

Niklas Elg Lunde
Ragnhild Mæhre
Jacob Aune Søvik

Stråledose til pasient

En sammenligning av røntgen kne, med og uten bruk av gjennomlysning

Bacheloroppgave i Radiografi

Veileder: Øystein Olsen

Mai 2023

Niklas Elg Lunde
Ragnhild Mæhre
Jacob Aune Søvik

Stråledose til pasient

En sammenligning av røntgen kne, med og uten bruk
av gjennomlysning

Bacheloroppgave i Radiografi
Veileder: Øystein Olsen
Mai 2023

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



Kunnskap for en bedre verden

Forord

Denne oppgaven er et avsluttende gruppearbeid i bachelorgrad i Radiografi, ved Norges Tekniske og Naturvitenskapelige Universitet. Tematikken og problemstillingen ble funnet gjennom sommerjobb og praksisstudier ved utdanningen, og oppgaven har vært interessant å utforske og utforme.

Vi vil takke fysikere og radiografer ved de tre sykehusene inkludert i studien, for god hjelp med innsamling av datamaterialet og relevant informasjon. Ikke minst vil vi takke vår veileder Øystein Olsen som har motivert og hjulpet oss igjennom hele prosessen.

Mai 2023

Niklas Elg Lunde. Ragnhild Mæhre. Jacob Aune Søvik

Sammendrag

ALARA er ett av radiografens viktigste prinsipp. Tidligere studier har vist til gjennomsnittlig omtaksrate på ca. 20% ved røntgen kne undersøkelser. Hensikten med oppgaven var å undersøke om gjennomlysning var en bedre tilretteleggende faktor for god strålehygiene enn konvensjonell røntgen.

Oppgaven brukte et kvantitativt tverrsnittdesign. Datamaterialet ble samlet inn ved tre anonymiserte sykehus, to via Sectra DoseTrack og ett ved hjelp av utfyllingsskjema. De innsamlede dataene viste stråledoser og parametere ved de ulike modalitetene.

Resultatene viste at det ved sykehus B var en gjennomsnittsdose på $0,0721 \text{ Gy}\cdot\text{cm}^2$ per pasient og en omtaksrate på 26%. Sykehus A hadde en gjennomsnittsdose på $0,129 \text{ Gy}\cdot\text{cm}^2$ og 4 omtak. Sykehus C hadde en gjennomsnittlig dose på $0,311 \text{ Gy}\cdot\text{cm}^2$, ett omtak, og vi fant ut at gjennomlysning sto for hele 30% av den totale stråledosen.

I denne studien kunne vi konkludere med at gjennomlysning ikke har bidratt til mindre stråledose til pasient. Omtaksratioen ved sykehus B var på 26%, men bidro ikke til større pasientdose sammenlignet med de andre sykehusene.

Abstract

ALARA is one the most important principles in radiography. Previous studies have shown an average retake rate of 20% on x-rays of the knee. The purpose of this study was to assess if fluoroscopy was a better facilitating factor for good radiation hygiene than conventional x-ray equipment.

The study used a quantitative cross-sectional study. The data was gathered from three anonymous hospitals, two via Sectra DoseTrack, and one through a questionnaire for data collecting. The gathered data showed doses and parameters from the different modalities.

The results showed a mean dose of 0,0721 Gy cm^2 per patient and a retake rate of 26% at hospital B. Hospital A had a mean dose of 0,129 Gy cm^2 and 4 retakes. Hospital C had a mean dose of 0,311 Gy cm^2 , one retake, and we found that fluoroscopy contributed to 30% of the total dose.

In this study we concluded that fluoroscopy did not contribute to a lesser patient dose, and that the retake rate at hospital B was at 26% but did not cause a higher radiation dose to the patient compared to the other hospitals.

Innholdsfortegnelse

Forord	i
Sammendrag	ii
Abstract	iii
Innholdsfortegnelse	iv
1.0 Innledning	1
1.1 Problemstilling.....	2
2.0 Teori	3
2.1 Grunnleggende om røntgenrør og gjennomlysning.....	3
2.2 Pasientinnstilling og dosebesparelse.....	3
2.3 ALARA og berettigelse.....	4
2.4 Stokastiske og deterministiske effekter.....	4
2.5 Indikasjon røntgen kne.....	5
2.6 Gonartrose og andre tilstander.....	5
2.7 Bilder og bildekriterier røntgen kne.....	6
2.8 Tidligere gjennomførte studier.....	6
3.0 Metode	7
3.1 design og oppbygging.....	7
3.2 Datamaterialet.....	7
3.3 Populasjon og utvalg.....	8
3.4 Analyseoppsett.....	8
3.5 Tester og normalfordeling.....	9
3.6 Etikk.....	10
4.0 Resultat	11
4.1 Resultat normalfordelings test.....	11
4.2 Resultat av F-Test og T-test.....	11
4.3 Dosemålinger.....	11
5.0 Diskusjon	16
5.1 Pasientdose.....	16
5.2 Omtak.....	17
5.3 Parametere.....	17

5.4 Lavdoseeksponering og gjennomlysning	18
5.5 Ulike projeksjoner	18
5.6 Normalfordeling	19
5.7 Feilkilder	19
6.0 Konklusjon.....	21
7.0 Videre studie	21
8.0 Litteraturliste.....	22
Vedlegg 1: utfyllingsskjema kne	24

1.0 Innledning

En radiograf tar røntgenbilde som ett ledd i diagnostiseringen av pasienter, for å oppdage eller kontrollere sykdommer og lidelser (Utdanning.no, 2022). I Norge, i 2015, ble det foretatt 3118 polikliniske røntgenundersøkelser per 10,000 innbyggere, det vil si at omtrent en tredjedel av Norges befolkning tar røntgenbilder hvert år. Dette tallet anslås å øke med 5% hvert år da radiologiske undersøkelser blir hyppigere brukt i diagnostikk. Dette tallet inkluderer ikke røntgen av inneliggende pasienter da det ikke finnes noe komplett register for disse (Helsedirektoratet, 2019).

Røntgen brukes blant annet for å avbilde bein og ledd i kroppen. Man bruker da røntgenstråler for å kunne diagnostisere beinbrudd, leddskader, osteoporose, ulike tumorer og andre lidelser eller sykdommer knyttet til skjelettet (NHI, 2019). Det er vanlig å ta røntgen av for eksempel hofte, håndledd, ankel, skulder, albue, hånd og kne, enten etter skade, ved langvarige plager med ett ledd, eller smerter i skjelettet. Kneet er kroppens største ledd, og forbinder femur med tibia og fibula. Da kneleddet hovedsakelig stabiliseres av ligamenter og andre bløtdeler, er det svært utsatt for belastnings- og slitasjeskader (Holck, 2023). Ulike indikasjoner for røntgen av kne kan være brudd, mistanke om gonartrose og annen slitasje eller sykdom (Lampignano & Kendrick, 2021 s.246-249).

Ved røntgen av kne tas ett frontbilde og ett sidebilde. Ved frontbilde vil vi ha med hele kneet, med midtstilt patella og åpen leddspalte, ved sidebilde ønsker man overprojiserende femurkondyler (Lampignano & Kendrick, 2021, s. 246-249). Røntgen bruker høyenergisk ioniserende stråling som kan passere gjennom alle typer kroppsvev i varierende grad og fremstiller bilder som er avgjørende for diagnose og behandling (NHI, 2018). Ved bruk av gjennomlysning kan man se bevegelser hos pasienten som en film. Det blir altså en form for levende bilder der man ser skjelettstrukturene bevege seg, og man kan bruke denne teknikken for å stille inn kneet korrekt før man tar en røntgeneksponering (Bushong, 2017, s.85). Ved vanlig røntgen må man stille inn kneet, ta en eksponering, og deretter sjekke om alle kriteriene for et knebilde er oppfylt, slik som for eksempel overprojiserte femurkondyler og midtstilt patella (Lampignano & Kendrick, 2021 s.246-249). Dersom kriteriene ikke er oppfylt, må man ta flere eksponeringer, eller det som kalles omtak.

