

Elisabeth Moum
Johanne Egilsdatter Ramsli

Kartlegging av kunnskap om berettigelse ved CT-undersøkelser av barn

Bacheloroppgave i Radiografi

Veileder: Kristin Rambech

Mai 2020

Elisabeth Moum
Johanne Egilsdatter Ramsli

Kartlegging av kunnskap om berettigelse ved CT-undersøkelser av barn

Bacheloroppgave i Radiografi
Veileder: Kristin Rambech
Mai 2020

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Fakultet for medisin og helsevitenskap
Institutt for sirkulasjon og bildediagnostikk

Forord

Denne bacheloroppgaven er vår avsluttende oppgave på radiografutdanningen ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU) i Trondheim. Vi ble tidlig enige om at vi begge var interessert i å skrive om CT og barn, og om det blir gjort nok for å skjerme barn fra unødvendig stråling. Valget falt på å undersøke kunnskap om berettigelse ved CT-undersøkelser av barn. Dette har vært et spennende tema å skrive om som har gitt oss ny innsikt og mer kunnskap.

Vi ønsker å takke vår veileder Kristin Rambech for god veiledning, nyttige innspill og kompetente råd. Til slutt ønsker vi å takke våre fantastiske lærere som har veiledet oss gjennom hele utdanningsløpet.

Trondheim, 27.05.2020

Elisabeth Moum & Johanne Egilsdatter Ramsli

Sammendrag

Problemstilling: Hvilken kunnskap finnes det om berettigelse som dosereduserende tiltak ved CT-undersøkelser av barn?

Hensikt: Formålet med studien var å kartlegge hva som er publisert om temaet kunnskap om berettigelse og barn på CT, for å få et innblikk i konsekvensene av økende bruk av CT av barn, og hvordan økt kunnskap om berettigelse kan bidra til å redusere antallet undersøkelser.

Metode: Denne studien er en kvalitativ litteraturstudie med et eksplorativt design. Søk ble gjennomført på databasene PubMed, MedLine og Science Direct med utvalgte søkeord og kriterier. Seks forskningsartikler som omhandler berettigelse, CT og barn ble inkludert.

Resultat: Det er ikke publisert mange studier om kunnskap om berettigelse og barn på CT. I den inkluderte forskningen ser man at det er mangel på kunnskap om ioniserende stråling og barn. Resultatene viser at tiltak som bevissthetskampanjer, retningslinjer og tilgang til alternative modaliteter reduserer stråledosen til pasientene, men mer utdanning om strålevern og videre tiltak er nødvendig for å øke kunnskapen om berettigelse av barn på CT.

Konklusjon: Resultatene i denne studien viser at økt kunnskap om berettigelse kan være et svært viktig dosereduserende tiltak.

Nøkkelord: CT, barn, strålefølsomhet, kreft, berettigelse.

Abstract

Research question: What knowledge is there about justification as a dose-reducing measure of pediatric CT examinations?

Purpose: The purpose of this study was to map what is published on the topic of knowledge about justification and children on CT, to gain an insight into the consequences of increasing use of CT in children, and how increased knowledge of justification can help reduce the number of examinations.

Method: This study is a qualitative literature study with an explorative design. Searches were conducted on the PubMed, MedLine and Science Direct databases with selected keywords and criteria. Six research articles that concern justification, CT and children were included.

Results: There are few published studies about knowledge of justification and children in CT. The included research shows that there is a lack of knowledge about ionizing radiation and children. The results show that measures such as awareness campaigns, guidelines and access to alternative modalities reduce the radiation dose to patients, but more education about radiation protection and further measures are needed to increase knowledge of the justification of children on CT.

Conclusion: The results of this study show that increased knowledge of justification can be a very important dose-reducing measure.

Keywords: CT, child, radiosensitivity, cancer, justification.

Innholdsfortegnelse

Innledning.....	1
Stråling og barn.....	1
Forskning og kampanjer	2
Problemstilling.....	4
Metode.....	5
Valg av metode	5
Avgrensninger.....	5
Søkestrategi.....	5
Fremgangsmåte for analyse	7
Etiske vurderinger	8
Resultat.....	9
Inkluderte studier	9
Studiens metode og deltakere.....	9
Stråledose og risiko.....	12
Kunnskap om berettigelse.....	12
Diskusjon.....	14
Økt bruk av CT	14
Doser, optimalisering og risiko.....	14
Kunnskap hos henvisende leger, radiologer og radiografer.....	15
Kunnskap om berettigelse.....	17
Metode	18
Konklusjon	20
Referanseliste.....	21

Innledning

Undersøkelser med ioniserende stråling skal være optimalisert, og begrepet ALARA (as low as reasonably achievable) betyr at man skal strebe etter å holde stråledosen så lav som mulig, og samtidig sikre ønsket diagnostisk informasjon (Widmark *et al.* 2018). Slike undersøkelser er forbundet med høyere risiko for barn enn voksne og bør derfor optimaliseres. Ioniserende stråling av barn kan føre til kreft, og de vanligste krefttypene hos barn er hjernesvulster og leukemi, i tillegg får en tredel av de som får kreft andre svulster (Zeller og Bechensteen, 2018). Årsaken til at barn er mer strålefølsomme er blant annet fordi deres celler oftere er i celledelingsfasen, mitose, som følge av at de er i vekst. I celledelingsfasen er celler mer strålefølsomme enn i andre faser av cellesyklusen. I tillegg tar senskader hos barn lengre tid å manifestere seg enn hos voksne.

Berettigelse er viktig for å sikre at pasienter ikke blir utsatt for unødvendig stråling. I veileder 5, §39. fra Direktoratet for Strålevern og Atomsikkerhet (DSA) er berettigelsesvurdering av medisinske røntgenundersøkelser beskrevet slik:

Medisinsk strålebruk er berettiget dersom de samlede diagnostiske eller terapeutiske fordeler for individ og samfunn er større enn ulempene strålebruken medfører.

Fordeler og risiko ved alternative metoder for samme formål, som innebærer liten eller ingen eksponering for ioniserende stråling, skal vurderes (Widmark *et al.* 2018).

Berettigelse baserer seg på at den medisinske strålebruken skal komme pasienten mer til nytte enn til skade. Berettigelse vurderes derfor på tre forskjellige nivåer (ICRP, 2007; Widmark *et al.* 2018). Kort oppsummert handler det første nivået om at stråling i medisin skal være berettiget på et overordnet nivå. Nivå to er blant annet at apparat og prosedyre fører til resultater for pasienten, enten det er informasjon eller behandling. Det tredje nivået består av at berettigelsen skal vurderes for hver enkelt pasient og bruken av medisinsk stråling skal komme pasienten til nytte (ICRP, 2007; Widmark *et al.* 2018).

