

Kontrastmiddelrutiner ved Norske sykehus – en kartleggingsstudie

Contrast media routines in Norwegian hospitals – a mapping study

Tor-Ove Dalen, Dennis Årre Høyenes, Albertina Rusandu
Institutt for sirkulasjon og bildediagnostikk,
Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet

Sammendrag

Introduksjon

Optimal kontrastoppladning i interesseorgan er avgjørende for bildekvaliteten i en CT-undersøkelse. En rekke bivirkninger er knyttet til bruk av kontrastmidler, alt fra enkle, til potensielt meget alvorlige. Bruk av så liten kontrastmiddelmengde som mulig, uten å redusere bildekvaliteten er derfor å foretrekke, med tanke på pasientens sikkerhet. Det finnes flere utregningsmetoder, som tar hensyn til ulike faktorer som brukes for å komme frem til aktuell kontrastmiddelmengde. I vårt prosjekt har vi valgt å fokusere på kontrastmidlene som blir tatt i bruk ved en CT lever på de statlige sykehusene i Norge, og ønsker å få frem forskjeller i kontrastmiddelrutiner.

Metode

Det ble sendt henvendelser til samtlige statlige sykehus i Norge som har CT-lab, med forespørsel om tilsending av deres leverprotokoll, samt et kort spørreskjema. Det ble laget åtte eksempel-pasienter med ulike egenskaper som kjønn, vekt og kroppskomposisjon. Innsamlede data fra protokoller og spørreskjema ble brukt for å beregne mengden kontrastmiddel hver av respondentene ville gitt til de ulike eksempelpasientene. Det ble også brukt tidligere studier for å regne ut anbefalte mengder med tanke på både pasientens sikkerhet og optimal bildekvalitet.

Resultat

Utregningene viser stor variasjon (66% og 117%) i kontrastmiddelmengde som ville blitt gitt til eksempelpasientene. Av de 30 deltagende sykehusene, bruker 6 programvare, 17 bruker vekttabeller, 2 bruker fast mengde og 5 bruker vekttabeller som tar hensyn til kroppskomposisjon som utregningsmetoder. Ingen av sykehusene ville gitt høyere kontrastmiddelmengde enn de anbefalte mengdene i forhold til pasientens sikkerhet, mens mellom 7% - 36,7% av sykehusene ville gitt mengder som er lavere enn anbefalingene i forhold til optimal bildekvalitet.

Konklusjon

Studien viser store forskjeller i kontrastmiddelbruken blant norske sykehus. Det er store forbedringspotensialer i forhold til standardisering av kontrastmiddelrutiner. Optimalisering av kontrastmiddelrutiner vil kunne medføre fordeler for både pasienten, bildekvaliteten samt økonomisk.

Abstract

Introduction

Optimal contrast enhancement in the organ of interest is crucial for the image quality of a CT examination. Potential side effects of contrast media range from mild to potentially severe. The use of the smallest possible amount, without compromising the image quality, is therefore preferable considering patient safety. Different methods of calculations, that consider different factors, are used to calculate the relevant amount. Our project focuses on the contrast media used in a "CT liver" examination among the public hospitals in Norway, and we wish to present the differences in contrast media routines.

Methods

Inquiries were sent to every public hospital that have a CT-lab in Norway, asking for their liver protocol, also including a short questionnaire. Eight example patients with different characteristics (sex, weight and body composition) were created. Information from the protocols and the questionnaires were used to calculate the amount of contrast media each of the hospitals would give to each example patient. Previous studies were used to calculate

the recommended amounts of contrast media based on patient safety and optimal image quality.

Results

Calculations show differences between 66% and 117% (from lowest to highest amount) of contrast media given to the example patients. Out of the 30 participating hospitals, 6 use software, 17 use weight tables, 2 use fixed amounts and 5 use weight tables that takes body composition into consideration as their methods of calculating the amount of contrast media. None would have given more than the recommended amounts, considering patient safety, while between 6,7% and 36,7% would have given less than the recommended amounts, considering image quality.

Conclusion

The results show significant differences in contrast media usage among Norwegian hospitals. In conclusion, there is room for improvement and standardization of contrast media routines. Optimization of contrast media routines will benefit both patient safety, image quality and cost.

Introduksjon

Optimal kontrastmiddeloppladning i interesseorgan er avgjørende for bildekvaliteten, og dette påvirkes blant annet av pasientens kroppsvekt, kropps komposisjon, høyde, alder og sirkulasjon (1). Bruk av intravenøse kontrastmidler er ikke helt risikofritt. Komplikasjoner knyttet til bruk av kontrastmidler kan variere fra enkle bivirkninger som kvalme, utslett, kløe og oppkast, til mer alvorlige komplikasjoner som anafylaktiske sjokk, pusteproblemer og hjerteproblemer (2,3). De fleste bivirkningene er kortvarige, men noen komplikasjoner kan være permanent skadelige for kroppen. En av disse er akutt nyresvikt. For mye kontrastmiddel kan være skadelig for pasienten. Spesielt er pasienter med nedsatt nyrefunksjon i risikogruppen for bivirkninger eller skader etter kontrastmiddelinjeksjoner(4). En forutsetning for at man kan gi den ønskelige kontrastmiddelmengden, er at pasientens nyrefunksjon er god nok. Om GFR-verdien er under en viss toleransegrense (som varierer mellom sykehusene), er det nødvendig med justering av kontrastmiddelmengden. En studie fra 1989 (5) har utviklet en formel som gir en øvre grense for kontrastmiddelmengde, basert

på kroppsvekt og kreatinin-nivå i blodet. Denne formelen har i senere tid blitt brukt flere studier (6-8), og beskrives som:

5 ml kontrastmiddel (300 mg/ml konsentrasjon) x kroppsvekt (kg) ÷ kreatinin (mg/dl).

Når det administreres en fast kontrastmiddelmengde til alle pasienter, kan store pasienter få for liten kontrastmiddelmengde som kan føre til suboptimal kontrastoppladning i målorgan. Veldig små pasienter kan få unødvendig stor mengde som kan øke risiko for bivirkninger. En annen faktor som kan være viktig i utregning av kontrastmiddelmengden, er kropps-komposisjonen til pasienten. På grunn av vaskularisering er det ulik oppladning av kontrastmiddel i ulike vev i kroppen. Fettvev er mindre vaskularisert enn muskelvev. Dermed vil pasienter med lik vekt, men ulik kropps-komposisjon, behøve ulike mengder kontrastmiddel. Når det tas hensyn til både kropps-komposisjon og vekt, kan det gi en mer nøyaktig tilnærming av ønsket kontrastmiddel-oppladning i målområdet hos flere pasienter (1, 9-11).

