



BACHELOROPPGAVE I RADIOGRAFI

RAD3911

FORFATTERE:

SVERRE GJØLME OG JØRGEN DYBDAHL

**Hvordan måler skjelettscintigrafi seg opp mot
helkroppsskjelettrøntgen ved mistanke om fysisk
barnemishandling?**

Høgskolen i Gjøvik

Avd. Helse, omsorg og sykepleie

Dato: 15.05.14

Antall ord: 8350

Forord

Denne oppgaven er vår avslutningsoppgave på Radiografutdanningen ved Høgskolen i Gjøvik. Vi ønsker å rette en stor takk til lærerne for et fint samarbeid, nukleærmedisinsk avdeling på Elverum sykehus for gode supplementer til oppgaven og Anders Widmark for god veiledning.

SAMMENDRAG

Tittel:	Hvordan måler skjelettscintigrafi seg opp mot skjelettrøntgen ved mistanke om fysisk barnemishandling?	Dato : 15.05.14
Deltaker(e)/	Jørgen Dybdahl Sverre Gjølme	
Veileder(e):	Anders Widmark	
Evt. oppdragsgiver:		
Stikkord/nøkkel ord (3-5 stk)	Fysisk barnemishandling, stråledose, skjelettscintigrafi, skjelettrøntgen,	
Antall sider/ord:	Antall vedlegg: 2	Publiseringsavtale inngått: ja/nei
35/8350		
Kort beskrivelse av bacheloroppgaven:		
<p>Problemstilling: Hvordan differensierer konvensjonell røntgen og nukleærmedisinsk skjelettscintigrafi ved utredning av skader som kan være en årsak av fysisk barnemishandling med tanke på styrker-, svakheter-, og stråledose ved hver modalitet?</p> <p>Mål/hensikt: Å kartlegge den effektive stråledosen ved skjelettscintigrafi og skjelettrøntgen, samt å se på styrkene og svakheter for disse modalitetene ved diagnostisering av barn med skader som kan være en årsak av fysisk barnemishandling.</p> <p>Metode: Denne oppgaven benytter et kvalitativt litteraturstudie.</p> <p>Resultat: Skjelettscintigrafi ga generelt mer effektiv stråledose enn helkroppsskjelettrøntgen på barn. Både skjelettrøntgen og skjelettscintigrafi har sine applikasjoner innenfor diagnostiseringen av barn med mistanke om fysisk barnemishandling.</p> <p>Konklusjon: Selv om både skjelettrøntgen og skjelettscintigrafi har sine bruksområder innenfor dette fagområdet, kom det også tydelig frem at skjelettrøntgen er generelt sterkere til å påvise frakturer enn skjelettscintigrafi på barn. Litteraturen konkluderer med at én modalitet alene kan gå glipp av patologi. En kombinasjon vil derfor øke sannsynligheten for å påvise samtlige skjelettfrakturer.</p>		

Innholdsfortegnelse

1.0 Innledning.....	1
1.1 Radiograffaglig relevans.....	1
1.2 Utforming av problemstilling	2
1.3 Forkortelser.....	2
2.0 Metode.....	4
2.1 Litteraturstudie.....	4
2.2 Databasesøk	4
2.3 Inklusjons- og eksklusjonskriterier.....	5
2.4 Analysemodell	6
2.5 Utvalg	6
2.6 Kalkulering av effektiv dose.....	8
2.7 Metodekritikk	9
3.0 Teori	11
3.1.1 Ioniserende stråling.....	11
3.1.2 Røntgenstråler.....	12
3.1.3 Gammastråler.....	12
3.2.1 Absorbert dose	12
3.2.2 Ekvivalent dose.....	12
3.2.3 Effektiv dose.....	12
3.3.1 Hva karakteriserer NM?	14
3.3.2 Radiofarmaka.....	14
3.3.3 Skjelettscintigrafi.....	14
3.4.1 Barnemishandling	15
3.5.1 Sensitivitet og spesifisitet	16
4.0 Resultat.....	17
4.1 Styrke og svakheter ved barnemishandling – SS vs SR.....	17

4.2 Skjelettscintigrafi: stråledose.....	17
4.3 Skjeletterøntgen: stråledose.....	20
5.0 Diskusjon.....	23
5.1 Diagnostikk: SS vs SR.....	23
5.1.1 Rørknokler.....	24
5.1.2 Ribbein.....	24
5.1.3 Sternum, scapula og pelvis.....	25
5.1.4 Kraniet.....	25
5.1.5 Columna.....	25
5.2 Bildetakning & etterinnkallelse.....	26
5.3 Stråledose.....	28
5.4 Diagnostikk og stråledose: kombinere SS og SR?.....	29
6.0 Konklusjon.....	30
Litteraturliste.....	32
Vedlegg 1.....	34
Vedlegg 2.....	35

1.0 Innledning

Denne oppgaven tar for seg et veldig alvorlig tema - fysisk barnemishandling - og hvordan best å utrede skader ved mistanke om dette. Ifølge Eirik Monn er forekomsten av barnemishandling dårlig dokumentert i Norge, men at man fra utenlandske studier kan anta at mellom 3-5% av barn i Norge utsettes for barnemishandling i løpet av barndommen (Monn 2005-2007). Vi kommer til å se på to modaliteter: konvensjonell røntgen og nukleærmedisinsk skjelettscintigrafi. Begge modaliteter har sine forskjeller innen diagnostikk. Ikke bare med tanke på det de kan og ikke kan påvise, men også når det kommer til stråledose, som er et veldig relevant tema, når det kommer til yngre mennesker.

I praksisperioder opplevde vi at antall projeksjoner på konvensjonell røntgen ved mistanke om barnemishandling var høyt og tenkte kritisk gjennom hvordan denne undersøkelsen blir utført i dag. Vi har opplevd at prosedyrer generelt varierer fra sykehus til sykehus, men vår oppfatning er at det blir tatt røntgen helkropp av barn ved samtlige sykehus, noe Myhre C.M m.fl. også oppdaget under sine studier, som kartla antall utredninger ved mistanke om barnemishandling. Studien deres viser også at røntgen helkropp av barn var den hyppigst brukte tilleggsundersøkelsen ved utredning av barnemishandling (Myhre, Lindboe og Dyb 2010).

Dette ble en katalysator for hvor problemstillingen vår kom fra og hvordan vi gikk videre for å definere den. Vi visste at vi ville se nærmere på spesifisitet og sensitivitet ved de to modalitetene, men også å undersøke hvordan stråledosen varierte mellom disse ved utredning av mistanke om fysisk barnemishandling.

1.1 Radiograffaglig relevans

Som radiograf er det viktig å ha kunnskap om sykdommer og tilstander som pasienter kan ha, samt de forskjellige modalitetene for å vite hvordan vi kan oppnå best diagnostikk for pasienten. Man må også vite nøyaktig hva undersøkelsen innebærer for pasienten rent praktisk, samt risikoer som undersøkelsen kan medføre. ALARA er et prinsipp som alle radiografer skal kjenne til. Essensen i prinsippet er at man ønsker alltid å oppnå tilstrekkelig diagnostisk sikkerhet ved en så lav dose som mulig (International Commission on Radiation Protection 2007).

1.2 Utforming av problemstilling

Vi ønsker å undersøke hvordan nukleærmedisin og konvensjonell røntgen differensierer. Området vi har gått for, er mistanke om fysisk barnemishandling. Når vi sier differensierer, så mener vi hvordan prosedyrene er annerledes mellom disse modalitetene ved skjelettscintigrafi kontra helkroppsrøntgenundersøkelse, hva de er gode til å påvise, hva de er dårlige til å påvise, og hvordan stråledosen varierer mellom disse to modalitetene. Det er altså differensieringen mellom disse to modalitetene eksklusivt ved utredning av mistanke om barnemishandling via rettsmedisinsk undersøkelse vi ønsker å se på.

Undersøkelser kan komme på bekostning av høy stråledose. Siden denne oppgaven handler om unge mennesker, bør alltid stråledosen holdes så lav som mulig, siden barn har lengst forventet levetid av alle i befolkningen. Derfor ønsker man å holde muligheten for stokastiske bivirkninger på et minimum. Med det innleder vi med problemstillingen vår:

”Hvordan differensierer konvensjonell røntgen og nukleærmedisinsk skjelettscintigrafi ved utredning av skader, som kan være en årsak av fysisk barnemishandling med tanke på styrke-, svakheter-, og stråledose ved hver modalitet?”

1.3 Forkortelser

Nedenfor kommer en oversikt over alle forkortelsene som blir tatt i bruk i denne oppgaven.

Tabell 1: Forkortelser

ALARA	As Low As Reasonably Achievable
ACR	American College of Radiology
Bq, MBq	Bequerel, Megabequerel
Gy	Gray
Hr	Ekvivalent dose
Hz, MHz	Hertz, Megahertz
ICRP	International Commission on Radiological Protection
LEHR	Low-energy-high-resolution
mAs	Milliampære*sekund
MDP	Metylendisfosfonat
NAI	Non-accidental injury
NM	Nukleærmedisin
RCPCH	Royal College of Pediatrics and Child Health
RCR	Royal College of Radiologists

SR	Skjelettrøntgen
SS	Skjelettscintigrafi
Sv	Sievert
Tc	Technetium
UNSCEAR	United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation
V, kV	Volt, Kilovolt
W _T	Vektfaktor for organtyper

2.0 Metode

Før vi hadde bestemt forskningsmetoden, gjennomførte vi databasesøk med søkeord vi mente var gode i relasjon til problemstillingen (se vedlegg 1). Gjennom disse søkene fant vi en rekke artikler, som berørte problemstillingen vår. Selv om ikke alle artiklene vi fant svarte direkte på problemstillingen i sin helhet, dekket de likevel tilstrekkelig av problemstillingen til at vi kunne inkludere dem i oppgaven. Ved å ta i bruk disse artiklene, fikk vi til slutt dekket alle aspektene ved problemstillingen vår.

2.1 Litteraturstudie

Vi bruker et kvalitativt litteraturstudie som forskningsmetode for denne oppgaven. Malterud beskriver kvalitative metoder slik: ”Kvalitative metoder er forskningsstrategier for beskrivelse og analyse av karaktertrekk og egenskaper eller kvaliteter ved de fenomenene som skal studeres...” (2011, s.26). Når man velger forskningsmetode, må man være ytterst nøye med å velge en metode som lar deg svare på problemstillingen på en tilfredsstillende måte, og det føler vi at denne forskningsmetoden gjør.

Ved å bruke et kvalitativt litteraturstudie kan vi se på karaktertrekkene ved modalitetene nukleærmedisin og skjelettrøntgen samt egenskapene ved disse. Artiklene vi tar i bruk, trenger ikke nødvendigvis å være utført med en kvalitativ forskningsmetode for at de skal inkluderes i oppgaven.

Grunnen til at vi ikke valgte å gå for eksempelvis spørreundersøkelse, intervju eller annen form for empiri, er at vi opplever at radiografenes kunnskap innenfor dette området er begrenset. Dermed kunne vi risikert å få utilstrekkelig informasjon gjennom forskningsmetoden som ville ført til en inadekvat besvarelse på problemstillingen vår.