Stråling og barn

Computertomografi (CT) er en modalitet som har økt i bruk, og dette har ført til bekymring i de nordiske landene fordi uberettiget bruk av CT gir økt risiko for utvikling av malignitet (DSA, 2012b). Av alle CT-undersøkelser er mellom 20% og 75% bedømt som ikke

berettigede, altså at pasientene ikke har utbytte av dem (DSA, 2012a). På grunn av bekymringer rundt den økte CT-bruken ønsker Nordic Society for Radiation Protection (NSFS) å skape mer oppmerksomhet rundt den potensielle risikoen og redusere uberettigete CT-undersøkelser (DSA, 2012a). For å oppnå dette har de skapt et konsept som handler om bevissthet, hensiktsmessighet og revisjon. Dette fordi CT gir en høyere stråledose enn vanlige røntgenundersøkelser. Stråledosen fra en CT-undersøkelse kan sammenlignes med tre års bakgrunnsstråling, og i Norden bidrar CT til 50-80% av befolkningens dose fra medisinsk stråling. I Norge ligger gjennomsnittsdosen fra bakgrunnsstråling på ca. 4,5 mSv i året (DSA, 2019b).

Den vanligste indikasjonen for CT av barn er alvorlige og multiple traumer, og denne undersøkelsen har ingen gode alternativer (Sorantin *et al.* 2013). Fordi barn er mer strålefølsomme enn voksne er det viktig å øke kunnskapen om dosereduserende tiltak for barn på modaliteter som CT. Berettigelse for hver undersøkelse av barn er et viktig tiltak, og retningslinjer for henvisning til korrekt bruk av bildediagnostikk er utarbeidet og tilgjengelige fra blant annet American College of Radiology, Europakommisjonen med flere (Khong, Frush og Ringertz, 2012). Den internasjonale kommisjonen for strålevern (ICRP) skriver i publikasjon nummer 121 om strålevern ved pediatrik diagnostikk (ICRP, 2013). Berettigelse og optimalisering blir spesielt vektlagt som uunnværlige prinsipper for strålevern av barn. Optimalisering handler om å balansere forholdet mellom ulemper og fordeler ut i fra ALARA-prinsippet, og bør tilpasses individet ut i fra tilgjengelig informasjon om protokollen, dosen, alternative protokoller eller modaliteter, pasienten og tidligere gjennomførte undersøkelser. Det er også viktig at radiologer har kunnskap om alternative modaliteter og andre dosebesparende tiltak (ICRP, 2013).

Forskning og kampanjer

Det finnes flere internasjonale organisasjoner og kampanjer som arbeider med å spre informasjon om berettigelse, CT og barn. I 2007 ble en allianse for strålevern innen pediatrik bildediagnostikk dannet, og innen 2009 hadde alliansen 47 nasjonale og internasjonale medlemmer, inkludert grunnleggerne The American College of Radiology, The American Association of Physicists in Medicine, The American Society of Radiological Technologists og The Society for Pediatric Radiology (Goske *et al.* 2010). Målet er å sikre trygghet og høy bildekvalitet ved å øke bevisstheten rundt behovet for å justere stråledosen til barn. Image

Gently er en kampanje denne alliansen fører for å spre informasjon om risiko knyttet til stråling og strålevern til alle som henviser til, eller jobber med bildediagnostikk. Kampanjen oppfordrer til bruk av CT kun ved berettigelse på bakgrunn av medisinsk indikasjon, for å unngå unødvendig stråling. DSA deltar i en europeisk kampanje «Henvis pasienten din til rett bildediagnostiske undersøkelser» (DSA, 2019a). Kampanjen retter seg mot henvisende leger, og sikter på å øke bevisstheten rundt riktig bruk av bildediagnostikk. DSA har på bakgrunn av dette utarbeidet informasjon om syv punkter, blant annet “hva bør jeg vurdere før jeg henviser et barn til en bildediagnostisk undersøkelse?” (DSA, 2019a). Under dette punktet nevnes økt strålefølsomhet og alternative modaliteter som ikke benytter ioniserende stråling.

En stor multinasjonal, retrospektiv kohort-studie om CT av barn og unge voksne og risiko, startet i 2011. Studien ble kalt EPI-CT (Epidemiological study to quantify risks for paediatric computerized tomography and to optimise doses) hvor Belgia, Danmark, Frankrike, Nederland, Norge, Spania, Sverige, Storbritannia og Tyskland deltok (Bernier *et al.* 2019). Studien omhandlet barn og unge voksne fra 0-22 år som ikke hadde hatt en kreftdiagnose før, eller opptil ett år etter sin første CT-undersøkelse. Studien beregnet standardiserte dødelighetsforhold (SDF), det vil si forholdet mellom observerte og forventede antall dødsfall basert på nasjonale referanser, for hvert av landene. Resultatene viste at SDF var særlig sterkt forhøyet de fem første årene etter den første CT-undersøkelsen, og var oppgitt å være statistisk signifikant. SDF forble betydelig økt for tidsperioden etter fem år med unntak av i Belgia og Spania. Frankrike, Nederland, Storbritannia og Tyskland har publisert analyser om forholdet mellom ioniserende stråling og kreftforekomst. Alle viste en økning i antall CNS-tumorer hos barn som hadde fått utført CT, og to studier fant den samme relasjonen til leukemi (Bernier *et al.* 2019).

Silkoset og Friberg publiserte i 2014 rapporten ”Strålevern i utdanningene for helsepersonell: kartlegging av strålevernundervisningen for utvalgte helseprofesjoner som er involvert i arbeid med medisinsk strålebruk”. På grunn av økt bruk av modaliteter som gir høye stråledoser til pasienter er det viktig å kartlegge hvilken kompetanse helsepersonell som benytter medisinsk stråling har om strålevern, for å sikre trygg bruk. Rapporten viste at radiografstudenter i Norge får mer undervisning i strålevern enn ICRP anbefaler og derfor har høy kunnskap om temaet. Blant medisinstudentene og legene i spesialisering (LIS) i gastroenterologisk kirurgi, nukleærmedisin, hjertesykdommer, ortopedisk kirurgi og radiologi var det kun LIS i nukleærmedisin som hadde flere undervisningstimer enn hva ICRP

anbefaler. De andre havnet under ICRP sine anbefalinger om antall undervisningstimer innen strålevern.

Merzenich *et al.* (2012) gjennomførte en studie som vurderte tyske barnelegers, kirurgers og allmennlegers kunnskap om stråledoser og potensielle risikoer ved CT av barn. Til tross for at 30% av legene henviste kun 1-5 barn årlig, var hele 42% av henvendelsene relatert til mindre diagnoser eller uspesifikke symptomer. De fant også at 66% av legene underestimerte stråledosen fra CT av barn. Lignende studier er gjort andre steder. I Norge gjennomførte Borgen, Stranden og Espeland (2010) en studie, hvor et spørreskjema ble distribuert til 213 klinikere. Denne viste at 57,7% av klinikerne underestimerte dosen fra CT thorax, og i tillegg avdekket studien at begrenset kunnskap om stråling ikke ble kompensert ved å benytte retningslinjer. Kun 20% av klinikerne benyttet retningslinjer ved henvisning til CT. Det ble derfor konkludert med at berettigelsen var suboptimal ved henvisninger.