Både gjennomlysning og røntgen bruker stråledoser oppgitt i Dose-Areal-Produkt (DAP) som bruker benevnningen Gycm^2 (DSA, 2018). Ved doser høyere eller lavere enn referanseverdi, blir dette innrapportert til DSA og tatt videre med den aktuelle instansen (DSA, 2020). Ved bruk av en gjennomlysningsteknikk, krever det mindre dose enn ved vanlig røntgeneksponering, da man bruker en lav doserate og ikke krever like mye stråling som ved ett diagnostisk bilde (Kessel & Robertson, 2017, s.117).

ALARA-prinsippet, “As Low as Reasonably Achievable”, er et grunnleggende prinsipp hos en radiograf. Målet er å eliminere bruk av overflødig stråling, dette gjelder uberettigede undersøkelser og omtak av røntgenbilder (DSA, 2018). Det ble utført en omtaksanalyse i Norge for 10 år siden, der det ble tatt 1827 knebilder. I det tidsrommet analysen fant sted, var 364 av bildene omtak. Dette tilsvarer en omtaksratio tilsvarende 20%. (Andersen et al., 2012, tabell 3). Sammenliknet med en australsk studie så var omtaksratioen på røntgen kne 19% (Atkinson et al., 2020). En bachelorstudie gjort i Gjøvik i 2020 viste til en omtaksrate på henholdsvis 17,7 % og 24% ved de to sykehusene inkludert i studien (Alizai et al. 2020, s.23).

1.1 Problemstilling

På bakgrunn av tidligere omtaksanalyser, og de ulike metodene for å eksponere røntgen kne, har vi valgt å se nærmere på stråledose til pasient ved bruk av røntgenapparat med gjennomlysningsfunksjon, i forhold til ett konvensjonelt røntgenapparat. Vi vil se på dosene til hver av de to teknikkene, og se på om en av metodene utmerker seg positivt med tanke på stråledose.

2.0 Teori

2.1 Grunnleggende om røntgenrør og gjennomlysning

På avdeling for bildediagnostikk benytter man seg av konvensjonell røntgen for å avbilde skjelett og annen anatomi. Da kan man enten velge å bruke et standard røntgenrør eller man kan bruke ett gjennomlysningsapparat. De ulike modalitetene blir brukt til diagnostisering av ulike tilstander, avhengig av hvilken patologi man mistenker. Begge modalitetene bruker ioniserende stråling for å avbilde skjelettet, og hovedforskjellen består i at ett ordinært røntgenrør tar stillbilder mens gjennomlysningsapparatet kan ta flere bilder i sekundet i tillegg til standard røntgeneksponering. Både røntgenrøret og gjennomlysningsapparatet har muligheter til å tilpasse kV og mAs som vil påvirke stråledosen gitt til pasienten (Bushong, 2017 s.85). Konvensjonell røntgen bruker spenninger mellom 25-150kV, avhengig av hva som skal avbildes. Desto høyere spenning på røntgenstrålene, desto større gjennomtrengningsevne har de (Bushong, 2017 s.85, Brekke, 2020). Gjennomlysningsundersøkelser benytter seg av pulsede sekvenser som har lavere kV og mAs enn ett røntgenapparat. Gjennomlysning brukes ofte til mage-tarm-undersøkelser, angiografi og som ett hjelpemiddel for radiografen ved skjelettundersøkelser (Brekke & Borthne, 2019).

2.2 Pasientinnstilling og dosebesparelse

I senere tid har det kommet røntgenapparat med mulighet til å ta pulsede sekvenser som et gjennomlysningsapparat. Man kan da bruke lavdosepulser for å stille inn pasienten før en eksponering. Denne funksjonen kan brukes til å stille inn til, for eksempel, kne front og side i tilfeller der det er vanskelig å oppfylle bildekriteriene kun ved palpasjon av leddet (Personlig kommunikasjon Fysiker). Ifølge fysiker er dette en ny røntgenlab, og protokollen har enda ikke blitt optimalisert.

Under praksis har vi også fått kjennskap til at det kan brukes lavdose-eksponeringer ved sykehus som ikke har gjennomlysningsfunksjon i røntgenapparatet. Da kan man stille inn pasienten ved palpering av anatomien, og deretter ta en lavdoseeksponering for å se om bildekriteriene blir oppfylt. Denne lavdoseeksponeringen er ikke av diagnostisk bildekvalitet, men kan være ett bedre alternativ enn gjentatte eksponeringer med full dose (Personlig kommunikasjon Fagradiograf).

2.3 ALARA og berettigelse

Ved bruk av røntgenstråler i bildediagnostikk er man forpliktet til å veie den diagnostiske verdien opp mot ulempene som kan være knyttet til strålingen. Enhver undersøkelse skal være berettiget, og man skal etterstrebe en optimalisert bruk av røntgenstråler. Det vil si at man skal gi så liten dose som nødvendig for å kunne stille en diagnose (Strålevernforskriften, 2019, §5). En radiograf skal forholde seg til ALARA-prinsippet ved utførelse av undersøkelser. ALARA står for As Low As Reasonably Achievable, og vil si at man skal veie bildekvalitet opp mot pasientens helse og tilstand. Man skal også anta at pasienten muligens skal foreta flere røntgenundersøkelser i løpet av sin levetid, og derfor etterstrebe å holde pasientdosen så lav som mulig (Norsk Radiografforbund, 2015).

Ved bruk av både røntgeneksponeringer og ved bruk av gjennomlysning er det viktig med riktig bruk av kollimering av strålefeltet, for å minimere stråledose til pasient både med tanke på spredt- og primærstråling fra røntgenrør (Kessel & Robertson, 2017, s.117). Ifølge Kessel og Robertson (2017, s.117) er det viktig å veie stråledose opp mot bildekvalitet ved bruk av gjennomlysning. Selv om stråledosen ved pulset gjennomlysning er mindre enn en fullverdig eksponering, kan stråledosen til pasient øke betydelig dersom man kontinuerlig gjennomlyser når man for eksempel stiller inn til røntgen kne (Kessel & Robertson, 2017, s.117).

2.4 Stokastiske og deterministiske effekter.

Det har blitt utarbeidet en oversikt over hvor strålefølsomme ulike organ i kroppen er. Organene har ulik evne til å absorbere stråling, og dette er noe man som radiograf må ta i betraktning ved en røntgenundersøkelse. Kne, eller bein, har ikke så stor strålefølsomhet, men man skal likevel ta de samme hensyn til pasientdose som ved bestråling av andre organ (Strand, 2010). Bivirkninger som følge av ioniserende stråling kan være av stokastisk eller deterministisk effekt.

Stokastisk effekt øker med økende dose, det vil si at sannsynligheten for en skade fra ioniserende stråling øker i takt med den kumulative dosen, og kan forekomme flere år etter undersøkelsene er avsluttet. Stokastisk effekt har ingen terskelverdi, men øker med økt kumulativ dose. Desto flere røntgenundersøkelser en person gjennomgår, desto større sjanse er det for stokastiske bivirkninger, avhengig av den kumulative dosen. Kreft er en av bivirkningene man antar kan oppstå på grunn av stokastisk effekt, men man kan ikke si at stråling alene kan gi karsinogene forandringer i kroppen (Versant Physics, 2021).

