

Jenny Holthe Holm, Tonje Aaboen Høie og Tonje Tetlimo

Buscopan sin effekt på bildekvalitet ved MR-protokollen cancer recti

Bacheloroppgave i Radiografi

Veileder: Beathe Sitter

Mai 2020

Jenny Holthe Holm, Tonje Aaboen Høie og Tonje
Tetlimo

Buscopan sin effekt på bildekvalitet ved MR-protokollen cancer recti

Bacheloroppgave i Radiografi
Veileder: Beathe Sitter
Mai 2020

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

Forord

Denne bacheloroppgaven er skrevet i forbindelse med vår avsluttende utdanning ved NTNU, Bachelor i radiografi fra 2017 til 2020. Først og fremst vil vi rette en stor takk til vår veileder Beathe Sitter som har gitt oss god faglig hjelp, konstruktive råd og anbefalinger underveis i denne oppgaven. MR-avdelingen ved St. Olavs Hospital har også vært til stor hjelp, og da spesielt radiograf Marius Eriksen som har gjennomført undersøkelsene og hjulpet oss med innsamling av data. Vi ønsker også å takke pasientene som bidro til bachelorprosjektet vårt. Til slutt vil vi takke hverandre for et godt samarbeid.

Jenny Holthe Holm, Tonje Aaboen Høie og Tonje Tetlimo

Trondheim, mai 2020.

Sammendrag

Bakgrunn: Buscopan er et spasmolytisk legemiddel som benyttes for å gi avslapning av glatt muskulatur. Dette legemidlet kan benyttes ved MR for å redusere bevegelsesartefakt fra tarmperistaltikk, og skal dermed bidra til å forbedre bildekvaliteten. Det er gjort lite forskning på Buscopan sin effekt på bildekvalitet ved MR, og det som er publisert viser varierende effekt av legemidlet.

Hensikt: Hensikten med denne studien var å belyse hvorvidt Buscopan har en signifikant effekt på bildekvalitet ved MR-protokollen cancer recti.

Metode: I denne studien ble det samlet inn data fra seks pasienter. T2-vektede MR-bilder ble tatt opp med en turbo spinn-ekko sekvens før og etter intravenøs injeksjon av Buscopan, og ble deretter sammenlignet. ROIer ble lagt i tre snitt, og det ble utført kvantitative analyser av to SNR-målinger, tre CNR-målinger og én måling av intensitetsforhold. Alle kvantitative mål ble sammenlignet med parets Wilcoxon test. I tillegg utførte en radiograf en kvalitativ vurdering, hvor hver bildeserie ble kategorisert som enten *diagnostisk nyttig* eller *ikke-diagnostisk nyttig*.

Resultater: Kun CNR mellom fossa ischio analis og musculus obturatorius internus viste signifikant forskjell mellom bildeseriene med og uten Buscopan. Alle bildeseriene med og uten Buscopan ble kategorisert som diagnostisk nyttig.

Konklusjon: Denne studien viste at Buscopan sin effekt på bildekvalitet ikke ga en signifikant endring ved flertallet av målingene, samtidig som at alle bildeseriene ble vurdert som diagnostisk nyttig. Derfor kan det ikke sies at legemidlet gir en vesentlig effekt på bildekvalitet ved MR-protokollen cancer recti i vår studie. Likevel er datagrunnlaget for smalt til å trekke en sikker konklusjon, og det kan derfor være interessant å forske videre på emnet.

Abstract

Background: Buscopan is a spasmolytic drug which is used to relax smooth muscle, and can be used in MRI to reduce motion artefacts from peristaltic motion, which in turn should improve the image quality. There has been little research on the impact of Buscopan on image quality in MRI, and the few published studies show that the drug has a varying effect on image quality.

Purpose: The purpose of this study was to investigate whether Buscopan has a significant effect on image quality in an MRI-protocol for cancer recti.

Method: In this study, data was collected from six patients. T2-weighted MRI images were acquired by a turbo spin echo sequence, before and after intravenous injection of Buscopan, and was then compared. ROIs were placed in three different slices, and a quantitative analysis of two SNR-measurements, three CNR-measurements and one intensity-ratio was conducted. All the quantitative measurements were analysed using a paired Wilcoxon signed-rank test. A radiographer classified the images as either *diagnostic useful* or *non-diagnostic useful*.

Results: Only the CNR-measurement between fossa ischioanalis and musculus obturatorius internus showed a significant difference between the sequences with and without Buscopan. All the images with and without Buscopan were assessed as diagnostic useful.

Conclusion: This study shows that Buscopan has no significant effect on image quality in the majority of the measurements. In addition to this, all the images were assessed as diagnostic useful. Based on the results in this study, it cannot be stated that the drug has a significant effect on image quality in the MRI-protocol cancer recti. However, the data is too narrow, and a larger trial is required for any conclusive evidence that Buscopan does or does not improve image quality.

Innholdsfortegnelse

1. Innledning	1
1.1 Teoretisk bakgrunn	1
1.2 Tidligere studier.....	4
2. Metode	5
2.1 Pasientene	5
2.2 MR-undersøkelsen.....	5
2.3 Bilde-analysene.....	6
2.4 Statistikk.....	7
3. Resultater	7
4. Diskusjon	10
4.1 Svakheter og styrker.....	10
4.2 Tidligere forskning.....	12
4.3 Studiens funn.....	14
5. Konklusjon	16
6. Litteraturliste	17
Vedlegg 1	20

1. Innledning

Radiografer driver stadig med utvikling av protokoller for å sikre best mulig bildekvalitet, og protokolloptimalisering er en viktig oppgave innenfor fagfeltet. Det er viktig å sikre at ulike bildekvalitetsparametre er høye nok for at bildet skal være diagnostisk nyttig (McRobbie *et al.*, 2017, s. 70). Ved avbildning av tynn- og tykktarm er det viktig å undertrykke tarmperistaltikk, da dette kan føre til bevegelsesartefakter som vil kunne gi en dårligere bildekvalitet (McRobbie *et al.*, 2017, s. 86; Westbrook og Talbot, 2019, s. 244). Den mest effektive metoden for å undertrykke tarmperistaltikk er å benytte antiperistaltiske legemidler, slik som Buscopan. Da det er utført lite forskning på Buscopan sin effekt på bildekvalitet ved MR, har vi valgt å forske på dette ved en MR-protokoll ved St. Olavs Hospital for å se om dette legemidlet er nødvendig.

Formålet med denne studien er å belyse hvorvidt pasienter bør motta Buscopan før en MR-undersøkelse ved spørsmål om cancer recti, i tillegg til å sikre best mulig bildekvalitet ved denne protokollen. Ut ifra dette utformet vi forskningsspørsmålet:

Har Buscopan en vesentlig effekt på bildekvalitet ved MR-protokollen cancer recti hos pasienter henvist til denne undersøkelsen?

1.1 Teoretisk bakgrunn

Alle klinisk diagnostiske bilder må demonstrere kontrast mellom anatomiske strukturer og mellom anatomi og patologi (Westbrook, Roth og Talbot, 2011, s. 16-22). Bildet kan oppnå kontrast fra flere ulike mekanismer, blant annet T1-relaksasjon og T2-relaksasjon. T1-tiden beskriver tiden det tar å gjenvinne magnetisering longitudinelt, og T2-tiden beskriver tapet av magnetisering i transversalplanet. Kontrast i T1- og T2-vektede bilder bestemmes av forskjeller i T1- og T2-tider mellom vev (Westbrook og Talbot, 2019, s. 36-44). Ved T1-vektede bilder er det en kort repetisjonstid (TR) mellom hver eksitasjonspuls, samt en kort ekkotid (TE). Her vil vev med kort T1-tid, slik som fettvev, ha et høyt signal og fremstå hyperintens i bildet. Ved T2-vektede bilder er det en lang TE, i tillegg til en lang TR. Her vil blant annet vann, som har lang T2-tid, ha et høyt signal og dermed fremstå hyperintens i bildet. T2-vektede bilder benyttes blant annet til å avbilde patologi siden mesteparten av patologi har et høyt vanninnhold.