Problemstilling

Som nevnt innledningsvis er barn mer strålefølsomme enn voksne, og bruken av CT øker. Derfor er det interessant å undersøke hvilke dosereduserende tiltak som blir gjort ved CT-undersøkelser av barn, med fokus på berettigelse. Formålet med studien er å kartlegge hva som er publisert om kunnskap om berettigelse og barn på CT for å få et innblikk i konsekvensene av økende bruk av CT av barn, og hvordan økt kunnskap om berettigelse kan bidra til å redusere antallet undersøkelser. Oppmerksomhet rundt viktigheten av korrekt berettigelse, og økt kunnskap om modalitetene kan bidra til å redusere stråledosen til pasienter. Dermed er målet med studien: **Hvilken kunnskap finnes det om berettigelse som dosereduserende tiltak ved CT-undersøkelser av barn?**

Metode

Valg av metode

Denne studien er en kvalitativ litteraturstudie med et eksplorativt design. Få studier er publisert innenfor valgt tema, og derfor er det lite kunnskap tilgjengelig. På grunn av dette ble scoping review valgt som metode. Scoping review har som mål å gi en oversikt over tilgjengelig litteratur og identifisere viktige egenskaper eller faktorer knyttet til et konsept (Munn *et al.* 2018). Denne metoden egner seg også til å identifisere eventuelle kunnskapshull. Artikkene som ble brukt i studien er fagfellevurderte og vitenskapelige, og omhandler risiko, kunnskap og berettigelse av CT ved undersøkelser av barn. Variablene av interesse var barn, CT, kunnskap, berettigelse, kreft og dosereduksjon. Basert på DSA's definisjon av berettigelse ble også optimalisering benyttet. Dette fordi under begrepet berettigelse handler det om at undersøkelsen skal vurderes for hver pasient, og føre til resultater for pasienten. For å oppnå dette må man optimalisere undersøkelsene til hver enkelt pasient.

Avgrensninger

Inklusjonskriterier i studien var at artikkene skulle handle om barn og unge voksne i alderen 0-22 år, som har vært til CT-undersøkelse og ikke har hatt kreft tidligere. Aldersintervallet ble valgt slik at artikler som omhandler barn og unge voksne kunne inkluderes i studien. Artikkene skulle være publisert mellom 2010 og i dag. Litteratursøket ble gjort på engelsk for å få flest mulige treff. Artikler fra land som har sammenlignbart helsevesen med Norge ble inkludert, som Canada, Frankrike, Tyskland og Storbritannia.

Søkestrategi

Litteratursøkene ble utført i kjente medisinske databaser som PubMed, MedLine og Science Direct i perioden februar-mars 2020. Søkeordene som ble benyttet var "CT", "child", "radiosensitivity" og "cancer". Artikkene i søket ble begrenset til tidsskriftartikler, og søk med treff på <200 artikler ble vurdert. Ut i fra overskrift, sammendrag eller hele artikkelen vurderte vi om artikkelen var aktuell for denne litteraturstudien. Alle detaljene fra søkene er ført i søkeskjema for etterprøvnbarhet, noe som gjør litteraturstudien mer pålitelig. Tabellene viser hvilke kombinasjoner av søkeordene som ble benyttet.

Søkeordene ble bestemt etter pilotsøk, hvor det ble lest artikler som var relevante med samme nøkkelord. Deretter ble det gjennomført søk med forskjellige ord og ordkombinasjoner for å

finne passende artikler. For å undersøke hvilke ord som ga flest relevante treff, ble det gjennomført flere søk med ord som “awareness”, “risk”, “optimisation”, “dose”, “dose reduction” og “justification”. Ordene var nøye utvalgte, fordi de var benyttet som nøkkelord i artiklene funnet i pilotsøkene. Som nevnt over ble ordene “CT” “child” “radiosensitivity” og “cancer” de utvalgte søkeordene. I tillegg til søkemotorene nevnt tidligere, ble det gjort søk med de samme søkeordene i Oria, Cinahl og Google Scholar. Disse søkemotorene ga ikke få nok relevante treff med de utvalgte ordene og ble derfor ekskludert.

Tabell 1. PudMed - strategi og funn

Søk nr.	Emneord	Antall artikler identifisert	Antall artikler vurdert som potensielt relevante (ikke vurdert >200)	Antall artikler inkludert
1	CT	225 286	Ikke vurdert	Ikke vurdert
2	Child	916 503	Ikke vurdert	Ikke vurdert
3	Radiosensitivity	70 047	Ikke vurdert	Ikke vurdert
4	Cancer	1 542 445	Ikke vurdert	Ikke vurdert
5	1 and 2	20 975	Ikke vurdert	Ikke vurdert
6	1 and 3	2309	Ikke vurdert	Ikke vurdert
7	1 and 2 and 3	152	8	4
8	1 and 2 and 3 and 4	102	5	2

Tabell 2. MedLine - strategi og funn

Søk nr.	Emneord		Antall artikler identifisert	Antall artikler vurdert som potensielt relevante (ikke vurdert >200)	Antall artikler inkludert
1	CT		4586	Ikke vurdert	Ikke vurdert
2	Child		10 991	Ikke vurdert	Ikke vurdert
3	Radiosensitivity		2801	Ikke vurdert	Ikke vurdert

4	Cancer		49 204	Ikke vurdert	Ikke vurdert
5	1 and 2		15 498	Ikke vurdert	Ikke vurdert
6	1 and 3		87	1	0
7	1 and 2 and 3		14	0	0
8	1 and 2 and 3 and 4		7	0	0

Tabell 3. Science Direct - strategi og funn

Søk nr.	Emneord	Antall artikler identifisert	Antall artikler vurdert som potensielt relevante (ikke vurdert >200)	Antall artikler inkludert
1	CT	310 854	Ikke vurdert	Ikke vurdert
2	Child	184 127	Ikke vurdert	Ikke vurdert
3	Radiosensitivity	4875	Ikke vurdert	Ikke vurdert
4	Cancer	449 829	Ikke vurdert	Ikke vurdert
5	1 and 2	14 540	Ikke vurdert	Ikke vurdert
6	1 and 3	1862	Ikke vurdert	Ikke vurdert
7	1 and 2 and 3	187	11	2
8	1 and 2 and 3 and 4	149	10	2

Fremgangsmåte for analyse

I analysen av artiklene benyttet vi en induktiv analyse. Ved en induktiv fremgangsmåte går man fra data til teori og følger på den måten et eksplorerende opplegg, noe som er passende fordi denne studien har et eksplorativt design (Tjora, 2018, s. 259). Data fra ulike studier ble derfor trukket ut for å belyse problemstillingen, og ut i fra dette ble teorien i denne studien formet. Vi systematiserte funnen i kategorier: stråledose og risiko, og kunnskap om berettigelse. Under stråledose og risiko fokuserte vi på kjennskap til stråledoser, mottatte stråledoser og malignitet. Kunnskap om berettigelse omhandler kunnskap om modaliteter, indikasjoner, optimalisering, retningslinjer og overveielse av fordeler og ulemper.