Deterministiske effekter baserer seg på doser over bestemte terskelverdier, og alvorligheten øker med dosen over den gitte terskelverdien. Under denne terskelverdien, er det derimot ingen påvisbare bivirkninger. Deterministisk effekt kan forutsees, da ulikt vev og organer har ulik strålefølsomhet. Deterministisk effekt kan føre til akutt celledød eller celledød (Versant Physics, 2021). Det vil si at stråling over en viss verdi er bevist å gi umiddelbar skade på vev og organer, slik som for eksempel brannskader på hud.

2.5 Indikasjon røntgen kne

Ved henvisning til røntgen kne, har vi ulike indikasjoner og problemstillinger å ta hensyn til. Dette kan være traume eller utredning av annen patologi i kneleddet (Murphy, 2023). Disse problemstillingene kan være frakturer, lesjoner, degenerative forandringer, infeksjoner eller andre symptomer og tilstander tilknyttet kneleddet. Det henvises også til røntgenbilder ved kontroll av kneproteser. Hos yngre pasienter er oftest symptomer i kneet tilknyttet overbelastninger og traumer, hos eldre er det gonartrose som dominerer (Helsesmart, 2017).

2.6 Gonartrose og andre tilstander

Ifølge Knipe (2023) så vil gonartrose, slitasjegikt i kneet, ramme cirka 12,5 prosent av befolkningsgruppen over 45 år. Det skilles mellom idiopatisk (primær) og sekundær artrose. Dersom man ikke finner noen håndfast årsak til hvorfor artrosen oppstår, kalles det idiopatisk artrose. 70-80% av befolkningsgruppen med artrose havner under denne kategorien. Ved sekundær artrose har man en årsak til tilstanden. Dette kan være for eksempel brudd i kneet eller skade på ligamenter, en følgetilstand av en tumor eller infeksjonstilstander i leddspalten eller omkringliggende vev. Det har da oppstått artrose som følge av en annen tilstand (Flugsrud et al, 2010).

Yngre pasienter, spesielt atleter utsetter kneet for mye stress. Vridningstraumer og for mye vekt på kneet kan skade menisk og leddbånd. Dette kan gi kompliserte skader som kan føre til instabilitet i kneet og kroniske problemer. Yngre pasienter får sjeldnere helproteser, i motsetning til eldre med utviklet artrose eller andre skader (Martini, 2004, s.280).

2.7 Bilder og bildekriterier røntgen kne.

Ved røntgen av kneleddet er front AP (Anterior Posterior) og lateralbilde av kneet standard prosedyre. Ved frontbilde så får man demonstrert distale del av femur og proksimale del av tibia, med en midtstilt patella på femur. På sidebilde vil man ha overprojiserende femurkondyler i tillegg til en klar retropatellar leddspalte (Lampignano & Lesliel, 2005, s.246-249). Videre finnes det også spesielle projeksjoner som brukes ved ulike indikasjoner. Projeksjoner som kan benyttes er inlet og outlet kne, axial patella og rosenberg projeksjon (Knipe, 2023). Spesialprojeksjoner utgjør en mindre del av totalt antall kneundersøkelser på røntgen i forhold til kne front og side. Ved inn opererte kneproteser er det anbefalt med minimum 5 kontroller av kneleddet de to første årene, hvor kontrollene innebærer vekt bærende frontbilde av aktuelt kne (Cyteval, 2016).

2.8 Tidligere gjennomførte studier

En bachelorstudie gjort i Gjøvik i 2020 (Alizai, et al., 2020, s.5) har sett på omtaksraten ved to ulike sykehus, og forsøkt å finne årsaken til hvorfor omtak blir gjort. I løpet av innsamlingsperioden ble det gjort 342 røntgenundersøkelser av røntgen kne, og 72 av disse var omtak. De fant at omtakene i hovedsak skyldtes feilposisjonering og feilsentrering, og det resulterte i en omtaksrate på 20% (Alizai, et al., 2020, s.5).

3.0 Metode

3.1 design og oppbygging.

Studien undersøker forskjeller i stråledose ved røntgen kne undersøkelser med og uten gjennomlysningsfunksjon i røntgenapparatet, i tillegg til omtaksratio. I denne kvantitative tverrsnittstudien er det blitt samlet inn data om stråledose og andre relevante parametere ved røntgen kne-undersøkelser fra tre ulike sykehus i Norge, over en periode på en måned. Det ble valgt å benytte ett tverrsnittdesign i studien da dette gir ett godt øyeblikksbilde over hvordan stråledose kan variere, med og uten bruk av gjennomlysning (Johannessen et al., 2017, s.70-72). Tverrsnittdesign ble valgt med tanke på tidsperspektiv da det ble brukt data fra en gitt tidsperiode. Studien krevde lite ressurser for å gjennomføres, og den benyttet seg av kvantitative anonymiserte data (Johannessen et al., 2017, s.70-72). Studien fokuserte på stråledose til pasient og det tekniske ved en kneundersøkelse på røntgen, og tidspunktet for datainnsamling var ikke relevant. Røntgenparameterne for kne er ikke avhengig av skademekanisme, og prosedyren forholder seg lik gjennom året.

3.2 Datamaterialet

Datamaterialet til denne oppgaven ble innhentet fra tre forskjellige sykehus (heretter referert til som sykehus A, B og C. I forkant av datainnsamling kontaktet vi fagradiografer og fysikere ved de respektive sykehusene, og fikk veiledning til utførelse og realisering av innsamlingen. To av sykehusene benyttet seg av stråledoseprogrammet Sectra DoseTrack, et program brukt av fysikere for å overvåke og sammenligne stråleverdier fra de forskjellige modalitetene (Sectra, uten dato). Ved bruk av dette programmet fikk vi anonymiserte data fra fysikere, over røntgen kne-undersøkelser i en bestemt tidsperiode. Det siste sykehuset vi innhentet data fra brukte ikke noe slikt program, og det ble dermed utarbeidet ett utfyllingsskjema som radiografene på en valgt lab kunne fylle ut ved undersøkelser av kne. Innsamlet data fra både Sectra DoseTrack og utfyllingsskjema var anonymisert, og studien vil derfor ikke være i kontakt med eller oppbevare personopplysninger. For å begrense arbeidsbelastningen til radiografene som skulle fylle ut skjema, ble det bestemt å kun samle inn total dose og ikke dosen for hver enkelt eksponering. Røntgenapparatene som dataene er hentet fra er fra sykehus A Fluorospot Compact Luminos dRF Max, sykehus B brukte Philips Digital Diagnost C90 og sykehus C innhentet data fra Stephanix D2RS.

3.3 Populasjon og utvalg

Sykehusene i studien ble valgt ut fra hvilke modaliteter de hadde tilgjengelig ved avdelingen for bildediagnostikk. Vi var avhengige av data fra røntgenlaber med og uten gjennomlysning, og valgte sykehus ut fra disse kriteriene. Det ble ikke stilt noen krav til hvilke pasientgrupper som skulle inkluderes i studien. Målpopulasjonen var pasientene som møtte til den aktuelle undersøkelsen, ved den valgte laben, på de ulike sykehusene i tidsperioden datainnsamlingen fant sted. Kjønn, alder eller fysikk hadde ingen påvirkning på utvalget, da studien kun fokuserte på det tekniske og radiograffaglige ved en røntgen kne undersøkelse.

