



Høgskulen på Vestlandet

Bacheloroppgave

RAD390-O-2023-VÅR-FLOWassign

Predefinert informasjon

Startdato:	01-05-2023 09:00 CEST	Termin:	2023 VÅR
Sluttdato:	15-05-2023 14:00 CEST	Vurderingsform:	Norsk 6-trinns skala (A-F)
Eksamensform:	Bacheloroppgave		
Flowkode:	203 RAD390 1 O 2023 VÅR		
Intern sensor:	(Anonymisert)		

Deltaker

Kandidatnr.:	218
---------------------	-----

Informasjon fra deltaker

Antall ord *:	6709
----------------------	------

Egenerklæring *: Ja
Jeg bekrefter at jeg har Ja
registrert
oppgavetittelen på
norsk og engelsk i
StudentWeb og vet at
denne vil stå på
vitnemålet mitt *:

Gruppe

Gruppenavn:	(Anonymisert)
Gruppenummer:	8
Andre medlemmer i gruppen:	Deltakeren har innlevert i en enkeltmannsgruppe

Jeg godkjenner avtalen om publisering av bacheloroppgaven min *

Ja

Er bacheloroppgaven skrevet som del av et større forskningsprosjekt ved HVL? *

Nei

Er bacheloroppgaven skrevet ved bedrift/virksomhet i næringsliv eller offentlig sektor? *

Nei



BACHELOROPPGAVE

Bruk av kalibreringsmarkører ved preoperative røntgenbilder for THA

Use of calibration markers in preoperative radiographs for THA

Kandidatnummer: 218

Bachelor i radiografi

Fakultet for helse- og sosialvitenskap

Innleveringsdato: 15.05.2023

Antall ord: 6709

Jeg bekrefter at arbeidet er selvstendig utarbeidet, og at referanser/kildehenvisninger til alle

kilder som er brukt i arbeidet er oppgitt, jf. *Forskrift om studium og eksamen ved Høgskulen på Vestlandet, § 12-1.*

Sammendrag

Hensikt: I denne oppgaven undersøkes bruken av kalibreringsmarkører ved preoperative røntgenbilder for pasienter som planlegges total hofteproteseoperasjon (THA). Formålet med oppgaven er å undersøke hvordan faktorer under radiografens kontroll påvirker framstillingen og nøyaktigheten av kalibreringsmarkører.

Metode: For å undersøke temaet ble det valgt å gjennomføre en litteraturstudie. Det ble utviklet et PICO-skjema, som ble brukt som grunnlag til å utforme en søkestrategi. Det ble foretatt totalt fem søk i databasene Medline og Epistemonikos etter relevante artikler. Gjennom databasesøkene ble det funnet 4 relevante artikler.

Resultater: En tematisk analyse av studiene viste at medial plassering av kalibreringsmarkører mellom pasientens ben medfører mindre distorsjon på markørene og høyere nøyaktighet i planleggingen av proteser, sammenlignet med lateral plassering. Manipulasjon av object-to-image distance (OID) gir effekt på distorsjon og nøyaktighet selv ved små endringer av avstanden. Resultatene tyder på at Source-to-image distance (SID) har mindre effekt på distorsjon sammenlignet med OID, men det sees et behov for mer forskning på effekten av SID.

Konklusjon: Resultatene belyser viktigheten av god radiografisk teknikk i preoperative røntgenbilder av pasienter som planlegges for THA. Posisjonering av kalibreringsmarkører har stor effekt på distorsjon og nøyaktighet, og radiografer kan dermed tenkes å ha en viktig innvirkning på planleggingen av THA-operasjoner.

Abstract

Objective: The topic of this study was the use of calibration markers in preoperative x-rays for patients under planning for total hip arthroplasty (THA). The aim of the study was to examine how factors under the radiographer's control affects the distortion and accuracy of the calibration markers.

Method: The method used in this study was a literature review. A PICO-form was developed, from which a strategy was developed to search databases for relevant literature. A total for five searches was done in Medline and Epistemonikos.

Results: A thematic analysis of the studies showed that medial placement of calibration markers between the patient's legs results in less distortion of the markers and higher accuracy in the planning of prostheses, compared to lateral placement. Manipulation of the object-to-image distance (OID) has an effect on distortion and accuracy even with small changes in the distance. The results suggest that Source-to-image distance (SID) has less effect on distortion compared to OID, but there is a need for more research on the effect of SID.

Conclusion: The results highlight the importance of radiographic technique in preoperative radiographs of patients planned for THA. Positioning of calibration markers has a large effect on distortion and accuracy, and radiographers can thus be thought to have an important impact on the planning of THA operations.

Innhold

Sammendrag	2
Abstract	3
Figurer	6
Vedlegg	6
Forkortninger	6
1.0 Innledning.....	7
1.1 Bakgrunn for valg av tema.....	7
1.2 Radiograffaglig relevans	7
1.3 Hensikt med oppgaven	8
1.4 Problemstilling.....	9
2.0 Teori og tidligere forskning	9
2.1 THA og kalibreringsmarkører.....	9
2.2 Distorsjon.....	10
2.3 Tidligere forskning	11
3.0 Metode	12
3.1 Litteraturstudie	12
3.2 PICO	12
3.3 Valg av databaser.....	14
3.4 Inklusjon- og eksklusjonskriterier	15
3.5 Kritisk vurdering.....	15
3.6 Valg av artikler	16
3.7 Etske vurderinger.....	16
4.0 Resultat.....	16
4.1 Søk i Medline	17
4.2 Søk i Epistemonikos	18
4.3 Inkluderte studier	18

4.4 Fantomstudier	19
4.5 Retro- og prospektive studier	21
4.6 Tematisk analyse.....	22
4.6.1 Kalibreringsmarkør	22
4.6.2 Lateral og medial posisjon av kalibreringsmarkør	23
4.6.3 OID og SID.....	24
4.6.4 Overprojisering.....	25
4.6.5 BMI	25
4.6.6 Traumeseng	26
5.0 Diskusjon	26
5.1 Kalibreringsmarkør	26
5.2 Lateral og medial plassering av kalibreringsmarkør	26
5.3 OID og SID.....	28
5.4 Overprojisering.....	29
5.5 BMI	30
5.6 Traumeseng	30
6.0 Konklusjon	31
6.1 Videre forskning.....	31
6.2 Metodekritikk	32
7.0 Referanseliste	33
8.0 Vedlegg	36

Tabeller

Tabell 1: PICO.....	13
Tabell 2: PICO med søkeord.....	13
Tabell 3: Inklusjon- og eksklusjonskriterier	15
Tabell 4: Valgte artikler	19

Figurer

Figur 1: Flytskjema over søkeprosess	17
--	----

Vedlegg

Vedlegg 1: Oversikt over databasesøk	
Vedlegg 2: Sjekkliste for tverrsnitstudie, brukt på Bayne et al. (2009)	
Vedlegg 3: Sjekkliste for kohortstudie, brukt på Franken et al. (2010)	
Vedlegg 4: Sjekkliste for diagnostiske tester, brukt på fantomstudier	

Forkortninger

Total hofteproteseoperasjon – THA

Kroppsmasseindeks – BMI

Source-to-image distance – SID

Object-to-image distance – OID

Distorsjonsfaktor - MF

1.0 Innledning

1.1 Bakgrunn for valg av tema

Total hofteproteseoperasjon (THA) er et kirurgisk inngrep hvor pasienters hoftelodd blir erstattet med flere protesekomponenter, med formål å lindre smerter relatert til hofteloddpatologi og gjenopprette hofteloddets funksjon (Erens & Crowley, 2021). I forberedelsen av disse inngrepene blir det tatt i bruk digitale estimeringsprogrammer som gjør det mulig å estimere størrelsen av protesekomponentene basert på preoperative røntgenbilder (Smith et al., 2021).

For å gjennomføre denne estimeringen er en vanlig praksis å inkludere eksterne kalibreringsmarkører i de preoperative røntgenbildene (Boese et al., 2018). Kalibreringsmarkørene gjør det mulig å digitalt beregne størrelsen av pasienters hoftelodd, og dermed velge riktig størrelse på proteseimplantatet (Boese et al., 2018). Ved å inkludere en markør med kjente dimensjoner i de preoperative røntgenbildene kan man nøyaktig estimere dimensjonene på pasientens benvev, og dermed størrelsen behøvd for protesekomponentene (Boese et al., 2018).

For optimal framstilling av kalibreringsmarkører i de preoperative røntgenbildene burde markøren plasseres i samme avstand fra detektorplaten som pasientens hoftelodd, og feilplasserte kalibreringsmarkører kan potensielt medføre feil estimat av størrelsen behøvd for inngrepet (Boese et al., 2016). Slike feil kan potensielt gå på bekostning av fordelene med å utføre digital estimering av protesestørrelser (Boese et al., 2018).

1.2 Radiograffaglig relevans

Som radiograf vil det være viktig å ha forståelse for hvordan plasseringen av kalibreringsmarkører og andre faktorer påvirker framstillingen av markøren i det endelige røntgenbildet, slik at man ikke framstiller dem på et vis som negativt påvirker planleggingen av pasienters hofteproteser.

