

Hanna Vestre
Margaret Mellemsester Semb

En sammenligning av protokoller tilhørende CT-undersøkelse av primær lungekreft

Bacheloroppgave i Radiografi
Veileder: Beathe Sitter
Medveileder: Katrine Staurem Ingebrigtsen
Mai 2023

Hanna Vestre
Margaret Mellemsester Semb

En sammenligning av protokoller tilhørende CT-undersøkelse av primær lungekreft

Bacheloroppgave i Radiografi
Veileder: Beathe Sitter
Medveileder: Katrine Staurem Ingebrigtsen
Mai 2023

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



Kunnskap for en bedre verden

Forord

Dette er vår avsluttende bacheloroppgave ved radiografutdanningen ved NTNU Trondheim. Vi dro på utveksling til Faro i Portugal i to måneder våren 2023. I den forbindelse valgte vi en oppgave som involverte Portugal. Det har vært utfordrende, men også lærerikt og spesielt spennende å bli kjent med et utenlandsk sykehus.

Vi ønsker å gi en stor takk til University of Algarve og University Hospital Center of Algarve i Faro, både for oppholdet og for all hjelp. En spesiell takk rettes da til Tiago Moura Rodrigues, Nélia Gaudêncio, Diogo Simão, Diogo Baião og Filipa Ferriera.

Takk til Kristin Nesgård som tok seg tid til en samtale med oss, og en videre takk til Nina Hanger for hjelpsomme svar om kontrastmidler.

Vi vil også takke venner, medstudenter og hverandre for støtte i denne perioden.

Til slutt ønsker vi å si tusen takk til veilederne våre Katrine Staurem Ingebrigtsen og Beathe Sitter.

Sammendrag

Introduksjon:

Ved CT-undersøkelse for lungekreft benyttes kontrastmiddel og bruken kan variere mellom ulike sykehus. I denne studien ble to CT-protokoller for utredning av primær lungekreft ved St. Olavs Hospital Universitetssykehuset i Trondheim og University Hospital Center of Algarve (UHCA) sammenlignet, for å se om bruk av kontrastmiddel kan forsvares og eventuelt reduseres.

Metode:

To protokoller med samme indikasjon ble sammenlignet ved å se på skann- og kontrastparametre. Protokollene er hentet som dokument fra St. Olavs, og gjennom dialog og observasjon fra UHCA. Etter innhenting av protokollene ble det utført en samtale med thoraxradiolog fra begge sykehusene for å få begrunnelse for de valgte parametrene. For å kunne si noe om oppladningen av kontrastmiddel i de ulike protokollene, ble det målt Hounsfield-enheter.

Resultat:

Innsamlingen av skann- og kontrastparametre viste variasjoner mellom protokollene for utredning av primær lungekreft fra de nevnte sykehusene. De viktigste ulikhetene ligger i kontrastparametrene, oppsett av seriene i de to protokollene og bruk av iterativ rekonstruksjon. HU-verdiene er relativt like.

Sykehusene har egne lokale rutiner og gjennomføringsmetoder. St. Olavs er strukturert med nedskrevne protokoller som er utarbeidet av fagradiograf og radiolog. UHCA bruker en mer subjektiv metode hvor protokollen ikke er nedskrevet og utarbeides ved en utprøvningsmetode.

Diskusjon:

Tre hovedfunn diskuteres. Det første er bifunn i ulik gjennomføring av CT-undersøkelse, som ikke direkte svarer på problemstillingen. Funn i likheter og ulikheter i skann- og kontrastparametre, og relativt like HU-målinger, kan legge til rette for å svare på problemstillingen. Med en total dose på 33.3 jod og ved bruk av SAFIRE klarer UHCA å oppnå en tilsvarende lik oppladning som St. Olavs med sine 52.5 g jod uten iterativ. Det kan dermed tyde på at en reduksjon av 150ml, med 4 ml/s flow og 350 mg I/ml, kanskje er mulig uten å havne under den tilstrekkelige kontrastoppladningen.

Abstract

Introduction:

This study compares the use of contrast agents used in protocols for primary lung cancer between St. Olavs Hospital, University Hospital in Trondheim (St. Olavs) and University Hospital Center of Algarve (UHCA), to determine whether the use of contrast agent can be justified and potentially reduced.

Method:

Two protocols with the same indication are being compared by the parameters of scanning and contrast. The protocols are obtained through a document from St. Olavs, and through dialogue and observation from UHCA. A conversation with a thoracic radiologist from each hospital, provided arguments to support the chosen parameters. To be able to evaluate the contrast enhancement, we received measurements of Hounsfield Units (HU).

Results:

The collection of scan and contrast parameters showed variations between the protocols for disease staging of primary lung cancer from the two hospitals. The most important differences are the parameters of contrast, the arrangement of the exams and the use of iterative reconstruction.

Despite the differences in the parameters, the HU-measurements are quite similar.

Each hospital has their own local routines and methods for examination. St. Olavs has a written and structured protocol which is made by radiologists and radiographers. The protocol at UHCA is not written, and the parameters of contrast are decided by the thoracic radiologist with a method of trial.

Discussion:

Three main findings are discussed. Different implementations of CT examinations, findings in similarities and differences in scan and contrast parameters, and relatively similar HU measurements, can facilitate an answer to the research. With a total dose of 33.3 iodine and using SAFIRE, UHCA is able to achieve a contrast enhancement similar to St. Olav's with 52.5 g of iodine. It may indicate that 150 ml, with 4 ml/s flow and 350 mg I/ml, is possible to reduce without falling below the sufficient contrast enhancement.

Innholdsfortegnelse

1.0 Innledning.....	1
1.1 Lungekreft.....	1
1.2 Kontrastmiddel	2
1.2.1 Retningslinjer for kontrastbruk.....	3
1.3 Trondheim og Faro.....	4
1.4 Formål.....	4
2.0 Metode og materiale.....	5
2.1 Utvalg.....	5
2.2 Datainnsamling.....	5
2.3 Etikk	6
3.0 Resultat.....	6
4.0 Diskusjon	9
4.1 Metode	9
4.2 Hovedfunn	12
4.2.1 Forskjell i gjennomføring og bruk av protokollene	12
4.2.2 Likheter og ulikheter i parametre:.....	14
4.2.3 HU-målingene.....	16
5.0 Konklusjon	18
Litteraturliste	20
Vedlegg.....	24

1.0 Innledning

1.1 Lungekreft

Lungekreft er en av de vanligste kreftformene i Norge (1). I 2021 ble 3422 personer i Norge diagnostisert med lungekreft (2). Sykdommen rammer vanligvis personer i aldersgruppen 50-80 år, og de som er eller har vært dagligrøykere. I løpet av de siste 20 årene, har 5 års relativ overlevelse blitt doblet (3).

Symptomer på lungekreft er hoste, kortpustethet, blod i spytt, smerter mellom skulderblader eller i bryst, gjentatte luftveisinfectionsjoner og generelle symptomer som slapphet, dårlig appetitt og vekttap (3). Hos legen får pasienten en klinisk undersøkelse hvor lunger og hjertet sjekkes, samt lymfeknuter på halsen, i armhulen og ved kragebeinet. Ved videre mistanke om lungekreft, tas det en computertomografi (CT) av thorax og abdomen med kontrastmiddel. Eventuell spredning i lunger, skjelett, lever eller lymfeknuter vil avdekkes ved denne undersøkelsen.

Hovedformene for behandling er kirurgi, strålebehandling og medikamentell behandling (3). Da er det vanlig å utføre en ny CT-undersøkelse for å se hvordan tumoren responderer på behandlingen. Kontroller etter avsluttet behandling vil variere basert på postoperativ lungefunksjon, alder og pasientens eget ønske og funksjonsnivå (4). For å oppdage tilbakefall eller ny tumor, foreslår det nasjonale handlingsprogrammet for lungekreft, mesoteliom og thymom CT-undersøkelser med kontrast 6, 12, 18 og 24 måneder etter avsluttet kurativ behandling.

CT er en modalitet som fremstiller snittbilder (5). Det er en tidseffektiv modalitet hvor det kan tas opptak med kontrast i flere faser, få tilgang på mye informasjon og stilles et bredt spekter av diagnoser uten å bruke unødvendig med tid. Gjennom et roterende røntgenrør sendes det røntgenstråler fra mange vinkler gjennom kroppen for å danne snittbilder og 3D-fremstillinger av organer (6). Ulike organer og vev absorberer røntgenstråler ulikt, kalt attenuasjon, og vil fremstå med forskjellige gråtoner på bildene (7). Hounsfield Unit (HU) er et mål for attenuasjon i vev (8). Stoffer

med høyere HU-verdi, svekker røntgenstrålene mer (5). Vann har en HU-verdi på 0. Vev med høyere tetthet har en positiv verdi og fremstilles som lyse områder, og vev med lavere tetthet har en negativ verdi og fremstår som mørke områder (9). Bein og metall fremstilles som hvitt med 1000HU, mens luft fremstilles som svart med -1000HU.