Når man injiserer for liten kontrastmiddelmengde, kan det gå utover bildekvaliteten, og man kan miste viktige detaljer som man kunne sett ved bruk av høyere kontrastmiddelmengde. Ved bruk av konsentrasjoner mellom 300 mg/ml og 370 mg/ml er det ikke anbefalt å gi en lavere kontrastmiddelmengde enn 120-150 ml (12). Felleskatalogen anbefaler mengder mellom 100-150 ml av Omnipaque 350 mg/ml, og 100-200 ml av Iomeron 350 mg/ml (13,14). En studie fra 1995 (15) har gått ut fra optimal oppladning i leveren, og konkluderer med at dette bør være en økning på 50-60 Hounsfield-enheter (HU), fra de originale HU-verdiene i målorganet. Disse verdiene har i senere tid blitt brukt i andre studier (1,9-11). En oversiktsartikkel fra 2009 (16) har utarbeidet tabeller for anbefalte mengder kontrastmiddel ut fra kroppsvekt og kropps-komposisjon, for å oppnå en optimal oppladning i leveren ved en økning på 50-60 HU.

GE Healthcare har programvarer som blant annet brukes for å regne ut GFR-verdier (OmniVis) og kontrastmiddelmengde (OmniDos). I OmniDos skrives pasientens kroppsvekt inn, og man får en tilpasset kontrastmiddelmengde ut fra en referanseverdi som er satt for den enkelte undersøkelsen i programvaren.

Det er begrenset med forskning som omhandler kartlegging av kontrastmiddelrutiner. En publisert masteroppgave fra 2013 kartlegger bruken av ioniserte intravenøse kontrastmidler i de forskjellige enhetene i Oslo Universitetssykehus og konkluderer med forskjeller innad i

helseforetaket på en rekke rutiner som angår kontrastmiddelbruk (17). Man kan med rimelighet anta at det finnes også forskjeller mellom sykehusene i Norge.

Hovedformålet med prosjektet er å kartlegge forskjeller i kontrastmiddelbruk ved de forskjellige sykehusene i landet. Ved å kaste lys over eventuelle forskjeller, vil dette prosjektet være nyttig for eventuell standardisering av kontrastmiddelbruken blant sykehusene i Norge. Bedre retningslinjer ved kontrastmiddelbruk vil kunne spare pasienten for unødvendige mengder kontrastmiddel, uten at det går utover bildekvaliteten. Det vil også være mulig å kunne spare penger ved forbedring av kontrastmiddelbruken.

Vi har valgt å avgrense til kontrastmiddelbruken i én undersøkelse og vi har valgt er CT lever, og vi har sammenlignet protokollene/rutinene rundt dette blant sykehusene i Norge.

Vi ønsket også å få kartlagt utregningsmetoden som de ulike sykehusene bruker for å komme frem til den kontrastmiddelmengden som de bruker til undersøkelsen. Årsaken er at vi mener at dette er den største faktoren som medfører forskjell i kontrastmiddelmengder på de ulike sykehusene.

Metode

Utvalg

Det ble sendt forespørsel om deltakelse i prosjektet til bildediagnostisk avdeling ved alle 54 sykehus i Norge som utfører CT-undersøkelser.

Innsamlingsmetode

Det ble sendt e-post som inneholdt informasjon, formål og omfang av prosjektet, forespørsel om tilsending av aktuell protokoll, samt et kort spørreskjema med hensikt å innhente annen relevant informasjon om avdelingenes rutiner, og for å unngå tap av nødvendig informasjon, grunnet forskjeller i protokollutforming. Forskningsprotokoll med mer detaljert beskrivelse av prosjektet ble også vedlagt i e-posten. Det ble gitt svarfrist innen to uker. Etter fristen gikk ut, ble det sendt purringer til de som ikke hadde svart.

Dataanalyse

For utregning av kontrastmiddelmengder ble det utarbeidet åtte eksempelpasienter, fire kvinner og fire menn med ulik vekt og kropps komposisjon. Dette ble gjort for å få testet

utregningsmetodene til sykehusene på flere pasienter, samt skape et mer realistisk scenario ved å få representert flere ulike pasientgrupper. De åtte eksempelpasientene som ble utarbeidet, ga totalt to undervektige, fire normalvektige og to overvektige personer (Tabell 1).

	Kroppstype	Høyde (cm)	Vekt (kg)	Alder (år)	Kreatininnivå (µmol/l)
Pasient 1 (Mann)	Undervektig	185	60	25	90
Pasient 2 (Kvinne)	Undervektig	165	50	25	80
Pasient 3 (Mann)	Normalvektig	185	80	25	90
Pasient 4 (Kvinne)	Normalvektig	165	60	25	80
Pasient 5 (Mann)	Normalvektig (atletisk)	185	80	25	90
Pasient 6 (Kvinne)	Normalvektig (atletisk)	165	60	25	80
Pasient 7 (Mann)	Overvektig	185	130	25	90
Pasient 8 (Kvinne)	Overvektig	165	100	25	80

Tabell 1. Eksempelpasientene med pasientkarakteristika.

Årsaken til valget av fire normalvektige pasienter er at vi ønsket å få fram forskjellene i bruk av utregningsmetoder basert på kroppskomposisjon i tillegg til kroppsvekt. Derfor ble to av de normalvektige pasientene gjort atletiske, med høy muskelmasse og lav fettprosent. Alle de mannlige pasientene ble gitt lik, normal høyde og kreatinin-nivå i blodet, og det samme ble gjort til de kvinnelige pasientene. Det er blitt bekreftet med en BMI-kalkulator at kroppsvekt og høyde korrelerer med beskrivelsene av kroppstypene. Kreatinin-verdien ble inkludert fordi den er nødvendig i enkelte av utregningsmetodene. Alle pasientene har også samme alder. Disse verdiene ble satt til normale på alle pasientene, for å gjøre det enklest mulig å framstille gode resultater som er mulige å sammenligne med hverandre. Dette medfører at resultatene i denne studien ikke representerer pasienter med nedsatt nyrefunksjon.

Ved utregningen av kontrastmiddelmengdene, regnet vi selv ut mengden ved hjelp av utregningsmetodene som de ulike sykehusene benytter. Vi regnet ut kontrastmiddelmengder ved bruk av OmiDose for sykehusene som benytter denne programvaren. Her endte vi opp med samme mengde for alle sykehusene, som er forutsatt

at alle bruker samme referansedose. Ved sykehus som hadde noe annet enn 350 mgI/ml som konsentrasjon, ble det regnet om, ved hjelp av total Jod-dose som ble gitt, slik at vi fikk den mengden som ville bli gitt med konsentrasjonen 350 mgI/ml. I tilfeller hvor det ble sendt mer enn én protokoll fra en respondent, ble det forsøkt å velge mest mulig like protokoller som der det ble sendt bare én protokoll. Ved å bruke en kalkulator (18) som tar utgangspunkt i studien til Brown (6), ble det regnet ut den maksimale dosen som kunne bli gitt til eksempelpasientene. I forhold til formelen til Cigarroa (5), tar denne kalkulatoren for seg konsentrasjonen på kontrastmiddelet i tillegg. Den regnet også om kreatinin-verdien fra mg/dl til $\mu\text{mol/l}$.

Det ble også regnet ut anbefalte mengder kontrastmiddel for å oppnå optimal oppladning i leveren, basert på resultater fra to studier (15,16). Dette ble gjort ut fra eksempelpasientenes estimerte kroppsvekt uten fett, som er basert på kroppscomposisjon. Det ble laget en tabell som viser hvor mange sykehus som ville gitt over, og hvor mange som ville gitt under den anbefalte kontrastmiddelmengden til eksempelpasientene. I tillegg ble det laget en kolonne som viser hvor mange sykehus som ville gitt mer enn 10 ml under den anbefalte kontrastmiddelmengden. Dette ble gjort for å ta hensyn til at enkelte av mengdene som ville blitt gitt, lå tett under de anbefalte mengdene, som ikke nødvendigvis ville påvirket bildekvaliteten.