Hovedfokuset har vært kunnskap om berettigelse, og alle artiklene omhandler CT og barn. Noen av studiene inkludert omhandler også økt kreftrisiko for barn på CT.

Etiske vurderinger

Fordi dette er en kvalitativ litteraturstudie har det ikke vært behov for å søke til REK (regionale komiteer for medisinsk og helsefaglig forskningsetikk). Data i artiklene er allerede anonymisert av forfatterne. Etiske betraktninger som likevel må tas hensyn til er bruken av andres forskning.

Resultat

Inkluderte studier

I denne litteraturstudien ble det inkludert seks studier. I resultattabellen er studienes metode, antall deltakere, kunnskap om berettigelse, resultat og konklusjon presentert. Alle studiene konkluderer med at flere tiltak må til for å oppnå en forbedring når det gjelder dosereduserende tiltak for barn på CT.

Studiens metode og deltakere

De inkluderte studiene har svært ulike design og metoder. To av studiene var spørreundersøkelser rettet mot henvisende leger, de resterende fire studiene var rettet mot pasienter hvor to var kohortstudier, en var retrospektiv kohortstudie, og den siste var en retrospektiv studie. Felles for alle studiene var at de ble gjennomført på grunn av en økning i antall CT-undersøkelser og fordi barn er spesielt strålefølsomme, noe som har ført til at oppmerksomheten og bekymringen rundt risiko om malignitet har økt. For eksempel gjennomførte Irving *et al.* (2016) sin studie fordi antall CT-undersøkelser økte med 111% fra 2001 til 2013 i Saskatchewan, Canada. Heyer *et al.* (2010) og Bernier *et al.* (2012) rapporterte også om en økt bruk av CT av barn i Tyskland og Frankrike som bakgrunn for sine studier. To av studiene var rettet mot leger som deltakere. I den ene deltok både henvisende leger inkludert barneleger, samt radiologer og radiografer. Den andre studien var rettet mot barneleger. Begge studiene ønsket å undersøke kunnskapen om dose og risiko, og hadde en svarprosent på over 90%. De resterende fire studiene inkluderte pediatriske pasienter og unge voksne i et aldersspenn fra 0-22 år som hadde fått utført en eller flere CT-undersøkelser. Antall inkluderte deltakere varierte fra 355 191 i studien til Pearce *et al.* (2012) til 157 i studien til Livingston *et al.* (2014). Alle studiene var opptatt av dose, enten om de selv beregnet dose, eller ba deltakerne estimere korrekt dose for en gitt undersøkelse.

Tabell 4. Resultattabell med oversikt over inkluderte studier, metode, deltakere, kunnskap om berettigelse, resultat og konklusjon.

Studie	Metode	Deltakere	Kunnskap om berettigelse?	Resultat (stråledose og risiko)	Konklusjon
Bernier, Rehel, Brisse, Wu-Zhou, Caer-Lorho, Jacob, Chateil, Aubert & Laurier (2012)	Kohortstudie	27 362 pasienter	Optimalisering av prosedyrene må vurderes.	Gjennomsnittlig 1,6 undersøkelser pr. barn, med en gjennomsnittsdose på 3,2 mSv.	CT fører til høye doser til strålefølsomme organ.
Heyer, Hansmann, Peters & Lemburg (2010)	Spørreundersøkelse	134 barneleger	Manglende kunnskap om dosereduserende tiltak, alternative modaliteter og ALARA.	35% estimerte korrekt dose for CT thorax av et spedbarn uten tilpasninger, og 96% underestimerte dosen som kan spares ved barneprotokoller.	Korrekt indikasjon for CT av barn er viktig, for å oppnå dette kreves mer informasjon og utdanning. Særlig om mulige bivirkninger som følge av ioniserende stråling.
Inman, Otley, Dummer, Ciu, Schmidt & Parker (2015)	Retrospektiv kohortstudie	22 867 pasienter	Kampanjer og retningslinjer er nødvendig for å øke kunnskap og bevissthet.	Bruk av CT blant pasienter <10 år gikk ned, mens bruken av CT blant 15-19 årige pasienter gikk opp. Samtidig mottok 58 pasienter en dose på over 50 mSv.	Kampanjer som Image Gently, retningslinjer og økt tilgjengelighet til alternative modaliteter har ført til mindre bruk av CT hos yngre pasienter.
Irving, Leswick, Fladeland, Lim & Bryce (2016)	Spørreundersøkelse	308 henvisende leger, radiologer og radiografer	Manglende kunnskap om stråledose og alternative modaliteter.	Et flertall mente det var risiko for malignitet ved CT, men fåtallet kunne estimere korrekt dose.	Studien konkluderer med at det er rom for forbedring, og mer utdanning for alle tre gruppene er aktuelt.

Livingston, Igric, Vogt, Parry & Merritt (2014)	Retrospektiv studie	157 pasienter	Dosebesparende tiltak bør videreutvikles. Bedre kjennskap til ALARA, og bedre utnyttelse av alternative modaliteter er viktig. Samt bedre indikasjoner for CT-undersøkelser.	Gjennomsnittsdosen var 13,5 mSv, og total effektiv dose varierte fra 0-61 mSv. 87% av undersøkelsene førte ikke til videre handlinger, og 30% av undersøkelsene besto av revurdering av tilstand uten endring i klinisk status.	Pediatrike traumepasienter er eksponert for en signifikant stråledose på grunn av CT-undersøkelser.
Pearce, Salotti, Little, McHugh, Lee, Kim, Howe, Ronckers, Rajaraman, Craft, Parker & González (2012)	Kohortstudie	355 191 pasienter	Kliniske fordeler skal alltid overveie risikoen. Kunnskapen har økt, men det er fremdeles behov for mer informasjon om blant annet alternative modaliteter.	Sjansen for leukemi ble tredoblet ved kumulativ dose på 50 mGy, og tredoblet for hjernetumor ved kumulativ dose på 60 mGy. Det ble rapportert ett ekstra tilfelle pr. 10.000 pasient av både leukemi og hjernetumor.	Det er viktig å skåne barn for høye stråledoser. CT skal bare gjennomføres når det er klinisk berettiget. Det trengs mer kunnskap og empirisk data. Reguleringer og retningslinjer viktige fremover.