1.2 Kontrastmiddel

Kontrastmiddel benyttes i bildediagnostikk for å få en større forskjell i gråtonenyanser mellom organer og vev slik at de lettere kan skilles fra hverandre på bildene (10). På CT brukes det positive kontrastmidler av jod som svekker røntgenstrålene i stor grad, slik organene og vevene som fylles med kontrast vil fremstå som lyse områder i bildene (11). Kontrastoppladning måles i HU, og tilstrekkelig HU-verdi kan defineres forskjellig. I en studie av Groell et. al. brukes 150 HU som et mål på tilstrekkelig kontrastoppladning (12).

Ved bruk av kontrastmiddel kan uønskede bivirkninger oppstå, og de deles inn i ikke-renale, renale og andre typer bivirkninger (10).

Ikke-renale bivirkninger deles inn i akutt (<1t), sen (1t-1 uke) og veldig sen (>1 uke) (13). Akutte reaksjoner klassifiseres som enten allergiske- eller hypersensitive reaksjoner, eller kjemotoksiske responser (10). 1 av 2500 pasienter som får injisert lavosmolær, ikke-ionisk kontrastmiddel, opplever alvorlige reaksjoner (14). Senvirkningene oppstår mellom 1 time og 1 uke etter injeksjonen. Vanligvis er dette milde til moderate hudreaksjoner som utslett, elveblest, hovenhet og kløe, som med tid vil gå over av seg selv (13).

Renale bivirkninger omhandler oftest de pasientene med nedsatt nyrefunksjon og som dermed har høyere risiko for en forverret tilstand (10). Reduksjon av nyrefunksjon som oppstår innen tre dager etter injeksjon av kontrastmiddel, kalles kontrastmiddelindusert nefropati (CIN) og det kan da utelukkes annen etiologi. Alle pasienter som får injisert jodbasert kontrastmiddel, risikerer å få forbipasserende redusert nyrefunksjon og en synlig økning av serum-kreatinin de første tre til fire dagene som vil normalisere seg igjen etter 7-10 dager (15, 16). Pasienter med allerede nedsatt nyrefunksjon har høyere risiko for utvikling av nyreskade. I en studie viste 5,3% av 3232 pasienter med normal nyrefunksjon en utvikling

av CIN og en annen pasientgruppe med allerede eksisterende nyresvikt i ulik grad viste en utvikling på 15,7% til 30% (17).

Andre typer bivirkninger er ekstravasasjon, bronkospasmer, lungeødem og økt motstand i lungekretsløpet. Ekstravasasjon er den vanligste komplikasjonen ved kontrastinjeksjoner og har en rapportert forekomst på 0,04 til 1,3% (18). Dette betyr at kontrasten går subcutant, altså lekker ut i omkringliggende vev (10). Ekstravasasjon kan skade hud og vev om store mengder injiseres subcutant, men de fleste tilfeller går over av seg selv. Ved å bruke lav- eller iso-osmolære kontrastmidler minsker risikoen for bronkospasmer, lungeødem og økt motstand i lungekretsløpet som kan oppstå hos pasienter med astma, økt lungetrykk eller hjertesvikt etter kontrastinjeksjon.

1.2.1 Retningslinjer for kontrastbruk

Contrast Media Safety Committee i European Society of Urogenital Radiology (ESUR) bestemmer og utvikler internasjonale retningslinjer for å sikre en korrekt bruk av kontrastmiddel (13). Det brukes idag iso- eller lavosmolære kontrastmidler da disse har vist å ha lavest forekomst av akutte bivirkninger. I tillegg anbefaler ESUR at kontrastmidlene bør være ikke-ioniske, og at lavest mulig dose kontrast i samsvar med diagnostisk resultat burde benyttes. Dette gjelder undersøkelser av alle pasienter. For antatt friske pasienter vil det å bruke lavest tilstrekkelig dose være hensiktsmessig fordi kontrastmiddel er et nyretoksisk legemiddel, og det finnes en risiko for utvikling av CIN.

Kontrastparametrene injeksjonshastighet (flow), delay, jodkonsentrasjonen i kontrastmidlet (styrke), kontrastmengde og -dose henger sammen. Kontrastmengden ganget med styrken gir en totaldose av injisert kontrastmiddel. Kontrastdose og flow påvirker kontrastoppladningen, som skal være tilstrekkelig når bildeopptaket tas etter bestemt delay. Høyere oppladning oppnås ved å gi en høyere kontrastdose eller høyere flow (10). Skannparametrene påvirker bildekvaliteten i opptakene og er også med på å optimalisere oppladningen.

1.3 Trondheim og Faro

I vårt studieløp har vi vært i praksis hos St. Olavs Hospital, Universitetssykehuset i Trondheim (St. Olavs) og blitt kjent med deres CT-protokoller. St. Olavs tilbyr spesialisert behandling til pasienter i hele regionen og hadde 62 141 innleggelser i 2021 (19). Klinikken for bildediagnostikk har omtrent 300 ansatte (20). Vi dro på utveksling til Faro i Portugal gjennom en utvekslingsavtale med University of Algarve. I Algarve-regionen er det ca. 450 000 innbyggere fordelt på tre offentlige sykehus og to private klinikker (21). University Hospital Center of Algarve (UHCA), som består av de tre offentlige sykehusene, som er plassert i Faro, Lagos og Portimão (22). På bildediagnostisk avdeling i Faro er det 42 radiografer og 10 radiologer, samt 27 assistenter som bistår radiografene på lab (23).

1.4 Formål

Før vårt utvekslingsopphold i Faro ble det holdt et møte med professorer fra University of Algarve med tilknytning til UHCA, sykehuset vi besøkte. Det ble der lagt frem informasjon om protokoller med kontrastmiddel som antydte forskjeller fra St. Olavs. Det gjorde oss nysgjerrige på kontrastmiddelbruken ved UHCA. Ut ifra det, tenkte vi at en sammenligning av protokoller mellom sykehusene med hovedfokus på bruk av kontrastmiddel kunne være interessant å se på.

En sammenligning kan resultere i enten to like eller ulike protokoller. Uavhengig av om de inneholder like eller ulike parametre, vil det gi et utgangspunkt i bruk av kontrastmiddel ved to sykehus. De utgangspunktene kan videre forsvares, og settes opp mot mål av HU-verdier, slik det kan vurderes om en eventuell reduksjon er mulig uten å havne under tilstrekkelig oppladning. En reduksjon i bruk av kontrastmiddel er interessant da det er et nyretoksisk legemiddel.

Formålet med studien er å se om det kan foregå en reduksjon i bruk av kontrastmiddel, for å skåne nyrene, gjennom å sammenligne to protokoller. Disse protokollene består av skann- og kontrastparametre, og oppsett av serier. For å kunne si noe om parametrene og oppsettet av seriene gir tilstrekkelig oppladning, er det nødvendig med HU-målinger. Bakgrunnene for protokollene må legges til grunn for å avgjøre om de kan forsvares. Valget

falt på protokoll for primær lungekreft da den hadde en høy mengde kontrast ved St. Olavs, samt grunnet hyppigheten av kontrastinjeksjoner for denne pasientgruppen. Antall undersøkelser med kontrastmiddel vil variere basert på sykdomsutbredelse og behandlingsrespons, men oppsummert skal en lungekreftpasient i Norge inn til minst fem undersøkelser i løpet av to år (4). Eventuelle tilleggsundersøkelser kan forekomme, for eksempel om det er kontraindikasjoner mot MR eller om det trengs flere responsevalueringer. Dersom det er spredning, kan det være aktuelt med flere CT-undersøkelser. På bakgrunn av dette ble problemstillingen: en sammenligning av CT-protokoller for utredning av primær lungekreft, kan bruken av kontrastmiddel forsvares og eventuelt reduseres?

2.0 Metode og materiale

2.1 Utvalg

Vi innhentet CT-protokoller for primær lungekreft. Protokollene for utredning som indikasjon ble valgt for mest mulig lik delay, for å kunne sammenligne HU-målinger. De er hentet fra St. Olavs og UHCA. Ved St. Olavs har vi hentet ut data fra en Siemens Somatom Definition AS med produksjonsår 2008 og 64 detektorrader (24). Det er en eldre versjon av maskinen som ikke støtter nyere oppgraderinger av systemet og er derfor uten iterativ rekonstruksjon. Ved UHCA hentet vi protokollen fra en Siemens Somatom go.Up, en maskin med 16 detektorrader. Denne maskinen hadde iterativ rekonstruksjon, som ga mulighet for redusert stråledose uten økt støynivå, og omvendt, redusert støy uten å øke dose (5). Typen som blir brukt er sinogram affirmed iterative reconstruction (SAFIRE)(25).