2.2 Databasesøk

Databasene, som vi tok i bruk, valgte vi med tanke på radiograf- og helsefaglig relevans og som vi hadde god erfaring med fra tidligere. Disse databasene er Medline, Embase, ScienceDirect, Pubmed og Google Scholar. De første søkene vi gjorde, gikk direkte på problemstillingen i sin helhet. Grunnen til dette er at hvis det finnes studier fra tidligere som er tilnærmet lik vår problemstilling, ville disse bli oppdaget tidlig i søkeprosessen. Etter at

ingen slike artikler ble funnet, utvidet vi søkene våre til databasene nevnt ovenfor sammen med søkeord i kombinasjon.

Vi utførte søkene på både norsk og engelsk og begrenset tidsrommet til en 10 års periode (2004-2014). Dette tidsrommet ble brukt både for artikler og annen form for litteratur, og videre inkludert- eller ekskludert ved hjelp av kriteriene vi satte.

Disse strukturerte søkene ga oss ikke nok informasjon på enkelte områder, spesielt med tanke på stråledose. For å få best mulig informasjon relatert til stråledose, utførte vi ustrukturerte søk for å plukke opp studier utført i land, som kan relateres til Norge (Sverige, Danmark, UK, Finland og Russland). Litteraturen fra de ustrukturerte søkene ble hovedsakelig utført i stråleverniskommisjoner. ICRP rapporter er et eksempel på litteratur vi fant ved hjelp av ustrukturerte søk.

2.3 Inklusjons- og eksklusjonskriterier

Kravet for å lese en artikkeloverskrift var at artikkelen måtte bli funnet ved hjelp av et kombinasjonstreff av søkeordene vi brukte. Det er fordi enkeltord i en database kan føre til flere tusen treff uten at noen av dem har spesiell relevans for oppgaven. Hvis tittelen hadde en form for relevans, gikk vi videre i prosessen. Det neste steget var å lese sammendraget (abstract) for videre å kartlegge artikkelens relevans i forhold til oppgaven. For at vi skulle kunne godkjenne sammendraget, måtte minst ett av kriteriene nedenfor være oppfylt.

- Stråledose på skjelettrøntgen og/eller skjelettscintigrafi på barn i alderen 0-16 år.
- Artikler, som omhandlet stråledose, måtte ha opphav i Europa.
- Utredning av barn i alderen 0-16 år ved enten skjelettrøntgen og/eller skjelettscintigrafi med spørsmål om fysisk barnemishandling.
- Prosedyrer ved utredning av barn i alderen 0-16 år med spørsmål om fysisk barnemishandling ved skjelettrøntgen og/eller skjelettscintigrafi.
- Styrke- og/eller svakheter med skjelettrøntgen og/eller skjelettscintigrafi ved diagnostisering av barn mellom 0-16 år med spørsmål om fysisk barnemishandling.

2.4 Analysemodell

I oppstarten av prosessen med å lese gjennom artikler, tok vi i bruk fargekoding for å systematisere kategoriene og stoffet vi fant til disse kategoriene. Stoff som omhandlet stråledose på NM, farget vi rødt. Stoff som omhandlet stråledose på konvensjonell røntgen, farget vi blått. Stoff som omhandlet diagnostikk med tanke på styrker og svakheter, farget vi grønt. Annet relevant stoff som omhandlet barnemishandling og generell teori, farget vi gult.

Det vi fort fant ut, var at alle artiklene vi tok i bruk, var veldig spesifikke på informasjonen de inneholdt. Det betydde at hver artikkel bestod av nesten kun én fargekode. Dermed fant vi ut at denne prosessen ikke var så gunstig som først antatt.

Derfor endret vi systematiseringen vår til å gruppere artiklene vi fant ut fra innholdet de bestod av. Ved hjelp av analysemodell-malen til biblioteket på Høgskolen i Gjøvik satt vi opp forfatter, sammendrag og egne notater i egne kolonner. Dette gjorde prosessen med å sette opp et tankekart lettere. På tankekartet satte vi opp idéer om hvordan vi ville gruppere og dele opp informasjonen vår for å presentere den på best mulig måte. Diagrammer, grafer og tabeller var en stor del av dette. For å presentere slik informasjon, måtte vi ha artikler som bestod av mye tall-basert data. Artikler om stråledose, NM, konvensjonell røntgen, barnemishandling og diagnostisk informasjon ble gruppert til hver sin kategori. Etter at vi hadde satt opp disse kategoriene, la vi artiklene vi fant, i sin respektive kategori.

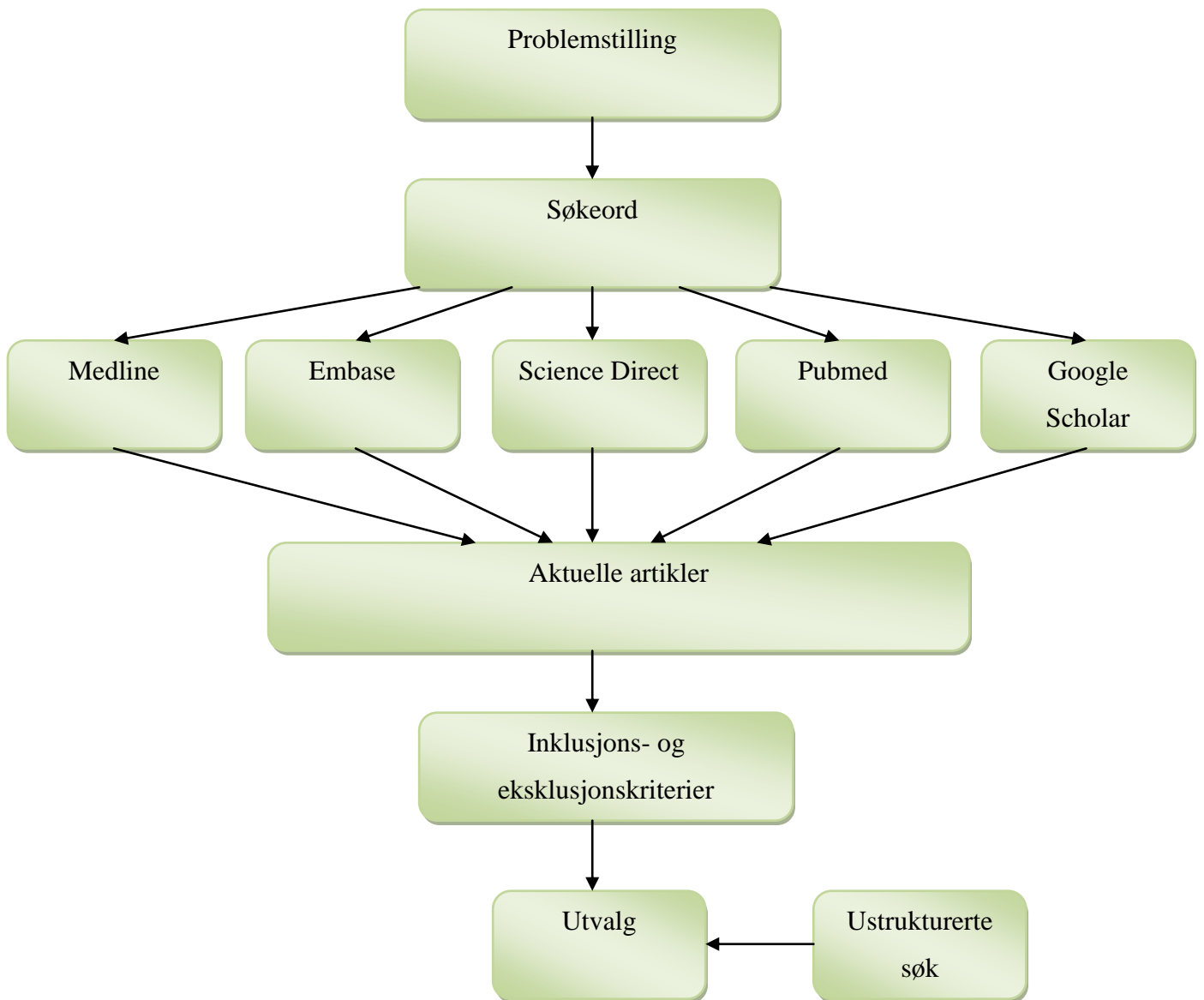
2.5 Utvalg

Utvalget hadde stor betydning for hvordan vi klarte å svare på problemstillingen. Vi visste at ved seleksjon av artikler, måtte vi finne nok litteratur til å dekke alle sidene ved problemstillingen vår. I tillegg ønsket vi informasjonsrikdom på grunnlag av at dette er et mye mer adekvat kriterium for et godt utvalg enn det representativitet er. I mange tilfeller kan et snevert og tilfeldig utvalg stille spørsmål ved gyldigheten til kunnskapen i et kvalitativt studie. Derfor måtte vi være sikre på at vi hadde nok informasjon til å kunne belyse problemstillingen fra forskjellige sider (Malterud 2011).

Etter at vi hadde fullført alle søkene i databasene samt de ustrukturerte søkene og sortert artiklene gjennom våre inklusjons- og eksklusjonskriterier, satte vi i gang med et strategisk utvalg, hvilket vil si å samle inn data som har best forutsetning for å belyse en problemstilling. Dataene måtte ha relevans og kunne gi forståelse, samt at vi satte en teoretisk

referanseramme. Dette satte oss i stand til å finne data som hadde tilstrekkelig dybde og bredde til å belyse problemstillingen vår.

Figur 1: Søkemodellen



2.6 Kalkulering av effektiv dose

Kalkuleringsprosessen for effektiv dose på barn som gjennomgår SS er forklart i resultatkapittelet og blir derfor ikke omtalt her.

Å regne ut den effektive dosen man får på SR, var en vanskelig og omfattende prosess sammenliknet med den effektive dosen som man får på SS. Når man gjennomgår en helkroppss SR-undersøkelse er det hele kroppen som bestråles i varierende grad. Det er meningsløst å se på den effektive dosen ved eksempelvis røntgen av albue siden det er så lite blod og hud som bestråles, så man får ikke ut noen fornuftig effektiv dose med det utgangspunktet.

Distribueringen av røntgenstråling til organer og vev er en kompleks prosess og varierer ut fra en rekke faktorer. Disse faktorene er bl.a røntgenundersøkelsen, apparaturen, parameterne som tas i bruk, størrelsen på pasienten osv. Absorbert dose for pasienten øker med alder grunnet vekst, og for de fleste pasientgruppene stiger den absorberte dosen i rekkefølgen: hodeskalle, bryst, lumbalcolumna, ryggrad, bekken og abdomen. Denne økningen kommer av tykkelsen på området som undersøkes, og den effektive dosen øker på grunn av strålefølsomheten til organene som ligger i disse områdene (Balonov og Shrimpton 2012).

Det finnes en dosekalkulator utgitt av Kramer R. m.fl i 2010. Vi prøvde ut denne kalkulatoren for å regne ut den effektive dosen ved forskjellige røntgenundersøkelser, men siden den yngste tilgjengelige pasienten var 20 år, kunne vi ikke bruke denne til å kalkulere den effektive dosen på barn. Selv om kalkulatoren ville gitt oss et estimat på organdosen på voksne, ville det likevel vært vanskelig å anslå hvordan disse tallene ville endret seg når man utfører samme prosedyre på barn i ung alder. Derfor ble denne kalkulatoren ikke inkludert i oppgaven.

Vi så mye på referansedoser, spesielt referansedosene utgitt av The British Journal of Radiology fra 2009. Denne artikkelen inkluderte hovedsakelig ESD-verdier (entrace-surface-dose) og DAP-verdier (dose-area-product) på voksne. Vi undersøkte om artikkelen hadde med disse verdiene for barn som gjennomgår helkroppss SR, for så å kunne gi et estimat ved hjelp av vekt faktorer for organer og vev (forklares i teorikapittelet). Da dette ikke ble funnet, måtte vi ekskludere denne litteraturen.

Vi tok utgangspunkt i studiet utført av Balonov og Shrimpton (2012) som kartla den effektive dosen og risikoen som følge av røntgenundersøkelser for barn og voksne. Forfatterene valgte ut et representativt antall røntgenundersøkelser og kalkulerte den gjennomsnittlige absorberte dosen til organer og vev, samt den effektive dosen til både barn og voksne basert på tilgjengelige parametere for undersøkelsen. Dette ble vårt beste utgangspunkt for å estimere den effektive dosen barn får ved helkroppss SR og blir presentert og diskutert senere i oppgaven.

2.7 Metodekritikk

Litteraturstudie som metode krever gode databasesøk, hvilket krever gode søkeord. Vi kan ha gått glipp av viktig informasjon hvis søkeordene ikke var gode. I tillegg til dette, sorterte vi ut mange artikler ved hjelp av kombinasjonssøk for å redusere antall treff. Dette kan ha ført til at viktig litteratur innen relevant fagmiljø gikk tapt.

De ustrukturerte søkene vi tok i bruk, kom som en konsekvens av den brede problemstillingen og det store omfanget på oppgaven. Etterhvert som vi kom videre i skriveprosessen, oppdaget vi at det var områder vi ikke hadde litteratur på, og som måtte fylles inn, noe som førte til at vi måtte gå tilbake og lete opp ny informasjon, lese gjennom og enten inkludere- eller ekskludere litteraturen vi fant.

På et tidspunkt kom vi frem til at vi måtte velge mellom enten å endre problemstilling ved å gjøre den smalere, eller å fortsette med den vi hadde. Vi veide opp fordeler og ulemper ved disse valgene, hvorav den største ulempen ved å endre problemstilling, følte vi, var at vi måtte endre metode. Hvis vi hadde eksempelvis gått for kun å se på stråledoseforskjeller, kunne vi valgt en empirisk metode for å få så nøyaktige data som mulig. Siden vi var så langt i prosessen, så vi ingen vei tilbake og valgte å fortsette med oppgaven slik den sto og fokuserte på å holde oss innenfor de rammene vi hadde satt for oppgaven.

Det meste av litteraturen vi fant, var presentert på engelsk. Selv om vi føler at vi mestrer det engelske språket, kan noe av litteraturen mistolkes grunnet et veldig faglig språk. Det kan resultere i feiltolkning og feilinformasjon.

Vi begrenset artikkelsøkene til 10 år på grunn av at vi følte vi hadde god nok litteratur på området til å besvare og belyse problemstillingen. Vi fant derimot ut at det kunne vært

interessant å ta i bruk eldre artikler for å finne flere artikler som belyser problemstillingen, siden nukleærmedisin og konvensjonell røntgen har eksistert i mange år.

Dosekalkulatoren vi tok i bruk for å beregne effektiv dose på SS, fikk vi fra strålevernet i Sverige. Selv om dette er en pålitelig kilde, vet vi lite om selve kalkulatoren og hvordan beregningen ble utført. Dette kan derfor være et usikkerhetsmoment i oppgaven.

Ved beregning av stråledose på SS var vi avhengig av å ha en gjennomsnittelig vekt å forholde oss til. Stråledose blant barn vil variere veldig mye, fordi barn er veldig forskjellige i størrelse grunnet ulik utvikling. Størrelse er essensielt ved utregning av stråledose, og derfor vil en estimert verdi uansett ha stor usikkerhet. Dette studiet og sammenligningen av stråledosen mellom SS og SR kan ikke tas som fakta, men kan bli sett på som en indikasjon på forholdet i stråledose mellom disse to modalitetene.

3.0 Teori

I dette kapitlet kommer vi med relevant teori for oppgaven for å kunne gi leseren en bedre forståelse av oppgaven. Definisjoner rundt absorbert stråling, effektiv stråling og ekvivalent stråling blir presentert for lettere å diskutere begrepet stråledose, slik at det ikke blir noen misforståelse med hva vi mener når vi bruker disse begrepene.

Siden denne oppgaven tar for seg barnemishandling og setter dette i fokus, har vi valgt å definere barnemishandling, spesielt fokusert på fysisk barnemishandling. Det er fordi denne formen for barnemishandling kan føre til skader og frakturer på barn og er en indikator for å utføre SR og/eller SS for å påvise/avkrefte disse skadene.

3.1.1 Ioniserende stråling

På et helt grunnleggende nivå kan man si at universet består av to faktorer, nemlig masse og energi. Ioniserende stråling har ingen masse med unntak av alfa og betastråling (inkluderes ikke i oppgaven), og består dermed kun av energi. Begrepet "ioniserende stråling" brukes om elektromagnetisk stråling (fotoner) som har nok kinetisk energi (bevegelses energi) til å "slå ut" elektroner, som er bundet til et atom, og som dermed ioniserer atomet (Bushong 2008). Ingen ionisering av vev er ønskelig siden dette kan skade arvematerialet i kroppen vår. Rootwelt har sagt det slik: "Når radioaktiv stråling absorberes i vev, skjer det initialt en ionisering i vevet, men sluttstadiet kan være cancer 25 år senere" (Rootwelt 2005, s. 29). Nå skal det sies at det er stoffet som er radioaktivt, og ikke strålingen selv, men poenget står fortsatt.

All elektromagnetisk stråling kan man finne i det elektromagnetiske spektrum. Dette spektrumet forklarer forholdet mellom energi (elektronvolt, eV), frekvens (Hertz, Hz) og bølgelengde (meter, m). Siden hastigheten til all elektromagnetisk energi er konstant og lik, det vil si lysets hastighet, ligger variasjonen mellom bølgelengde og frekvens. Disse er inverse til hverandre. Det vil si at hvis frekvensen øker, går bølgelengden ned (Bushong 2008).

I diagnostikkens verden, og mer aktuelt, oppgavens verden, tar vi for oss røntgenstråler og gammastråler, som tas i bruk på blandt annet skjelettrønten og nukleærmedisin respektivt.

3.1.2 Røntgenstråler

Røntgenstråler produseres når elektroner kolliderer med et metallobjekt, som oftest wolfram. Den kinetiske energien til elektronene blir overført til elektromagnetisk stråling og blir det vi kaller for ”røntgenstråler”. Vi kan oppnå to typer røntgenstråler ved bruk av denne prosessen, nemlig karakteristiske røntgenstråler og bremsestråling (Bushong 2008).

3.1.3 Gammastråler

Gammastråling på nukleærmedisin oppstår når et radioaktivt isotop (et grunnstoff med antall nøytroner forskjellig fra det som det opprinnelig har i sin grunnform) brytes ned (desintegrerer) for å oppnå en stabil tilstand. Resultatet er høyenergetiske fotoner (gammastråler) som emitteres ut fra atomkjernen. Når man administrerer et radioaktivt stoff på en nukleærmedisinsk avdeling, brukes begrepet ”bequerel” (Bq). Dette står for antall desintegrasjoner per sekund. Pasienter får til vanlig administrert aktiviteter i området megabequerel (MBq, mega = million) og gigabequerel (GBq, giga = milliard) (Rootwelt 2005).

3.2.1 Absorbert dose

Gray (Gy) er enheten for mengde energi som absorberes per masseenheter. Gray brukes som betegnelse for begrepet ”absorbert dose”. 1 Gy tilsvarer 1 J/kg (Rootwelt 2005). Dette begrepet tar ikke høyde for hva slags type stråling som brukes, hvor på kroppen strålingen absorberes, eller den biologiske virkningen den har.

3.2.2 Ekvivalent dose

Ekvivalent dose tar høyde for hvilken type stråling man bruker. Innen nukleærmedisin og skjelettrøntgen brukes det hovedsakelig foton- og elektronstråling, og disse har en vektfaktor på 1 ($W_R = 1$). Med en vektfaktor lik 1 vil den ekvivalente dosen i Sievert (Sv) være lik den absorberte dosen i gray (Rootwelt 2005).

3.2.3 Effektiv dose

Dette doseestimatet blir også kalt ”total helkropps dose”. Ikke alle organene i kroppen vår er like strålefølsomme som andre, mens noen er særdeles strålefølsomme. Derfor har man innført en vektfaktor W_T for organtypene, og disse refererer til den stokastiske risikoen. Dette inkluderer cancerrisiko og hereditære risikoer. I ICRP 103 er de hereditære risikoene tonet

kraftig ned og fokuserer mer på cancerrisiko. Summen av alle W_T er normalisert til 1,0 (Rootwelt 2005).

Effektiv dose, på samme måte som ekvivalent dose, angis med enheten Sv og kan regnes ut slik:

$$E = \sum H_T * W_T$$

(Rootwelt 2005, s. 30)

hvor effektiv dose (E) er summen av alle ekvivalente doser (H_T) til vev eller organ multiplisert med vekt faktoren (W_T) til de aktuelle vev eller organ (International Commission on Radiation Protection 2007). Vektfaktorene er som følger:

Tabell 2: Vektfaktorer

Organ/vev	Vektfaktor (W_T) ICRP 2007
Bryster	0.12
Beinmarg	0.12
Tykkarm	0.12
Lunger	0.12
Ventrikkel	0.12
Gjennværende (rest)	0.12
Gonader	0.08
Blære	0.04
Lever	0.04
Oesophagus	0.04
Thyroidea	0.04
Beinoverflate	0.01
Hjernen	0.01
Spyttkjertler	0.01
Hud	0.01

(International Commission on Radiation Protection 2007)

I hovedsak er effektiv dose konstruert for å kunne sammenlikne ulike bestrålingssituasjoner. Til tross for samme benevning for effektiv dose og ekvivalent dose, kan tallverdien variere veldig. Et eksempel på dette kan være en undersøkelse som ville gitt skjoldkjertelen 50 Sv i ekvivalent dose, så er den effektive dosen på 2,5 Sv. Med dette kan man se viktigheten i å ta

hvilket type organ som bestråles med i betraktning, når man skal se på mulige stokastiske stråleskader (Rootwelt 2005).

3.3.1 Hva karakteriserer NM?

Det som karakteriserer og skiller NM fra andre radiologiske modaliteter, er at det ser på fysiologien i kroppen. Det betyr at man vil undersøke en fysiologisk prosess i kroppen uten å påvirke den (Rootwelt 2005). Dette er veldig viktig med tanke på at hvis man vil undersøke prosesser i kroppen ved hjelp av et kjemisk stoff, kan ikke det kjemiske stoffet endre fysiologiske eller biokjemiske prosesser i kroppen. Da ville man ikke undersøkt virkeligheten, men heller virkeligheten etter at man har påvirket den.

3.3.2 Radiofarmaka

Når man ser på om en radionuklid er velegnet eller ikke til diagnostisk bruk, ser man på om den har ren gammaemisjon med energi på omlag 150 keV. Det vil sørge for at den ikke attenueres for mye i pasienten og gir dermed lavere intern stråledose, men den kan også lett kollimeres og måles. Siden radionukliden sirkulerer i kroppen til den dør ut eller skilles ut via urin, og den konstant bestråler pasienten innenfra, vil en kort fysisk halveringstid sørge for at pasienten ikke pådrar seg mer stråledose enn nødvendig. Radionukliden bør være rimelig i pris, lett tilgjengelig og kunne inkorporeres i et egnet radiofarmakon. ^{99m}Tc er et slikt radiofarmaka. Det er en ren gammaemitter og har et energinivå på 140 keV samt en halveringstid på seks timer (Rootwelt 2005).

3.3.3 Skjelettscintigrafi

På skjeletttrøntgen vil absorbert dose variere ut ifra hvor mange bilder man tar samt de radiograftekniske valgene man tar på hvert bilde (variasjon i kV, mAs etc) og omtak av bilder. Når man utfører skjelettscintigrafi, varierer dosen og tid undersøkelsen tar på hvor mye radioaktivt stoff man setter.

I utgangspunktet er det er ingen pasientforberedelser før fremmøte. Hvis pasienten er inneliggende, kan man sette en veneflon på pasienten på avdeling for å spare tid på NM avdeling. Hvis det er barn som skal gjennomføre undersøkelsen, er det fornuftig å gi rikelig med informasjon til barnet før fremmøte og gjennom hele prosedyren. Etter fremmøte får pasienten injisert ^{99m}Tc -MDP intravenøst. Deretter venter man 2-2,5 timer før scintigrammet gjennomføres. I venteperioden er det viktig at pasienten drikker rikelig med vann (1-1,5 liter)

og tømmer blæren ved behov og før scintigrammet gjennomføres. Siden ^{99m}Tc -MDP skilles ut gjennom urinen, vil kontinuerlig tømning av urinblæren senke den absorberte dosen som pasienten pådrar seg. Hvis man holder urinen inne lenge før tømning, vil det radioaktive stoffet ligge i urinblæren og bestråle pasienten unødige. Tømning av urinblæren rett før scintigrammet vil også redusere uønsket stråling på scintigrammet, siden det ikke er aktivitet i blæren man ser etter, men aktivitet i skjelettet (Rootwelt 2005).

På voksne pasienter administreres 750 MBq ^{99m}Tc -MDP. Den effektive dosen for denne undersøkelsen ligger på 4,3 mSv/750 MBq, og det er skjelettoverflater og blærevegg som får høyest ekvivalent dose (Rootwelt 2005).

3.4.1 Barnemishandling

Barnemishandling er et vanskelig tema og krever et tverrfaglig samarbeid og god faglig kompetanse. Radiografiske undersøkelser må være av høy nok standard til å kunne framstilles i retten, samtidig som at barnets eksponering mot stråling er et minimum (ALARA) (Erfurt mfl. 2010). Barnemishandling er et bredt tema, men vi velger her bare å presentere sider ved barnemishandling, som har relevans for oppgaven.

Myhre C.M m.fl. tolker sosialdepartementet i Sverige's definisjon på barnemishandling slik: "...en voksen person utsetter et barn for fysisk eller psykisk vold, seksuelle overgrep, krenkelser eller forsømmer å dekke barnets grunnleggende behov" (2010, s. 6).

Erfurt C. m.fl klassifiserer barnemishandling ved hjelp av fire undergrupper:

1. Fysisk mishandling - der voldelig oppførsel av foreldre og foresatte resulterer i fysisk skade av barnet.
2. Seksuell mishandling - der barnet blir involvert i seksuell aktivitet.
3. Emosjonell mishandling - der fiendtlig holdning og oppførsel fører til ignorering av barnet som kan resultere i at barnet får et dårlig forhold til personlig identitet og lav selvtillit. Dette er også kjent som en stille form for mishandling.
4. Fysisk forsømmelse - der foreldre eller foresatte ikke oppfyller barnets grunnleggende fysiske behov. Dette kan for eksempel være underernæring og dårlig hygiene (Erfurt mfl. 2010).

I denne oppgaven fokuserer vi på undersøkelse av skjelettet og derved fysisk mishandling. Denne typen mishandling kan resultere i fraktur(er) og blir nærmere omtalt i diskusjonskapittelet.

Frakturer på små barn kan være et resultat av en alvorlig form for fysisk barnemishandling. Frakturer man ser ved fysisk barnemishandling, kan være vanskelige å skille fra fracturene en pådrar seg ved en uheldig hendelse. Barnemishandling kan være en logisk konklusjon om forklaringen til foreldre/foresatte ikke stemmer overens med utseende til frakturen (Bilo, Robben og van Rijn 2010).

Hvis det er klinisk mistanke om barnemishandling, er det sterkt anbefalt å undersøke barnet ved hjelp av SR. Vi tar for oss to ulike retningslinjer publisert av ACR/RCR og RCPCH senere i oppgaven, der disse retningslinjene anbefaler helkroppss SR undersøkelse av barna. Ved mistanke om at barnet er utsatt for fysisk mishandling, er dette en rettsmedisinsk undersøkelse.

"Rettsmedisin, [er] anvendelse av medisinsk kunnskap og vitenskap i rettens tjeneste" (Olaisen uten år). Ved saker som omhandler mishandling og misbruk av barn går dette under klinisk rettsmedisin (beredskapsdepartementet uten år).

Noen frakturer kan bedre indikere barnemishandling enn andre. Disse fracturene omtales som frakturer med høy spesifisitet for barnemishandling.

Når de yngste barna ristes med stor kraft, er "shaken baby syndrome" et kjent resultat av denne ristingen. Shaken baby syndrome er som oftest relatert til nakke- og hodeskader. Barnet kan også utsettes for kompresjon av thorax som kan føre til ribbeinsbrudd i tillegg til arm- og /eller benbrudd. I all hovedsak er hodeskader det man frykter ved shaken baby syndrome. I slike tilfeller er verken SS eller SR de beste modalitetene å ta i bruk (Erfurt mfl. 2010).

3.5.1 Sensitivitet og spesifisitet

Sensitivitet er en tests (enten NM eller røntgen) evne til å oppdage sykdom, mens spesifisitet er en tests evne til å utelukke sykdom (Nylenna 2009).

4.0 Resultat

I punktene nedenfor går vi gjennom stråledosene vi fant ved hver modalitet i sammenheng med problemstillingen vår. I tillegg presenterer vi styrke og svakheter ved hver modalitet opp mot diagnostiseringen av skader på barn som kan være en årsak av fysisk barnemishandling. Resultatene blir presentert gjennom tabeller, grafer og forklarende tekst. Besvarelsene i dette kapittelet er begrenset i lengde siden resultatene er velegnet til diskusjon.

4.1 Styrke og svakheter ved barnemishandling – SS vs SR

Ved å gjennomgå litteraturen kom det frem hvilke typer frakturer som er typiske ved barnemishandling, og hvilke som ikke er like vanlige. Modalitetene har ulike forutsetninger for å påvise ulike frakturer hos barn, og disse kommer frem i tabell 3 nedenfor. Med styrke og svakheter mener vi modalitetens evne til å påvise frakturer av det gitte slaget (sensitivitet) og om disse frakturene er typiske ved barnemishandling (spesifisitet).

Tabell 3: En oversikt over styrke og svakheter ved SR og SS relatert til prosedyrer ved utredning av barn mistenkt for å ha skader relatert til fysisk barnemishandling.

	Styrke	Svakheter
Skjelettrøntgen	Anatomi. Frakturer i rørknokler (humerus-, radius- og ulnafrakturer, femur-, tibia- og fibula) Columna Kraniet* ¹	Bløtvev. Costafraktur.
Skjelettscintigrafi	Fysiologi. Costafraktur. Sternumfraktur. Scapulafraktur. Pelvisfraktur. Bløtvev. Collumnafraktur.	Mye brus, dårlig fremstilling av beinvev på barn. Fysiologisk aktivitet i potensielle patologiområder. Bekkenbilder kan bli forstyrret grunnet høy oppladning i blæren. Kraniet kan ha lavt opptak av radiofarmaka ved skade.

*¹CT og MR er bedre modaliteter for kraniet, men siden projeksjonene inngår i helkropp SR, og er bedre enn SS, så ble det inkludert under punktet ”styrker”.

4.2 Skjelettscintigrafi: stråledose

Sykehuset Innlandet HF, Nukleærmedisinsk avdeling forsynte oss med en tabell over mengde radioaktivt stoff som settes på barn ut fra vekt. Det radioaktive stoffet som settes, er MDP.

Dosene er satt for å sikre minst mulig strålebelastning for pasienten, men samtidig for å ha nok aktivitet for å få adekvate bilder til vurdering og beskrivelse. Tabellen tar ikke hensyn til alder, kun det faktumet at pasienten er barn.

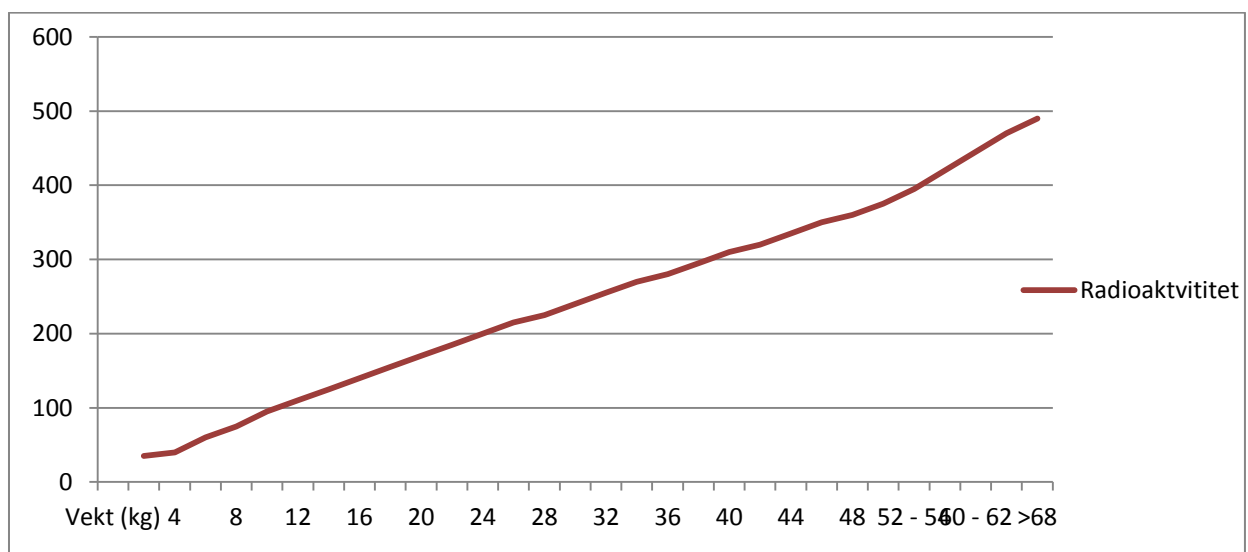
Tabell 4: Radioaktiv dose administrert på barn basert på vekt.

Vekt (kg)	Radioaktiv dose (MBq)	Vekt (kg)	Radioaktiv dose (MBq)
3	35	32	255
4	40	34	270
6	60	36	280
8	75	38	295
10	95	40	310
12	110	42	320
14	125	44	335
16	140	46	350
18	155	48	360
20	170	50	375
22	185	52-54	395
24	200	56-58	420
26	215	60-62	445
28	225	64-66	470
30	240	>68	490

(Nordling 2007)

For å gi et visuelt inntrykk av hvordan mengden radioaktivt stoff man setter ved SS endrer seg med vekt, plottet vi tallene fra tabellen inn i en graf for å visualisere dette.

Figur 2: Visualisering av administrert dose basert på vekt.



Med administrert dose basert på vekt kartlagt, trenger vi å vite gjennomsnittlig vekt for gutter og jenter i aldertrinnene 1, 5, 10 og 15 år. Det er to grunner til at vi går ut fra gjennomsnittlig vekt og disse alderstrinnene. Vekt varierer mye ut ifra alder og kjønn. For å ha et standpunkt å gå ut fra, valgte vi å se på den gjennomsnittlige vekten for gutter og jenter i disse alderstrinnene. Alderstrinnene er valgt på grunnlag av dosekalkulatoren vi tok i bruk for å regne ut effektiv dose på barn. Denne dosekalkulatoren har kun disse fire aldergruppene for barn samt en modus for voksne, som vi ikke tar i bruk (Strålsäkerhetsmyndigheten 2012).

Tabell 5: Gjennomsnitts vekt for barn i alderen 1, 5, 10 og 15 år.

	Gutter	Jenter	Gjennomsnitt
1 år	11,8 kg	10,2 kg	11,0 kg
5 år	19,0 kg	19,0 kg	19,0 kg
10 år	31,0 kg	30,5 kg	30,75 kg
15 år	54,0 kg	52,0 kg	53,0 kg

Disse tallene hentet vi fra Irene Elgens tabell publisert på nettdoktor. Hun sier at tallene baserer seg på eldre studier, og at barna nå er tyngre enn før (Elgen uten år). For å validere tallene så vi på en artikkel skrevet av Jùliusson m.fl. Studiet tok bare for seg barn fra 0-5 år, men stemte bra overens med Elgens tall, slik at vi tok utgangspunkt i Elgens barnevekt ved utregning av dosen (Jùliusson mfl. 2009).

Etter at vi hadde gjennomsnittlig vekt på plass, regnet vi ut effektiv dose på barn basert på mengden radioaktivt stoff, som gis i forhold til vekt, sammen med den gjennomsnittlige vekten for gutter og jenter i de fire alderstrinnene. Dosekalkulatoren vi brukte til å regne ut disse tallene med, tok ikke forbehold for kjønn på pasienten, kun for vekt og alder.

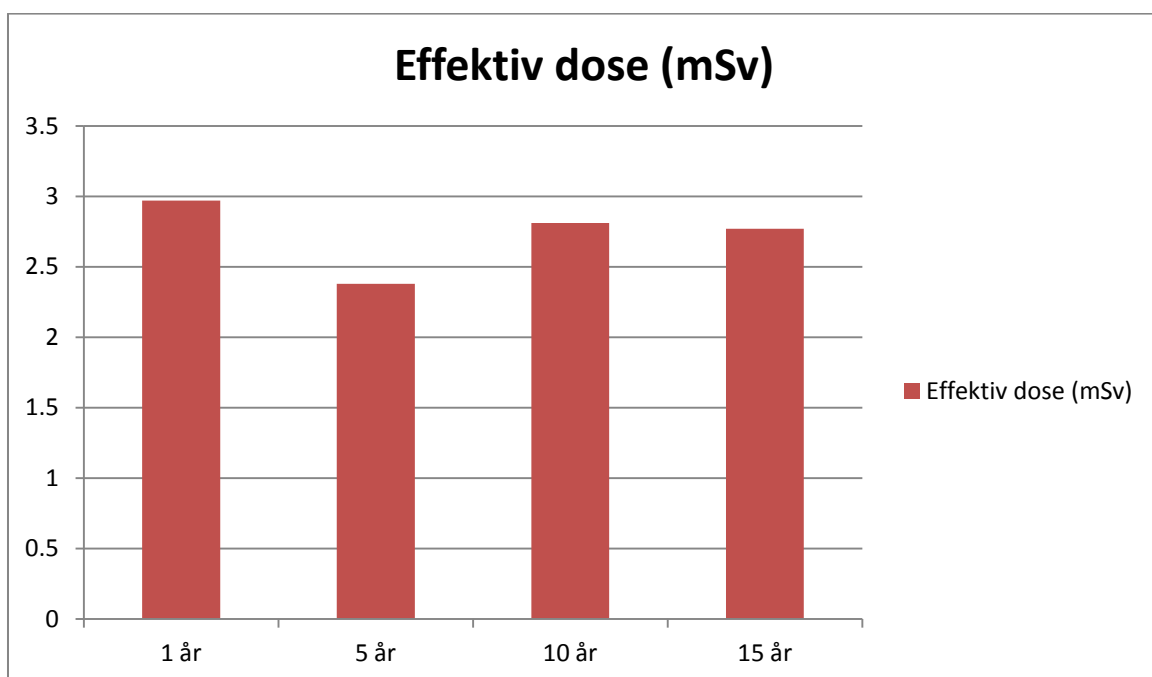
Tabell 6: Effektiv dose i forhold til vekt.

Alder (år)	Gjennomsnittlig vekt fra tabell 5 (kg)	Vekt fra tabell 4 (gjeldende vekt)	Radioaktivitet fra tabell 4 (MBq)	Effektiv dose (mSv)	mSv/MBq
1	11,0	12	110	2,97	0,027
5	19,0	20	170	2,38	0,014
10	30,75	32	255	2,81	0,011
15	53,0	52-54	395	2,77	0,007

Fra tabell 6 fant vi ut at den effektive dosen for barn som gjennomgår en SS på NM er estimert til å ligge mellom 2,38 mSv og 2,97 mSv. Den effektive dosen per MBq ligger mellom 0,007 og 0,027 mSv/MBq, hvorav den laveste verdien er representert for den eldste aldergruppen, mens den høyeste verdien er representert av den yngste aldersgruppen.

Figur 3 nedenfor baserer seg på tallene fra tabell 6 ovenfor og visualiserer den estimerte effektive dosen på NM ved de forskjellige alderstrinnene for barn som gjennomgår SS.

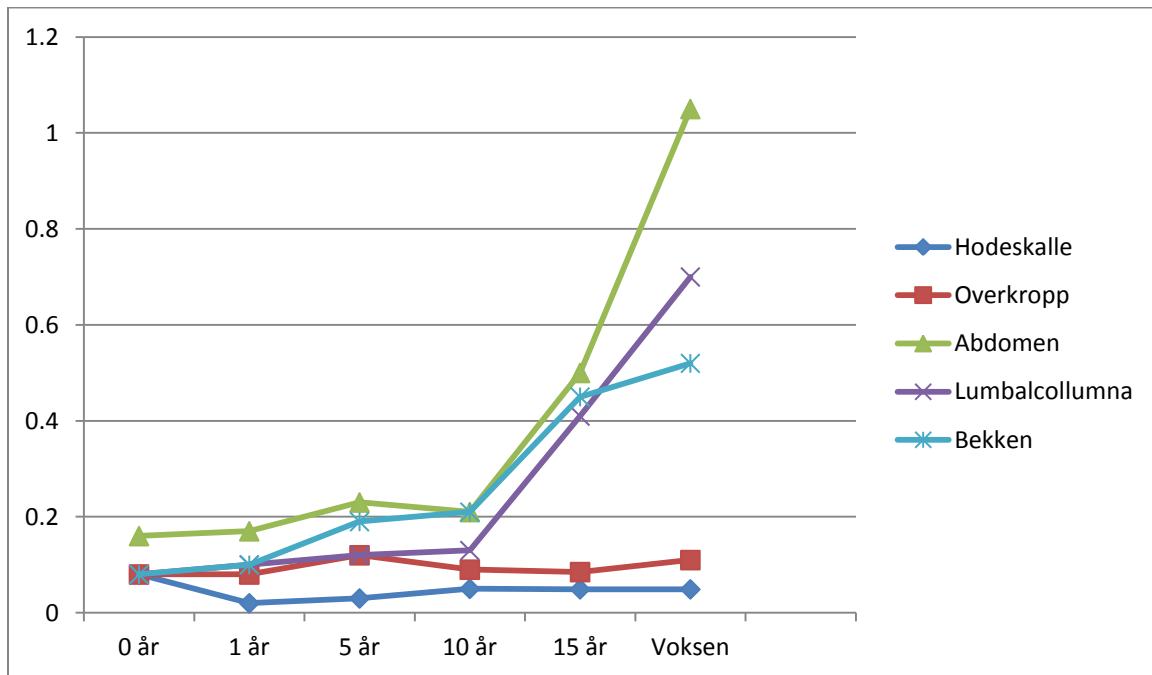
Figur 3: Visualisering av estimert effektiv dose på SS.



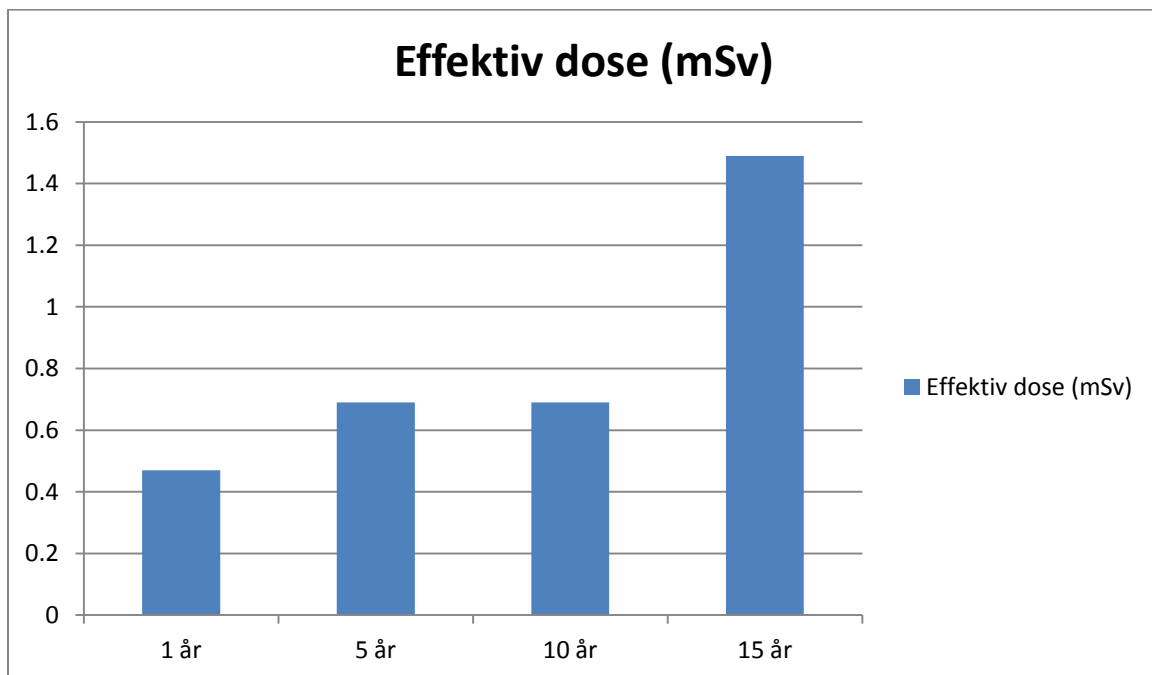
4.3 Skjelettrøntgen: stråledose

For vanlig skjelettrøntgen ble hodeskalle, overkropp, abdomen og bekken valgt ut som undersøkelsesområder i artikkelen av Balanov m.fl. I tillegg ble disse undersøkelsene komplementert med røntgen av lumbalcollumna, som er typisk for pедиатriske pasienter. For å kalkulere den gjennomsnittlige absorberte dosen til organer og vev, samt effektiv dose, hadde forfatterne de vanlige parameterne å forholde seg til. Det vil si kV, mAs, fokus-detektor-avstand, projeksjoner, størrelse på strålefeltet, filtrasjon osv. De typiske parameterne som ble tatt i bruk, ble hentet inn fra sykehus i St. Petersburg og Leningrad regionen sammen med publisert data fra UNSCEAR 2010.

Figur 4: Statistisk effektiv dose (E) i mSv per organ basert på alder fra studiet gjennomført (Balonov og Shrimpton 2012).



Figur 5: Baserer seg på samme tall som figur 4 ovenfor. Denne figuren viser den sammenlagte estimerte effektive dosen fra alle organer for hele undersøkelsen.



Den effektive dosen i disse figurene er ikke tatt fra undersøkelser i relasjon til helkroppss SR ved mistanke om fysisk barnemishandling. Det er doser kalkulert av Balonov og Shrimpton som ser på den effektive dosen man får ved SR av disse organene. Det er ikke forklart i artikkelen hvorvidt projeksjonene er i tråd med ACR, RCR eller RCPCH (se 5.2, tabell 7). Det vi vet, er at de undersøkte den effektive dosen som barn får ved røntgenundersøkelse av de gitte organene. Dette innebærer uansett en form for retningslinjer for projeksjoner som ble tatt i bruk, men nøyaktig hvilke retningslinjer de brukte, kan vi ikke si sikkert. I tillegg ble ikke den effektive dosen fra ekstremiteter inkludert i dosekalkuleringen. Til tross for dette (som blir nærmere forklart i diskusjonskapittelet og tidligere nevnt i oppgaven) vet vi at den effektive dosen barn og voksne får ved røntgenundersøkelse av ekstremiteter er såpass lav at den ikke får nevneverdig innvirkning på tallene i tabellen og grafen ovenfor. Likevel ble de organrike områdene inkludert, som gir oss et relativt estimat på hvordan den effektive dosen kan se ut i utvikling med alder på barn.

5.0 Diskusjon

I dette kapittelet kommer vi til å diskutere teori og sette det opp mot resultatene i belysning av problemstillingen.

5.1 Diagnostikk: SS vs SR

Stråledosen er et hovedfokus ved siden av diagnostisk verdi når man skal undersøke barn. ALARA prinsippet står i fokus her og kan forholdsvis lett oppnås ved å administrere en korrekt dose radiofarmaka. SS lar oss undersøke hele skjelettstrukturen til pasienten i samme plan. Nøkkelelementet for å oppnå god diagnostisk bildekvalitet på barn som gjennomgår SS, ligger i resolusjonen (oppløsningen). De fleste ^{99m}Tc NM prosedyrene gjennomføres med lav-energi-høy-oppløsnings kollimatorer (LEHR) for å oppnå dette. Programvarer kan tas i bruk for å forbedre undersøkelser som har en lav count (dårlig/lav registrering av radioaktivitet i pasienten) og kan i noen tilfeller redusere mengden radioaktivt stoff som må administreres for å gjennomføre undersøkelsen og dermed redusere stråledosen til pasienten. Dette kan være veldig fordelaktig hvis barnet er urolig og har vanskeligheter for å gjennomføre undersøkelsen. En stor fordel med SS er at undersøkelsen er god til å påvise skader på ribbein, bekken og ryggrad samt bløtvevsskader, hvorav alle disse er typiske ved NAI (Nadel 2012).

Modaliteten som blir mest brukt i dag til undersøkelse av mistanke om fysisk barnemishandling er konvensjonell røntgen (van Rijn 2009). I motsetning til SS, som viser fysiologien, viser SR anatomien. Organer har svak svekningsgrad av røntgenstråling, noe som gjør at disse framkommer som skygger på røntgenbildet. Hvis det er mistanke om bløtvevsskader, kan derfor ikke SR gi god nok diagnostisk informasjon. Beinvev derimot har sterk svekningsgrad av røntgenstrålingen, noe som fører til at beinstrukturer blir godt framstilt. Hvis metafyse- eller epifysefrakturer blir påvist, har dette høy spesifisitet for fysisk barnemishandling og fremkommer som mikrofrakturer. Humerus og femurfrakturer kan også ha høy spesifisitet hvis barnet er under 12 måneder gammel (Erfurt mfl. 2010).

Konvensjonell røntgen egner seg godt til å detektere disse bruddene siden det her tas bilde av et lite volum med ingen organer bortsett fra hud, muskelvev og beinvev. I tillegg til at modaliteten er godt egnet, gir disse undersøkelsene lav dose, som gjør det naturlig å tenke seg hvorfor konvensjonell røntgen er den perferable undersøkelsen.

5.1.1 Rørknokler

En stor svakhet ved undersøkelse av mistanke om barnemishandling på SS er fremstilling av rørknokkler, da spesielt i metafyseområdet og epifyseskivene. Det er fordi det er økt fysiologisk aktivitet i disse områdene på grunn av vekst (Bilo, Robben og van Rijn 2010).

Økt fysiologisk aktivitet er i grunnen ønsket når man utfører SS, siden dette vil føre til et økt opptak av radiofarmaka i det aktuelle området. Men i dette tilfellet er det ikke nødvendigvis økt opptak på grunn av skade som en årsak av barnemishandling. Om det oppstår fraktur i metafyseområdet og/eller epifyseskivene har disse høy spesifisitet for barnemishandling fordi den eneste måten å få frakturer i disse områdene, er ved påvirkning av eksterne, roterende krefter som fører til mikrofrakturer. Disse frakturene er vanskelige å påvise på SS når man undersøker barn med mistanke om fysisk mishandling nettopp på grunn av den allerede høye aktiviteten i området på grunn av vekst (Erfurt mfl. 2010).

Svakhetene til SS ved undersøkelse av rørknokkler på barn ved denne problemstillingen gjør det naturlig å tenke seg at SR er bedre på dette området enn SS. Beinvev generelt har høy svekningsgrad av røntgenstråler, noe som gjør at de blir godt fremstilt og tydeliggjør frakturer på en måte som SS ikke klarer. Van Rijn m.fl (2011) hevder at frakturer på selve skaftet (corpus) av rørknokkelen har lav spesifisitet for fysisk barnemishandling, noe som ikke står i tråd med studien utført av Erfurt m.fl (2010), der de sier at frakturer på humerus og femur gir indikasjon på barnemishandling, og da spesielt i løpet av barnets første 12 måneder etter fødsel. Den logiske forklaringen på dette, er i følge vår oppfatning at barn som er under 12 måneder gamle ikke er i stand til å pådra seg slike frakturer på egen hånd. Spesielt med tanke på at få barn klarer å gå på egenhånd før de er 12 måneder gamle. En ekstern kraft er derfor nødvendig for at disse typer frakturer skal kunne oppstå.

5.1.2 Ribbein

Ribbeinsbrudd er også frakturer som gir sterke indikatorer for fysisk barnemishandling. Grunnen til den høye spesifisiteten kommer av at fraktur i costae også oppstår ved ekstern fysisk kraft i form av slag eller kompresjon (Erfurt mfl. 2010). Ved "shaken baby syndrome" har multiple costeafrakturer høy spesifisitet og er vanskeligere å detektere ved SR enn ved SS (van Rijn 2009). Det er også noe av grunnen til at det argumenteres for skråbilder av thorax som standard ved helkroppsundersøkelser med SR på barn med mistanke om NAI (Maguire

mfl. 2013). For å detektere ribbeinsfraktur på SR er du avhengig av tydlige anatomiske forandringer.

For lettere å kunne se et ribbeinsfraktur på SR må det gå så mye som 7 dager for at callusdannelse skal ha funnet sted. Callusen vil se ut som en ”hevelse” på skjelettstrukturen og påviser at det har vært en fraktur i det området, samt at den nå leges (Erfurt mfl. 2010). SS er ikke avhengig av anatomiske forandringer. Ved frakturer får man en økt fysiologisk aktivitet i det området på grunn av tilhelingsprosessen. Denne økte fysiologiske aktiviteten gjør at man får et høyt opptak av radiofarmaka i det patologiske området og kan lettere vise forandringen. SS vil derfor gi en bedre framstilling av costae enn SR ved disse frakturene.

5.1.3 Sternum, scapula og pelvis

SS har høy sensitivitet for disse anatomiske strukturene. Erfurt m.fl sier at frakturer i disse strukturene forekommer sjelden ved NAI siden man må påføre barnet en veldig stor kraft for at frakturer på disse strukturene skal forekomme (2010). Siden det er en så stor ekstern kraft som må til for at fakturer skal oppstå i disse strukturene, assosieres frakturene med alvorlig NAI. Disse frakturene er derfor blandt de som har høyest spesifisitet for NAI (van Rijn og Sieswerda-Hoogendoorn 2011).

5.1.4 Kraniet

Alle typer frakturer i kraniet har en relativt lav spesifisitet for å indikere fysisk barnemishandling. Selv om et barn får påvist kraniefraktur, er det ikke sikkert at det er en årsak av fysisk vold mot barnet. SR gir en mye bedre framstilling av kraniet enn SS. Det kommer av det lave opptaket av radiofarmaka i dette området (Bilo, Robben og van Rijn 2010).

5.1.5 Columna

Skader på ryggraden skyldes som regel et kraftig traume. Hvis skader på ryggraden er et resultat av barnemishandling, fremkommer dette som kompresjonsfraktur (Erfurt mfl. 2010). Frakturer på processus spinosus har derimot en høyere spesifisitet for NAI (van Rijn og Sieswerda-Hoogendoorn 2011). Dette gjør det lettere å forstå enigheten i retninglinjene av både ACR, RCR og RCPCH der laterale bilder av columna inngår i alle (se 5.2, tabell 7).

Frakturer på prosessus spinosus har høy spesifisitet for NAI i forhold til eksempelvis frakturer på corpus vertebra og sublaksasjoner (van Rijn og Sieswerda-Hoogendoorn 2011). Dette taler for at SR er en preferabel modalitet å ta i bruk ved spørsmål om skader som en årsak av fysisk barnemishandling med tanke på at SR fremstiller prosessus spinosus bedre enn SS.

5.2 Bildetakning & etterinnkallelse

Det er uenighet om hvilke bilder og projeksjoner som skal tas i bruk på barn med skader som kan komme av fysisk barnemishandling. Studiet utført av Maguire m.fl sier at et av de største dilemmaene pediatrike- og radiologiske leger står ovenfor når en mistenker at et barn har blitt fysisk mishandlet, er om frakturene som blir påvist gir direkte indikasjon for fysisk barnemishandling (2013). Med det mener vi at om man avdekker en fraktur på et barn, så betyr det ikke nødvendigvis at den skaden har oppstått som en årsak av vold mot barnet.

Når det kommer til projeksjoner på helkropp SR med spørsmål om fysisk barnemishandling, skal det i følge internasjonale retningslinjer publisert av American College of Radiology (ACR), Royal College of Radiologists (RCR) og Royal College of Pediatrics and Child Health (RCPCH) følgende projeksjoner være med:

Tabell 7: Projeksjoner

Organ	Projeksjoner (ACR, RCR/RCPCH)
Kraniet	AP og lateral
Cervicalcolumna	AP og lateral, lateral
Lumbosacralcolumna	Lateral
Thorax	AP og lateral, AP + 2x skråbilder av ribbein
Humerus	AP
Underarm	AP
Hender	PA
Bekken	AP
Femur	AP
Tibia og fibula	AP
Føtter	AP

(van Rijn og Sieswerda-Hoogendoorn 2011)

Hovedforskjellen mellom disse retningslinjene er thorax projeksjonen. RCR og RCPCH inkluderer skråbilder av ribbeinene. I følge van Rijn er ribbeinsbrudd en sterk indikator for barnemishandling (2009). Med skråbilder vil sensitiviteten forbedres med 17 % og spesifisitet

forbedres med 7 % (Kemp mfl. 2006). Dette støttes av van Rijn's studie som konkluderer med de samme tallene på sensitivitet og spesifisitet, 17 % og 7 % respektivt (2009).

Helkroppsradiografi (SR) skal alltid utføres med bildetakning som følger retningslinjene til ACR, RCR og RCPCH på alle barn opp til 2-3 år (Erfurt mfl. 2010). Dette korresponderer med studiet utført av Kemp m.fl (2006) og Bilo m.fl (2010) som sier at det er flere diagnostiske funn på barn til og med to år gamle, enn eldre barn. Barn til og med 3 år har størst sannsynlighet for å bli fysisk mishandlet. Det er også rapportert at eldre tenåringer blir fysisk mishandlet, men barn til og med 12 måneder har den høyeste rapporterte raten med 22 mishandlinger per 1000 barn, altså 2,2% i UK (Maguire 2010).

Et annet spørsmål som ofte stilles, er hvorvidt barn skal etterinnkalles for oppfølgingsundersøkelse, og hvilke bilder som skal inkluderes i denne undersøkelsen. Maguire m.fl. tar opp dette temaet. De har funnet argumenter for bare å ta Thorax-bilder-, og helkroppsradiografi ved etterinnkallelsen. I et studie ble 200 barn etterinnkalt for å ta en ny røntgen thorax. 59 av 200 (29,5 %) møtte opp til etterinnkallelsen. Bildene avslørte nye frakturer i 3 pasienter, og 2 pasienter hadde frakturer påvist for første gang som tydelig indikerte barnemishandling. Konklusjonen var at etterinnkalling ga nyttig informasjon i 12 % av tilfellene. Siden bare 29.5 % av pasientene møtte opp, er dette tallet anntatt å være et underestimat (Maguire mfl. 2013).

Maguire m.fl tar også for seg andre studier som mener at helkroppsradiografi vil gi mer informasjon ved etterinnkallelse enn kun røntgen thorax. Statistikken deres viser at 101 barn gjennomgikk helkroppsradiografi, hvorav ny informasjon ble funnet i 37,6 % av disse barna. Av de 37,6 %, var det 12 % som ikke hadde funn ved første helkroppsradiografi (Maguire mfl. 2013).

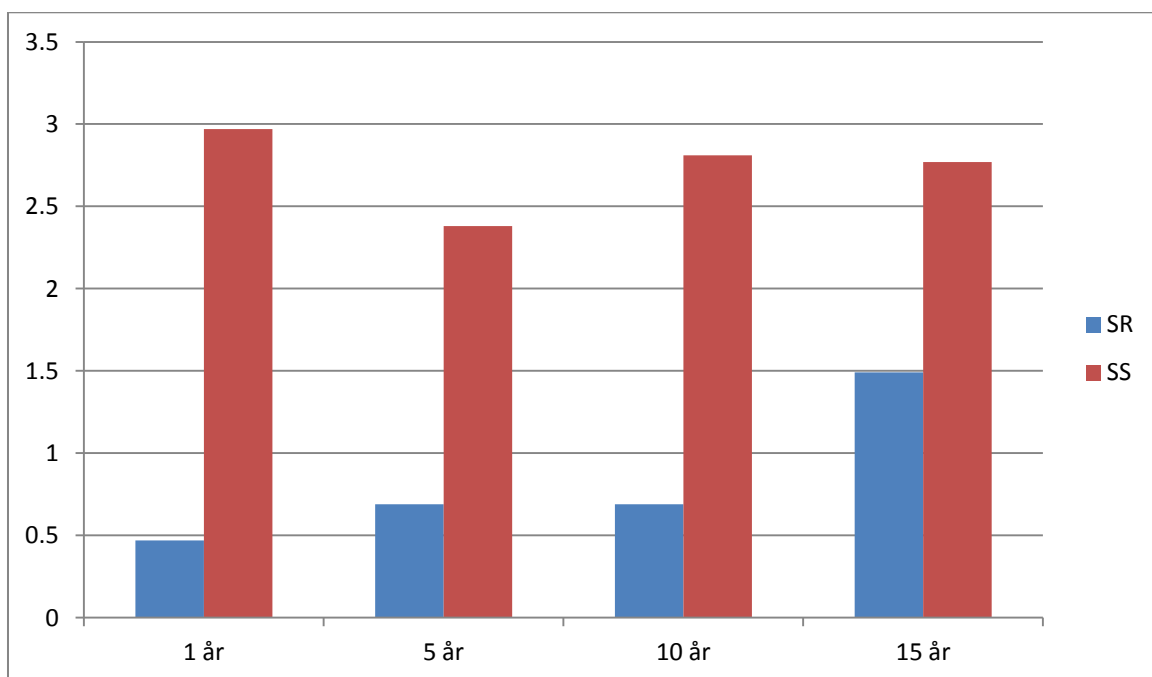
Basert på disse tallene, kan man argumentere for at barn bør etterinnkalles til oppfølgingsundersøkelse. Likevel må man også ta i betraktning stråledosen som barnet blir utsatt for. Utfører man helkroppsradiografi ved etterinnkallelse, utsetter man barnet for dobbelt så mye dose enn hvis man ikke etterinnkaller i det hele tatt. Utfører man kun selektive projeksjoner, kan man redusere stråledosen pasienten får ved etterinnkallelse. Spørsmålet er om nytteverdien for etterundersøkelsen veier opp for stråledosen man utsetter pasienten for. Maguire m.fl er, angående dette temaet klare i sin konklusjon, der de sier at etterinnkallelse vil vise mer informasjon enn ved første undersøkelse. I følge deres studie får 8,4 % - 37,6 %

av barn som blir etterinnkallt, påvist nye funn. Utfordringen som de ser, er å definere hvilke projeksjoner på SR som skal inkluderes i etterinnkallelsen, samt hvilke barn som skal etterinnkalles (2013).

5.3 Stråledose

Fra resultatene våre fant vi ut at SS gir en høyere effektiv dose enn SR, 2,38 til 2,97 mSv og 0,47 til 1,49 mSv respektivt. Tallene fra SR ble riktignok ikke tatt fra et studie relatert til bildetakning av barn med mistanke om at de hadde blitt utsatt for fysisk barnemishandling. Med det anslår vi at tallene kan være høyere enn de som framkom i resultatet. Balonov og Shrimpton inkluderte ikke effektiv dose fra ekstremiteter i presentasjonen av den effektive dosen på barn. De presenterte effektiv dose ved undersøkelse av føtter hos voksne i kontrast. Denne effektive dosen ble kalkulert til å være 0.0002 mSv, som er relativt lite. Ved vår ekskludering av effektiv dose fra ekstremiteter, vil dette ikke føre til at den totale effektive dosen ved helkroppsradiografi endres betydelig. Likevel skal det erkjennes at denne dosen ikke er inkludert. Basert på den effektive dosen fra SS og SR sammenlikner vi den effektive stråledosen fra modalitetene i figur 6 nedenfor.

Figur 6: Sammenlikning i effektiv dose mellom SS og SR.



5.4 Diagnostikk og stråledose: kombinere SS og SR?

Som vi ser av resultatet har både SS og SR sin styrke og sine svakheter. Vil det ved undersøkelse av barn med spørsmål om fysisk barnemishandling svare seg å kombinere modalitetene?

Ifølge våre resultater ser vi at eventuell tilleggsinformasjon ved SS er begrenset. Det kan derfor se ut som om SS bare er nyttig som tilleggsinformasjon ved spørsmål om ribbeinsbrudd, der frakturer som framkommer skjulte ved SR blir godt framstilt ved SS (se 4.1, tabell 3). Vi ser også at SS gir betraktelig mer stråledose enn SR på yngre barn. Dette støttes opp av studiet utført av Erfurt m.fl., som sier at SS gir høy stråledose (som reflekteres i resultatet vårt) og er relativt begrenset i diagnostisk nytteverdi for barn ved denne problemstillingen. Erfurt m.fl. spesifiserer at det er hovedsakelig ved ribbeinsfrakturer at SS har nytteverdi (2010).

Hvis man skulle etterinnkalle barnet til en ny helkroppss SR og utføre de samme projeksjonene på nytt, ville den effektive dosen dobbles. Da er det interessant å se at fra 15 år og høyere vil SR gi høyere effektiv dose enn SS, mens ved yngre alderstrinn vil fortsatt SS dominere stråledosen over SR. Dette er bare sant hvis man ikke utfører en ny SS i tillegg til en ny helkroppss SR.

6.0 Konklusjon

Vi ville kartlegge stråledose, styrke- og svakheter på SR og SS ved diagnostisering av barn med skader som kunne være forårsaket av fysisk barnemishandling. Forutforståelsen vår var at stråledosen ved helkroppss SR var høyere enn på SS, uavhengig av alder, kjønn og vekt. I tillegg hadde vi en formening om at SS kunne være en vel så god undersøkelsesmetode for å diagnostisere barn med skader som kunne være forårsaket av fysisk barnemishandling, som det SR var. Fra resultatene vi fikk, viste det seg at dette ikke var tilfellet.

Den effektive dosen man får på SS viser seg å være betraktelig høyere enn den man får på helkroppss SR ved ung alder. Den effektive dosen på SS kalkulerte vi til å ligge mellom 2,38 og 2,97 mSv, avhengig av alder og vekt på pasienten, hvorav den høyeste effektive dosen var på de yngste pasientene (12 måneder). På helkroppss SR lå den effektive dosen mellom 0,47 og 1,49 mSv. Der la vi merke til at pasienten fikk lavest effektiv dose i ung alder, og økte etterhvert som pasienten ble eldre. Alle disse dosene ble kalkulert i alderstrinnene 1, 5, 10 og 15 år. Den gradvise økningen i stråledose på SR var ikke uforventet. Etter hvert som man blir eldre, øker man i volum og masse, i tillegg til at man består av mindre brusk og mer beinvev. Siden beinvev har høyere massetetthet enn brusk, tenker vi at røntgenstrålingen blir svekket i større grad, som igjen kan føre til en økning i stråledose. Den relativt stabile effektive dosen ved SS var forventet, men vi trodde at denne kom til å være mye lavere enn det den viste seg å være.

Styrken og svakhetene til disse modalitetene ved den gitte problemstillingen var veldig interessante funn. SR gir de beste forutsetningene for å påvise fysisk barnemishandling og er derfor den foretrukne modaliteten. SS er åpenbart en ulempe for unge barn siden de har mye brusk og lite beinvev, i kontrast til voksne mennesker som har mye beinvev og lite brusk. Dette gjør at fremstilling av skjelett på barn kan gi misvisende informasjon, spesielt med tanke på fysiologisk aktivitet. Med det mener vi at fysiologisk aktivitet i et område ikke nødvendigvis trenger å bety patologi, og på unge barn er fysiologisk aktivitet i skjelettet et faktum siden de hele tiden er i vekst. Likevel har SS en fordel, der SS er en god modalitet for å framstille ribbeinsfrakturer. Om SS skal bli brukt som en tilleggsmodalitet, ville man derfor øke sannsynligheten for å oppdage frakturer i ribbein og dermed sannsynligheten for å avdekke samtlige frakturer hos pasienten.

Vi konkluderer med at fysisk barnemishandling er et vanskelig tema og krever stor kompetanse for å diagnostiseres korrekt. Både SR og SS har sine applikasjoner innenfor dette fagområdet, men det er også tydelig at SR er generelt sterkere til å påvise frakturer enn SS. I tillegg får man lavere effektiv dose på helkroppss SR kontra SS, noe som taler for bruken av SR. Likevel skal man ikke ekskludere SS. Mange studier utført per dags dato konkluderer med at én modalitet alene (SS eller SR) kan gå glipp av patologi. En kombinasjon vil derfor øke sannsynligheten for å påvise samtlige skjelettfrakturer hos pasienten.

Litteraturliste

Balonov, M. I. og P. C. Shrimpton (2012) Effective dose and risks from medical x-ray procedures. I: *Institute of Radiation Hygiene*, 41(3-4), s. 129-141.

beredskapsdepartementet, J.-o. (uten år) *Rettsmedisinsk sakkyndighet i straffesaker*. [online] Regjeringen.no. URL: <http://www.regjeringen.no/nb/dep/jd/dok/nouer/2001/nou-2001-12/9/7.html?id=377673> (08.05.14).

Bilo, R. A. C., S. G. F. Robben og R. R. van Rijn (2010) *Radiology in suspected child abuse. Forensic Aspects of Pediatric Fractures*. Berlin: Springer.

Bushong, S. C. (2008) *Radiologic Science for Technologists*. 9 utg.: Mosby Elsevier.

Elgen, I. (uten år) *Gutters høyde og vekst i forhold til alder*. [online]. URL: <http://www.nettdoktor.no/helseraad/fakta/gutterveksttabell.php> (06.05.2014).

Erfurt, C. mfl. (2010) Pediatric radiological diagnostic procedures in cases of suspected child abuse. I: *Forensic science, medicine, and pathology*, 7(1), s. 65-74.

International Commission on Radiation Protection (2007) *The recommendations of the International Commission on Radiological Protection: ICRP* ; Elsevier.

Jùliusson, P. B. mfl. (2009) *Vekstkurver for norske barn*. [online]. Oslo: Tidsskrift for Den norske legeforening. URL: <http://tidsskriftet.no/article/1800163> (06.05.14).

Kemp, A. M. mfl. (2006) Which radiological investigation should be performed to identify fractures in suspected child abuse? I: *Clinical Radiology*, 61 s. 723-736.

Maguire, S. (2010) Which injuries may indicate child abuse? I: *Archives of disease in childhood. Education and practice edition*, 95(6), s. 170-177.

Maguire, S. mfl. (2013) What does the recent literature add to the identification and investigation of fractures in child abuse: an overview of review updates 2005-2013. I: *Evidence-Based Child Health*, 8 s. 2044-2057.

Malterud, K. (2011) *Kvalitative metoder i medisinsk forskning*. 3 utg. Oslo: Universitetsforlaget.

Monn, E. (2005-2007) *Barnemishandling*. [online] Store Norske Leksikon. URL: <http://snl.no/barnemishandling> (06.05.14).

Myhre, M. C., A. Lindboe og G. Dyb (2010) *Oppdager sykehusene barnemishandling? En kartlegging av utredningspraksis*. [online] Nasjonal kunnskapssenter om vold og traumatisk stress. URL: <http://www.nkvts.no/biblioteket/Publikasjoner/OppdagerSykehuseneBarnemishandling.pdf> (06.05.14).

Nadel, H. R. (2012) Pediatric Bone Scintigraphy: Variants and Limitations. I: Fogelman, I., G. Gnanasegaran og H. Wall (red.) *Radionuclide and Hybrid Bone Imaging*. Berlin : Heidelberg: Springer, s. 815-825.

Nordling, K. (2007) *Radiofarmaka doser til barn*: Sykehuset Innlandet HF, Nukleærmedisin.

Nylenna, M. (2009) *Medisinsk Ordbok*. 7. utg. Oslo: Kunnskapsforlaget.

Olaisen, B. (uten år) *Rettsmedisin*. [online]. Store Medisinske Leksikon. URL: <http://sml.snl.no/rettsmedisin> (08.05.14).

Rootwelt, K. (2005) *Nukleærmedisin*. 2. utg. Oslo: Gyldendal akademisk.

Strålsäkerhetsmyndigheten (2012) *Dosekatalog*. [online] Swedish Radiation Safety Authority. URL: <http://apps.stralsakerhetsmyndigheten.se/lpadoskatalog/> (05.05.14).

van Rijn, R. R. (2009) How should we image skeletal injuries in child abuse? I: *Pediatric radiology*, 31(2 suppl.), s. 226-229.

van Rijn, R. R. og T. Sieswerda-Hoogendoorn (2011) Educational paper - Imaging child abuse: the bare bones. I: *European journal of pediatrics*, 171(2), s. 215-224.

Vedlegg 1

Søkeord	Database	Kombinasjoner	Treff	Abstact lest	Inkludert/ eksludert
1. Radionuclide imaging	MEDLINE	1, 2	5	3	2/1
2. Child Abuse		2, 3	4	2	2/0
3. Radiation Dosage		1, 4	13	2	0/2
4. Pediatrics		1, 3, 4	3	1	1/0
5. X-ray		2, 6	6	1	0/1
6. Diagnosis		2, 6	6	1	0/1
7. Skeletal survey		2, 6	6	1	0/1
8. Non-accidental-trauma	SCIENCE DIRECT	2 AND 10	33	4	1/3
9. Non-accidental-injury		7 AND 9	10	7	1/6
10. Bone fractures	PUBMED	1 AND 2 OR 8 OR 9 AND 6 AND 13	22	2	0/2
11. Procedures					
12. Methods					
13. Limitations	EMBASE	1, 3, 4	2	1	0/1
		2, 3	10	3	1/2
		1, 2, 4	1	1	0/1
		1, 2, 10	1	1	0/1

Utformet i samarbeid med biblioteket på Høgskolen i Gjøvik.

Vedlegg 2

Skrevet: 13.08.2007	SYKEHUSET INNLANDET HF NUKLEÆRMEDISIN	Side 1 av 2
Revidert: 04.12.2007	FORSLAG TIL PROSEDYRE	Skrevet av: Ketil Nordling
Versjon: 2	RADIOFARMAKA DOSER TIL BARN	<u>07-01-01-05-04- 01-Pediatriske doser-v2</u>

Slett
Pedis

1. HENSIKT/OMFANG

Oppdaterte doser etter anbefaling fra EANM. Disse skal sikre minst mulig strålebelastning, men likevel gi nok aktivitet til at det er mulig å få optimale bilder for vurdering og beskrivelse

2. ANSVAR

Leger og teknisk personale som utfører og/eller beskriver nukleærmedisinske undersøkelser og/eller behandling

3. HANDLING

- Vedlagte tabell
 - Første kolonne er barnets vekt
 - Første rad er minste dose i MBq som skal gis
 - Alle kolonner er dose etter vekt i MBq

Vekt	<i>Kenogmfi</i> MAG3	<i>Nyreskintigrafi</i> DMSA	DTPA	<i>Skjedd</i> Medronat	HMPAO leukocyttemerking	TCO4- meckel	TCO4- thyr
<i>Minste</i>	15	15	20	40	40	20	10
3	12	17	34	35	35	11	6
4	13	19	38	40	40	12	6
6	17	25	50	60	60	18	10
8	20	29	58	75	75	22	12
10	23	33	66	95	95	28	15
12	26	37	74	110	110	33	18
14	28	40	80	125	125	37	20
16	30	43	86	140	140	42	22
18	32	46	92	155	155	47	25
20	34	49	98	170	170	51	27
22	36	52	104	185	185	56	30
24	38	54	108	200	200	60	32
26	40	57	114	215	215	64	34
28	41	59	118	225	225	68	36
30	43	62	124	240	240	72	38
32	45	64	128	255	255	77	41
34	46	66	132	270	270	81	43
36	48	68	136	280	280	84	45
38	50	71	142	295	295	89	47
40	51	73	146	310	310	93	50
42	52	75	150	320	320	96	51
44	54	77	154	335	335	100	54
46	55	79	158	350	350	105	56
48	57	81	162	360	360	108	58
50	58	83	166	375	375	112	60
52 - 54	60	85	170	395	395	119	63
56 - 58	62	89	178	420	420	126	67
60 - 62	65	93	186	445	445	133	71
64 - 66	67	96	192	470	470	141	75
≥68	69	98	196	490	490	147	78

Vurdert av: GZ, SRS, GES, MS, KN