også kunne informere til sykepleiere eller annet helsepersonell, når en inneliggende pasient som vurderes som risikoutsatt har gjennomgått en kontrastundersøkelse. Det kan tolkes i den grad at hvis ikke oppvæskingsprosedyrer etter kontrastmiddelbruk er godt kjent blant radiografene, er det nok sannsynligvis ikke mer kjent blant de øvrige helsepersonell. Studiene til Krille et al. (2010) og Simpson og Hartrick (2007) kan tolkes som at også rekvirerende leger ikke nødvendigvis hadde så utpreget kunnskap om stråling og potensielle effekter av undersøkelsene de rekvirerte pasientene sine til, og det kan vurderes at kanskje kunnskapen om pasientsikkerhet i etterkant av kontrastmiddelbruk vil være på samme nivå. Selv ikke blant radiologene er kunnskap om risikofaktorer og korrekte forholdsregler, nødvendigvis en selvfølge. Studien til Reddan og Fishman (2008) viste at det var betydelig variasjon mellom forskjellige europeiske radiologers holdninger til risikofaktorer for kontrastindusert nefropati, og alvorlighetsgraden tilstanden innebærer. Som informant B forteller om opplevelsen av samarbeid med annet helsepersonell på CT:

Eh nei, ikke alltid, noen som tror de har veldig peiling hehe. Og sikkert mye fra erfaring, har med erfaring å gjøre. At de opplever, fordi de har vært med på mye så har de fått kunnskap om det. Så noen er veldig flinke synes jeg. Men andre, jeg føler at vi har et ansvar for å.. når de er på hos oss så må vi passe på dem, men de passer mye på seg selv hehe.
(Informant B)

Utsagnet kan tyde på at kunnskap om CT undersøkelser blant øvrig helsepersonell kan variere, spesielt i forhold til den enkeltes erfaring. En slik kunnskapsutvikling kan antyde at heller ikke det øvrige helsepersonellet vil ha utpregete rutiner for oppvæsking av pasientene i etterkant, ettersom de kanskje er mer avhengig av de enkelte erfaringer de opplever etter å ha vært med på CT undersøkelser. Radiografer er de som fysisk administrerer kontrastmiddel til pasienter, og samtidig den helsepersonellgruppen pasienten er avhengig av for informasjon om CT undersøkelser. Det kan bety at utvikling av kunnskap om kontrastmidler og

forebygging av tilhørende risikofaktorer bør prioriteres for radiografer, i tillegg til et mer konsekvent forhold til informering av pasienter i etterkant. Informant B oppsummerer situasjonen slik: *"Ja, nei, jeg føler vertfall at, i forhold til kontrast så føler jeg radiografene har ganske mye de skulle si og mye, ansvar da"*.

Kunnskap om kontrastmidler og tilstandene de kan føre til er nødvendig for at radiografer skal kunne foreta en korrekt pasientinvolverende planlegging av undersøkelsen. Ut ifra Molanders (1996, s. 168-175) kunnskapsteori bør en radiografs utviklede fortrolighetskunnskap kunne brukes til nødvendig informering av pasienter, og kanskje også av pleiere som forbereder pasienter til kontrastundersøkelser. Det vil dog være avhengig av en påstandskunnskap om hvilken effekt oppvæsking har, ettersom radiografer sjelden vil kunne se resultatene i praksis. Alderson og Hogg (2003) viser at også helsepersonell foruten leger har begynt å bli holdt mer juridisk ansvarlig for sine handlinger, og at det er mulig å bli holdt rettslig ansvarlig for et synset brudd på aktsomhetsplikten. Selv om det er ganske usannsynlig at en radiograf ansatt i det norske helsevesen vil bli saksøkt personlig, ville det likevel gå ut over helseforetakets og antageligvis radiografens omdømme. Pasienten skal alltid være i fokus, da det tross alt er pasienten som undersøkes, og bør tilrettelegges rundt. Å informere pasientene om væskeinntak rundt kontrastmiddelundersøkelser må sees på som en viktig del av pasientsikker kontrastmiddelhåndtering, og er et nødvendig steg for oppnåelse av en individualisert CT undersøkelse.

5.2.2 Pasienter med diabetes

I enkelte tilfeller vil diabetesstatus være en del av rekvisisjonen, men det er likevel ikke en garanti. Det vurderes i denne oppgaven som prosedyre å spørre den enkelte pasient om egen diabetesstatus i forkant av en kontrastmiddelundersøkelse, og at eventuelle tilrettelegginger gjøres når pasienten har ankommet til undersøkelsen. Pasienter med diabetes mellitus er ifølge ESUR (2012) å vurdere som risikopasienter i forhold til kontrastindusert nefropati, så lenge de allerede har en form for nedsatt nyrefunksjon i tillegg. Distinksjonen er viktig, siden den kan bestemme hvorvidt en pasient får gjennomgå en CT undersøkelse eller ikke. Informant C forteller om vurderingen av diabetespasienter:

Da kommer jo dette her med, altså før vi gir kontrast så går vi gjennom hele regla med pasienten om de har allergier, om de har sukkersyke, altså alle sanne ting som kan være kontraindisert på om de kan få kontrast. (Informant C)

Det er ikke sikkert at en slik totalvurdering av diabetespasienter som kontraindisert for kontrastmidler er hensiktsmessig eller nødvendig. Det har vært en vanlig standard etter de eldre retningslinjene fra ESUR (1999) å konsekvent suspendere medisinerings med metformin⁸ for diabetespasienter i opptil 48 timer etter en kontrastinjeksjon. Det har lenge vært antatt en sammenheng mellom kontrastmiddelinjisering og utvikling av laktacidose for diabetespasienter, på grunn av økt belastning på nyrene av kontrastmiddelet gjør at metformin akkumulerer i blodet. Retningslinjene fra 1999 sier likevel at det ikke er bevist noen form for interaksjon mellom metformin og kontrastmidler, og at i relativt få av de registrerte tilfellene av metforminassosiert laktacidose var det blitt gitt jodholdig kontrastmiddel i forkant. I nyere retningslinjer stadfester Thomsen (2009a, s. 65) at diabetes mellitus alene ikke er nok til å kategorisere en pasient som en risikofaktor, uten en tilhørende redusert nyrefunksjon. De nyeste oppdateringene (ESUR Contrast Media Safety Committee, 2012; Stacul et al., 2011), spesifiserer videre at pasienter med en eGFR verdi tilnærmet eller over 45 ml/min/1,73m² trygt kan fortsette med metformin medisinerings etter intravenøs kontrastinjiserings. 48 timer regelen er endret til å bare gjelde for pasienter med eGFR mellom 30 og 44 ml/min/1,73m² som skal ha injeksjon av kontrast, noe som sannsynligvis sjeldent vil bli gjort på CT undersøkelser. En eGFR verdi på 60 ml/min/1,73m² eller høyere regnes som normalverdi (Thue & Sandberg, 2013), og pasienter med lavere verdier vil nok ved de fleste institusjoner avventes og oppvækkes til en stigning i eGFR verdi oppstår. I følge ESUR sine retningslinjer er det nå regnet som trygt å bruke kontrastmidler på pasienter med diabetes, også når de bruker metforminpreparater. De tydeliggjør likevel at pasienter som har både diabetes og nedsatt nyrefunksjon samtidig er å regne som mer utsatt for kontrastindusert nefropati, enn pasienter med samme grad av nedsatt nyrefunksjon men uten diabetes. I den forstand kan det tolkes at det ikke skal være noen grunn for å gjennomføre en CT undersøkelse uten bruk av kontrastmidler, eller å ikke gjennomføre undersøkelsen i det hele tatt, fordi en pasient har diabetes og bruker metformin men likevel har normal nyrefunksjon. Det vil heller ikke være nødvendig å seponere metforminmedikamenteringen i etterkant av kontrastbruken, så lenge pasienten har en eGFR verdi over 45 ml/min/1,73m².

Det er mange tiltak som gjøres for å begrense bruken av CT kontrastundersøkelser for pasienter, og i de aller fleste tilfeller vil de være berettiget. Men det er viktig som radiograf å ikke se seg blind på prosedyrer man arbeider ut ifra, og å kunne stille kritiske spørsmål til sine

⁸ Også kjent som produktnavnet Glucophage, effektivt og mye brukt antidiabetikum for diabetes type 2.

egne handlinger. Denne endringen i vurderingen av diabetespasienter er et godt eksempel på viktigheten av å holde seg oppdatert innenfor sitt eget felt, spesielt når man arbeider med en så omstridt og utviklende tematikk som kontrastindusert nefropati og mekanikken herunder. Individualisering av en CT undersøkelse betyr ikke alltid å vite hvilke pasientgrupper som ikke skal undersøkes, det er også viktig å bygge kunnskap med et mål om å få flest mulig undersøkt som faktisk har behov for det. Molander (1996, s. 265) forteller hvordan det ikke nødvendigvis bør arbeides ut ifra å ha «det beste» som objektivt mål, som i denne situasjonen kanskje ville vært å ikke gjennomføre undersøkelsen av sikkerhetsmessige årsaker. I stedet må man stille kritiske blikk til sine egne rutiner og forsikre seg om årsaken til sine handlinger, som vil kunne resultere i at pasienten allikevel får gjennomført en undersøkelse som kanskje gir kritisk diagnostisk informasjon. Radiografen vil da praktisere på sitt «beste» vis, ikke gjennom en fast målsetning men gjennom å utføre den beste handlingen på et fortløpelig vis. Røntgenleger og rekvirenter vil for det meste ta seg av vurderingen av den diagnostiske nytteverdien av en CT undersøkelse og bruken av kontrastmidler, og da må radiografer være bevisst på å ikke utestenge en diagnostisering som kanskje kan være livsnødvendig.

5.2.3 Pasienters allergiske reaksjoner / bivirkninger

Pasienters allergiske status kan, som diabetesstatus, i enkelte tilfeller bli oppført i rekvisisjonen. I denne oppgaven tolkes det likevel som standard praksis å spørre hver pasient om allergistatus i forkant av kontrastmiddelbruk. Injisering av kontrastmidler vil for de fleste pasienter føre til relativt harmløse bivirkninger, som varmfølelse, rødme eller en endring av smakssansen (Webb, 2009, s. 43), men en mindre andel pasienter vil også kunne reagere med mer voldsomme allergiske reaksjoner. Katayama et al. (1990) undersøkte prevalensen av reaksjoner og bivirkninger etter kontrastmiddelinjeksjon, og den tilhørende alvorlighetsgraden, i en større populasjonsgruppe [$n=337.647$]. Resultatene pekte på en tydelig mindre prevalens av reaksjoner og bivirkninger ved bruken av ikke-ioniske kontrastmidler, med totalt 5276 registrerte reaksjoner, tilsvarende 3.13 %. Av disse var det bare 76 tilfeller som kunne klassifiseres som alvorlige eller meget alvorlige reaksjoner, og viser at den generelle risikoen for reaksjoner etter en undersøkelse er rimelig lav. Artikkelen til Katayama et al. (1990) påpeker likevel viktigheten ved å identifisere risikopasienter i forkant av undersøkelser, og nødvendigheten av å kunne iverksette alle mulige tiltak for å kunne behandle spontane og mistenkte anafylaktiske reaksjoner. ESUR (2012) definerer

akutte bivirkninger på jodholdige kontrastmidler som en bivirkning som oppstår innen en time etter injeksjon av kontrastmiddel. Den enkleste måten å unngå kontrastmiddelinduserte allergiske reaksjoner kan være å rett og slett gjennomføre undersøkelsen uten kontrastmidler, som informant C forteller: *"Men hvis en eh, hvis denne pasienten tidligere har hatt allergiske reaksjoner på kontrastmidler, så er det veldig ofte at legen skriver det, at pasienten har, er allergisk på kontrastmidler, så ønskes undersøkelsen uten det"*. Denne praksisen fungerer fint i de tilfellene det er diagnostisk relevant å gjennomføre CT undersøkelsen uten kontrastmidler, men i enkelte tilfeller kan det tenkes at en kontrastundersøkelse er absolutt nødvendig for pasienten. Som informant C igjen eksemplifiserer om en hasteundersøkelse: *"Ja også, dette her med allergier og sånt, hvis pasienten er kontaktløs og ikke har noe historie fra før hos oss, disse tingene vet vi jo ikke noe om, men velger å kjøre for det"*. I en hastesituasjon er det ikke alltid man har informasjon om pasienters allergistatus i forkant, og en del pasienter som aldri har hatt en CT undersøkelse tidligere vil kunne være allergiske uten å vite om det selv. Derfor vil det mest sannsynlig være hensiktsmessig å forholde seg til ESUR sine retningslinjer for forebygging av reaksjoner, selv med pasienter uten allergisk historie. En viktig grunnleggende faktor vil være generell bruk av et kontrastmiddeltype som ikke regnes som en risikofaktor for reaksjoner og bivirkninger, for alle pasienter. Den eneste risikofaktoren knyttet til valg av kontrastmiddeltype er ifølge ESUR høy-osmolale ioniske kontrastmidler. I Norge vil dette rådet være rimelig enkelt å følge, ettersom de kontrastmidlene tilgjengelig for klinisk intravaskulær bruk alle er regnet som ikke-ioniske og lav- eller iso-osmolale (Felleskatalogen, 2008). Et annet råd fra ESUR er likevel å oppbevare pasienten i avdelingen 30 minutter etter injeksjon, og å alltid ha relevante medikamenter og utstyr for hjerte- lungeredning i nærheten. Men en slik venting for pasientene er ikke alltid standard i praksis, som informant D forklarer:

Vi er litt spesielle der, vi har ingen ventetid etter kontrast nei. Veldig mange sykehus har det da, at man må sitte 20-30 min før man går hjem. (...) Ja, fordi at eh.. jeg har faktisk spurt om det der, for jeg var vant til når jeg begynte, eller når jeg begynte her så var jeg vant til fra mitt tidligere arbeidssted at vi lot pasientene vente. Eh, men jeg fikk da til svar at legene her, det har liksom alltid vært sånn på sykehuset her, at de har ikke noe ventetid her.

(Informant D)

ESUR mener at de aller fleste reaksjoner etter kontrastmiddelinjisering skjer innen de første 20 minuttene, og det derfor er nødvendig å oppbevare pasientene om noe skulle skje (Webb, 2009, s. 46). Det kan likevel virke som de bruker relativt gamle kilder fra henholdsvis 1982 og 1985 som begrunnelse, men anbefalingen kan ikke bortforklares helt om man skal vurdere organisasjonen som faglig ansvarlig. Den nyeste oppdateringen av retningslinjene fra ESUR

(2012) ikke bare opprettholder anbefalingen, men øker også ventetiden fra 20 til 30 minutter. En slik økning kan tyde på større vektlegging og risikovurdering av allergiske reaksjoner i det tidsrommet, men informant D utdyper om praksisen ved sin institusjon:

Ja, og det har da vært bestemt av radiologene at , med det grunnlaget at de fleste reaksjonene oppstår umiddelbart, dem alvorlige vertfall, slik at det ikke er behov for det da. (...) Så dem har liksom tatt ansvaret for det hehe. Det har ikke vært noen episoder visstnok der det har fått noe følger i etterkant. (...) Nei ikke sånn.. jo, jeg har opplevd mange ganger at pasienter har reagert, men da har det jo vært under undersøkelsen, at dem plutselig begynner å kaste opp..

(Informant D)

Institusjonen har tydeligvis erfaring med at det ikke oppstår allergiske reaksjoner i tidsrommet etter kontrastinjeksjonen, og det kan virke som radiografen også deler dette synet ved at de opplevde reaksjonene har oppstått under undersøkelsen. Det kan også vurderes at å oppbevare pasienter på avdelingen enkelte plasser rett og slett vil kunne ta for mye plass. Grovt omregnet så vil det kunne tilsi dobbelt så mange CT pasienter sittende på venterommet, og kan kanskje bety en betydelig plassmangel. I forhold til allergiberedskap med medikamenter og utstyr, forteller informant D på spørsmål om de har måttet brukt adrenalin og lignende selv:

Nei det er sjelden, eller det gir vi egentlig aldri. Vi har det jo tilgjengelig da, vi har jo akuttutstyr, men vi ringer, i og med at vi er et sykehus da er vi heldig at vi har team vi kan ringe, og dem kommer veldig raskt og dem tar liksom over alt det medisinske der da. Så det er veldig greit ja.