2.2 Datainnsamling

Protokollen ved St. Olavs var beskrevet i et digitalt dokument, skrevet av fagradiograf Atle Hegge, fagradiolog for kar/thorax-seksjon Kristin Nesgård og seksjonsoverlege for kar/thorax-seksjon Asbjørn Ødegård. Den aktuelle protokollen ved UHCA var ikke nedskrevet som et dokument, og ble derfor innhentet gjennom observasjon av pasientundersøkelser og dialog med radiografer tilhørende sykehuset. I tillegg fylte radiografene på lab og radiolog ut et ark med de ønskede skann- og kontrastparametrene. Dette inkluderte aktuelle parametre

som allerede lå inne på CT-maskinen og ble dobbeltsjekk av fagradiograf. Ønskede skann- og kontrastparametre har direkte betydning for oppladning, og parameter-arket ble basert på oppsettet i protokollen fra St. Olavs for sammenlignbarhet.

Etter innhenting av protokollene, ble det utført en samtale med thoraxradiologer fra hvert av sykehusene for begrunnelser for parametrene. Samtalene var fysiske og inneholdt de samme spørsmålene som var planlagt på forhånd. Ved hvert sykehus var det satt av 10 minutter til disposisjon. Radiolog ved UHCA holdt de 10 minuttene, mens radiolog ved St. Olavs gikk over tiden etter eget ønske for å gi grundigere informasjon.

For å kunne vurdere oppladningen av kontrastmidlet ved de ulike protokollene, ble det målt gjennomsnittlige HU-verdier i definerte områder (region of interest, ROI) per pasient; i vena subclavia, vena cava superior, vena cava inferior og vena porta. Målingene ble tatt i bildene av fire pasienter ved hvert sykehus med omtrent lik alder og kroppstype. Vi har ingen informasjon om eventuelle andre sykdommer eller tilstander som kunne ha påvirket sirkulasjonen, som hjertesvikt eller variasjoner av hjertefrekvens. Fra St. Olavs samlet og videreformidlet radiograf Katrine Staurem Ingebrigtsen målingene. Aktuelle pasienter for målinger hos UHCA ble ordnet av professor og radiograf Nélia Gaudêncio, og selve målingene ble tatt av fagradiograf Filipa Ferreira.

2.3 Etikk

Vår studie omhandlet ikke sensitive personopplysninger (helseopplysninger), benyttet ikke humant biologisk materiale eller foretok medisinsk forskning på mennesker (26). Studien gikk derfor ikke under helseforskningsloven og trengte ikke godkjenning fra REK.

3.0 Resultat

Vi fant at St. Olavs og UHCA har ulike lokale rutiner og gjennomføringsmetoder. Ved St. Olavs var det strukturerte og nedskrevne protokoller som har blitt utarbeidet gjennom et samarbeid mellom fagradiograf og radiolog. Protokollen for primær lungekreft ble laget med utgangspunkt i Nasjonalt handlingsprogram for lungekreft, mesoteliom og thymom (27). Det ble laget av flere radiologer og blant annet basert på allerede etablerte leverprotokoller for

metastaser fra gastroseksjon, og et appendiks av K. T. Bae som omhandlet problemstillinger ved kontrastundersøkelser (27, 28). Denne standardiserte protokollen blir fulgt for alle pasienter med samme indikasjon. Ved UHCA ble det brukt en mer subjektiv metode hvor protokollen ikke er nedskrevet og kontrastparametrene ble basert på hva radiolog ønsket som utgangspunkt å vurdere bildene fra. Protokollen ble bestemt etter utprøving av ulike parametre, og radiolog tilpasset protokoll for hver pasient.

St. Olavs hadde en felles protokoll for både utredning og kontroll, mens UHCA hadde en protokoll for hver av de to indikasjonene. Innsamlingen av skann- og kontrastparametre viste variasjoner mellom protokollene for utredning av primær lungekreft fra de nevnte sykehusene (Tabell 1). De største ulikhetene lå i kontrastparametrene, oppsettet av seriene og bruk av iterativ rekonstruksjon.

Av kontrastparametre var mengden, både i ml og tilpassing, ulik hvor St. Olavs hadde vektbasert og UHCA fast. Vi definerer kontrastmengden til UHCA som fast, da en justering i mengde sjeldent ble observert, kun ved pasienter de med øyemål kunne vurdere som over- eller undervektige. Dette ga inntrykk av at avviket fra standardpasienten skulle være stort før en endring ble foretatt. Flow og delay med tilhørende oppsett av serier var også ulike, hvor seriene var av ulikt antall faser i protokollene. Ved å regne på kontrastparametrene ved protokollene som sammenlignes, viste St. Olavs en total kontrastdose på 52,5 g jod og UHCA en på 33,3 g jod.

Tabell 1: Protokoll med skann- og kontrastparametre fra St. Olavs og UHCA.

PARAMETRE	ST. OLAVS HOSPITAL TRONDHEIM (Lab 03: Siemens Definition AS)	UNIVERSITY HOSPITAL CENTER OF ALGARVE (Lab 2: Siemens Somatom go.Up)
Type kontrast	Omnipaque 350 mg I/mL (Iohexol)	Ultravist 370 mg I/mL (Iopromide)
Kontrastmengde	<50 kg - 120 ml 50-80 kg- 150 ml >80 kg - 180 ml	90 ml

Delay	<u>Serie 1</u> Thorax: 40 s <u>Serie 2</u> Abdomen: 80 s (85 hvis pasienten er over 75 år)	<u>Tomserie abdomen</u> <u>Serie 1</u> Thorax: 35-40 s minus skanntid thorax Arteriell abdomen: 35-40 s <u>Serie 2</u> Venøs abdomen og pelvis: 65-70 s
Flow	120 ml - 3.2 ml/s 150 ml - 4.0 ml/s 180 ml - 4.8 ml/s	2.8 ml/s
kV	Referanse: 120 kV	Tomserie: 130 kV Med kontrast: 110 kV
Quality reference mAs	Thorax: 110 mAs Abdomen: 240 mAs	Tomserie: 95 mAs Med kontrast: 100 mAs
Pitch	Thorax: 1.2 n Abdomen: 0.6	1.2
CTDIvol	Thorax: 5.62 mGy Abdomen: 12.14 mGy	Acquisition: 5.63 mGy
Rotasjonstid	0.5 s	0.8 s
Kollimering	0.6mm x 128 (64 + flygende fokus)	0.7mm x 32 (16 + flygende fokus)
Iterativ rekonstruksjon	Ingen	SAFIRE grad 3

Resultatene fra mål på kontrastoppladning var relativt like (Tabell 2). Ved St. Olavs viste HU-målingene størst spenn i vena cava superior på 100-463 HU, og ved UHCA var det størst spenn i målingene av vena cava inferior på 72-196 HU.

Tabell 2: HU-verdier målt ved bruk av ROI. Tre av pasientene ved St. Olavs fikk kontrastmiddel i venstre arm, mens én fikk i høyre. Det er ingen informasjon om i hvilken arm pasientene ved UHCA fikk injisert kontrastmiddel.

	ST. OLAVS HOSPITAL TRONDHEIM Delay: Thorax 40 s, Abdomen 80-85 s				UNIVERSITY HOSPITAL CENTER OF ALGARVE Delay: Thorax 35-40 s, Abdomen 65-70 s			
MÅLEOBJEKT	K 1946	M 1948	M 1951	M 1953	M 1944	M 1946	M 1952	M 1953
KONTRAST-MENGDE	150ml	180ml	150ml	180ml	90ml	90ml	90ml	90ml
VENA SUBCLAVIA	Hø: 342 Ve: 280	Hø: 158 Ve: 338	Hø: 91 Ve: 194	Hø: 255 Ve: 221	Ve: 178	Ve: 199	Ve: 156	Ve: 136
VENA CAVA SUPERIOR	463	369	100	177	141	174	224	164
VENA CAVA INFERIOR	144	143	103	124	196	111	165	72
VENA PORTA	154	155	106	127	194	179	168	144

4.0 Diskusjon

4.1 Metode

Vi fant ulikheter i gjennomføringen av CT-undersøkelser av primær lungekreft. St. Olavs hadde en fast protokoll som radiograf fulgte, mens protokollen ved UHCA ble tilpasset av radiolog. Skannparametre, blant annet kV og mAs, var relativt like mellom protokollene,

mens iterativ rekonstruksjon og kontrastparametre som kontrastmengde, delay og flow var ulike. HU-verdiene var relativt like, til tross for ulike kontrastparametre.

Protokoll fra St. Olavs var standardisert og ble hentet gjennom et tilsendt dokument. Dokumentet hadde oppgitt forfattere og inkluderte alle nødvendige parametre. Det gjorde protokollen troverdig og enkel å hente inn. Ved UHCA hadde de ikke utarbeidet en standardisert protokoll i form av et dokument. Informasjon om protokollen ble dermed hentet gjennom observasjon, dialog og utfylt parameter-ark. Observasjon ga overblikk i gjennomføring av undersøkelser. Dialog med flere radiografer og utfylt parameter-ark gjorde at vi fikk flere kilder for å sikre rette svar. Derimot ble flere kilder også utfordrende. Vi mottok ulik informasjon da de vi snakket med ikke baserte seg på et dokument. Likevel ville vi ikke endt opp med riktig protokoll om det ikke var for dialog med flere radiografer.

