

Johan Lillebudal Sandnes og Oddvin Andreas
Fjellheim Knapp

En sammenligning av to protokoller for bestemmelse av kontrastmengde til pasienter som gjennomgår CT- abdomen

Bacheloroppgave i Bachelor i radiografi

Veileder: Tone Kristin Sørensen

Mai 2021

Johan Lillebudal Sandnes og Oddvin Andreas
Fjellheim Knapp

En sammenligning av to protokoller for bestemmelse av kontrastmengde til pasienter som gjennomgår CT- abdomen

Bacheloroppgave i Bachelor i radiografi
Veileder: Tone Kristin Sørensen
Mai 2021

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



Kunnskap for en bedre verden

SAMMENDRAG

Tittel:	En sammenligning av to protokoller for bestemmelse av kontrastmengde til pasienter som gjennomgår CT-abdomen	Dato: 14.05.21
Deltaker(e)/	Johan Lillebudal Sandnes Oddvin Andreas Fjellheim Knapp	
Veileder(e):	Tone Kristin Sørensen	
Evt.		
Stikkord/nøkkel (3-5 stk)	CT, Abdomen, Jodholdig kontrastmiddel, Kroppssammensetning	
Antall sider/ord: 55/8786	Antall vedlegg: 4	Publiseringsavtale inngått: Ja
<p>Kort beskrivelse av bacheloroppgaven:</p> <p>Problemstilling: Hvilke fordeler har en protokoll basert på kroppskomposisjon i forhold til en protokoll basert på vektkategori ved bestemmelse av kontrastmengde på CT-abdomen?</p> <p>Formål: Drøfte kvaliteten av to protokoller for dosering av jodholdig kontrast ved CT-abdomen.</p> <p>Metode: Kvalitativ litteraturstudie med analyse av vitenskapelige artikler.</p> <p>Resultat: Kontrastoppladning i lever under portovenøs fase har en sterk sammenheng med kroppsindeksene TBW ($r = - 0.69 \pm 0.05$), LBW ($r = - 0.68 \pm 0.09$) og BSA ($r = - 0.73 \pm 0.09$). Bruk av en protokoll med fast-dose fører til interindividuell variasjon.</p> <p>Konklusjon: Kroppskomposisjons-protokoll kan føre til redusert interindividuell variasjon i kontrastoppladning blant pasienter og lavere forbruk av kontrastmiddel.</p>		

ABSTRACT

Title:	A comparison between two protocols for determining volume of contrast media to patients undergoing an abdominal CT-examination	Date: 14.05.21
Participants/	Johan Lillebudal Sandnes Oddvin Andreas Fjellheim Knapp	
Supervisor(s)	Tone Kristin Sørensen	
Employer:		
Keywords (3-5)	CT, Abdominal, Iodinated contrast media, Body composition	
Number of pages/words: 55/8786	Number of appendix: 4	Availability: Open
<p>Short description of the bachelor thesis:</p> <p>Topic (research question): When determining amount of iodinated contrast media, what are the advantages of using a body-composition tailored dosing protocol instead of a weight-based dosing protocol?</p> <p>Purpose: To investigate the quality of two protocols for calculating the dose of iodinated contrast media for patients undergoing an abdominal CT-scan.</p> <p>Method: Qualitative literature study with analysis of scientific articles.</p> <p>Results: During the portal venous phase, a strong correlation was exhibited between mean hepatic enhancement and the body indexes TBW ($r = - 0.69 \pm 0.05$), LBW ($r = - 0.68 \pm 0.09$) and BSA ($r = - 0.73 \pm 0.09$). The use of a fixed-dose-protocol leads to interpatient variability.</p> <p>Conclusion: A body-composition tailored protocol may reduce interpatient variability in terms of mean hepatic enhancement and lead to less consumption of contrast media.</p>		

Forord

Dette er vår avsluttende oppgave for radiografutdanningen ved NTNU i Gjøvik. Arbeidet med oppgaven har vært en svært lærerik og spennende prosess. Vi har fått en større forståelse av temaene som inngår i problemstillingen og dannet mye ny kunnskap. Videre har vi lært å vurdere forskning på en kritisk måte.

Vi ønsker å takke alle som har hjulpet oss med oppgaven. En spesielt stor takk rettes til Tone Kristin Sørensen for dyktig veiledning og konstruktive tilbakemeldinger. Videre ønsker vi å takke alle radiografene som har tilsendt protokoller og besvart spørsmål underveis. Dere har vært til stor hjelp.

God lesing!

Innholdsfortegnelse

1.0 Innledning	7
1.1 Bakgrunn for valg av problemstilling.....	8
1.2 Radiograffaglig relevans	8
1.3 Begrepsavklaring.....	9
2.0 Teori	11
2.1 Computed Tomography (CT).....	11
2.2 Multidetector Computed Tomography (MDCT)	11
2.3 Kontrastmidler.....	12
2.4 Jodholdig kontrast	13
2.4.1 Bivirkninger	15
2.5 Dosetilpasning	16
2.6 Dosering basert på kropps komposisjon.....	18
2.7 Dosering basert på vekt kategori.....	19
2.8 Mean Hepatic Enhancement.....	19
2.9 Korrelasjonskoeffisienter.....	20
3.0 Metode	21
3.1 Valg av metode	21
3.2 Litteraturstudie som metode	21
3.3 Pilotstudie.....	21
3.4 Inklusjonskriterier	22
3.5 Eksklusjonskriterier	23
3.6 Datainnsamling	23
3.7 Tilsendte artikler	24
3.8 Analyse	26
3.9 Etisk vurdering av studiene	26
4.0 Resultater	28
4.1 Utvalgte artikler	28

4.2 Fast-dose-protokoll	31
4.3 Pasienttilpassede protokoller	33
4.3.1 Joddose	35
4.4 Andre kroppsindekser	37
5.0 Diskusjon	38
5.1 Kontrastmiddel-protokoller benyttet ved norske sykehus sammenlignet med funn i litteratur	38
5.2 Kontrastoppladning.....	38
5.3 Kontrastmengde.....	40
5.3.1 Subjektiv vurdering av kroppssammensetning	41
5.3.2 Økonomiske aspekter.....	42
5.3.3 Hensyn til kjønn ved dosering	43
5.4 Drøfting av metodekritikk.....	44
6.0 Konklusjon	46
7.0 Kildehenvisninger og litteraturliste	49
Vedlegg nr. 1	52
Vedlegg nr. 2	52
Vedlegg nr. 3	54
Vedlegg nr. 4	55

1.0 Innledning

Forekomsten av antall CT-undersøkelser i Norge har økt de siste årene (Riksrevisjonen, 2017). Ifølge data fra Riksrevisjonen økte forekomsten av CT-undersøkelser med 17 % fra 2012 til 2015. I 2015 ble det gjennomført ca. 430 000 CT-undersøkelser. Data fra perioden 2013-2015 viser at den CT-undersøkelsen som gjennomføres hyppigst er abdomen og bekken. Data fra samme periode viser at det gjennomføres omkring 57 000 CT-undersøkelser av abdomen og bekken hvert år.

CT-abdomen benyttes i diagnostikken ved tilstander der andre diagnostiske metoder er utilstrekkelige. En CT-maskin danner snittbilder i tre dimensjoner ved å skanne tynne snitt av kroppen ved hjelp av et eller flere røntgenrør som roterer rundt pasienten (Romans, 2018). Romans (2018) beskriver at for å se kontrast i et CT-bilde og for å skille vev fra hverandre, er man avhengig av at vevene har ulik attenuasjon. Derfor benyttes jodholdige kontrastmidler med hensikt å øke kontrasten mellom organer og omkringliggende vev (Romans, 2018).

På global basis varierer kontrastprotokoller fra å gi alle pasienter en fast dose til å dosere etter pasientens kroppsindeks. De vanligste kroppsindeksene å benytte er Lean Body Weight (LBW), Body Surface Area (BSA) og Total Body Weight (TBW) (Bae, 2010). På norske sykehus derimot, doseres kontrastmengde i hovedsak via to ulike protokoller. Den ene protokollen baserer seg på å gi en kontrastmengde basert på pasientens kroppsvekt. Den andre protokollen er basert på å gi pasienten en kontrastmengde ut ifra kroppsvekt og kropps komposisjon. Ved kropps komposisjons-protokollen vil en radiograf vurdere subjektivt om pasienten regnes som overvektig, muskuløs eller normalvektig.

Formålet med oppgaven er å beskrive, sammenligne og diskutere protokollene som anvendes på norske sykehus. Som følge av dette har vi valgt følgende problemstilling:

«Hvilke fordeler har en protokoll basert på kropps komposisjon i forhold til en protokoll basert på vekt kategori ved bestemmelse av kontrastmengde på CT-abdomen?».

Fordeler ved CT-undersøkelse av abdomen innebærer:

- Adekvat kontrasoppladning
- Liten interindividuell variasjon blant pasienter i kontrastoppladning
- Forhindring av overdreven kontrastmengde hos den enkelte pasient

For å holde oss innenfor problemstillingens rammer har vi formulert forskningsspørsmål. Dette gjør det enklere å besvare problemstillingen, uten å spore av. Våre forskningsspørsmål er:

- Hvilke faktorer påvirker kontrastoppladning?

Dette blir besvart i kapittelet «*Teori*».

- Hvilken av de norske protokollene er å foretrekke, i henhold til faktorene som påvirker kontrastoppladning?

Med dette forskningsspørsmålet vil vi vurdere hvilken av de to protokollene vi synes er egnet. Aspektene kontrastoppladning, kontrastmengde og økonomi blir vurdert. Dette blir besvart i kapittelet «*Diskusjon*».

1.1 Bakgrunn for valg av problemstilling

Under CT-praksis ved Unilabs Hamar var en av oss i dialog med en radiograf. Han foreslo å undersøke protokollene for administrering av kontrast ved CT-abdomen på ulike sykehus i Innlandet, og mente det forekom forskjeller innad hos sykehusene. Etter samtale med veileder viste det seg at disse protokollene var blitt standardisert. Derfor forsøkte vi videre å undersøke om det forekom ulikheter nasjonalt. Som nevnt, så vi da at det i hovedsak var to protokoller for administrering av kontrastmiddel (KM) ved CT-abdomen. Dette syntes vi var interessant og vi valgte derfor å undersøke hvilken protokoll som var mest egnet. I tillegg til dette, har vi begge stor interesse for CT som radiologisk modalitet.

1.2 Radiograffaglig relevans

Det er radiografen som er ansvarlig for å gjennomføre undersøkelsen og administrere KM på CT. I forskrift om nasjonal retningslinje for radiografutdanning (2019, §2) fremgår det at radiografen skal ha en sentral rolle i å vurdere kvalitet, ivareta pasientsikkerhet og arbeide med å optimalisere prosedyrer. Videre i samme paragraf vises det til at radiografen skal sikre bildediagnostiske undersøkelser og behandling av høy kvalitet. Økt kunnskap blant radiografer om dosering av KM kan bidra til å optimalisere protokoller for administrering av kontrast. En av fordelene med en slik optimalisering er bedre forutsetninger for diagnostikk

og funn av patologi. En annen fordel er at det kan hjelpe den bildediagnostiske avdelingen å imøtekomme kravene om høy kvalitet. Ved å optimalisere prosedyrer forbedrer man både pasientsikkerheten og kvaliteten av undersøkelsen.

1.3 Begrepsavklaring

Begrep	Forkortelse	Forklaring
Total Body Weight	TBW	Total kroppsvekt i kg
Lean Body Weight	LBW	Fettfri kroppsvekt. Total kroppsvekt i kg minus vekten av kroppsfett. Finnes flere formler for å beregne LBW, James' metode er den vanligste og beregnes slik: For menn: $LBW (kg) = 1.10 \times vekt (kg) - 128 \times (vekt (kg)^2 \div høyde (cm)^2)$ For kvinner: $LBW (kg) = 1.07 \times vekt (kg) - 148 \times (vekt (kg)^2 \div høyde (cm)^2)$
Body Surface Area	BSA	Kroppsoverflate. Finnes flere formler for å beregne BSA, Du Bois er den vanligste metoden og beregnes slik: $BSA = 0.007184 \times vekt^{0.425} \times høyde^{0.725}$
Body Mass Index	BMI	Kroppsmasseindeks. En formel som beskriver forholdet mellom høyde og vekt på en person. Beregnes slik metrisk: $BMI = kg/m^2$
Kontrastmiddel	KM	Et middel som brukes for å øke eller minske attenuasjon i vev
Kontrastoppladning		Betegnelse på hvor mye kontrastmiddel som tas opp i et organ eller vev
Flow		Hastighet på injeksjon. Oppgis i ml/s
Styrke		Forhold mellom mengde virkestoff og volum av væske. Oppgis i mgI/ml
Osmolalitet		Antall partikler i en gitt mengde væske av en løsning. Oppgis i mOsm/kg H ₂ O

Viskositet		Tykkelsen på en væske eller friksjonen av en væskes strøm. Oppgis i centipoise (cP)
Hounsfield Units	HU	Måleenhet for gjennomsnittstetthet i en voksel
Korrelasjonskoeffisient	r	Korrelasjonskoeffisienter er en verdi på en enhetsfri skala som går fra -1 til +1. Denne gir et uttrykk for henholdsvis invers og direkte korrelasjon. Dersom denne verdien angir 0 er det ingen korrelasjon
Mean Hepatic Enhancement	MHE	Gjennomsnittlig attenuasjon i lever etter injeksjon av kontrast minus gjennomsnittlig attenuasjon i lever før injeksjon av kontrast
Signal-to-Noise-Ratio	SNR	Antall ioniserende fotoner detektert per piksel i et CT-bilde
Region Of Interest	ROI	Et avgrenset område i bilde som bestemmes av operatøren (radiografen)
Iodine	I	Oversettes til jod på norsk

Tabell 1: Begreper med forkortelse og forklaring.

2.0 Teori

I dette kapittelet presenteres teori som er relevant for oppgaven. Disse vil senere diskuteres opp mot egne resultater. Dette foregår i kapittelet «*Diskusjon*».