(Informant D)

Tilgjengelighet av medikamenter for behandling av alvorlige allergiske reaksjoner er en nødvendig forhåndsregel, selv om alvorlige tilfeller er meget sjeldne. Flere informanter ga uttrykk for at reaksjonene de selv opplevde hos pasienter var relativt ufarlige, som informant A sier: "Hm nei, det eneste jeg har vært med på er litt de som blir litt sånn småkvalm, men det er sånn man på en måte vet på forhånd at kan skje også..". Heller ikke Informant B ser ut til å ha opplevd de helt store reaksjonene:

*Eh, jeg har ikke vært borti så veldig mye.. eh, vi gikk over til ***** [kontrastmiddeltype, anm.] før jeg gikk ut i permisjon da, men, og det var vel kanskje litt kvalme og sånn en periode, jeg hørte om det. Men kan ikke si det har vært så mye som jeg har vært borti vertfall.*

(Informant B)

Det kan virke som at opplevelsene til radiografene om pasienters reaksjoner eller bivirkninger på kontrastmiddeleinjeksjon har vært relativt milde, og dreid seg om hendelser som ikke har behøvd ytterligere medisinsk behandling. I følge artikkelen til Guttormsen (2009) er det

kritisk viktig å starte aggressiv behandling ved en eventuell alvorlig anafylaktisk reaksjon, hvor adrenalin og intravenøs væske er hjørnesteinene for adekvat behandling. Anbefalingen fra ESUR for behandling er tilnærmet lik, som lister oksygen, intravenøs væske, adrenalin ved anafylaktiske reaksjoner og atropin ved store vasovagale reaksjoner som de mest relevante førstelinje medikamentene (Thomsen, 2009b, s. 55-58). Det kan tolkes at for radiografene vil det være viktig å ha kjennskap til risikofaktorer for allergiske reaksjoner etter kontrastinjeksjon, men det vil kanskje være vanskelig å forholde seg praktisk til en slik prosedyre uten faktiske hendelser. Øvelser kan eventuelt være en form for innarbeiding av nødvendige rutiner, i mangel på klinisk erfaring. For selv om hendelsene er sjeldne, kan alvorlighetsgraden ved en større anafylaktisk reaksjon i verste fall føre til dødsfall. I følge ESUR via Webb (2009, s. 44) vil eventuelle reaksjoner oppstå relativt snart etter en kontrastinjeksjon, men de forklarer også at dødsfall har forekommet etter reaksjoner som har oppstått 15 minutter etter en injeksjon. De anbefaler også fremdeles å oppbevare pasienter på avdelingen i 30 minutter etter en kontrastundersøkelse, for å ha nødvendige medikamenter i nærheten ved en eventuell reaksjon. På bakgrunn av de retningslinjene, og med vissheten om at en anafylaktisk reaksjon kan oppstå spontant og med dødelig utfall, kan det virke ugunstig å sende pasienter hjem eller videre rett etter undersøkelsen. Men dette vil også være avhengig av en økonomisk og plassøkonomisk vurdering, siden 30 minutter ventetid for alle CT pasienter kan drastisk øke antall pasienter i en avdeling. En slik oppsamling av pasienter kan tenkes at også vil påvirke sikkerheten negativt til andre relativt sjeldne hendelser som brann, evakueringer eller store traumemottak på avdelingen. Sammenlagt må det konkluderes med at ventetid for pasienter bør gjennomføres, og at utfordringer i forhold til plass rett og slett i så fall bør utbedres på de enkelte institusjoner. Pasientsikkerheten må være avgjørende for praksis, når det tross alt er snakk om helsearbeid.

5.2.4 Øvrig valg av kontrastmiddel

Det finnes flere forskjellige preparater og merkenavn av jodholdige kontrastmidler, som vil variere i faktorer som styrke, osmolalitet, viskositet, mengde per flaske, holdbarhet, og ikke minst pris (Felleskatalogen, 2008). Tilgjengeligheten til forskjellige preparater avhenger en del av institusjon, som informant D forteller: "*Ja, eh, vi bruker kun en type kontrast, og en styrke. Til alle pasienter..*". Mens informant A derimot har mulighet til å endre:

Vi har.. ja tror vi har tre typer, er vel egentlig to vi.. har ikke vært med på det så mange ganger men ja vi bruker vel, jeg vet at vi kan bytte til en annen vertfall, kan hende vi kan bytte over til en tredje og men den har ikke jeg vært med på da men..

(Informant A)

Retningslinjene fra ESUR (2012) kategoriserer spesifikt høy-osmolale kontrastmidler som en prosedyrerelatert risikofaktor for kontrastmiddelindusert nefropati. Og ifølge Felleskatalogen (2008) er det bare oral/rektal kontrastmiddelet Gastrografin som er registrert som høy-osmolært, så det kan tyde på at kontrastmidlene for intravenøs bruk i Norge er relativt trygge for ordinære pasienter. De øvrige kontrastmidlene i bruk i Norge har tilnærmet lik osmolalitätsverdi på omtrentlig 300 mosmol/kg, en verdi lik osmolaliteten til menneskelig blod som gjør at de også kan klassifiseres som iso-osmolære (Ehrlich & Coakes, 2013, s. 379). Et viktig poeng som likevel må merkes, er at et kontrastmiddels viskositet, og derav osmolalitet, vil påvirkes av temperatur. Forskjellen på et kontrastmiddels viskositet ved 20 °C eller 37 °C kan variere betraktelig (Davidson et al., 2006), så en oppvarming av kontrastmiddelet til kroppstemperatur før injisering vil være hensiktsmessig. Men selv om forskjellige kontrastmidler har samme egenskap, er det ifølge ESUR verdt å prøve et nytt kontrastmerkevare, hvis pasienten har reagert allergisk på en spesifikk kontrastmerkevare tidligere (Webb, 2009, s. 46).

Det kan tolkes at å bare bruke en type kontrastmiddel for alle pasienter i Norge ikke nødvendigvis er problematisk i forhold til kontrastindusert nefropati, ettersom de tilgjengelige kontrastmidlene likevel er lav- eller iso-osmolale. Men for pasienter med tidligere dokumenterte allergiske reaksjoner på et kontrastmiddel kan en ny reaksjon muligens unngås ved å benytte et annet merkevare. For optimal mulighet til individualisering til den enkelte pasient virker det mest hensiktsmessig å ha flere kontrastmiddelmerkevarer å velge mellom på en institusjon, men kan ikke vurderes som kritisk nødvendig.

5.3 GJENNOMFØRING AV CT UNDERSØKELSEN

Dette kapittelet tar for seg gjennomføringen av CT undersøkelsen, som innebærer injeksjonen av kontrastmiddel og selve scanningen. Radiografenes mulighet til å påvirke injeksjonsmetoden vil være sentrale tema, i tillegg til hvordan strålehygiene kan opprettholdes for pasienten.

5.3.1 Injisering av kontrastmiddel

Injiseringen av kontrastmiddelet gjøres enten rett før CT scanningen starter, eller som en del av en forhåndsplanlagt scannserie som kombinerer bildeserier både med og uten kontrastmiddelbruk. Mengde kontrastmiddel som injiseres kan variere avhengig av hvilken pasientanatomi som skal undersøkes, hvor det enkelt sett regnes at mer kontrastmiddel behøves for å skape adekvat kontrastoppfylling i større organer. Informant B forklarer en slik ordning:

Ja vi kan jo det, vi ser jo litt.. eh, vi har jo en sånn ca hvor mye vi skal gi for blant annet abdomen undersøkelser, og så har vi jo i forhold til vekt da. Så vi gir ca, og da må vi se litt an pasienten om det er mye, mye fett, eller om det er muskuløs pasient, eller.. ja altså, vi har jo påvirkning, til å stille inn den sprøyta.

(Informant B)

Avhengig av pasientens vekt og kroppsoppbygning kan informant B tilpasse kontrastmiddelmengden, og skape best mulig kontrastoppfylling til den enkelte pasient. I følge Webb (2009, s. 47-48) har verken mengde kontrastmiddel eller injeksjonsraten en effekt på insidensen av allergiske reaksjoner. Men det kan likevel være hensiktsmessig å begrense kontrastmiddeldosen til så lite som mulig, siden ESUR forklarer at dosen likevel er relatert til forekomsten av kontrastindusert nefropati. De påpeker og at det ikke finnes en helt «trygg» lav dosemengde, og at selv veldig små doser jodholdig kontrastmiddel kan være farlig for utsatte risikopasienter (ESUR Contrast Media Safety Committee, 2012; Stacul et al., 2011). Utfordringen vil være å balansere kontrastmengden lavt nok, og samtidig oppnå adekvat diagnostisk bildekvalitet. Det kan i den forstand sammenlignes med strålehygiene, hvor det er en konstant balanse mellom stråledose og bildekvalitet. Informant D forklarer hvordan kontrastmengden varierer både etter undersøkelsesprotokoll, og etter pasientstørrelse:

Ja, på toraks, hvis pasient kun skal ha toraks, så har vi en fast mengde vi gir, da gir vi 100 ml. Men hvis det er snakk om abdomen i tillegg, ja, da gir vi etter vekt. Vi har en sånn tabell da, altså vi gir 1,8 ml per kilo, eh men, vi runder litt av da, vi ser an litt pasienten da. (...) Sant, så da runder vi litt av nedover da, fordi at det er, ellers så gir du alt for mye kontrast for det distribuerer seg jo ikke i fett. (...) Så har vi en maksgrense da, vi gir ikke mer en 150 ml, på en undersøkelse.

(Informant D)

På CT undersøkelser av lungene bruker informanten 100 ml kontrastmiddel, ettersom det ikke er store blodfylte organer i brystområdet utenom hjertet og tilhørende kar som trenger ekstra oppfylling i forhold til pasientstørrelsen. Ved abdomen undersøkelser vil kontrastmiddelet innvirke på de blodrike organene i bukhulen, som vil variere i størrelse sammen med pasienten. Felleskatalogen (2012) oppgir for kontrastmiddelmerket Iomeron ett doseringsforslag på 100-200 ml for CT helkroppsundersøkelser, med forslag for barn/ungdom på 1-2,5 ml/kg. Felleskatalogen oppfører også at fordelingssegenskapen til middelet vil være tilnærmet likt ekstracellulærvæskens. Ettersom muskelvev vil være relativt mer blodfylt enn fettvev, vil det og kunne bety at behovet for kontrastmiddelmengde vil være mer avhengig av pasienters muskelvekt enn fettvekt. På bakgrunn av den fordelingseffekten blir informant D sitt utsagn om avrunding nedover av kontrastmiddelmengde mer forståelig, når mengden skal individualiseres i forhold til en pasients vekt. Men variasjoner i kontrastmiddelprotokoller avhenger likevel en del av institusjon, som informant C viser:

Ja altså vi, vi har ikke de store forskjellene på bruk av kontrast, vi bruker, på voksne mennesker bruker vi en standard mengde på etter protokoll, vi går ikke ut ifra vekt, og vi går heller på en enten får du kontrast eller så får du ikke kontrast ut ifra kreatinin. (...) Så hvis, hvis du har en godkjent kreatinin, så får du den mengden kontrast som vi bruker som standard på den protokollen. (...) Det går litt raskere, kan du si, for oss, å kunne gi en fast mengde, i stedet for å først få pasientvekten, og så regne ut kontrastmengden.

(Informant C)

Å forholde seg til en fast mengde kontrast per protokoll kan tenkes vil gjøre eventuelle administrative situasjoner enklere, som dokumentering av injeksjoner. Og visshet om at alle pasientene som har gjennomgått en spesifikk undersøkelse har fått samme dosemengde, kan tenkes vil skape en form for pasientsikkerhet ved at menneskelige feil i utregninger og doseinndeling unngås. Informant C spesifiserer videre at kontrastmengden vil variere fra protokoll til protokoll, men at selve pasientvekt likevel ikke er en faktor i dosevalget:

La oss si du kjører en angio toraks-abdomen, og så vil du ha med bekkenkammen, kanskje litt nedover, så slenger du på 10 ml til for å få, til ankene hiver du på 20 ml til for å få fyllning hele veien ned. Og hvis du har en for eksempel kort undersøkelse som en lungeemboli så må vi ned i mengde, for det er ikke noe vits å gi kontrast ut over det som er scanntid. (...) Så vi har jo forskjellig, men det er jo i protokollen.

(Informant C)

Igjen kan dette tolkes som en forsikringsmulighet, da røntgenlegene som tolker bildeseriene med fast dosering alltid vet akkurat hvor mye kontrastmiddelmengde som brukes på en spesifikk undersøkelsesprotokoll. Men informant C forklarer også at i spesielle tilfeller kan det gjøres unntak: "Ja altså.. på barn regne vi som sagt ut på". Der kroppsvekt skiller seg sterkt fra det en «normal» protokoll er lagd for, vil det måtte gjøres begrensninger.

Felleskatalogen (2012) forklarer likevel at doseringsforslagene de gir for Imeron er basert på en standardvekt på 70 kg. Det kan tenkes at i dagens samfunn er det relativt mange som vil være over denne vekten, særlig med tanke på at det er flere eldre pasienter som gjennomgår radiologiske undersøkelser enn unge. Det har likevel vært vurdert å ha en vektbasert kontrastdosering for informant C, som forteller:

For 100 ml virker som den ligger på en sånn, veldig fin, ja, mellomting mellom.. men selvfølgelig på de her veldig små pasientene så kunne vi kanskje gått ned og likevel fått vel så, eller like god kontrastmetning, så kanskje spart dem for litt kontrast, men eh.. Vi gjør nå ikke det her i dag av en eller annen grunn. Vi har snakket om det, men eh, ja. (...) Joda selvfølgelig, hadde vi fått en vi kunne bare plottet inn kilo, og så bare fått ut kontrastmengden.. (...) Felleskatalogen sier jo, står jo der hvor mange gram det skal være per kilo kroppsvekt, eller mg per kg kroppsvekt. Så om noen lagde en formel for det kunne vi jo godt ha brukt det, selvfølgelig.

(Informant C)

Informanten antyder at et eventuelt dataprogram med en formelutregning som bare trenger input i form av enkle pasientopplysninger godt kunne blitt brukt. En slik omstilling vil likevel være mer omfattende enn bare å endre prosedyrene, også på grunn av de sikkerhetsmessige årsakene nevnt tidligere. Diagnostisk kvalitet skal alltid opprettholdes, og det kan vurderes at kanskje radiologer som er vant til å tyde bilder med fast kontrastdosering ville følt at en vekttilpasset dosering skapte unødvendig variasjon i bildeserier. Pasienttilpasset kontrastmiddeldosering er altså også avhengig av en institusjonstilpasning, hvis en endring i prosedyrer skal bli gjort. En institusjon må selv gå gjennom sine kontrastmiddelprosedyrer og veie fordeler mot ulemper ved en eventuell endring. Selv om ESUR (2012) anbefaler å bruke en lavest mulig dosering på alle pasienter, spesifiserer de likevel at anbefalingen er å bruke lavest mulig dosering som samtidig er konsistent med gode diagnostiske resultater. I følge

Statistisk Sentralbyrå (2009) har andelen overvektige i Norge økt, og det kan tenkes at en vekttilpasset kontrastmiddeldosering kanskje ikke vil være en gjennomsnittlig dosebesparelse i det hele tatt. Pasientens helse vil alltid komme først når det er snakk om en CT undersøkelse og tilpasning rundt, og terskelen for å innsnevre kontrastmiddeldoser kan være høy når risikoen er en ufullstendig undersøkelse. De fleste vil nok mene at «litt» ekstra kontrastmiddel vil være å foretrekke over å måtte gjennomføre hele undersøkelsen på nytt, og effektivt doble både stråledosen og kontrastmiddeldosen. For optimal individualisering av kontrastmiddelsikkerhet i pasientens CT undersøkelse er det viktig å først anslå hvorvidt pasienten er i en risikogruppe for nedsatt nyrefunksjon, før man eventuelt forsøker å begrense kontrastmiddeldosen ifra institusjonens standardmengde for undersøkelsesprotokollen som skal gjennomføres. For relativt friske pasienter med god nyrefunksjon vil begrepet pasientsikker kontrastmiddelbruk sannsynligvis legge større vekt på produksjon av optimale bildeserier, enn en eventuell innsnevring av kontrastmiddeldosen.