Stråledose og risiko

I studien av Irving *et al.* (2016) ble stråledosen fra CT vurdert som høy. Et flertall mente at det var risiko for utvikling av kreft etter en abdomen-bekken CT-undersøkelse, hvor 18% av henvisende leger, 28% av radiologene og 22% av radiografene valgte riktig doseestimat for undersøkelsen. Heyer *et al.* (2010) dokumenterte at effektiv dose fra CT thorax av et spedbarn uten tilpasninger ble korrekt estimert av 35% av barnelegene og underestimert av 56%. 96% underestimerte samtidig dosen som kan spares ved å benytte tilpassede barneprotokoller ved CT thorax.

Livingston *et al.* (2012) dokumenterte at hver pasient gjennomsnittlig gjennomgikk 2,6 undersøkelser og gjennomsnittsdosen var 13,5 mSv, mens den totale effektive dosen varierte fra 0-61 mSv. I Bernier *et al.* (2012) var gjennomsnittet 1,6 undersøkelser pr. barn, med en gjennomsnittsdose på 3,2 mSv. Studien til Inman *et al.* (2015) viste at 58 pasienter mottok en dose på over 50 mSv.

I Irving *et al.* (2016) svarte 23% av henvisende leger, 3% av radiologene og 24% av radiografene at det ikke var risiko for malignitet ved én enkelt CT-undersøkelse. 95% av henvisende leger, 100% av radiologene og 90% av radiografene svarte at det var økt risiko ved gjentakende eksponeringer. Pearce *et al.* (2012) fant i sin studie at sjansen for å få leukemi ble tredoblet ved 5-10 CT caput undersøkelser med kumulativ dose på 50 mGy, mens sjansen for hjernetumor ble tredoblet av 2-3 CT caput undersøkelser med en kumulativ dose på 60 mGy. Det ble funnet en sammenheng mellom stråling fra CT-undersøkelser og leukemi og hjernetumorer hos deltakerne i studien. Blant pasientene som var under 10 år kunne de 10 år etter første CT-undersøkelse estimere ett ekstra tilfelle av leukemi og ett ekstra tilfelle av hjernetumor per 10 000 pasient.

Kunnskap om berettigelse

I studien fra Irving *et al.* (2016) svarte 20% av henvisende leger, 6% av radiologene og 7% av radiografene at MR benytter ioniserende stråling. 11% henvisende leger, 0% radiologer og 7% radiografer svarte at ultralyd også benyttet stråling. Også Heyer *et al.* (2010) viste at 14% av barnelegene trodde MR benyttet ioniserende stråling, og 15% kjente til ALARA, som forskerne skriver er en av de viktigste prinsippene i pediatrik radiologi.

Livingston *et al.* (2014) viste at 87% av CT-undersøkelsene ikke førte til videre handlinger. 30% av indikasjonene for nye undersøkelser besto av revurdering av tilstand uten endring av klinisk status. Resultatene til Inman *et al.* (2015) viste at bruken av CT til barn under 10 år gikk ned med ca. 50%, mens den gikk opp hos de fra 15-19 år.

Livingston *et al.* (2014) fant at pediatriske traumepasienter mottar en betydelig stråledose fra CT-undersøkelser. Mens Bernier *et al.* (2012) konkluderte med at CT-undersøkelser i ung alder fører til relativt høye doser til strålefølsomme organer. De stilte spørsmål om fordelene og ulempene blir overveid, og avsluttet med at store variasjonen mellom observerte doser gjør at optimaliseringen av prosedyrene må vurderes. Pearce *et al.* (2012) skriver at kliniske fordeler skal overveie risikoen, at stråledoser fra CT bør holdes så lav som overhodet mulig og at alternative modaliteter som ikke benytter ioniserende stråling bør vurderes; som å benytte ALARA-prinsippet og bare gjennomføre undersøkelser som er berettiget, som i Image Gently kampanjen. Denne kampanjen er nevnt i flere av studiene.

Irving *et al.* (2016) og Heyer *et al.* (2010) avslutter begge med at det er nødvendig med mer informasjon og utdanning. Inman *et al.* (2015), Livingston *et al.* (2014) og Pearce *et al.* (2012) skriver at økt kjennskap og tilgjengelighet til alternative modaliteter som ikke benytter ioniserende stråling er viktig.

Diskusjon

Økt bruk av CT

I flere av studiene blir økt bruk av CT nevnt og i noen tilfeller er det selve årsaken til gjennomføring av studien. I studien av Irving *et al.* (2016) viser de til at bruken av CT i Saskatchewan i Canada økte med 111% fra 2001 til 2013. Heyer *et al.* (2010) og Bernier *et al.* (2012) rapporterte også om økt bruk av CT av barn i Tyskland og Frankrike som bakgrunn for sine studier. Dette er i samsvar med tendensen man har sett i Norden som har ført til konseptet NSFS har utviklet for å skape oppmerksomhet rundt risiko og stråledose. En konsekvens av økt bruk av CT kan være flere tilfeller av kreft hos barn. Pearce *et al.* (2012) estimerte ett ekstra tilfelle av leukemi og ett ekstra tilfelle av hjernetumor per 10 000 pasient. Dette tilsvarer at 1 av 5000 vil kunne utvikle en av disse krefttypene, men sier ikke noe om andre typer. Artikkelen var inkludert i EPI-CT studien, som avdekket at SDF var sterkt forhøyet og var oppgitt å være statistisk signifikant de fem første årene etter den første CT-undersøkelsen (Bernier *et al.* 2019).

I studien fra Inman *et al.* (2015) kunne man se at bruken av CT for barn under 10 år sank med ca. 50%, mens bruken hos de fra 15-19 år gikk opp. Dette har trolig sammenheng med økt kunnskap og bevissthet rundt berettigelse på grunn av kampanjen Image Gently og innføring av retningslinjer. Image Gently har som hensikt å øke kunnskapsnivået når det kommer til risiko ved stråling og hvilke tiltak som kan gjøres når det kommer til strålevern, og nevnes i flere av studiene. Et viktig tema i kampanjen er at CT-undersøkelser kun skal benyttes når de er berettiget for å skåne pasienten for unødvendig stråling. Norge deltar i et lignende konsept via NSFS hvor målet er å redusere uberettigete CT-undersøkelser ved å ha fokus på bevissthet, hensiktsmessighet og revisjon (DSA, 2012a). Dette viser at det er internasjonalt fokus på å minske antall CT-undersøkelser.