Det ble gjennomført samtaler med en radiolog fra hvert sykehus, men ikke strukturerte intervju. Hos St. Olavs ble samtalen holdt med fagradiolog for kar/thorax-seksjon Kristin Nesgård, medforfatter av protokollen. Hun presenterte begrunnelser og mye informasjon. Samtalen ved UHCA ble holdt med radiolog for thorax-seksjon Tiago Moura Rodrigues. Den ble preget av mangel på forståelse av enkelte spørsmål grunnet språk. Selv om graden av informasjon fra radiologene varierte, bidro samtalen til en bedre forståelse av bakgrunnen for protokollene.

HU-verdiene fra St. Olavs ble målt og sendt av én person, mens i UHCA ble de tatt og sendt av to ulike personer. Det ble flere e-poster grunnet feil og manglende målinger fra UHCA. For enkelte av disse målingene kunne vi ikke med sikkerhet si hvilken av lungekreftprotokollene som ble benyttet. Målingene hadde likevel verdi for å sette kontrastoppladning ved UHCA opp mot St. Olavs, da de uansett protokoll benyttet mindre kontrastmengde. Det ble kun tatt målinger av fire pasienter fra hvert sykehus. Vi vet ikke noe om pasientenes tilstand, som andre sykdommer og tilstander som kan virke inn, og det kan ha vært tilfeldig at HU-verdiene var relativt like. Siden det var få pasienter, valgte vi å måle HU i fire ulike vener per pasient for å se målingene i en sammenheng og oppdage eventuelle avvik hos enkeltpasienten. HU-verdier i vena subclavia påvirkes av hvilken arm kontrastmiddelet ble injisert i. Målinger tatt fra samme side som kontrast ble injisert, vil ofte ha høyere HU-

verdier enn de tatt fra motsatt side. Fra St. Olavs ble det målt i vena subclavia på begge sider, og oppgitt hvilken arm kontrasten ble injisert i. Hvilken arm ble ikke oppgitt fra UHCA og vi fikk kun målinger fra venstre side.

Sammenligning av protokoll, samtaler med radiologer og HU-målinger kunne legge grunnlag for å besvare om kontrastbruk i CT-undersøkelse av primær lungekreft kunne forsvares og eventuelt reduseres. Protokollene var av samme indikasjon, men utarbeidet ulikt. De kunne likevel sammenlignes siden de samme parametrene spilte inn i begge protokollene.

Samtalene vi hadde med radiologene ga begrunnelse for protokollene gjennom informasjon om hvordan de ble utarbeidet. Med en indikator på tilstrekkelig oppladning i HU, kunne HU-målingene fortelle om kontrastmengden og tilstrekkelig oppladning og si noe om bruken av kontrastmiddel eventuelt kunne vært redusert.

Sammenlagt er dette datagrunnlaget som egner seg til å besvare problemstillingen. Det er derimot begrenset med faktorer tatt i betraktning i denne studien grunnet tid og omfang. Den mangler blant annet nok teori rundt tilstrekkelig oppladning og flere tekniske påvirkninger av bildekvalitet. Det lå også en svakhet i mengden målinger og hvor ulikt protokollene er innhentet.

Andre metoder brukt i studier for å sammenligne protokoller og kontrastoppladning, er blant annet spørreundersøkelser og radiolog sin vurdering av oppladning i bilder (29, 30).

Spørreundersøkelse kunne vært utført for å samle inn mye data, men det hadde krevd god planlegging og klarering med UHCA, og hadde ikke gitt bedre svar.

Ved University of Algarve ble vi formelt tatt imot for å utføre praksisstudier og dermed var et direkte forskningsprosjekt vanskelig å utføre. Grunnet lange prosesser med lovverk ville heller ikke dette egnet seg i en bacheloroppgave. Med intervju som metode hadde vi kunnet samlet inn mer kvalitativ data om prosessen rundt det å utarbeide en protokoll med begrunnelser for valgte parametere. Whitebird et. al. gjennomførte en slik studie hvor de benyttet semistrukturerte intervjuer for å kartlegge ulike synspunkter, og det alene hadde ikke vært mer verdifullt i denne studien (31). I vårt tilfelle hadde også et intervju krevd tolk for reliabilitet og dermed flere ressurser

I utgangspunktet tenkte vi at en radiolog fra hvert sykehus kunne vurdere oppladning i bilder fra begge sykehus. Det hadde krevd en godkjenning fra personvernombud ved sykehusene, da bildene ikke kunne blitt formidlet via eksempelvis e-post. Det hadde også vært et lite egnet design med radiologvurderinger da dette er en radiograffaglig oppgave.

4.2 Hovedfunn

4.2.1 Forskjell i gjennomføring og bruk av protokollene

Protokollene var ulike i gjennomføring, selv med samme indikasjon. De ble laget, begrunnet og anvendt ulikt. Bak begge protokollene var det radiologer som utarbeidet det de mente ga best resultater for bildene de skulle vurdere.

St. Olavs hadde en større radiologisk avdeling enn UHCA, med flere thoraxradiologer og radiografer. Standardisert protokoll gjorde undersøkelsene effektive, reproduserbare og sammenlignbare. For et stort sykehus er effektivitet viktig i både valg av protokoll for radiolog og i utførelse av undersøkelse for radiografer. En standard gjorde det også enkelt å sette protokoll på pasienter med passende indikasjon og å forhindre misforståelser.

UHCA hadde et fåtall thoraxradiologer. De hadde ingen standardisert protokoll, men vurderte hver enkelt pasient. Radiologen satt ofte på manøverrommet, lett tilgjengelig for radiografene. Systemet krevde mer oppfølging av radiolog, da samme radiolog som satt protokoll måtte vurdere bildene. De visste da heller ikke at alle pasientene med samme indikasjon var undersøkt med samme parametre. Det systemet gjør det vanskeligere å reproducere og sammenligne undersøkelsene, men kapasiteten på den radiologiske avdelingen kunne tillate det gjennom et tettere samarbeid mellom radiolog og radiograf.

I samtalene med radiologene ble de spurt om de fulgte en retningslinje for anbefalt kontrastmengde. St. Olavs fulgte det nasjonale handlingsprogrammet for lungekreft, mesoteliom og thymom til utarbeiding av protokoll, da inkludert kontrastmengde (27). Et veiledende krav i handlingsprogrammet er at thorax tas etter injeksjonstid pluss 5 sekunder i en kombinert arteriell/venøs fase, og øvre abdomen etter injeksjonstid pluss 40 sekunder i

en portovenøs fase (4). St. Olavs la parametrene for seriene sine nærme de veiledende kravene.

Ved UHCA svarte radiolog Tiago Moura Rodrigues at de ikke fulgte retningslinjer for anbefalt kontrastmengde (32). Samtalen ga ikke inntrykk av at protokollen ble basert på et nasjonalt handlingsprogram, men den tidligere nevnte metoden om utprøving. Siden en retningslinje for kontrastmengde ikke ble nevnt, kan det antas at det heller ikke gjaldt andre parametre. Likevel så vi at UHCA sin delay for thorax og portovenøs abdomen lå relativt likt som St. Olavs. Ingen av samtalene med radiologene ga informasjon om noen internasjonale retningslinjer spesifikt for radiologiske protokoller. Via søk lyktes vi kun med å finne retningslinjene for kontrastbruk fra ESUR (13). De innebærer ikke direkte parametre, men retningslinjer for blant annet nyrefunksjon. Protokollene som ble sammenlignet virker dermed ikke å ha tatt utgangspunkt i samme retningslinjer.

Protokollene inneholdt ulike serier. Ved utredning skannet St. Olavs, i tillegg til thorax, kun en portovenøs serie av abdomen. UHCA skannet tomserie, arteriell- og portovenøs serie av abdomen. I protokoller for primær lungekreft har seriene over abdomen som mål å avdekke eventuelle metastaser iblant annet lever. Leveren har dobbel blodtilførsel, og for normalbefolkningen kommer omtrent 20% av tilførselen fra leverarterien og 80% fra portvenen (33). En sen-arteriell fase for abdomen vil være mellom 35 til 40 sekunder og en portovenøs fase mellom 60 og 90 sekunder (34, 35). For en frisk lever vil en majoritet av perfusjon skje via portvenen og oppladning vil være på sitt sterkeste etter omtrent 60 sekunder med flow på over 2ml/s (36).

I den portovenøse fasen etter omtrent 70 sekunder etter injeksjon av kontrastmiddel vil hypovaskulære lesjoner som metastaser være best synlige (37). Derfor vil det være fasen ved 70 sekunder delay som egner seg for å avdekke metastaser i leveren. Begge sykehusene hadde en serie over abdomen innenfor spekteret 65-80 sekunder delay. Ingen var nøyaktig på 70 sekunder, men de var likevel innenfor portovenøs fase som kunne gi ønsket oppladning for å se metastaser. Det kan derimot diskuteres om en arteriell serie er nødvendig, da den i hovedsak viser hypervaskulære svulster som hepatocellulært karsinom, en type primær leverkreft (38).