2.1 Computed Tomography (CT)

Prinsippet ved CT er at man analyserer svekkelsen i et visst antall projeksjoner som passerer gjennom ett punkt. Svekkelsen i presist dette punktet danner grunnlaget for bildedannelse (Kusk, 2018). Ved CT dannes bilder som skiller organer og vev med lignende tetthet fra hverandre, i motsetning til konvensjonell røntgen. Det er flere fordeler med CT, sammenlignet med konvensjonell røntgen. Disse fordelene innebærer evnen til å fjerne overprojeksjon (strukturer som overlapper hverandre), evnen til å skille anatomiske strukturer med liten differanse i tetthet og overlegen bildekvalitet (Romans, 2018).

Romans (2018) beskriver at et snittbilde dannes av et roterende røntgenrør som kontinuerlig eksponerer et objekt i en spiral bevegelse. Røntgenstrålene brukes ikke til å lage skyggebilde slik som i konvensjonell røntgen, men heller til å måle attenuasjonen av pasientens kropp. Røntgenrørets rotasjon rundt x-aksen og bevegelse langs z-aksen, gjør det mulig å dele opp pasientens masse i vokslar (Romans, 2018).

En voksel er en tredimensjonal piksel. Vokslene blir så gitt en tallverdi (CT-tall) ut ifra deres gjennomsnittstetthet. CT-tallet korresponderer med en spesifikk gråtone på Hounsfield-skalaen. Vokslar med høy tetthet, som bein og kalk, vises som hvitt i bildet. Vokslar med lav tetthet, som luft og fett, fremstår svart. Vokslar i bløtvev vises som grått. Hounsfield-skalaen er tilpasset slik at luft har verdi på -1000, vann en verdi på 0 og skjelett en verdi på 1000. Disse tallverdiene kalles for Hounsfield Units (HU). To forskjellige vev må ha et avvik på minimum 10 HU fra hverandre dersom de skal være synlig distinkte på et CT-bilde (Romans, 2018).

2.2 Multidetector Computed Tomography (MDCT)

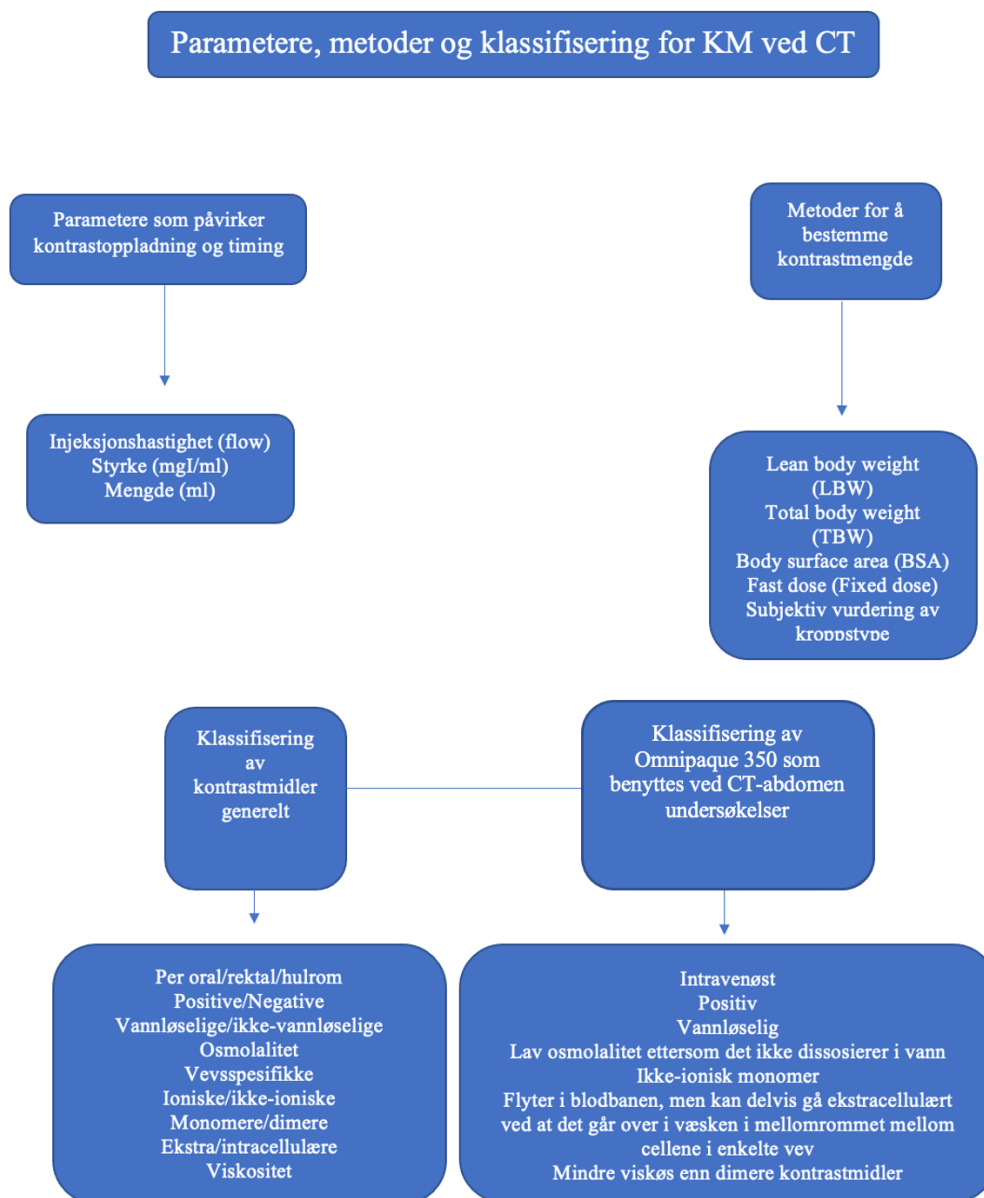
De første CT-maskinene inneholdt en enkelt rad med detektorer som dannet ett snitt pr rotasjon av røntgenrøret. Dette er i dag kjent som Single-Detector CT (SDCT). Etter introduksjonen av Dual-Slice CT, som implementerte to detektorrader i 1992, har antallet

detektorrader økt jevnlig til dagens moderne maskiner. I dag finnes CT-maskiner med 16, 64, 256 og opptil 320 detektorrader (Bushong, 2017).

Fordelen med MDCT i motsetning til SDCT, er evnen til å samle inn data til rekonstruksjon fra flere snitt pr rotasjon. Derfor kan man med MDCT skanne et større volum pr tidsenhet. En annen fordel med MDCT er at ved å justere parametere som snittykkelse og pitch (bordets bevegelse i mm pr rotasjon), kan man få snitt til å overlappe hverandre og gi hver voksel en høyere Signal to Noise Ratio (SNR). Overlapping av snitt fører også til redusert stråledose til pasienten (Romans, 2018).

2.3 Kontrastmidler

For å se kontrast i et CT-bilde og for å skille vev fra hverandre, kreves det som nevnt, at vevene har forskjellig attenuasjon. Attenuasjon er betegnelsen på hvor mye en røntgenstråle blir svekket av et objekt (Romans, 2018). Noen deler av kroppen har naturlig forskjellig tetthet fra omkringliggende vev, som blant annet skjelett og lunger. Mange anatomiske strukturer har derimot tilnærmet lik attenuasjon. Dette gjør at patologi kan være vanskelig å oppdage. Ved CT-undersøkelser er det vanlig å gi intravenøs eller oral røntgenkontrast til pasienten. Hensikten med røntgenkontrast er å midlertidig øke eller minske attenuasjonen i et vev, og dermed øke kontrasten mellom organer og omkringliggende vev. Kontrastforskjellen oppstår fordi KM som benyttes enten har høyere (positivt KM) eller lavere (negativt KM) attenuasjonskoeffisient enn hva målorganet har (Romans, 2018).



Figur 1: Illustrasjon over hvilke parametere som påvirker kontrastoppladning, metoder for bestemmelse av kontrastmengde og generell/spesifikk klassifisering av kontrastmidler ved CT og CT-abdomen. Illustrasjonen er utarbeidet med inspirasjon fra PowerPoint «Bruk av kontrastmiddel ved CT undersøkelser» (Skoglund, 2018).

2.4 Jodholdig kontrast

Ifølge Romans (2018) er jodholdig kontrast en type positivt KM som brukes ved en rekke radiologiske undersøkelser. Det finnes et stort utvalg ulike produsenter og navn på jodholdig

KM, med ulik styrke og osmolalitet (Romans, 2018). *Tabell 2* er et utdrag fra Romans (2018) som viser ulike produkter og deres egenskaper.

Produkt	Kjemisk navn	Styrke (mgI/ml)	Osmolalitet (mOsm/kg H ₂ O)	Viskositet (cP ved 37°C)
Intravenøs, ikke-ionisk				
Ultravist 240 (Bayer HealthCare)	Iopromid	240	483	2,8
Visipaque 270 (GE Healthcare)	Iodixanol	270	290	6,3
Oxilan 300 (Guerbet)	Ioxilan	300	585	5,1
Optiray 320 (Mallinckrodt)	Ioversol	320	702	7,5
Omnipaque 350 (GE Healthcare)	Iohexol	350	844	10,4
Isovue 370 (Bracco)	Iopamidol	370	796	9,4
Intravenøs, ionisk				
Conray, (Mallinckrodt)	Meglumine iothalamate	282	1400	4,0
Hexabrix (Mallinckrodt)	Iaxoglate meglumine	300	600	7,5
Conray 400 (Mallinckrodt)	Meglumine iothalamate	400	2300	4,5

Tabell 2: Utdrag av tabell hentet fra Romans (2018, s. 128).

Etter egne erfaringer fra praksis har vi observert at Omnipaque 350 (GE Healthcare) er det KM som oftest benyttes ved CT-undersøkelser på norske sykehus. Omnipaque 350 har en styrke på 350 mgI/ml, og er en ikke-ionisk monomer (Romans, 2018). Monomerer er enkelte molekyler som binder seg sammen til langkjedete-molekyler. Ioniske KM inneholder partikler som vil deles til to ioner når det løses opp i en vandig løsning. Siden hvert ion er en partikkel,

resulterer dette til en høyere osmolalitet for en gitt konsentrasjon enn hvis kontrastmiddelet var ikke-ionisk. Osmolalitet beskriver antall partikler i et gitt volum av en løsning (Romans, 2018). Omnipaque 350 har en osmolalitet på 844 mOsm/kg H₂O, mens blodplasma har en osmolalitet på ca. 290 mOsm/kg H₂O (Romans, 2018). Viskositet beskriver tykkelsen på en væske eller friksjonen av en væskes strøm. Omnipaque 350 har en viskositet på 10,4 centipoise (cP) ved 37°C, sammenlignet med vann som har 0,69 cP ved samme temperatur (Romans, 2018).

Jod sin evne til å gi høyere kontrast i et CT-bilde skyldes grunnstoffets høye atomtall på 53 (Romans, 2018). Det høye atomtallet gir jod en høy tetthet, som fører til høyere attenuasjon og økt absorpsjon av røntgenstråler. Organer med stor blodforsyning får en høy kontrastoppladning og derfor høyere attenuasjon enn omkringliggende vev. Eksempler på organer med høy blodforsyning er lever, nyrer og blodkar. Disse vil fremstå med en lysere gråtone på et CT-bilde når KM er injisert (Romans, 2018).

2.4.1 Bivirkninger

Romans (2018) beskriver at jodholdig kontrast er en av de mest brukte typene KM ved radiologiske undersøkelser. Dette på grunn av den lave risikoen for alvorlige bivirkninger. Gjennom tidene har man testet KM med andre virkestoffer enn jod, men ingen har blitt tatt i bruk i like stor grad. Dette skyldes at de har hatt flere uønskede bivirkninger (Romans, 2018).

Ifølge Romans (2018) kan kontrastmiddelreaksjoner deles inn i tre grupper som består av milde, moderate og alvorlige. Milde reaksjoner innebærer mindre alvorlige og kortvarige symptomer som f.eks. kløe, hoste og kvalme. Disse er ofte ikke avhengig av medisinsk behandling. Videre finnes moderate reaksjoner, som ikke er livstruende, men kan utvikle seg til å bli det. Disse innebærer symptomer som f.eks. dyspne, tydelig urticaria og vasovagalt anfall. Slike reaksjoner krever ofte symptomatisk behandling for å forhindre at symptomene utvikler seg. Den siste klassifiseringsgruppen er alvorlige reaksjoner, som består av potensielle eller umiddelbare livstruende reaksjoner. Denne reaksjonen innebærer symptomer som betydelig luftveissvikt, kramper, hjertestans og alvorlig hypotensjon. Alvorlige reaksjoner oppstår som regel like etter kontrastinjeksjon. Slike reaksjoner er sjeldne, det er likevel viktig at radiografer på CT er klar over at de kan forekomme og krever rask behandling (Romans, 2018).

Det anslås at 0,9 av 100 000 pasienter får fatale reaksjoner ved administrasjon av jodholdig kontrast (Romans, 2018). Fatale reaksjoner kan deles inn i to grupper, kjemotoksiske og idiosynkratiske. Kjemotoksiske reaksjoner skyldes de fysiokjemiske egenskapene til KM (dose og flow). Alle hemodynamiske forstyrrelser og skader på organer havner i denne gruppen. Idiosynkratiske reaksjoner inkluderer alle andre typer reaksjoner, hovedsakelig det som ligner anafylaktisk sjokk (Romans, 2018).

Det er dokumentert at jodholdig kontrast kan være en skadelig påkjenning for enkelte pasienter (Romans, 2018). Dette er da spesielt gjeldende for pasienter som er i risikogruppe for utvikling av nefropati. Definisjonen på nefropati er enhver tilstand eller sykdom som svekker nyrens evne til å skille avfallsstoffer fra blodet (Romans, 2018).