For å produsere et bilde, må MR-systemet kalkulere hvor mye signal som kommer fra hver lokalisasjon i pasienten (Westbrook og Talbot, 2019, s. 129). Dette kalles romlig koding, og utføres ved hjelp av magnetfeltgradienter som forårsaker en lineær forandring i magnetfeltstyrke (Westbrook, Roth og Talbot, 2011, s. 59-62). Ved bruk av magnetfeltgradientene vil systemet

kunne velge ut ett snitt, og deretter lokalisere signalene fra begge aksene i dette snittet ved hjelp av frekvens- og fasekodning. Fasekodningsgradienten aktiveres en kort periode og endres gjennom hele skanningen. Denne endrer fasen til presesjonsfrekvensen, som systemet bruker til å differensiere signal ut ifra hydrogenkjernenes posisjon langs fasekodingsaksen.

Frekvenskodningsgradienten er på under utlesning av signal, og forårsaker en frekvensendring til hydrogenkjernenes magnetiske moment som ligger langs denne aksen. Dermed kan hydrogenkjernene, og signalene de danner, bli lokalisert etter frekvensen til det magnetiske momentet.

Bevegelsesartefakt er en pasient-relatert artefakt som oppstår av frivillig og ufrivillig bevegelse (Hashemi, Bradley og Lisanti, 2010, s. 196-197). Dette artefaktet oppstår som regel av anatomi som beveger seg periodisk under skanningen, som for eksempel ved pusting og pulsasjon av årer (Hashemi, Bradley og Lisanti, 2010, s. 198-199; Westbrook og Talbot, 2019, s. 243-245). Det kan også oppstå av tilfeldige bevegelser som skjelving, hosting, svelging og at pasienten beveger på seg. Bevegelsesartefakter opptrer i fasekodingsretningen da det tar tid før avlesning av signal etter fasekodning, og fordi fasekodningsgradienten har ulik amplitude ved hver TR. Når det da skjer en bevegelse mellom kodingen og utlesning, samt mellom hver TR, vil signal bli plassert feil i fasekodingsretningen.

Protokolloptimalisering utføres for å oppnå best mulig bildekvalitet (Westbrook og Talbot, 2019, s. 209-210). Dette bedømmes ut fra hvor godt bildene viser anatomi og patologi, og baserer seg på å produsere bilder som demonstrerer blant annet høyt signal-støy-forhold (SNR) og et høyt kontrast-støy-forhold (CNR). SNR er forholdet mellom amplituden til signalet som mottas og den gjennomsnittlige amplituden av støy (Westbrook, Roth og Talbot, 2011, s. 104). SNR er definert som

$$SNR = \frac{\text{Signal}}{\text{Støy}} \quad (\text{Likning 1})$$

(McRobbie *et al.*, 2017, s. 68-70). Støy er tilfeldige variasjoner i pikselverdier som gir bildet et kornete og flekkete utseende. I forbindelse med MR er den største kilden til støy termiske bevegelser i pasienten (Westbrook og Talbot, 2019, s. 210). En lav SNR kan føre til tap av små detaljer, noe som vil gjøre bildet uklart (McRobbie *et al.*, 2017, s. 70). Derfor er en høy SNR et viktig aspekt ved bildeoptimalisering for at bildet skal være diagnostisk nyttig. SNR kan påvirkes av blant annet anvendt spole og magnetfeltstyrke, hvor SNR er høyere ved høyere magnetfeltstyrke (Westbrook og Talbot, 2019, s. 210-213). TR, TE og flippvinkelen er også

faktorer som påvirker SNR og bildekvaliteten. TR påvirker hvor mye longitudinal magnetisme som blir gjenvunnet, og dermed hvor mye magnetisme som kan bli sendt til det transversale planet ved neste TR. SNR øker når TR øker, men en økning av TR vil også øke skannetiden og sannsynligheten for pasientbevegelse. Andre faktorer som påvirker SNR er snittykkelse, field of view (FOV) og number of signals averaged (NSA) (McRobbie *et al.*, 2007, s. 73).

CNR er essensielt for diagnostisk gode bilder (McRobbie *et al.*, 2017, s. 67-70). CNR defineres som forskjellen i SNR mellom to tilgrensende områder (Westbrook og Talbot, 2019, s. 226).

CNR for vev *A* og *B*, uttrykkes som

$$CNR_{AB} = \frac{S_A - S_B}{\text{Støy}} \quad (\text{Likning 2})$$

(McRobbie *et al.*, 2017, s. 68). S_A og S_B er signalet til vev *A* og *B*. CNR bestemmer øyets evne til å skille områder med høyt signal fra områder med lavt signal, og er trolig den mest kritiske faktoren for bildekvalitet (Westbrook og Talbot, 2019, s. 226-227). CNR er høyere ved T2-vektede bilder og ved bruk av kontrastmiddel. I tillegg påvirkes også CNR av snitt-tykkelse (McRobbie *et al.*, 2007, s. 71). Det er viktig å maksimere CNR for å oppnå et tydelig skille mellom patologi og normal anatomi, eller slik at nærliggende strukturer kan skilles fra hverandre (Westbrook og Talbot, 2019, s. 232).

Parallell avbildning (PI) er en bilderekonstruksjonsteknikk som kan benyttes ved alle pulssekvenser (Elster, 2020a). PI benytter kunnskap om mottaker-spolens plassering og sensitivitet til romlig lokalisering av MR signal, noe som kan føre til en reduksjon i antall fasekodingssteg under bildeopptak (Elster, 2020d). Denne teknikken vil også kunne redusere skannetiden eller forbedre oppløsningen (Westbrook, Roth og Talbot, 2011, s. 195). Ved PI reduseres SNR av to tilleggsfaktorer:

$$SNR_{PARALLELL} = \frac{SNR}{gR} \quad (\text{Likning 3})$$

(Elster, 2020b). R er reduksjonsfaktoren og bestemmer reduksjonen i antallet linjer i k -space. Når reduksjonsfaktoren øker vil SNR bli lavere. g er geometrisk faktor, som varierer ved ulike lokalisasjoner i spolen. SNR er ved samme opptaksbetingelser men uten PI. Det finnes ulike PI-teknikker, og én av disse er Siemens sin GRAPPA (GeneRalized Auto-calibrating Partially Parallel Acquisitions) som opererer i k -space (McRobbie *et al.*, 2017, s. 234-235; Elster, 2020c).

Buscopan er et spasmolytikum bestående av virkestoffet hyoscinbutylbromid (Buscopan, 2018; Sanofi-aventis Canada inc, 2019). Dette legemidlet blokkerer parasympatiske ganglier i GI-

traktus, galleveier og urinveier, og kan dermed brukes for å gi avslapning i glatt muskulatur. Et annet spasmolytikum som gir slike effekter, er Glucagon (Glucagon, 2015). Disse legemidlene kan benyttes ved MR, hvor anatomisk bevegelse under pulssekvensen kan føre til bevegelsesartefakt og en lavere bildekvalitet (Westbrook og Talbot, 2019, s. 244). Etter en intravenøs administrasjon distribueres Buscopan svært raskt, hvor $T_{1/2\alpha}$ er 4 minutter (Sanofi-aventis Canada inc, 2019). Dette betyr at etter 4 minutter vil halvparten av stoffet være fordelt fra blodplasma og ut i ulike vev (Brørs, 2019). Ved intramuskulær injeksjon av Glucagon inntreffer effekten etter 5-15 minutter (Glucagon, 2015).