3.4 Analyseoppsett

Analyse av dataen ble hovedsakelig gjort ved bruk av Excel (Microsoft Excel for Mac, versjon 16.7, Microsoft corporation, Washington, USA). De innsamlede dataene har kun blitt håndtert og oppbevart av forskningsstudienes medlemmer og av veileder under studien, og ved endt studie vil råmaterialet slettes. Dataen ble kategorisert, sammenlignet og analysert av studiens medlemmer. Ved gjennomgang av datamaterialet var det noen undersøkelser fra de ulike sykehusene som skilte seg ut. Det var mAs-verdier og totale stråledoser i datasettet, som ville forstyrret funnene våre. Disse hadde ikke betydning for resultatene, da verdiene lå utenfor området til gjennomsnittsdosen pluss tre ganger standardavviket. Disse verdiene, kalt uteliggere, kan skyldes ekstreme tilfeller som ikke kan sammenlignes med gjennomsnittet på røntgenlaben, og ble dermed fjernet fra datasettet.

Innsamlet data om stråledose og relevante parametere ble sortert ut ifra sykehus. For å kunne si hvor mange undersøkelser som ble gjort på sykehusene med Sectra DoseTrack, ble dataene sortert etter ordinalnumrene i datasettet. Hvert ordinalnummer representerte en eksponering eller gjennomlysningssekvens. Ordinal nummer 1 viser til det første bildet i undersøkelsen, og dermed var det mulig å finne antall pasienter, total dose for hele undersøkelsen og om det eventuelt ble gjort omtak.

For å finne ut hvor mye stråledose som ble gitt ved de ulike projeksjonene ble datasettet sortert etter undersøkelseskode.

3.5 Tester og normalfordeling

Studien ønsket å undersøke om innsamlet data var fra en normalfordelt befolkning, og om innsamlet data var statistisk like ved de ulike sykehusene. For å sjekke om innsamlet data var fra en normalfordelt populasjon ble det brukt utregninger fra nettsiden socscistatistics.com (2023). Innsamlede DAP-verdier fra de tre ulike sykehusene ble matet inn i en kalkulator for Kolmogorov-Smirnovs normalfordelingstest, som deretter kunne fastslå om data var fra en normalfordelt eller ikke normalfordelt populasjon (NIST, uten dato). Kolmogorov-Smirnov regner ut om ett utvalg kommer fra en populasjon med en spesifikk distribusjon, og sjekker om data er normalfordelt (NIST, uten dato).

Det ble i tillegg utført en visuell normalfordelingstest ved hjelp av histogram over DAP-verdiene, hvor man kan se om dataen ser jevnt fordelt ut (Løvås, 2015, s.188-189). Denne testen ble vektlagt i mindre grad enn Kolmogorov-Smirnov testen på grunn av større usikkerhet rundt nøyaktigheten. For å undersøke om de innsamlede dataene var statistisk like, ble de matet inn i regneprogrammet Excel og gruppert etter sykehus. Data om stråledose ble sortert etter sykehus, og det ble deretter utført en F-test med to utvalg for å kunne fastslå om det var antatt lik varians eller ikke. Det ble deretter gjort en T-test med antatt ulik varians for å kontrollere om datasettene var statistisk like. Terskelverdien for å kunne fastslå om data mest sannsynlig er lik, er en p-verdi høyere enn 0,05 (Løvås, 2015, s.261, s.334). Dersom datasettene var statistisk like, kunne datasettene fra sykehus A og C blitt slått sammen til ett datasett for å forenkle analysen og bidra til økt anonymisering av sykehusene.

Det ble også gjort en F-test og en T-test av projeksjonene “Kne front” og “kne front stående” ved sykehus C, for å undersøke om det kunne bli slått sammen til en projeksjon, til sammenligning med sykehus B.

3.6 Etikk

Studien er gjennomført i overensstemmelse med Helsinkideklarasjonen da studien baserer seg på tekniske data og ikke pasientsensitiv informasjon. (De nasjonale forskningsetiske komite. 24.01.23). Studien har ikke behov for samtykke for undersøkelsesdata innhentet fra Sectra DoseTrack. Dette er på bakgrunn av at det kun innhentes tekniske data som stråledose, innstillingsparametere og informasjon om protokoll og utstyr og ikke pasientsensitiv informasjon. Ett av sykehusene krevde søknad til DAC (Data Access Committee) for å få godkjenning til å starte datainnsamlingen. Dette skjedde i samarbeid med avdelingen for bildediagnostikk på det aktuelle sykehuset. DAC krevde samtykke, og journalføring av innhentet samtykke fra pasienter, ved innhenting av data fra deres undersøkelser. Utfyllingsskjemaet innhentet ikke pasientsensitiv informasjon, men parametere, stråledose og utførelse av undersøkelsen (Se utfyllingsskjema i vedlegg 1).

Ifølge Sikt (Kunnskapssektorens kunnskapsleverandør, tidligere NSD) er dette prosjektet ikke meldepliktig da studien kun skal innhente anonymiserte data. Disse dataene omhandler det tekniske aspektet av pasientenes undersøkelse, og påvirker verken undersøkelsen, pasientens fysiske eller psykiske tilstand (SIKT, uten dato). Det samme gjelder med hensyn til REK (Regionale Komiteer for medisinsk og helsefaglig forskningsetikk) da denne studien ikke tar for seg opplysninger som havner under helseforskningsloven (REK, uten dato).

Forskningsresultatet vil ikke ha noen påvirkning for sykehusene, da de er anonymiserte i studien.

4.0 Resultat

4.1 Resultat normalfordelings test

Resultatet av Kolmogorov-Smirnov testen viser at dataene fra sykehus A og sykehus C var normalfordelte, mens sykehus B ikke var det.. Det er grunn til å anta at dataene er normalfordelt, og at eventuelle forskjeller kan skyldes uteliggere eller andre avvik fra standarden.

4.2 Resultat av F-Test og T-test

Resultatet av F-testen med to utvalg tilsa at vi ikke kunne anta lik varians mellom gruppene med tanke på stråledose, og det ble derfor brukt en T-test med to utvalg med antatt ulik varians for å undersøke om innsamlet data var statistisk like. Resultatet av T-testen viste en p-verdi $<0,001$ som betydde at sannsynligheten for at datasettene var statistisk like, var lav, og det var også en betydelig forskjell i varians som vist i tabell 4. Datasettene kunne dermed ikke slås sammen.

4.3 Dosemålinger

Tabell 1 er en oversikt over gjennomsnittsparemetere, standardavvik, antall pasienter, eksponeringer og omtak, samt hvor stor del av total stråledose omtakene utgjør. Tabellen viser resultat fra de forskjellige sykehusene. Det var ingen tilgjengelig data om totalt antall eksponeringer fra sykehus A.

Tabell 1. Gjennomsnittlige parametere, dose, eksponeringer, omtak og totalt antall pasienter ved sykehus A, B og C

Parametere/Variabler	Sykehus A	Sykehus B	Sykehus C
Gj. Snitt kV	62,96*	56,06	64.94
GJ. Snitt mAs	6,06*	3,68	1,49
Gj. Snitt DAP Gy cm^2 per pasient (standardavvik)	0,129 (0,055)	0,0721 (0,036)	0,311 (0,200)
Totaldose Gy cm^2	7,256	9,157	19,669
Totalt antall eksponeringer	N/A	496	341
Totalt antall pasienter	56	127	53
Omtak	4	131	1
Omtak delt på totalt antall eksponeringer i %	N/A	26%	0,3%

* Data innsamlet fra sykehus er gitt per undersøkelse og ikke per eksponering slik som sykehus B og C. Derfor er gjennomsnittlig kV og mAs ved sykehus A basert på gjennomsnittet per undersøkelse. Dette gjør at en sammenligning her kan bli ukorrekt.