5.3.2 Opprettholdelse av strålevern, fysisk innstilling

Plasseringen i CT maskinen vil ha en effekt på hvordan strålingen påvirker pasienten, og da også være en faktor for stråledosen (Kalender, 2011, s. 208-209). Det er gjennom denne fysiske innstillingen de enkleste grep gjøres for å opprettholde strålehygiene, først og fremst gjennom en forsikring om at rekvisisjonen stemmer overens med valg av CT som modalitet. Studiene til Simpson og Hartrick (2007) og Krille et al. (2010) antydte at rekvirenter ikke nødvendigvis hadde gjennomgående kunnskap om fordeler og ulemper med bruk av stråling i bildediagnostikk, selv om rekvirenten likevel kan kjenne til diagnosteringsmulighetene til røntgenundersøkelser. Og selv om radiologer i forkant skal gjennomgå og godkjenne CT undersøkelser, kan det likevel hende at relevant informasjon enten i rekvisisjon eller pasientdata ikke oppdages før radiografen skal gjennomføre undersøkelsen. Som informant A forteller om bruken av CT:

..det er ikke sikkert det er sånn, men jeg føler det at det ofte blir sendt litt fort på CT i visse tilfeller, at jeg tenker sånn, at hadde de visst hvor mye stråling det er så hadde de kanskje ikke.. eller de vet jo og, har jeg litt inntrykk av, men kanskje de ikke vet det helt...(..) Ordentlig, hvor ja.. at det kan være skadelig og, de, de fleste har på en måte skjønt, de vet at det er, at stråling er farlig på en måte, men de, jeg tror ikke de, noen ganger så ville jeg vel kanskje sett an litt før sende rett bort på CT og tar alt da, det er bare sånn min mening at eh, syns noen ganger det blir litt sånn, får litt følelse av at det blir tatt.. ja ikke tenkt så godt igjennom noen ganger.

(Informant A)

CT som undersøkelsesmodalitet er rask og effektiv, og vil ofte kunne gi god diagnostisk innsikt i en pasients sykehistorie. Det kan tenkes at modaliteten derfor kanskje vil være det enkleste og første alternativet i utredning av en diagnose, selv om andre modaliteter som gir mindre eller ingen ioniserende stråling også vil være effektiv. Catanzano (2008, online 2009, s. 55-83) viser til viktigheten av en valid indikasjon for CT undersøkelse, og forklarer videre i bokkapittelet hvordan ultralyd, konvensjonell røntgen og magnetresonans tomografi ofte kan være et bedre valg for utredning av problematikk i diverse bukorganer. Det vil ikke forventes at en radiograf skal ha samme mengde kunnskap på dette området som en radiolog eller enkelte øvrige klinikere, men praktisk erfaring vil kanskje kunne skape for en radiograf et litt mer kritisk blick ovenfor rekvisisjoners utforming og innhold. Som informant C har sagt: *"Ja tenker du, det går jo ut ifra at du leser revisjonen og ser hva de er interessert i. (...) På en traumeprotokoll får vi inn; «krasjet front mot front med bil i 70sone» det er det nesten.."*. Selv om rekvisisjoner etter traumer vil skille seg en del ut på grunn av hastverk, kan likevel en ordinær poliklinisk rekvisisjon være tilnærmet kortfattet. I slike tilfeller vil det være radiografen sin jobb å snakke med pasienten for å få relevant informasjon om hva problemstillingen er, og eventuelt videreføre dette til en radiolog for valg av alternativ undersøkelsesmodalitet.

Det kan tenkes at for en nyutdannet eller fersk radiograf vil det ikke være så lett å vite hvor terskelen går for å vurdere om en CT rekvisisjon er uberettiget, men en kombinasjon av arbeidserfaring og en visshet om å opprettholde et relativt kritisk blick mot ufullstendige rekvirerte undersøkelser kan bidra til mer pasientsikre undersøkelser. I artikkelen til Egestad (2010) påpeker hun hvordan radiografen i moderne tid har ganske korte møter med mange pasienter per dag som skal til CT undersøkelse, og at det er mye informasjon som skal formidles mellom partene. Det kan tenkes at en radiograf som arbeider mye med CT undersøkelser i enkelte tilfeller kan være i stand til å se seg "blind" på modaliteten, når det kan bli mye repetering av informasjonsformidling til pasienter som ofte kan være uvitende til prosessen rundt undersøkelsen. Det vil være viktig for radiografen å kunne vurdere den enkelte undersøkelse individuelt, selv om den er en del av et større dagsprogram. En slik vurdering vil kunne være preget av rutinemessig arbeid med mye informering og spørsmål som går igjen, men like viktig vil det være å sikre at rekvisisjonen og pasientens problemstilling stemmer overens med undersøkelsen som gjennomføres. Grovt sett vil en gjennomført CT undersøkelse av en pasient som kunne hatt like god diagnostisk nytteverdi av

eksempelvis ultralyd, betyr at pasienten avhengig av undersøkelsesprotokoll ble utsatt for helt unødvendig stråledose. En radiograf som gjennomfører mange titalls CT undersøkelser på like mange pasienter per dag vil kanskje bli så tilpasset modaliteten, at å gjennomføre en CT i stedet for ultralyd ikke virker så farlig. Det kan være lett å miste perspektivet om ioniserende stråling når man jobber med det hver dag, uten å kunne observere de eventuelle negative bivirkningene det påfører vevet. Men jeg tror de fleste radiografer ikke ville sett like lett på det hvis det var snakk om seg selv eller sine nærmeste, og valget sto mellom CT eller ultralyd. Solvang (2000) viser hvordan det relativt nylig har begynt å oppstå en oss / dem diskurs i forhold til funksjonshemming, i motsetning til et mer gammeldags normal / avviker synspunkt. Selv om en radiograf tvilsomt skulle komme til å tenke på pasienter som akkurat avvikere, viser teorien hvordan klassifisering av grupper forekommer. Som helsearbeidere kan det tenkes at man vil ikke være immun mot en slik klassifisering av pasienter, og tenke på pasienter i et klassifisert gruppeperspektiv i stedet for rent individuelt.

Når en pasient er avklart til CT undersøkelsen og skal plasseres i maskinen, er det fremdeles noen strålehygieniske tiltak som kan gjøres før selve scannet starter. Som informant C sier: *"Dette med å begrense strålefeltet til det som er interessant (...) Ikke sant, du tar ikke med halve toraks bare fordi du ikke gidder å finjustere"*. Hvor pasienten er posisjonert før scannet starter vil påvirke hvilken anatomi som avbildes initialt. I tillegg må det vurderes hvor den anatomiske strukturen som skal avbildes befinner seg i gantry, i forhold til avstanden mellom røntgenrør og detektor. Optimalt sett vil pasienten innstilles slik at den interessante anatomien befinner seg som et midtpunkt i gantry, for å oppnå lik avstand til detektor og røntgenrør i alle 360 grader. Dette betyr at for eksempel en undersøkelse av den øvre ryggraden behøver en høyere bordhøyde enn en undersøkelse av ansiktsskjelettet, når målet er å få anatomien som undersøkes CT-isosenter⁹ i gantry.

5.3.3 Opprettholdelse av strålevern, maskinparametere

Når pasienten er plassert i gantry vil for radiografens del scanningens videre innstilling gjøres fra et tilhørende arbeidsrom, med en sjaltepult som kontrollerer CT maskinen. Det første som gjennomføres er et todimensjonalt scoutbilde som fungerer som kartlegging for undersøkelsen, og vil både direkte og indirekte påvirke strålingsdosen. Siden scoutbildet er

⁹ Begrep som beskriver krysningspunktet for strålingen, vil for CT tilsi midtpunktet i gantry sylindren.

sammenlignbart med et konvensjonelt røntgenbilde, vil det påføre en viss direkte stråledose i seg selv, men denne dosen vil likevel være betydelig lavere enn bestrålingen som gjøres i hovedscanningen. Den indirekte effekten kommer gjennom scoutbildets rolle i planlegging av bildeseriens posisjon på pasientens anatomi, og gjennom funksjonen som utgangspunkt for automatisk rørstrømmodulering (Kalender, 2011, s. 215-218; Seeram, 2009, s. 457-458). Informant C forklarte hvordan planlegging av bildeseriene vil være avhengig av den enkelte radiografen:

Ikke sant, du tar ikke med halve toraks bare fordi du ikke gidder å finjustere. (...) Og da er det jo også viktig at sånn som, når man starter sånn på abdomen at man starter rett over abdomen, at man har snakket med pasienten om dette med pusting. At han trekker pusten like godt inn hver gang han får beskjed om det. (...) Men hvis vi er nøye med pasienter med å informere dem om hvordan de skal puste så er det, veldig greit å kunne lage en undersøkelse som begrenser til akkurat det du er interessert i, og ikke går noe ut av det.
(Informant C)

Å planlegge scannfeltet gjennom scoutbildet vil ved de aller fleste CT maskiner bety å posisjonere i CT maskinens bildedataprograms avgrensete firkanter på den relevante anatomien man ser i scoutbildet, og deretter justere størrelsen på firkanten etter hvor bredt og langt du vil bildeserien skal bli. En justering i bredde vil ikke ha betydning for stråledosen, siden den bare endrer på hvor brede snitt som presenteres i bildeseriene. Pasienten vil uansett bli bestrålt i 360 grader rundt anatomien, så det er lengdeinnstillingen som er avgjørende for strålehygieniske tiltak. Informant C sitt eksempel gikk på en bildeserie av abdomen eller lungene, og i forkant av en slik scanning vil radiografen bruke scoutbildet til å plassere en firkant over området organet eller organene som skal avbildes vises på. Men på enkelte pasienter kan særlig lungene variere i lengde i fremre og bakre del av organet på grunn av variasjon i størrelsen på lungelapper, noe som gjør at det som på scoutbildet ser ut som bunnen av pasientens lunger ikke alltid er det. Noen radiografer vil kunne posisjonere firkanten i scoutbildet litt ekstra lenger ned mot abdomen enn det som ofte er nødvendig i slike tilfeller, for å forsikre seg om at hele lungen blir med på bildeserien. Problemet er at man sjelden vet før bildeserien er tatt hvordan en pasients lungelapper strekker seg, og en slik ekstra lang bildeserie vil kunne eksponere pasienter som ikke har lungelengeforskjeller for unødvendig stråling. Det samme vil gjelde for abdomen undersøkelser, hvor diafragmamuskulens posisjon vil kunne variere avhengig av hvor mye pasienten puster inn før scannet. Og også for undersøkelse av leveren, som og kan være en gjenstand for en slik form for forsikring av bildeseriene. I alle undersøkelsene vil det i slike tilfeller være en mulighet for unødvendig røntgenstråling til pasienten på grunn av manglende innsats hos en radiograf.

Det å ta seg tid til å finjustere strålefeltet bør sees på som viktigere ved CT undersøkelser enn ved konvensjonelle røntgenundersøkelser, på grunn av den høyere bruken av stråledose. Likevel kan det tenkes at det er lettere for en radiograf å være påpasselig med slik strålekollimering ved konvensjonell røntgen, siden man der fysisk endrer størrelsen på strålen som treffer pasienten. Det kan vurderes at det å endre maskinparametere på en CT sjaltepult for å gjøre den samme handlingen ikke føles like «ekte» siden man i stedet endrer på grafiske modeller på en dataskjerm. Men handlingen vil være for samme grunnleggende gjøremål på begge modalitetene, å begrense strålefeltet til det relevante området. Finjustering av feltstørrelsen må regnes som et grunnleggende krav for en strålehygienisk individualisering av en CT undersøkelse, ettersom det baserer seg nettopp på individualisering av strålebruken til pasientens kroppsform og anatomiske struktur.

Etter justering av feltstørrelsen er det maskinparametere som videre påvirker stråledosen i det angitte feltet, parametere som kan justeres manuelt eller overlates til den automatiske moduleringen. Som informant B forklarer er dokumentering av parametervalg i prosedyrer viktige utgangspunkt:

Det er jo, eh, man kan jo endre selvfølgelig på dosen da. Men man endrer jo på.. eller man gjør jo innstillinger på CT maskinen, men det er jo, vi følger jo prosedyrene, det er lagt inn protokoller som vi stort sett følger, men vi kan jo endre på vertfall dose og..
(Informant B)

En prosedyrebok på en CT lab vil inneholde parameterverdiene for forskjellige undersøkelser, og kan også inneholde notater om hvordan arbeidet rundt undersøkelsen gjøres. Det kan være ting som forberedelser av pasienten, eller spesifikke bildeserier som skal rekonstrueres etter undersøkelsen. Informant B forklarer videre om justering av parametere:

..men ja, føler ikke selv at jeg endrer så mye på parameterne vertfall, det gjør jeg ikke. Men det kan man jo gjøre. (...) Jeg endrer nok kanskje mer, er mer nøye på pasientbiten, fordi jeg kanskje, ikke føler meg trygg nok på apparaturen enda, ja. (...) Ja det er nok kanskje det, tekniske ting som, ja altså, ha nok kunnskap om hva de forskjellige, altså hvis du endrer på parameterne da, hva det utgjør da.
(Informant B)

Informanten forteller at det å endre på maskinparametere på CT kan virke litt utfordrende hvis man ikke selv føler man har nok kompetanse på effekten det skaper i bildet. De grunnleggende maskinparametere i røntgenavbildning, kV og mAs, er likevel de samme parametere her som ved konvensjonell røntgen. Det kan spørres hvorfor radiografer som kanskje ikke har noe imot å endre på kV og mAs parametere ved konvensjonell røntgen, blir

usikker ved å gjøre det samme på en CT maskin. En tolkning vil være at CT maskinen kan ansees som en mer risikabel modalitet, ettersom den bruker mye høyere stråledoseverdier og produserer bildeserier med ofte mye mer informasjon en konvensjonelle røntgenbilder. Videre kan det vurderes at innføringen av rørstrømmodulering på moderne CT maskiner kan ha gått ut over den enkelte radiografs evne til å endre maskinparameterne i forhold til pasienten. Selv om innføringen av rørstrømmodulering absolutt har bidratt til lavere stråledoser (Kalender, 2011, s. 210-218; Rizzo et al., 2006), kan det tenkes at den også har fritatt radiografer fra ansvaret til å individualisere parameterne selv.

En tradisjonell opplæringsdel for konvensjonell røntgenavbildning i radiografutdanningen har vært å dekke til de forhåndsinnstilte parameterne på røntgenapparatet, for å la studenten selv bestemme akkurat hvilke parametere som må brukes for den gitte undersøkelsen. Det blir likevel ikke gjort en tilsvarende opplæring på CT, selv om mange av parameterne er overførbare i sin hensikt og virkemåte. Det kan være mange grunner til mangelen på slik opplæring, det mest opplagte at CT undersøkelser har såpass høy strålebruk at risikoen for feilgrep gjør at en slik utprøving ikke kan tillates. Men likevel må det vurderes om rørstrømmoduleringsfunksjoner kan ha gitt moderne CT undersøkelser et litt for automatisk preg. Det å kunne gjennomføre CT undersøkelser uten å måtte i det hele tatt se på de grunnleggende parameterne kan kanskje gå ut over den enkelte radiografs CT kompetanse, særlig for de som kommer inn i fagfeltet etter innføringen av rørstrømmodulering har blitt standard. Kanskje det å måtte føre inn parameterne manuelt for hver undersøkelse, selv om de blir tatt direkte fra en prosedyrehåndbok, ville kunne skape en større trykghetsfølelse og gjøre parameterinnstillingen litt mer dagligdags. Informant D forteller hvordan radiografer kan forholde seg til bruk av rørstrømmoduleringen i praksis:

Nei eh.. stort sett stoler vi på dosemoduleringen da, med mindre, ja altså i det tilfellet med en pasient som er ekstra stor da så vil jeg jo da.. nei egentlig, så lenge maskinen på en måte ikke gir noen feilmeldinger eller noen beskjeder om at det blir altfor lite, så prøver vi ikke å overprøve den dosemoduleringen alt for mye.

(Informant D)

Det er tydelig at dosemoduleringen har tatt over mye av arbeidet som tidligere var en del av radiografens yrke på CT. Men selv om dosemoduleringen kan tenkes at har gått ut over radiografens kompetanse, vil nok bruken være til pasientens beste likevel. Så lenge stråledosen til CT pasientene synker med bruk av moduleringen må det vurderes hvor viktig en slik spesifikk radiografkompetanse egentlig vil være. Når målet allikevel er å forsikre seg

om at pasienten utsettes for minst mulig ioniserende stråling, og samtidig får en diagnostisk god undersøkelse, kan det vurderes at det må være verdt å ofre en del av CT kompetansen for å oppnå en mer pasientsikker undersøkelsesform. Og samtidig vil det på en institusjon likevel være enkelte radiografer som spesialiserer seg innenfor de enkelte modalitetene, og gjennom videreutdanning eller lignende oppnår spesialkompetanse på ett eller flere undersøkelsesfelt:

..noen som kan, altså, alle, profesjonene liksom dekkes, eller alle modalitetene dekkes, ja. Så, det er jo en del rullering i det da, det er jo mange som kan, kan CT her, det er det. Noen er da oftere enn andre, vertfall.. selvfølgelig, fagradiografene og sånn er stort sett bare der, men de har jo også andre oppgaver da, så..