1.2 Tidligere studier

Vi har funnet syv studier som omhandler Buscopan sin effekt på bildekvalitet ved MR av abdomen. To studier forsket på effekten av Buscopan ved undersøkelser på øvre abdomen (Dosedá *et al.*, 2003; Wagner *et al.*, 2008). Dosedá-studien målte signal i flere interesseområder (ROIer) i lever, samt i luft anteriort og lateralt for å få et mål på bildekvalitet grunnet bevegelse. I studien til Wagner 2008 ble det utført en kvantitativ analyse av bevegelsesartefakter. To radiologer vurderte også fremstilling av anatomiske strukturer som lever, pankreas, milt, binyrer, nyrer og tarmvegg, samt helhetlig bildekvalitet. Begge studiene konkluderte med at Buscopan hadde en god effekt på bildekvaliteten, og Wagner-studien viste at Buscopan reduserte artefakter. I Johnson-studien vurderte tre radiologer helhetlig bildekvalitet, samt visualisering av lesjoner og ulike strukturer i bekkenområder - blant annet rektum (Johnson *et al.*, 2007). Denne studien konkluderte med at Buscopan var anbefalt, da bildekvaliteten og visualisering av lesjoner og strukturer i bekkenet ble bedre etter administrering av Buscopan.

Fire studier undersøkte effekten av Buscopan på bildekvaliteten ved prostataundersøkelser. To konkluderte med at Buscopan forbedret bildekvaliteten, og at dette var anbefalt ved undersøkelsen (Slough *et al.*, 2018; Ullrich *et al.*, 2018). Begge studiene hadde en kvalitativ analyse av anatomiske strukturer og bevegelsesartefakter. Analysen ble utført av to radiologer, hvor resultatene viste at anatomien ble bedre fremstilt, artefakter ble redusert og det ble mulig å diagnostisere flere pasienter.

De to øvrige studiene konkluderte med at Buscopan ikke var nødvendig for prostataundersøkelser (Wagner *et al.*, 2010; Roethke *et al.*, 2013). Ved begge studiene utførte to radiologer en kvalitativ analyse av anatomiske detaljer og en helhetlig vurdering av bildekvalitet, som ble kategorisert etter en punktsskala. I tillegg hadde studien til Wagner en kvantitativ analyse av peristaltiske

artefakter i rektum, hvor signalintensitet ble målt. Resultatene viste at Buscopan undertrykte peristaltikk, men ikke hadde betydelig effekt på visualiseringen av prostata.

Da forskning viser varierende resultater for nytten av Buscopan, er dette et svært aktuelt tema. Forskningen utført på dette temaet har ikke hatt samme protokoll eller pasientgruppe som ved denne bacheloroppgaven. Dette sammen med de varierende resultatene fra forskningsfeltet, gjør at denne studien kan være viktig for kvalitetssikring og protokollutvikling.

2. Metode

Dette er en studie som har et kvasi-eksperimentelt design, med en test-retest.

2.1 Pasientene

I studien ble det inkludert pasienter som var henvist til undersøkelse for cancer recti ved 3 T MR ved St. Olavs Hospital. Eksklusjonskriteriene var kontraindikasjoner for Buscopan og pasienter med hofteproteser. Totalt ble én pasient ekskludert. Data ble samlet inn i perioden 25 februar til 26 mars 2020. Seks pasienter ble inkludert, hvorav fem var menn og én var kvinne. Alle pasientene mottok Toilax rektalvæske én time før MR-undersøkelsen, og fikk beskjed om å tømme blære og tarm rett før undersøkelsen.

Studien var ikke meldepliktig til NSD og REK. Ingen personopplysninger ble behandlet. Studien gjaldt kvalitetssikring og utviklingsarbeid, og resultatet vil bare kunne ha innvirkning på undersøkelsesprotokoll og prosedyrer ved avdelingen. Den eneste endringen for pasientene som samtykket, var en ekstra bildeserie før injeksjon av Buscopan.

2.2 MR-undersøkelsen

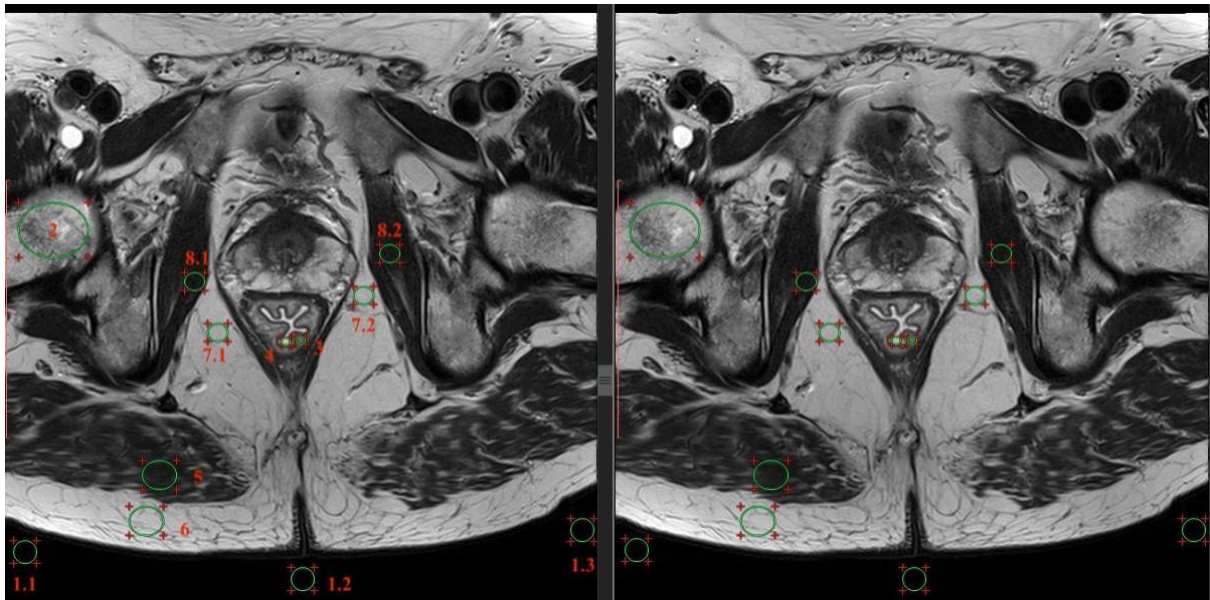
Undersøkelsene ble utført av to radiografer på en 3 T Siemens Magnetom Prisma skanner. Én av radiografene utførte 5 av 6 undersøkelser. Pasientposisjonen var supine, med føttene først og hendene på brystet. Det ble benyttet spolen Body 60 som ble plassert over crista iliaca, og ved opplegging av pasientene ble det lagt sandsekker under spolen. Det ble kjørt en T2-vektet oblique, transversal, GRAPPA, turbo spinn-ekko sekvens før og etter intravenøs injeksjon av Buscopan. Pasientene mottok også Glucagon, som ble satt intramuskulært samtidig som Buscopan. Sekvensen ble startet innen 1,5 minutter etter injeksjon hos alle pasientene, og varte i 3,5 minutter.

Parametrene som ble brukt var: FOV=230x230 mm, matrise=288x320, snittykkelse=3 mm, vokselstørrelse=0,4x0,4x3 mm, TR=2820 ms, TE=85 ms, refokuseringsvinkel=140 grader,

NSA=2, received bandwidth=284 Hz/px, parallel acquisition technique (PAT)=2. Hos pasient 4 var det nødvendig å øke antall snitt, noe som resulterte i en endring i TR til 3760 ms. Endringen gjaldt både før og etter injeksjon av Buscopan.

2.3 Bilde-analysene

Bildene ble anonymisert og overført til en ekstern lagringsenhet. Det ble gjort målinger i programmet RadiAnt DICOM Viewer (Medixant, 2019) for å beregne SNR, CNR og intensitetsforhold i bilder tatt opp med og uten Buscopan. Det ble gjort tre SNR-målinger, fire CNR-målinger og én intensitetsmåling. Disse ble gjort i tre ulike snitt i begge bildeserier for hver pasient, med syv snitt i avstand fra hverandre. ROIene ble lagt samme sted i bildeseriene før og etter Buscopan. Snittene ble valgt for å sikre at interesseområdet (tumor, tumorseng og inflammasjon) var inkludert i minst ett snitt hos alle pasientene. Det ble forsøkt å plukke ut de samme snittene hos alle pasientene så langt dette var mulig.