Blant pasienter som gjennomgår bildediagnostiske undersøkelser med jodholdig kontrast, er Contrast Induced Nephropathy (CIN) et sjeldent tilfelle. Historisk sett er det foreslått at CIN forekommer blant 1-6 % av alle pasienter, selv om denne estimeringen lenge har blitt kritisert for å være altfor høy. Pasienter med nedsatt nyrefunksjon og diabetes type II har økt risiko for CIN. For å redusere risikoen for CIN er det viktig å identifisere pasienter som er i risikogruppen (Romans, 2018). Videre bør man iverksette flere tiltak for tilrettelegging av kontrastadministrering. Det er dokumentert at godt inntak av vann før og etter administrering reduserer tilfeller av CIN. Selve kontrastmengden har stor påvirkning på graden av nyrepåkjenning. Man bør derfor alltid administrere så liten mengde KM som mulig, forutsett at kontrastmengden fortsatt gir tilstrekkelig bildekvalitet (Romans, 2018).

2.5 Dosetilpasning

Tilpasning av kontrastdose bestemmes av mengden (ml) og styrken (mgI/ml). Dette er fordi KMs evne til å øke attenuasjon er direkte knyttet til konsentrasjonen av jod (Romans, 2018). Valg av injeksjonshastighet (flow) bør ta hensyn til styrke og mengde, fordi kontrastoppladning er avhengig av jodkonsentrasjonen i blodbanen. Injeksjon av et KM med styrken 400mgI/ml og en flow på 3ml/s, resulterer i samme kontrastoppladning som et KM med styrken 300mgI/ml og en flow på 4ml/s. Tiden det tar å oppnå optimal kontrastoppladning avhenger av flow i CT-undersøkelse av arterier. Ved CT-abdomen er valg

av flow viktig i henhold til tykkelsen på benyttet perifer vene kateter (PVK) og trykket blodåren den satt i kan tåle (Romans, 2018).

Ifølge Hanger (2018) er det individuelle forskjeller i hvor raskt KM fordeler seg i kroppen. Videre har faktorer som pasientens hjertefunksjon og den kardiovaskulære sirkulasjonstiden påvirkning på hvor raskt KM fordeler seg i kroppen (Hanger, 2018).

Den viktigste pasientrelaterte faktoren som påvirker kontrastoppladning er pasientens vekt (Bae, 2010). Effekten vekt har på kontrastoppladning skyldes et større blodvolum, noe økt vekt som regel vil medføre. Desto større blodvolum pasienten har, desto mer vil KM bli fortynnet. Ved lik KM mengde, vil dette resultere i at konsentrasjonen av jod i blodet og kontrastoppladningen blir redusert. Videre er høyde, kjønn og alder faktorer av betydning som påvirker kontrastoppladning (Bae, 2010). Kvinner har biologisk sett 6-11 % høyere fettprosent sammenlignet med menn (Eurek Alert, 2009).

Hos adipøse pasienter, vil en stor andel av kroppsvekten bestå av kroppsfett. Fettvev er mindre vaskulært enn muskelvev (Zanardo, 2018). Dette innebærer at en adipøs pasient krever mindre KM pr kg kroppsvekt sammenlignet med en normalvektig pasient for å oppnå lik kontrastoppladning. En muskuløs pasient vil derimot kreve mer KM pr kg kroppsvekt enn en normalvektig pasient for å oppnå lik kontrastoppladning. Dette skyldes at en muskuløs pasient vanligvis har større blodvolum enn en normalvektig pasient (Zanardo, 2018).

Ulike kroppsindekser som TBW, BMI, BSA og LBW kan benyttes når man beregner kontrastmengde til pasienter. Ifølge Awai, Higaki og Tatsugami (2017) er TBW den mest brukte indeksen for å beregne kontrastmengde ved CT-undersøkelser. Kontrastoppladningen i både arterier og parenkym er omvendt proporsjonalt med TBW. Eksempelvis, ved en lik mengde KM vil en pasient som veier 60 kg oppnå sterkere kontrastoppladning enn en pasient som veier 90 kg (Awai, Higaki og Tatsugami, 2017).

Uavhengig av hvilket KM som benyttes, bør man forsøke å bruke lavest mulig kontrastmengde, så fremt man fortsatt oppnår adekvat kontrastoppladning. Desto mindre KM som benyttes, desto lavere er sannsynligheten for at det oppstår uønskede bivirkninger hos pasienten (Romans, 2018).

2.6 Dosering basert på kroppscomposisjon

I Norge finnes det hovedsakelig to protokoller for dosering av KM til pasienter. Den ene protokollen baserer seg på å gi en kontrastmengde basert på pasientens kroppscomposisjon. Sykehus som benytter denne protokollen grupperer pasienter etter deres kroppsammensetning. Radiografene vurderer subjektivt om pasienten er overvektig, muskuløs eller slank. Kontrastmengde øker sammen med økende vekt for alle tre kroppsammensetningene. De muskuløse pasientene mottar mest KM pr kg (ca. 2,5ml/kg). Videre mottar pasientene som blir vurdert som slanke noe lavere kontrastmengde pr kg (ca. 2ml/kg). Den siste gruppen består av de overvektige pasientene, som mottar minst kontrastmengde pr kg kroppsvekt (ca. 1,5 ml/kg). Denne protokollen blir omtalt som «*kroppscomposisjons-protokoll*» i denne oppgaven. *Tabell 3* illustrerer hvordan kontrastmengde fordeles blant ulike pasienter ved denne protokollen. Vi har valgt å nevne styrke og flow, da dette er faktorer av betydning ved kontrastadministrasjon.

Undersøkelse	Styrke	Flow
Abdomen	350 mgI/ml	4 ml/s

Vekt (kg)	Muskuløse (ca 2,5 ml/kg)	Normalvektig (ca 2 ml/kg)	Overvektige (ca 1,5 ml/kg)
40-45	110 ml	90 ml	
46-50	125 ml	100 ml	
51-55	140 ml	110 ml	80 ml
56-60	150 ml	120 ml	90 ml
61-65	160 ml	130 ml	100 ml
66-70	175 ml	140 ml	110 ml
71-80	200 ml	160 ml	120 ml
81-90		180 ml	135 ml
91-100		200 ml	150 ml
101-110			165 ml
111-120			180 ml
>120			200 ml

Tabell 3: Illustrasjon av protokollen hvor pasienten mottar kontrastmengde basert vekt og kroppscomposisjon.

2.7 Dosering basert på vektkategori

En annen protokoll for dosering av KM baserer seg på å gi pasienten en kontrastmengde basert på forskjellige vektkategorier. Denne protokollen doserer etter pasientens vekt, men er ikke like pasienttilpasset som den forrige. Som illustrert i *tabell 4*, er det tre vektkategorier. Denne protokollen tar ikke hensyn til pasientens kroppssammensetning. Dersom en pasient veier mye som følge av muskler eller fett, vil ikke dette gi utslag på valgt kontrastmengde. Denne protokollen vil bli omtalt som «*vektkategoriserings-protokoll*» i denne oppgaven. *Tabell 4* illustrerer hvordan kontrastmengde bestemmes ved denne protokollen. Vi har valgt å nevne styrke og flow, da dette er faktorer av betydning ved kontrastadministrasjon.

Undersøkelse	Styrke	Flow
Abdomen	350 mgI/ml	3.5 ml/s

Vekt (kg)	Mengde
< 50	100 ml
50-80	120 ml
> 80	150 ml

Tabell 4: Illustrasjon av protokollen hvor pasienten mottar kontrastmengde basert på vektkategori.

2.8 Mean Hepatic Enhancement

Mean Hepatic Enhancement (MHE) er en betegnelse på gjennomsnittlig kontrastoppladning i lever. Den indikerer økning av leverparenkymets attenuasjon etter administrering av KM, og måles i HU. Metoden for utregning av denne økningen gjøres ved å plassere Region Of Interest (ROI) i leverparenkymet både før og etter kontrastadministrering (Peet, Clarke og Costa, 2018). Det kreves altså å ta et snittbilde både med og uten KM. Gjennomsnittlig attenuasjon i ROI leses av i begge snittbildene. Videre trekkes HU-verdien i ROI uten kontrast fra HU-verdien i ROI med kontrast. Slik ser formelen ut:

$$\text{MHE} = \frac{\sum_1^3 \text{postcontrast liver ROI}}{3} \div \frac{\sum_1^3 \text{precontrast liver ROI}}{3}$$

Figur 2: Formel for beregning av MHE. Gjengitt med tillatelse fra Dr. Kris A. Peet via e-post 8. mai 2021 (vedlegg nr. 1).

2.9 Korrelasjonskoeffisienter

Korrelasjonskoeffisienter (r) er en verdi på en enhetsfri skala som går fra -1 til +1 (Pripp, 2018). Denne gir uttrykk for henholdsvis invers og direkte korrelasjon. Dersom korrelasjonskoeffisienten har verdien 0 er det ingen korrelasjon. Dette er et av de mest benyttede statistiske verktøyene (Pripp, 2018). Ofte benyttes Pearsons korrelasjonskoeffisient som måler styrken av den lineære sammenhengen mellom to variabler. Dette gjøres ved at man plotter variablenes verdier og tilpasser en rett linje mellom punktene.

Korrelasjonskoeffisienter angir deretter hvor nært punktene er den rette linjen (Pripp, 2018). Eksempelvis, vil en linje hvor punktene ligger rett på linjen resultere i enten +1 (direkte korrelasjon) eller -1 (invers korrelasjon), avhengig av om retningen på linjen peker opp eller ned.

I denne oppgaven oppgis inverse korrelasjonskoeffisienter for å vurdere sammenhengen mellom ulike kroppsindekser og MHE. Variablene er altså aktuell kroppsindeks og MHE. En høy invers korrelasjonskoeffisient (-0,6 til -0,8) innebærer sterk sammenheng mellom kroppsindeks og MHE.

3.0 Metode

I dette kapitlet gjøres det rede for oppgavens valg av metode og fremgangsmåte. Videre vil seleksjonskriterier, søkeprosessen og utvelgelse av artikler presenteres.

3.1 Valg av metode

Oppgaven er en kvalitativ metode i form av en litteraturstudie. Denne metoden egnet seg for å besvare problemstillingen. Gjennom innhenting av tidligere forskning i ulike fagfelleverderte tidsskrifter og databaser, kan man som forfatter i en litteraturstudie danne dyp og grundig forståelse rundt valgt problemstilling (Støren, 2010).

3.2 Litteraturstudie som metode

Støren (2010) beskriver at en litteraturstudie er en systematisering av kunnskap. Systematisering av kunnskap innebærer å søke, samle, vurdere og sammenfatte den. Materialet som danner grunnlaget for en litteraturstudie, er kunnskap som allerede er eksisterende. Metoden i en litteraturstudie omhandler å søke etter vitenskapelige originalartikler i relevante databaser. Deretter vurderes artiklene kritisk. Når man utarbeider en litteraturstudie, skaper man altså ingen ny kunnskap. Det kan derimot oppstå nye oppfatninger og erkjennelser ved bruk av en slik vurdering og sammenstilling av artikler (Støren, 2010). Dette var tilfellet i vår oppgave.

Videre kan litteraturstudier deles inn i systematiske og tradisjonelle (narrative) litteraturstudier. En systematisk litteraturstudie inneholder metoder for identifisering og utvelgelse av kilder som er forhåndsbestemt og følger faste mønstre (Øvern, 2021). Resultatene i en systematisk litteraturstudie formidles ofte i tabellform (Øvern, 2021). Denne oppgaven er en systematisk litteraturstudie.

3.3 Pilotstudie

For å kartlegge og få oversikt over protokollene for administrering av KM ved CT-abdomen, sendte vi ut e-post til flere radiografer på ulike norske sykehus. Denne prosessen begynte i november 2020 og endte i januar 2021. E-posten inneholdt følgende:

«Hei! Vi er to radiograf-studenter som går 3. året ved NTNU Gjøvik og har startet med bachelor-oppgaven som skal leveres til våren. Vi skal sammenligne og skrive om de ulike

kontrastprotokollene ved CT abdomen hos ulike sykehus i forskjellige fylker og byer i Norge. Vi har ikke bestemt oss enda for om vi vil fokusere på mengde kontrast, konsentrasjon, injeksjonshastighet eller delay, men det var noe vi tenkte å bestemme oss for når vi får sett på de ulike protokollene. Kunne du sendt oss deres sykehus sin protokoll for administrering av kontrast ved CT abdomen?

Mvh Johan Lillebudal Sandnes & Oddvin Andreas Fjellheim Knapp».

Denne e-posten ble sendt ut til 20 radiografer ved forskjellige sykehus. E-posten var kort og presis, slik at mottaker kunne besvare konkret. Elleve radiografer besvarte e-posten og sendte oss deres protokoll. Etter vi mottok protokollene sammenlignet vi dem. Vi kom frem til at det i hovedsak var to ulike protokoller for bestemmelse av kontrastmengde på norske sykehus. Som nevnt i kapittelet «Teori», baserer den ene seg på kroppskomposisjon, og den andre på vektkategori.

3.4 Inklusjonskriterier

For å konsentrere oss om artikler med potensiell relevans for problemstillingen, valgte vi å utforme inklusjons- og eksklusjonskriterier. Valg av disse kriteriene vil bidra med å filtrere vekk treff som representerer opplagt forurensing. Forurensing i sammenheng med kvalitativ litteraturstudie kan beskrives som referanser som ligger milevis unna det man ønsker å undersøke (Malterud, 2017).

Valg av inklusjonskriterier gjør søkene mer avgrenset og presise.

For å filtrere artikler til oppgaven, benyttet vi inklusjonskriteriene:

- Artikler publisert fra og med 2011
- Artikler som omhandler CT-undersøkelse av abdomen eller lever
- Artikler som benytter intravenøs KM
- Artikler som omtaler effekten av KM ved CT-undersøkelse av abdomen eller lever
- Artikler som omtaler betydning av kroppssammensetning i sammenheng med kontrastoppladning
- Artikler utgitt på engelsk eller norsk
- Originalartikler

Som følge av at en litteraturstudie er en oversiktsstudie, bør ikke en slik studie inneholde andre oversiktsstudier (Støren, 2010). Derfor valgte vi å benytte originalartikler som et inklusjonskriterium. Dette førte til at søk ble gjennomført med «*journal article not review*». Dette ekskluderte oversiktsartikler fra søkene og sikret oss at primærstudier ble inkludert. Videre begrunnelser for valgte inklusjonskriterier er oppført i «*vedlegg nr. 2*».