(Informant B)

Den faglige utviklingen for radiografer har blitt mer krevende med den økte bruken av CT og andre moderne bildemodaliteter, og arbeidsmiljøet har måttet tilpasses deretter. I stedet for en arbeidsplass med mange radiografer som kan alt, vil det ved flere institusjoner være mer hensiktsmessig å la enkelte radiografer spesialisere seg i ønskete modaliteter. Resultatet vil kunne bli mange radiografer som kan litt om de fleste modalitetene, og enkelte fagradiografer som vil fungere som instruktører eller veiledere for korrekt bruk av spesialmodalitetene.

Rørstrømmodulering vil kunne gjøre mye av individualiseringsjobben med parameterne, men i enkelte tilfeller trengs det likevel manuell tilpasning:

..men på de aller største pasientene, så, det er litt maskinavhengig da, vi har en maskin fra en leverandør, som ikke takler så godt store pasienter, da må vi gå inn å endre ganske mye for å få, dosen, et bilde som ikke er støyete da, da må vi gå inn å manuelt øke dosen og rotasjonstiden for å få gitt nok mAs da.

(Informant D)

Kraftig overvektige pasienter er pasientgruppen som individuelt sett vil bli utsatt for høyest absorbert stråledose per undersøkelse, grunnet et større kraftbehov for å generere røntgenstråling som er i stand til å penetrere til de indre organene. Men det kan likevel påpekes at mye av den ekstra røntgenstrålingen som absorberes av overvektige vil bli absorbert i selve fettvevet, som dermed betyr at stråledosen til de indre organene ikke øker lineært sammen med stråledosen som produseres i røntgenrøret. Det er og viktig å huske at det omvendte vil gjelde for de minste pasientene, som kan få høyere organdoser per bestråling på grunn av mindre avstand mellom hud og organer (Huda & Vance, 2007; McCollough et al., 2009). For overvektige kan det bety at enkelte utsatte organer ikke får like mye ekstra stråling som man kanskje først vil anta ved en scanning, men betyr også at det vil være

vanskeligere å få god organspesifikk bildekvalitet på de største pasientene. Som informant C forteller om problemstillingen:

...sånn som maskinen her, på disse aller største pasientene som nærmer seg 140-150 kilo, der har vi ikke nok kraft i maskinen til å gi dem en god undersøkelse. (...) ..klarer ikke å få nok mA ut til å gi et rent bilde rett og slett. Får de her ringartefaktene midt i pasienten som forvrenger hele.. Du får veldig fine bilder i ytterste delen, og så når du kommer inn mot sentrum så blir det..
(Informant C)

Overvektige pasienter risikerer faktisk å ikke få en like diagnostisk god CT undersøkelse som en normalvektig pasient til en tilsvarende undersøkelse vil gjøre. I tillegg til høyere absorbert stråledose og større risiko for forverring av bildekvalitet, er det noen flere maskinfaktorer som skaper utfordringer for overvektige. Rent fysisk kan maskinstørrelsen være et problem, både i forhold til størrelsen på gantryåpningen og den maksimale bordbelastningsvekten. En gantryåpning med en diameter på 70 cm vil eksempelvis ha en praktisk maksimal diameter på 53 cm når undersøkelsesbordet brukes i lavest posisjon. Rekonstrueringen av bildeseriene vil også hos mange maskinleverandører ikke være i stand til å bruke hele diameteren til gantry, men i stedet begrense maksimalbredden på bildeseriene til rundt 50 cm. Likevel er det grep som kan gjøres for å forbedre bildeseriene mest mulig, selv om mulighetene vil kunne variere avhengig av maskin- og programvareleverandøren. Siden et problem ofte vil være støy i bildeseriene grunnet lavt antall fotoner, såkalt photon starvation artefakter, er det ofte hensiktsmessig å øke rørstrømverdien og rotasjonstiden for å øke mengden fotoner som vekselvirker med pasienten. Økning av rørspenningen vil også kunne hjelpe ved å øke fotonenes energi, og en verdi på 140 kV bør vurderes for de aller største pasientene. Det er likevel viktig å huske av rørspenningen også påvirker fotonenes evne til å vekselvirke med kontrastmidler, og en kV verdi på 100-120 bør likevel brukes på overvektige som gjennomfører angiografiske undersøkelser (Modica, Kanal, & Gunn, 2011).

Øking av verdiene på denne måten vil føre til en høyere absorbert stråledose til overvektige pasienter, men kan også være det som skiller en CT undersøkelse fra å regnes som diagnostisk sikker eller ikke. I den forstand kan det tenkes at radiografer må være i stand til å konferere med radiologer om endring av forhåndsplanlagte CT undersøkelser, når det viser seg at pasienten er kraftig nok overvektig til at det vil gå ut over bildekvaliteten. Hvis pasientens problemstilling ikke kan undersøkes med andre modaliteter, bør radiografen være i stand til å endre maskinparameter i den grad at CT undersøkelsen blir optimal. Kraftig overvektige pasienter er pasientgruppen som allerede er mest utsatt i forhold til CT undersøkelser, og i

tillegg kan det tenkes at en radiograffaglig tradisjon med å stole på rørstrømmodulering vil skape situasjoner hvor pasienter ikke alltid får optimale undersøkelser. Fagradiografer med spesialkompetanse vil heller ikke alltid være tilgjengelige, for eksempel med tanke på turnusarbeid på kvelds og nattestid, og en radiograf som ikke har erfaring med CT parametere fra før vil kanskje lage diagnostisk svake bildeserier i undersøkelse av de største pasientene. Problematikken kan unngås til en viss grad ved å lage spesifikke CT undersøkelsesprotokoller for kraftig overvektige pasienter, men det vil likevel være vanskelig å dekke over alle mulige kombinasjoner av undersøkelsestype og pasientvekt. For en god individualisering av CT undersøkelser av veldig overvektige pasienter, kan det virke som det mest hensiktsmessige er en tankegang hvor man forsøker å forsikre bruk av mye nok stråling, i motsetning til å fokusere på måter å spare stråledosen. En utviklet fortrolighetskunnskap vil i en slik situasjon bidra til radiografens egenskap til å handle på best vis i selve situasjonen, og ikke basere handlingen på et forhåndsbestemt optimalt mål som skal oppnås objektivt (Molander, 1996, s. 265). I de aller fleste tilfeller er den diagnostisk verdien i CT undersøkelsen viktigere enn risikoen som strålingen medfører, og hvis en radiograf mener strålingsbruken ikke er tilrettelagt må det uansett vurderes med en radiolog for valg av alternativ modalitet eller prosedyre.

Bruk av rørstrømmoduleringen er i de aller fleste tilfeller nok for å individualisere en CT undersøkelse, men det er viktig for radiografer å være oppmerksom på variablene som ikke påvirkes av en slik modulering. Den viktigste som ikke påvirkes av moduleringen, men likevel kan påvirke stråledose betraktelig, er rørspenningen. Ifølge Kalender (2011, s. 220) har variabelen likevel ikke variert mye siden innføringen av CT modaliteten, og 120 kV har vært sett på som standardverdien siden de første maskinene var i bruk. Også i intervjuene som ligger til grunn for dette prosjektet ble det ikke diskutert endringer i kV verdier, selv om øvrige variabler som mAs og rotasjonstid ble diskutert. Det må selvsagt og sies at jeg som intervjuer heller ikke spurte informantene direkte om bruken av denne variabelen under intervjuene, da det ikke var før i etterkant at intervjuene var gjennomført at jeg i det hele tatt ble klar over variabelens utsatte betydning for stråledosen på CT. Men det betyr heller ikke at variabelen ikke endres i praksis av informantene, men bare at jeg som intervjuer gikk glipp av muligheten til å diskutere temaet. Det er likevel relevant å nevne hvordan en redusering av kV verdier absolutt kan sees på som et dosebesparende grep, spesielt for barn og de aller minste pasientene. I deres studie med bruk av fantomer og simuleringer kom Kalender, Deak,

Kellermeier, Straten, og Vollmar (2009) fram til at variering i rørspenningen må gjøres i en mye høyere grad enn slik situasjoner er nå. De utdyper at moderne CT maskiner leveres med mulighet til å justere rørspenningen fra 80 til 140 kV, og variablene må bli tatt i praktisk bruk med en tilpassing i forhold til pasientstørrelse og den diagnostiske oppgaven undersøkelsen skal utøve. De legger mye vekt på dosebesparelsen som kan oppnås ved korrekt reduksjon av rørspenningen for de minste pasientene, og poengterer også hvordan en lav kV verdi vil øke kontrasten i bildeseriene og derav være mer sensitiv for kontrastmidler, benvev og lignende materiale med høy tetthet. Dosereduksjon for de mindre pasientene var et tema som kom opp i intervjuene, som informant C forteller:

Og så kan man, så har du jo muligheten til å justere mA'en, milliamperen, men der er vi nok for dårlig å gå ned på disse små pasientene, vi går heller opp på de største. Og det har jo med at, protokollene er jo utarbeidet ut ifra en pasient som har en medianvekt på rundt 60kg. (...) ..i dag er det jo et fåtall som er 60 kg og, vertfall under, er ikke mange som er under det. Men i det du får en pasient på 40, 50 kg så kan du jo absolutt gå ned, og det gjør vi jo på barn, ikke sant.

(Informant C)

Viljen og gjennomføringsevnen til å manuelt redusere stråledosen for de minste er absolutt der, men det må vurderes om det å bare justere rørstrømmen er nok. Også tilrettelegging av spesifikke protokoller for forskjellige pasientstørrelser hadde preg av å forholde seg til hovedsakelig rørstrømmen, som informant D sier i diskusjon om bruken av såkalte lavdoseprosedyrer:

Og da må radiografen tenke, okei, dette her er en stor pasient, da velger jeg den. Fordi at folk glemmer å gå inn, eller vi har gitt beskjed da, at det er fast mAs på den her så hvis det er stor pasient så må du gå opp, men ja, så der har vi laget liten, medium og stor, og der har vi 20, 40 og 60 mAs på. (...) ..det er mye lavere dose enn ellers, men den er fast da, slik at den ikke skal, kanskje det er slik at når dosen blir så lav så greier ikke dosemoduleringen det like godt, den overdriver kanskje litt.

(Informant D)

Det kan antas at å justere hovedsakelig rørstrømmen oppfattes som den enkleste måten å spare stråledosen på, og at de øvrige variablene sees på som mer eller mindre konstante. Men en institusjon bør sannsynligvis i forkant gjennomføre sine egne forsøksundersøkelser med simulering eller pasientfantomer, før det gjøres endringer i maskinparametere som har vært tilnærmet faste. CT maskiners egenskaper vil kunne variere mellom maskinleverandører, og derfor vil en slik forhåndstesting være viktig for å forsikre seg om at eksempelvis reduksjon av rørspenning for små pasienter vil kunne fungere godt, og egne seg for klinisk bruk.

For en god individualisering av CT undersøkelsen til den enkelte pasient er maskinparameterne direkte avgjørende. For konvensjonell røntgen er det vanlig å variere stråleparameterne manuelt i forhold til pasienten og anatomien som skal avbildes, men i CT kan det virke som en slik manuell tilnærming ikke er like utbredt. Men samtidig gjør den automatiske rørstrømmoduleringen mye av individualiseringsjobben selv, og bidrar til en stor reduksjon i stråledose til pasientene. Men det kan tyde på at det er særlig pasientene som skiller seg ut i størrelse fra det som ansees som vanlig, som faller litt gjennom systemets sprekker og enten kan få for mye eller for lite stråledose i CT undersøkelser. Særlig variering i rørspenning vil kunne ha en stor effekt på stråledosen og bildekvaliteten, hvor det kan spares mye dose til de minste pasientene ved å redusere spenningen, og oppnå en bedre bildekvalitet på de største ved en øking av spenning. De aller fleste maskinene i klinisk bruk i dag har muligheten til å variere rørspenningen fra rundt 80 kV til 140 kV, og mye av mulighetene for individualisering faller bort hvis prosedyrer bare gjennomføres med standardverdien 120 kV.

5.4 TIDSMESSIGE UTFORDRINGER, EFFEKTIVITET

Det er mange tiltak som kan gjøres av radiografer for optimal tilpasning av en CT undersøkelse, men det er kanskje ikke alltid at tiden strekker til. En røntgenavdeling har som oppgave å produsere bilder og undersøkelser, og radiografene kan derfor bli utsatt for et viss tidspress avhengig av produksjonsmengden som forventes. Informant A forklarer hvordan tidspresset kan påvirke arbeidsdagene:

Jeg.. det er ganske høy arbeidsmengde ja, det syns jeg. Det er liksom, bare sånn som nå har man lang liste og.. ja, det er veldig, eller er litt, eller sånn ved at CT der er det radiologene som ser på, men det er veldig mye som skal tas da, sånn i løpet av en dag, og det er ikke alltid like lett. (...) ..er ikke alltid like lett å få tatt alle, og så er det litt vanskelig hvem som skal tas først på en måte, litt den her prioriteringen, syns jeg heller ikke er så veldig, alt, blir veldig mye ø-hjelp og da er det ikke så lett å..

(Informant A)

Siden en CT undersøkelse kan brukes til meget mange problemstillinger, må en CT lab ofte disponeres til både polikliniske og inneliggende pasienter. I tillegg kan det komme øyeblikkelig-hjelp [ø-hjelp] pasienter fra legevakten eller gjennom traumemottak, som også må bli undersøkt i løpet av dagen. Ettersom institusjoner ofte planlegger den daglige arbeidsmengden i forhold til mengden polikliniske pasienter som innkalles, vil inneliggende og ø-hjelpspasienter som rekvireres direkte til CT undersøkelser kunne komme i tillegg til et allerede ferdigplanlagt dagsprogram. Som informant C ordlegger seg om de inneliggende

pasientene: "De kan vi ikke planlegge for, men vi må ha plass til dem også". I tillegg er prioriteringssystemet i rekvisisjoner basert på et fire graders nivå, der A graden tilsvarer øyeblikkelig hjelp, og D graden brukes når undersøkelses planlegges flere måneder fram i tid. Resultatet er at nesten alle undersøkelser som skal tas samme dag som den bestilles blir gradert som ø-hjelp med A. For radiografen kan dette føre til en administrativ utfordring i prioriteringen av pasienter, når mange pasienter samtidig rekvireres til ø-hjelp undersøkelser under den samme prioriteringsgraden. Ø-hjelpsundersøkelser som rekvireres til CT undersøkelser vil variere i mengde fra dag til dag, ettersom det ikke kan planlegges for i forkant. Totalt sett vil det bety at enkelte dager vil CT undersøkelser kunne gjennomføres med mer tid til disponering per pasient, mens noen dager med mange undersøkelsesbestillinger vil det bli mindre tid per pasient. Informant A utdyper problematikken som kan oppstå:

..må vertfall skynde seg litt mer enn det man ville gjort på, hvis man hadde mindre å gjøre da. Så det syns jeg er litt synd at man.. ja, man har såpass liten tid noen ganger, rett og slett. (...) Det blir liksom bare, dra over og ta, ja.. det blir litt sånn hehe. Det er litt synd at det er sånn, det hadde vært greit å liksom ha litt tid til å bare, man, man rekker jo, man tar seg jo tid til å informere, og spørre om kontrast og alt det, men jeg tror det blir.. ja hvis det er en veldig pratsom pasient da så har man liksom ikke tid til å, man må liksom bare si nå må vi bare begynne.