I Helse Bergen sine protokoller for preoperative røntgenbilder for hofteprotesekirurgi er det anbefalt å plassere kalibreringsmarkøren mellom pasientens ben, i høyde med og nærmest mulig caput femoris (Helse Bergen, 2022). Om dette ikke lar seg gjøre, anbefaler protokollen å plassere kulen lateralt for pasientens hofte, men påpeker at dette øker distorsjon (Helse Bergen, 2022). Protokollen oppgir ikke noen årsaker til at det kan være behov for å plassere markørene lateralt, men man kan tenke seg noen mulige kilder for varierende posisjonering av kalibreringsmarkører som kan forekomme i praksis. Variasjoner i pasienters kroppsform og kroppsmasseindeks (BMI) kan tenkes å gjøre det vanskelig å oppnå samme posisjonering av kalibreringsmarkører på alle undersøkelser, og å plassere et objekt mellom pasienters lår kan også tenkes å oppleves som sjenerende for pasientene.

I de yrkesetiske retningslinjene fra Norsk Radiografforbund (2021) er det nedført i punkt 1.5 at radiografer ikke skal krenke pasienters integritet og verdighet, og i punkt 2.3 at radiografer tilpasser anvendelsen av prosedyrer til den kliniske situasjonen. Dette har relevans for tema i denne oppgaven da radiografer burde kunne reflektere rundt optimal plassering av kalibreringsmarkører med henhold til distorsjon, kontra ubehag som kan bli opplevd av pasienten.

1.3 Hensikt med oppgaven

I denne litteraturstudien vil det forsøkes å undersøke publisert forskning om bruken av kalibreringsmarkører ved preoperative røntgenbilder. Det vil bli fokusert på radiografiske parametere og eventuelle andre faktorer som er under radiografens kontroll ved billedtakingen, og hvordan manipulasjoner av disse påvirker framstillingen og nøyaktigheten av kalibreringsmarkørene. Hensikten med oppgaven er dermed å kunne hjelpe radiografer i å vurdere dagens praksis, og å kunne ta kunnskapsbaserte valg om plasseringen av kalibreringsmarkører. Omfanget av oppgaven avgrenses ved å kun fokusere på preoperative røntgenbilder for pasienter som planlegges for THA, og ikke bruk av kalibreringsmarkører ved andre proteseoperasjoner.

1.4 Problemstilling

På bakgrunn av det som er presentert så langt, formuleres problemstillingen i oppgaven slik: «Hvilken effekt har faktorer under radiografens kontroll på framstillingen og nøyaktigheten av kalibreringsmarkører ved pre-operative røntgenbilder for hofteproteseoperasjoner?».

2.0 Teori og tidligere forskning

2.1 THA og kalibreringsmarkører

THA er et kirurgisk inngrep hvor pasienters hofteledd blir erstattet av proteseimplantater, med formål å lindre smerter relatert til hofteleddpatologi, gjenopprette hofteleddets funksjon og forbedre pasienters livskvalitet (Erens & Crowley, 2021). I hofteleddet artikulere caput femoris med acetabulum, og ved THA blir både caput femoris og acetabulum erstattet av proteseimplantater (Erens & Crowley, 2021). Inngrepet gjøres på grunnlag av patologi som har påvirket én eller begge av disse komponentene, hvor vanlige forekommende former for patologi er artritt, artrose, revmatiske sykdommer eller traumer (Erens & Crowley, 2021).

Planleggingen av protesestørrelse gjøres på bakgrunn av preoperative digitale røntgenbilder, hvor bruk av en røntgentett kalibreringsmarkør er en standardisert metode til å estimere dimensjonene behøvd for komponentene av pasienters proteseimplantater (Boese et al., 2018). Som nevnt tidligere har disse markørene kjente dimensjoner, og inklusjonen av dem i preoperative røntgenbilder gjør det derfor mulig å nøyaktig estimere størrelsen av pasientens benvev.

Digitale estimeringsprogrammer som baserer seg på preoperative røntgenbilder gjør det mulig for kirurger å estimere størrelsesgraden av protesekomponenter på tvers av proteseproducenter, samt sikre forberedningen av inngrepet ved å sørge for at operasjonsalen har tilgang til de relevante protesekomponentene og potensielle erstatninger (Smith et al., 2021). I planleggingen av THA er det generelt akseptert med et avvik på ± 1 størrelsesgrad (Smith et al., 2021).

Som nevnt burde kalibreringsmarkører plasseres i samme høyde som hoftelrådet, men å vurdere posisjonen til pasienters hoftelråd kan potensielt være krevende i en klinisk praksis. Trokanter major antas å være i omtrent samme høyde som hoftelrådet, og brukes derfor ofte som et palperbart landemerke for å estimere høyden av leddet (Boese et al., 2016).

2.2 Distorsjon

Røntgenbilder vil aldri nøyaktig reprodusere størrelsen av kroppsvev eller andre objekter som blir avbildet, ettersom det alltid vil forekomme en grad av distorsjon av objektets størrelse og geometriske form som følge av et divergerende strålefelt og avstanden mellom objektet og detektorplaten (Lampignano & Kendrick, 2018, s. 46).

Graden av distorsjon som forekommer i røntgenbilder blir påvirket av fire faktorer. Avstanden fra strålekilden til detektor, også kalt *source-to-image distance* (SID), øker distorsjonen i bildet i større grad jo kortere avstanden er (Lampignano & Kendrick, 2018, s. 46-47). Avstanden fra objektet som avbildes og detektorplaten, eller *object-to-image distance* (OID), påvirker distorsjonen av objektet ved at større avstander gir økt distorsjon (Lampignano & Kendrick, 2018, s. 47). Forholdet mellom objektets geometriske plan og detektorplaten plan øker mengden distorsjon hvis disse to planene ikke er parallelle (Lampignano & Kendrick, 2018, s. 47). Den fjerde påvirkende faktoren på distorsjon er plasseringen av objektet som avbildes innen strålefeltet. I et divergerende strålefelt vil distorsjonen av objekter være lavest helt sentralt i strålefeltet, ettersom fotonene her vil treffe detektorplaten perpendikulært (90°) fra strålekilden (Lampignano & Kendrick, 2018, s. 48). For å minimere mengden distorsjon på objekter som avbildes må objektet plasseres nærmest mulig sentrum av strålefeltet, ettersom distorsjonen på objektet vil øke jo lengre vekk fra sentrum det plasseres (Lampignano & Kendrick, 2018, s. 48).

2.3 Tidligere forskning

En retrospektiv studie av Boese et al. (2018) undersøkte 100 postoperative røntgenbilder av pasienter som hadde gjennomført THA, hvor det var inkludert en kalibreringsmarkør. De regnet ut en distorsjonsfaktor for kalibreringsmarkøren, samt en distorsjonsfaktor for de femorale komponentene pasientene hadde fått intraoperativt. Distorsjonsfaktoren for de implanterte komponentene kunne dermed bli brukt som en referansestandard for de eksternt plasserte kalibreringsmarkørene. Studien viste at de gjennomsnittlige distorsjonsfaktorene mellom kalibreringsmarkørene og protesekomponentene avviket signifikant fra hverandre, og at avvik i størrelsesgrad med mer enn én grad ble funnet i 26% av acetabulum-komponentene og 14% av de femorale komponentene (Boese et al., 2018). Studien viser at feil i kalibrering av preoperative røntgenbilder har stor effekt på den estimerte størrelsesgraden av protesekomponentene, og at korrekt plassering av kalibreringsmarkører er en viktig faktor i planleggingen av THA (Boese et al., 2018).

Iorio et al. (2009) undersøkte de estimerte størrelsesgradene av protesekomponenter på bakgrunn av preoperative røntgenbilder for 50 pasienter som hadde gjennomgått THA, og sammenlignet dem estimerte størrelsen med størrelsesgraden av komponentene pasientene faktisk hadde fått. De fant at kun 60% av acetabulum-komponentene og 74% av de femorale komponentene avviket fra den faktiske størrelsen brukt intra-operativt med én grad eller mindre.

I en studie av Sinclair et al. (2014) fant forfatterne at feil i posisjoneringen av kalibreringsmarkører i gjennomsnitt medførte 6.8% feil i estimering av femorale komponenter for THA-protoser.

3.0 Metode

3.1 Litteraturstudie

Metoden som ble tatt i bruk for å belyse problemstillingen i denne oppgaven var å gjennomføre en litteraturstudie. Fordelene med å bruke denne metoden er at det kan tas et dypdykk inn i litteraturen som er publisert om temaet, dannes en oversikt over denne og dra eventuelle konklusjoner basert på eksisterende forskning og teori (Dalland, 2021, s. 199).

Mulige ulemper med denne metoden er at man er avhengig av den litteraturen som allerede er publisert om tema, og dermed ikke bidrar med ny forskning i form av for eksempel statistikk eller eksperimenter. Ettersom dette er en bacheloroppgave med en forholdsvis lav ordgrense, var det en mulighet for at det ikke ville være mulig å samle alt som finnes av litteratur om tema. Dersom det systematiske søket ga flere resultater enn det er mulig å inkludere i denne oppgaven, ble det tatt en beslutning om å velge ut noen av artiklene som belyser problemstillingen, og oppgaven vil dermed ha en innebygd bias basert på valgene rundt hvilke artikler som skulle inkluderes.