St. Olavs tok bare bildeopptak i én fase over abdomen, og sparte da pasientene for stråledose, i forhold til UHCA som tok både en arteriell og en portovenøs serie ved utredning. St. Olavs fulgte som nevnt et nasjonalt handlingsprogram, som ble basert på gastroseksjonens leverprotokoller for metastaser. Det sier også at levermetastaser vil detekteres best i portovenøs fase etter omtrent 70-80 sekunder (39). I protokoller for primær leverkreft, praktiseres det ulikt antall serier, men det kjøres oftest opptil flere (40). Tre serier kan være tomserie, arteriell- og portovenøs serie (41). Tomserie og arteriell serie egner seg ved primær leverkreft, men en portovenøs serie skal alene kunne avdekke metastaser. Begge sykehusene hadde valgt parametre og serier som avdekker metastaser, og som ga tilstrekkelig oppladning. Forskjellen lå i antall serier, hvor UHCA tok opptak i flere faser, men sykehusene hadde like serier for thorax og portovenøs abdomen.

4.2.2 Likheter og ulikheter i parametre:

Protokollene fra St. Olavs og UHCA i denne studien ble begge laget for Siemens-maskiner. Det eneste punktet med en betydelig forskjell var rekonstruksjon, hvor UHCA sin Siemens Somatom go.Up brukte SAFIRE. Det gjør det mulig med både lavere stråledose og kontrastmengde uten å miste bildekvalitet (42). En studie fra 2018 viser at bruk av SAFIRE kan redusere kontrastmengden med opptil 20% og fortsatt ha en tilstrekkelig forskjell i kontrast mellom organene ved 100 kVp (43). En annen studie fra 2015 viser 26,5% gjennomsnittlig reduksjon ved bruk av SAFIRE (44). En forklaring på hvorfor UHCA benyttet mindre kontrastmengde enn St. Olavs kan dermed være bruk av SAFIRE i den aktuelle protokollen. Effekten graden av SAFIRE har på bildekvalitet, er derimot ikke tatt hensyn til. Selv om SAFIRE veier opp for lavere kontrastmengde, kan det dermed gå på bekostning av detaljer i bildet. Et annet funn i begge studiene er at med SAFIRE kan også kV reduseres uten at det går utover bildekvaliteten, men i protokollene var det ingen vesentlig forskjell i kV.

Kontrastparametrene i protokollene viste store ulikheter. Hos St. Olavs ble det gitt vektbasert mengde kontrastmiddel etter en tabell med vektklasser, etterfulgt av en tilpasset flow til hver mengde. Ved UHCA ble det gitt en fast mengde kontrastmiddel, med fast flow, med unntak av justering for pasienter de med øyemål kunne vurdere som over- eller undervektige. A. J. George og C. Olsen-Wika har i hver sin studie sammenlignet to protokoller, hvor én har vektbasert mengde og den andre har fast mengde (45, 46). George

kommer frem til at en vektbasert mengde er å foretrekke (45). Olsen-Wika finner ikke noen signifikant forskjell i oppladning, bildekvalitet eller stråledose i sin studie, men bildekvaliteten er redusert ved fast mengde for overvektige (46). I Nasjonalt handlingsprogram for lungekreft, mesoteliom og thymom står det at intravenøs kontrast enten skal tilpasses pasientens vekt med 1,8 til 2 ml per kg, eller tas fra tabell med vektklasser (4). St. Olavs fulgte dette med sin vektklasse-tabell. UHCA som kun justerer kontrastmengden dersom det er en betydelig overvekt, kunne derimot forventet færre optimale bilder hos denne pasientgruppen, ifølge studien til Olsen-Wika, da grensen for når dosen økes ikke var definert.

St. Olavs ga en mengde på 150 ml til normalvektige, mens UHCA ga nesten uten unntak 90 ml, 60% av kontrastmengden ved St. Olavs. 150 ml hadde en flow på 4 ml/s og 90 ml hadde en på 2.8 ml/s. Som nevnt i forrige hovedfunn, var det ulikheter i oppbygging av serier mellom protokollene. Seriene for thorax (serie 1) og portovenøs abdomen (serie 2) sammenlignes. St. Olavs hadde en fast delay på 40 sekunder for thorax og regnestykket ved UHCA ga eksempelvis 32 sekunder delay. For portovenøs abdomen hadde St. Olavs 80 sekunder og UHCA hadde 65-70 sekunder. En studie på hvilken kontrastmengde, flow og delay som utgjør den optimale protokollen for abdomen-undersøkelser ga et resultat på 120 ml kontrast, 3.0ml/s i flow og 50 sek delay (47). St. Olavs lå høyere på alle kontrastparametrene enn denne studien. UHCA lå et stykke under i mengde og flow, men som nevnt over brukte de SAFIRE som kunne tillate en lavere kontrastmengde.

For å kunne avdekke metastaser i leveren er en adekvat kontrastmengde, samt egnet fase gjennom riktig delay, avgjørende (33). I noen protokoller vil en maks på 150 ml gis (37). Et tilfelle er ved mistanke om levermetastaser. Dette praktiserte St. Olavs ved avdekking av metastaser for normalvektige. Hvilken kontrastmengde som er passende, henger også sammen med hvilken styrke kontrastmiddelet har. St. Olavs brukte Omnipaque med en styrke på 350 mg I/ml, mens UHCA brukte Ultravist 370 mg I/ml. En studie om protokoller for levermetastaser tester ulike styrker og kontrastmengder opp imot dose kontrast, hvor det tas utgangspunkt i at leveren avbildes ved 37-48 g jod for ønsket oppladning (33).

Med utgangspunkt i nevnt studie, lå St. Olavs over intervallet for nødvendig dose for lever med sine 52,5 g jod og UHCA lå under med sine 33,3 g jod. Siden kontrastmiddel skal begrenses om mulig, kan det se ut som St. Olavs ga en høyere dose enn nødvendig for leverens tilstrekkelige oppladning. Det er derimot ikke tatt i betraktning for hvilken dose som gir tilstrekkelig oppladning i thorax, og om det ble prioritert høyere mengde- og dose kontrast grunnet det. På den andre siden lå UHCA lavt, som alene uten hensyn til andre parametre, kunne resultere i lavere diagnostisk verdi. Delay og flow må være tilpasset kontrastmengden for at kontrastmiddelet skal være i riktig fase ved bildeopptak. Uten å ta iterativ rekonstruksjon til betraktning, ville UHCA med sin lavere mengde og flow i utgangspunktet ikke gitt en tilstrekkelig oppladning. Den diagnostiske verdien må være tilstrekkelig for å unngå å overse metastaser og det skal kunne oppnås med en dose mellom 37-48 g jod (33).

Kontrastmengde er også sett i sammenheng med flow og akutte hypersensitive reaksjoner i en studie fra 2019 av Park et.al (48). Resultatene fra denne viser at det er 1.42% tilfeller med akutte hypersensitive reaksjoner etter undersøkelser med lavere dose og flow, sammenlignet med 1.86% ved undersøkelsene med høyere dose og injeksjonshastighet. Det er derimot ikke en sikker relasjon mellom disse variablene, og ettersom både dose og flow ble endret kan ikke avgjørende faktor sies sikkert. Forskjellen i andel akutte hypersensitive reaksjoner er liten, men kan være verdt å ta hensyn til om en mindre mengde er mulig.

4.2.3 HU-målingene

HU-målingene viste variasjoner innad i pasientgruppene fra samme sykehus, samt mellom sykehusene. De laveste HU-verdiene var blant pasientene fra UHCA, mens de høyeste var fra St. Olavs. Det er også varierende hvordan oppladningen forandret seg innad i samme pasient fra begge sykehusene. Variasjonene kan komme av kroppens sirkulasjon og eventuelle underliggende sykdommer (10). Det ble gitt både 150 ml og 180 ml til pasientene fra St. Olavs, men da tilpasset kroppsvekt og skal ikke gi noe utslag i HU-målingene. Groell et. al. brukte i sin studie som 150 HU som mål på tilstrekkelig oppladning (12). Med det som utgangspunkt, viste 60% av målingene fra St. Olavs og 68% fra UHCA tilstrekkelig oppladning. Målingene under 150HU, lå derimot nærmere tilstrekkelig oppladning hos de fra St. Olavs

enn de fra UHCA. Det førte til en gjennomsnittsverdi på 186,6HU ved St. Olavs og 162,56HU ved UHCA, det tyder på at St. Olavs hadde høyere verdier totalt.

Ettersom det ble samlet inn HU-verdier fra få pasienter og flere ukjente faktorer, var det ikke hensiktsmessig å utføre statistiske tester. Vi så en tendens til høyere HU-verdier i gruppen fra St. Olavs sammenlignet med gruppen fra UHCA. Det kan tyde på at en større mengde kontrastmiddel kan gi en sterkere kontrastoppladning i blodkarene, som støttes av studien til Burbank *et al.* og kompendiet til Hanger (10, 49). Selv med en tendens til høyere verdier hos pasientene som fikk mer kontrastmiddel, var det ikke store forskjeller mellom målingene. Det er et viktig funn ettersom kontrastmengde, flow og delay er ulike mellom sykehusene.