Sykehus A har omtrent 76% høyere gjennomsnittsdose enn sykehus B og sykehus C har omtrent 325% høyere dose enn sykehus B.

Tabell 2 viser hvor stor andel av totaldosen som utgjøres av henholdsvis gjennomlysning og lavdoseeksponeringer. Ingen tilgjengelige data om andel gjennomlysning fra sykehus A.

Tabell 2. Prosentvis andel gjennomlysning/lavdose av total stråledose for perioden

% andel av totaldose	Sykehus A (gj.lysning)	Sykehus B (lavdose)	Sykehus C (gj.lysning)
Gjennomlysning eller lavdose	N/A	0,95%	29,1%

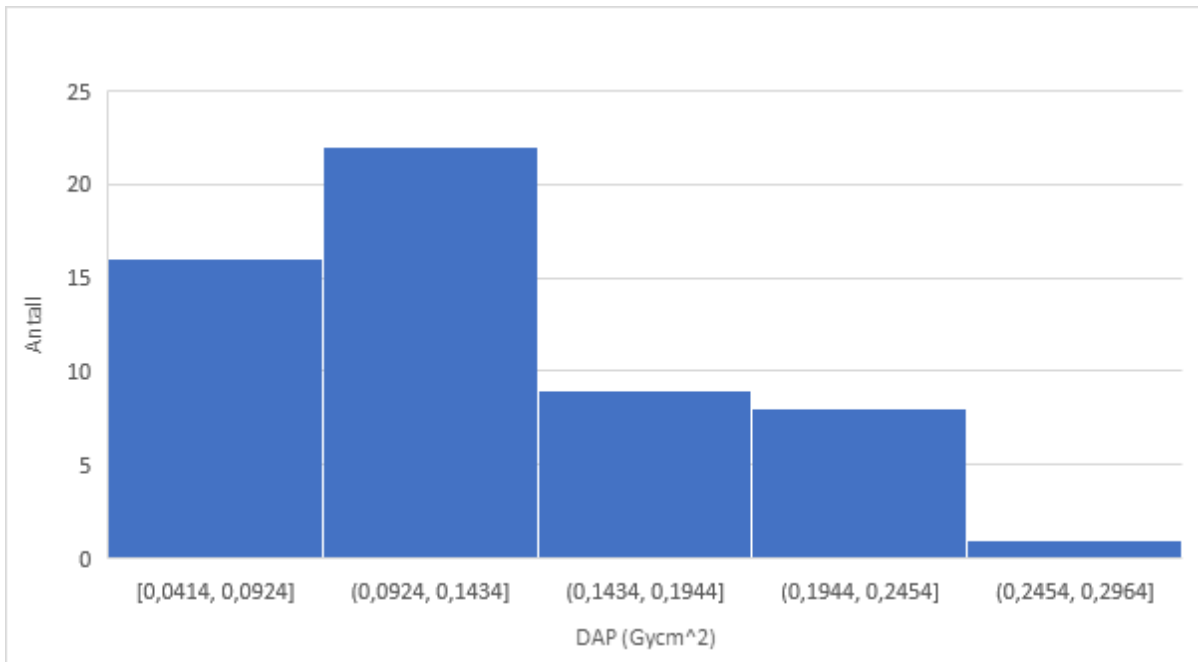
Tabell 3 viser gjennomsnittlig dose per projeksjon på de ulike innstillingene av kne, i tillegg til gjennomsnittlig dose per eksponering/puls ved lavdoseprojeksjon og gjennomlysning. Ingen tilgjengelige data fra sykehus A på hvilke projeksjoner som har blitt gjort, eller hvor mye av totaldosen som utgjøres av gjennomlysning.

Tabell 3. Gjennomsnittlig dose per kne-projeksjon, lavdoseeksponering og gjennomlysning ved sykehus A, B og C

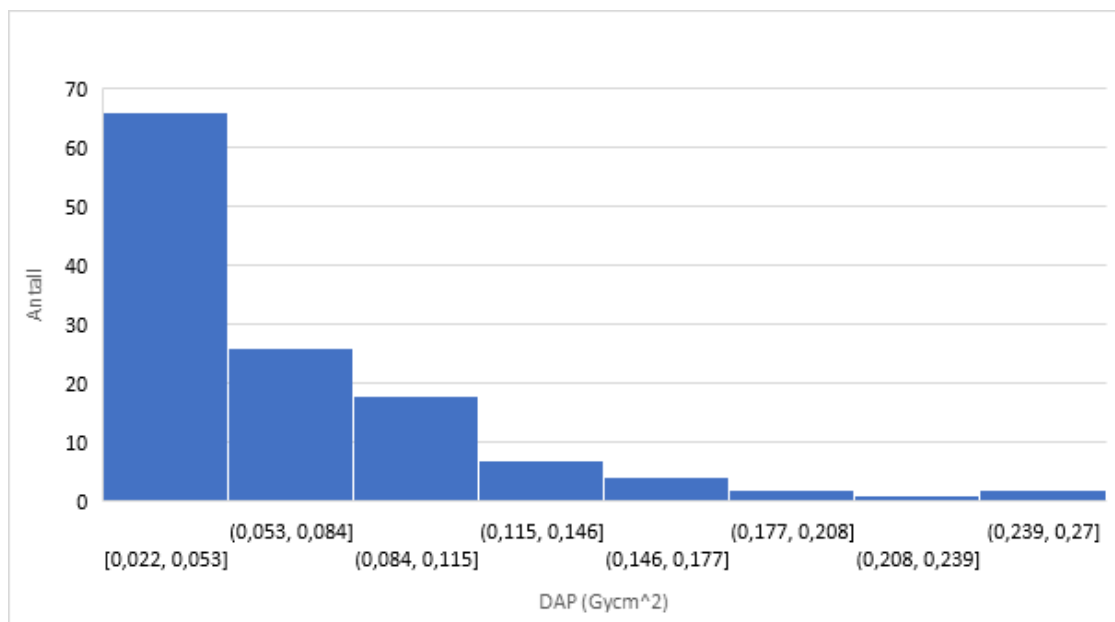
Projeksjoner	Sykehus A (Gycm ²)	Sykehus B (Gycm ²)	Sykehus C (Gycm ²)
Kne front	N/A	0,0204	0,0815
Kne side	N/A	0,0255	0,03635
Lavdose (antall totalt)	N/A	0,00104 (100 eksponeringer)	N/A
Spesialprojeksjoner	N/A	0,00838	0,1225
Gjennomlysning (antall totalt)	N/A	N/A	0,0242 (236 eksponeringer)