(Informant A)

Tidspress vil påvirke undersøkelsene på flere måter, informant A nevner her hvordan det blir en slags samleband-effekt når produksjonspresset er som verst. Kommunikasjonen med pasienten kuttes ned til kun det nødvendige, og fokuset er på å få gjennomført undersøkelsen effektivt. Egestad (2010) viser hvordan kommunikasjonen og opprettelsen av en god relasjon med pasienten er viktig, både juridisk og for pasientens opplevelse av undersøkelsen. Når tidspress går ut over muligheten til å kommunisere med pasienten, må det også antas at det går ut over pasientens opplevelse av CT undersøkelsen. Selv om produksjon er viktig for en røntgenavdeling, bør det være mulig å ha pasienters opplevelse av undersøkelsene i fokus utover det diagnostiske resultatet. Og det må også vurderes om tidspresset kan gå ut over individualiseringsmulighetene i undersøkelsen, som informant B ordlegger seg:

..jeg kunne heller savne, det jeg gjerne skulle hatt mer tid til er jo å kanskje se litt mer på bildene man selv har tatt i ettertid. (...)..men jeg har dager hvor jeg har følt at oi nå har jeg ikke egentlig, hva er det jeg har drevet med i dag hehe. Har bare kjørt undersøkelser uten å, uten å egentlig se nøye på om det er godt nok. Har lyst til å gjerne kunne kvalitetssikre meg selv liksom, eller, ja.

(Informant B)

Arbeidsdagene for informant B kan flyte over til ren rutine, hvor det her er tydelig at oppmerksomheten forsvinner. Molanders (1996, s. 57-58) kunnskapsteori forklarer hvordan mangelen på oppmerksomhet i rutinepreget arbeid ikke vil kunne fange opp det ukjente eller uventede. Det er merkbart hvordan tidspresset kan gjøre det tilnærmet umulig å unngå rutinemessig arbeid i enkelte situasjoner, og det må antas at det også vil øke risikoen for uventede hendelser. Når radiografen ikke har tid til å være oppmerksom og gjennom sin fortrolige kunnskap til CT modaliteten forutse uønskede hendelser reduseres pasientsikkerheten, og med stor sannsynlighet graden av individualisering også.

Tidspres er absolutt en utfordring for undersøkelsesindividualisering av pasienter, og det kan vurderes om det er hensiktsmessig å vurdere undersøkelsesproduksjonen bare tallmessig. CT undersøkelser varierer i omfang avhengig av prosedyre, og institusjoner dokumenterer bruk av eksempelvis kontrastmidler eller andre faktorer som påvirker undersøkelsen. Også stråledosen vil dokumenteres, som informant D forteller: "*Ja. Den blir registrert på maskinen, og så blir den ført automatisk over på RIS¹⁰*". Men stråledosen er likevel ikke en faktor utover muligheten til å kontrollere den etter ønske på et senere tidspunkt. Informant D utdyper om hvem som anvender stråledokumentasjonen i etterkant av undersøkelsene:

Ikke aktivt av oss egentlig, men strålevernansvarlige.. det vet jeg egentlig ikke, de går kanskje inn å ser på det, ellers er det jo fysiker da, har mulighet til å se i etterkant, hvis det oppstår noe med en pasient da, som ikke så ofte på CT da, men hvis det skulle bli noe stråleskade og sånn.. det er egentlig mer på angio da. Men da kan de gå i etterkant å se, hvor mye fikk den pasienten faktisk.

(Informant D)

Dokumentasjonen på stråledoser er tydeligvis ikke nødvendigvis aktivt i bruk av radiografene etter undersøkelsene, men kan i stedet etter behov hentes fram av helsepersonell. Det er generelt positivt med en slik form for dokumentering, men det kan tenkes at begrunnelsen faller litt bort når dokumentasjonen ikke brukes aktivt. En mulighet kunne være å knytte stråledosen opp mot økonomiske midler avdelingen tillegges, på samme måte som dokumentering av kontrastmiddelbruk og spesialprosedyrer. Hvis det på en slik måte kunne skapes et mer overordnet insentiv til dorebesparelse per prosedyre, innenfor diagnostisk sikre rammer, ville det kanskje skapt mer prestisje rundt det å kunne gjennomføre CT undersøkelser med lavest mulig stråledosebruk.

¹⁰ Radiology Information System, dataprogram for administrering av røntgenundersøkelser.

5.5 OPPSUMMERING AV RESULTATER

Hovedpoengene fra resultatkapitlene vil i dette kapitlet oppsummeres og presenteres, for å tydeliggjøre informasjonen som har kommet fram og som kan relateres til individualisering av CT undersøkelser. Muligheten til å individualisere begynner i første ledd med rekvisisjonen, og informasjonen rekvisenten inkluderer innad den. For at en radiograf skal kunne tilpasse undersøkelsen er det nødvendig med en tilstrekkelig utfyllende problemstilling for pasienten, og kommentarer som påpeker spesielle behov for scanningen. Også for pasientens korrekte diagnostikk kan det være viktig at relevant pasienthistorie inkluderes, som Song et al. (1992) viste gjennom sin studie. Det andre leddet av individualiseringen gjøres gjennom radiologens godkjenning og eventuelle endring av den rekvirerte undersøkelsen, og sluttresultatet er optimalt sett en detaljert individualisert rekvisisjon til radiografen som gjennomfører undersøkelsen.

Radiologen er ofte den første med gjennomgående kunnskap om stråling som kontrollerer rekvisisjonen, og har muligheten til å bestemme om en bestilt CT undersøkelse i stedet kan gjennomføres med røntgenmodaliteter uten eller med lavere mengde ioniserende stråling. For at radiografen skal kunne individualisere en CT undersøkelse er det viktig at en radiolog vurderer og kommenterer hvordan CT undersøkelsen skal gjennomføres ut ifra rekvisisjonens problemstilling, spesielt med tanke på presist prosedyrevalg og nødvendige opplysninger rundt kontrastmiddelbruk. Radiografens arbeidsmetode for innhenting av kreatininverdier kan ha en innvirkning på pasientsikkerheten, og en aktiv innhenting kan gjennom Molanders (1996) kunnskapsteori sees på som et tiltak som øker oppmerksomheten for uventede hendelser. Individualiseringen av pasientens CT undersøkelse foregår altså i første omgang gjennom forhåndsplanlegging, som også kan inkludere pasientens størrelse, og vil kunne påvirke både stråledosen til pasienten og doseringen av kontrastmidler som brukes. Å redusere begge faktorene innenfor diagnostiske rammer kan vurderes som en direkte form for pasientsikker behandling, hvor målet er å forebygge stråleinduserte seneffekter og allergiske eller nyrefunksjonelle reaksjoner på jodholdige kontrastmidler.

Oppvæsking av pasienter i forkant gjennomføres ved enkelte institusjoner, og er ifølge ESUR (2012) en god metode for å forebygge kontrastindusert nefropati. Retningslinjene påpeker likevel at væskeinntak for pasientene bør fortsette også etter kontrastinjeksjon, som ikke ser ut

til å være en fast prosedyre blant utsagnene. Å informere pasientene om selv å øke væskeinntaket per os er en enkelt og kostnadsfri handling som bør gjennomføres for alle pasienter som har fått kontrastmidler. Det virket ikke som en slik oppfordring heller var prosedyre for informantene, og at det i stedet var litt opp til den enkelte radiograf hva som viderefremidles til pasienten. Resultatet tydeliggjør viktigheten for radiografer å inneha det Molander (1996) kaller fortrolighetskunnskap i forhold til den enkelte undersøkelsessituasjon, og kunne handle og individualisere ut ifra det beste oppnåelige mål i de individuelle situasjoner.

Pasienter med diabetes mellitus har tradisjonelt sett vært en pasientgruppe i risikozonen for utvikling av kontrastindusert nefropati, på grunn av medikamentet metformin. Informantenes prosedyrer ga inntrykk av at pasienter som brukte metformin enten var kontraindisert for kontrastmidler, eller måtte seponere metforminmedikamenteringen etter kontrastinjeksjonen. Ifølge de nyeste oppdateringene fra ESUR kan ikke diabetespasienter vurderes som risikopasienter med mindre de allerede har en form for nedsatt nyrefunksjon. Gjennom opparbeidet fortrolighetskunnskap må en radiograf kunne vurdere hva som regnes som «det beste» resultatet av en undersøkelsessituasjon med metforminbrukere, og ikke konsekvent seponere kontrastmidler eller metformin basert på utdatert påstandskunnskap. Funnene viser viktigheten for radiografer med å holde seg oppdatert på den litterære begrunnelsen av sine prosedyrer, og må kunne videreføre ny informasjon til overordnede hvis det kan bety en endring i arbeidsrutiner. Nåværende rutiner kan føre til at enkelte pasienter ikke får gjennomført optimale undersøkelser, selv om de kan vurderes som utenfor risikogruppen.

Informantene hadde god kunnskap om risikovurderingen for allergiske reaksjoner etter kontrastinjeksjon, og visste hvordan alvorlige reaksjoner skal forholdes til. Likevel var det ingen som hadde opplevd veldig alvorlige reaksjoner, og hadde ikke selv måtte tatt i bruk medikamenter og utstyr for behandling. Det er likevel variasjon i enkelte rutiner omkring allergisikring, spesielt ventetid etter kontrastinjeksjon varierte avhengig av institusjon. ESUR (2012) anbefaler en ventetid på avdeling på 30 minutter, men en institusjon hadde likevel valgt å ikke ha ventetid. Det vil kunne være utfordringer med plassbehovet slik ventetid kan skape, og i tillegg er moderne kontrastmidler i mye større grad trygg for pasienter enn eldre kontrastmidler brukt i studier ESUR legger til grunn for sine retningslinjer.

Forhåndsidentifisering av pasienter som kan utvikle reaksjoner virker som den mest

hensiktsmessige måten å individualisere bruken av kontrastmidler ved CT undersøkelser i forhold til allergi. Muligheten til å variere mellom forskjellige jodholdige kontrastmiddelmerker kan også vurderes på pasienter som tidligere har fått allergisk reaksjon, men kan ikke vurderes som en nødvendighet grunnet mildhetsgraden til moderne kontrastmidler.

Informantene kunne variere mengden kontrastmiddel som ble brukt per undersøkelse, og avhengig av institusjon kan den tilpasses pasientens kroppsvekt. Undersøkelser av større organer var spesielt tilpasningsmulig, på grunn av kontrastmiddelets egenskap til å fordele seg med ekstracellulærvæske. Redusering av kontrastmiddelmengde utover de bestemte prosedyrer må likevel regnes som usikkert, ettersom målet alltid vil være å skape en diagnostisk god undersøkelse. Risikoen for å ødelegge den diagnostiske verdien vurderes sterkere enn behovet for å redusere kontrastmengden. I følge de nyeste retningslinjene finnes det ikke en lav nok kontrastmiddeldose til at det kan regnes som helt trygt (Stacul et al., 2011), så det kan ansees som viktigere å forsikre at spesifikt risikopasienter for kontrastindusert nefropati får en tilpasset kontrastmengde enn å redusere mengden til pasienter generelt.

Informantene ga uttrykk for at CT undersøkelser kanskje kunne være et lett modalitetsvalg for rekvirenter, og de vurderte om de kanskje var klar over den faktiske stråledosen som brukes. Som radiografer må man vurdere den enkelte pasient før plassering i CT maskinen, for å forsikre at undersøkelsen ikke kan gjennomføres på et annet vis. Det vurderes om radiografer kanskje kan se seg blind på modaliteter, og må være oppmerksom på å individualisere undersøkelsesopplegget til pasientens beste, som kan bety å endre den planlagte modaliteten til en med lavere strålingsbruk.

Informantene forklarte at stråledosen kan spares gjennom justering av scannområde til det aktuelle området, og påpekte viktigheten i å ikke inkludere for mye anatomi i forsøk på å forsikre scannseriene. Finjustering av feltstørrelsen på CT må vurderes som et grunnleggende metode for å individualisere CT undersøkelsen, ettersom det er direkte avhengig av pasientstørrelse og anatomisk form. Bruken av rørstrømmodulering på CT bidrar til stor reduksjon av stråledose, men det er viktig å være bevisst de øvrige parametere, spesielt rørspenningen. Overvektige pasienter og barn er de pasientgruppene som har mest å tjene på

en større individualisering av CT parametere, særlig tilpassing av kV verdi. Det kan virke som institusjonene sjeldent varierer kV verdien på CT undersøkelser, og ikke alltid bruker variasjoner i kV for prosedyretilpassning. Radiografer må være i stand til å kontinuerlig opparbeide fortrolighetskunnskap, som også vil tilsi å rette kritisk blikk mot grunnlaget for egne handlinger. Å forholde seg til faste parameterverdier på grunn av tradisjonell rutine vil i følge Molander (1996) redusere oppmerksomheten til uventede og ukjente hendelser, og må ansees som en reduksjon av pasientsikkerheten. Fortrolig CT kunnskap blant radiografene må kunne oppnås for å sikre mulighetene til individualisering av undersøkelser. Barn er ekstra strålefølsomme og vil utsettes for mye lavere stråledose med en reduksjon av kV, mens overvektige vil kunne få mer diagnostiske bildeserier ved en økning i kV.

Ifølge informantene kunne arbeidsmengden på en CT lab kunne være ganske høy, og ofte var det vanskelig å vite hvordan prioriteringen skal gjennomføres når både polikliniske og ø-hjelp pasienter med samme hastegrad bestilles til CT. Enkelte dager kan tidspresset gjøre at radiografene mister litt oversikten, og ikke får tid til å kvalitetssjekke sitt eget arbeid. Det må antas at et slikt press vil kunne gå ut over pasientens opplevelse av undersøkelsen, gjennom mindre tid til å kommunisere med den enkelte pasient. Pasienters opplevelse av CT undersøkelser vil i så fall kunne ta skade, som artikkelen til Egestad (2010) viste. En tidspresset arbeidshverdag vil føre til rutinepreget arbeid, som må vurderes som en reduksjon av pasientsikkerheten. De fleste faktorene som påvirker CT undersøkelsene dokumenteres for regnskapsføring, og stråledosen blir også oppført, men likevel ikke brukt som en økonomisk faktor. Det kan tenkes at å bruke dokumenteringen av stråledosen til å tilrettelegge økonomiske midler vil gi større insentiv til å redusere stråledoser.

6. METODOLOGISKE STYRKER OG SVAKHETER

Vurdering av et forskningsprosjekts kvalitet er et kritisk viktig punkt for å kunne se på resultater og konklusjoner som sannferdige. Kvalitativ kvalitetsvurdering er tradisjonelt ikke like rammebetinget som vurdering av et kvantitativt prosjekt, der resultater kan vurderes i henhold til eksempelvis validitet og reliabilitet. Polit og Beck (2012, s. 582) forteller hvordan de mer tradisjonelle termene for kvalitetskontroll ofte kan bli skydd av kvalitative forskere, på grunn av termenes assosiasjon med det positivistiske paradigmet. Ettersom kvalitativ forskningstradisjon kan betegnes som et resultat av det konstruktivistiske eller naturalistiske paradigmet, som oppstod som en motbevegelse til positivismen, forstås motstanden mot å bruke termer fastsatt av "motstanderne" (Polit & Beck, 2012, s. 12-13). Ettersom det kvalitative baserer seg mer på det individuelle og særegne, så kan det vurderes at konstante personlige og subjektive innspill om mulige kriterier for kvalitetskontroll styrker metodens grunnlag, nemlig relativisme og individets særegenhet.

6.1 PERSPEKTIVER PÅ KVALITATIV KONTROLL

Mange forskere har forsøkt å innføre ulike modeller som kan brukes for kvalitativ kvalitetskontroll, sikkert i gode hensikter som forsøk på å skape enhetlige systemer faget kan samles rundt. Men uten et overordnet organ som kan bestemme kriterier for godkjenning av alle prosjekter, vil sannsynligvis resultatet bli at den gode intensjonen om å samle faget ender opp som bare enda en ny fremgangsmåte i en allerede tilnærmet valgfri mengde kontrollteorier. Det er likevel enkelte teorier som har fått mer fotfeste enn andre, Polit og Beck (2012, s. 584-585) diskuterer rammeverket satt av boken *Naturalistic Inquiry* (1985) av Yvonna Lincoln og Egon Guba som bruker kriteriene *credibility* [troverdighet], *dependability* [pålitelighet], *confirmability* [bekreftbarhet], *transferability* [overførbarhet] og la senere også til *authenticity* [autentisitet]. En videreføring av både Lincoln og Guba og flere sine kriteriesystem ble sammensatt av Whitemore, Chase, og Mandle (2001), med et overordnet fokus på det de definerer som validitet. Begrepene *credibility* og *authenticity* er fremdeles et hovedkriterie i Whitemore et. al sin modell, med tillegg av termene *criticality* [kritisk vurdering] og *integrity* [integritet] (Polit & Beck, 2012, s. 585-587).