Figur 1: T2-vektede bilder før (til venstre) og etter Buscopan (til høyre). ROI 1.1-1.3 for å måle støy, 2=caput femoris, 3=tarmvegg, 4=tarmlumen, 5=m. glutaeus maximus, 6=fettvev, 7.1-7.2=fossa ischioanalis, 8.1-8.2=m. obturatorius internus.

Det ble lagt tre ROIer utenfor pasienten, samt en ROI i åtte ulike anatomiske områder; caput femoris, os ischii, tarmvegg, tarmlumen, musculus (m.) glutaeus maximus og i tilgrensende fettvev, samt bilateralt i fossa ischioanalis og m. obturatorius internus (*Figur 1*). Det ble målt i tarm og områder i nærhet til tarm, da det forventes størst påvirkning av tarmperistaltikk her. De tre ROIene utenfor pasienten ble brukt til å beregne støy, som ble regnet ut fra gjennomsnittet av

standardavvikene. SNR ble målt i fossa ischioanalis bilateralt og i tarmveggen (*Likning 1*). CNR ble beregnet fra signalforskjeller mellom m. obturatorius internus og fossa ischioanalis bilateralt, samt mellom m. gluteus maximus og tilgrensende fettvev (*Likning 2*). Den fjerde CNR målingen var mellom tarmlumen og tarmvegg. Denne ble ikke målt i snitt tre hos noen av pasientene, og heller ikke i snitt to hos pasient 2 og 6.

Intensitetsforholdet ble målt fra signal i bein og tarmveggen. Det ble målt i caput femoris i de to øverste snittene, og i os ischii i det siste snittet. Her gikk vi ut ifra at bein er minst berørt av effekten til Buscopan, og benyttet følgende likning for utregning:

$$\text{Intensitetsforhold} = \frac{\text{Signal tarmvegg}}{\text{Signal bein}} \quad (\text{Likning 4})$$

En radiograf vurderte bildene etter diagnostisk nytteverdi. Her ble alle bildeseriene før og etter Buscopan vurdert, og ble kategorisert som enten *diagnostisk nyttig* eller *ikke-diagnostisk nyttig*.

2.4 Statistikk

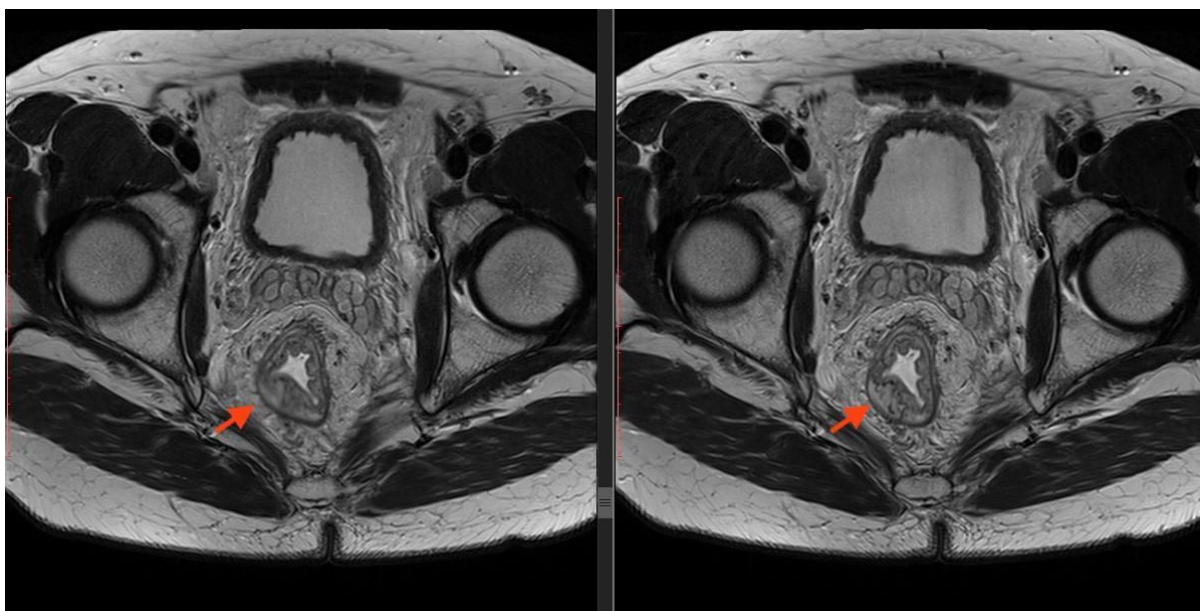
Det ble utført parete Wilcoxon tester i SPSS (SPSS Inc, 2019) for verdiene av SNR, CNR og intensitetsforhold. Denne testen ble valgt grunnet det smale datasettet, som gjør at en ikke kan anta at data er normalfordelt (Løvås, 2013, s. 331-353). Det ble benyttet verdier fra tre snitt i hver pasient til å beregne gjennomsnittet i hver anatomi. Gjennomsnittsverdiene fra alle seks pasientene ble benyttet til sammenligning av bildeseriene med og uten Buscopan, ved den ikke-parametriske testen. Ved SNR av fossa ischioanalis og CNR mellom fossa ischioanalis og m. obturatorius internus ble det målt bilateralt, og verdiene ble analysert sammen. Det ble dermed utført to tester for SNR, tre for CNR og én for intensitetsforhold. Følgende hypotese ble testet:

H0: Det er ingen forskjell i kvantitative mål på bildekvalitet mellom bildeseriene med og uten Buscopan,

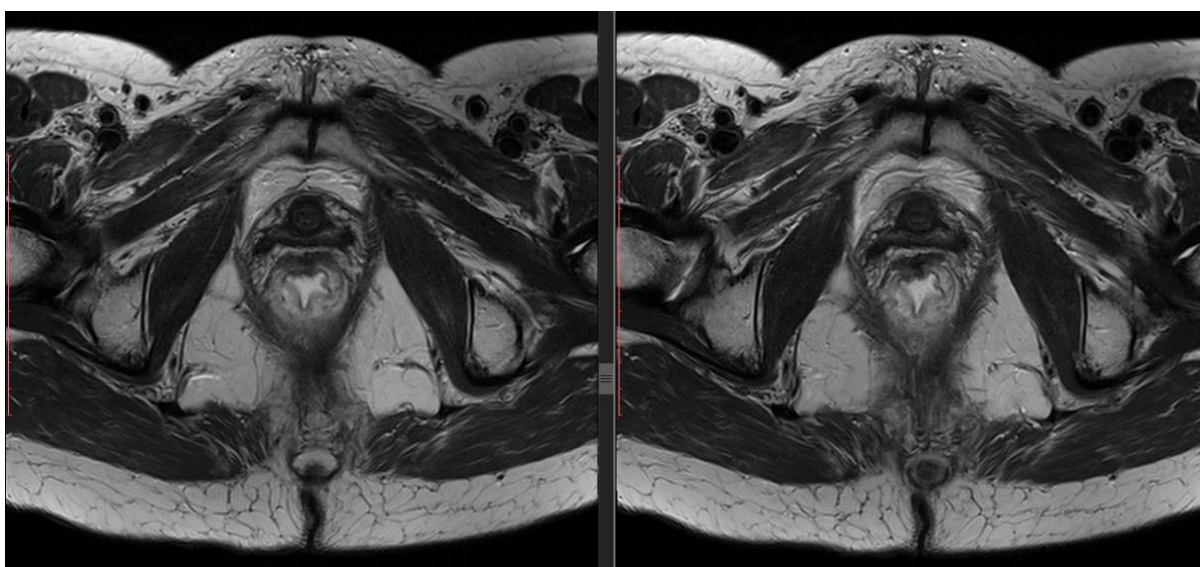
hvor signifikansnivået ble satt til 5% (0,05).

3. Resultater

Bildeseriene med og uten Buscopan viste ingen eller lite tydelige forskjeller i bildekvalitet. *Figur 2* viser pasienten med størst effekt av medikamentet, mens *Figur 3* viser pasienten med minst effekt.