3.5 Eksklusjonskriterier

Formålet for eksklusjonskriterier er de samme som for inklusjonskriteriene, nemlig å gjøre søkene mer presis og avgrenset. Vi benyttet oss av følgende eksklusjonskriterier i søkeprosessen:

- Artikler publisert før 2011
- Artikler som omhandler andre CT-undersøkelser enn abdomen eller lever
- Artikler som ikke benytter intravenøs KM
- Artikler utgitt på andre språk enn engelsk eller norsk
- Oversiktsstudier

Begrunnelser for valgte eksklusjonskriterier er oppført i «*vedlegg nr. 2*».

3.6 Datainnsamling

Før vi bestemte oss for søkestrategi hadde vi veiledning med bibliotekar Karen Marie Øvern ved NTNU i Gjøvik. Gjennom samtalen fikk vi gode råd som gjorde søkeprosessen enklere. For å samle inn data til oppgaven valgte vi å gjennomføre søk med Medical Subject Headings (MeSH) i ulike databaser. En forutsetning for en litteraturstudie er at søk skal være etterprøvbart (Støren, 2010). For å gjøre søkeprosessen oversiktlig og etterprøvbar valgte vi å lage en tabell hvor de benyttede emneordene ble oppført. De ulike emneordene er nummerert, og kombinasjonene som førte til funn av artikler er nevnt i «*vedlegg nr. 3*».

For å samle inn artikler forsøkte vi å gjøre søk i flere medisinske databaser. Databasene PubMed, Scopus, EMBASE, MEDLINE og CINAHL ble benyttet. Vi valgte disse databasene fordi de var anbefalt av NTNU for bruk innen medisin, sykepleie og helse- og omsorgsfag. Vi endte opp med å innhente artikler fra PubMed og CINAHL. Søkene ble gjennomført med tidligere nevnte inklusjons- og eksklusjonskriterier. Vi forsøkte å kombinere diverse emneord

med «AND» og «OR» som kombinasjonsord. Det var derimot kun bruk av «AND» som førte til søk med passende mengde og relevante artikler.

For å evaluere hvilke artikler vi skulle bruke, ble studienes tittel først vurdert. Titler som imøtekom ett eller flere eksklusjonskriterier ble ekskludert. Videre ble artiklens abstrakt gjennomgått, hvor relevante artikler som oppfylte inklusjonskriteriene ble med videre i prosessen. Avslutningsvis ble artiklene lest i fulltekst, før vi vurderte hver enkelt kandidatartikkel etter et individuelt evalueringsskjema. 14 artikler ble vurdert.

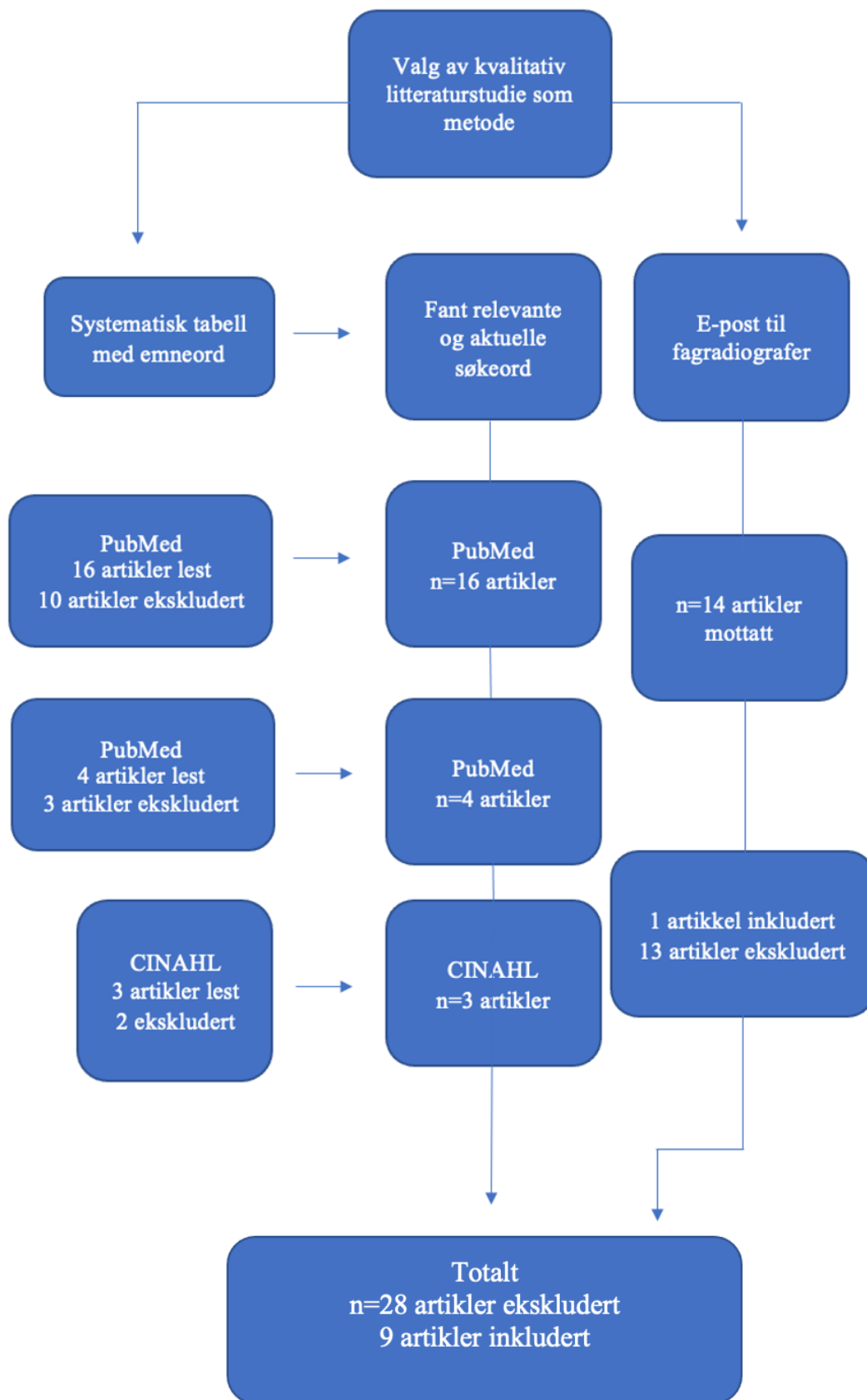
Evalueringsskjemaet innebar å vurdere hver av de 14 kandidatartiklene individuelt med karaktersum fra en til seks. Deretter summerte vi hverandres personlige karaktersum og ekskluderte de seks artiklene med lavest karaktersum. Vi evaluerte karaktersum basert på studienes pasientpopulasjon, validitet, kvalitet og relevans for problemstillingen.

3.7 Tilsendte artikler

Underveis i prosessen med søk etter artikler i databasene fikk vi en idé om å innhente kunnskap som kunne styrke oppgaven. Idéen innebar å sende en ny e-post til 13 radiografer. I e-posten spurte vi om begrunnelse for valg av kontrastprotokollen som deres avdeling benyttet. I e-posten sto det følgende:

*«Hei! Vi er to 3. års studenter ved NTNU i Gjøvik som skriver en bacheloroppgave sammen. Oppgaven handler om bestemmelse av kontrastmengde for CT abdomen undersøkelser, og sammenligner i hovedsak de to metodene man finner på diverse sykehus omkring i landet, der den ene metoden bygger på å gi en kontrastmengde basert på vekt mens den andre baserer seg på å gi en kontrastmengde som er basert på både kroppstype og vekt. Har dere noe svar på hvorfor dere benytter den protokollen dere gjør, eventuelt noen kilder/artikler som støtter opp under deres metode? Hadde vært veldig interessant å høre mer fra dere!
Mvh Johan Lillebudal Sandnes og Oddvin Andreas Fjellheim Knapp»*

Vi fikk svar av to fagradiografer på rikshospitalet og ble tilsendt 14 artikler. Noen av de hadde vi allerede funnet gjennom eget artikkelsøk. Etter å ha lest og vurdert artiklene, endte vi opp med én ny artikkel som vi valgte å inkludere i oppgaven. Inkludert artikkel imøtekommer valgte inklusjons- og eksklusjonskriterier, samt oppnådde høy karaktersum ved bruk av evalueringsskjemaet. Litteraturstudien består av ni artikler.



Figur 3: Egen illustrasjon som viser datainnsamling for oppgaven.

3.8 Analyse

Videre i prosessen ble artiklene analysert. Alle ni artikler ble lest i fulltekst, samtidig som vi forholdte oss til sjekklister fra «*Kunnskapsbasert praksis*» (Helsebiblioteket, 2016). Formålet med sjekklisten var å sikre kritisk vurdering av forskningslitteratur, hvor blant annet relevans og pålitelighet ble vurdert. Vi utarbeidet en analysemodell for å få oversikt over hva de ulike studiene sammenlignet.

Artikkel	LBW	BSA	TBW	Fast-dose
Davenport <i>et al.</i> (2017)				
Svensson <i>et al.</i> (2012)				
Kidoh <i>et al.</i> (2013)				
Zanardo <i>et al.</i> (2018)				
Kondo <i>et al.</i> (2013)				
Peet <i>et al.</i> (2018)				
Caruso <i>et al.</i> (2021)				
George <i>et al.</i> (2016)				
Costa <i>et al.</i> (2019)				

Tabell 5: Egen illustrasjon med kodeinndeling over de utvalgte artiklenes forskningstemaer, gule celler indikerer hva artikkelen beskriver.

3.9 Etisk vurdering av studiene

Helsefaglig og medisinsk forskning skal ivareta etiske, medisinske, helsefaglige, vitenskapelige og personvernmessige forhold (Malterud, 2017). Selv om det er forskjeller på litteraturstudier og primærstudier, skal likevel litteraturstudien følge forskningsetiske regler. Disse reglene skal sikre ivaretagelse av pasientens sikkerhet, og forhindre at vitenskapens og samfunnets interesser går foran pasientens velferd og integritet (Malterud, 2017).

For å vurdere om artiklene var etisk faglig gjennomført, undersøkte vi benyttet metode, og om studien var godkjent av et forskningsråd. Studiene til Svensson *et al.* (2012), Kidoh *et al.* (2013), Zanardo *et al.* (2018), Kondo *et al.* (2013), Peet, Clarke og Costa (2018), Caruso *et al.* (2021) og Costa, Peet og Abdolell (2019) er alle godkjent av enten et lokalt eller internasjonalt forskningsråd. Studiene til Davenport *et al.* (2017) og George, Manghat og

Hamilton (2016) var ikke godkjent av et forskningsråd, ettersom det ikke var noe behov for det. George, Manghat og Hamilton (2016) forklarer at studien var en revisjon av nyetablert avdelingsveiledning for dosering av KM, og trengte derfor ikke etisk godkjenning. Kidoh *et al.* (2013), Kondo *et al.* (2013) og Caruso *et al.* (2021) oppgir at de hadde mottatt skriftlig samtykke av samtlige pasienter til å inkluderes i studiene.

4.0 Resultater

I dette kapittelet vil resultatene fra de utvalgte artiklene presenteres. Studiene benyttet seg av forskjellige verdier for å vurdere de ulike protokollene. Som følge av dette har vi valgt å beskrive verdier av relevans som kom frem i hver studie. Relevante verdier er beskrevet i kapittelet «Teori» og er resultater som kan benyttes for å besvare forskningsspørsmålene og problemstillingen.

4.1 Utvalgte artikler

Forfattere	Tittel	Database	Tidsskrift	Pasientpopulasjon	Studietype
Davenport <i>et al.</i> (2017)	<i>Effect of Fixed-Volume and Weight-Based Dosing Regimens on the Cost and Volume of Administered Iodinated Contrast Material at Abdominal CT</i>	PubMed	Journal of the American College of Radiology	6737	Retrospektiv
Svensson <i>et al.</i> (2012)	<i>Hepatic contrast medium enhancement at computed tomography and its correlation with various body size measures</i>	PubMed	Acta Radiologica	100	Retrospektiv
Kidoh <i>et al.</i> (2013)	<i>Contrast Enhancement During</i>	PubMed	Journal of Computed Assisted Tomography	103	Retrospektiv

	<i>Hepatic Computed Tomography Effect of Total Body Weight, Height, Body Mass Index, Blood Volume, Lean Body Weight, and Body Surface Area</i>				
Zanardo et al. (2018)	<i>Abdominal CT: a radiologist-driven adjustment of the dose iodinated contrast agent approaches a calculation per lean body weight</i>	PubMed	European Radiology Experimental	201	Retrospektiv
Kondo et al. (2013)	<i>Body size indices to determine iodine mass with contrast-enhanced multi-detector computed tomography of the upper abdomen: does body surface area outperform total body weight or lean body weight?</i>	PubMed	European Radiology	103	Prospektiv

Peet <i>et al.</i> (2018)	<i>Hepatic enhancement differences when dosing iodinated contrast media according to total versus lean body weight</i>	PubMed	Acta Radiologica	208	Todelt, både retro- og prospektiv
Caruso <i>et al.</i> (2021)	<i>Optimization of contrast medium volume for abdominal CT in oncologic patients: prospective comparison between fixed and lean body weight-adapted dosing protocols</i>	PubMed	Insights into Imaging	100	Prospektiv
George <i>et al.</i> (2016)	<i>Comparison between a fixed-dose contrast protocol and a weight-based contrast dosing protocol in abdominal CT</i>	CINAHL	Clinical Radiology	113	Prospektiv
Costa <i>et al.</i> (2019)	<i>Dosing Iodinated Contrast Media</i>	Tilsendt på e-post	Academic Radiology	229	Prospektiv