Kontrastoppladning kan påvirkes av blant annet kV, bruk av iterativ rekonstruksjon, kontrastdose, flow og delay. I protokollene ble det brukt omtrent samme kV. Dersom kV senkes, vil en bedre kontrast i bildene oppstå da færre fotoner trenger gjennom vev og treffer detektor (5). HU-verdiene viste at oppladningen hos pasientene fra UHCA lå litt under målingene fra St. Olavs. Det kan tenkes at oppladningen kunne blitt bedre om en lavere kV hadde blitt valgt. Derimot ville det og senket kV også gitt lavere SNR, altså lavere signal og mer støy i bildene.

Iterativ rekonstruksjon, kontrastdose og oppladning henger sammen. Som nevnt i hovedfunnet over, gir SAFIRE mulighet til å benytte en lavere mengde kontrast uten å miste bildekvalitet.

St. Olavs med sin totale kontrastdose på 52,5 g jod lå over Silverman sitt mål på ønsket oppladning i lever, mens UHCA lå under (33). Ettersom UHCA sine HU-målinger nesten var tilsvarende St. Olavs sine, kan det tenkes at UHCA hadde tilstrekkelig oppladning, trolig grunnet bruk av SAFIRE.

St. Olavs benyttet en flow på 4.0 ml/s, mens UHCA benyttet 2.8 ml/s. Det påvirker kontrastoppladning, og forklares ved at høyere flow, gir høyere konsentrasjon jod per ml blod og dermed høyere oppladning (50). Studien til Ozawa *et al.* viste at ved en flow på 3.0 ml/s, i stedet for 2.0 ml/s, vil gi høyere oppladning. Hanger nevner også at raskere

injeksjoner gir høyere maksimal oppladning (10). Det støtter resultatene her, siden det oppsto litt høyere oppladning hos pasientene fra St. Olavs, men UHCA benyttet en betraktelig lavere mengde kontrast og flow uten at oppladningen ble vesentlig ulik. Delay er en av de viktigste faktorene for oppladning (10). For et bildeopptak i optimal kontrastoppladning, må delay tilpasses organenes kontrastfylling. I første hovedfunn diskuteres det rundt delay-tidene i protokollene, hvor de settes opp imot delay-tider for arterielle og portovenøse faser. St. Olavs sin lengre delay i begge fasene, skal i utgangspunktet ikke føre til at de to sykehusene skal ha akkurat samme oppladning ved bildeopptakene sine. Flow spiller også en rolle for hvor lang delay kan være, da høyere flow forlenger tidsrommet med optimal kontrastfylling i organene. Det kan forklare at St. Olavs benyttet lengre delay enn UHCA, men likevel tok bildeopptak i tidsrommet med god oppladning.

5.0 Konklusjon

I denne studien ønsket vi å se om bruken av kontrastmiddel kunne forsvares og eventuelt reduseres gjennom en sammenligning av protokoller tilhørende CT-undersøkelse av primær lungekreft.

Samtalene med radiologene fra de to sykehusene ga varierende begrunnelser for kontrastbruk i protokollene sine. Ved St. Olavs ble den forsvart med å vise til det nasjonale handlingsprogrammet, mens UHCA ikke viste til noen retningslinjer og begrunnet sine valg med utprøving.

De to protokollene som sammenlignes viste seg å være ulike. Det ga to utgangspunkter i bruk av kontrastmiddel og mål på HU-verdier som kunne legge grunnlag for vurdering av en reduksjon. UHCA brukte bare 60% av kontrastmengden til St. Olavs og en total kontrastdose på 19,2 g jod mindre. St. Olav kunne forsvare sin kontrastmengde med fraværende bruk av iterativ rekonstruksjon, som hos UHCA tillot en mye lavere mengde. Begge sykehusene forsvarte sin bruk av kontrastmiddel, men i ulik grad.

Ved å bruke funnet av totaldosen av jod de to protokollene ga, og de relativt like HU-målingene, kan det antas at SAFIRE er den viktigste faktoren. Med en totaldose på 33.3 g jod, i tillegg til bruk av SAFIRE, klarte UHCA å oppnå en relativt lik oppladning som St. Olavs med sine 52.5 g jod uten iterativ rekonstruksjon. Det kan dermed tyde på at en reduksjon av 150ml, med 4 ml/s flow og 350 mg I/ml, kanskje er mulig med fortsatt tilstrekkelig kontrastoppladning. Videre forskning på temaet kreves for å kunne konkludere om en reduksjon bør forekomme. Det er i vår studie begrenset med faktorer som er tatt i betraktning grunnet tid og omfang, som mangel på definisjon av diagnostisk verdi og flere tekniske innvirkninger i bildekvalitet. Denne studien inkluderte sykehus fra to forskjellige land, som kan legge grunnlag for kartlegging av bakgrunner for protokoller. En studie med større utvalg og flere variabler kan bidra til økt forståelse rundt kontrastbruk og oppladning, samt være mer representativ.

Litteraturliste

1. Helsedirektoratet. Pakkeforløp for lungekreft. Oslo: Helsedirektoratet 2014 [oppdatert 29. april 2022; hentet 19. april 2023]. Tilgjengelig fra: <https://www.helsedirektoratet.no/nasjonale-forlop/lungekreft/>.
2. Nasjonalt kvalitetsregister for lungekreft. Årsrapport 2021 med resultater og forbedringstiltak. Oslo; 2022.
3. Kreftforeningen. Lungekreft: Kreftforeningen 2023 [oppdatert 2. februar 2023; hentet 20. april 2023]. Tilgjengelig fra: <https://kreftforeningen.no/om-kreft/kreftformer/lungekreft/>.
4. Helsedirektoratet. Lungekreft, mesoteliom og thymom - handlingsprogram. Oslo: Helsedirektoratet 2013 [oppdatert 6. januar 2023; hentet 19. april 2023]. Tilgjengelig fra: <https://www.helsedirektoratet.no/retningslinjer/lungekreft-mesoteliom-og-thymom-handlingsprogram/sammendrag-av-anbefalingene>
5. Kusk M. Multislice CT: Billedkvalitet, dosis og teknik. 2. utgave utg: Radiografens Forlag; 2018. Antall sider: 185.
6. National Institute of Biomedical Imaging and Bioengineering. Computed Tomography [Internett]. 2022 [oppdatert Juni 2022; hentet mai 2023]. Tilgjengelig fra: <https://www.nibib.nih.gov/science-education/science-topics/computed-tomography-ct>.
7. Brekke M, Borthne A. attenuasjon (radiologi) Store medisinske leksikon på snl.no2009 [oppdatert 29. august 2019; hentet mai 2023]. Tilgjengelig fra: <https://sml.snl.no/attenuasjon - radiologi>.
8. DenOtter TD, Schubert J. Hounsfield Unit [Internett]. StatPearls: StatPearls Publishing; 2023 [oppdatert 6. mars 2023; hentet mai 2023]. Tilgjengelig fra: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK547721/>
9. Broder J, Preston R. Hounsfield Scale Diagnostic Imaging for the Emergency Physician 2011 [hentet mai 2023]. Tilgjengelig fra: <https://www.sciencedirect.com/topics/medicine-and-dentistry/hounsfield-scale>.
10. Hanger N. KONTRASTMIDLER I RØNTGENDIAGNOSTIKK - for radiografer 2.0 [Kompendium]. 2018 [Tilgjengelig fra: ISBN: 9788269030518].
11. Brekke M, Borthne A. kontrastmiddel. Store medisinske leksikon Oslo: Universitetet i Oslo; 2022.