6.2 TROVERDIGHET

Dette prosjektets troverdighet vurderes ut ifra presentasjonen av informantenes utsagn og tolkningen derav, hvordan jeg som forsker har videreført informasjon de har sagt. Det kan tenkes at en hardere tolkning med fokus på fortolkning av informanternes latente meninger ville skapt en større utfordring i sikring av troverdighet. All tolkning påvirkes og farges av tolkeren, men som forsker kan man likevel styre i hvor stor grad utsagn skal endres og omformuleres i håp om å skape meningsfulle uttrykk. Metodekapittelet i oppgaven tar for seg hvordan intervju og analyse prosessen har foregått i prosjektet, og fungerer som en dokumentasjon av arbeidet som gjennomføres med informantenes ord og uttrykk. En grundig dokumentasjon for datainnsamlingen vil sees på som kritisk for vurdering av troverdigheten til en studie, da det forteller en leser hvordan resultatene er generert. Dette prosjektets troverdighet sikres gjennom presentasjonene av informantenes utsagn som uendrede, og tolkning gjøres ved form av tilknytting til tematisk relevant litteratur uten nødvendigvis å forsøke å endre på selve utsagnene. I tillegg er diskusjonene rundt utsagnene også sett i forhold til litteratur på området, det unngås å trekke for mye bestemte slutninger basert på egen synsing utover drøftingen (Polit & Beck, 2012, s. 584-587; Whitemore et al., 2001).

6.3 AUTENTISITET

Autentisiteten til prosjektet vil være avhengig av i hvilken grad jeg som forsker er i stand til å presentere informantenes egne perspektiver og realiteter, i stedet for å forklare funn ut ifra mitt eget, gjerne tryggere, ståsted alene. I oppgaven har jeg tatt høyde for flere faktorer som påvirker informantene og deres handlinger, ikke minst de tidsmessige utfordringer. En essens i denne oppgaven har vært å forsøke å presentere informantenes daglige situasjoner, å kunne vise til de påvirkende faktorer de må medregne i gjennomføringen av CT undersøkelser. Presentasjon av funn fra intervjuer kan tenkes å være en utfordring for opprettholdelse av autentisitet, da en del av informantenes realiteter vil kunne forsvinne ved bruk av korte utsagn og klippet tekst. Det optimale for en autentisk presentasjon av et materiale kan vurderes å være bruk av informanternes egne historiefortellinger, men vil også kunne kreve mye av leseren. Bruken av utsagn i sin setningsoppbygde helhet kan likevel bidra til opprettholdelse av autentisiteten, og bidra til å finne en balansegang som ikke overrumpler en leser med tekstutsagn. Likevel er materialet som presenteres bare tekst, og vil mangle de nonverbale

nyanser som kan være en betydelig del av samtaler (Polit & Beck, 2012, s. 585-587; Whitemore et al., 2001).

6.4 KRITISK VURDERING OG INTEGRITET

En kritisk vurdering av prosjektet tilsier å vite hvorfor man har bestemt avgjørelsene som skapte, og gjennomførte, forskningsprosessen. Hensikten med prosjektet var å undersøke faktorer som kan påvirke radiografer i opprettholdelsen av en pasientsikker CT undersøkelse, og det ble avgjort å bruke en kvalitativ tilnærming. Mye av begrunnelsen for valg av metodikk, informanter og framgangsmåte er utdypet i både innledningen og metodekapittelet, men det er likevel utenforstående faktorer som påvirker de valg som er gjort. Prosjektet er en skoleoppgave for mastergrad, og vil i slik tilstand påvirke størrelsesomfanget som kan tolereres. Enkelt sett vil det være hensiktsmessig å rekruttere nesten så mange informanter som mulig om et prosjekt, men oppgavens skala og tidsbegrensning har måttet innvirke på innskrenkningen av antall informanter. Innenfor de rammer som oppgaven gir er det likevel blitt besluttet valg om emne for oppgaven, og både teoretisk bakgrunn og metodisk gjennomføringsmåte. Bakgrunn for emnevalg er beskrevet i innledningen, og er besluttet ut av en kombinasjon av CT modalitetens ansette risikofaktor og personlig interesse for feltet. Valg for den teoretiske bakgrunnen for stråling er basert på et ønske fra meg om å bidra til større forståelse for hvordan stråling fungerer og brukes i radiograffaget, og hvilke følger det kan ha for mennesker. På samme note har jeg følt det som nødvendig å trekke fram samfunnsperspektivet på stråling, og hvordan nyere tid har formet forståelsen av naturfenomenet. Ettersom oppgaven tar for seg radiografers handlinger rundt CT undersøkelser, følte jeg også det ville være berettiget å vise til kunnskapsteori som kan gjøre det enklere å klassifisere radiografers handlinger som utløp for kunnskapsformer. Også prosjektets integritet avspeiles gjennom beslutningene som ligger til grunn for valg av tematikk, og styrkes gjennom en grundig redegjørelse for de resultater og konklusjoner som framkommer. Funnene i prosjektet er i stor grad knyttet opp mot litteratur publisert i kontrollerte tidsskrift, og det kan anslås at en slik knytting unngår synsing og bruk av egne vinklinger på materialet. Mine tolkninger jordes til litteratur og springer ikke alene ut av egne meninger, og bidrar til å styrke prosjektets integritet (Polit & Beck, 2012, s. 586-587; Whitemore et al., 2001).

7. KONKLUSJON

Radiografens mulighet til å individualisere CT undersøkelser vil påvirkes av flere eksterne faktorer, som rekvisisjonsutfyllingen, kommentarer fra radiologer og institusjoners tidsmessige arbeidsmiljø. For radiografen selv er det kritisk viktig å være i stand til å arbeide på en fortrolig måte, å klare å skille det som kan regnes som det beste resultatet i individuelle undersøkelsessituasjoner fra eventuelle overordnede målsetninger. En konstant utfordring for radiografen vil være å forholde seg oppmerksom i påvente av uventede og ukjente hendelser, en oppmerksomhet som må brukes både i planlegging, gjennomføring og avslutning av CT undersøkelser. Radiografens handlinger kan ofte være knyttet opp mot fastlagte prosedyrer, men det er likevel viktig å være i stand til å utfordre sin egen påstandskunnskap, og stille kritiske blikk til den underliggende begrunnelsen for sine handlinger. Oppdatering av relevant påstandskunnskap vil kunne skille en radiografs arbeidsmetode fra å regnes som rutinearbeid, til å regnes som oppmerksomt arbeid. Radiografen er ansvarlig for sikkerheten til pasientene som kommer til CT, som innebærer mange teknisk avanserte faktorer innenfor både kontrastmiddelsikkerhet og strålevern. Individualisering av CT undersøkelsen må likevel være en hovedprioritering, og radiografen må kunne opparbeide sin egen fortrolighetskunnskap deretter. En oppmerksom arbeidsform vil kunne bidra til identifisering av risikopasienter for kontrastrelaterte bivirkninger, og radiografen må ha muligheten til å arbeide innenfor tidsrammer som tillater nødvendig kontroll. Det er en reell risiko for utvikling av patologiske seneffekter etter ioniserende bestråling av pasienter, og radiografen må kunne erkjenne sitt eget samfunnsmessige ansvar gjennom strålehygieniske tiltak. Den generelle oppfatningen av stråling og radioaktivitet i samfunnet er mildt sagt negativt, og en eventuell økning i kreftrisiko fra ioniserende stråling på grunn av manglende individualisering kan forventes å forverre oppfatningen. Ikke bare gjennom økt stråleindusert kreftinsidens, men også av en høyere andel pasienter som vil kunne unngå diagnostiske røntgenundersøkelser grunnet en ideologisk frykt for stråling.

Referanseliste

- Achenbach, S., Marwan, M., Ropers, D., Schepis, T., Pflederer, T., Anders, K., . . . Lell, M. M. (2010). Coronary computed tomography angiography with a consistent dose below 1 mSv using prospectively electrocardiogram-triggered high-pitch spiral acquisition. *European Heart Journal*, 31 (3), 340-346. doi: <http://dx.doi.org/10.1093/eurheartj/ehp470>
- Alderson, C. J., & Hogg, P. (2003). Advanced radiographic practice—the legal aspects. *Radiography*, 9 (4), 305-314. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.radi.2003.10.001>
- Almén, A., Friberg, E. G., Widmark, A., & Olerud, H. M. (2010). *Radiologiske undersøkelser i Norge per 2008. Trender i undersøkelsesfrekvens og stråledoser til befolkningen.* (Strålevern Rapport 2010:12). Østerås, Norge: Statens Strålevern. Hentet fra www.nrpa.no/dav/dc3ba89a7a.pdf 22.03.2012
- Barrett, B. J., & Parfrey, P. S. (2006). Preventing Nephropathy Induced by Contrast Medium. *New England Journal of Medicine*, 354 (4), 379-386. doi: <http://dx.doi.org/doi:10.1056/NEJMcp050801>
- Brenner, D. J., & Hall, E. J. (2007). Computed Tomography — An Increasing Source of Radiation Exposure. *The New England Journal of Medicine*, 357 (22), 2277-2284. doi: <http://dx.doi.org/10.1056/NEJMra072149>
- Brittain, J. E. (2006). Electrical Engineering Hall of Fame: William D. Coolidge. *Proceedings of the IEEE*, 94 (11), 2045-2048. doi: <http://dx.doi.org/10.1109/JPROC.2006.885128>
- Brody, A. S., Frush, D. P., Huda, W., & Brent, R. L. (2007). Radiation Risk to Children From Computed Tomography. *Pediatrics*, 120 (3), 677-682. doi: <http://dx.doi.org/10.1542/peds.2007-1910>
- Bush, W. H., & Swanson, D. P. (1991). Acute reactions to intravascular contrast media: types, risk factors, recognition, and specific treatment. *American Journal of Roentgenology*, 157 (6), 1153-1161. doi: <http://dx.doi.org/10.2214/ajr.157.6.1950858>
- Bushong, S. C. (2004). *Radiologic science for technologists : physics, biology, and protection* (8. utg.). St. Louis, MO: Elsevier Mosby.
- Catanzano, T. M. (2008, online 2009). *How to Think Like a Radiologist*. New York, NY: Cambridge University Press. Hentet fra <http://dx.doi.org/10.1017/CBO9780511575143>
- Choo, K. J. L., Simons, F. E. R., & Sheikh, A. (2012). Glucocorticoids for the treatment of anaphylaxis. *Cochrane Database of Systematic Reviews 2012* (4). doi: <http://dx.doi.org/10.1002/14651858.CD007596.pub3>
- Clarke, J. N., & Everest, M. M. (2006). Cancer in the mass print media: Fear, uncertainty and the medical model. *Social Science & Medicine*, 62 (10), 2591-2600. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.socscimed.2005.11.021>
- Cormack, A. M. (1963). Representation of a Function by Its Line Integrals, with Some Radiological Applications. *Journal of Applied Physics*, 34 (9), 2722-2727. doi: <http://dx.doi.org/10.1063/1.1729798>
- Davenport, M. S., Khalatbari, S., Cohan, R. H., & Ellis, J. H. (2013). Contrast Medium–induced Nephrotoxicity Risk Assessment in Adult Inpatients: A Comparison of Serum Creatinine Level– and Estimated Glomerular Filtration Rate–based Screening Methods. *Radiology* (Ikke tildelt utgavenummer). doi: <http://dx.doi.org/10.1148/radiol.13122462>

- Davidson, C., Stacul, F., McCullough, P. A., Tumlin, J., Adam, A., Lameire, N., & Becker, C. R. (2006). Contrast Medium Use. *The American Journal of Cardiology*, 98 (6, Supplement 1), 42-58. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.amjcard.2006.01.023>
- Dawson, P. (2006). Adverse reactions to intravascular contrast agents: Routine prophylaxis is not supported by evidence. *BMJ*, 333, s.663. doi: <http://dx.doi.org/10.1136/bmj.38981.652118.DE>
- Day, J. (2002). What is an expert? *Radiography*, 8 (2), 63-70. doi: <http://dx.doi.org/10.1053/radi.2002.0369>
- Dussol, B., Morange, S., Loundoun, A., Auquier, P., & Berland, Y. (2006). A randomized trial of saline hydration to prevent contrast nephropathy in chronic renal failure patients. *Nephrology Dialysis Transplantation*, 21 (8), 2120-2126. doi: <http://dx.doi.org/10.1093/ndt/gfl133>
- Egestad, H. (2010). Radiografens kommunikasjon med pasienter som gjennomgår en CT-undersøkelse. *Hold Pusten*, 5, 21-27. Hentet fra <http://www.holdpusten.no/vitenskapelig> 15.05.2012
- Ehrlich, R. A., & Coakes, D. M. (2013). *Patient care in radiography: with an introduction to medical imaging* (8. utg.). St. Louis, MO: Elsevier Mosby.
- ESUR Contrast Media Safety Committee. (2012, sist oppdatert mai 2012). *ESUR Guidelines on Contrast Media*. 8 utg. Hentet fra <http://www.esur.org/guidelines/> 21.04.2013
- Felleskatalogen. (2008, sist oppdatert 05.03.2013). *Røntgenkontrastmidler med jod*. Hentet fra <http://www.felleskatalogen.no/medisin/atc-register/V08A> 29.04.2013
- Felleskatalogen. (2012, sist oppdatert 05.03.2013). *Iomeron «Bracco Imaging S.p.A»*. Hentet fra <http://www.felleskatalogen.no/medisin/iomeron-bracco-imaging-s-p-a-560244> 20.04.2012
- Feuchtnr, G. M., Jodocy, D., Klauser, A., Haberkellner, B., Aglan, I., Spoeck, A., . . . Jaschke, W. (2010). Radiation dose reduction by using 100-kV tube voltage in cardiac 64-slice computed tomography: A comparative study. *European Journal of Radiology*, 75 (1), 51-56. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejrad.2009.07.012>
- Fischer, H. W., & Doust, V. L. (1972). An Evaluation of Pretesting in the Problem of Serious and Fatal Reactions to Excretory Urography. *Radiology*, 103 (3), 497-501. Hentet fra <http://radiology.rsna.org/content/103/3/497> 21.04.2013
- Frush, D. P., & Applegate, K. E. (2011). Radiation Risk from Medical Imaging: A Special Need to Focus on Children. Kapittel i: L. S. Medina, C. C. Blackmore & K. Applegate (Red.), *Evidence-Based Imaging* (s. 27-41). New York, NY: Springer New York. doi:http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4419-7777-9_3
- González, A. B. d., & Darby, S. (2004). Risk of cancer from diagnostic X-rays: estimates for the UK and 14 other countries. *The Lancet*, 363 (9406), 345-351. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/s0140-6736\(04\)15433-0](http://dx.doi.org/10.1016/s0140-6736(04)15433-0)
- González, A. B. d., Mahesh, M., Kim, K.-P., Bhargavan, M., Lewis, R., Mettler, F., & Land, C. (2009). Projected Cancer Risks From Computed Tomographic Scans Performed in the United States in 2007. *Archives of Internal Medicine*, 169 (22), 2071-2077. doi: <http://dx.doi.org/10.1001/archinternmed.2009.440>
- Graneheim, U. H., & Lundman, B. (2004). Qualitative content analysis in nursing research: concepts, procedures and measures to achieve trustworthiness. *Nurse Education Today*, 24 (2), 105-112. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.nedt.2003.10.001>
- Greenberger, P. A., Patterson, R., & Radin, R. C. (1984). Two pretreatment regimens for high-risk patients receiving radiographic contrast media. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 74 (4, del 1), 540-543. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/0091-6749\(84\)90391-9](http://dx.doi.org/10.1016/0091-6749(84)90391-9)