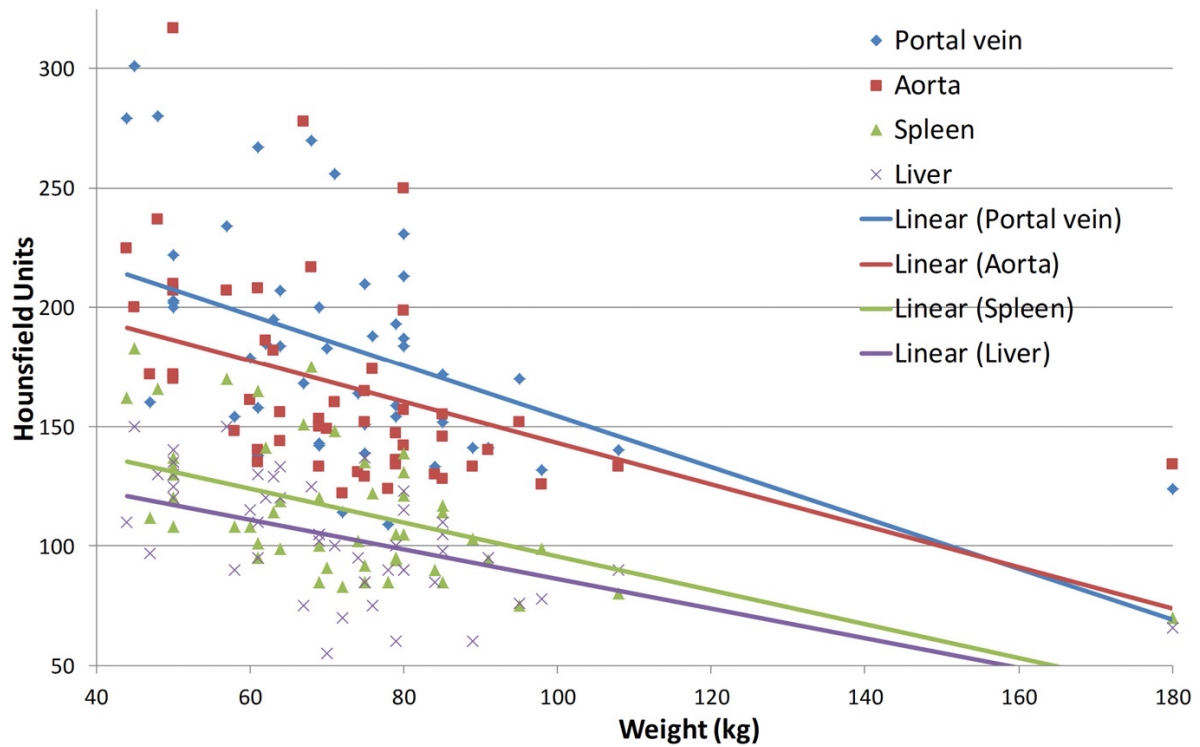
	<i>According to Lean Versus Total Body Weight at Abdominal CT: A Stratified Randomized Controlled Trial</i>				
--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--	--	--

Tabell 6: Egen illustrasjon med oversikt over artiklenes forfatter, tittel, database, tilhørende tidsskrift, pasientpopulasjon og studietype.

4.2 Fast-dose-protokoll

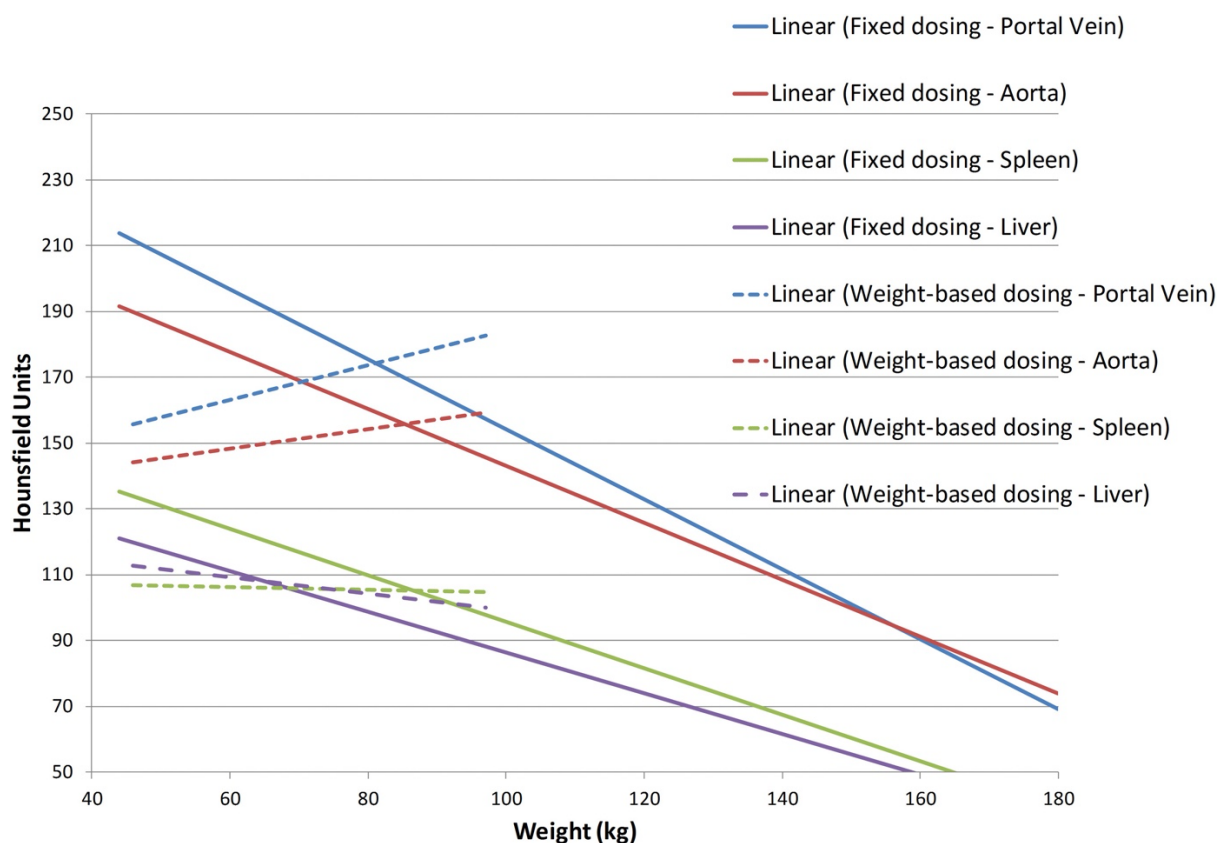
Studien til George, Manghat og Hamilton (2016) sammenlignet fast-dose-protokoll med TBW-protokoll. I denne studien kom det frem at bruk av fast-dose-protokoll ved CT-abdomen resulterer i en reduksjon av kontrastoppladning i blodkar og organer ved økende vekt. Dette er visualisert i *Figur 4* og *Figur 5*.

Figur 4 viser at det er en sterk invers sammenheng mellom attenuasjon i lever og vekt ved fast-dose-protokoll. Den viser videre at en fast-dose-protokoll medfører økt interindividuell variasjon i kontrastoppladning blant pasientene.



Figur 4: Illustrasjon som viser sammenheng mellom attenuasjon i ulike organer og vekt ved fast-dose-protokoll. Gjengitt med tillatelse fra Dr. Anthony George via e-post 28. april 2021 (vedlegg nr. 3).

Figur 5 fremstiller de lineære korrelasjonene med kontrastoppladning for de to protokollene. Linjene i *figur 5* er fargekodet ut ifra hvilket organ de representerer. De heltrukne linjene representerer fast-dose-protokoll. De stiplede linjene representerer TBW-protokoll. *Figur 5* viser at en TBW-protokoll vil ha bedre evne til å holde kontrastoppladning i lever konstant uavhengig av pasientens vekt.



Figur 5: Illustrasjon som viser forskjellig attenuasjon i ulike organer mellom fast-dose- og TBW-protokoll. Gjengitt med tillatelse fra Dr. Anthony George via e-post 28. april 2021 (vedlegg nr. 3).

Funnene fra studien til George, Manghat og Hamilton (2016) støttes av resultatene fra studien til Caruso *et al.* (2021). Denne studien sammenlignet bruk av fast-dose-protokoll med en LBW-protokoll. Gruppen dosert etter LBW viste bedre MHE og subjektiv bildekvalitet. Videre fikk LBW-gruppen betydelig mindre KM (103.47 ± 17.65 ml) enn pasientgruppen som mottok en fast-dose (120.00 ± 0.00 ml). LBW-protokoll reduserer volumet av brukt KM, samtidig som den forbedrer MHE og subjektiv bildekvalitet.

4.3 Pasienttilpassede protokoller

Studien gjennomført av Svensson *et al.* (2012) sammenligner dosering basert på ulike kroppsindeks. Denne studien kom frem til at sammenhengen mellom MHE og kroppsindeks var sterkest ved TBW ($r = -0.64$), LBW ($r = -0.59$) og BSA ($r = -0.65$). Sammenhengen mellom kroppsindeksene og MHE var lik i begge kjønn. Videre beskriver Svensson *et al.* (2012) at MHE økte mellom 37 og 91 HU ved administrering av en fast-dose. Svensson *et al.* (2012) konkluderte med at kroppsindeksene LBW og BSA ikke viste betydelig bedre

sammenheng med MHE enn TBW. Studien anbefaler å anvende TBW-protokoll, da dette er enkelt å benytte seg av i praksis.

Kidoh *et al.* (2013) sin studie viste en sterk sammenheng mellom MHE under portovenøs fase og dosering basert på TBW ($r = -0.68$) og BSA ($r = -0.68$). De fant også en sterk sammenheng mellom MHE og dosering basert på LBW, men noe svakere ($r = -0.62$). Kidoh *et al.* (2013) forklarer at desto høyere TBW og BSA pasienter har, desto større vil reduksjonen av MHE være. Videre viste studien at endringer i $\Delta\text{HU/gI}$ i lever under portovenøs fase var høyest ved BSA (5.0-2.1), mens TBW (3.6-0.03) og LBW (3.7-0.05) viste relativt like resultater. Kidoh *et al.* (2013) konkluderte med at kontrastdosering bør baseres på pasientens BSA, da denne protokollen resulterte i sterkere sammenheng med kontrastoppladning i aorta.

I studien gjennomført av Zanardo *et al.* (2018) forekom det en sterk sammenheng mellom kontrastdose og TBW ($r = -0.68$). Denne studien delte pasientene inn i fire BMI-grupper. Undervektige mottok høyest gjennomsnittlig joddose/kg (0.56 gI), etterfulgt av normalvektige (0.48 gI), overvektige (0.44 gI) og adipøse (0.41 gI). Gruppene viste en MHE på 51 ± 18 HU hos undervektige, 44 ± 8 HU hos normalvektige, 42 ± 9 HU hos overvektige og 40 ± 6 HU hos adipøse. Zanardo *et al.* (2018) beskriver videre at dosering basert på LBW bør benyttes, som følge av overdoseringen hos undervektige pasienter. Anbefalt dosering for CT-abdomen blir beskrevet som 0,63 gI/kg av LBW. Zanardo *et al.* (2018) konkluderte med at dosering basert på TBW fører til stor interindividuell variasjon. Dette i henhold til både joddose og leverkontrastoppladning.

Videre viser studien til Costa, Peet og Abdolell (2019) at pasientene som ble dosert etter TBW mottok mer KM (menn 106 ± 20 ml, kvinner 93.7 ± 20 ml) enn de som ble dosert etter LBW (menn 98.4 ± 11 ml, kvinner 77.5 ± 11 ml). TBW-gruppen oppnådde relativt høyere MHE (menn 54.6 ± 11 HU, kvinner 54.8 ± 11 HU) sammenlignet med LBW-gruppen (menn 49.4 ± 14 HU, kvinner 51.5 ± 10 HU). Resultatene viste derimot ingen betydelig forskjell i $\Delta\text{HU/gI}$ for TBW (menn 1.53 ± 0.4 HU/g, kvinner 1.75 ± 0.5 HU/g) og LBW (menn 1.52 ± 0.4 HU/g, kvinner 1.86 ± 0.6 HU/g) gruppene. Costa, Peet og Abdolell (2019) konkluderer med at dosering basert på TBW og LBW er like effektivt når det gjelder MHE ved CT-abdomen.

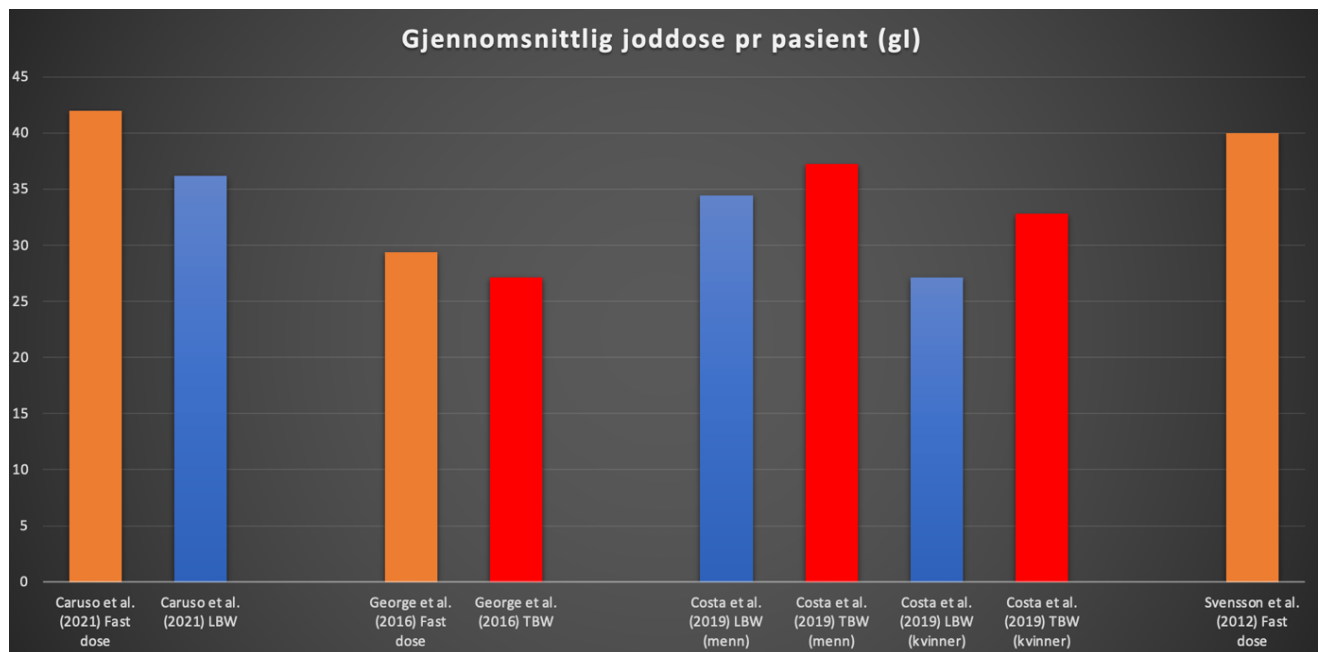
Ifølge Kondo *et al.* (2013) er det ikke betydelig forskjell mellom dosering basert på TBW, LBW eller BSA. Studien kom frem til at sammenhengen mellom MHE under portovenøs fase og kontrastmengde basert på BSA var sterkest ($r = -0.82$), etterfulgt av LBW ($r = -0.77$) og TBW ($r = -0.74$). Kondo *et al.* (2013) konkluderer med at dosering basert på BSA kan gi en mer presis antydning til optimal kontrastdose, samt redusere interindividuell variasjon for kontrastoppladning i lever. Kondo *et al.* (2013) mener ikke at sammenhengen med nevnte indekser og leverkontrastoppladning er betydelig forskjellig.