Doser, optimalisering og risiko

I studien gjort av Bernier *et al.* (2012) var gjennomsnittsdosen for de pediatrike pasientene 3,2 mSv. Men i flere studier kan man se at noen barn mottok høyere stråledoser fra CT-undersøkelser. Fra Livingston *et al.* (2014) varierte mottatt dose fra 0-61 mSv, mens Inman *et al.* (2015) viste at 58 av pasientene mottok stråledoser på over 50 mSv. For å sammenligne med den gjennomsnittlige bakgrunnsstrålingen den norske befolkningen får på ca. 4,5 mSv per år, mottar disse pediatrike pasientene betydelige stråledoser (DSA, 2019b). Det er også

stor variasjon mellom dosene i de ulike studiene, som igjen leder til spørsmål om protokollene ved CT-undersøkelsene er optimalisert. Innledningsvis ble det nevnt at barn er mer strålefølsomme enn voksne, noe som er viktig å ta i betraktning i forhold til de høye stråledosene barna utsettes for.

Et flertall av deltakerne i studien til Irving *et al.* (2016) mente det var økt risiko for utvikling av malignitet etter en abdomen-bekken CT-undersøkelse. Samtidig mente 23% av henvisende leger at det ikke var økt risiko ved en enkelt CT-undersøkelse, men 95% mente at risikoen økte ved kumulativ stråleeksponering. Resultatene fra EPI-CT viste at stråling fra CT førte til økt risiko etter gjennomgått undersøkelse, og at risikoen for malignitet er sterkt forhøyet allerede fra den første undersøkelsen (Bernier *et al.* 2019). Derfor er det betenkelig når 23% av de henvisende legene ikke mener én enkelt CT-undersøkelse fører til økt risiko. Hos deltakerne i studien til Pearce *et al.* (2012) ble det funnet en sammenheng mellom stråledosen fra CT-undersøkelser og leukemi og hjernetumorer. Ved kumulativ dose på 50 mGy fra CT caput ble sjansen for leukemi tredoblet, mens ved kumulativ dose på 60 mGy fra CT caput tredobles sjansen for hjernetumor.

Heyer *et al.* (2010) avdekket at kun 15% av barnelegene kjente til ALARA prinsippet, noe som er urovekkende få med tanke på at dette er en av de viktigste reglene når det kommer til pediatrik radiologi. Spesielt med tanke på at flere av studiene inkludert har nevnt ALARA som en del av løsningen for å få ned stråledosen til barn. Både Pearce *et al.* (2012) og Livingston *et al.* (2014) nevner at bedre kjennskap til ALARA er viktig, dette vil bidra til optimalisering av stråledosen samtidig som man sikrer ønsket diagnostisk informasjon (Widmark *et al.* 2018). Optimalisering og berettigelse blir av ICRP vektlagt som uunnværlige strålevernprinsipper av barn, og fremhever ALARA som et viktig element for å redusere stråledosen og sikre korrekt indikasjon på henvendelser (ICRP, 2013). Derfor er det av stor betydning at kunnskapen om ALARA øker.

Kunnskap hos henvisende leger, radiologer og radiografer

Det flere av studiene har til felles er at de viser til manglende kunnskap hos helsepersonell som jobber med pediatrik radiologi. Både Irving *et al.* (2016) og Heyer *et al.* (2010) ba leger estimere stråledosen fra en CT-undersøkelse, og begge studiene fant at et fåtall estimerte korrekt dose. I studien av Irving *et al.* (2016) kunne for eksempel bare 18% av henvisende leger, 28% av radiologene og 22% av radiografene estimere riktig dose for en abdomen-

bekken CT-undersøkelse. I studien til Heyer *et al.* (2010) kunne 35% av barnelegene korrekt estimere dosen fra en CT thorax av et spedbarn uten tilstrekkelige tilpasninger, mens 56% underestimerte dosen. Og hele 96% underestimerte dosen som potensielt kan spares ved å tilpasse protokollene. Dette ligner det Borgen, Stranden og Espeland (2010) fant i sin studie fra Norge hvor 57,7% av klinikerne underestimerte dosen fra CT thorax, og Merzenich *et al.* (2012) hvor 66% underestimerte dosen.

I Irving *et al.* (2016) kom det fram bekymringsverdige tall når det gjelder kunnskap om alternative modaliteter som MR og ultralyd. I spørreundersøkelser viste det seg at 20% av henvisende leger, 6% av radiologene og 7% av radiografene trodde MR ga ioniserende stråling og 11% av henvisende leger, 0% av radiologene og 7% av radiografene også trodde at ultralyd ga ioniserende stråling. Også i Heyer *et al.* (2010) mente 14% av barnelegene at MR benytter ioniserende stråling. Dette er problematisk da tilgjengelige retningslinjer sier at alternative modaliteter som MR og ultralyd alltid skal vurderes (Ngo *et al.* 2018). 5 av 6 inkluderte studier konkluderer med at alternative modaliteter uten ioniserende stråling, som MR og ultralyd, alltid bør vurderes, og at kunnskapen rundt alternative modaliteter heves. Utdanning, tilgjengelighet og tid er faktorer som påvirker valg av modalitet. Blant annet skriver Bernier *et al.* (2012) at CT er en rask og lett tilgjengelig modalitet, der det for eksempel ikke kreves sedering av pediatriske pasienter.

Rapporten fra Silkoset og Friberg fra 2014 viste som nevnt i innledningen at radiografer i Norge har mer enn anbefalt undervisning i temaet strålevern, mens medisinstudenter og leger har under anbefalt. Hvis man ser på tilbakemeldingene fra universiteter med profesjonsstudium i medisin kommer det frem at de blir tilbudt 1-4 timer undervisning om strålevern, noe som ikke er innenfor ICRP sine anbefalinger. Ingen av universitetene hadde læringsutbyttet i strålevern, til tross for at ICRP anbefaler 5-10 timer undervisning om strålevern for medisinstudenter. Blant LIS legene var det kun LIS i nukleærmedisin som hadde flere undervisningstimer enn ICRP's anbefalinger. Både på medisinstudiet og i spesialistutdanningene har legene lite undervisning om strålevern. Dette gir grunn til bekymring, på grunn av økende bruk av medisinsk stråling (Silkoset og Friberg, 2014). Hvis strålevern er like lite inkludert i helseprofesjonsutdanninger i andre land, kan det kanskje forklare den manglende kunnskapen i de inkluderte studiene.

Kunnskap om berettigelse

Når det gjelder korrekt indikasjon for en undersøkelse med ioniserende stråling kom det fram i studien fra Livingston *et al.* (2014) at 30% av nye undersøkelser av de pediatrike pasientene på traumesenteret ble gjort uten endring i klinisk status. I samme studie fant de også at hele 87% av gjennomførte CT-undersøkelser ikke førte til videre handlinger for pasientene. Dette er oppsiktsvekkende med tanke på berettigelse. Som nevnt i innledningen vurderes berettigelse på tre nivåer (ICRP, 2007; Widmark *et al.* 2018). Når hele 87% av undersøkelsene ikke fører til videre handlinger, kan dette tyde på at det ikke er tatt hensyn til alle tre nivåene. I rapporten til Silkoset og Friberg (2014) kommer det frem at berettigelse og vurdering av henvisningskriterier er nevnt i svært liten grad i utdanningen til radiologene. Dette er bekymringsfullt fordi manglende fokus på berettigelse fører til at flere undersøkelser kan gjennomføres uten korrekt indikasjon, og dermed påføre pasientene unødvendige stråledoser. Noe som igjen går utover selve kjernen i begrepet berettigelse, at de samlede diagnostiske fordelene skal være større enn ulempene strålingen medfører (Widmark *et al.* 2018).