Framstilling av resultater

For å framstille resultatene ble det konstruert figurer med Microsoft Excel, og for å analysere dataene ble programmet SPSS Statistics (versjon 24, 2016) av IBM brukt. I spørreskjemaet ble det stilt åpne spørsmål, slik at respondentene selv kunne skrive fritt.

Etiske implikasjoner

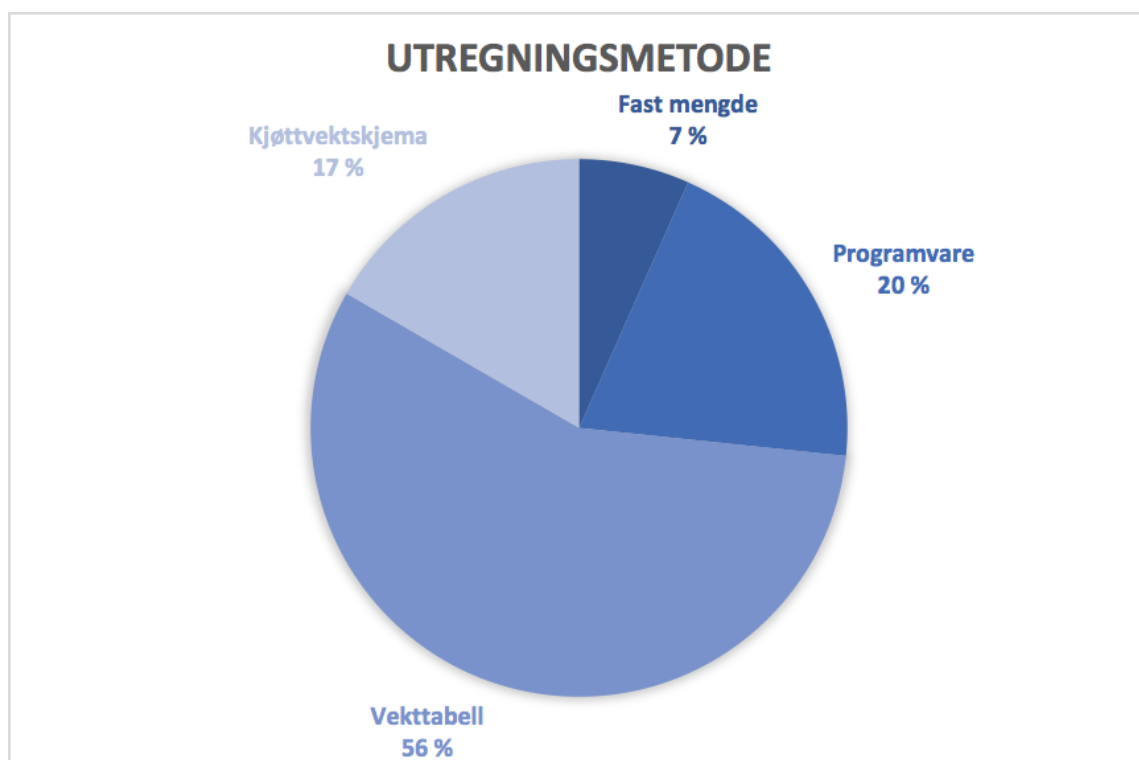
Prosjektet vårt innebar verken innsamling av pasientdata eller invasjon av noens privatliv og deltakelse i prosjektet var helt frivillig. Vi informerte også om at det ikke ville bli sendt med et skriftlig samtykkeskjema, men at deling av protokoll/prosedyrer og liknende informasjon som var aktuelt til vårt prosjekt ble ansett som tilstrekkelig uttrykk for samtykke. For at respondentene skulle holdes anonyme, ble hvert av sykehusene tildelt sitt eget nummer, som de beholdt gjennom hele prosjektet.

Resultater

Av de 54 sykehusene som ble forespurt om deltakelse, svarte 36 av dem. Tre av sykehusene kunne ikke delta på grunn av mangel på CT, og 3 sykehus ønsket ikke å delta i prosjektet. Total deltakelsesprosent blir dermed $\approx 56\%$. Av de 19 helseforetakene som ble forespurt om deltakelse, er 17 av dem representert i prosjektet. Dette gir en svarprosent $\approx 89\%$ blant helseforetak.

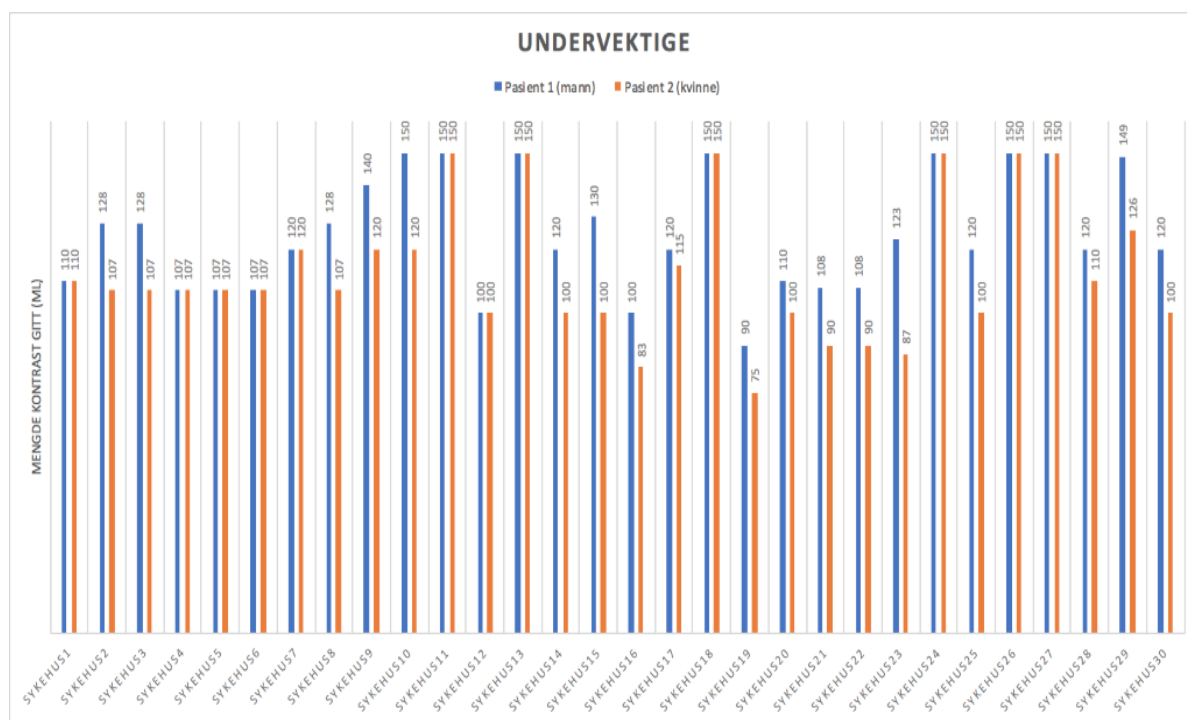
Av sykehusene som deltok i prosjektet, bruker 27 (90%) av dem Omnipaque[®] fra GE Healthcare, og 3 (10%) av dem bruker Iomeron[®] fra Bracco Imaging. 29 av de 30 ($\approx 97\%$) sykehusene som deltok i prosjektet bruker kontrastmidler med en konsentrasjon på 350 mgI/ml, og ett ($\approx 3\%$) av dem bruker 400 mgI/ml.

Som utregningsmetode for kontrastmiddelmengde bruker 6 av sykehusene programvare, 17 bruker diverse vekttabeller, 2 bruker fast mengde og 5 bruker tabeller som tar hensyn til kroppskomposisjon (kjøttvektskjema) i tillegg til kroppsvekt (Figur 1).



Figur 1. Respondentenes oppgitte utregningsmetode for kontrastmiddel i prosentandel av det totale antall respondenter.

12 av de 30 respondentene ville gitt lik kontrastmiddelmengde til den kvinnelige og mannlige undervektig pasient (Figur 2).

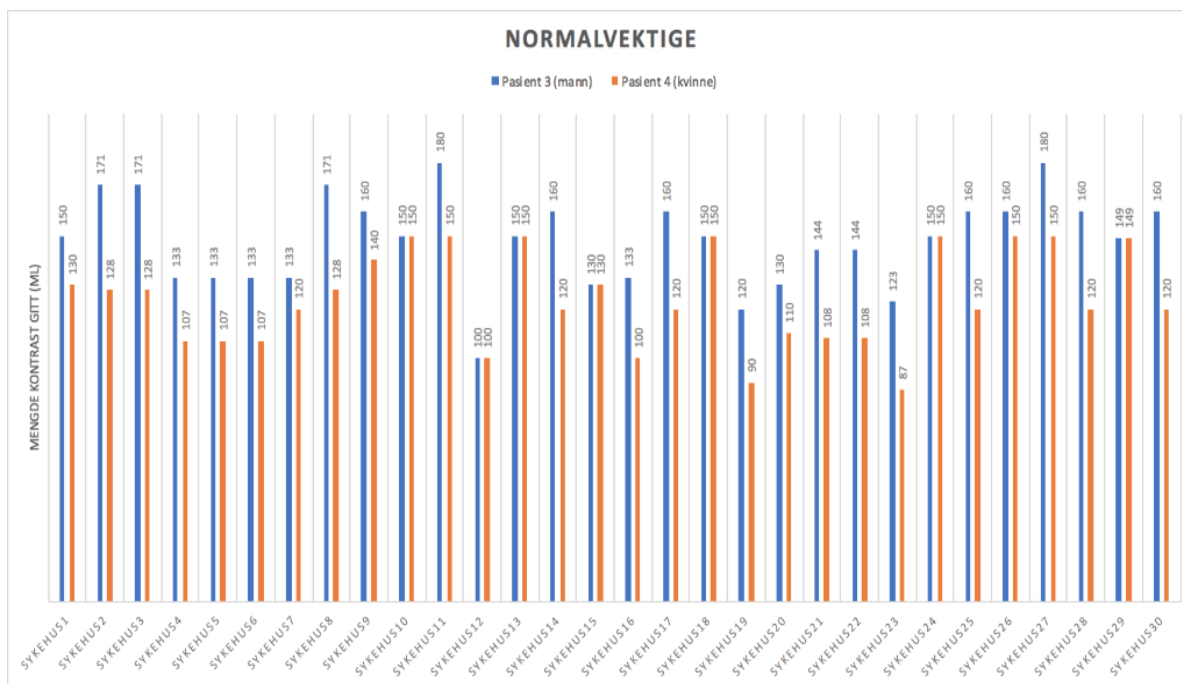


Figur 2 Kontrastmiddelmengden til pasient 1 og 2 som sykehusene ville gitt, basert på deres egen utregningsmetode.

Hos pasient 1 var den laveste kontrastmiddelmengden som ville blitt gitt 90 ml, og den høyeste 150 ml, som gir en variasjonsbredde på 60 ml. Dette er en forskjell på 66%. Gjennomsnittlig kontrastmiddelmengde som ville bli gitt til denne pasienten er 124,8 ml, medianen er 120 ml, og standardavviket er på 18,4 ml. Den utregnede maksimale mengden basert på litteratur (5,6,18) er 251 ml, og den utregnede anbefalte mengden basert på litteratur (15,16) er 116 ml.

Hos pasient 2 var den laveste kontrastmiddelmengden som ville blitt gitt 75 ml, og den høyeste 150 ml. Her blir da variasjonsbredden på 75 ml, som er en forskjell på 100%. Gjennomsnittlig kontrastmiddelmengde som ville bli gitt til denne pasienten er 112,9 ml, medianen ligger på 107 ml og standardavviket her er på 21,9 ml. Den utregnede maksimale mengden basert på litteratur (5,6,18) er 236 ml, og den utregnede anbefalte mengden basert på litteratur (15,16) er 95 ml.

Sju av de 30 respondentene ville gitt lik kontrastmiddelmengde til den kvinnelige og mannlige normalvektige pasient (Figur 3).



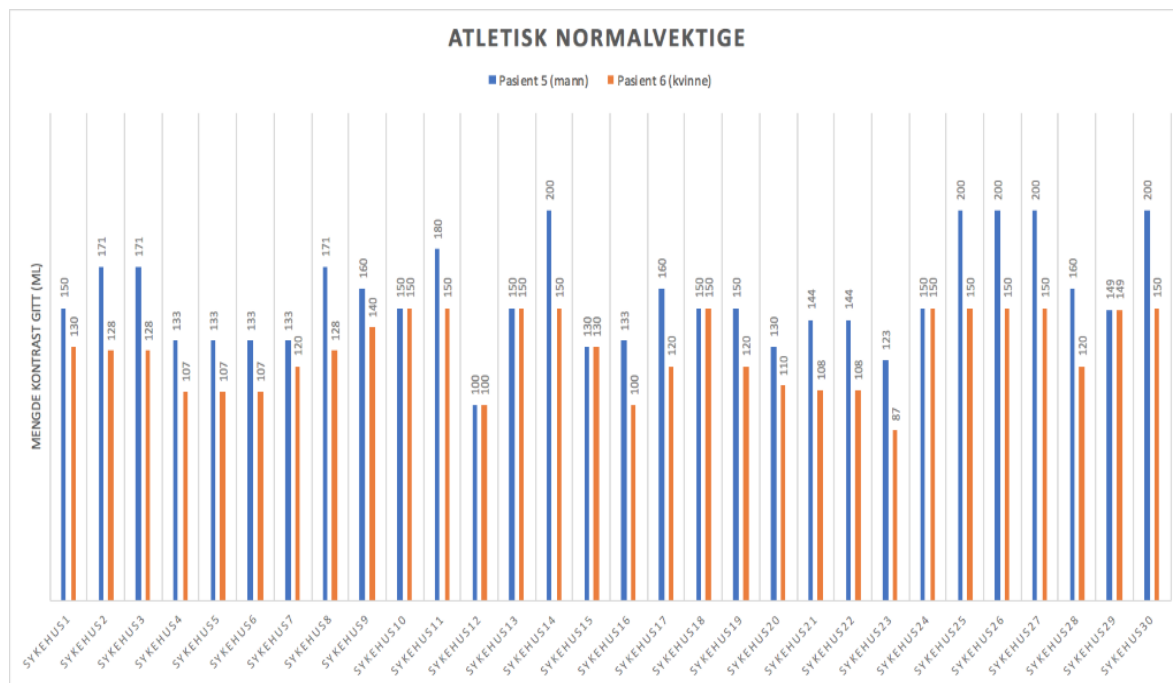
Figur 3. Respondentenes oppgitte utregningsmetode for kontrastmiddel i prosentandel av det totale antall respondenter.

Hos pasient 3 var den laveste kontrastmiddelmengden som ville blitt gitt 100 ml, og den høyeste mengden 180 ml. Dette gir en variasjonsbredde på 80 ml, og en forskjell på 80%. Gjennomsnittlig kontrastmiddelmengde som ville gitt til denne pasienten er 148,4 ml, medianen er 150 ml og standardavviket er på 18,7 ml. Den utregnede maksimale mengden basert på litteratur (5,6,18) er 257 ml, og den utregnede anbefalte mengden basert på litteratur (15,16) er 134 ml.

Hos pasient 4 var den laveste kontrastmiddelmengden som ville blitt gitt 87 ml, og den høyeste mengden var 150 ml. Dette gir en variasjonsbredde på 63 ml og en forskjell på 72,4%. Gjennomsnittlig kontrastmiddelmengde som ville bli gitt til denne pasienten er 124,2 ml, medianen er 120 ml og standardavviket er på 19,5 ml. Den utregnede maksimale mengden basert på litteratur (5,6,18) er 257 ml, og den utregnede anbefalte mengden basert på litteratur (15,16) er 95 ml.

7 av de 30 respondentene ville gitt samme kontrastmiddelmengde til den kvinnelige og mannlige atletiske pasient (Figur 4). Blant de 5 sykehusene som tar hensyn til

kroppskomposisjonen i tillegg til kroppsvekten, er det en gjennomsnittlig økning på 21,8% for pasient 5, og 14,3% for pasient 6, sammenlignet med mengdene som gis til normalvektige non-atletiske pasienter.

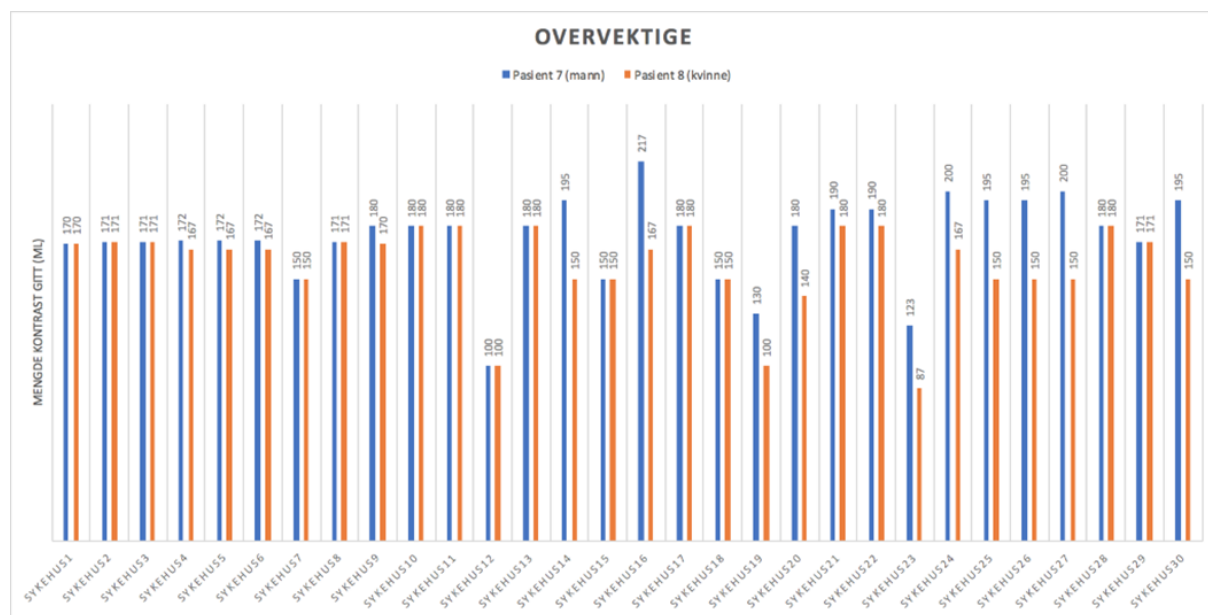


Figur 4. Kontrastmiddelmengden til pasient 3 og 4 som sykehusene ville gitt, basert på deres egen utregningsmetode.

Hos pasient 5 var den laveste kontrastmiddelmengden som ville blitt gitt 100 ml, og den høyeste 200 ml. Dette gir en variasjonsbredde på 100 ml, og en forskjell på 100%. Gjennomsnittlig kontrastmiddelmengde som ville bli gitt til denne pasienten er 155,3 ml, medianen er 150 ml og standardavviket er på 26,1 ml. Den utregnede maksimale mengden basert på litteratur (5,6,18) er 257 ml, og den utregnede anbefalte mengden basert på litteratur (15,16) er 145 ml.

Hos pasient 6 var den laveste kontrastmiddelmengden som ville blitt gitt 87 ml, og den høyeste mengden var 150 ml. Dette gir en variasjonsbredde på 63 ml, og en forskjell på 72,4%. Gjennomsnittlig kontrastmiddelmengde som ville bli gitt til denne pasienten er 128,2 ml, medianen er 128 ml og standardavviket er på 19,8 ml. Den utregnede maksimale mengden basert på litteratur (5,6,18) er 257 ml, og den utregnede anbefalte mengden basert på litteratur (15,16) er 104 ml.

14 av de 30 respondentene ville gitt samme kontrastmiddelmengde til den kvinnelige og mannlige overvektige pasient (Figur 5).



Figur 5. Kontrastmiddelmengden til pasient 5 og 6 som sykehusene ville gitt, basert på deres egen utregningsmetode.

Hos pasient 7 var den laveste kontrastmiddelmengden som ville blitt gitt 100 ml, og den høyeste var 217 ml. Dette gir en variasjonsbredde på 117 ml, og en forskjell på 117%. Gjennomsnittlig kontrastmiddelmengde gitt til denne pasienten er 173,7 ml, medianen er 180 ml og standardavviket er på 24,6 ml. Den utregnede maksimale mengden basert på litteratur (5,6,18) er 257 ml, og den utregnede anbefalte mengden basert på litteratur (15,16), er 163 ml.

Hos pasient 8 var den laveste kontrastmiddelmengden som ville blitt gitt 87 ml, og den høyeste var 180 ml. Dette gir en variasjonsbredde på 93 ml, og en forskjell på 106,8%. Gjennomsnittlig kontrastmiddelmengde som ville bli gitt til denne pasienten er 158,2 ml, medianen er 167 ml, og standardavviket er på 24,5 ml. Den utregnede maksimale mengden basert på litteratur (5,6,18) er 257 ml, og den utregnede anbefalte mengden basert på litteratur (15,16) er 134 ml.

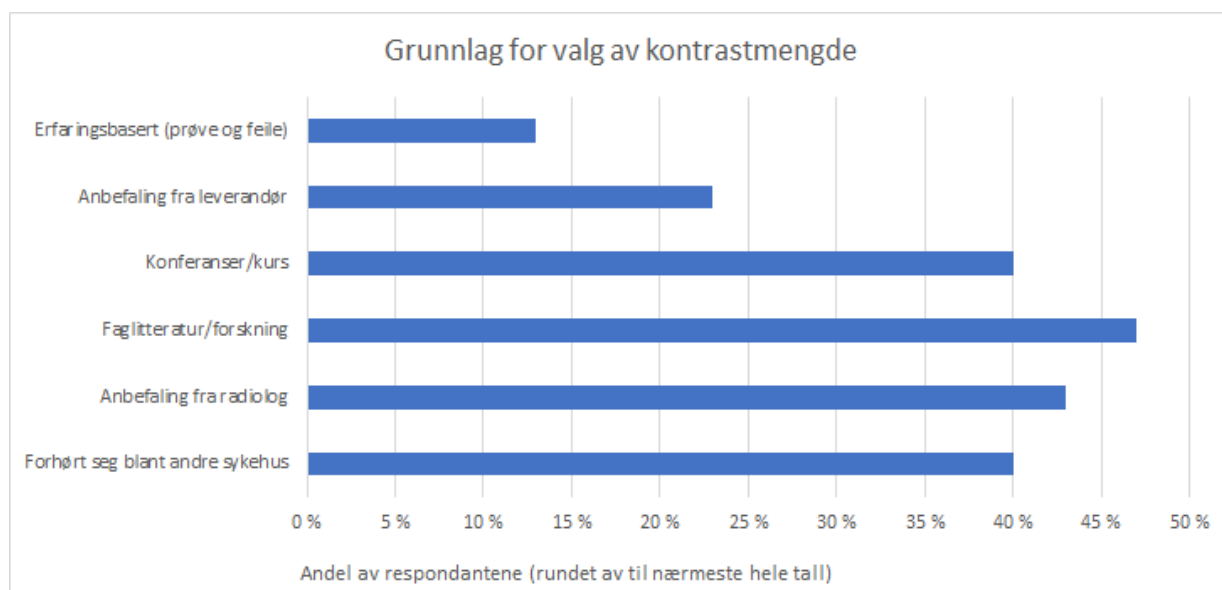
Utregnede mengder som er anbefalt for optimal bildekvalitet for leverundersøkelser varierer mellom 95-163 ml (Tabell 2). Antallet sykehus som ville gitt høyere dose enn anbefalt varierer mellom 19 (63,3%) for den mannlige atletiske pasienten og 28 (93,3%) for den

normalvektige kvinnelige pasienten. Færre sykehus gir lavere dose enn anbefalt (mellom 2 (6,7%) for den kvinnelige normalvektig pasient og 11 (36,7%) for den mannlige atletiske sykehus). Dosen er mer enn 10 ml lavere enn anbefalt i noen tilfeller (mellom 1 (3,4%) for den kvinnelige normalvektig pasient og 9 (30%) for den mannlige atletiske pasient).

	Anbefalt mengde	Over den anbefalte mengden	Under den anbefalte mengden	>10 ml under den anbefalte mengden
Pasient 1	116 ml	20 sykehus (66,7%)	10 sykehus (33,4%)	3 sykehus (10%)
Pasient 2	95 ml	25 sykehus (83,3%)	5 sykehus (16,7%)	3 sykehus (10%)
Pasient 3	134 ml	20 sykehus (66,7%)	10 sykehus (33,4%)	3 sykehus (10%)
Pasient 4	95 ml	28 sykehus (93,3%)	2 sykehus (6,7%)	1 sykehus (3,4%)
Pasient 5	145 ml	19 sykehus (63,3%)	11 sykehus (36,7%)	9 sykehus (30%)
Pasient 6	104 ml	27 sykehus (90%)	3 sykehus (10%)	1 sykehus (3,4%)
Pasient 7	163 ml	24 sykehus (80%)	6 sykehus (20%)	6 sykehus (20%)
Pasient 8	134 ml	27 sykehus (90%)	3 sykehus (10%)	6 sykehus (20%)

Tabell 2. Viser den anbefalte mengden kontrastmiddel ut fra to studier (15,16), for å oppnå optimal bildekvalitet ved leverundersøkelser for eksempelpasientene, samt at den viser oversikten over hvor mange sykehus som ville gitt over, under, og >10 ml under den anbefalte mengden kontrastmiddel. I parentes vises prosentandelen av det totale antall deltakende sykehus.

Respondentene hadde mulighet til å oppgi flere ulike grunnlag (Figur 6). De mest utbredte grunnlagene var faglitteratur/forskning var det grunnlaget (47%) og anbefaling fra radiolog, (43%) og konferanser/kurs og informasjon fra andre sykehus (40%). Anbefalinger fra leverandør og prøve og feile-metoden brukes i mindre grad (respektiv 23% og 13%).



Figur 6. Ulike grunnlag for valg av kontrastmiddelmengde som ble oppgitt av respondentene; vises i andel av det totale antall deltakende sykehus.

Diskusjon

Resultatene viser at metodene for utregning av administrert kontrastmengde varierer fra sykehus til sykehus. Bruk av diverse vekt-tabeller er den hyppigste metoden for kontrastmiddelutregning blant respondentene. Denne metoden har sin fordel ved at det tar kort tid for å komme fram til ønsket mengde, men har sine ulemper med at den ikke tar hensyn til kroppskomposisjon og dermed ulik kontrasoppladning i forskjellige vev.

Bruk av ulike metoder for utregning fører til store forskjeller på kontrastmiddelmengden som blir gitt, ut fra hvilket sykehus pasientene befinner seg på (Figur 2-5). Med forskjeller opptil 100% fra laveste til høyeste mengde for undervektige pasienter, snakker vi om ganske store mengder kontrastmiddel til pasienter som ikke har så mye kontrastladende vev i kroppen. Gjennomsnittet og medianen er relativt like for begge undervektige pasientene, som indikerer at det ikke er enkeltrespondenter som trekker gjennomsnittet opp eller ned i stor grad. Dette går stort sett igjen ved alle eksempelpasientene, uten veldig store forskjeller mellom disse to sentraltendensene. Ett unntak ser vi tydeligere og tydeligere jo tyngre pasientene blir, ved sykehuset som bruker en fast mengde på 100 ml på alle pasientene, men ellers er det ingen som peker seg tydelig ut over eller under mengdene som blir gitt.

Forskjellene er også store for normalvektige pasienter. Til tross for at kroppscomposisjon er avgjørende for oppnådd kontrastoppladning (1) er det kun fem sykehus som tar hensyn til kroppscomposisjonen i tillegg til kroppsvekt og gir en høyere kontrastmiddelmengde til de atletiske pasientene.

Med over en dobling av kontrastmiddelmengde som ville blitt gitt til pasient 7 (117%) og 8 (106,8%), kommer de største forskjellene fram blant de overvektige pasientene (figur 5). Dette kommer av at enkelte av respondentene tar hensyn til kroppscomposisjon i utregningen, hvor de gir mindre kontrastmiddel per kg kroppsvekt på grunn av høy fettprosent. Andre tar kun hensyn til den totale kroppsvekten i utregningen av kontrastmiddelet, i tillegg til de som har en fast mengde på undersøkelsen.

I figur 5 ser vi også at de største mengdene kontrast blir gitt, med den største på 217 ml. I og med at pasienten som denne mengden ville blitt gitt til, har høy fettprosent av sin totale kroppsvekt, kan det tenkes at denne pasienten ikke hadde behøvd stort mer enn en person med gjennomsnittlig vekt. Dette støttes av studien til Bae (1), som konkluderer med at kun bruk av kroppsvekt i utregning av kontrastmiddelmengden ikke er optimalt for overvektige personer.

To av respondentene bruker fast mengde i sine leverundersøkelser. En vektbasert utregning av kontrastmengder vil ifølge studier gi bedre objektiv kontrastoppladning i organer og blodårer, samt subjektivt bedre bildekvalitet (10). Dermed kan det tenkes at respondentene som tar i bruk vektbasert utregningsmetode for kontrastmiddelmengde vil ha bedre bildekvalitet på bildene sine sammenlignet med de to respondentene som tar i bruk fast mengde.

Hvis vi sammenligner kontrastmiddelmengdene som ville blitt gitt til eksempelpasientene med hverandre, ser vi noen faktorer som går igjen. Det kommer tydelig fram at det er stor variasjonsbredde ved samtlige eksempelpasienter. Med forskjeller på mellom 66% og 117% fra laveste til høyeste kontrastmiddelmengde som ville blitt gitt, er dette ett av de tydeligste funn i denne studien.

Når det gjelder pasientsikkerhet gir resultatene et inntrykk av at sykehusene jevnt over gir forsvarlige mengder både med tanke på sikkerhet til pasientene og diagnostisk verdi. Selv om vi ser en stor variasjonsbredde på kontrastmiddelmengdene som ville blitt gitt, er alle

mengdene forsvarlige ifølge litteraturen (5,6,18), fordi ingen overskrider de utregnede maksimale mengdene.

Det kan være vanskelig å argumentere for at kontrastmiddelmengdene som alle sykehusene ville gitt til eksempelpasientene, gir optimal bildekvalitet. Spesielt med tanke på de anbefalte minimumsgrensene for kontrastmiddelmengde av Dushyant & Anandkumar (12), og anbefalingene fra Felleskatalogen (13,14). Med kontrastmiddelmengder helt ned mot 75 ml, er det flere av sykehusene som ville gitt mindre enn disse anbefalte mengdene.

Tabell 2 viser at flesteparten av sykehusene ville administrert mengder over de anbefalte kontrastmiddelmengdene oppgitt i studier (15,16) til de ulike pasientene, med andeler mellom 63,3% og 90% av det totale antall respondenter. Med prosentandeler mellom 6,7% og 33,4% ser vi at det også en del av sykehusene som ville gitt under de anbefalte mengdene. Hvis vi sammenligner disse andelene med de andelene av sykehusene som ville gitt mer enn 10 ml under de anbefalte mengdene, ser vi at de sistnevnte andelene er betydelig lavere hos de fleste eksempelpasientene. Dette tilsier at de fleste sykehusene som ville gitt mengder under de anbefalte mengdene, likevel ville gitt mengder som ikke påvirker den diagnostiske verdien negativt i stor grad. De største likhetene ved sammenligning av disse andelene ser vi ved pasient 5, hvor 9 av de 11 sykehusene som ville gitt under den anbefalte mengden, også ville gitt mer enn 10 ml under den anbefalte mengden. Dette kommer av at pasient 5 er en normalvektig, atletisk mann, og at det er veldig mange sykehus som ikke tar hensyn til hans kroppscomposisjon i tillegg til kroppsvekten, som gjør at de ville gitt, etter anbefalingen, for lite kontrastmiddel.

Respondentene har oppgitt ulike grunnlag for sine utregningsmetoder av kontrastmiddelmengder (Figur 6). De forskjellige grunnlagene har sine fordeler og ulemper, og figuren kan tolkes som at kontrastmiddelrutinene blir tatt seriøst. 43% av respondentene oppgir at de bruker anbefaling av radiologer som grunnlag for utregning av kontrastmiddelmengde. En kartleggingsstudie (19) viser at de fleste radiologene sørger for å holde seg oppdatert, og dette kan tyde på at radiologene har et godt grunnlag for å anbefale gode og jevne kontrastmiddelmengder.

Noe overraskende er det kanskje at 13% av respondentene oppgir prøve og feile-metoden som grunnlag for valg av kontrastmiddelmengde. Hvis det blir gitt unormalt mye eller lite kan dette gå utover pasienten i form av bivirkninger, eller kvaliteten på bildene.

Data som har blitt samlet inn til oppgaven er godt representert blant helseforetakene i landet. Sykehus fra 17 av de 19 foretak i Norge deltok i studien og førte dermed til god dekning av respondenter på landsbasis. Det er grunn til å tro at resultatene fra denne studien gjenspeiler seg også i andre undersøkelser blant norske sykehus.

Studiens resultater bør vurderes i lys av en rekke begrensninger. Alle eksempelpasientene i denne studien har normal nyrefunksjon, som gjør at resultatene ikke er gjeldende for pasienter med nedsatt nyrefunksjon. Dette utelukker en betydelig pasientandel.

I tilfellene der det ble sendt mer enn én protokoll fra samme sykehus, ble det gjort en vurdering av hvilken protokoll som skulle bli valgt. Valget ble gjort på bakgrunn av protokollparametere og undersøkelsesindikasjoner. Dette kan være en svakhet ved at det er forskjeller i bruksområdet på protokollene, og dermed også påvirke valg av kontrastmiddelmengden som ville bli gitt til akkurat disse problemstillingene. Store forskjeller i protokollutforming kunne også by på utfordringer, ved at noen av respondentene hadde egne protokoller for administrering av kontrastmidler i tillegg til CT-protokollene. Dette gjorde det vanskeligere å sammenligne protokollene med hverandre.

En feilkilde kan være referanseverdier som er satt i programmet OmniDos. Her ble det ikke etterspurt om de ulike respondentene bruker ulike referanseverdier. Vi brukte derfor samme referanseverdi som vi fikk tilsendt av én av respondentene. Dette kan ha hatt innvirkning på sluttmengden som ble kalkulert av programmet og resultatet kunne blitt annerledes om andre referansedoser ble tatt i bruk. Det ble ikke stilt konkrete spørsmål angående hva den laveste og høyeste mulige mengden kontrastmiddel som kan bli gitt ved aktuelle sykehus. Mange har dette implementert i sin protokoll, og mange har svart på dette i sine åpne spørsmål, men det gjenstår fortsatt respondenter som ikke har nevnt noe om dette. Dermed har det blitt gjort antakelser om at disse respondentene ikke har noen øvre og nedre grense for kontrastmiddelmengde, som kan være en feilkilde. Det er tatt forbehold om at sykehusene følger protokollene som vi har fått tilsendt i denne studien. Avvik fra protokoll og bruk av "skjønn" og øyemål i beregning av pasientstørrelse i arbeidshverdagen kan føre til resultater i kontrastmiddelutregningen som ikke stemmer med resultatene i denne studien, som er regnet ut på bakgrunn av data i protokoll.

Konklusjon

Med forskjeller opp mot 117% fra laveste til høyeste kontrastmiddelmengde som ville blitt administrert til samme pasient ved en CT-undersøkelse av leveren, ser vi store forbedringspotensialer. Ulike utregningsmetoder brukes blant respondentene, noe som medfører forskjeller i kontrastoppladning. Få respondenter tar hensyn til kroppskomposisjonen til pasientene, noe som, ut fra tidligere forskninger viktig for en optimal tilpasning av kontrastmiddelmengde. Mange av sykehusene ville gitt kontrastmiddelmengder som, ut fra tidligere forskning, ville gitt suboptimal bildekvalitet. Optimalisering av kontrastmiddelrutiner vil gi fordeler for både pasienten, bildekvaliteten og økonomisk. Resultatene fra dette prosjektet viser tendenser til store forskjeller i kontrastmiddelrutinene blant sykehusene i Norge, men for å kunne fastslå påstandene, kreves ytterligere forskning som viser mer detaljerte og nøyaktige resultater innenfor temaet.

Vi ønsker å takke St. Olavs Hospital og Liv Nesje for lån av nødvendig programvare for gjennomføring av dataanalyser. I tillegg vil vi takke alle respondenter som har deltatt i prosjektet med gode og nyttige tilbakemeldinger.

Litteraturliste

1. Bae KT, Seeck BA, Hildebolt CF, Tao C, Zhu F, Kanematsu M, Woodard PK. Contrast enhancement in cardiovascular MDCT: effect of body weight, height, body surface area, body mass index, and obesity. *American Journal of Roentgenology*. 2008 Mar;190(3):777-84.
2. McCullough P. Outcomes of contrast-induced nephropathy: experience in patients undergoing cardiovascular intervention. *Catheterization and Cardiovascular Interventions*. 2006 Mar 1;67(3):335-43.
3. European Society of Urogenital Radiology. ESUR Guidelines, Contrast media 10.0[Internet], Wien: European Society of Urogenital Radiology; Mars 2018 [Oppdatert mars 2018; sitert 01.05.18] Tilgjengelig fra: <http://www.esur-cm.org/index.php/en/>
4. Rudnick MR, Goldfarb S, Wexler L, Ludbrook PA, Murphy MJ, Halpern EF, Hill JA, Winniford M, Cohen MB, VanFossen DB. Nephrotoxicity of ionic and nonionic contrast media in 1196 patients: a randomized trial. *Kidney international*. 1995 Jan 1;47(1):254-61.
5. Cigarroa RG, Lange RA, Williams RH, Hillis D. Dosing of contrast material to prevent contrast nephropathy in patients with renal disease. *The American journal of medicine*. 1989 Jun 1;86(6):649-52.
6. Brown JR, Robb JF, Block CA, Schoolwerth AC, Kaplan AV, O'Connor GT, Solomon RJ, Malenka DJ. Does Safe Dosing of Iodinated Contrast Prevent Contrast-Induced Acute Kidney Injury? Clinical Perspective. *Circulation: Cardiovascular Interventions*. 2010 Aug 1;3(4):346-50.
7. Freeman RV, O'Donnell M, Share D, Meengs WL, Kline-Rogers E, Clark VL, DeFranco AC, Eagle KA, McGinnity JG, Patel K, Maxwell-Eward A. Nephropathy requiring dialysis after percutaneous coronary intervention and the critical role of an adjusted contrast dose. *American Journal of Cardiology*. 2002 Nov 15;90(10):1068-73.

8. Nyman U, Björk J, Aspelin P, Marenzi G. Contrast medium dose-to-GFR ratio: a measure of systemic exposure to predict contrast-induced nephropathy after percutaneous coronary intervention. *Acta radiologica*. 2008 Jan 1;49(6):658-67.
9. Kondo H, Kanematsu M, Goshima S, Tomita Y, Kim MJ, Moriyama N, Onozuka M, Shiratori Y, Bae KT. Body size indexes for optimizing iodine dose for aortic and hepatic enhancement at multidetector CT: comparison of total body weight, lean body weight, and blood volume. *Radiology*. 2009 Dec 14;254(1):163-9.
10. George, A. J., Manghat, N. E., & Hamilton, M. C. K. Comparison between a fixed-dose contrast protocol and a weight-based contrast dosing protocol in abdominal CT. 2016; *Clinical radiology*, 71(12), 1314-e1.
11. Ho LM, Nelson RC, DeLong DM. Determining contrast medium dose and rate on basis of lean body weight: does this strategy improve patient-to-patient uniformity of hepatic enhancement during multi-detector row CT? *Radiology*. 2007 May;243(2):431-7
12. Dushyant VS, Anandkumar HS. Dual-Phase Liver MDCT. I: Kalra MK, Saini S, Rubin GD, red. MDCT: from protocols to practice. Italia: Springer Science & Business Media; 2008. 83-91.
13. Felleskatalogen. GE Healthcare Omnipaque [Internett]. Oslo: LMI Legemiddelindustrien; 24.08.2015 [oppdatert 27.08.2015; sitert 01.05.2018]. Tilgjengelig fra: <https://www.felleskatalogen.no/medisin/omnipaque-ge-healthcare-562411>
14. Felleskatalogen. Bracco Imaging S.p.A. Iomeron [Internett]. Oslo: LMI Legemiddelindustrien; 05.10.2016 [oppdatert 14.11.2016 sitert 01.05.2018]. Tilgjengelig fra: <https://www.felleskatalogen.no/medisin/iomeron-bracco-imaging-s-p-a-560244>
15. Heiken JP, Brink JA, McClennan BL, Sagel SS, Crowe TM, Gaines MV. Dynamic incremental CT: effect of volume and concentration of contrast material and patient weight on hepatic enhancement. *Radiology*. 1995 May;195(2):353-7.

16. Rengo M, Bellini D, De Cecco CN, Osimani M, Vecchiotti F, Caruso D, Maceroni MM, Lucchesi P, Iafrate F, Paolantonio P, Ferrari R. The optimal contrast media policy in CT of the liver. Part I: Technical notes. *Acta radiologica*. 2011 Jun;52(5):467-72.
17. Andersen AP. *Rutiner ved bruk av intravenøs jodert kontrastmiddel: en kartlegging av rutiner ved CT og konvensjonelle røntgenundersøkelser i elleve enheter i OUS*(Master's thesis).
18. Maximum allowable contrast dose in adults - calculator of MACD [Internett]. Praha: Radclass;25.12.2017 [25.12.2017;sitert 03.05.2018] Tilgjengelig fra: <http://radclass.mudr.org/content/maximum-allowable-contrast-dose-adults-calculator-macd>
19. Rowell MR, Johnson PT, Fishman EK. Radiology education in 2005: World Wide Web practice patterns, perceptions, and preferences of radiologists. *Radiographics*. 2007 Mar;27(2):563-71.