Figur 2: T2-vektede bilder før (til venstre) og etter Buscopan (til høyre) hos pasient 3, som hadde størst økning i SNR og CNR etter injeksjon av Buscopan. Pilen viser et område i rektum som tydelig fremstår med høyere oppløsning etter injeksjon av Buscopan.



Figur 3: T2-vektede bilder før (til venstre) og etter (til høyre) Buscopan hos pasient 5, som viste liten effekt av Buscopan. Pasient 5 hadde minst effekt ved SNR-målingene, én CNR-måling og intensitetsforhold.

Resultatene presentert i *Tabell 1*, viser at SNR-verdiene for begge vevstypene hadde liten, men ikke signifikant økning etter injeksjon av Buscopan. Her ser en også at standardavviket var lavere i bildeseriene med Buscopan. Bildene fra pasient 5 og 6 hadde høyere verdier for SNR før Buscopan-injeksjonen (*Vedlegg tabell 1 og 2*). Den største forskjellen i SNR-verdier i tarm ble sett hos pasient 5, hvor verdien var 192,7 før Buscopan, og 173,8 etter. Hos pasient 3 økte SNR-

verdiene i fossa ischioanalis sinister fra 192 til 227 etter injeksjon av Buscopan. p-verdien for begge SNR-målinger var derimot større enn signifikansnivået, og det er dermed ikke grunnlag for å si at det er en forskjell mellom SNR-verdiene målt med og uten Buscopan.

Tabell 1: gjennomsnitt av målinger på SNR med standardavvik (\pm) før og etter Buscopan-injeksjon, samt p-verdi fra paret Wilcoxon test.

	Uten Buscopan	Med Buscopan	p
Tarm (N=18)	133,9 (\pm 55,7)	136,5 (\pm 45,4)	0,463
Fossa ischioanalis (N=36)	204,4 (\pm 60,2)	212,5 (\pm 54,5)	0,710

Tabell 2 viser gjennomsnittsverdiene for CNR, hvor verdiene etter Buscopan-injeksjonen er høyest. Den største forskjellen i verdier var hos pasient 3 for CNR mellom m. glutaemus maximus og tilgrensende fettvev, hvor verdien økte fra 190,7 til 221,1 etter Buscopan (Vedlegg tabell 5). Ved CNR mellom tarmvegg og tarmlumen, samt mellom m. glutaemus maximus og tilgrensende fettvev var p-verdiene over signifikansnivået. p-verdien for CNR mellom fossa ischioanalis og m. obturatorius internus var derimot lavere enn signifikansnivået, og nullhypotesen skal dermed forkastes. Dette betyr at det er en forskjell i denne CNR-målingen før og etter Buscopan. For målingen mellom tarmvegg og tarmlumen var standardavviket mindre før injeksjon av Buscopan, mens ved de andre to CNR-målingene var standardavviket lavere i gruppen med medikamentet.

Tabell 2: gjennomsnitt av målinger på CNR med standardavvik (\pm) før og etter Buscopan-injeksjon, samt p-verdi fra paret Wilcoxon test.

	Uten Buscopan	Med Buscopan	p
Tarmvegg og tarmlumen (N=10)	102.1 (\pm 33,1)	109,4 (\pm 44,0)	0,249
Fossa ischioanalis og m. obturatorius internus (N=36)	166,8 (\pm 48,6)	177,7 (\pm 45,0)	0,015
M.glutaemus maximus og tilgrensende fettvev (N=18)	191,9 (\pm 55,7)	202,1 (\pm 51,5)	0,173

Tabell 3 viser resultatene fra intensitetsforhold mellom bein og tarmvegg. Denne tabellen viser at gjennomsnittsmålingene var omtrentlig like i bildeseriene. Den største forskjellen i intensitetsforhold ble sett hos pasient 1, hvor verdien var 0,762 før Buscopan og 0,918 etter. p-verdien var også høyere enn signifikansnivået. Det er derfor ikke grunnlag for å si at det er en forskjell mellom bildeseriene med og uten Buscopan.

Tabell 3: gjennomsnitt av målinger på intensitetsforhold med standardavvik (\pm) før og etter Buscopan-injeksjon, samt p-verdi fra paret Wilcoxon test.

	Uten Buscopan	Med Buscopan	p
Bein og tarmvegg (N=18)	0,767 (\pm 0,201)	0,780 (\pm 0,183)	0,917

En radiograf vurderte bildene etter diagnostisk nytte. Her ble alle bildeserier før og etter Buscopan vurdert som *diagnostisk nyttig*.

4. Diskusjon

Resultatene viste én CNR-måling med betydelig endring etter injisering av Buscopan, mens de resterende målingene på bildekvalitet viste ingen signifikant endring. CNR-målingen som viste forskjell mellom bildeseriene, var CNR mellom m. obturatorius internus og fossa ischioanalis. En radiograf vurderte alle bildeserier med og uten Buscopan som diagnostisk nyttige.

4.1 Svakheter og styrker

I denne studien ble det sammenlignet bildeserier fra samme pasient, før og etter injeksjon av Buscopan. Ved å måle i samme pasient vil målingene være i omtrent samme lokalisasjon og anatomi. Siden det ble studert forskjeller i målinger for den enkelte pasienten, vil ikke variasjoner mellom pasientene ha betydning. Pasientene hadde også like parametre i bildeseriene med og uten Buscopan. Dette gjør at sammenligningen ikke vil være påvirket av andre faktorer, som for eksempel snitt-tykkelse og FOV. Denne studien ble også utført på en 3 T MR, noe som gir en høyere SNR enn ved lavere magnetfeltstyrke. Dette er fordi SNR øker ved økende magnetfeltstyrke (Westbrook og Talbot, 2019, 210-213). Dermed ville vi mest trolig ikke fått de samme resultatene hvis studien hadde blitt utført på en annen magnetfeltstyrke, da en kan anta at høyere magnetfeltstyrke gir større forskjeller i SNR. I tillegg inneholder denne studien både kvantitative og kvalitative data. Kvantitative data er en styrke ved at dette gir objektive målinger

på bilde kvalitet. Samtidig har denne studien en kvalitativ vurdering utført av en radiograf. Ved å inkludere begge disse i denne studien, oppnår en flere vurderinger av legemidlets effekt.

Den største svakheten ved studien er det smale datasettet. Grunnet Corona-situasjonen ble denne studien avbrutt, i likhet med annen forskningsaktivitet ved St. Olavs Hospital. Da var seks av 15 pasienter inkludert i studien, noe som resulterte i færre pasienter enn planlagt. Alle de seks pasientene mottok også det spasmolytiske legemidlet Glucagon ved undersøkelsen. Dette legemidlet ble gitt samtidig med Buscopan. Det ble derimot bare valgt å fokusere på Buscopan sin effekt, da Glucagon settes intramuskulært og effekten ikke inntreffer før etter 5-15 minutter (Glucagon, 2015). Serien som ble kjørt med Buscopan startet innen 1,5 minutter etter injeksjon av begge legemidlene, og varte i 3,5 minutter. Dermed skal denne bildeserien kun påvirkes av effekten til Buscopan.

I studien var det små avvik fra standard protokoll hos to av pasientene. Avviket hos den ene pasienten var på grunn av behovet for å dekke et større område. Dette førte til en økning i snittpakken, og dermed en økning av TR i begge bildeseriene. Avviket hos den andre pasienten var en avglemt sandsekk på den ene siden ved opplegging, noe som kan ha påvirket spolens plassering. Siden avvikene var lik for bildeseriene med og uten Buscopan hos begge pasientene, var de likevel sammenlignbare. Vi valgte derfor å inkludere disse pasientene i studien.