Gruppen som mottok kontrastdosering basert på LBW ved studien til Peet, Clarke og Costa (2018) oppnådde en betydelig høyere MHE (63.1 ± 13 HU) sammenlignet med gruppen som ble dosert etter TBW (56.3 ± 12 HU). Dette var spesielt synlig hos mannlige pasienter dosert etter LBW, som også mottok mer kontrast (118.6 ± 10 ml) enn menn dosert etter TBW (105.8 ± 19 ml). Peet, Clarke og Costa (2018) konkluderte med at passende kontrastoppladning i lever (minimum 50 HU) kan oppnås ved 0,58 gI/kg av LBW hos kvinner og 0,53 gI/kg av LBW hos menn. Videre fremgår det i konklusjonen at bruk av en protokoll med slike doseringer kan føre til lavere mengde administrert KM. Dette medfører redusert risiko for bivirkninger og besparelse av utgifter.

Davenport *et al.* (2016) beskriver også at store kostnads- og materialbesparelser kan oppnås ved bruk av en vektbasert doseringsstrategi. Studien estimerte at bruk av en vektbasert dosering som ikke overstiger 125 ml istedenfor en fast-dose på 125 ml, kan medføre en besparelse på mellom \$4053 og \$116076 i pasientpopulasjonen på 6737 pasienter. For hver enkelt pasient fører dette til besparelser på mellom \$1 og \$17 (\$1 tilsvarer 8,34 kr pr 6. mai 2021, Norges Bank).

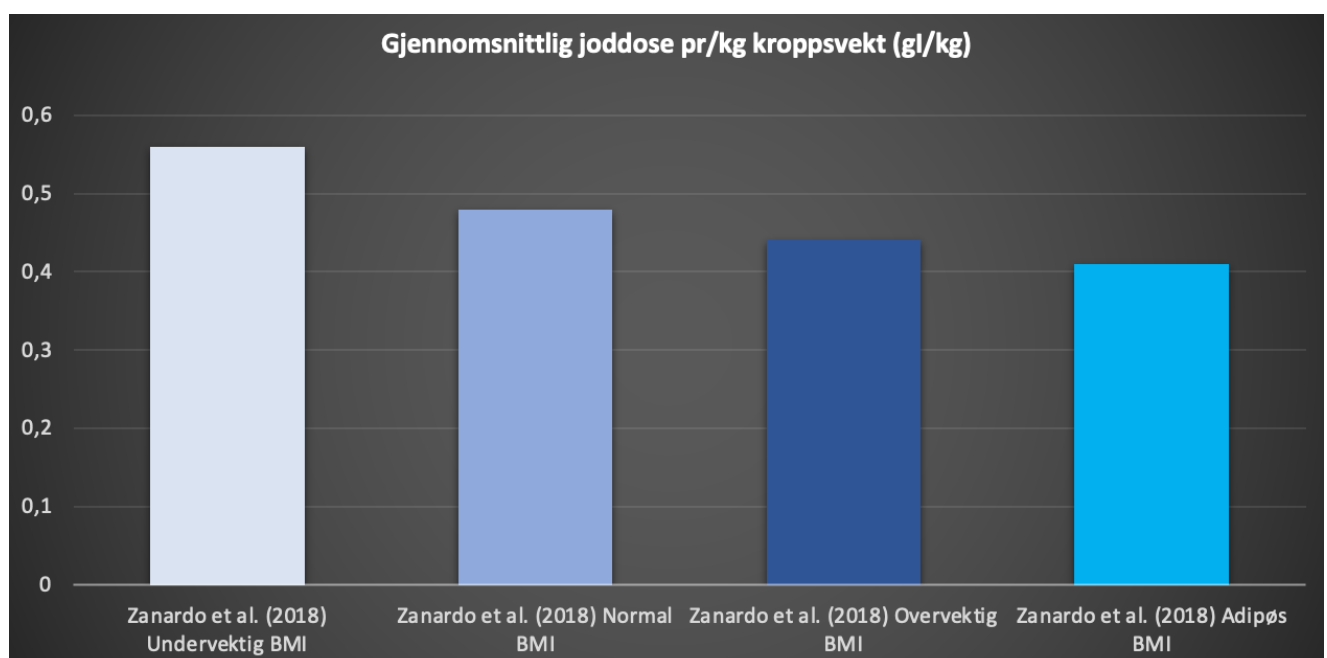
4.3.1 Joddose

Studiene viste at gjennomsnittlig joddose varierte mellom de ulike protokollene. Fast-dose-protokoller førte til høyest gjennomsnittlig joddose for pasientene. Protokoller basert på TBW og LBW resulterte i mindre gjennomsnittlig joddose, hvor LBW-protokoller resulterte i den minste dosen, uten at disse resultatene var markante.



Figur 6: Egen graf som sammenligner gjennomsnittlig joddose mellom ulike protokoller.

Zanardo *et al.* (2018) sammenlignet gjennomsnittlig joddose for ulike BMI-grupper ved dosering basert på TBW. Resultatene viste at joddosen var størst pr kg kroppsvekt hos de undervektige pasientene, og minsket ved økende vekt.



Figur 7: Egen graf som sammenligner gjennomsnittlig joddose pr kg kroppsvekt for ulike BMI-grupper.

4.4 Andre kroppsindekser

Studiene til Svensson *et al.* (2012) og Kidoh *et al.* (2013) undersøkte effektiviteten av andre kroppsindekser enn TBW, LBW og BSA. Svensson *et al.* (2012) vurderte kroppshøyde og BMI som kroppsindekser for beregning av kontrastmengde. De samme kroppsindeksene ble også vurdert av Kidoh *et al.* (2013), samtidig som pasientens blodvolum ble vurdert. Felles for de to studiene var at nevnte kroppsindekser ble vurdert som uegnede for bestemmelse av kontrastmengde i praksis. Vi valgte derfor ikke å fremstille disse resultatene i oppgaven.

5.0 Diskusjon

I dette kapittelet diskuteres protokollene i henhold til teori og resultater fra studiene. Som beskrevet i kapittelet «*Innledning*», vil aspektene kontrastoppladning, kontrastmengde og økonomi vurderes.

5.1 Kontrastmiddel-protokoller benyttet ved norske sykehus sammenlignet med funn i litteratur

Gjennom å se på protokoller benyttet på sykehus i andre land, har vi som nevnt innledningsvis, funnet ut at de norske protokollene er lite benyttet i utlandet. Vi har derfor ikke funnet studier som har forsket spesifikt på de norske protokollene. Alt tatt i betraktning, er prinsippene i studienes forskningsgrunnlag og resultater, fortsatt relevante for å vurdere de norske protokollene. Kroppskomposisjons-protokollen baserer seg på prinsippene ved LBW, hvor pasientens fettvekt trekkes fra pasientens totale vekt. Vektkategoriserings-protokollen baserer seg på prinsippene ved TBW, selv om den ikke er like pasienttilpasset som de funnet i publisert litteratur (Mette Karen Henning, fagradiograf, 6. mai 2021, digital-samtale på Zoom).

Vi har valgt å sammenligne vektkategoriserings-protokollen med TBW-protokollene, samtidig som vi integrerer prinsipper fra fast-dose-protokollene. Dette fordi den ikke er like pasienttilpasset som TBW-protokollene i studiene, og består av langt større vektintervaller.

Videre har vi valgt å sammenligne kroppskomposisjons-protokollen med de protokollene i studiene hvor kontrastmengde beregnes på grunnlag av indekser som tar hensyn til kroppssammensetning. Selv om kroppskomposisjons-protokollen baserer seg på prinsipper fra LBW, bidrar fortsatt resultater fra BSA-protokoller med å vurdere denne protokollen. LBW og BSA er begge indekser som forklarer forholdet mellom en persons totale vekt og fettprosent (Svensson, 2012). Siden kroppskomposisjons-protokollen tilpasser kontrastmengde etter pasientens kroppssammensetning sammenlignes denne med studier på LBW og BSA.

5.2 Kontrastoppladning

Det er utfordrende å besvare hvilken protokoll som gir best kontrastoppladning mellom vektkategoriserings-protokollen og kroppskomposisjons-protokollen for den enkelte pasient.

Det er to årsaker til dette. For det første vil pasienter ved bruk av vekt kategoriserings-protokollen ha en stor variasjon i ml KM pr kg kroppsvekt. Dette er fordi vektintervallene er veldig store. Et eksempel på dette er at en pasient på 50 kg og en pasient på 78 kg vil begge motta 120 ml. For pasienten på 50 kg tilsvarer dette 2,4 ml/kg kroppsvekt, mens det tilsvarer 1,5 ml/kg kroppsvekt for pasienten på 78 kg. Pasienten på 50 kg vil altså få ca. 60 % mer KM pr kg kroppsvekt, og sannsynligvis en veldig sterk kontrastoppladning. For pasienten som veier 50 kg kan dette medføre en sterkere kontrastoppladning ved bruk av vekt kategoriserings-protokollen sammenlignet med kropps komposisjons-protokollen. Dette fordi pasienten mottar 20 ml mer KM ved vekt kategoriserings-protokollen.

For det andre tar ikke vekt kategoriserings-protokollen høyde for hvilken kroppssammensetning pasienten har. Ved bruk av vekt kategoriserings-protokollen vil alle pasienter over 80 kg motta 150 ml, uavhengig om de veier over 80 kg som følge av muskler eller fett. Som nevnt i kapitlet «Teori», har fettvev lavere blodgjennomstrømning enn muskelvev (Zanardo, 2018). Eksempelvis, kan dette føre til at en muskuløs pasient på 90 kg mottar for lite KM. På samme måte kan en overvektig pasient på 90 kg motta mer KM enn nødvendig. Den overvektige pasienten i eksempelet kan ved vekt kategoriserings-protokollen oppnå en sterkere kontrastoppladning sammenlignet med kropps komposisjons-protokollen. Dette fordi pasienten vil motta 15 ml mer KM. Dersom pasienten veier over 120 kg, kan pasienten derimot oppnå en sterkere kontrastoppladning ved dosering basert på kropps komposisjons-protokollen sammenlignet med vekt kategoriserings-protokollen. Dette fordi en pasient på 120 kg mottar 50 ml mer KM ved bruk av kropps komposisjons-protokollen.

Resultater fra studiene viser en klar sammenheng mellom kropps indekser og kontrastoppladning. Svensson *et al.* (2012) viser til en sterk sammenheng mellom MHE og kropps indeksene TBW ($r=-0.64$) og BSA ($r=-0.65$). Kidoh *et al.* (2013) støtter seg også til en sterk sammenheng mellom MHE og kropps indeksene TBW ($r=-0.68$) og BSA ($r=-0.68$). Kondo *et al.* (2013) konkluderer at dosering av kontrast bør bestemmes av BSA, som følge av hvor enkel metoden er å anvende i praksis. Bruken av BSA støttes også av Kidoh *et al.* (2013). Studiene viste derfor at protokoller som doserer etter BSA oppnådde de beste resultatene. Derfor er en protokoll som bygger på pasientens kroppssammensetning tilsynelatende bedre for kontrastoppladning, dog i liten betydelig grad.

Samtlige studier var enstemmige om at jo mer pasienttilpasset en kontrastprotokoll er, desto mer reduseres den interindividuelle variasjonen i kontrastoppladning blant pasienter. *Figur 4* viser hvordan kontrastoppladning varierte blant pasientene ved en fast-dose-protokoll. Studiene utført av Kidoh *et al.* (2013), Zanardo *et al.* (2018), Kondo *et al.* (2013) og Peet, Clarke og Costa (2018) konkluderer med at protokoller basert på kroppsindekser som LBW og BSA kan føre til en reduksjon i interindividuell variasjon av kontrastoppladning i lever. Med disse funnene kan en kroppskomposisjons-protokoll tilsynelatende gi en mer konstant kontrastoppladning i lever enn en vekt kategoriserings-protokoll.

5.3 Kontrastmengde

Protokollene har ulik tilnærming for bestemmelse av kontrastmengde. Kroppskomposisjons-protokollen er svært pasienttilpasset, hvor den opererer med små vektintervaller og tar høyde for kroppssammensetning. Vekt kategoriserings-protokollen består av kun tre forskjellige kategorier, og benytter seg av større vektintervaller.

Som Bae (2010) beskriver, er vekt den mest betydningsfulle pasientrelaterte faktoren som påvirker kontrastoppladning. Dette skyldes at en høyere vekt ofte resulterer i økt blodvolum, som fører til at KM fortynnes mer. Basert på denne kunnskapen og resultater fra studiene våre, vil normalvektige pasienter ved vekt kategoriserings-protokollen motta tilstrekkelig med kontrastmengde. Som nevnt, kan det derimot oppstå en svakere kontrastoppladning enn ønsket ved denne protokollen hos pasienter som er svært overvektig eller muskuløse.