Tabell 4: Forskjell i DAP verdier (Gycm²) røntgen kne, mellom sykehus A, B og C

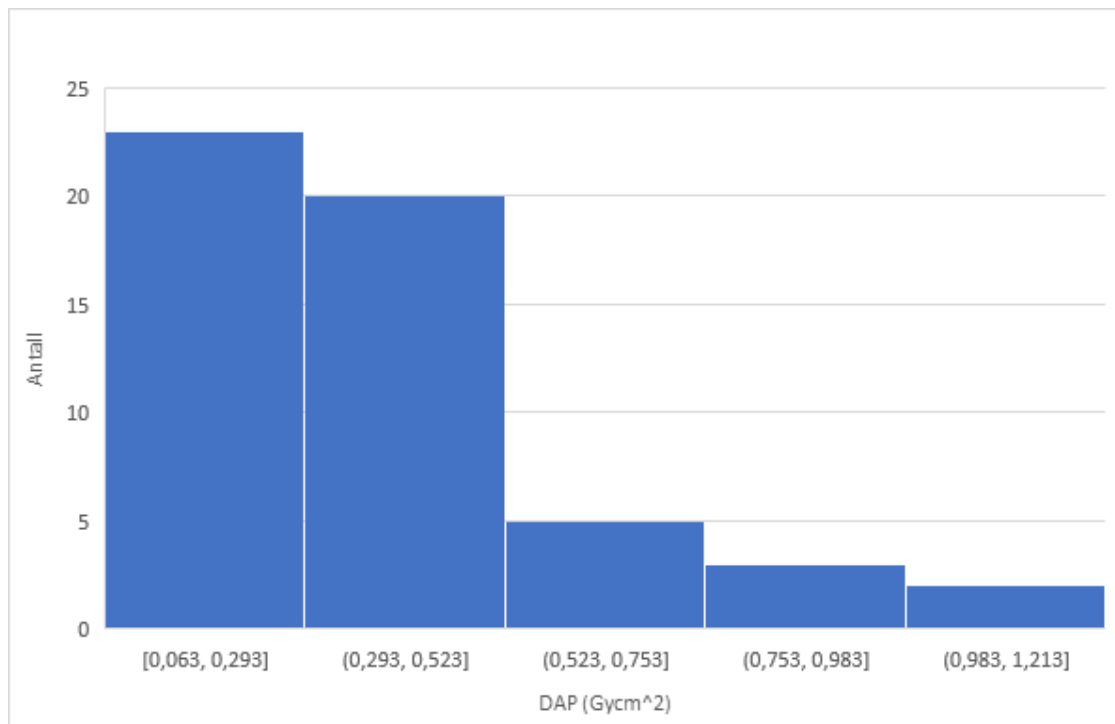
Sted	A-B	A-C	B-C
Gj. Snitt DAP pr. undersøkelse	0,059	0,241	0,301
P-verdi	<0,001	<0,001	<0,001



Figur 1. Histogram over normalfordeling av total DAP per pasient ved sykehus A



Figur 2. Histogram over normalfordeling av total DAP per pasient ved sykehus B



Figur 3. Histogram over normalfordeling av total DAP per pasient ved sykehus C

5.0 Diskusjon

Hensikten med denne studien var å undersøke om stråledose til pasient påvirkes av om undersøkelsen foretas med eller uten bruk av gjennomlysning, ved innstilling av røntgen kne.

5.1 Pasientdose

I kapittel 4.4 ser vi av Tabell 1 at det er betydelig forskjell i gjennomsnittlig DAP-verdi per pasient mellom sykehusene. Sykehus B, som ikke bruker gjennomlysning, har lavest gjennomsnittlig DAP-verdi (Tabell 1). Dette kan skyldes bruken av lavdoseeksponeringer ved sykehus B, og at sykehus C ikke har fått optimalisert bruken av det nye røntgenapparatet med gjennomlysningsfunksjon, som opplyst av fysiker ved sykehus C (mars, 2023). Det er forskjeller i DAP, gjennomsnittlig pasientdose, mellom sykehusene (Tabell 4). Forskjellen mellom sykehus A og B ligger på $0,059\text{Gycm}^2$, mens forskjellene mellom sykehus A og C gir en forskjell på $0,241\text{Gycm}^2$ og mellom sykehus B og C er det en forskjell på $0,301\text{Gycm}^2$. Forskjellene opp mot sykehus C, er betydelig høyere enn forskjellen mellom sykehus A og B.

Det ble gjort 100 lavdose-eksponeringer totalt i løpet av perioden, og disse hadde en gjennomsnittsdose på $0,00104\text{Gycm}^2$ per eksponering (Tabell 3). Til sammenligning ble det gjennomlyst 236 ganger på sykehus C, med en gjennomsnittsdose på $0,0242\text{Gycm}^2$ per gjennomlysning. Disse tallene viser at hver gjennomlysning i snitt gir pasienten 23 ganger så stor dose som undersøkelsene gjort med lavdoseeksponering. Grunnet manglende informasjon om andel stråling fra gjennomlysning på sykehus A, kan vi kun sammenligne lavdoseeksponeringer opp mot gjennomlysning mellom sykehus B og C. Likevel ser vi at sykehus A som har fått optimalisert bruken av gjennomlysningsutstyret ligger nærmere sykehus B i gjennomsnittsdose til pasient. Fra disse verdiene kan vi trekke en konklusjon om at røntgen kne ved bruk av gjennomlysning ikke var dosebesparende, men derimot førte til økt gjennomsnittsdose per pasient i dette tidsrommet ved de tre sykehusene. Dette sier derimot ingenting om forholdene rundt undersøkelsene, hva som er årsaken til forskjellene i dose eller om dette resultatet vil være likt på andre sykehus.

Det er ikke holdepunkter for å si noe eksakt om hvorfor gjennomlysning gir høyere gjennomsnittlig stråledose enn ved bruk av lavdose eksponeringer. En mulig forklaring kan være bruken av gjennomlysningsapparatet av den enkelte radiograf. Gjennomlysningen kan brukes til å kontrollere at posisjonering og bildekriterier er oppfylt med en enkelt gjennomlysning, ikke ulik lavdoseeksponering på røntgen. Mens en annen metode kan være å bruke kontinuerlig pulset gjennomlysning til å stille inn bildet. Som nevnt tidligere av Kessel

& Robertson (2017, s.117) er det viktig å følge ALARA-prinsippet ved bruk av gjennomlysning, og overveie diagnostisk bildekvalitet i tillegg til stråledose til pasient. En annen mulighet kan være forskjeller på utstyret som benyttes, og hvilke parametere som brukes til å gjennomføre gjennomlysningen. En tredje mulig forklaring kan være forskjeller i prosedyren mellom sykehusene, og at gjennomlysning alene ikke er årsak til økt stråledose.

Omtrent en tredjedel av Norges befolkning tar røntgen hvert år (Helsedirektoratet, 2019), og det kan potensielt være betydelige mengder stråledose som kan spares ved bruk av optimalisert apparatur og lavdoseeksponeringer.

5.2 Omtak

131 eksponeringer av totalt 496 ved sykehus B er omtak (tabell 1). Dette gir oss en omtaksratio på 26%. I likhet med studien gjort av Alizai et al. (2020, s.23), Andersen et al. (2012, tabell 3) og Atkinson et al. (2020) så ligger deres sammenlagte gjennomsnittlige omtaksratio på rundt 20%. Med bakgrunn i dette kan man anta at en omtaksratio rundt 20% er å forvente ved røntgen kne. Grunner til dette kan være kneleddets anatomiske oppbygning, og utfordringer med å oppfylle de diagnostiske bildekriteriene. Vi kan se at sykehus B har en større prosentdel omtak enn de andre studiene gjort på emnet. Dette kan skyldes studiens begrensede størrelse, og at data innsamlet fra en lengre tidsperiode kunne gi andre resultat. Det var 131 omtak ved sykehus B og 100 lavdoseeksponeringer (Tabell 1 og 3). Dersom det hadde blitt tatt lavdoseeksponeringer i stedet for omtak, kunne den gjennomsnittlige stråledosen og omtak på sykehus B vært mindre.