For å kunne gjennomføre en god litteraturstudie, er det viktig å utforme en god søkestrategi. I denne oppgaven ble det valgt å gjennomføre et semistrukturert søk, hvor søk i databaser planlegges godt i forkant (Dalland, 2021, s. 151).

3.2 PICO

For å kunne systematisk utforske publisert forskning, var det hensiktsmessig å utforme en PICO-tabell basert på problemstillingen. PICO er et verktøy som hjelper med å presisere og tydeliggjøre hva en problemstilling faktisk omhandler, og vil gi struktur og klargjøre problemstillingen for videre søk (Helsebiblioteket, 2021). Ved hjelp av PICO kan problemstillingen brytes ned i fire elementer; Populasjon/problem (P), Intervensjon/tiltak (I), Sammenligning (C) og Utfall (O). For problemstillingen i denne oppgaven var det ikke hensiktsmessig å sammenligne tiltaket med et annet tiltak, og sammenligning-kategorien i PICO-tabellen vil dermed være tom. På bakgrunn av PICO-tabellen (tabell 1), utformes det

søkeord til bruk i det semistrukturerte søket (tabell 2). Søkeord kan deles inn i to kategorier kalt *tekstord* og *emneord*. Tekstord er et hvilket som helst ord som forekommer i tittelen, sammendraget og i hele teksten av en publisert artikkel (Helsebiblioteket, 2020, a). Emneord er standardiserte ord tilknyttet artikler som beskriver hva artikkelen omhandler (Helsebiblioteket, 2020, a). Som hovedregel ble søkeordene på tvers av PICO-elementene kombinert med «AND» og søkeord innenfor samme PICO-element ble kombinert med «OR», med mindre andre metoder for kombinasjon ble sett som nødvendig.

Tabell 1: PICO

P	I	C	O
Populasjon/problem	Intervensjon/Tiltak	Sammenligning	Utfall
Preoperative røntgenbilder av hofte før total hofteprotese-kirurgi	Radiografens bruk av kalibreringsmarkør	Ikke relevant	Optimal framstilling av kalibreringsmarkør

Tabell 2: PICO med søkeord

	Emneord	Tekstord
P	Arthroplasty, Replacement, Hip Hip Prosthesis Preoperative Care Radiography Hip Joint / dg [Diagnostic Imaging] Hip Joint / su [Surgery] Calibration	Total hip arthroplasty THA Hip arthroplasty Hip prosthesis Radiography Preoperative Digital templating
I		X-ray X-ray marker Calibration marker Calibration ball External calibration marker ECM Scale Marker Positioning Placement
O	Prosthesis Fitting Radiographic Image Enhancement Radiographic Magnification Reproducibility of Results	Accuracy Magnification Distortion

3.3 Valg av databaser

I denne oppgaven ble det valgt å foreta litteratursøk i databasene Medline og Epistemonikos. Medline er en database som dekker publiserte artikler innen en rekke helsefag, og har referanser til artikler publisert fra 1946 og fram til i dag (Helsebiblioteket, u.å.). Epistemonikos er en internasjonal database som søker i PubMed og andre databaser etter systematiske oversikter om behandling, diagnose, prognose, skade og etiologi (Helsebiblioteket, 2020, b).

I de preliminære søkene gjort i forberedelse av denne oppgaven ble det ikke funnet noen oversiktsartikler eller systematiske oversikter publisert om temaet, og mangelen på slike oversikter lå til dels til grunnlag for valg av tema i oppgaven ettersom dette tydet på at ingen tidligere hadde forsøkt å samle litteraturen publisert om temaet. Det ble ansett som mulig at de preliminære søkene ikke var tilstrekkelig utarbeidet med henhold til søkestrategi, og det

ble derfor bestemt å gjøre et nytt søk etter eventuelle oversikter i Epistemonikos etter det ble utformet en mer rigid søkestrategi.

3.4 Inklusjon- og eksklusjonskriterier

Oversikt over inklusjons- og eksklusjonskriterier kan sees i tabell 3. Det ble valgt å ikke sette noen begrensinger i henhold til studiedesign. Denne beslutning ble tatt på bakgrunn av preliminære søk i forberedelse av oppgaven, hvor artikler som ble sett som relevant for tema i oppgaven hadde varierende studiedesign. Det ble i tillegg vurdert at problemstillingen i oppgaven potensielt kunne belyses med ulike metoder.

Tabell 3: Inklusjon- og eksklusjonskriterier

Inklusjonskriterier	Eksklusjonskriterier
1. Primærstudier	1. Fremmedspråklige artikler (andre språk enn engelsk eller norsk)
2. Omhandler totale hofteproteser	2. Irrelevans for problemstilling
3. Undersøker hvordan faktorer under radiografens kontroll påvirker distorsjon av kalibreringsmarkører	3. Systematiske oversiktsartikler
	4. Oversiktsartikler

3.5 Kritisk vurdering

For å kritisk vurdere kvaliteten av publisert forskning som ble funnet gjennom det systematiske søket, ble det valgt å ta i bruk sjekklister fra Helsebiblioteket. Disse sjekklister er utformet som et hjelpemiddel til å kritisk vurdere forskningsartikler, og det er utformet ulike sjekklister tilpasset ulike type studier (Helsebiblioteket, 2016). Blant artiklene som ble avdekket i søket (se resultat) og inkludert i analysen var det to fantomstudier. Det ble gjort et forsøk på å finne sjekklister som passet til dette studiedesignet, uten hell. Det ble derfor valgt å bruke sjekklister for diagnostiske tester (Helsebiblioteket, 2016), og flere av spørsmålene i den brukte sjekklister var derfor ikke av relevans for de valgte studiene. For vurdering av tverrsnittstudier ble det brukt en engelskspråklig sjekklister fra JBI (2020), ettersom helsebiblioteket ikke hadde utformet en norskspråklig sjekklister for dette studiedesignet. Utfylte sjekklister blir lagt til i tabellform under vedlegg i denne oppgaven (Vedlegg 2-4).

3.6 Valg av artikler

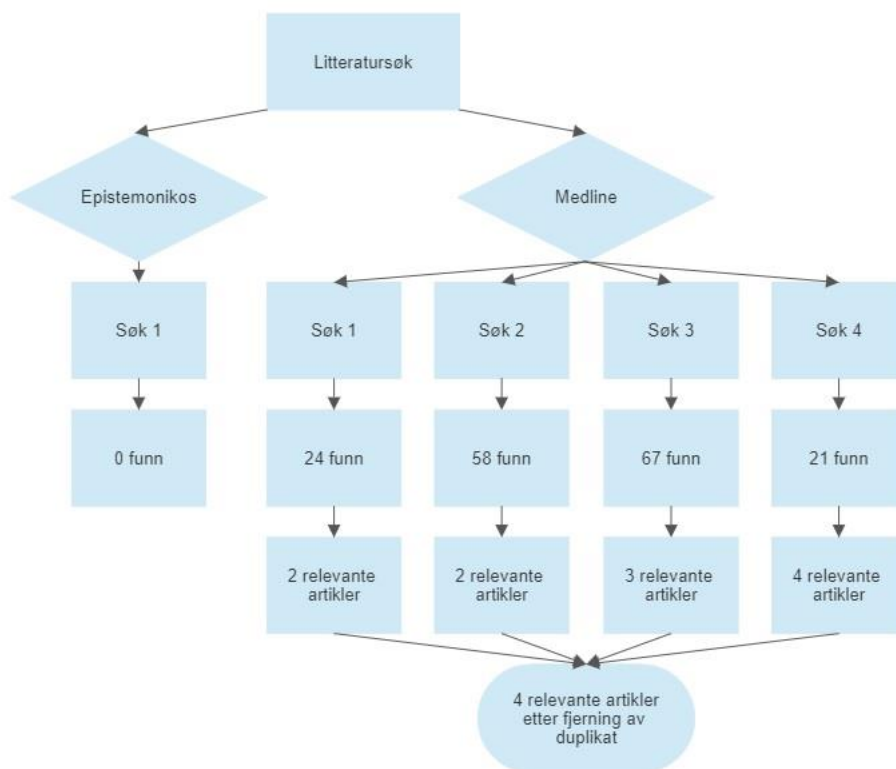
Prosesen for å velge hvilke artikler som skulle inkluderes i oppgaven er illustrert i figur 1 i resultat-delen av oppgaven. Først ble tittelen av alle artikler funnet i søket lest og vurdert om de hadde relevans for tema i denne oppgaven. Deretter ble sammendraget av de artiklene med relevante tema lest igjennom for å vurdere om forskningen var relevant for å svare på problemstillingen. Artikler som ble ansett som relevante til å svare på problemstillingen ble deretter lest i sin helhet.