En annen svakhet ved denne studien var ved injisering av Glucagon. Her ble spolen flyttet på hos noen av pasientene for å kunne gi legemidlet intramuskulært i låret. Da spolen ble flyttet på, vil dette ha endret på snittplassering mellom bildeseriene. Snittene benyttet til måling av SNR, CNR og intensitetsforhold ble valgt ut ifra lik anatomi og ikke lik snittposisjon, og forflytningen av spolen vil dermed ikke ha påvirket anatomien i snittene. En annen faktor var at bildeseriene ble samlet inn med en parallell avbildningsteknikk. Ved denne teknikken påvirkes SNR av geometrisk faktor og reduksjonsfaktor (Elster, 2020b). Geometrisk faktor lager systematisk støy, og vil være lik ved samme lokalisasjon i pasienten. Spoleforflytningen vil føre til en forskjøvet geometrisk faktor, men likevel var forskyvningen såpass liten at det antas å ikke medføre vesentlig endring i den geometriske faktoren. Derfor ble det antatt at den var lik nok til sammenligning av SNR og CNR mellom bildeseriene. Samtidig var også reduksjonsfaktoren lik for alle bildeseriene, og vi forventer dermed at faktorene ikke hadde en innvirkning på sammenligning av bildeseriene. Basert på dette, ble *Likning 1* benyttet for beregning av SNR.

Det ble utført flere målinger for å se på de ulike forholdene, slik som SNR, CNR og intensitetsforhold. SNR og CNR er mål på bildekvalitet, og disse vil bli påvirket av støy forårsaket av bevegelsesartefakter. Dette betyr at tilstedeværelse av bevegelsesartefakter vil føre til lavere SNR- og CNR-verdier. Det ble også utført målinger i flere anatomiske områder og i flere snitt. Ved to av målingene ble det målt bilateralt i pasienten. Dette gir et større datasett, som er viktig for resultatene da få pasienter var inkludert. ROIer ble lagt, kopiert og forflyttet til samme punkt i bildeseriene dersom det oppstod bevegelse. Dette utgjør en usikkerhet, da ROIene kan inneholde forskjellige piksler. Ved blant annet tarmvegg og tarmlumen, var det små ROIer med få piksler. Her vil en liten unøyaktighet ha større konsekvenser. På grunnlag av dette kan det være noe usikkerhet i målingenes verdier.

Det var også en radiograf som utførte en kvalitativ vurdering av diagnostisk nytte. En radiograf har gode forutsetninger for å vurdere den tekniske kvaliteten, og har sannsynligvis oversikt over hvilke strukturer som inngår i den radiologiske vurderingen. Radiografen i studien vurderte helhetlig bildekvalitet i bildeseriene ut ifra skarpheten til strukturene. En radiolog vil derimot trolig vurdere bildekvaliteten ut fra andre kvalitetskrav, basert på kriteriene som ligger til grunn for den diagnostiske vurderingen. Den kvalitative vurderingen i tidligere forskning var derimot mer detaljert enn hva som ble gjort ved denne studien, hvor flere av studiene benyttet radiologer til å vurdere anatomi og bildekvalitet ut ifra punktsskalaer.

4.2 Tidligere forskning

Ingen av de tidligere studiene hadde lik gjennomførelse som denne studien. Likevel hadde studiene flere likhetstrekk i målinger og område sammenlignet med vår studie. I vår studie er det blitt fokusert mest på de kvantitative målingene i forhold til den kvalitative delen, hvor en radiograf ga sin vurdering av bildeseriene. I tidligere studier var det derimot lagt mer vekt på en kvalitativ analyse utført av radiologer.

I tidligere forskning var undersøkelsene utført med forskjellige magnetfeltstyrker og ulike spoler. Selv om magnetfeltstyrke påvirker SNR, viser tidligere forskning at Buscopan gir varierende effekt selv ved bruk av samme magnetfeltstyrke. Et eksempel er ved undersøkelse av prostata, hvor tre av disse ble utført på en 3 T MR (Roethke *et al.*, 2013; Slough *et al.*, 2018; Ullrich *et al.*, 2018). To av disse viste at Buscopan ga en effekt, mens den tredje konkluderte med at medikamentet ikke ga noen effekt på bildekvalitet. Det er også brukt andre spoler i enkelte av studiene i forhold til vår studie. Valg av spole har en betydning for SNR (Westbrook og Talbot, 2019, s. 210-123). En av disse studiene var Wagner 2010, som også utførte målinger i rektum

(Wagner *et al.*, 2010). Wagner 2010 benyttet en endorektal spole, som kan være et mekanisk hinder for tarmperistaltikk. Slike spoler kan bli benyttet for å fremstille blant annet prostata bedre (Westbrook, Roth og Talbot, 2011, s. 333). Denne studien utførte ulike målinger i forhold til vår studie, i tillegg til at den benyttet en annen spole og ble utført med en lavere magnetfeltstyrke. De fant blant annet ut at det var ingen signifikant endring i bevegelsesartefakter målt inne i endorektal spole, noe de selv antok kunne være grunnet valg av spole og dens mulighet for å være et mekanisk hinder. Samtidig viste våre resultater ingen signifikant endring ved de fleste målingene. Dermed er det ikke sikkert at spolevalg har stor betydning for bevegelsesartefakter i rektum.

Fem av syv tidligere studier viser at Buscopan har en effekt og er anbefalt. Ved tidligere forskning viste to studier på øvre abdomen at legemidlet hadde en effekt (Doslá *et al.*, 2003; Wagner *et al.*, 2008). Fem av de tidligere studiene ble utført på nedre abdomen, og viste varierende effekt (Johnson *et al.*, 2007; Wagner *et al.*, 2010; Roethke *et al.*, 2013; Slough *et al.*, 2018; Ullrich *et al.*, 2018). Vår studie ble også utført på nedre abdomen, og viste liten effekt av Buscopan. I tidligere forskning var det ingen som studerte effekten av Buscopan ved MR-protokollen cancer recti, noe som gjør det vanskelig å sammenligne resultater direkte. Kun to av de tidligere studiene så på bildekvalitet i bekken-området, hvor rektum var en av disse (Johnson *et al.*, 2007; Wagner *et al.*, 2010). Studien til Wagner 2010 brukte signalintensitet i rektum for å måle effekt av Buscopan på peristaltiske artefakter, og hadde ingen mål på SNR, CNR og intensitetsforhold slik som ved denne studien. Wagner 2010 viste ingen signifikante forskjeller i bevegelsesartefakter målt i rektum før og etter Buscopan. Johnson-studien utførte ingen kvantitative mål slik som i vår studie. Wagner 2010 sine resultater viste i likhet med vår studie at Buscopan hadde en liten effekt på bildekvalitet, mens Johnson sin studie viste at medikamentet ga en signifikant bedre bildekvalitet.

I likhet med vår studie målte Doslá og Wagner 2008 signalintensitet (Doslá *et al.*, 2003; Wagner *et al.*, 2008). Wagner 2008 fant ingen signifikant forskjell i signalintensitet i lever etter injeksjon av medikamentet. Signalintensitet målt i luft anteriort viste derimot signifikante lavere verdier for gruppen med Buscopan, som indikerer at Buscopan førte til mindre støy. Doslá fikk heller ingen signifikante forskjeller i signalintensitet i lever mellom gruppene med og uten Buscopan. Likevel hadde gruppen uten Buscopan mer artefakt-støy og scoret generelt dårligere på den kvalitative vurderingen av bildekvalitet. Selv om disse studiene har utført målinger på en annen måte, kan målingene for signalintensitet til en viss grad sammenlignes med våre SNR-målinger. Doslá og

Wagner 2008 sine studier viste i likhet med vår studie ingen signifikant forskjell i bildeseriene med og uten Buscopan.

Tidligere studier har hatt varierende metoder, og har utført studiene på forskjellig måte. Dette kan være en av grunnene til at det har oppstått forskjellige resultater av Buscopan sin effekt. En annen forklaring kan være at det er en varierende grad av tarmperistaltikk i rektum i forhold til annen anatomi i tidligere studier. Her vil peristaltiske bevegelser øke når omtrent en fjerdedel av endetarmen er full (Nicolaysen og Holck, 2015, s. 239). I vår studie kan grad av tarmperistaltikk antas å ha en sammenheng med ulik effekt av fasting og tømmingsregimet før undersøkelsen. Siden rektum skal ha lite innhold før undersøkelsen, antas det at peristaltikk ikke skal være et like stort problem som i andre deler av tarmen som blir undersøkt i nevnte studier. Det er derfor interessant å se at Buscopan ikke ga en signifikant forskjell ved flertallet av målingene. Dette kan bety at pasientene har hatt god effekt av forberedelsene før undersøkelsen.

Ved den kvalitative vurderingen utført av radiografen i vår studie, ble alle bildeseriene vurdert som diagnostisk nyttig. Her ble bildeseriene vurdert etter to kategorier for diagnostisk nytthet. Flere av de tidligere studiene hadde to eller tre radiologer som vurderte bildekvaliteten etter en 5-punktsskala (Wagner *et al.*, 2010; Roethke *et al.*, 2013; Slough *et al.*, 2018; Ullrich *et al.*, 2018). To av studiene baserte seg på Wagner 2010 sin 5-punktsskala, hvor bildekvaliteten ble gradert i flere punkter etter diagnostisk nytthet, samt visualisering og avgrensninger av de anatomiske strukturene i fokus (Roethke *et al.*, 2013; Ullrich *et al.*, 2018). Disse studiene vurderte blant annet lymfeknuter og anatomiske detaljer i prostata. Ved å benytte slike flerpunktsskalaer vil en kunne oppnå mer nyanserte resultater. To kategorier vil kunne være en ulempe ved at det kan gi et begrenset svar. Likevel var vår studie av mindre størrelse, hvor vi ønsket å få en indikasjon på effekten av Buscopan. Derfor ble studien utført uten radiolog, og det ble kun benyttet to kategorier til vurdering.

4.3 Studiens funn

Forskningsspørsmålet ved denne studien er om Buscopan har en vesentlig effekt på bildekvaliteten ved den valgte protokollen. Alle målingene utenom CNR mellom fossa ischioanalis og m. obturatorius internus, viste ingen signifikant forskjell mellom bildeseriene. Målingene av SNR ble gjort i tarm eller i nærhet til tarm, og vil dermed være påvirket av tarmperistaltikk. En skulle da anta at disse områdene ville vise en forbedret SNR etter injisering av Buscopan. Likevel viste ikke den statistiske testen en signifikant forskjell mellom bildeseriene. Ved bildeoptimalisering er det viktig at SNR er høy nok for at bildet skal være

diagnostisk nyttig (McRobbie *et al.*, 2017, s. 70). Selv om det ikke kan sies at legemidlet hadde en effekt på SNR i bildeseriene, kan en likevel anta at SNR er høy nok fra før, da en radiograf vurderte alle bildene som diagnostisk nyttig. I denne studien er det derimot ikke fokusert på om SNR eller CNR er høy nok, men kun om det er forskjell mellom bildeseriene med og uten Buscopan.

CNR er trolig den mest kritiske faktoren innenfor bildekvalitet (Westbrook og Talbot, 2019, s. 226-232). Det er viktig å maksimere CNR slik at en kan skille mellom normal anatomi og patologi, eller for å skille nærliggende strukturer. Ved denne studien var det varierende resultater fra CNR-målingene. Det var kun CNR mellom fossa ischioanalis og m. obturatorius internus som viste en signifikant forskjell mellom bildeseriene. Dette gir grunnlag for å si at Buscopan forbedrer bildekvaliteten i dette området, da bildeseriene etter injeksjon hadde en høyere CNR-verdi. Denne CNR-målingen hadde høyest antall målinger da det ble målt bilateralt, noe som kan være en grunn til at denne viste en signifikant forskjell i bildeseriene. Likevel hadde også SNR-målingene av fossa ischioanalis samme antall målinger, men denne viste ingen signifikant forskjell mellom bildeseriene. Derfor er det usikkert om antall målinger er den avgjørende faktoren for at CNR-målingen viste en signifikant forskjell i vår studie. Flere målinger ville kunne gitt et sikrere resultat.

CNR-målingene i nærhet til tarm, vil kunne ha blitt påvirket av bevegelsesartefakter fra tarmperistaltikk. Som nevnt over viser målingene gjort mellom fossa ischioanalis og m. obturatorius internus forbedret CNR etter injeksjon av Buscopan. Dette kan indikere at legemidlet førte til mindre tarmperistaltikk på dette området, og derav mindre bevegelsesartefakt fra tarmen i bildeseriene med Buscopan. Dette tyder på at bildekvaliteten her ble forbedret i form av bedre CNR. Likevel viste ikke CNR-målingen i tarmvegg og tarmlumen en forskjell i bildeseriene med og uten Buscopan.

Effekten av Buscopan skal i teorien være størst i tarm og i nærheten til tarm, da dette er et område med mye peristaltikk. Derfor antar en at det ville vært størst forandring i målingene i tarm, og at denne avtar i avstand. Likevel kan en se at SNR- og CNR-målingene gjort i selve tarmen ikke viste noen signifikant effekt av Buscopan. Samtidig var det én CNR-måling utenfor tarmen som viste en signifikant forskjell etter medikamentet. Dette kan tyde på at denne målingen har vært et tilfeldig funn, og at det ikke er reelt. Standardavviket ved CNR-målingene var også varierte, hvor CNR mellom tarmvegg og tarmlumen hadde høyere standardavvik etter injeksjon

av Buscopan. I tillegg var det store standardavvik i alle målingene, noe som også illustrerer en risiko for tilfeldighet i resultatene.

Gjennomsnittsverdiene for intensitetsforhold viste omtrentlig ingen endring etter injeksjon av Buscopan. Det var blant annet tre av seks pasienter som hadde høyere verdier før injeksjon av medikamentet (*Vedlegg tabell 6*). Det ble forventet å oppnå en større forskjell mellom intensitetsforhold i bildeseriene, da det ble antatt at bein ikke påvirkes av tarmperistaltikk. Likevel viste den statistiske testen ingen signifikant forskjell mellom bildeseriene. Alle bildene ble også vurdert som diagnostisk nyttig. Dette betyr at etter radiografen sin vurdering, kunne bildeseriene både med og uten Buscopan blitt benyttet til diagnostisering.

5. Konklusjon

Denne studien viser at Buscopan sin effekt på peristaltikk ikke gir en signifikant endring i parametre for bildekvalitet ved flertallet av målingene. Derfor kan det ikke sies at legemidlet gir en vesentlig effekt på bildekvalitet i vår studie. Studiens funn viser at alle bildene var diagnostisk nyttige, og det var kun én CNR-måling som var signifikant forbedret etter injeksjon av legemidlet. Dette funnet er essensielt da CNR anses som en av de mest kritiske faktorene for bildekvalitet. Likevel kan dette være et tilfeldig funn. Dette var også den målingen med flest antall målinger, noe som indikerer at det kan være signifikante forskjeller ved undersøkelse av et større datamateriale. Da det ble inkludert få pasienter, kan det ikke konkluderes med at Buscopan verken er nødvendig eller unødvendig for MR-protokollen cancer recti. Det kan derfor være interessant å forske videre på Buscopan sin effekt på bildekvalitet ved denne MR-protokollen, samt lignende protokoller. Et forslag til videre forskning er å inkludere anslagsvis 50 pasienter, hvor en måler SNR og CNR. Det bør i tillegg inkluderes en vurdering fra to radiologer i form av en 5-punktsskala, hvor det settes konkrete kriterier for bildekvalitet.

6. Litteraturliste

- Borthne, A. (2019) MR-undersøkelse, *Store Medisinske Leksikon*. Tilgjengelig fra: <https://sml.snl.no/MR-unders%C3%B8kelse> (Hentet: 24. februar 2020).
- Brørs, O. (2019) distribusjon - farmakologi, *Store Medisinske Leksikon*. Tilgjengelig fra: https://sml.snl.no/distribusjon_-_farmakologi (Hentet: 13. mars 2020).
- Buscopan. (2018) *Felleskatalogen*. Tilgjengelig fra: <https://www.felleskatalogen.no/medisin/buscopan-sanofi-aventis-547153> (Hentet: 20. januar 2020).
- Dosdá, R. *et al.* (2003) Effect of subcutaneous butylscopolamine administration in the reduction of peristaltic artifacts in 1.5-T MR fast abdominal examinations, *European Radiology*, 13(2), s. 294–298. doi: 10.1007/s00330-002-1500-5
- Elster, A.D. (2020a) *PI Coils and Sequences: Is PI a special type of pulse sequence? Can it be performed with any coil in any direction?* Tilgjengelig fra: <http://mriquestions.com/pi-coils-and-sequences.html> (Hentet: 10. mars 2020).
- Elster, A.D. (2020b) *Noise in PI: Why do parallel imaging studies look so noisy?* Tilgjengelig fra: <http://mriquestions.com/noise-in-pi.html> (Hentet: 10. mars 2020).
- Elster, A.D. (2020c) *GRAPPA/ARC: How does GRAPPA/ARC work?* Tilgjengelig fra: <http://mriquestions.com/grappaarc.html> (Hentet: 10. mars 2020).
- Elster, A.D. (2020d) *Parallel Imaging: What is parallel imaging? How does this differ from "regular" imaging?* Tilgjengelig fra: <http://mriquestions.com/what-is-pi.html> (Hentet: 13. mars 2020).
- Glucagon. (2015) *Felleskatalogen*. Tilgjengelig fra: <https://www.felleskatalogen.no/medisin/glucagon-novo-nordisk-559652> (Hentet: 27. april 2020).
- Hashemi, R.H. Bradley Jr, W.G. og Lisanti, C.J. (2010) *MRI The Basics*. 3. utg. Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins.
- Johnson, W. *et al.* (2007) The value of hyoscine butylbromide in pelvic MRI, *Clinical Radiology*, 62(11), s. 1087-1093. doi: 10.1016/j.crad.2007.05.007
- Løvås, G.G. (2013) *Statistikk for universiteter og høyskoler*. 3. utgave. Oslo: Universitetsforlaget.

- Medixant (2019) *RadiAnt DICOM Viewer* [Software]. Versjon 5.0.0. Tilgjengelig fra: <https://www.radiantviewer.com> (Hentet: 27. mars 2020).
- McRobbie, D.W. *et al.* (2007) *MRI from picture to proton*. 2. utg. Storbritannia: Cambridge university press.
- McRobbie, D.W. *et al.* (2017) *MRI from picture to proton*. 3. utg. Storbritannia: Cambridge university press.
- Nicolaysen, G. og Holck, N. (2015) *Kroppens funksjon og oppbygging*. 2. utg. Oslo: Gyldendal Norsk Forlag AS.
- Roethke, M.C. *et al.* (2013) Prostate magnetic resonance imaging at 3 Tesla: Is administration of hyoscine-N-butyl-bromide mandatory? *World Journal of Radiology*, 5(7), s. 259-263. doi: 10.4329/wjr.v5.i7.259
- Sanofi-aventis Canada inc (2019) *Prescribing information and patient medication information*. Tilgjengelig fra: <http://products.sanofi.ca/en/buscopan.pdf> (Hentet: 20. januar 2020).
- Slough, R.A. *et al.* (2018) Effect of hyoscine butylbromide on prostate multiparametric MRI anatomical and functional image quality, *Clinical Radiology*, 73(2), s. 216.e9-216.e14. doi: 10.1016/j.crad.2017.07.013
- SPSS Inc (2019) *IBM SPSS Statistics for Macintosh* [Software]. Versjon 26.0. Armonk, NY: IBM Corp.
- Ullrich, T. *et al.* (2018) Hyoscine butylbromide significantly decreases motion artefacts and allows better delineation of anatomic structures in mp-MRI of the prostate, *European Radiology*, 28(1), s. 17–23. doi: 10.1007/s00330-017-4940-7
- Wagner, M. *et al.* (2008) High-resolution T2-weighted abdominal magnetic resonance imaging using respiratory triggering: impact of butylscopolamine on image quality, *Acta Radiologica*, 49(4), s. 376-382. doi: 10.1080/02841850801894806
- Wagner, M. *et al.* (2010) Effect of butylscopolamine on image quality in MRI of the prostate, *Clinical Radiology*, 65(6), s. 460-464. doi: 10.1016/j.crad.2010.02.007
- Westbrook, C. og Talbot, J. (2019) *MRI in practice*. 5. utg. Hoboken, NJ: Wiley.

Westbrook, C. Roth, C.K. og Talbot, J. (2011) *MRI in practice*. 4. utg. West sussex: Blackwell Publishing Ltd

Vedlegg 1: Gjennomsnittsverdier fra hver pasient

Vedlegg tabell 1: gjennomsnittsverdier for SNR av tarmvegg

	Uten Buscopan	Med Buscopan	Differanse
Pasient 1	143,363	151,232	7,869
Pasient 2	62,505	72,774	10,269
Pasient 3	75,939	90,209	14,27
Pasient 4	136,297	145,693	9,396
Pasient 5	192,718	173,833	-18,885
Pasient 6	192,834	185,492	-7,342

Vedlegg tabell 2: gjennomsnittsverdier for SNR av fossa ischioanalis bilateralt

		Uten Buscopan	Med Buscopan	Differanse
Pasient 1	Sinister	261,523	266,168	4,645
	Dexter	233,692	249,343	15,651
Pasient 2	Sinister	98,963	112,395	13,432
	Dexter	97,052	104,888	7,836
Pasient 3	Sinister	191,996	226,974	34,978
	Dexter	189,747	214,485	24,738
Pasient 4	Sinister	186,583	202,636	16,053
	Dexter	173,189	186,959	13,77
Pasient 5	Sinister	280,517	270,472	-10,045
	Dexter	239,556	232,206	-7,35

Pasient 6	Sinister	261,078	256,159	-4,919
	Dexter	239,402	227,705	-11,697

Vedlegg tabell 3: gjennomsnittsverdier for CNR tarmlumen og tarmvegg

	Uten Buscopan	Med Buscopan	Differanse
Pasient 1	111,337	113,808	2,471
Pasient 2	63,551	72,656	9,105
Pasient 3	156,108	184,209	28,101
Pasient 4	73,763	58,233	-15,53
Pasient 5	103,773	118,864	15,091
Pasient 6	102,415	108,811	6,396

Vedlegg tabell 4: gjennomsnittsverdier for CNR fossa ischioanalis og m. obturatorius internus bilateralt

		Uten Buscopan	Med Buscopan	Differanse
Pasient 1	Sinister	227,984	239,737	11,753
	Dexter	221,883	233,568	11,685
Pasient 2	Sinister	86,089	104,240	18,151
	Dexter	83,549	92,148	8,599
Pasient 3	Sinister	146,223	171,418	25,195
	Dexter	153,798	184,116	30,318
Pasient 4	Sinister	145,109	161,440	16,331
	Dexter	149,699	164,621	14,922

Pasient 5	Sinister	217,455	206,848	-10,607
	Dexter	192,216	187,761	-4,455
Pasient 6	Sinister	200,393	210,914	10,521
	Dexter	177,516	175,598	-1,918

Vedlegg tabell 5: gjennomsnittsverdier for CNR mellom m. glutaeus maximus og tilgrensende fettvev

	Uten Buscopan	Med Buscopan	Differanse
Pasient 1	229,525	238,300	8,775
Pasient 2	83,800	98,567	14,767
Pasient 3	190,679	221,079	30,4
Pasient 4	194,949	212,065	17,116
Pasient 5	228,073	227,013	-1,06
Pasient 6	224,627	215,354	-9,273

Vedlegg tabell 6: gjennomsnittsverdier for intensitetsmåling

	Uten Buscopan	Med Buscopan	Differanse
Pasient 1	0,762	0,918	0,156
Pasient 2	0,657	0,670	0,013
Pasient 3	0,444	0,463	0,019
Pasient 4	0,816	0,811	-0,005
Pasient 5	1,025	0,941	-0,084
Pasient 6	0,895	0,874	-0,021