5.3 Parametere

Det er sykehus B som har lavest gjennomsnittlig stråledose og har lavest gjennomsnittlig kV, men ikke den minste mAs-verdien. Dette kan forklares med at lavdoseeksponeringene utgjorde 100 av de totalt 496 eksponeringene utført på sykehus B (tabell 3, tabell 1).

Sykehus C har den høyeste kV'en av de tre, men den laveste mAs'en. Til tross for dette har sykehus C den høyeste, totale pasientdosen av de tre sykehusene. Den totale pasientdosen er $19,669\text{Gycm}^2$ ved sykehus C med totalt 53 pasienter, mens på sykehus B er den totale pasientdosen $9,157\text{Gycm}^2$ med totalt 127 pasienter (Tabell 1). Sykehus C har rundt halvparten så mange pasienter som sykehus B, men over dobbelt så stor totaldose. Sykehus A med totalt

56 pasienter (tabell 1), kan også vise til mindre enn halvparten av den totale stråledosen som sykehus C. Fra dette kan man trekke konklusjoner om at gjennomlysning ikke nødvendigvis bidrar til minsket dose. Standard røntgeneksponering med omtak gir mindre gjennomsnittlig pasientdose med $0,0721 \text{Gycm}^2$ per pasient (tabell 1), mens sykehus A kan vise til $0,129 \text{Gycm}^2$ og sykehus C til $0,311 \text{Gycm}^2$ i gjennomsnittlig pasientdose.

Nesten 30% av den totale stråledosen kommer fra gjennomlysning på sykehus C, noe som tilsvarer rundt $6,5 \text{Gycm}^2$ (Tabell 2).

5.4 Lavdoseeksponering og gjennomlysning

Tallene viser at lavdoseeksponeringene sparer pasienten for mer dose enn undersøkelsene gjort med gjennomlysning. Dette kan vi også se fra gjennomsnitt DAP regnet ut fra totalt antall pasienter og undersøkelser på sykehusene. Sykehus B har lavest gjennomsnitt DAP på $0,0721 \text{Gycm}^2$, mens sykehus A hadde et gjennomsnitt på $0,129 \text{Gycm}^2$ og sykehus C hadde $0,311 \text{Gycm}^2$ (Tabell 1, Tabell 2). Lavdoseeksponeringer utgjør 0,95% av den totale stråledosen gitt i løpet av en måned på røntgen kne, mens gjennomlysning ved sykehus C utgjør 29,1% av den totale stråledosen fra den innsamlede dataen (Tabell 2).

5.5 Ulike projeksjoner

Tabell 3 tar for seg gjennomsnittsverdier per projeksjon på sykehus B og C. Da dataen fra sykehus A ikke har oppgitt disse variablene, er det kun sykehus B og C som her blir vurdert opp mot hverandre. Front kne projeksjonen har fire ganger så høy dose på sykehus C i forhold til sykehus B. Kne side har høyere stråledose per eksponering på sykehus C med $0,03635 \text{Gycm}^2$ mot $0,0255 \text{Gycm}^2$ på sykehus B. Sykehus B har lavere stråledoser per eksponering enn sykehus C ved alle projeksjonene (Tabell 3). Disse verdiene var ikke som forventet da innstilling av kne ved bruk av gjennomlysning i teorien skulle spart stråledose i forhold til standard eksponeringer. Gjennomsnittlig dose per lavdoseeksponering viser derimot at en eksponering ga $0,00104 \text{Gycm}^2$, mens en gjennomlysningssekvens i gjennomsnitt ga en dose på $0,0242 \text{Gycm}^2$ (Tabell 3). Noe som kan tilsi at lavdoseeksponeringer gir bedre strålehygiene enn gjennomlysning ved innstilling av røntgen kne.

5.6 Normalfordeling

Figur 1, 2 og 3 viser histogram over den totale DAP'en per pasient ved de ulike sykehusene. Figurene viser til en normalfordeling av stråledosene ved sykehus A og C, mens sykehus B, ikke ser ut til å være normalfordelt, men blir antatt til å være normalfordelt da det ikke er noen grunn til å anta at dataene er ulik (Figur 1,2 og 3). Dette er noe som ble bekreftet av Kolmogorov-Smirnovs normalfordelingstest. Flere av testene viste til at dataen var for ulik til å kunne bli slått sammen.

5.7 Feilkilder

Data fra de tre ulike sykehusene ble samlet inn over en tidsperiode på en måned, men grunnet sykehusenes størrelse og beliggenhet var det ulik størrelse på datasettene. Sykehus B hadde over dobbelt så mange pasienter som de to andre sykehusene. Størrelsen på datamaterialet kan være en feilkilde for normalfordelingen av parameterne og stråledosene, da ett større datasett kan bedre jevne ut de eventuelle forskjellene. Datainnsamlingen fra sykehus B og C var forholdsvis lik, og lett å sammenligne, da begge sykehusene benyttet seg av Sectra DoseTrack for å overvåke stråledoser. Lavdoseeksponeringene og gjennomlysningen kan vurderes opp mot hverandre, og man kan se på forskjeller i stråledose til pasient.

Ved sykehus A der det ble benyttet utfyllingsskjema, var det derimot vanskeligere å sammenligne verdier, da skjemaet (se vedlegg 1) ikke inkluderte informasjon om stråledose per eksponering, eller andel dose fra gjennomlysning. Dette var opplysninger som var med fra sykehus B og C. Dette viser til at utfyllingsskjemaet kunne vært mer omfattende, og inkludert flere variabler. På den andre siden kunne det ført til mer motvilje mot å fylle ut skjemaet på lab, da det hadde blitt en større arbeidsbelastning for radiografene på den aktuelle laben. Ved en eventuell replisering av studien, kunne man foretatt en pilotstudie over en kortere tidsperiode ved bruk av utfyllingsskjema, for å undersøke hvilke data man hadde fått, før en større datainnsamling.

En annen feilkilde er alderen på de ulike labene, og hvor erfaren radiografene er med modalitetene. Sykehus C hadde nettopp gått til innkjøp av ny lab med gjennomlysningsfunksjon i røntgenrøret, og hadde derfor ikke fått tid til å optimalisere protokollene. Dette kan være grunnlag for de høye stråledosene fra denne laben, og dette er noe som kan endres dersom studien blir utført på nytt. I tillegg til en optimalisering av protokollene, er også radiografenes erfaring med utstyret en viktig faktor.

En siste feilkilde kan være størrelsen på pasientene. De største uteliggerne ble fjernet fra datasettene, men det er mulig resultatene hadde blitt annerledes om data hadde blitt innhentet fra en lengre tidsperiode, da det kunne jevnet ut variabler slik som pasientstørrelse og andre faktorer som påvirker parameterne.

6.0 Konklusjon

Denne studien viser at gjennomlysning ikke gir mindre stråledose til pasient. Ved de tre sykehusene inkludert i studien, viser resultatene til at standard røntgeneksponering, ved bruk av lavdoseeksponeringer for innstilling av røntgen kne, gir mindre gjennomsnittlig stråledose til pasient. Selv om omtaksratioen ved sykehus B, 26%, er større enn de andre nevnte studiene, som lå på rundt 20%, ga ikke dette utslag i større pasientdose enn sykehus A og C.

Studien viser også at det ble gjennomlyst hyppigere på sykehus C, enn det ble foretatt lavdoseeksponeringer ved sykehus B. Det er dermed mulig at en optimalisering av gjennomlysningslaben og økt erfaring med utstyret fra radiografenes side kunne ført til andre resultat.