3.7 Ethiske vurderinger

Datamateriale i denne litteraturstudien er utelukkende eksisterende forskning, og det ble satt som krav at alle inkluderte studier måtte være etisk godkjente studier. Det ble sørget for at alle gjengitte resultat fra de inkluderte studiene ble gjengitt slik de framkommer i publikasjonen og i sin helhet. Det ble og sørget for å alltid gjengi teori, resultater og diskusjoner fra de inkluderte studiene samt annen litteratur med komplette referanser. Ettersom det ikke ble innsamlet pasientdata eller personalopplysninger i form av for eksempel intervju, var det ikke nødvendig å søke om etisk godkjenning for gjennomførelsen av denne litteraturstudien.

4.0 Resultat

I denne oppgaven ble det gjort totalt 4 søk i databasen Medline, og 1 søk i databasen Epistemonikos. Disse søkene er beskrevet med kombinasjon av søkeord i vedlegg 1. I denne delen av oppgaven vil det først bli gjort en beskrivelse av database-søkene, og deretter vil formålet, metoden og de relevante resultatene fra de inkluderte studiene bli presentert. Søkeprosessen er visualisert i figur 1.



Figur 1: Flytskjema over søkeprosess

4.1 Søk i Medline

Det første søket i Medline ga 24 resultater, hvor to artikler ble vurdert som relevant for problemstillingen i denne oppgaven. For å finne flere relevante artikler, ble det valgt å gjøre et bredere søk ved å inkludere flere søkeord. Et nytt søk ga 58 funn, hvor to artikler ble vurdert som relevante etter gjennomlesning av abstraktet. Begge disse artiklene var duplikater fra forrige søk, og det ble derfor gjort et søk med enda flere supplerende søkeord, som ga 67 funn. Etter gjennomlesning av titler og abstrakt i dette søket ble det funnet 3 relevante artikler, hvor 2 av artiklene var duplikat fra tidligere søk.

Gjennom disse tre søkene ble det oppdaget at ulike studier ofte brukte ulike engelske begreper for å beskrive kalibreringsmarkører. På bakgrunn av dette ble det valgt å gjøre et søk hvor alle begrepene som ble oppdaget gjennom lesing av titler og abstrakt ble kombinert med «OR», som kan sees i søk nummer fire i vedlegg 1. Dette søket ga 21 funn, hvor totalt fire artikler ble vurdert som relevante for oppgavens problemstilling. Tre av de relevante

artiklene var duplikater fra tidligere søk, og det totale antallet på inkluderte studier ble dermed fire.

4.2 Søk i Epistemonikos

Som nevnt tidligere ble det i tillegg til å søke etter primærstudier i Medline valgt å gjøre et søk i Epistemonikos for å avdekke eventuelle oversikter eller systematiske oversikter. Det ble valgt å gjøre et bredt søk, som er beskrevet med kombinasjon av søkeord i vedlegg 1. Det ble ikke gjort noen funn av relevante oversikter eller systematiske oversikter.

4.3 Inkluderte studier

Oversikt over de inkluderte studiene kan sees i tabell 4. Av de inkluderte studiene var to kvasi-eksperimentelle fantomstudier, og to var retro- eller prospektive studier. Etersom formål og metode i de inkluderte studiene varierte, ble det valgt å beskrive studienes formål og metode før resultatene presenteres.

Tabell 4: Valgte artikler

Studie	Studiedesign	Tittel	Formål med studie	Utvalg
Holliday & Steward, 2021	Kvasi-eksperimentelt fantomstudie	Pre-operative templating for total hip arthroplasty: How does radiographic technique and calibration marker placement affect image magnification?	Kvantifisere effekten manipulasjon av radiografiske parametere og andre faktorer under billedtaking har på distorsjon av kalibreringsmarkører.	
Franken et al., 2010	Prospektiv Kohortstudie	A comparison of four systems for calibration when templating for total hip replacement with digital radiography	Undersøke nøyaktigheten av to markør-baserte kalibreringsmetoder for å estimere protesestørrelser for THA pasienter, og sammenligne metodene med to metoder som ikke baserer seg på markører.	n = 57
Ramme et al., 2017	Kvasi-eksperimentelt fantomstudie	Scaling Marker Position Determines the Accuracy of Digital Templating for Total Hip Arthroplasty	3-delt studie: (1) Vurdere et estimeringsprogram ved å se hvordan posisjonering av markør påvirker estimat på et kjent acetabulum-komponent. (2) Vurdere hvordan markørposisjon påvirker nøyaktigheten av estimat av hofteprotesekomponenter. (3) Gi praktiske tips for markørposisjon basert på pasienters BMI.	
Bayne et al., 2009	Retrospektiv tverrsnittstudie	Evaluation of the Accuracy and Use of X-Ray Markers in Digital Templating for Total Hip Arthroplasty	Undersøke nøyaktigheten av kalibreringsmarkører basert på posisjon.	n = 106

4.4 Fantomstudier

To av de inkluderte studiene var eksperimentelle fantomstudier (Ramme et al., 2017) (Holliday & Steward, 2021), hvor det ble undersøkt hvordan manipulasjon av radiografiske parametere og pasientspesifikke faktorer påvirker distorsjonen av kalibreringsmarkører for totale hofteproteser.

Studien av Ramme et al. (2017) var en tredelt studie hvor første del innebar å vurdere nøyaktigheten av et digitalt estimeringsprogram for totale hofteproteser. Her plasserte forfatterne en ekstern kalibreringsmarkør (25 mm i diameter) i fem ulike posisjoner relativt til et acetabulum-komponent, og tok en projeksjon ved hver av posisjonene. Disse

røntgenbildene ble dermed lastet opp i et digitalt estimeringsprogram, hvor det ble estimert en størrelse for et acetabulum-komponent som kunne sammenlignes med størrelsen på komponenten de hadde brukt i bildet.

I andre del av studien var formålet å vurdere hvilken effekt posisjonen av kalibreringsmarkører har på distorsjon av markører i røntgenbilder (Ramme et al., 2017). Her tok forfatterne i bruk et bekken-fantom som bestod av et bekken, bilaterale hofter, proksimale femur og lumbalcolumna. Fantomet ble plassert på et røntgenbord, og en kalibreringsmarkør ble plassert i identisk høyde med trokanter major. En projeksjon ble tatt ved denne plasseringen, og ekstra projeksjoner ble tatt med markøren 9 cm og 4.5 cm posterior for hofteddeet og 9 cm og 4.5 cm anterior for hofteddeet. Disse projeksjonene ble så lastet opp i et estimeringsprogram hvor det ble estimert en acetabulum-komponent basert på kalibreringsmarkøren og fantomets hofter.

I tredje del av studien forsøkte forfatterne å utforme en praktisk veiledning for markørplassering basert på pasienters BMI (Ramme et al., 2017). Her gjennomførte de en retrospektiv analyse av 65 pasienter THA-pasienter (32 menn, 33 kvinner) som hadde gjennomført en preoperativ bilateral CT-undersøkelse av hofter. Forfatterne gjennomførte to målinger på alle de preoperative CT-bildene. Den første målingen var den perpendikulære avstanden fra sentrum av trokanter major til pasientens hudoverflate anterior for trokanter major. Den andre målingen var den perpendikulære avstanden fra sentrum av trokanter major til pasientens posteriore hudoverflate. Basert på disse målingene ble posisjonen av trokanter major utregnet som en prosentvis avstand fra den anteriore siden av pasientenes lår. I tillegg til å ta disse målingene registrerte forfatterne BMI, alder og kjønn for alle pasientene.

Studien av Holliday & Steward (2021) hadde som formål å fastslå hvordan endringer av SID og lateral plassering av kalibreringsmarkører påvirker distorsjon av markørene ved ulike avstander mellom trokanter major og detektorplaten (OID). Forfatterne brukte en kalibreringsmarkør med 25 mm i diameter som de plasserte lateralt for trokanter major på et

hoftelddfantom, og tok projeksjoner med ulike OID og SID. Projeksjonene ble tatt ved OID på 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14 og 15 cm ved tre ulike SID-verdier (100 cm, 110 cm og 120 cm). Nye projeksjoner ble så tatt med de samme verdiene av OID og SID, med kalibreringsmarkøren plassert så langt lateralt som mulig innen strålefeltet. En siste serie med projeksjoner ble tatt med de samme parameterne, men med detektorplaten plassert under en traumeseng og markøren plassert medialt i strålefeltet, for å etterligne kliniske situasjoner der traumepasienter ikke kan overflyttes til et røntgenbord. For å kvantifisere mengden distorsjon på kalibreringsmarkøren ved de ulike projeksjonene ble det utregnet en distorsjonsfaktor (MF) ved å dividere markørens størrelse på projeksjonene med markørens faktiske størrelse. Tre radiografer utførte målinger uavhengig av hverandre, og gjennomsnittet av målingene de tok ble brukt for å regne ut MF.

4.5 Retro- og prospektive studier

To av artiklene som ble inkludert fra det semistrukturerte søket var retro- eller prospektive studier (Bayne et al., 2009) (Franken et al., 2010), hvor post-operative røntgenbilder av pasienter som har gjennomgått THA ble brukt til å vurdere hvordan posisjoneringen av kalibreringsmarkører påvirket distorsjon og nøyaktighet for estimering av protesestørrelse.

I studien av Bayne et al. (2009) gjennomførte de en analyse av kontrollbilder tatt post-operativt på 106 THA-pasienter, hvor en kalibreringsmarkør hadde blitt inkludert i projeksjonene. For å måle nøyaktigheten av markørens evne til å estimere størrelsen av hofteprotesene, brukte forfatterne et digitalt estimeringsprogram for å estimere en størrelse av hofteprotese for pasientene, og sammenlignet denne størrelsen med den pasienten faktisk hadde fått intra-operativt.

Bildene ble delt i fire kategorier, basert på hvordan markørene hadde blitt plassert på projeksjonene (Bayne et al., 2009). Den første kategorien var bilder hvor markøren var plassert korrekt; proksimalt til pasientens hud, i høyde med trokanter major og uten overprojisering av bløtvev. Den andre kategorien var bilder hvor markøren var plassert slik at

det forekom overprojisering av bløtvev på markøren, men uten overprojisering av benvev. Den tredje kategorien var bilder hvor det forekom overprojisering av både bløtvev og benvev på markøren, og den fjerde og siste kategorien var bilder hvor markøren var plassert slik at det ikke var noen kontakt mellom markøren og pasientens hud.

I studien av Franken et al. (2010) sammenlignet forfatterne fire metoder for å kalibrere pre-operative røntgenbilder av hofter for å kunne estimere protesestørrelser for THA-pasienter. Det ble gjennomført en prospektiv analyse, hvor fire metoder ble brukt på post-operative bilder av 57 pasienter som hadde gjennomgått THA. To av metodene innebar bruk av kalibreringsmarkører: én metode hvor markøren ble posisjonert lateralt ved trokanter major, og én metode hvor markøren ble plassert medialt mellom pasientenes lår. De to andre metodene innebar ikke bruk av kalibreringsmarkører, og ble ikke ansett som relevant for problemstillingen i denne oppgaven.

Alle pasientene inkludert i utvalget av studien (Franken et al., 2010) hadde fått operert inn en femoralkomponent på 28 mm i diameter, og forfatterne brukte disse komponentene til vurdering av nøyaktighet av kalibreringsmarkørene. I alle de inkluderte bildene ble det inkludert en kalibreringsmarkør i hver av de aktuelle posisjonene (lateralt og medialt).

4.6 Tematisk analyse

Videre vil resultatene fra de inkluderte studiene bli presentert i form av en tematisk analyse. Her ble det identifisert fem tema som hadde relevans for problemstillingen.

4.6.1 Kalibreringsmarkør

Ulike former for røntgentette kalibreringsmarkører ble brukt i de inkluderte studiene. Holliday & Steward (2021) tok i bruk en flat ringformet kalibreringsmarkør med diameter på 22 mm. Resten av studiene tok i bruk kalibreringsmarkører i form av en røntgentett sfære. Franken et al. (2010) tok i bruk en sfæreformet markør med diameter på 30 mm, festet til et fleksibelt stativ for å sikre posisjonen av markøren. Ramme et al. (2017) brukte en

sfæreformet markør med diameter på 25 mm, festet til et fleksibelt stativ. Bayne et al. (2009) brukte to former for kalibreringsmarkører. En av markørene var en sfæreformet markør med diameter på 25.4 mm festet til et fleksibelt stativ, og den andre var en sfæreformet markør med diameter på 30 mm, festet i en røntgengjennomskinnelig plastikkholder som kunne festes til pasienters hud med et klebrig feste.

4.6.2 Lateral og medial posisjon av kalibreringsmarkør

I studien av Franken et al. (2010) fant forfatterne at de fire ulike metodene for kalibrering produserte estimater fra 26.38 mm til 32.87 mm for de femorale komponentene med 28 mm i diameter. Både den laveste og høyeste estimerte størrelsen ble produsert når den lateralt plasserte kalibreringsmarkøren ble brukt. Kalibreringene gjort med de laterale markørene hadde en tendens til å overestimere størrelsen av protesene, med en gjennomsnittlig diameter på 28.45 mm. I 12 av 57 bilder var de laterale markørene plassert delvis utenfor strålefeltet, og disse bildene ble dermed ikke inkludert i feilberegningsstatistikken.

De medialt plasserte markørene viste marginalt bedre estimater av protesestørrelsene, sammenlignet med de laterale markørene (Franken et al., 2010). Kalibreringene gjort med de medialt plasserte markørene hadde en tendens til å underestimere størrelsen av protesestørrelsene med en gjennomsnittlig diameter på 27.78 mm.

I fantomstudien av Holliday & Steward (2021) fant forfatterne lite variasjon i mengden distorsjon som forekom med kalibreringsmarkøren plassert lateralt sammenlignet med medial plassering, men de lateralt plasserte markørene hadde en minimal økning av distorsjon over de mediale.

Blant markørene plassert lateralt uten kontakt med pasientens hud i studien til Bayne et al. (2009) fant forfatterne at markørene hadde en gjennomsnittlig feilprosent av estimering av protesestørrelser på 4.69%. Markørene plassert lateralt med kontakt med pasientens hud (lengre medialt i strålefeltet) hadde en gjennomsnittlig feilprosent på 3.70%.

4.6.3 OID og SID

Fantomstudien av Ramme et al. (2017) viste variasjoner i distorsjon på kalibreringsmarkører ved ulike OID. Ved å plassere markøren i samme høyde som acetabulum-komponenten ble det estimert korrekt størrelse på komponenten (52 mm). Ved å plassere markøren 7 cm lavere enn komponenten (nærmere detektorplaten) ble protesen estimert til 56 mm. Ved plassering 3.5 cm lavere ble komponenten vurdert til 54 mm. Markørplassering 3.5 cm høyere opp enn komponenten ga et estimat på 50 mm, og en plassering 7 cm høyere ga et estimat på 48 mm.

I andre del av studien fant forfatterne at å plassere markøren i samme avstand fra detektor som hofteleddets til fantomet ga et estimat på et acetabulum-komponent på 54 mm (Ramme et al. 2017). Ved plassering av markør 9 cm lavere enn hofteleddets fikk de et estimat på 62 mm, og ved plassering 4.5 cm lavere fikk de et estimat på 58 mm. Plasseringer høyere opp enn hofteleddets ga estimer på 50 mm ved 4.5 cm, og 48 mm ved 9 cm.

Holliday & Steward (2021) undersøkte variasjoner i distorsjon ved varierende OID med 1 cm inkremer, fra 8 cm til 15 cm. Endringer av 1 cm i OID ga alltid et utslag i graden av distorsjon, uavhengig av SID og posisjonering av markøren. Økning av SID ga mindre grad av distorsjon på kalibreringsmarkøren. Ved SID på 100 cm med markøren plassert medialt i strålefeltet var den laveste distorsjonsfaktor 1.19 (119%) og den høyeste 1.31 (131%). Ved SID på 110 cm med medialt plassert markør var laveste distorsjonsfaktor 1.18 (118%) og høyeste 1.28 (128%). Ved SID på 120 cm med medialt plassert markør var laveste distorsjonsfaktor 1.16 (116%) og høyeste 1.24 (124%). Lignende endringer av distorsjonsfaktor ved varierende OID og SID ble sett ved lateral plassering av markøren og ved plassering av detektorplaten under en traumeseng (Holliday & Steward, 2021).

De største endringene av distorsjonsfaktor som følge av endringer i SID var på 7% mellom SID verdier på 100 cm og 120 cm ved OID verdier på 14 cm og 15 cm ved medial plassering, og ved OID på 15 cm ved plassering av detektor under en traumeseng (Holliday & Steward, 2021). De største endringene av distorsjonsfaktor mellom høyest og lavest OID-verdi var 12%

ved 100 cm SID og medial plassering av markøren, og 12% ved 100 cm og 110 cm SID med detektorplaten plassert under traumeseng (Holliday & Steward, 2021).

Bayne et al. (2009), Ramme et al. (2017) og Franken et al. (2010) undersøkte ikke effekten av SID på distorsjon av kalibreringsmarkører. Franken et al. (2010) oppgir at det ble tatt i bruk en SID på 1150 mm (115 cm) på alle de inkluderte bildene. Ramme et al. (2017) oppgir ikke hvilken SID-verdi som ble brukt, men påpeker at det ble brukt en standard SID på alle bildene, og at det ikke ble gjort noen endringer i posisjonen til røntgenrøret eller detektorplaten på tvers av projeksjonene i studien. Bayne et al. (2009) oppgir ikke SID-verdi brukt i studiet.

4.6.4 Overprojisering

Kun én av de inkluderte studiene (Bayne et al. 2009) undersøkte nøyaktigheten av kalibreringsmarkører basert på forekomst av overprojisering. Blant markørene plassert slik at det forekom overprojisering av bløtvev var den gjennomsnittlige feilprosenten 13.1%, og blant markørene plassert slik at det forekom overprojisering av benvev var den gjennomsnittlige feilprosenten 12.8%. Blant markørene plassert lateralt for trokanter major i kontakt med pasientens hud (ingen overprojisering) var den gjennomsnittlige feilprosenten til sammenligning 3.70%.

4.6.5 BMI

I tredje del av studien til Ramme et al. (2017) fant forfatterne at de 65 pasientene hadde en gjennomsnittlig BMI på 28.72 kg/m² (standardavvik: 6.26 kg/m²) og en gjennomsnittlig posisjonering av trokanter major på 51% (standardavvik: 6%) fra den anteriore siden av låret. Basert på disse resultatene fant forfatterne at for pasienter med BMI mellom 25.1 kg/m² og 40 kg/m² kan trokanter major estimeres til å være plassert medialt i den anterio-posteriore retningen av låret (Ramme et al. 2017). For pasienter med BMI under 25 kg/m² kan trokanter major estimeres å være plassert posterior for sentrum av låret (53% av avstanden fra anteriore hudoverflate), og for pasienter med BMI over 40 kg/m² kan man estimere

posisjonen til å være anterior for sentrum av låret (46% av avstanden fra anteriore hudoverflate).

4.6.6 Traumeseng

Som nevnt tidligere undersøkte forfatterne i studien av Holliday & Steward (2021) effekten posisjonering av detektorplaten under en traumeseng, med medial plassering av kalibreringsmarkøren i strålefeltet. Med denne posisjoneringen observerte de den høyeste distorsjonsfaktoren med 1.40 (140%), ved SID på 100 cm og OID på 15 cm. Den lavest observerte distorsjonsfaktoren med denne posisjoneringen var 1.25 (125%) ved OID på 8 cm både ved SID på 110 cm og 120 cm.

5.0 Diskusjon

I denne delen av oppgaven vil det forsøkes å trekke sammen og diskutere resultatene fra de inkluderte studiene. De fire inkluderte studiene hadde varierende formål og metoder, noe som gjorde det krevende å direkte sammenligne resultatene. Diskusjonen vil bli delt inn i temaene som ble identifisert i den tematiske analysen av resultatene.

5.1 Kalibreringsmarkør

Tre av de inkluderte studiene brukte sfæreformede kalibreringsmarkører (Bayne et al., 2009) (Franken et al., 2010) (Ramme et al., 2017), og én studie brukte en flat ringformet markør (Holliday & Steward, 2021). Bruken av en flat markør kan ha betydning for sammenligningen av resultatene fra disse studiene, ettersom det oppstår en usikkerhet om hvorvidt bruken av en sfæreformet markør hadde gitt de samme resultatene med henhold til distorsjonsfaktorer.

5.2 Lateral og medial plassering av kalibreringsmarkør

Franken et al. (2010) viste at medial plassering av kalibreringsmarkørene hadde et marginalt bedre utfall på estimering av protesestørrelser sammenlignet med markørene med lateral plassering. Forfatterne oppgir at eksklusjonen av bilder hvor de laterale markørene delvis var

plassert utenfor strålefeltet sannsynlig hadde en effekt på beregningen av nøyaktigheten av disse markørene, og at inklusjon av dem sannsynlig hadde medført enda svakere nøyaktighet av de laterale markørene (Franken et al., 2010).

Bayne et al. (2009) inkluderte ikke medialt plasserte markører i sin studie, men utvalget deres inkluderte markører plassert i ulike avstander (både medialt og lateralt) fra den optimale laterale posisjonen (i høyde med trokanter major, i kontakt med pasientens hud). Markørene plassert i den optimale posisjonen viste bedre evne til å estimere størrelsen av komponenter enn markørene plassert mer lateralt (Bayne et al., 2009). Forfatterne påpeker at observatørene som gjennomførte målingene var innforstått i forkant med at en av posisjonene var ansett som optimal, noe som kan ha introdusert bias i målingene (Bayne et al., 2009).

I studiene til Franken et al. (2010) og Bayne et al. (2009) var utvalget postoperative kontrollbilder av pasienter som har gjennomgått THA. Bildene ble tatt av radiografer i en klinisk setting, og begge studiene oppgir at radiografene hadde fått tilstrekkelig opplæring i hvordan kalibreringsmarkørene skulle plasseres. Dette kan ha introdusert mulige skjevheter i dataene, da de aktuelle radiografene kan ha hatt ulik mengde erfaring og forståelse av opplæringen.

I fantomstudien av Holliday & Steward (2021) fant forfatterne en minimal økning av distorsjon blant kalibreringsmarkørene plassert lateralt i strålefeltet, sammenlignet med markørene plassert medialt. Dette gjenspeiler teorien om distorsjon i divergerende strålefelt som ble beskrevet tidligere i denne oppgaven. Fantomstudien av Ramme et al. (2017) brukte utelukkende laterale posisjoneringer av kalibreringsmarkørene, og hadde dermed ikke resultater relevante for sammenligning av lateral og medial markørplassering.

Resultatene til Franken et al. (2010), Bayne et al. (2009) og Holliday & Steward (2021) tyder alle på at medialt plasserte kalibreringsmarkører medfører mindre distorsjon av

kalibreringsmarkørene og medfører bedre nøyaktighet av estimeringer av protesestørrelser sammenlignet med kalibreringsmarkører plassert lateralt.

5.3 OID og SID

I første del av fantomstudien til Ramme et al. (2017) ble det estimert korrekt størrelse på acetabulum-komponenten når kalibreringsmarkøren ble plassert ved samme OID som komponenten. Dette tyder på at å plassere kalibreringsmarkører ved samme OID som hoftelddet vil gi mest mulig nøyaktige estimater av planlagt protesestørrelse. Avvik fra komponentens OID med 3.5 cm ga feilestimat på 2 mm i diameter (tilsvarende én grad av protesestørrelse) for komponenten, og avvik på 7 cm ga feilestimat på 4 mm, som tilsvarte to størrelsesgrader (Ramme et al., 2017). Dette belyser igjen viktigheten av å plassere markørene i samme OID som hoftelddet, ettersom små variasjoner i OID mellom markørene og hoftelddet kan gi feil estimat av protesekomponenter.

I andre del av studien forsøkte forfatterne å belyse effekten av distorsjon ved ulike anatomiske landemerker (Ramme et al., 2017). Ved å plassere kalibreringsmarkøren ved samme OID som trokanter major fikk de et estimat på protesestørrelse til fantomets hofteldd på 54 mm. Ved å plassere markøren ved samme OID som fantomets symfyse (9 cm anterior for trokanter major) ble det estimert en protesestørrelse på 48 mm, og ved å plassere markøren direkte på detektorplaten (9 cm posterior for trokanter major) ble det estimert en størrelse på 62 mm. Disse resultatene tyder på at bruk av symfysen som anatomisk landemerke for hoftelddets OID, og å plassere markøren direkte inntil detektorplaten potensielt kan gi grove feilestimat på beregning av protesestørrelser.

Studien av Holliday og Steward (2021) viste at endringer på OID ga et målbart utslag på distorsjonen av markøren selv ved endringer på 1 cm. Studien forteller ikke i hvilken grad dette har klinisk relevans, ettersom det ikke ble gjort noen metodiske undersøkelser av hvilken effekt disse endringene ville hatt på estimeringen av hofteproteser, slik som ble gjort i studien av Ramme et al. (2017). Forfatterne påpeker allikevel i diskusjons-delen av studien at

de i etterkant sammenlignet resultatene med en rekke acetabulum-komponenter fra ulike produsenter, og at resultatene deres tydet på en endring tilsvarende minst én komponentstørrelse mellom en OID på 8 cm og 12 cm (Holliday & Steward, 2021).

Holliday & Steward (2021) var den eneste av de inkluderte studiene som undersøkte hvilken effekt variasjoner i SID hadde på distorsjonsfaktoren av kalibreringsmarkørene. De største endringene av distorsjonsfaktor som følge av endrende SID var på 7%, mens de største endringene som følge av endringer i OID var på 12% (Holliday & Steward, 2021). Dette tyder på at endringer av OID har større effekt på distorsjonen av kalibreringsmarkører sammenlignet med endringer av SID, men det må påpekes at det i denne studien kun ble sett på tre ulike SID-verdier med inkremerter på 10 cm sammenlignet med 8 ulike OID-verdier med inkremerter på 1 cm. Det er derfor usikkert hvilken betydning disse resultatene har for klinisk praksis, og det sees et behov for flere studier til å undersøke effekten varierende SID har på distorsjon av kalibreringsmarkører. Forfatterne påpeker at de tre valgte SID-verdiene (100 cm, 110 cm og 120 cm) ble valgt på bakgrunn av at det var disse verdiene de hadde observert i litteraturen om temaet, og at 100 cm så ut til å være mest brukt (Holliday & Steward, 2021).

Franken et al. (2010) brukte kun én SID-verdi på 115 cm på alle de inkluderte bildene i studien. Hverken Bayne et al. (2009) eller Ramme et al. (2017) oppgir hvilken SID-verdi som ble brukt i studiene, men sistnevnte oppgir å ha brukt samme verdi ved alle projeksjonene. Dette skyldes sannsynligvis at ingen av studiene hadde som formål å vurdere effekten variasjoner i SID har på distorsjon av kalibreringsmarkører.