12. Groell R, Willfurth P, Schaffler GJ, Mayer R, Schmidt F, Uggowitz MM, et al. Contrast-enhanced spiral CT of the head and neck: comparison of contrast material injection rates. *AJNR Am J Neuroradiol.* 1999;20(9):1732-6.
13. Thomsen HS. *ESUR Guidelines on Contrast Agents (Versjon 10.0). I: The Contrast Media Safety Committee, red.: European Society of Urogenital Radiology; 2018. s. 46.*
14. Thomsen HS, Bush WH, Jr. Adverse effects of contrast media: incidence, prevention and management. *Drug Saf.* 1998;19(4):313-24.
15. Modi K, Padala SA, Gupta M. Contrast-Indiced Nephropathy [Internett]. StatPearls StatPearls Publishing; 2022 [oppdatert 25. juli 2022; hentet mai 2023. Tilgjengelig fra: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK448066/>.
16. Hossain MA, Costanzo E, Cosentino J, Patel C, Qaisar H, Singh V, et al. Contrast-induced nephropathy: Pathophysiology, risk factors, and prevention. *Saudi J Kidney Dis Transpl.* 2018;29(1):1-9.
17. Wong PC, Li Z, Guo J, Zhang A. Pathophysiology of contrast-induced nephropathy. *Int J Cardiol.* 2012;158(2):186-92.
18. Sum W, Ridley LJ. Recognition and management of contrast media extravasation. *Australas Radiol.* 2006;50(6):549-52.
19. St. Olavs Hospital Universitetssykehuset i Trondheim. Nøkkeltall [Internett]. 2022 [oppdatert 16. april 2022; hentet mars 2023]. Tilgjengelig fra: <https://stolav.no/om-oss/nokkeltall-for-st-olavs-hospital>.
20. St. Olavs Hospital Universitetssykehuset i Trondheim. Klinikk for bildediagnostikk. u.å. [Tilgjengelig fra: <https://stolav.no/avdelinger/klinikk-for-bildediagnostikk#les-mer-om-klinikk-for-bildediagnostikk>.
21. Algarvetips. Hospitals in the Algarve: Algarvetips; 2022 [Tilgjengelig fra: <https://www.algarvetips.com/algarve/practical-info/hospitals/>
22. Saúde SND. CHUALGARVE I TALL u.å. [hentet mars 2023]. Tilgjengelig fra: <https://www.chualgarve.min-saude.pt/chalgarve-em-numeros/area-de-influencia/>
23. Gaudêncio N. Radiograf UHCA og foreleser. 2023.
24. Ingebrigtsen KS. Radiograf St. Olavs og veileder. 2023.
25. Ferriera F. Fagradiograf UHCA. 2023.
26. Lov om medisinsk og helsefaglig forskning. av 2008-06-20 nr. 44., (2009).
27. Nesgård K. Fagradiolog St. Olavs. 2023.

28. Bae KT. Intravenous contrast medium administration and scan timing at CT: considerations and approaches. *Radiology*. 2010;256(1):32-61.
29. Henning MK, Aaløkken TM, Johansen S. Contrast medium protocols in routine chest CT: a survey study. *Acta Radiologica*. 2021;63(3):351-9.
30. Itoh S, Ikeda M, Satake H, Ota T, Ishigaki T. The Effect of Patient Age on Contrast Enhancement During CT of the Pancreatobiliary Region. *American Journal of Roentgenology*. 2006;187(2):505-10.
31. Whitebird RR, Solberg LI, Chu PW, Smith-Bindman R. Strategies for Dose Optimization: Views From Health Care Systems. *Journal of the American College of Radiology*. 2022;19(4):534-41.
32. Rodrigues TM. Thoraxradiolog UHCA 2023.
33. Silverman PM. Liver metastases: imaging considerations for protocol development with multislice CT (MSCT). *Cancer Imaging*. 2006;6(1):175-81.
34. Murphy A. CT triple-phase liver (protocol) 2023 [oppdatert 23. mars 2023; hentet mai 2023]. Tilgjengelig fra: <https://radiopaedia.org/articles/ct-triple-phase-liver-protocol>.
35. Kulkarni NM, Fung A, Kambadakone AR, Yeh BM. Computed Tomography Techniques, Protocols, Advancements, and Future Directions in Liver Diseases. *Magn Reson Imaging Clin N Am*. 2021;29(3):305-20.
36. Ding A, Kulkarni, N.M., Saini, S. Liver CT. *Abdominal Imaging* 2012;2.
37. Smithuis R. CT contrast injection and protocols *Radiology Assistant* 2014 [oppdatert 1. juni 2014; hentet mai 2023]. Tilgjengelig fra: <https://radiologyassistant.nl/more/ct-protocols/ct-contrast-injection-and-protocols#basics-of-contrast-enhancement-phases-of-enhancement>.
38. Helsedirektoratet. Primær leverkreft - pakkeforløp [Internett]. 2015 [oppdatert 29. april 2022; hentet april 2023]. Tilgjengelig fra: <https://www.helsedirektoratet.no/nasjonale-forlop/primaer-leverkreft>.
39. Helsedirektoratet. 7.2 Utredning - Pancreaskreft (bukspyttkjertelkreft) - handlingsprogram 2017 [oppdatert 5. juli 2021; hentet mai 2023]. Tilgjengelig fra: <https://www.helsedirektoratet.no/retningslinjer/pancreaskreft-bukspyttkjertelkreft-handlingsprogram/diagnose/utredning>.

40. Rengo M, Bellini D, De Cecco CN, Osimani M, Vecchiotti F, Caruso D, et al. The optimal contrast media policy in CT of the liver. Part II: Clinical protocols. *Acta Radiol.* 2011;52(5):473-80.
41. Aslaksen AB. CT lever [Protokoll]. Helse Vest 2022 [hentet mai 2023]. Tilgjengelig fra: <https://kvalitet.helse-bergen.no/docs/pub/DOK53727.pdf>.
42. Siemens Healthineers. SAFIRE. u.å. [Tilgjengelig fra: <https://www.siemens-healthineers.com/no/molecular-imaging/options-and-upgrades/software-applications/safire>]
43. Nagayama Y, Nakaura T, Oda S, Tsuji A, Urata J, Furusawa M, et al. Value of 100 kVp scan with sinogram-affirmed iterative reconstruction algorithm on a single-source CT system during whole-body CT for radiation and contrast medium dose reduction: an intra-individual feasibility study. *Clinical Radiology.* 2018;73(2):217.e7-.e16.
44. Yin W-HL, Bin; Gao, Jian-Bo; Li, Pei-Ling; Sun, Kai; Wu, Zhi-Feng; Yang, Wen-Jie; Zhang, Xiao-Qin; Zheng, Min-Wen; McQuiston, Andrew D.; Meinel, Felix G.; Schoepf, Uwe Joseph. Effect of reduced x-ray tube voltage, low iodine concentration contrast medium, and sinogram-affirmed iterative reconstruction on image quality and radiation dose at coronary CT angiography: Results of the prospective multicenter REALISE trial. *Journal of Cardiovascular Computed Tomography* 2015;9(3):215-24.
45. George AJ, Manghat NE, Hamilton MC. Comparison between a fixed-dose contrast protocol and a weight-based contrast dosing protocol in abdominal CT. *Clin Radiol.* 2016;71(12):1314.e1-.e9.
46. Olsen-Wika C. Comparison of contrast agent administration protocols (master): NTNU 2017.
47. Gocke P, Gocke C, Neumann K, Henseke P, Langer R, Müller RD. Prospective randomized study for an injection protocol for intravenous contrast media in abdominal and pelvic helical CT. *Acta Radiol.* 1999;40(5):515-20.
48. Park HJ, Son JH, Kim TB, Kang MK, Han K, Kim EH, et al. Relationship between Lower Dose and Injection Speed of Iodinated Contrast Material for CT and Acute Hypersensitivity Reactions: An Observational Study. *Radiology.* 2019;293(3):565-72.
49. Burbank FH, Brody WR, Bradley BR. Effect of volume and rate of contrast medium injection on intravenous digital subtraction angiographic contrast medium curves. *J Am Coll Cardiol.* 1984;4(2):308-15.

50. Ozawa Y, Hara M, Shibamoto Y. The Frequency of Insufficient Contrast Enhancement of the Pulmonary Artery in Routine Contrast-enhanced Chest CT and Its Improvement With an Increased Injection Rate: A Prospective Study. *Journal of Thoracic Imaging*. 2011;26(1):42-7

Vedlegg

Protokoll fra St. Olavs:

Forfatter: Atle Hegge, Kristin Nesgård, Asbjørn Ødegård

CT Thorax/ Abdomen Lunge.

Lab1, 2, 3 og 33



Generell informasjon.	
Indikasjon:	Utredning og kontroll av primær lungecancer (inkludert lever og binyrer)
Leie:	Ryggleie, armer opp.
Posisjonering:	Isosentrisk posisjonering.
Pusteteknikk:	Dyp inspirasjon
Område:	<p>Thorax: fra 5 cm over lungetopp, til og med lungesinus</p> <p>Abdomen: Hele leveren.</p> <p>Eventuelle tillegg: Dersom prioritert som «CT Thorax/ Abdomen/ Bekken Lunge»: Kjør leverserien craniocaudalt til symfyse. Bekkenet skal altså inkluderes. Dersom prioritert som «CT Collum/ Thorax / Abdomen»: legg til en Collumserie (ikke splitbolus) til slutt . Delay 25 sekunder etter at Abdomenserien er kjørt. Dersom prioritert som «CT Thorax/ Abdomen Lunge med lungearterier»: Kjør Thoraxserien etter 35 sekunder, med minimum 150 ml kontrast og minimum 4 ml/sek i injeksjonshastighet.</p>
Peroral Kontrast	<p>Ikke peroral kontrast. Ikke faste.</p> <p>I noen tilfeller kan det være ønskelig med kontrast. Det skal i så fall skrives på i hvert enkelt tilfelle av radiolog. Dersom undersøkelsen inkluderer bekken skal pasienten drikke kontrast i 2 timer og faste i fire timer. Dersom undersøkelsen bare inkluderer øvre Abdomen skal pasienten drikke kontrast i en time og faste i fire timer.</p>
Retning:	<p>Topogram: Craniocaudalt.</p> <p>Thorax: caudocranialt. Abdomen: craniocaudalt.</p>
Overføring:	<p>Alt til PACS. Automatisk overføring av tynnsnittserier til SyngoVia</p>
Kommentar	Dersom spørsmål om lungeemboli, reduser delay på thoraxserien til 35 sekunder.