7.0 Videre studie

Forslag til videre studier kan være gjentakelse av studien for å kontrollere om resultatene i pasientdose endres over tid. Andre mulige problemstillinger kan omhandle grunnlaget for hvorfor stråledose ved sykehus C var betydelig større enn sykehus A og B, og om dette eventuelt har forbedret seg med optimalisering av modaliteten. En annen mulighet er å se på grunnene til hvorfor det blir gjort omtak ved sykehus B.

8.0 Litteraturliste

- Alizai, N. Hassan, B,A. Karlsen, L. Mahmud,S, I (2020). *Omtak av røntgenbilder: En radiograffaglig utfordring*. Bacheloroppgave, Norges teknisk naturvitenskapelige universitet Gjøvik
- Andersen, R.E. Jorde, J. Konst, B. Seierstad, T. Taoussi, N. Yaqoob, S.H (2012). Reject analysis in direct radiography. <https://doi.org/10.1258/ar.2011.110350> Nedlastningsdato 17.03.23
- Atkinson, S. Neep, M. Starkey, D. (2020). *Reject rate analysis in digital radiography: an Australian emergency imaging department case study*. <https://doi.org/10.1002/jmrs.343> nedlastningsdato 09.03.23
- Bushong, S.C. (2017). *Radiologic Science for Technologists. Physics, Biology, and Protection*. (11. utg.) Elsevier
- Bontrager, L. Kenneth og Lampignano, P. John. (2005). *Radiographic positioning and related anatomy*. (6.utg). Elsevier Mosby.
- Brekke, M. og Borthne, A. (2019, 07.oktober). *Gjennomlysning*. Store Norske Leksikon/Store Medisinske Leksikon. <https://sml.snl.no/gjennomlysning> Hentet 19.04.23
- Brekke, M. (2020, 19.mars). *Røntgenrør*. Store Norske Leksikon/Store Medisinske Leksikon. <https://sml.snl.no/r%C3%B8ntgenr%C3%B8r> Hentet 19.04.23
- Cyteval, C. (2016). Imaging of knee implants and related complications. Science direct. <https://doi.org/10.1016/j.diii.2016.02.015>
- De nasjonale forskningsetiske komite (2014). *Helsinkideklarasjonen* [Helsinkideklarasjonen | Forskningsetikk](#) Hentet 24.01.23
- Direktoratet for statens strålevern (2018, januar). *Veileder 5. Veileder 5 Røntgen-MR_2017.pdf (dsa.no)* Hentet 09.03.23
- Direktoratet for statens strålevern. (2020). *Stråledoser ved Røntgenundersøkelser - Nasjonale Referanseverdier*. <https://dsa.no/medisinsk-stralebruk/straledoser-ved-rontgenundersokelser-nasjonale-referanseverdier> Hentet 10.03.23
- Flugsrud, B, G. Nordsletten, L. Reinholdt, F, P. Risberg M, A. Rydevik, K. Uhlig, T. (2010). *Artrose*. Den norske legeforeningen [DOI: 10.4045/tidsskr.09.1054](https://doi.org/10.4045/tidsskr.09.1054)
- Helsedirektoratet, (2019). *Strategi for rasjonell bruk av bildediagnostikk*. Helsedirektoratet. [Strategi for rasjonell bruk av bildediagnostikk. Helsedirektoratet PDF](#)
- Helsesmart. (2017, 28.mai). *Røntgen kne* [Røntgen kne \(helsesmart.no\)](https://helsesmart.no/rontgen-kne) Hentet 14.03.23
- Holck, Per, (2023, 16 januar). *Kneet*. Store Norske Leksikon. <https://sml.snl.no/kneet> Hentet 10.03.23
- Johannessen. A., Tufte, P.A., Christoffersen, L. (2017). *Introduksjon til samfunnsvitenskapelig metode*. 5.utg. Abstrakt forlag.

Kessel, D., Robertson I. (2017). *Interventional Radiology: A survival Guide*. (4.utg.) Elsevier

Knipe, H. (2023, 23.januar). *Osteoarthritis of the knee*. Radiopedia. [Osteoarthritis of the knee | Radiology Reference Article | Radiopaedia.org](#) Hentet 22.04.23

Kumar, N., Yadav, C., Raj, R., Anand, S. (2014). *How to Interpret Postoperative X-rays after Total Knee Arthroplasty*. Orthopaedic Surgery 6(3), s. 179-186. [DOI 10.1111/os.12123](#)

Lampignano, J.P., Kendrick, L.E. (2021). *Bontrager's Textbook of Radiographic Positioning and Related Anatomy*. 10.utg. Elsevier publishing.

Løvås G.G., (2015). *Statistikk for universiteter og høyskoler*. 3.utg. Universitetsforlaget.

Martini, F, H. (2004) *Fundamentals of anatomy & physiologi* 6.utg, Person education inc.

Murphy, A. (2023, 23.mars). *Knee series*. Radiopedia. [Knee series | Radiology Reference Article | Radiopaedia.org](#) Hentet 22.04.23

NIST. (uten dato). *Kolmogorov-Smirnov Goodness of Fit Test*. <https://www.itl.nist.gov/div898/handbook/eda/section3/eda35g.htm> Hentet 08.05.23

Norsk Helseinformatikk (2019). *Røntgen av Skjelett*. NHI. <https://nhi.no/sykdommer/hormoner-og-naring/undersokelser/rontgen-av-skjelett/> Hentet 10.03.23

Norsk Helseinformatikk. (2018). *Røntgen*. [Røntgen - NHI.no](#) Hentet 24.01.23

Norsk Radiograf forbund. (2015, 23.juni). *Strålevern: Radiografens forhold til strålevern*. <https://www.radiograf.no/fag-og-profesjon/stralevern/104557> Hentet 10.03.23

REK. (uten dato). *Om å søke*. <https://rekportalen.no/#hjem/s%C3%B8ke> REK Hentet 24.01.23

Sectra. (uten dato). *Sectra Dosetrack*. <https://medical.sectra.com/product/sectra-dosetrack/> Hentet 23.01.23

SIKT. (uten dato). *Hvilke personopplysninger skal du behandle?* <https://meldeskjema.sikt.no/test> Hentet 23.01.23

Social Science Statistics. (uten dato). *The Kolmogorov-Smirnov Test of Normality*. <https://www.socscistatistics.com/tests/kolmogorov/default.aspx> 02.05.23

Strand, I.H. (2010). *Praktisk Strålehygiene. Pasient, Personale*. https://www.ntnu.no/c/document_library/get_file?uuid=a2cecc04-a090-4806-9f63-59d03d0763eb&groupId=10301 Hentet 02.05.23

Strålevernforskriften. (2019). *Forskrift om strålevern og bruk av stråling* (FOR-2016-12-16-1659), Kap.II, §5. Lovdata <https://www.radiograf.no/fag-og-profesjon/stralevern/104557>

Utdanning.no. (2022). *Radiograf*. <https://utdanning.no/yrker/beskrivelse/radiograf> Hentet 09.03-23

Versant Physics. (2021, 21.april). *Deterministic vs stocastic effects: what are the differences?* Versant Medical Physics and Radiation Safety. [Deterministic vs. Stochastic Effects: What Are the Differences? \(versantphysics.com\)](#) Hentet 08.05.23

Vedlegg 1: utfyllingsskjema kne

Periode (fra dd.mm.åå – til dd.mm.åå)	Dose(mGy)	Antall omtak	Ble det brukt gjennomlysning?	Har pas. Kne protese?	kV / Mas	Mottatt samtykke / Notert i Journal