5.4 Overprojisering

Bayne et al. (2009) grupperte de inkluderte bildene i studien deres inn i fire kategorier, basert på posisjonen av kalibreringsmarkørene. To av disse kategoriene var bilder hvor det forekom overprojisering av pasientens vev og markørene, og den gjennomsnittlige feilprosenten for disse to kategoriene var betraktelig høyere enn for de to kategoriene hvor

det ikke forekom overprojisering. Forfatterne påpeker at den økte feilprosent i bildene hvor det forekom overprojisering sannsynlig skyldes at markørene i disse bildene ikke var plassert ved samme høyde som trokanter major, og at de dermed sannsynligvis heller ikke var i samme høyde som hoftelddet (Bayne et al., 2009). Det anses ikke som sannsynlig at overprojisering har en direkte effekt på distorsjon av kalibreringsmarkører, men at forekomsten av overprojisering er et tegn på at kalibreringsmarkøren ikke har er plassert ved samme OID-verdi som hoftelddet. I klinisk praksis kan det dermed tenkes at forekomst av overprojisering kan bli brukt som et tegn på feilplassert kalibreringsmarkør, som kan hjelpe radiografer i vurdering av preoperative bilder av hoftelddet.

5.5 BMI

Ramme et al. (2017) forsøkte å utarbeide en veiledning for plassering av kalibreringsmarkører basert på pasienters BMI. Bakgrunnen for dette oppgir de var at selv om trokanter major er et lett palperbart organ, er det ikke mulig å palpere for alle pasienter (Ramme et al., 2017). Denne veiledningen ble utviklet basert på CT-undersøkelser fra 65 pasienter, og Ramme et al. (2017) er den eneste av de inkluderte studiene som gjennomførte en slik analyse. Hvorvidt dette kan brukes i klinisk praksis er usikkert, da det behøves flere studier for å kunne si om dataene forfatterne baserte veiledningen sin på kan generaliseres for den større befolkningen av pasienter som gjennomfører preoperative røntgenbilder for THA-kirurgi. Resultatet avviker noe fra problemstillingen i denne oppgaven, ettersom det ikke er en vurdering av faktorer under radiografens kontroll. Resultatet ble på tross av dette valgt å inkluderes i oppgaven, da det belyser at posisjonen av trokanter major, og dermed også den optimale OID-verdien for kalibreringsmarkøren, varierer fra pasient til pasient.

5.6 Traumeseng

Holliday & Steward (2021) observerte merkbart høyere distorsjonsfaktorer når de plasserte detektoren under en traumeseng, med kalibreringsmarkøren posisjonert medialt i strålefeltet på oversiden av sengen. Forfatterne nevner at bruken av slike senger var et anekdotisk observert fenomen i klinisk praksis ved røntgenlabor i akuttmottak (Holliday & Steward, 2021), og hvorvidt dette resultatet kan overføres til praksis er dermed usikkert. Det

kan tenkes at resultatene gir en indikasjon om at forhold utenom normal klinisk praksis kan ha en påvirkning på distorsjonen av kalibreringsmarkører. Som radiograf vil det dermed være viktig å reflektere over dette når en blir presentert med undersøkelser der en av ulike grunner ikke får gjennomført projeksjonene optimalt, med henhold til for eksempel pasientposisjonering eller bruk av traumesenger.

6.0 Konklusjon

Resultatene i denne oppgaven viser viktigheten av god radiografisk teknikk ved bruk av kalibreringsmarkører ved preoperative røntgenbilder for THA-pasienter. Resultatene tyder på at en medial plassering av kalibreringsmarkører mellom pasientens ben medfører mindre distorsjon og høyere nøyaktighet av kalibreringsmarkører, sammenlignet med lateral plassering. Videre tyder resultatene på at manipulasjoner av OID har større effekt på distorsjon og nøyaktighet sammenlignet med manipulasjoner av SID, men det sees en mangel på studier som undersøker effekten av SID. De inkluderte studiene viser at manipulasjoner av OID medfører stor effekt på distorsjon av kalibreringsmarkører, og selv små forskjeller av OID-verdi på kalibreringsmarkør sammenlignet med hoftelrådet utgjør en forskjell på distorsjon og nøyaktighet i estimat av protesestørrelser. På bakgrunn av disse resultatene burde radiografer tilstrebe å plassere kalibreringsmarkører medialt mellom pasienters ben og i samme høyde som hoftelrådet.

6.1 Videre forskning

Denne litteraturstudien viser et behov for mer publisert forskning om hvordan faktorer under radiografens kontroll påvirker framstilling og nøyaktighet av kalibreringsmarkører. Det sees spesielt et behov for undersøkelser av effekten manipulasjon av SID har på distorsjon og nøyaktighet av markørene. Resultatene i oppgaven tyder på at fantomstudier, retrospektive studier og prospektive studier alle har en verdi for å belyse temaet. I oppgaven ble det ikke funnet noen systematiske oversikter om tema, og det kan antas at gjennomførelse av en slik studie vil ha stor verdi for å etablere en internasjonal konsensus.

6.2 Metodekritikk

I denne oppgaven ble det utelukkende inkludert engelskspråklige publikasjoner. Eksklusjon av fremmedspråklige artikler kan ha gitt skjevheter i resultat, om det skulle finnes artikler på andre språk enn engelsk med motsigende eller supplerende resultater.

Forfatteren av denne studien har lite erfaring fra tidligere med å gjennomføre litteraturstudier av denne størrelsen, og det åpner for muligheten at resultat som er relevante for å besvare problemstillingen ikke ble oppdaget. Dette kan for eksempel ha forekommet på bakgrunn av ufullstendig søkestrategi, eller suboptimal kombinasjon av søkeord. De inkluderte studiene hadde som nevnt ulike formål og metoder, som gjorde det krevende å sammenligne resultatene som var relevante for problemstillingen.

Mye av litteraturen om tema er på engelsk, og som belyst i søk 4 ble det funnet flere engelskspråklige fagbegreper som forfatter av oppgaven ikke var kjent med før gjennomførelsen av denne oppgaven. Det er sannsynlig at flere resultat ville blitt avdekket med bedre kjennskap til engelske fagbegreper og synonymer, ettersom flere søkeord kunne ha blitt inkludert.

En litteraturstudie baserer seg utelukkende på eksisterende forskning, og har som nevnt under metode-delen av oppgaven en innebygd bias basert på valgene forfatteren tar om hvilke artikler som skal inkluderes. Det ble valgt å gjøre en litteraturstudie for å forsøke å samle litteraturen publisert om temaet i oppgaven, men det kunne også ha vært fornuftig å gjennomføre en fantomstudie for selv å tilføye nye data som kunne supplere den eksisterende forskningen.

7.0 Referanseliste

- Bayne, C. O., Krosin, M. & Barber, T. C. (2009). Evaluation of the Accuracy and Use of X-Ray Markers in Digital Templating for Total Hip Arthroplasty. *The Journal of Arthroplasty*, 24(3), 407-413. <https://www-sciencedirect-com.galanga.hvl.no/science/article/pii/S0883540307007000>
- Boese, C. K., Wilhelm, S., Haneder, S., Lechler, P., Eysel, P. & Bredow, J. (2018). Influence of calibration on digital templating of hip arthroplasty. *International Orthopaedics*, 43, 1799-1805. <https://link.springer.com/article/10.1007/s00264-018-4120-7>
- Boese, C. K., Bredow, J., Dargel, J., Eysel, P., Geiges, H. & Lechler, P. (2016). Calibration Marker Position in Digital Templating of Total Hip Arthroplasty. *The Journal of Arthroplasty*, 31(4), 883-887. <https://doi.org/10.1016/j.arth.2015.10.009>
- Dalland, O. (2021). *Metode og oppgaveskriving*. (7 utg.) Gyldendal akademisk.
- Erens, G. A. & Crowley, M. (2021). Total Hip Arthroplasty. I *UpToDate*. <https://www-uptodate-com.galanga.hvl.no/contents/total-hip-arthroplasty>
- Franken, M., Grimm, B. & Heyligers, I. (2010). A comparison of four systems for calibration when templating for total hip replacement with digital radiography. *The Journal of Bone & Joint Surgery. British volume*, 92(1), 136-141 <https://doi.org/10.1302/0301-620X.92B1.22257>

Helse Bergen (2022) Bekken – protesebekken med kalibreringskule. Helse Bergen. Hentet fra:
<https://kvalitet.helse-bergen.no/docs/pub/dok38682.htm>

Helsebiblioteket. (2016, 03. Juni). *Sjekkliste* Helsebiblioteket. Hentet fra:
<https://www.helsebiblioteket.no/kunnskapsbasert-praksis/kritisk-vurdering/sjekkliste>

Helsebiblioteket (2020, a). *Søkeord*. Helsebiblioteket. Hentet fra:
<https://www.helsebiblioteket.no/innhold/artikler/kunnskapsbasert-praksis/kunnskapsbasertpraksis.no#3litteratursok-34-sokeord>

Helsebiblioteket (2020, b). *Epistemonikos*. Helsebiblioteket. Hentet fra:
<https://www.helsebiblioteket.no/innhold/lenker/databaser/epistemonikos>

Helsebiblioteket (2021, 30. September). *PICO*. Helsebiblioteket. Hentet fra:
<https://www.helsebiblioteket.no/innhold/artikler/kunnskapsbasert-praksis/kunnskapsbasertpraksis.no#2sporsmalsformulering-21-pico>

Helsebiblioteket (u.å). *Medline*. Helsebiblioteket. Hentet fra:
<https://www.helsebiblioteket.no/innhold/lenker/databaser/medline>

Holliday, M. & Steward, A. (2021). Pre-operative templating for total hip arthroplasty: How does radiographic technique and calibration marker placement affect image magnification? *Journal of Medical Radiation Sciences*, 68(3), 228-236.
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/jmrs.461>

Iorio, R., Siegel, J., Specht, L. M., Tilzey, J. F., Hartman, A. & Healy, W. L. (2009). A Comparison of Acetate vs Digital Templating for Preoperative Planning of Total Hip Arthroplasty: Is Digital Templating Accurate and Safe? *The Journal of Arthroplasty*, 42(2), 175-179. <https://doi.org/10.1016/j.arth.2007.11.019>

JBI (2020) *Critical Appraisal Tools*. JBI. Hentet fra: <https://jbi.global/critical-appraisal-tools>

Lampignano, J. P. & Kendrick, L. E. (2018). *Bontrager's Textbook of Radiographic Positioning and Related Anatomy*. (9. Utg.) Elsevier.

Norsk Radiografforbund (2021). *Yrkesetiske retningslinjer for radiografer*. Radiograf. Hentet fra: <https://www.radiograf.no/fag-og-politikk>

Ramme, A. J., Fisher, N. D., Egol, J., Chang, G. & Vigdorichik, J. M. (2017). Scaling Marker Position Determines the Accuracy of Digital Templating for Total Hip Arthroplasty. *HSS journal*, 14(1), 55-59. [https://link.springer-com.galanga.hvl.no/article/10.1007/s11420-017-9578-0](https://link.springer.com/galanga.hvl.no/article/10.1007/s11420-017-9578-0)

Sinclair, V. F., Wilson, J., Jain, N. P. M. & Knowles, D. (2014) Assessment of Accuracy of Marker Ball Placement in Pre-operative Templating for Total Hip Arthroplasty. *The Journal of Arthroplasty*, 29(8), 1658-1660. <https://doi.org/10.1016/j.arth.2014.03.013>

Smith, J. B. V., Bishi, H., Wang, C., Vipin, A., Field, R. E. & Sochart, D. H. (2021) The accuracy and reliability of preoperative digital 2D templating in prosthesis size prediction in uncemented versus cemented total hip arthroplasty: a systematic review and meta-analysis. *Effort Open Reviews*, 6(11), 1020-1039. <https://doi.org/10.1302/2058-5241.6.210048>

8.0 Vedlegg

Vedlegg 1: Oversikt over databasesøk

Database	Dato	Søkeord	Treff	Relevante studier	Valgte studier
Medline	02.05	(Arthroplasty, Replacement, Hip/ OR total hip arthroplasty.mp. OR Hip Prosthesis/) AND (Radiography/ OR Radiography.mp. OR x-ray.mp.) AND (Calibration.mp. OR Calibration/ OR calibration marker.mp. OR Calibration ball.mp. OR external calibration marker.mp.) AND (Positioning.mp. OR Placement.mp. OR Prosthesis Fitting/ OR Radiographic Image Enhancement/ OR Radiographic magnification.mp. OR Radiographic Magnification/ OR "Reproducibility of Results")	24	2	(Holliday & Steward, 2021) (Franken et al., 2010)
Medline	02.05	(Arthroplasty, Replacement, Hip/ or total hip arthroplasty.mp. or Hip Prosthesis/ or Hip Joint/su or Hip Joint/dg) and (Calibration.mp. or Calibration/ or calibration marker.mp. or Calibration ball.mp. or external calibration marker.mp.) and ((Positioning or Placement).mp. or Prosthesis Fitting/ or Radiographic Image Enhancement/ or Radiographic magnification.mp. or Radiographic Magnification/ or "Reproducibility of Results")	58	2 duplikat fra tidligere søk	
Medline	02.05	(Arthroplasty, Replacement, Hip/ or total hip arthroplasty.mp. or Hip Prosthesis/ or Hip Joint/su or Hip Joint/dg) AND (Calibration.mp. or Calibration/ or calibration marker.mp. or Calibration ball.mp. or external calibration marker.mp. or scaling marker.mp.) AND (Positioning.mp. or Placement.mp. or Digital templating.mp. or Prosthesis Fitting/ or Radiographic Image Enhancement/ or Radiographic magnification.mp. or Radiographic Magnification/ or "Reproducibility of Results")	67	3 (2 duplikat fra tidligere søk)	(Ramme et al, 2017)
Medline	02.05	(Arthroplasty, Replacement, Hip/ or total hip arthroplasty.mp.) and (calibration marker* or Calibration ball or external calibration marker* or scaling marker* or x-ray marker*).mp.	21	4 (3 duplikat fra tidligere søk)	(Bayne et al, 2009)
Epistemonikos	02.05	(title:(total hip arthroplasty) OR abstract:(total hip arthroplasty)) OR (title:(hip prosthesis) OR abstract:(hip prosthesis)) AND (title:(x-ray) OR abstract:(x-ray)) AND (title:(calibration marker) OR abstract:(calibration marker)) OR (title:(calibration ball) OR abstract:(calibration ball)) OR (title:(external calibration marker) OR	Ingen treff		

		<p> abstract:(external calibration marker)) OR (title:(calibration) OR abstract:(calibration)) AND (title:(positioning) OR abstract:(positioning)) OR (title:(placement) OR abstract:(placement)) OR (title:(magnification) OR abstract:(magnification)) OR (title:(magnification factor) OR abstract:(magnification factor))) OR abstract:((title:(total hip arthroplasty) OR abstract:(total hip arthroplasty)) OR (title:(hip prosthesis) OR abstract:(hip prosthesis)) AND (title:(x-ray) OR abstract:(x-ray)) AND (title:(calibration marker) OR abstract:(calibration marker)) OR (title:(calibration ball) OR abstract:(calibration ball)) OR (title:(external calibration marker) OR abstract:(external calibration marker)) OR (title:(calibration) OR abstract:(calibration)) AND (title:(positioning) OR abstract:(positioning)) OR (title:(placement) OR abstract:(placement)) OR (title:(magnification) OR abstract:(magnification)) OR (title:(magnification factor) OR abstract:(magnification factor)))))) </p>			
--	--	---	--	--	--

Vedlegg 2: Sjekkliste for tverrsnittstudie, brukt på Bayne et al. (2009)

	Yes	No	Unclear	Not applicable
1. Were the criteria for inclusion in the sample clearly defined?	X			
2. Were the study subjects and the setting described in detail?	X			
3. Was the exposure measured in a valid and reliable way?	X			
4. Were objective, standard criteria used for measurement of the condition?	X			
5. Were confounding factors identified?			X	
6. Were strategies to deal with confounding factors stated?			X	
7. Were the outcomes measured in a valid and reliable way?	X			
8. Was appropriate statistical analysis used?	X			

Vedlegg 3: Sjekkliste av kohortstudier, brukt på Franken et al. (2010)

Spørsmål	Vurdering
1. Er formålet med studien klart formulert?	Ja
2. Ble personene rekruttert til kohorten på en tilfredstillende måte?	Ja
3. Ble eksponeringen presist målt?	Ja
4. Ble utfallet presist målt?	Ja
5. Har forfatterne identifisert alle viktige forvekslingsfaktorer?	Ja
6. Har forfatterne tatt hensyn til kjente, mulige forvekslingsfaktorer i design og/eller analyse	Ja
7. Ble mange nok av personene i kohorten fulgt opp?	Ikke relevant
8. Ble personene fulgt opp lenge nok?	Ikke relevant

Vedlegg 4: Sjekkliste for diagnostiske tester, brukt på fantomstudier

Spørsmål	Holliday & Steward (2021)	Ramme et al. (2017)
1. Er formålet med studien klart formulert?	Ja	Ja
2. Var det en hensiktsmessig sammenlikning mellom den nye testen og en egnet referansetest?	Ikke relevant. Studien undersøkte hvilken effekt radiografiske parametere har på framstillingen av kalibreringsmarkører.	Ikke relevant.
3. Ble både den nye testen og referansetesten brukt på alle pasientene?	Ikke relevant	Ikke relevant
4. Ble det utført en uavhengig, blindet sammenlikning av den nye testen og referansetesten?	Ikke relevant	Ikke relevant
5. Ble testen utprøvd på et pasientutvalg som ligner tilstrekkelig på populasjonen testen skal brukes på?	Ja. Forfatterne ekstrapolerte en rekke OID-verdier som skulle etterligne høyden av hofteledd til en variert pasientgruppe	Uklart.
6. Er testprosedyrene detaljert nok beskrevet til at de kan gjentas andre steder?	Ja	Ja
Basert på svarene dine på punkt 1-6 over, mener du at resultatene fra denne studien er til å stole på?	Ja	Ja