Vekt kategoriserings-protokollen kan medføre redusert sannsynlighet for bivirkninger og reduserte kostnader hos svært overvektige og muskuløse pasienter. Dette skyldes at man opererer med en maksgrense på 150 ml, mens den er 200 ml ved kroppskomposisjons-protokollen. For de muskuløse pasientene skyldes denne reduksjonen at man ikke øker ml KM pr kg kroppsvekt selv om pasienten er muskuløs. Til tross for dette, mener vi det er en potensiell fare at liten kontrastoppladning i disse to pasientgruppene kan føre til at patologi blir oversett. Derfor mener vi at fordelene man oppnår ved å redusere kontrastmengden, ikke veier opp for ulempene overseelse av patologi kan medføre. Vi mener derimot at man burde forsøke å holde bruken av KM så lav som mulig, så lenge man imøtekommer bildediagnostiske krav.

I studien til Costa, Peet og Abdoell (2019) oppnådde både mannlige og kvinnelige pasienter dosert etter LBW en lavere gjennomsnittlig joddose sammenlignet med de dosert etter TBW. Denne forskjellen var ikke markant, men indikerer at man kan redusere joddose ved å ta hensyn til at overvektige pasienter ikke har det samme behovet for KM/kg kroppsvekt. Dette resultatet vil ikke være direkte representativt for våre protokoller, ettersom vektkategoriserings-protokollen opererer med mindre mengder KM enn kroppskomposisjons-protokollen. Det viser derimot at det er fornuftig å ta hensyn til en overvektig pasients behov og unngå overdreven bruk av KM. LBW- og TBW-gruppene i Costa, Peet og Abdoell (2019) oppnådde også omtrent lik leverkontrastoppladning.

Som studiene våre viser, vil ikke valg av LBW-protokoll fremfor TBW-protokoll utgjøre en betydelig forskjell for flertallet av pasientene når det gjelder joddose. Det kan derimot bidra til at man unngår overdreven bruk av KM hos overvektige pasienter. I tillegg kan LBW-protokollen føre til at muskuløse pasienter imøtekommer kravene for adekvat kontrastoppladning.

5.3.1 Subjektiv vurdering av kroppssammensetning

Ved kroppskomposisjons-protokollen gjennomfører radiografen en individuell og subjektiv vurdering av pasientens kroppssammensetning. Det finnes ingen retningslinjer eller verktøy en radiograf kan benytte seg av ved en slik vurdering. Dette kan medføre at pasienter blir vurdert som normal av en radiograf, og som overvektig av en annen. På denne måten kan kontrastmengde være avhengig av hvilken radiograf som er til stede, noe som kan være uheldig. Dette kan føre til uønsket variasjon i kontrastoppladning og joddose. Ved å dosere KM etter en protokoll som benytter pasientens BSA eller LBW, vil optimal kontrastoppladning og joddose bli beregnet med økt presisjon.

Vi mener det er en svakhet ved kroppskomposisjons-protokollen at den er subjektiv. Dette fordi den gir rom for forskjellige vurderinger blant radiografene. Etter egne erfaringer fra praksis, er de fleste radiografene ofte enige om hva som defineres som muskuløs. Det foreligger derimot en større uenighet om hva som defineres som normal- eller overvektig.

Vi mener en mulig løsning på dette kan være å tilpasse protokollene etter mer spesifikke mål som tar hensyn til pasientens kroppssammensetning. Resultatene fra våre studier viser at BSA

var den indeksen som oppnådde best resultater. En integrering av en BSA-protokoll kan bidra til mindre variasjon i dosering mellom radiografene, samtidig som hensyn til pasientens kroppssammensetning blir ivaretatt. Vi mener norske sykehus som anvender kroppskomposisjons-protokollen bør gjøre en vurdering av BSA som protokoll, slik at radiografene ved avdelingen oppnår en mer homogen administrering av KM.

5.3.2 Økonomiske aspekter

Ifølge felleskatalogen (2021) koster det 1469,61 kr for en plastflaske med 500 ml Omnipaque 350. Dette utgjør en pris på 2,94 kr/ml og 8,40 kr/gI. Eksempelvis, vil en CT-undersøkelse hvor det benyttes 120 ml medføre kostnader på 352,68 kr. Med slike høye utgifter, bør hver enkelt CT-avdeling forsøke å anvende rutiner som fører til at det ikke benyttes mer KM enn nødvendig, forutsatt at bildediagnostiske krav imøtekommes. En integrering av en KM-protokoll basert på pasientens vekt istedenfor en fast-dose-protokoll støttes av studien til Davenport *et al.* (2017). Studien anslo at protokoller med hensyn til vekt (med maksimumsgrense 125 ml) kunne medføre gjennomsnittlige besparelser på 33 802,02 kr til 968 073,84 kr i pasientpopulasjonen på 6737 pasienter. I samme gruppe ble det estimert at en vektbasert-protokoll kunne føre til besparelser på mellom 8,34 kr og 141,78 kr pr pasient. Protokollen som tidligere ble anvendt på sykehuset innebar en fast-dose på 125 ml av iopamidol 300 mgI/ml.

Ved siden av dette, viser studien til Davenport *et al.* (2017) at en protokoll som tar hensyn til pasientens vekt, kan redusere overdosering blant pasienter sammenlignet med en fast-dose-protokoll. Det bør nevnes at maksimumsgrensen på 125 ml som ble benyttet ved den vektbaserte-protokollen i studien kan ha gitt rom for feilestimering av sparte utgifter. Dette fordi man ofte benytter mer enn 125 ml i Norge ved de to protokollene. På tross av dette, mener vi at det er gode holdepunkter for å forsøke å bruke så lite KM som mulig, forutsatt at bildediagnostiske krav imøtekommes.

Kroppskomposisjons- og vektkategoriserings-protokollen er situasjonsbetinget når det gjelder kontrastmengde. Det innebærer at enkelte pasienter mottar mer KM ved kroppskomposisjons-protokollen og vice versa. Derfor er det utfordrende å besvare hvilken av de to protokollene som er mest økonomisk. Studien til Davenport *et al.* (2017) beviser at det er store utgifter som kan bli bespart ved å anvende protokoller som ikke benytter mer KM enn nødvendig. Videre

forklarer Davenport *et al.* (2017) at overvektige pasienter ikke har behov for samme mgI/kg kroppsvekt som slanke og muskuløse pasienter. Dette skyldes som nevnt at fettvev er lite vaskulært. Dette er en av styrkene til kroppskomposisjon-protokollen, da den tar hensyn til nettopp dette.

5.3.3 Hensyn til kjønn ved dosering

Ingen av de to protokollene tilpasser kontrastmengde med hensyn til pasientens kjønn. Som nevnt i kapittelet «Teori» er kjønn en av faktorene som påvirker kontrastoppladning (Bae, 2010).

Flere av studiene beskrev forskjellige funn i forbindelse med pasientens kjønn. Svensson *et al.* (2012) beskriver ved fast-dose-protokoll, en sterkere MHE under portovenøs fase hos de kvinnelige pasientene (129 HU) sammenlignet med de mannlige (119 HU). Svensson *et al.* (2012) beskriver videre at disse forskjellene forsvant ved dosering som tok hensyn til høyde, vekt og alder.

Kvinnelige pasienter i studien til Peet, Clarke og Costa (2018) viste en høyere Δ HU/gI ved dosering basert på TBW (1.72 HU) og LBW (1.92 HU) enn hos mannlige (1.49 HU og 1.52 HU) pasienter. Peet, Clarke og Costa (2018) forklarer at dette skyldes gjennomsnittlige forskjeller i fettfri kroppsvekt mellom de to kjønnene. Noe annet interessant Peet, Clarke og Costa (2018) kom frem til var mønsteret observert ved MHE. Mannlige pasienter dosert etter LBW mottok gjennomsnittlig, som forventet, mer kontrast (118.4 ml) enn de som ble dosert etter TBW (105.6 ml). Kvinnene som ble dosert etter LBW mottok derimot mindre gjennomsnittlig kontrastmengde (86.4 ml) enn de som ble dosert etter TBW (91.8 ml). Til tross for dette, viste kvinnene dosert etter LBW, i likhet med mennene, en betydelig økning i MHE. Dette syntes også å være tilfellet ved Δ HU/gI. Caruso *et al.* (2021) støtter også påstandene til Peet, Clarke og Costa (2018). Caruso *et al.* (2021) forklarer at biologiske forskjeller i fettprosent mellom kvinner og menn kan føre til at kvinner mottar en overdreven mengde KM ved TBW-protokoller.

Basert på resultatene fra nevnte studier og teori, mener vi at kvinner generelt bør motta en mindre kontrastmengde pr kg kroppsvekt enn menn ved CT-abdomen. Ved å ta hensyn til at kvinnelige pasienter biologisk sett har 6-11 % høyere fettprosent enn menn kan flere positive

utfall følge med. En fordel er at man unngår overdreven kontrastmengde benyttet hos kvinnelige pasienter, som medfører redusert sannsynlighet for bivirkninger og besparelse av utgifter.

5.4 Drøfting av metodekritikk

Vi valgte litteraturstudie som metode for å besvare vår oppgave som medfører både fordeler og ulemper. En av ulempene ved en litteraturstudie er mengden relevant forskning som kan være begrenset (Forsberg og Wengström, 2008). En annen er at forskere innen samme felt kan komme frem til ulike resultater og konklusjoner, noe som var tilfellet i denne oppgaven. Videre kan artikler som kunne bidratt til å styrke oppgaven blitt oversett, som følge av eksklusjonskriteriene. Resultatene viste flere klare fellestrekk, men konklusjonene til forskerne varierte. Det er også en fare for at resultater fra innsamlede studier blir feiltolket. Derfor leste vi nøye igjennom hver studie i fulltekst. Begrensede språkkunnskaper kan også medført fare for mistolking og ekskludering av relevante studier.

Som nevnt, er ikke protokollene i problemstillingen identiske med protokollene benyttet i valgte artikler. Til tross for dette, korresponderer prinsippene overens med hverandre. Dette gjør studiene relevante for å besvare problemstillingen. Det er derimot en svakhet for oppgaven at protokollene som benyttes i studiene, tilsynelatende ikke er identiske med de som benyttes på norske sykehus. Det ville vært enda enklere å besvare problemstillingen og styrket oppgaven dersom studiene forsket på de norske protokollene. Til tross av dette, føler vi oss trygge på at studiene våre er valide for å besvare problemstillingen.

Vi valgte ikke å begrense oss geografisk, og har derfor studier som er gjennomført på pasienter fra Europa, Nord-Amerika og Asia. Ifølge data fra World Data (2021) er gjennomsnittsvekten i Norge til henholdsvis menn og kvinner 89,1 kg og 72,6 kg. Samme data sier at gjennomsnittsvekten i USA til henholdsvis menn og kvinner er 90,6 kg og 77,1 kg. Videre viser nevnt data at gjennomsnittsvekten i Japan til menn er 69,5 kg, mens japanske kvinner har en gjennomsnittsvekt på 54,8 kg. Dette viser at det foreligger store forskjeller i henhold til kroppsvekt i ulike land, og da særlig mellom østlige og vestlige land. Dette kunne vi tatt hensyn til ved å ekskludere studier gjennomført på pasienter i land med en gjennomsnittsvekt som er ulik den norske. Dersom vi hadde valgt å benytte oss av et slikt eksklusjonskriterium kunne studien vært enda mer representativt i henhold til norske

standarder. Begrunnelsen for at vi ikke gjorde dette skyldes at det var ønskelig å inkludere tilstrekkelig med artikler for å besvare problemstillingen.

Fem av studiene inneholder pasientpopulasjoner som er mindre enn 200. Studiene til Svensson *et al.* (2012) og Caruso *et al.* (2021) var de med lavest populasjon, med 100 pasienter i hver studie. En fare ved en liten populasjon er at det kan oppstå systematisk feil i form av seleksjonsfeil (Støren, 2010). En seleksjonsfeil oppstår dersom utvalget er for lite til at forskeren kan uttale seg om hele målgruppen (Støren, 2010). Målgruppen vil i dette tilfellet være pasienter som gjennomfører CT-abdomen med kontrast, og populasjonen i studiene forsøker å gi resultater som er representativt for denne målgruppen. Vi var mer opptatt av hvem som ble vurdert, enn hvor mange. Studiene med minst pasienter skulle gjerne inneholdt en større populasjon, da dette kunne resultert i et mer representativt resultat. Til tross for dette, mener vi at pasientpopulasjonen i studiene er tilstrekkelig når det gjelder reliabilitet og validitet. Derfor valgte vi å inkludere de i oppgaven.

6.0 Konklusjon

Formålet med oppgaven var å vurdere fordeler ved å benytte en kroppskomposisjons-protokoll sammenlignet med å bruke en vektkategoriserings-protokoll for administrering av kontrast ved CT-abdomen. For å besvare denne problemstillingen utformet vi forskningsspørsmål.

- Hvilke faktorer påvirker kontrastoppladning?

Flere faktorer påvirker kontrastoppladningen hos en pasient. Kroppsvekt er ansett som den mest betydningsfulle. Dette skyldes at en høyere vekt ofte resulterer i økt blodvolum, som fører til at KM fortynnes mer. Et stort blodvolum vil kreve mer KM for å oppnå adekvat kontrastoppladning. Videre er kontrastoppladning ulik blant pasienter på grunn av kroppssammensetning. Siden fettvev er mindre vaskulært enn muskelvev, vil ikke adipøse pasienter ha det samme behovet for KM pr kg kroppsvekt som muskuløse pasienter. Muskelvev har altså større påvirkning på KMs farmakokinetikk enn fettvev. Studier viser at kroppsindeksene LBW og BSA viser en sterk sammenheng med kontrastoppladning. Videre har faktorer som pasientens kjønn, høyde og alder påvirkning på KMs kontrastoppladning. Hverken kroppskomposisjons- eller vektkategoriserings-protokollen tar hensyn til disse faktorene.