Fordi barn er mer strålefølsomme enn voksne er det svært viktig å henvisne barn til CT kun ved medisinsk indikasjon, og Image Gently, ICRP, NSFS og DSA har fokus på berettigelse og optimalisering som vesentlige prinsipper for strålevern av barn. Kampanjene som Image Gently og “Henvis pasienten din til rett bildediagnostisk undersøkelse” retter seg mot henvisende leger med mål om å sikre trygghet til pasientene (DSA, 2019a). Dette ved å blant annet opplyse om at undersøkelser skal være berettiget på bakgrunn av medisinsk indikasjon og alternative modaliteter. Selv om flere av artiklene viser til bedring innen bevissthet rundt strålevern på grunn av Image Gently, presenterer de et videre ønske om flere lignende tiltak. Retningslinjer for korrekt henvisning ligger lett tilgjengelig blant annet gjennom Europakommisjonen og ICRP (ICRP 2007; Khong, Frush og Ringertz, 2012). Til tross for dette avdekket Borgen, Stranden og Espeland (2010) at kun 20% av klinikerne benytter seg av retningslinjer når de henviser pasienter, noe de konkluderte med at fører til suboptimal berettigelse. I tillegg oppgir DSA at mellom 20% og 75% av alle CT-undersøkelser ble bedømt som ikke berettigede (DSA, 2012b).

På grunn av en økning av CT-bruk på 111% i løpet av 12 år ønsket Irving *et al.* (2016) å vurdere henvisende leger, radiologer og radiografers kunnskap om risiko og dose. Radiologer og radiografer hadde bedre kunnskap enn henvisende leger, men likevel hadde alle deltakerne

i studiet hatt nytte av mer utdanning. Flere av studiene konkluderte med at mer informasjon og utdanning er nødvendig for å optimalisere berettigelse og bruk av ioniserende stråling. Rapporten av Silkoset og Friberg (2014) tyder på at det samme er nødvendig i Norge da de avdekket at radiologer hadde lavt til middels kunnskapsnivå om flere tema innen strålevern. I studiene av Inman *et al.* (2015) og Pearce *et al.* (2012) ser man en nedgang i bruk av CT for de yngste pasientene, noe som mest sannsynlig kommer av kampanjer om berettigelse, gode retningslinjer og en økende tilgjengelighet av alternative modaliteter.

Flere av studiene inkludert viser høye doser, økt risiko og mangel på kunnskap. Mer utdanning, bruk av kampanjer og retningslinjer har positiv effekt når det gjelder å øke kunnskapen hos helsepersonell som jobber med pediatrik radiologi. Det er viktig at gjeldende retningslinjer for korrekt henvisning følges. Retningslinjene vil være enklere å følge desto mer konkrete de er, noe Livingston *et al.* (2014) påpekte ved å etterlyse en utbedring av retningslinjene ved CT av traumepasienter. Dette øker kunnskapen om risiko, alternative modaliteter og evnen til å vurdere berettigelse.

Metode

I denne studien ble det valgt å utføre en scoping review. Denne metoden ble valgt fordi det var ønskelig å innhente og sammenligne publisert forskning for å finne ut hva som har blitt undersøkt når det gjelder kunnskap om berettigelse. Å finne forskning om nettopp dette var vanskelig, da det er publisert få studier. Det hadde vært mulig å gjennomføre studien ved bruk av andre metoder som intervju eller spørreundersøkelse. Da hadde vi kun hatt mulighet til å undersøke forholdene i Norge, men samtidig hatt muligheten til å gå litt mer i dybden. Faktorer som villighet til å møte på intervju eller svarprosent kunne påvirket studien negativt. På forhånd hadde vi måttet forberede spørsmål og utarbeide et spørreskjema, dette hadde vært utfordrende på grunn av manglende erfaring og kunnskap om temaet på forhånd. Valg av litteraturstudie ga muligheten til å søke etter publisert forskning, ved bruk av strenge søkekriterier. Dette ga oss en større mulighet til å utforske temaet.

Søkene etter artikler ble gjort to ganger med samme kriterier for å sikre at alle relevante studier ble inkludert. Etter at alle de potensielle artiklene ble funnet, leste begge artiklene for å kvalitetssikre hverandre. Begge tolket innholdet i artiklene likt og var enige i hva som var viktig å inkludere i denne studien, både i forhold til artikler og tema. Usikkerheter i denne studien er feilkilder og egen forforståelse. Mulige feilkilder kan være suboptimale søkeord og

bruk av for få søkemotorer. Egen forforståelse kan føre til at man inkluderer egne erfaringer og meninger. Men ved å være bevisst på det underveis har vi unngått å inkludere egne synspunkter.

Konklusjon

Formålet med denne studien var å kartlegge hva som er publisert om kunnskap om berettigelse og barn på CT. På grunn av økende bruk av CT av barn, var det ønskelig å undersøke hvordan økt kunnskap om berettigelse kan bidra til å redusere antallet undersøkelser.

Resultatene viser at det fortsatt er mangel på kunnskap når det gjelder ioniserende stråling og barn. Kampanjer som Image Gently, internasjonale og nasjonale retningslinjer og økt tilgjengelighet av alternative modaliteter øker kunnskapen og reduserer stråledosen til pediatriske pasienter. Studier fra land som har strengere reguleringer når det gjelder berettigelse viser at bruken av CT-undersøkelser av barn synker, samtidig som det er behov for videre fokus på alle aldersgrupper. Dette fører til bedre berettigelse og redusert stråledose som igjen kan senke risikoen for malignitet.

Ut i fra funnene kan det se ut til at det er behov for mer utdanning blant henvisende leger, men også blant radiologer og radiografer. Økt fokus på bevissthetskampanjer om dosereduksjon og berettigelse, og nasjonale retningslinjer kan ha positiv effekt. Samtidig er det behov for mer forskning på området da dette kan øke oppmerksomheten rundt temaet ytterligere. Med bakgrunn i denne litteraturstudiens anvendte vitenskapelige artikler er det holdepunkt til å si at økt kunnskap om berettigelse kan være et svært viktig dosereduserende tiltak for barn på CT.