- Guttormsen, A. B. (2009). Anafylaksi: Alert, Aggressiv og Adrenalin. *Scandinavian Update Magazine*, 2009 (4), 5-9. Hentet fra http://www.scandinavian-update.org/magazine/pgs/tidligere_utgivelser.html 19.04.2013
- Hipp, A., Desai, S., Lopez, C., & Sinert, R. (2008). The incidence of contrast-induced nephropathy in trauma patients. *European Journal of Emergency Medicine*, 15 (3), 134-139. doi: <http://dx.doi.org/10.1097/MEJ.0b013e328270367d>
- Hooker, A. M. (2011). Radiation and risk: Is it time for a regulatory threshold dose? *Australasian Physical & Engineering Sciences in Medicine*, 34 (3), 299-301. doi: <http://dx.doi.org/10.1007/s13246-011-0097-x>
- Hounsfield, G. N. (1973). Computerized transverse axial scanning (tomography): Part I. Description of system. *British Journal of Radiology*, 46 (552), 1016-1022. doi: <http://dx.doi.org/10.1259/0007-1285-46-552-1016>
- Howlader, N., Noone, A. M., Krapcho, M., Garshell, J., Neyman, N., Altekruse, S. F., . . . Cronin, K. A. (2013). *SEER Cancer Statistics Review, 1975-2010*. Bethesda, MD: National Cancer Institute. Hentet fra http://seer.cancer.gov/csr/1975_2010/ 06.05.2013
- Huda, W., & Vance, A. (2007). Patient Radiation Doses from Adult and Pediatric CT. *American Journal of Roentgenology*, 188 (2), 540-546. doi: <http://dx.doi.org/10.2214/AJR.06.0101>
- Idée, J.-M., Pinès, E., Prigent, P., & Corot, C. (2005). Allergy-like reactions to iodinated contrast agents. A critical analysis. *Fundamental & Clinical Pharmacology*, 19 (3), 263-281. doi: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1472-8206.2005.00326.x>
- Imhof, H. (2006). Development of CT imaging. *MedicaMundi*, 50 (1), 48-51. Hentet fra <http://www.healthcare.philips.com/main/about/News/Publications/MedicaMundi/v50106.wpd> 16.05.2012
- Jacobs, J. E., Birnbaum, B. A., & Langlotz, C. P. (1998). Contrast media reactions and extravasation: relationship to intravenous injection rates. *Radiology*, 209 (2), 411-416. Hentet fra <http://radiology.rsna.org/content/209/2/411.abstract> 21.04.2013
- Kalender, W. A. (2011). *Computed Tomography: Fundamentals, System technology, Image Quality, Applications* (3. utg.). Erlangen, Tyskland: Publicis.
- Kalender, W. A., Deak, P., Kellermeier, M., Straten, M. v., & Vollmar, S. V. (2009). Application- and patient size-dependent optimization of x-ray spectra for CT. *Medical Physics*, 36 (3), 993-1007. doi: <http://dx.doi.org/10.1118/1.3075901>
- Kalra, M. K., Maher, M. M., Toth, T. L., Hamberg, L. M., Blake, M. A., Shepard, J.-A., & Saini, S. (2004). Strategies for CT Radiation Dose Optimization. *Radiology*, 230 (3), 619-628. doi: <http://dx.doi.org/10.1148/radiol.2303021726>
- Katayama, H., Yamaguchi, K., Kozuka, T., Takashima, T., Seez, P., & Matsuura, K. (1990). Adverse reactions to ionic and nonionic contrast media. A report from the Japanese Committee on the Safety of Contrast Media. *Radiology*, 175 (3), 621-628. Hentet fra <http://radiology.rsna.org/content/175/3/621.abstract> 20.04.2013
- Kinuya, S. (2012). A nuclear power plant accident in Fukushima: what should we do? *Annals of Nuclear Medicine*, 26 (2), 113-114. doi: <http://dx.doi.org/10.1007/s12149-011-0555-2>
- Kirkbright, S., & Brown, S. (2012). Anaphylaxis Recognition and management. *Australian Family Physician*, 41 (6), 366-370. Hentet fra <http://www.racgp.org.au/afp/2012/june/anaphylaxis-recognition-and-management/> 21.04.2013
- Krille, L., Hammer, G. P., Merzenich, H., & Zeeb, H. (2010). Systematic review on physician's knowledge about radiation doses and radiation risks of computed tomography. *European Journal of Radiology*, 76 (1), 36-41. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejrad.2010.08.025>

- Laroche, D., Aimone-Gastin, I., Dubois, F., Huet, H., Gérard, P., Vergnaud, M. C., . . . Bricard, H. (1998). Mechanisms of severe, immediate reactions to iodinated contrast material. *Radiology*, 209 (1), 183-190. Hentet fra <http://radiology.rsna.org/content/209/1/183.abstract> 21.04.2013
- Larson, D. B., Rader, S. B., Forman, H. P., & Fenton, L. Z. (2007). Informing parents about CT radiation exposure in children: it's OK to tell them. *American journal of roentgenology*, 189 (2), 271-275. doi: <http://dx.doi.org/10.2214/AJR.07.2248>
- Lasser, E. C. (1987). A coherent biochemical basis for increased reactivity to contrast material in allergic patients: a novel concept. *American Journal of Roentgenology*, 149 (6), 1281-1285. doi: <http://dx.doi.org/10.2214/ajr.149.6.1281>
- Levey, A. S., Stevens, L. A., Schmid, C. H., Zhang, Y., Castro, I. I. I. A. F., Feldman, H. I., . . . Coresh, J. (2009). A New Equation to Estimate Glomerular Filtration Rate. *Annals of Internal Medicine*, 150 (9), 604-612. doi: <http://dx.doi.org/10.7326/0003-4819-150-9-200905050-00006>
- Lincoln, Y. S., & Guba, E. G. (1985). *Naturalistic Inquiry*: SAGE Publications. Hentet fra <http://www.google.no/books?id=2oA9aWINEooC> 09.05.2013
- Linton, O. W. (1995). Medical Applications of X Rays. *Beam Line*, 25 (2), 25-34. Hentet fra <http://www.slac.stanford.edu/pubs/beamline/pastissues.html> 29.03.2012
- McCollough, C. H., Primak, A. N., Braun, N., Kofler, J., Yu, L., & Christner, J. (2009). Strategies for reducing radiation dose in CT. *Radiologic Clinics of North America*, 47 (1), 27-40. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rcl.2008.10.006>
- Meier, B. (2006). Percutaneous coronary intervention: past, present and future. *MedicaMundi*, 50 (1), 26-34. Hentet fra <http://www.healthcare.philips.com/main/about/News/Publications/MedicaMundi/v50106.wpd> 26.04.2012
- Modica, M. J., Kanal, K. M., & Gunn, M. L. (2011). The Obese Emergency Patient: Imaging Challenges and Solutions. *Radiographics*, 31 (3), 811-823. doi: <http://dx.doi.org/10.1148/rg.313105138>
- Molander, B. (1996). *Kunskap i handling* (2. utg.). Göteborg, Sverige: Daidalos.
- Morcos, S. K. (2005). Acute serious and fatal reactions to contrast media: our current understanding. *British Journal of Radiology*, 78 (932), 686-693. doi: <http://dx.doi.org/10.1259/bjr/26301414>
- Nilsen, B. H. (2011, sist oppdatert 20.12.2011). *Røntgen: Endring i henvisningsrutiner ved mistanke om redusert nyrefunksjon*. Hentet fra <http://www.unn.no/fastlegenytt/roentgen-endring-i-henvisningsrutiner-ved-mistanke-om-reduisert-nyrefunksjon-article90157-24459.html> 20.04.2013
- Olerud, H. M., Borgen, L., Friberg, E. G., Lysdahl, K. B., Silkoset, R. D., Widmark, A., & Saxeböl, G. (2009). Lessons Learned from 25 Years in Exploring Norwegian Radiology Practices from a Radiation Protection Point of View. Kapittel i: O. Dössel & W. C. Schlegel (Red.), *World Congress on Medical Physics and Biomedical Engineering, September 7 - 12, 2009, Munich, Germany* (Vol. 25/3, s. 197-200): Springer Berlin Heidelberg. doi:http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-03902-7_56
- Paiz, J. M., Angeli, E., Wagner, J., Lawrick, E., Moore, K., Anderson, M., . . . Keck, R. (2010, sist oppdatert 01.03.2013). *APA Style*. Hentet fra <http://owl.english.purdue.edu/owl/section/2/10/> 07.05.2013
- Polit, D. F., & Beck, C. T. (2012). *Nursing research : generating and assessing evidence for nursing practice* (9. utg.). Philadelphia, PA.: Wolters Kluwer Health.
- Porter, R. S., Kaplan, J. L., & Bushberg, J. T. (2009, sist oppdatert Februar 2012). *Radiation Exposure and Contamination. The Merck Manual for Health Care Professionals*. Hentet fra <http://www.merckmanuals.com/professional/index.html> 22.04.2013

- Radhakrishnan, S., Manoharan, S., & Fleet, M. (2005). Repeat survey of current practice regarding corticosteroid prophylaxis for patients at increased risk of adverse reaction to intravascular contrast agents. *Clinical Radiology*, 60 (1), 58-63. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.crad.2004.05.020>
- Reddan, D., & Fishman, E. K. (2008). Radiologists' knowledge and perceptions of the impact of contrast-induced nephropathy and its risk factors when performing computed tomography examinations: A survey of European radiologists. *European Journal of Radiology*, 66 (2), 235-245. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejrad.2007.05.012>
- Rehani, M. M., Kalra, M., McCollough, C., Nagel, H. D., Collins, L., & Kalender, W. (2007). Managing Patient Dose in Multi-Detector Computed Tomography (MDCT). *Annals of the ICRP*, 37 (1), 1-80. Hentet fra <http://www.sciencedirect.com/science/journal/01466453/37/1> 24.04.2013
- Rizzo, S., Kalra, M., Schmidt, B., Dalal, T., Suess, C., Flohr, T., . . . Saini, S. (2006). Comparison of Angular and Combined Automatic Tube Current Modulation Techniques with Constant Tube Current CT of the Abdomen and Pelvis. *American Journal of Roentgenology*, 186 (3), 673-679. doi: <http://dx.doi.org/10.2214/AJR.04.1513>
- Ropeik, D. (2012, 15 Juni). The Rise of Nuclear Fear - How We Learned to Fear the Radiation [Gjesteinnlegg]. Scientific American, Hentet fra <http://blogs.scientificamerican.com/guest-blog/2012/06/15/the-rise-of-nuclear-fear-how-we-learned-to-fear-the-bomb/> 12.05.2013
- Schopp, J. G., Iyer, R. S., Wang, C. L., Petscavage, J. M., Paladin, A. M., Bush, W. H., & Dighe, M. K. (2013). Allergic reactions to iodinated contrast media: premedication considerations for patients at risk. *Emergency Radiology* (Artikkel ikke tildelt utgavenummer.), 1-8. doi: <http://dx.doi.org/10.1007/s10140-012-1081-9>
- Seeliger, E., Flemming, B., Wronski, T., Ladwig, M., Arakelyan, K., Godes, M., . . . Persson, P. B. (2007). Viscosity of Contrast Media Perturbs Renal Hemodynamics. *Journal of the American Society of Nephrology*, 18 (11), 2912-2920. doi: <http://dx.doi.org/10.1681/asn.2006111216>
- Seeram, E. (2009). *Computed Tomography : Physical Principles, Clinical Applications, and Quality Control* (3. utg.). Philadelphia, PA: W.B. Saunders.
- Simpson, G., & Hartrick, G. S. (2007). Use of thoracic computed tomography by general practitioners. *The Medical Journal of Australia*, 187 (1), 43-46. Hentet fra www.mja.com.au/journal/2007/187/1 01.05.2013
- Solvang, P. (2000). The emergence of an us and them discourse in disability theory. *Scandinavian Journal of Disability Research*, 2 (1), 3-20. doi: <http://dx.doi.org/10.1080/15017410009510749>
- Song, K. S., Song, H. H., Park, S. H., Ahn, K. J., Yang, I. K., Byun, J. Y., . . . Bahk, Y. W. (1992). Impact of clinical history on film interpretation. *Yonsei Medical Journal*, 33 (2), 168-172. Hentet fra <http://www.eymj.org/DOIx.php?id=10.3349/ymj.1992.33.2.168> 17.04.2013
- Stacul, F., Molen, A. J., Reimer, P., Webb, J. A. W., Thomsen, H. S., Morcos, S. K., . . . Heinz-Peer, G. (2011). Contrast induced nephropathy: updated ESUR Contrast Media Safety Committee guidelines. *European Radiology*, 21 (12), 2527-2541. doi: <http://dx.doi.org/10.1007/s00330-011-2225-0>
- Statens Strålevern. (2009, sist oppdatert 04.12.2009). *Helserisiko ved stråling i helsevesenet*. Hentet fra <http://www.nrpa.no/radiologi/helserisiko> 30.03.2012
- Statistisk Sentralbyrå. (2009, sist oppdatert 26. juni 2009). *Helseforhold, levkårsundersøkelsen, 2008*. Hentet fra <http://www.ssb.no/helse/statistikker/helseforhold> 27.04.2013

- Strålevernloven. (2005). Lov om strålevern og bruk av stråling. (LOV-2000-05-12-36). Hentet fra <http://www.lovdatab.no/all/hl-20000512-036.html> 17.04.2013
- Svensson, A. (2012). *Optimization of Intravenous Contrast Media at Computed Tomography*. Lisensiat avhandling, Enheten for medicinsk bild, funksjon og teknologi; Karolinska Institutet, CLINTEC. Hentet fra <http://hdl.handle.net/10616/41008> 20.04.2013
- Szucs-Farkas, Z., Kurmann, L., Strautz, T., Patak, M. A., Vock, P., & Schindera, S. T. (2008). Patient Exposure and Image Quality of Low-Dose Pulmonary Computed Tomography Angiography: Comparison of 100- and 80-kVp Protocols. *Investigative Radiology*, 43 (12), 871-876. doi: <http://dx.doi.org/10.1097/RLI.0b013e3181875e86>
- Taylor, M. (2005). Interviewing. Kapittel i: I. Holloway (Red.), *Qualitative Research in Health Care* (s. 39-53). Maidenhead, England: Open University Press.
- Thomsen, H. S. (2009a). Contrast Medium-Induced Nephropathy. Kapittel i: H. S. Thomsen & J. A. W. Webb (Red.), *Contrast Media - Safety Issues and ESUR Guidelines* (s. 63-80). Berlin, Tyskland: Springer Berlin Heidelberg. doi:http://dx.doi.org/10.1007/978-3-540-72784-2_9
- Thomsen, H. S. (2009b). Management of Acute Adverse Reactions. Kapittel i: H. S. Thomsen & J. A. W. Webb (Red.), *Contrast Media - Safety Issues and ESUR Guidelines* (s. 53-60). Berlin, Tyskland: Springer Berlin Heidelberg. doi:http://dx.doi.org/10.1007/978-3-540-72784-2_8
- Thomsen, H. S., & Morcos, S. K. (1999). Contrast media and metformin: guidelines to diminish the risk of lactic acidosis in non-insulin-dependent diabetics after administration of contrast media. *European Radiology*, 9 (4), 738-740. doi: <http://dx.doi.org/10.1007/s003300050746>
- Thue, G., & Sandberg, S. (2013, sist oppdatert 13.03.2013). *Glomerulær filtrasjonsrate, estimert*. *Norsk Nevrologisk Forenings Prosedyrer*. Hentet fra <http://nevro.legehandboka.no/prover-og-svar/klinisk-kjemi/blodprover/estimert-gfr-egfr-16154.html> 28.04.2013
- Tien, H. C., Tremblay, L. N., Rizoli, S. B., Gelberg, J., Spencer, F., Caldwell, C., & Brennemann, F. (2007). Radiation Exposure From Diagnostic Imaging in Severely Injured Trauma Patients. *The Journal of Trauma and Acute Care Surgery*, 62 (1), 151-156. doi: <http://dx.doi.org/10.1097/TA.0b013e31802d9700>
- Toprak, O. (2013). Contrast-Induced Nephropathy. Kapittel i: B. G. Baskot (Red.), *What Should We Know About Prevented, Diagnostic, and Interventional Therapy in Coronary Artery Disease*. Rijeka, Kroatia: InTech. doi:<http://dx.doi.org/10.5772/54032>
- Tupper, J., & Visser, S. (2010). Anaphylaxis: A review and update. *Canadian Family Physician*, 56 (10), 1009-1011. Hentet fra <http://www.cfp.ca/content/56/10/1009.short> 21.04.2013
- United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. (2010). *Sources and Effects of ionizing radiation* (Vol. 1). Wien, Østerrike: United Nations Publication. Hentet fra <http://www.unscear.org/unscear/en/publications.html> 27.09.2012
- United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. (2011). *Report of the United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation 2010*. Wien, Østerrike: United Nations Publication. Hentet fra <http://www.unscear.org/unscear/en/publications.html> 27.09.2013
- Webb, J. A. W. (2009). Prevention of Acute Reactions. Kapittel i: H. Thomsen & J. W. Webb (Red.), *Contrast Media - Safety Issues and ESUR Guidelines* (s. 43-51). Berlin, Tyskland: Springer Berlin - Heidelberg. doi:http://dx.doi.org/10.1007/978-3-540-72784-2_7

- Whittemore, R., Chase, S. K., & Mandle, C. L. (2001). Validity in Qualitative Research. *Qualitative Health Research*, 11 (4), 522-537. doi: <http://dx.doi.org/10.1177/104973201129119299>
- Widmark, A., & Friberg, E. G. (2007). *Veileder 5b: Veileder om representative doser for røntgenundersøkelser. Veileder til forskrift om strålevern og bruk av stråling*. Østerås, Norge: Statens Strålevern. Hentet fra www.nrpa.no/dav/5184774fe5.pdf 09.05.2012
- Wolf, G. L., Mishkin, M. M., Roux, S. G., Halpern, E. F., Gottlieb, J., Zimmerman, J., . . . Thellman, C. (1991). Comparison of the Rates of Adverse Drug Reactions: Ionic Contrast Agents, Ionic Agents Combined with Steroids, and Nonionic Agents [Abstract] *Investigative Radiology*, 26 (5), 404-410. Hentet fra <http://journals.lww.com/investigativeradiology/toc/1991/05000> 21.04.2013
- Wormnæs, O. (1984). *Vitenskapsfilosofi*. Elektronisk database: Nasjonalbiblioteket. Hentet fra <http://lenkeserv.bibsys.no/lenkeserv/action/serv?id=110050833&bib=> 08.05.2013
- Yoshikawa, D., Isobe, S., Sato, K., Ohashi, T., Fujiwara, Y., Ohyama, H., . . . Murohara, T. (2011). Importance of oral fluid intake after coronary computed tomography angiography: An observational study. *European Journal of Radiology*, 77 (1), 118-122. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejrad.2009.07.011>

Vedlegg 1

Intervjuguide

Hovedfokus: Opprettholdelse av strålevern og kontrasthåndtering

Hvordan vurderes den enkelte pasients situasjon i forkant av undersøkelsesvalg?

Hvilke retningslinjer og veiledere forholder du deg til når du skal velge kontrastmiddel til en pasient?

- Når, og i hvor stor grad, vil du kunne variere ut ifra de (eventuelle) retningslinjer?

Hvordan er dine muligheter til å vurdere, og endre CT undersøkelsesprosedyrer for å bedre sikre en pasient med tanke på strålevern?

- Hvilke faktorer føler du vil være mest relevant å tilpasse pasienten?

Hvordan er arbeidsmengden på CT?

Føler du at du har tilstrekkelig tid til å gi hver pasient et komplett og sikkert undersøkelsestilbud?

- Er det nødvendig å prioritere enkelte tekniske vurderinger over andre?

Hvordan kan en radiograf utvikle seg trygg og kompetent handlingsevne på CT?

- Eventuelle mønstre eller gjentakende utfordringer for studenter og nye radiografer?

Hvilke egne erfaringer synes du er særlig nyttig for å arbeide på din CT- lab?

- Får du og andre radiografer på avdelingen delt deres erfaringer for å skape bedre arbeidspraksis?

- Opplever du å komme i konflikt med retningslinjer og regler for CT undersøkelser, om du vil avvike fra en prosedyre for å bedre tilrettelegge for pasienten?

Føler du selv det er noe vi ikke har snakket om angående radiografens sikre bruk av stråling og kontrast som du vil ta opp nå?

Kan følge opp informantene med spørsmål fortløpende, for å gå dypere inn på tematikk som viser seg interessant i intervjuprosessen.

Norsk samfunnsvitenskapelig datatjeneste AS
NORWEGIAN SOCIAL SCIENCE DATA SERVICES



Harald Hårfagres gate 29
N-5007 Bergen
Norway
Tel: +47-55 58 21 17
Fax: +47-55 58 96 50
nsd@nsd.uib.no
www.nsd.uib.no
Org.nr. 985 321 884

Nina Ermaus
Institutt for helse- og omsorgsfag
Universitetet i Tromsø
MH-bygget
9037 TROMSØ

Vår dato: 17.10.2011

Vår ref: 28026 / 3 / PB

Deres dato:

Deres ref:

KVITTERING PÅ MELDING OM BEHANDLING AV PERSONOPPLYSNINGER

Vi viser til melding om behandling av personopplysninger, mottatt 14.09.2011. All nødvendig informasjon om prosjektet forelå i sin helhet 04.10.2011. Meldingen gjelder prosjektet:

28026	<i>Radiografens utfordringer i utøvelse av CT prosedyrer. Blir erfaring og litteratur forenet i praksis, med et mål om å skape en pasientsikker CT undersøkelse?</i>
Behandlingsansvarlig	Universitetet i Tromsø, ved institusjonens øverste leder
Daglig ansvarlig	Nina Ermaus
Student	Henning Nysted

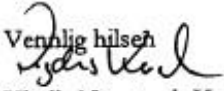
Personvernombudet har vurdert prosjektet og finner at behandlingen av personopplysninger er meldepliktig i henhold til personopplysningsloven § 31. Behandlingen tilfredsstiller kravene i personopplysningsloven.

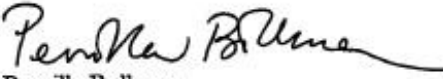
Personvernombudets vurdering forutsetter at prosjektet gjennomføres i tråd med opplysningene gitt i meldeskjemaet, korrespondanse med ombudet, eventuelle kommentarer samt personopplysningsloven/-helseregisterloven med forskrifter. Behandlingen av personopplysninger kan settes i gang.

Det gjøres oppmerksom på at det skal gis ny melding dersom behandlingen endres i forhold til de opplysninger som ligger til grunn for personvernombudets vurdering. Endringsmeldinger gis via et eget skjema, http://www.nsd.uib.no/personvern/forsk_stud/skjema.html. Det skal også gis melding etter tre år dersom prosjektet fortsatt pågår. Meldinger skal skje skriftlig til ombudet.

Personvernombudet har lagt ut opplysninger om prosjektet i en offentlig database, <http://www.nsd.uib.no/personvern/prosjektoversikt.jsp>.

Personvernombudet vil ved prosjektets avslutning, 31.05.2012, rette en henvendelse angående status for behandlingen av personopplysninger.

Vennlig hilsen

Vigdis Namtvedt Kvalheim


Pernilla Bollman

Kontaktperson: Pernilla Bollman tlf: 55 58 24 10
Vedlegg: Prosjektvurdering
Kopi: Henning Nysted, Målselvgate 6, 9007 TROMSØ

Personvernombudet for forskning



Prosjektvurdering - Kommentar

Prosjektnr: 28026

Formålet med prosjektet er å belyse kunnskapen radiografer sitter med, knyttet opp mot risikovurderinger og ansvarsforhold. Mer spesifikt vil fokuset være på stråleverntiltak og bruken av kontrastmidler ved større CT-undersøkelser av lunger og abdomen. Begrunnelsen for å undersøke akkurat CT-modaliteten, er at den kombinerer to faktorer som er potensielt helseskadelige; ioniserende stråling og jod-holdige kontrastmidler. Hvordan forholder kliniske radiografer seg til gjennomføring av CT-thorax-abdomen/bekken undersøkelser med bruk av kontrastmiddel, med vektlegging på kontrastrelaterte bivirkninger og strålevern, i forhold til pasientsikker utøvelse?

Studien vil foregå ved hjelp av intervjuer med radiografer samt observasjoner av radiografer ved utøvelse av CT-undersøkelser av thorax-abdomen/bekken på pasienter. Det vil bli registrert personopplysninger mht. radiografer som omfatter bl.a. navn, alder, kjønn, arbeidsplass, faglig kompetanse. Intervjuer blir behandlet som lydfiler og transkribert på pc. Navn vil bli erstattet av en kodenøkkel og navnelisten vil bli oppbevart atskilt fra det øvrige datamaterialet. Senest ved prosjektslutt 31.05.2012 vil datamaterialet anonymiseres ved at navneliste og lydopptak slettes samt at eventuelt personidentifiserende bakgrunnsopplysninger i datamaterialet slettes eller endres/grovkategoriseres.

Personvernombudet for forskning mottok 04.10.2011 et revidert informasjonsskriv til informantene (radiografene) i prosjektet og finner skrevet tilfredsstillende. Det innhentes et aktivt gyldig samtykke til deltagelse i prosjektet, jf. personopplysningsloven § 8 første ledd (samtykke).

Det vil ikke på noe tidspunkt registreres noen form for personidentifiserende opplysninger mht. pasientene. Studenten innhenter et aktivt samtykke fra aktuelle pasienter i forkant av undersøkelsen, til at han kan observere undersøkelsen som pasienten skal gjennomgå. Ombudet mottok 04.10.2011 et informasjonsskriv som skal presenteres for aktuelle pasienter og finner skrevet tilfredsstillende.

Forespørsel om deltagelse i forskningsprosjektet

”Radiografens utfordringer i utøvelse av CT prosedyrer: Blir erfaring og litteratur forenet i praksis, med et mål om å skape en pasientsikker CT undersøkelse?”

Bakgrunn og hensikt

Som radiograf og masterstudent ved Universitetet i Tromsø håper jeg å kunne bidra til det norske radiograffaget med min masteroppgave. I den hensikt vil jeg utforske de reelle situasjoner som oppstår på norske røntgenavdelinger, i denne omgang på en CT lab.

Dette er derfor en forespørsel til deg om å delta i mitt prosjekt, med det mål å belyse radiografens forhold til strålevern og håndtering av kontrastmidler ved større CT undersøkelser. Jeg håper å kunne samle informasjon om radiografens erfaringer og meninger rundt det å skulle sikre en pasientsikker undersøkelse, og samtidig oppnå tilstrekkelig diagnostisk verdi ved CT thorax/abdomen/bekken og CT thorax/abdomen undersøkelser.

Formålet med prosjektet vil være å belyse radiografens kompetanse når det gjelder pasientsikkerhet ved store CT undersøkelser, og å kunne vise en realistisk tilnærming til det å forholde seg til store pasientmengder og samtidig vurdere undersøkelsene individuelt.

Hva innebærer studien?

Jeg vil gjerne foreta et intervju, så du selv vil med egne ord kunne fortelle meg om opplevelsene på din CT- lab. Intervjuet vil være semi-strukturert, altså vil jeg ikke avgrense meg til mine egne spørsmål alene, men håper heller på at vi vil kunne opprettholde intervjuet i et temabasert samtalemiljø.

I tillegg ønsker jeg å kunne få observere deg i gjennomføringen av utvalgte CT thorax/abdomen- og thorax/abdomen/bekken undersøkelser, for å kartlegge gjennomføringen av denne undersøkelsesformen i en tilnærmet “vanlig” poliklinisk situasjon. Målet for observasjonen vil altså være å observere og dokumentere hvordan en prosedyrebasert

Vedlegg 3 s2 av 3

undersøkelse i praksis blir tilrettelagt for de enkelte pasienter, og å belyse eventuelle faktorer som kan gjøre individuell tilrettelegging vanskeligere eller lettere.

I forbindelse med denne observeringen vil det også være nødvendig å informere de aktuelle pasientene om min observasjon av undersøkelsene, selv om jeg ikke vil registrere noen form for personopplysninger av pasientene i prosjektet. Denne informeringen kan gjennomføres av ansvarlig radiograf på CT, eller meg selv før selve undersøkelsen. Jeg vil medbringe et lettfattet informasjonsskriv for pasientene hvor jeg tydeliggjør at ingen pasientopplysninger vil registreres, og hva observasjonen vil innebære.

Hvis du er villig til å delta i intervjuet og/eller la deg bli observert i forbindelse med gjennomføringen av en eller flere CT-undersøkelser ber jeg deg om å ta kontakt med meg så vi kan avtale et tidspunkt.

Intervjuet vil bli tatt opp på bånd, og transkriberes fortløpende etter intervjuet er ferdig. Alle samtaler vil bli slettet fra båndopptakeren når transkriberingen er gjennomført, og lydfilene fra båndopptakeren vil bli overført til en passord beskyttet minnepenn, som rent fysisk vil bli oppbevart i et låst skap som bare jeg selv vil ha tilgang til. Når jeg tar i bruk lydfilene vil det foregå alene på et lukket rom, og på en datamaskin som ikke tilkoblet et nettverk fysisk eller trådløst. Lydfilene vil slettes når prosjektet avsluttes primo mai 2012. Båndopptakeren vil også oppbevares fysisk låst i eget skap så lenge det er informasjon lagret på selve opptakeren.

Som helsepersonell og student er jeg underlagt taushetsplikt, og all personlig informasjon vil anonymiseres i oppgaven, hvor jeg i stedet vil henvise til ”informant” A, B eller C. All data fra intervju vil behandles konfidensielt, også i selve oppgaven. Det vil altså for en leser ikke være mulig å identifisere deg ut av oppgavens tekst.

Deltagelse i studiet er helt frivillig, og du kan når som helst trekke deg fra prosjektet, før, under, eller etter intervjuet er ferdig uten å oppgi grunn, og du har rett å få alle opplysninger du har bidratt med slettet eller anonymisert.

Studien er tilrådd av personvernombudet for forskning, Norsk Samfunnsvitenskapelige Datatjeneste (NSD) før oppstart.

Vedlegg 3 s3 av 3

Med vennlig hilsen,

Henning Nysted

99 26 73 25

henningnysted@hotmail.com

Masterstudent

Prosjektansvarlig:

Nina Emaus

77 66 07 62

Professor

Helse- og omsorgsfag

Tromsø 30.10.2011

Vedlegg 4

Samtykkeerklæring

“I hvilken grad kan radiografer i daglig arbeid individualisere pasienters omfattende CT undersøkelser, og vektlegge strålehygiene og kontrastmiddelsikkerhet?”.

Jeg, (skriv navnet ditt her).....

Har mottatt og lest forespørselen med informasjon om prosjektet, og samtykker i at opplysningene jeg gir i intervju kan brukes i det aktuelle forskningsprosjekt av masterstudent.....

Jeg er kjent med at opplysningene ikke vil kobles til mitt navn og ikke skal være gjenkjennbare, og at alle opplysninger som lagres på bånd skal slettes etter bruk.

Jeg er kjent med min rettighet til å trekke meg fra prosjektet når som helst, om det skulle være ønskelig, uten å oppgi begrunnelse.

På bakgrunn av denne informasjonen, samtykker jeg til å delta i prosjektet.

E-postadresse

Tlf

Signatur

Dato og sted

Vedlegg 5 **Forespørsel om deltagelse i forskningsprosjektet**

”Radiografens utfordringer i utøvelse av CT prosedyrer: Bli erfaring og litteratur forenet i praksis, med et mål om å skape en pasientsikker CT undersøkelse?”

Som radiograf og masterstudent ved Universitetet i Tromsø håper jeg å kunne bidra til det norske radiograffaget med min masteroppgave. I den hensikt vil jeg utforske de reelle situasjoner som oppstår på norske røntgenavdelinger, i denne omgang på en CT lab.

Formålet med prosjektet vil være å belyse radiografens kompetanse i individuell tilrettelegging av CT undersøkelser, og å kunne vise en realistisk tilnærming til det å forholde seg til store pasientmengder, og samtidig vurdere undersøkelsene individuelt.

I denne sammenheng ønsker jeg å kunne observere radiografen som gjennomfører din undersøkelse. Dette betyr at jeg vil være med på undersøkelsesrommet, men vil ikke delta aktivt i selve undersøkelsen.

Som helsearbeider og student er jeg underlagt taushetsplikt, og siden det er radiografens arbeid som er relevant for mitt prosjekt vil jeg ikke bruke eller registrere noen form for pasientopplysninger eller annen informasjon som kan identifisere deg.

Dette betyr at informasjon om deg personlig og som pasient ikke vil bli brukt i mitt prosjekt, men derimot hvordan radiografen gjennomfører din undersøkelse.

Deltakelse i dette prosjektet er helt frivillig, du kan når som helst både før og i undersøkelsen uttrykke at du ikke vil at jeg skal være med og observere din undersøkelse. Etter undersøkelsen kan du også om ønskelig be om at min observering av radiografen som gjennomfører din undersøkelse ikke blir en del av mitt prosjekt.

Med vennlig hilsen,

Henning Nysted

99 26 73 25

henningnysted@hotmail.com

Masterstudent

Universitetet i Tromsø

Prosjektansvarlig:

Nina Emaus

77 66 07 62

Professor

Helse- og omsorgsfag