Det neste forskningsspørsmålet vi utformet skulle bidra til å vurdere disse faktorene opp mot kroppskomposisjons- og vektkategoriserings-protokollen.

- Hvilken av de norske protokollene er å foretrekke, i henhold til faktorene som påvirker kontrastoppladning?

Studiene foreslår at kontrastmengde bør tilpasses pasientens kroppssammensetning for å redusere interindividuell variasjon blant pasientenes kontrastoppladning. Vektkategoriserings-protokollen har store vektintervaller, og kan medføre at pasienter med svært ulik vekt og kroppssammensetning plasseres i samme vektkategori. Det er derfor utfordrende å svare på hvilken protokoll som gir sterkest kontrastoppladning, da dette er situasjonsbetinget for den enkelte pasient. Bruk av kroppskomposisjons-protokollen kan oftere føre til adekvat kontrastoppladning sammenlignet med vektkategoriserings-protokollen.

Som studiene viser, vil ikke valg av LBW-protokoll fremfor TBW-protokoll utgjøre en betydelig forskjell for flertallet av pasientene når det gjelder joddose. Det kan derimot bidra til at man unngår overdreven bruk av KM hos overvektige pasienter. Videre kan LBW-protokoll føre til at muskuløse pasienter imøtekommer kravene for adekvat kontrastoppladning. Som følge av at vekt kategoriserings-protokollen opererer med mindre kontrastmengde enn kropps komposisjons-protokollen, er ikke disse resultatene direkte representativt for å si noe om hvilken protokoll som bidrar til lavest gjennomsnittlig joddose. Det er derimot en indikator for at kropps komposisjons-protokollen kan bidra med å forhindre unødvendig bruk av KM hos overvektige pasienter og imøtekomme kravene til muskuløse pasienter.

Reduserte utgifter kan oppnås ved å unngå overdreven bruk av KM. En flaske 500 ml Omnipaque 350 koster 1469,61 kr, og medfører betydningsfulle utgifter for sykehuset. Forutsett at bildediagnostiske krav imøtekommes, bør hver enkelt avdeling forsøke å holde forbruket av KM så lavt som mulig. Sykehuset kan spare store utgifter på dette over lengre tid, samtidig som sannsynligheten for bivirkninger reduseres ved mindre bruk av KM.

Det vises å være forskjeller mellom kvinner og menn når det gjelder kontrastoppladning. Kvinner har biologisk sett en høyere fettprosent enn menn, som medfører at fett utgjør en større andel av den totale vekten ved lik vekt og høyde. Som følge av dette har som regel ikke kvinner det samme behovet for KM pr kg kroppsvekt for å oppnå adekvat kontrastoppladning. En mulig løsning som tar hensyn til dette kan være å dosere kvinnelige pasienter mindre KM pr kg kroppsvekt enn menn.

Basert på teori og resultater fra valgte studier, konkluderer vi med at bruk av kropps komposisjons-protokollen kan ha flere fordeler ovenfor vekt kategoriserings-protokollen. Kropps komposisjons-protokollen kan medføre en mer homogen kontrastoppladning hos ulike pasienter med forskjellig vekt. Dette som følge av at den opererer med mindre vektintervaller. Videre kan kropps komposisjons-protokollen forhindre overdreven bruk av KM til overvektige pasienter, samtidig som den kan imøtekomme behovet muskuløse pasienter har for å oppnå adekvat kontrastoppladning.

Det er behov for videre forskning som spesifikt sammenligner de norske protokollene for å stille en sikrere konklusjon. Det hadde vært interessant å se forskning som sammenligner den

subjektive kroppskomposisjons-protokollen med en objektiv kontrast-protokoll som er skreddersydd pasientens kroppsindekser.

7.0 Kildehenvisninger og litteraturliste

Awai, K., Higaki, T. og Tatsugami, F. (2017) *Contrast Enhancement at CT*. Tilgjengelig fra: https://link.springer.com/chapter/10.1007%2F174_2016_98 (Hentet: 08. april 2021)

Bae, K. T. (2010) Intravenous Contrast Medium Administration and Scan Timing at CT: Considerations and Approaches, *Reviews and Commentary State of the Art*, 256 (1). doi: 10.1148/radiol.10090908 (Hentet: 10. april 2021)

Bushong, S. C. (2017) *Radiologic Science for Technologists*. 11. utgave. St. Louis, Missouri: Elsevier.

Caruso *et al.* (2021) Optimization of contrast medium volume for abdominal CT in oncologic patients: prospective comparison between fixed and lean body weight-adapted dosing protocols, *Insights into Imaging*, 12 (40). doi: 10.1186/s13244-021-00980-0 (Hentet: 18. april 2021)

Costa, A. F. Peet, K og Abdolell, M. (2019) Dosing Iodinated Contrast Media According to Lean Versus Total Body Weight at Abdominal CT: A Stratified Randomized Controlled Trial, *Academic Radiology*, 27 (6), s. 833-840. doi: 10.1016/j.acra.2019.07.014 (Hentet: 18. april 2021)

Davenport *et al.* (2017) Effect of Fixed-Volume and Weight-Based Dosing Regimens on the Cost and Volume of Administered Iodinated Contrast Material at Abdominal CT, *Journal of the American College of Radiology*, 14 (3), s. 359-370. doi: 10.1016/j.jacr.2016.09.001 (Hentet: 27. april 2021)

Eurek Alert (2009) *Why do women store fat differently from men?* Tilgjengelig fra: https://www.eurekalert.org/pub_releases/2009-03/uons-wdw030209.php (Hentet: 4. mai 2021)

Forsberg, C. og Wengström, Y. (2008) *Att göra systematiska litteraturstudier: värdering, analys och presentation av omvårdnadsforskning*. 2. utg. Stockholm: Natur & Kultur

Forskrift om nasjonal retningslinje for radiografutdanning (2019) *Forskrift om nasjonal retningslinje for radiografutdanning*. Tilgjengelig fra: https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2019-03-15-415/KAPITTEL_1 (Hentet: 15. april 2021)

Hanger, N. (2018) *Kontrastmidler i røntgendiagnostikk for radiografer*. 2. utg. Trondheim: Akademika

Helsebiblioteket (2016) *Sjekklistor*. Tilgjengelig fra: <https://www.helsebiblioteket.no/kunnskapsbasert-praksis/kritisk-vurdering/sjekklistor> (Hentet: 20. april 2021)

Kidoh *et al.* (2013) Contrast Enhancement During Hepatic Computed Tomography: Effect of Total Body Weight, Height, Body Mass Index, Blood Volume, Lean Body Weight, and Body Surface Area, *Journal of Computer Assisted Tomography*, 37 (2), s. 159-163. doi: 10.1097/RCT.0b013e31827dbc08 (Hentet: 18. april 2021)

Kondo *et al.* (2013) Body size indices to determine iodine mass with contrast-enhanced multi-detector computed tomography of the upper abdomen: does body surface area outperform total body weight or lean body weight?, *European Radiology*, 23, s. 1855-1861. doi: 10.1007/s00330-013-2808-z (Hentet: 18. april 2021)

Kusk, M. (2018) *Multislice CT Billedkvalitet, Dosis & Teknikk*. 2 utgave. Esbjerg: Radiografiens forlag

Malterud, K. (2017) *Kvalitativ metasyntese som forskningsmetode i medisin og helsefag*. Bergen: Universitetsforlaget

Norges Bank (2021) *Valutakurser*. Tilgjengelig fra: <https://www.norges-bank.no/tema/Statistikk/Valutakurser/> (Hentet: 7. mai 2021)

Peet, K., Clarke, S. og Costa, A. F. (2018) Hepatic enhancement differences when dosing iodinated contrast media according to total versus lean body weight, *Acta Radiologica*, 60 (7), s. 807-814. doi: 10.1177/0284185118801137 (Hentet: 18. april 2021)

Pripp, A. H. (2018) Pearsons eller Spearmans korrelasjonskoeffisienter, *Tidsskriftet den norske legeforening*, 8. doi: 10.4045/tidsskr.18.0042 (Hentet: 24. april 2021)

Riksrevisjonen (2017) *Riksrevisjonens undersøkelse av bruken av poliklinisk bildediagnostikk*. (Riksrevisjonens administrative rapport nr. 1 03/2017). Bergen: Riksrevisjonen. Tilgjengelig fra: <https://www.riksrevisjonen.no/globalassets/rapporter/no-2016-2017/bilediagnostikk.pdf> (Hentet: 15. april 2021)

Romans, L. (2018) *Computed Tomography for Technologists*. 2. utgave. Philadelphia: Wolters Kluwer

Skoglund, I. 2018. Bruk av kontrastmiddel ved CT undersøkelser. *RAD2051 Radiograffaglige emneområder*. Tilgjengelig fra: https://ntnu.blackboard.com/ultra/courses/_18664_1/cl/outline (Hentet: 26. april 2021)

Svensson, A. *et al.* (2012) Hepatic contrast medium enhancement at computed tomography and its correlation with various body size measures, *Acta Radiologica*, 53 (6), s. 601-606. doi: 10.1258/ar.2012. (Hentet: 18. april 2021)

Støren, I. (2010) *Bare søk! : praktisk veiledning i å systematisere kunnskap*. Oslo: Cappelen Damm Akademisk

World Data (2021) *Body size by country*. Tilgjengelig fra: <https://www.worlddata.info/average-bodyheight.php> (Hentet: 27. april 2021)

Zanardo *et al.* (2018) Abdominal CT: a radiologist-driven adjustment of the dose iodinated contrast agent approaches a calculation per lean body weight, *European Radiology Experimental*, 2 (1). doi: 10.1186/s41747-018-0074-1 (Hentet: 18. april 2021)

Øvern, K, M. (2021) *Introduksjon*. Tilgjengelig fra: <https://systemlit.wordpress.com/introduksjon/> (Hentet: 28. april 2021)

Vedlegg nr. 1

8. mai 2021 kl. 18:53 skrev Kris Peet <Kris.Peet@dal.ca>:

Please feel free to use the formula. We adapted it from others' strategies, and I hope you do the same. I'd also love it if you sent me your thesis when you're done. If you have any questions about how our studies went, or otherwise, just let me know.

KP

--

Kris A. Peet, MD, FRCPC

On Sat, May 8, 2021 at 4:54, Oddvin A.F Knapp <oaik@hotmail.com> wrote:

CAUTION: The Sender of this email is not from within Dalhousie.

Dear Dr. Peet,

I am sending this e-mail on behalf of myself and a co-student of The Norwegian University of Science and Technology. We are on our last semester of studying radiography and we are writing our final exam for our bachelor's degree. In the bachelor thesis we are comparing the differences of using a fixed dose protocol vs. a tailored protocol when administering contrast for an abdominal CT. We are asking for your permission to use your equation for MHE from your 2019 study «*Hepatic enhancement differences when dosing iodinated contrast media according to total versus lean body weight*» for illustration. We hope you reply.

Sincerely,

Oddvin Andreas Fjellheim Knapp

Vedlegg nr. 2

Inklusjonskriterium	Begrunnelse
Artikler publisert fra og med 2011	Vi er ute etter oppdatert forskning, siden kunnskap innen medisin utvikler seg raskt. Eldre forskning kan medføre utdatert kunnskap, som ville svekket litteraturstudiens pålitelighet
Artikler som omtaler CT-undersøkelser av abdomen eller lever	Disse artiklene kan være relevante for problemstillingen
Artikler som omtaler effekten av KM ved CT av abdomen eller lever	Disse artiklene kan være relevante for problemstillingen
Artikler som omtaler betydning av kroppssammensetning i sammenheng med kontrastoppladning	Disse artiklene kan være relevante for problemstillingen

Artikler utgitt på engelsk eller norsk	Vi har god kompetanse i disse språkene
Originalartikler	En litteraturstudie bør bestå av originalartikler
Eksklusjonskriterium	Begrunnelse
Artikler publisert før 2011	Vi er ikke interessert i utdatert forskning
Artikler som omtaler andre CT-undersøkelser enn abdomen eller lever	Ikke relevant for problemstillingen
Artikler av CT-undersøkelse uten KM	Ikke relevant for problemstillingen
Artikler utgitt på andre språk enn engelsk eller norsk	Disse artiklene kan være utfordrende å tolke som følge av våre begrensede språkkunnskaper. Dette kan føre til mistolking
Oversiktsstudier	En litteraturstudie er en oversiktsstudie. Oppgaven blir styrket dersom vi setter søkelys på primærstudier

Vedlegg nr. 3

Søkeord	Database	Kombinasjoner	Antall treff	Utvalgt
1. Computed tomography 2. CT	PubMed	1 AND 4 AND 5 AND 7 AND 10 AND 11 AND 12	16	6
3. Abdominal 4. Contrast agent	PubMed	2 AND 3 AND 6 AND 9 AND 12	4	1
5. Body weight 6. Weight based 7. Lean body weight	CINAHL	1 AND 4 AND 6 AND 8 AND 12	3	1
8. Fixed dose 9. Fixed volume 10. Liver 11. Contrast enhancement 12. Journal article not reveiw				

Vedlegg nr. 4

Fra: Anthony George <anthonygeorge86@googlemail.com>
Dato: 28. april 2021 kl. 17:47:01 CEST
Til: "Oddvin A.F Knapp" <oafk@hotmail.com>
Emne: Re: Permission to use material

Dear Mr Knapp

I am happy for you to use those figures.

Best wishes

Anthony George

On Wed, 28 Apr 2021 at 13:16, Oddvin A.F Knapp <oafk@hotmail.com> wrote:

Dear Mr. George,

I am sending this e-mail on behalf of myself and a co-student of The Norwegian University of Science and Technology. We are on our last semester of studying radiography and we are writing our final exam for our bachelor's degree. In the bachelor thesis we are comparing the differences of using a fixed dose protocol vs. a tailored protocol when administering contrast for an abdominal CT. We are asking for your permission to use Figures 1 and 2 from your 2016 study «Comparison between a fixed-dose contrast protocol and a weight-based contrast dosing protocol in abdominal CT» for illustration. We hope you reply.

Sincerely
Oddvin Andreas Fjellheim Knapp

--

Dr. Anthony George