Referanseliste

Bernier *et al.* (2019) Cohort profile: the EPI-CT study: a European pooled epidemiological study to quantify the risk of radiation-induced cancer from paediatric CT, *International Journal of Epidemiology*, 48(2), s. 379-381. doi: <https://doi.org/10.1093/ije/dyy231>

Bernier, M-O., Rehel, J-L., Brisse, H. J., Wu-Zhou, X., Caer-Loho, S., Jacob, S., Chateil, J. F., Aubert, B. og Laurier, D. (2012) Radiation exposure from CT in early childhood: a French large-scale multicentre study, *The British Journal of Radiology*, 85(1009), s. 53-60. doi: <https://doi.org/10.1259/bjr/90758403>

Borgen, L., Stranden, E. og Espeland A. (2010) Clinicians' justification of imaging: do radiation issues play a role?, *Insights Imaging*, 1(3), s. 193-200. doi: <https://dx.doi.org/10.1007%2Fs13244-010-0029-4>

Direktoratet for strålevern og atomsikkerhet (2012a) *Felles nordisk uttalelse fra strålevernmyndighetene om økt bruk av CT*. Tilgjengelig fra: <https://www.dsa.no/dav/260948c845.pdf> (Hentet. 16.02.2020).

Direktoratet for strålevern og atomsikkerhet (2019a) *Henvis pasienten din til rett bildediagnostisk undersøkelse*. Tilgjengelig fra: <https://www.dsa.no/temaartikler/94947/henvis-pasienten-din-til-rett-bilediagnostisk-undersokelse> (Hentet: 20.01.2020).

Direktoratet for strålevern og atomsikkerhet (2012b) *Kreftrisiko fra CT-undersøkelser*. Tilgjengelig fra: <https://www.dsa.no/nyheter/89263/kreftrisiko-fra-ct-undersokelser> (Hentet: 20.01.2020).

Direktoratet for strålevern og atomsikkerhet (2019b) *Spørsmål og svar om Radnett*. Tilgjengelig fra: <https://radnett.dsa.no/?doc=faq> (Hentet: 21.04.2020).

Goske *et al.* (2010) Image Gently: Providing practical educational tools and advocacy to accelerate radiation protection for children worldwide, *Seminars in Ultrasound, CT and MRI*, 31(1), s. 57-63. doi: <https://doi.org/10.1053/j.sult.2009.09.007>

Heyer, C., Hansmann, J., Peters, S. A. og Lemburg, S. P. (2010) Pediatric awareness of radiation dose and inherent risks in chest imaging studies: a questionnaire study, *European Journal of Radiology*, 76(2), s. 288-293. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2009.06.014>

ICRP (2007) ICRP publication 103: The 2007 recommendations of the international commission on radiological protection, *Annals of the ICRP*, 37(2-4), s. 1-332. doi: <https://doi.org/10.1016/j.icrp.2007.10.003>

ICRP (2013) ICRP Publication 121: Radiological protection in paediatric diagnostic and interventional radiology, *Annals of the ICRP*, 42(2), s. 1-63. doi: <https://doi.org/10.1016/j.icrp.2012.10.001>

Inman, M., Otley, A., Dummer, T., Cui, Y., Schmidt M. H. og Parker, L. (2015) Childhood exposure to ionizing radiation from computed tomography imaging in Nova Scotia, *Paediatrics & child health*, 20(7), 381–385. doi: <https://doi.org/10.1093/pch/20.7.381>

Irving, B., Leswick, D. A., Fladeland, D., Lim, H. J. og Bryce, R. (2016) Knowing the enemy: Health care provider knowledge of computed tomography radiation dose and associated risks, *Journal of Medical Imaging and Radiation Sciences*, 47(3), s. 243-250. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jmir.2016.05.003>

Khong, P-L., Frush, D. og Ringertz, H. (2012) Radiological protection in pediatric computed tomography, *Annals of the ICRP*, 41(3-4), s. 170-178. doi: <https://doi.org/10.1016/j.icrp.2012.06.017>

Livingston, M. H., Igric, A., Vogt, K., Parry, N. og Merrit, N. H. (2014) Radiation from CT scans in paediatric trauma patients: indications, effective dose, and impact on surgical decisions, *Injury*, 45(1), s. 164-169. doi: <https://doi.org/10.1016/j.injury.2013.06.009>

Merzenich, H., Krille, L., Hammer, G., Kaiser, M., Yamashita, S. og Zeeb, H. (2012) Paediatric CT scan usage and referrals of children in Germany - a cross-sectional survey of medical practice and awareness of radiation related health risks among physicians, *BMC Health Services Research*, 12(47). doi: <https://dx.doi.org/10.1186%2F1472-6963-12-47>

Munn, Z., Peters, D. J. M., Stern, C., Tufanaru, C., McArthur, A. og Aromataris, E. (2018) Systematic review or scoping review? Guidance for authors when choosing between a systematic og scoping review approach, *BMC Medical Research Methodology*, 18(143). doi: <https://doi.org/10.1186/s12874-018-0611-x>

Ngo, A-V., Winant, A. J., Lee, E. Y. og Phillips, G. S. (2018) Strategies for reducing radiation dose in CT for pediatric patients: How we do it, *Seminars in Roentgenology*, 53(2), s. 124-131. doi: <https://doi.org/10.1053/j.ro.2018.02.003>

Pearce *et al.* (2012) Radiation exposure from CT scans in childhood and subsequent risk of leukaemia and brain tumors: a retrospective cohort study, *The Lancet*, 380(9840), s. 499-505. doi: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(12\)60815-0](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(12)60815-0)

Silkoset, R. D. og Friberg, E. G. (2014) *Strålevern i utdanningene for helsepersonell. Kartlegging av strålevernundervisningen for utvalgte helseprofesjoner som er involvert i arbeid med medisinsk strålebruk.* (StrålevernRapport 2014:5) Østerås: Statens strålevern. Tilgjengelig fra: <https://www.dsa.no/filer/061748a726.pdf>

Sorantin, E., Weissensteiner, S., Hasenburger, G. og Riccabona, M. (2013) CT in children – dose protection and general considerations when planning a CT in a child, *European Journal of Radiology*, 82(7), s. 1043-1049. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2011.11.041>

Tjora, A. (2018) *Kvalitative forskningsmetoder i praksis.* 3. utg. Oslo: Gyldendal Akademisk.

Widmark, A., Friberg, E. G., Heikkilä, I. E., Wikan, K., Saxebøl, G., Ormberg, I. W. og Kofstadmoen, H. *Veileder om medisinsk bruk av røntgen- og MR-apparatur. Veileder til forskrift om strålevern og bruk av stråling.* Veileder nr. 5 Østerås: Statens strålevern, 2018.

Zeller, B. og Bechensteen A. G. (2018) Kreft hos barn: Generelle forhold, i Wist, E. (red.) *Kreftsykdommer. En basisbok for helsepersonell.* 5. utg. Oslo: Gyldendal Akademisk, s. 409-419.