Kontrastparametere.	
Intravenøs Kontrast:	<p>Omnipaque 350 mg/ml.</p> <p>Pasienter under 50 kg: 120 ml, 30 ml NaCl, 3,2 ml/s.</p> <p>Pasienter mellom 50 og 80 kg: 150 ml, 30 ml NaCl, 4,0 ml/s</p> <p>Pasienter over 80 kg : 180 ml, 30 ml NaCl, 4,8 ml/s</p> <p>Ved tidligere alvorlig kontrastreaksjon etter administrasjon av Omnipaque, gis Visipaque 320mg/ml i stedet. Gi samme antall ml som når Omnipaque gis. (EQS 5496)</p>
Delay:	<p>Thorax: 40 sekunder. Dersom spørsmål om Lungeemboli bruk 35 sekunder.</p> <p>Abdomen: 80 sekunder. 85 sekunder dersom pasienten er over 70 år.</p>
Dersom injeksjonshastigheten må reduseres	<p>Av og til er det ikke mulig å få til ønsket injeksjonshastighet på grunn av problemer med å få lagt inn stor nok kanyle. Da skal delay i Thorax være injeksjonstid + 5 sekunder. Delay i Abdomen skal være injeksjonstid +40 sekunder.</p> <p>Dersom det er spørsmål om lungeemboli (med 35 sekunder delay) og man må gå ned mye i flow, bør det konfereres med lege før undersøkelsen gjennomføres.</p>
Kommentar:	Når det er spørsmål om lungeemboli skal delay før Thorax være 35 sekunder, samt at kontrastmengden skal være minimum 150 ml med 4 ml/ sekund i injeksjonshastighet.

Scanparametere

Parametere	Lab 1	Lab 2	Lab 3	Lab 33
Kollimering	0,6 x 128	0,6 x 128	0,6 x 128 mm	0,6 x 128 mm
Rotasjonstid:	0,33 s	0,33	0,5 s	0,33 s
Pitch:	Thorax:0,6 (XCare) Abdomen: 0,6	Thorax:0,6 (XCare) Abdomen: 0,6	Thorax:1,2 Abdomen: 0,6	Thorax:0,6 (XCare) Abdomen: 0,6
Dosemodulering	CareDose4D Care KV	CareDose4D Care KV	CareDose4D Care KV	CareDose4D Care KV
KV:	Referanse KV: 120	Referanse KV: 120	Referanse KV: 120	Referanse KV: 120
Quality Reference mAs	Thorax: 110 Abdomen:240	Thorax: 83 Abdomen: 180	Thorax: 110 Abdomen:240	Thorax: 83 Abdomen:180
CTDIvol	Thorax: 5,62 mGy Abdomen: 12,14 mGy			

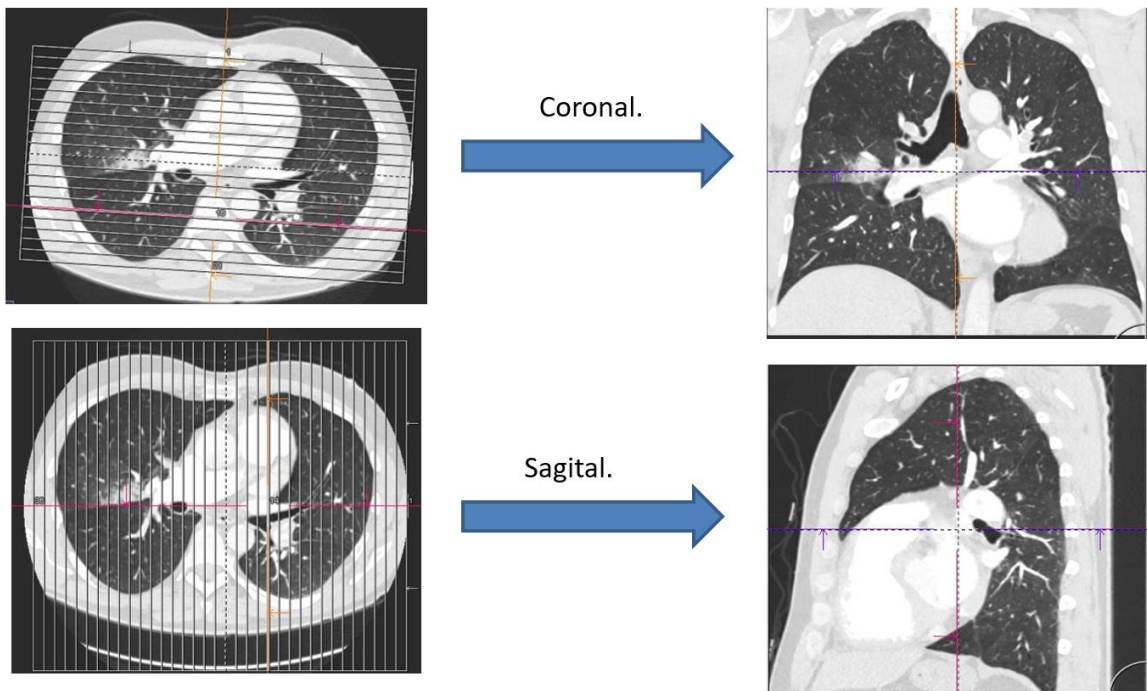
Rekonstruksjoner Thorax.

Aksial Rekonstruksjon 1:	Slice: 3.0	Recon Increment:2.0
	Kernel: b30f/ Bf37	Window: Mediastinum
Aksial Rekonstruksjon 2:	Slice: 3.0	Recon Increment: 2.0
	Kernel: B60f /Br59	Window: Lung
Aksial Rekonstruksjon 3:	Slice 1.0	Recon Increment:0,7
	Kernel B30/ Bf37	Window: Lung
Coronal MPR.	Slice: 3	Distance: 2
	Kernel: B20/ Bf37	Window: Lung
Sagital MPR.	Slice: 3	Distance: 2
	Kernel: B20/ Bf 37	Window: Lung
Aksial MIP	Slice: 8	Distance: 5
	Kernel: B20/ Bf 37	Window: Lung
HRCT rekonstruksjon (Eventuelt)	Slice: 1.0	Recon Increment: 0,7
	Kernel: B80/ BI57	Window: Lung
Iterativ rekonstruksjon:	På Lab 2 og 33: Admire Strength 2. IBHC: iodine	

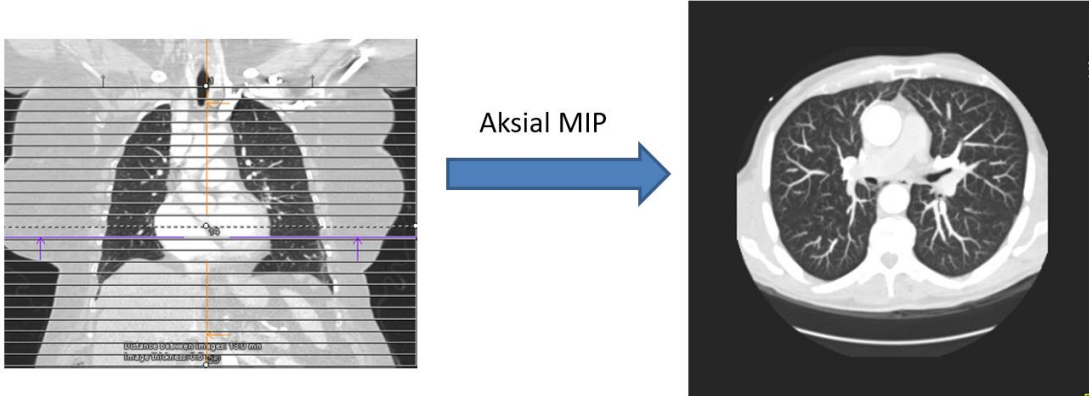
Rekonstruksjoner Abdomen.

Aksial Rekonstruksjon 1:	Slice: 3.0	Recon Increment:2.0
	Kernel: b30f/ Br36	Window: Abdomen portvenefase
Aksial Rekonstruksjon 2:	Slice: 1.5	Recon Increment: 0,75
	Kernel: B20f/Br36	Window: Abdomen portvenefase
Coronal MPR.	Slice: 3	Distance: 3
	Kernel: B20f/ Br36	Window: Abdomen portvenefase
Sagital MPR.	Slice: 3	Distance: 3
	Kernel: B20f/ Br36	Window: Abdomen portvenefase
Iterativ rekonstruksjon:	Admire grad 2. Gjelder alle rekonstruksjoner på lab 2 og 33	

Rekonstruksjoner:



Rekonstruksjoner:



Rekonstruksjoner:

