

Sivert Mangersnes og Kjetil Sleire Rennedal

# Effekt av tømning ved hjelp av klyster før prostataundersøkelse på MR og hvilke faktorer som påvirker bildekvaliteten.

Bacheloroppgave i Radiografi

Veileder: Øystein Olsen

Mai 2023



Sivert Mangersnes og Kjetil Sleire Rennedal

# **Effekt av tømning ved hjelp av klyster før prostataundersøkelse på MR og hvilke faktorer som påvirker bildekvaliteten.**

Bacheloroppgave i Radiografi  
Veileder: Øystein Olsen  
Mai 2023

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



**NTNU**

Kunnskap for en bedre verden



## Sammendrag

**Innledning:** Prostataundersøkelse på MR er en viktig og relativt vanlig undersøkelse i hele verden. I vår studie har vi gått gjennom eksisterende forskning som ser på hvorvidt bruken av klyster kan påvirke bildekvalitet ved MR av prostata.

**Formål:** Hensikten med denne undersøkelsen er å undersøke om tømning før prostataundersøkelse på MR påvirker bildekvaliteten.

**Metode:** Oppgaven baserer seg på litteraturstudie og det ble gjennomført søk i vitenskapelige databaser som pubmed, web of science og embase for å knytte gjennomført forskning opp mot vår problemstilling. Oppgaven er basert på seks forskningsartikler som ser på bruken av klyster ved prostataundersøkelser på MR.

**Resultat:** Gjennom seks forskningsartikler fant vi motstridende resultater hvorav to av studiene ikke så en forbedring av bildekvalitet, mens fire av studiene så en forbedring av bildekvalitet. Det har vært mest fokus på diffusjonssekvensen ettersom dette er den viktigste sekvensen ved MR av prostata.

**Konklusjon:** Denne studien viser at riktig bruk av klyster kan gi positive resultater på bildekvalitet, spesielt ved diffusjonssekvensen ved MR av prostata. Det er viktig at klysteret blir brukt så tett opp mot undersøkelse som mulig slik at man unngår ny oppbygning av rektal gass/avføring og at det er samsvar mellom leserne i forhold til hva som er god bildekvalitet. Det er behov for mer forskning for å få et sterkere grunnlag for klysterets effekt på bildekvalitet.

**Nøkkelord:** Prostate, MRI, Enema, DWI, Image quality.

## Abstract

**Topic:** MRI of the prostate is an important and a relatively common scan in the entire world. In our study we have gone through existing research that consider whether the use of enema can have an effect on image quality on MRI of the prostate.

**Purpose:** The purpose of this study is to examine if use of enema before an MRI of the prostate can affect the image quality.

**Method:** This study is based on a literature study and was done by doing extensive search in public scientific research sites as pubmed, web of science and embase to connect research to our research issue. This study is based on six research articles relevant to usage of enema and its impact on image quality in MRI of the prostate.

**Results:** Through six research articles we found contradictory results where two of the studies did not see an improvement of the image quality, while the four remaining studies saw an improvement. There was heavy focus on the diffusion sequence considering this is the most important sequence in MRI of the prostate.

**Conclusion:** This study shows that correct usage of enema may provide positive results on the image quality, especially on the diffusion sequence in MRI of the prostate. It is important that the enema is administered as close to the MRI examination as possible to avoid new build up of rectal gas/stool and that there is compliance between readers as to what is deemed good image quality. There is a need for more research to gain a stronger foundation as to the effect an enema has on image quality.

**Keywords:** Prostate, MRI, Enema, DWI, Image quality.

## **Forord**

Denne oppgaven er skrevet i forbindelse med vår bachelor i radiografi ved NTNU i Trondheim.

Vi ønsker å takke vår veileder, førsteamanuensis Øystein Olsen for å ha hjulpet oss hele veien til målet og gitt oss gode råd langs veien. Vi ønsker også å sende en takk til radiografene ved MR avdelingen ved St. Olavs som stilte opp med svar når vi hadde spørsmål i startfasen av oppgaven. Til slutt en stor takk til hverandre, god sommer

## Contents

1.0	Innledning.....	2
2.0	Teori.....	3
2.1	Cancer prostata.....	3
2.2	Gradering og staging.....	3
2.3	Prostataspesifikt antigen (PSA) .....	3
2.4	Histologiske soner.....	3
2.5	PI-RADS .....	3
2.6	Bildekvalitet.....	4
2.7	Vurdering av bildekvalitet .....	4
2.8	Forskjeller mellom lesere.....	5
2.9	T1-vektet MR.....	5
2.10	T2-vektet MR.....	5
2.11	Diffusjons-vektet MR .....	5
2.12	Bevegelsesartefakter .....	6
2.13	Susceptibilitetsartefakter.....	6
2.14	Rektal distensjon.....	6
2.15	Pasientforberedelser.....	7
2.16	Hyoscine butylbromide (HBB).....	7
3.0	Metode .....	8
3.1	Søkestrategi.....	8
4.0	Resultat .....	10
4.1	Oppsummering inkluderte studier:.....	10
5.0	Diskusjon .....	16
5.1	Bildekvalitet.....	16
5.2	Rektal distensjon.....	16
5.3	Administreringen av klysteret.....	17
5.4	Bruk av hyoscin butylbromid i kombinasjon med klyster .....	17
5.5	Forskjellig erfaring hos radiologene .....	18
5.6	Ulike parameter.....	18
5.7	Oppsummering.....	19
5.8	Metodekritikk.....	19
6.0	Konklusjon.....	20
7.0	Litteraturliste:.....	21



## 1.0 Innledning

Kreft er en sykdom som påvirker svært mange nordmenn og hele en av tre nordmenn kommer til å få kreft før man fyller 75 år [1]. Man har som person dermed stor sannsynlighet for å oppleve kreft selv, eller via noen som står oss nært. Ifølge Kreftregisteret er det en stadig økning i insidens, mens dødeligheten går ned [1]. Det er dermed flere som får kreft, men også flere som overlever og heller dør med kreft enn av kreft. Nordmenn lever lengre og bedre liv, men med lengre levetid vil det også forekomme mer kreft i befolkningen ettersom den største risikofaktoren for kreft er alder [2].

Prostatakreft er den vanligste kreftformen i Norge, med 5288 nye tilfeller i 2021 og utgjør rundt 30% av all kreft blant menn [1]. Risikogrupper for prostatakreft omfatter menn med påvist prostatakreft hos to førstegrad- slektninger under 60 år, menn med tre nære familiemedlemmer uavhengig av alder med påvist prostatakreft og menn med påvist mutasjon i BRCA2-genet. Norge har nasjonale pakkeforløp for kreft og dermed gode rutiner rundt diagnostikk og behandling av kreft [3]. Utredning av prostatakreft består hovedsakelig av PSA-måling ved blodprøve, klinisk undersøkelse med rektal palpasjon av prostata, biopsi i henhold til gjeldene retningslinjer og MR tas fortrinnsvis før biopsi [3]. Typisk behandling av prostatakreft består enten av aktiv overvåkning (AS), kirurgi (prostatektomi) eller stråleterapi. Valget av behandling avhenger av om pasienten er i lavrisikogruppe eller høyrisikogruppe [3].

MR er, sammenlignet med ultralyd, guidet prostata biopsi og digitale rektale undersøkelser, den beste modaliteten for å nøyaktig lokalisere kreft i prostata [4]. MR er altså svært mye brukt innen utredning hos prostatapasienter, samt de som observeres under aktiv overvåkning [5]. Igjennom våre egne erfaringer i praksis har vi sett at det utføres forskjellige forberedelser før man gjennomfører MR av prostata. Ved større sykehus utføres tømning ved hjelp av klyster på avdeling før undersøkelse, mens ved mindre sykehus har vi opplevd at dette ikke gjøres. Tidligere studie av Griethuysen har vist at klyster forbedrer bildekvaliteten ved MR av rektum ved 1,5 T, og konkluderer med at klyster rett før undersøkelsen reduserer forekomsten og alvorlighetsgrad av gass induisert artefakter sammenlignet med uten bruk [6]. Selv om denne studien omhandler en annen undersøkelse, kan dette sammenlignes med prostataundersøkelsen.

Hensikten med denne studien er å undersøke om tømning før prostataundersøkelse på MR påvirker bildekvaliteten.

## 2.0 Teori

### 2.1 Cancer prostata

Prostatakraft er en ondartet svulst i blærehalskjertelen (prostata), som ligger rundt om urinrøret like under blæren. Sykdommen kan utvikle seg over tid før symptomer vises. Forløpet varierer, og tidlig stadium er vanskelig å forutsi. Ubehandlet prostatakraft kan spre seg til andre organer og danne metastaser, men behandling kan forbedre livskvaliteten og virke livsforlengende [7].

### 2.2 Gradering og staging

Gleason score er en skala som brukes til å gradere hvor aggressiv kreften er ut fra en celleprøve. Scoren består av to tall (1-5) og jo høyere summen er, jo mer aggressiv er kreften [8].

### 2.3 Prostataspesifikt antigen (PSA)

PSA er et protein som produseres i prostata. PSAens biologiske funksjon er å frigjøre sædcellene fra ejakulatet. Menn har også litt PSA i blodet og PSA blir derfor målbart med en blodprøve. PSA-nivået kan øke ved benign prostatahyperplai (BPH) og prostatitt, men også ved prostatakraft. PSA-nivået benyttes i tidlig diagnostikk av prostatakraft. Måling av PSA benyttes også i oppfølging av menn som har fått behandling, da disse verdiene kan indikere eventuelle tilbakefall [1].

### 2.4 Histologiske soner

Prostata deles inn i fire histologiske soner som brukes når man skal vurdere og diagnostisere prostata. Man har den anterior fibromuskulære stroma, transition zone (TZ), central zone (CZ) og peripheral zone (PZ). Omkring 70-75% av prostata kreft oppstår i den perifere sonen (PZ) og rundt 20-30% i overgangssonen (TZ) [9].

### 2.5 PI-RADS

PI-RADS er et samarbeidsprosjekt mellom europeiske og amerikanske urologer og radiologer hvor målet er å ha en felles standard med høy kvalitet på bildene og bidra til at pasienter får tidlig diagnose av klinisk signifikant prostatakraft [3].

## 2.6 Bildekvalitet

Signal-to-noise ratio (SNR) sier noe om hvor mye signal man har i forhold til støy i bakgrunnen, og alle faktorer som kan påvirke signalstyrken vil derfor påvirke SNR. Dette inkluderer styrken på magnetfeltet, protonmengden i området man skal undersøke, spole og posisjoneringen av denne, TR/TE/flip vinkel, NSA, mottaker båndbredde og voxel volum [10]. Man vil alltid ha støy fra en pasient og optimalisering av SNR handler om å få mer signal enn støy slik at man kan få bedre bilder [10].

Contrast-to-noise ratio (CNR) sier noe om forskjellen i SNR mellom to områder ved siden av hverandre og er dermed en svært viktig faktor når radiologer skal skille anatomiske områder fra hverandre [10]. Contrast-to-noise ratio er i grunn SNR i to områder med høyt og lavt signal og påvirkes derfor også av de samme faktorene som SNR og man oppnår dermed god CNR ved å øke signalet fra patologi eller strukturer man ønsker å se [10].

Romlig oppløsning er evnen til å skille mellom to punkter som separate og distinkte, som kontrolleres av voksel størrelse. Faktorer som påvirker romlig oppløsning, er snittykkelse, FOV og antall pixler eller bildematrix [10]. Mindre snitt gir mindre piksler som videre gir bedre romlig oppløsning, men mindre piksler fører til at SNR senkes [10].

God bildekvalitet er essensielt når man skal vurdere MR bilder. Dårlig bildekvalitet kan føre til feilvurderinger av lesjoner eller at man ikke finner dem i det hele tatt [11].

## 2.7 Vurdering av bildekvalitet

Vurdering av bildekvalitet kan utføres ved forskjellige metoder, men det er vanlig å ta i bruk en form for skala. Caglic et al tok i bruk en Likert skala for å vurdere deres bildekvalitet ved undersøkelse av rektal distensjon og dens effekt ved MR av rektum på 3T [12]. Da er det vanlig å vurdere bildene fra 1-5 hvor artefakter vurderes ut ifra muligheten til å stille en diagnose, hvorav 1 ofte er mild og 5 er alvorlige artefakter. I studien til Caglic et al hadde man altså en 5-punkts skala for bildekvalitet, og en 4-punkts skala for artefakt og distorsjon ved diffusjonssekvensen ved høyeste b-verdi [12]. 5-punkts skala: poor = 1, suboptimal = 2, adequate = 3, above average = 4, excellent = 5 og 4-punkts skala: artefact: none = 1, mild, not/mildly impacting diagnosis = 2, artefact moderately impacting diagnosis = 3, marked artefact/non-diagnostic = 4; distortion: none = 1, <5 mm mismatch to T2WI = 2, ≥5 mm mismatch to T2WI or mild warping = 3, significant warping = 4 [12].

## 2.8 Forskjeller mellom lesere

En av utfordringene ved tolkning av mpMRI bilder er forskjell mellom lesere. PIRADS gjør det mulig for lesere å holde seg til en standard for å tolke mpMRI av prostata [13]. Greer et al utførte en studie hvor man sammenlignet generelle kropps radiologer med spesialister på prostata for å se om det var forskjell i deres evne til å diagnostisere lesjoner ved å ta i bruk PIRADS. Det var kun ved PIRADS >4 at spesialistene gjorde det bedre med en sensitivitet på 90% mot 79% [13]. PIRADS 4 = klinisk signifikant kreft mest sannsynlig til stede [9]. Så til tross for at det kan være forskjellig erfaring mellom lesere, kan man fortsatt forvente en ganske høy sensitivitet så fremt man følger PIRADSv2.

## 2.9 T1-vektet MR

T1 sekvensen skal oppdage blødninger i prostata og vesiklene. Sekvensen brukes også til å se etter eventuell spredning til lymfer eller skjelettet og i noen land brukes kontrast i samsvar med T1 sekvensen [14].

## 2.10 T2-vektet MR

T2 sekvensen skal oppdage signal med lav intensitet i tumorvevet og egner seg godt til å oppdage forandringer like utenfor kapselen som dekker tumor, hvor det er fettansamlinger [14].

## 2.11 Diffusjons-vektet MR

Diffusjonssekvenser viser bevegelsene av vannmolekyler og bilder fra diffusjonssekvenser burde inkludere “apparent diffusion map” (ADC) og høye b-verdier. Mesteparten av klinisk signifikant prostatatumorer fremstår som hypointensive på ADC sammenlignet med vanlig vev. Dette skjer på grunn av begrenset diffusjon i tumor. [14] Man ønsker derfor å ha en lav b-verdi, en mellomstor b-verdi og en høy b-verdi enten kalkulert fra lav og middels b-verdi eller innhentet separat [15].

Ved diffusjonssekvensen ser man på både peripheral zone (PZ) og transition zone (TZ) og funn bør sammenlignes med signal fra normal vev samt korrelere med T2, T1 og eventuelt kontrastserien (DCE) [9]. Etersom 70-75% av all prostatakreft oppstår i PZ, er diffusjonssekvensen den viktigste sekvensen ved MR undersøkelser av prostata [9].

## 2.12 Bevegelsesartefakter

Bevegelsesartefakter skjer når pasienten beveger på seg mens signalet registreres, enten ufrivillig som ved pusting eller ved at de har beveget seg under undersøkelsen [16].

Bevegelsesartefakter fremstår som “ghosting” og følger retningen bevegelsen forekommer i. Det er ikke et stort problem i frekvenskodingen, men i faseretningen. Man kan dermed flytte på disse artefaktene ved å forandre på faseretningen om det vil gi en mer gunstig plassering av artefaktet [16].

## 2.13 Susseptibilitetsartefakter

Magnetisk susceptibilitet er vevet eller stoffets evne til å bli magnetisert og forskjellig vev magnetiseres i forskjellig grad [10]. Disse artefaktene har størst effekt når man har materialer eller vev med svært forskjellig susceptibilitet som produserer romlig variasjon i det lokale magnetfeltet, for eksempel luft-vev eller metall-vev [17]. Disse artefaktene kan fremstå som distorsjoner eller ved signaltap [17]. Overgangen mellom forskjellige vev med svært forskjellig susceptibilitet er altså utsatt for dårligere signal eller distorsjon som igjen vil gi dårligere bildekvalitet.

B<sub>0</sub> inhomogenitet, susceptibilitet og kjemisk skift er det som kan påvirke sekvenser ved en MR undersøkelse og føre til distorsjon av anatomi [18]. Distorsjon av anatomi kan videre føre til at det er vanskelig for radiologer å skille anatomi fra hverandre.

3T er maskinen som er mest vanlig å utføre MR-undersøkelse av prostata og er anbefalt av PI-RADS [19]. Bruk av 3T kontra 1.5T gir økt SNR som videre skal gi bedre bildekvalitet. Høyere feltstyrke øker også sannsynligheten for susceptibilitetsartefakter [19], som er den typen artefakter man ønsker å bli kvitt ved bruk av klyster.

En av de vanligste årsakene til artefakter ved MR av prostata er susceptibilitetsartefakter og da spesielt ved diffusjonssekvensen. Bruken av EPI teknikk ved diffusjonssekvenser er noe av det som gjør den sårbar for susceptibilitetsartefakter, spesielt i nærheten av luftflommer som for eksempel i hjernen eller tarm [20].

## 2.14 Rektal distensjon

Distensjon betyr utspilling og i sammenheng med MR av prostata vil det si en utvidelse på grunn av avføring/rektal gass i området rundt prostata. Det er gjennomført studier som ser på hvorvidt dette kan påvirke bildekvalitet ved diffusjon, T2 og kontrastserie.

Caglic et al gjennomførte en studie hvor man spesielt så på diffusjonssekvensen og hvilken rolle rektal distensjon spiller i forhold til bildekvalitet. Deres studie viste at det var en sterk korrelasjon mellom økt rektal distensjon og redusert bildekvalitet, økt distorsjon og en trend mot en økende mengde artefakter ved diffusjonssekvensen [12]. Man så også at økt rektal distensjon førte til en økende mengde bevegelsesartefakter ved T2 sekvensen, men ingen forskjell i skarpheten i bildet på T2 sekvensen [12].

### 2.15 Pasientforberedelser

PIRADS har ingen konsensus når det gjelder hvilke pasientforberedelser som er optimal. Man nevner klyster for å redusere mengden avføring før undersøkelsen utføres, men at klysteret kan føre til peristaltikk som videre kan føre til bevegelsesartefakter. PIRADS anbefaler dog at pasienten evakuerer rektum like før undersøkelsen [9].

**Mikroklyster.** For å redusere innhold i tarmen som avføring og luft kan mikroklyster benyttes. Det blir brukt forskjellige typer, og virker lakserende på grunn av høyt osmotisk trykk. Dette stimulerer til sekresjon av vann til tarmen der overflateaktive stoffer bløtgjør fekalmassene. Virkningen inntreffer etter 5-20 minutter [21, 22].

### 2.16 Hyoscine butylbromide (HBB)

Egenskapen til HBB er at det roer ned glattmuskulatur, og er nyttig ved MR-undersøkelser hvor man ønsker å roe ned tarmperistaltikken. Hyoscine butylbromide er relativt vanlig ved undersøkelser av bekken og fungerer ved at man administrerer medikamentet i blodet like før undersøkelsen. Ufrivillige bevegelser kan føre til bevegelsesartefakter og dermed nedsatt bildekvalitet [16]. Ettersom hyoscine butylbromide er anbefalt ved undersøkelser av bekken kan det også være noen institusjoner som inkluderer det ved undersøkelser av prostata [23]. Slough et al gjennomførte i 2018 en studie hvor man så en positiv effekt av bruken av HBB ved MR av prostata og at man videre anbefalte bruk av HBB [24]. Det varierer altså hvorvidt institusjoner tar i bruk HBB ved prostataundersøkelser.

## 3.0 Metode

Oppgaven baserer seg på en litteraturstudie.

### 3.1 Søkestrategi

Vi utførte søk i tre forskjellige databaser: PubMed, Web of science og Embase. Disse søkene ble gjennomført i februar 2023 og emneordene som ble brukt var “prostate”, “MRI”, “DWI”, “enema” og “image quality”. Vi satte en tidsbegrensning på søket vårt fra 2012 til 2023 med tanke på hvor mye MR teknologi har utviklet seg de siste 20 årene. Dersom et søk innebar 300 eller færre artikler gikk vi gjennom abstract og resultater for å velge ut relevante artikler. Tabell 1, 2 og 3 viser henholdsvis søkene fra Pubmed, Web of Science og Embase.

Artikler som vi potensielt vurderte som relevante ble vurdert mot disse inklusjons - og eksklusjonskriterier:

Inklusjonskriterier:

- Studien omfatter pasienter som utredes for prostatakraft
- Forskning som ser på bruk av klyster på MR
- Studien benyttet klyster eller mikroklyster som intervensjon
- Artikler på norsk, svensk, dansk eller engelsk
- Publisert år 2012 eller senere
- Utført på 3T-systemer

Eksklusjonskriterier:

- Pasienter som utredes for andre diagnoser
- Pasienter som er behandlet for prostatakraft
- Artikler på andre språk enn de som allerede er nevnt
- Publisert før 2012
- Artikler som ikke har tilgang på full tekst
- Artikler som selv er systematiske studier/oppsummeringsstudier

Søkestrategi og søkeord i de ulike databasene er gitt i tabell 1, 2 og 3.

*Tabell 1: Pubmed søkestrategi og funn*

Søk nr.	Emneord	Antall artikler identifisert*	Antall artikler vurdert som potensielt relevante* *(ikke vurdert >300)	Antall artikler inkludert***
1.	Prostate	99 985	Ikke vurdert	Ikke vurdert
2.	MRI	338 030	Ikke vurdert	Ikke vurdert
3.	Enema	2176	Ikke vurdert	Ikke vurdert
4.	DWI	8051	Ikke vurdert	Ikke vurdert
5.	Image quality	15 500	Ikke vurdert	Ikke vurdert
6.	1 and 2	8792	Ikke vurdert	Ikke vurdert
7.	1 and 3	65	8	5
8.	1 and 4	626	Ikke vurdert	Ikke vurdert
9.	1 and 3 and 4	4	3	0
10.	2 and 3	104	6	0
11.	1 and 2 and 3	13	8	0
12.	3 and 5	13	7	0

\*Antall artikler identifisert med oppgitt søkeord

\*\*Antall artikler vurdert som potensiell relevant basert på sammendrag (abstract)

\*\*\*Antall artikler inkludert ut ifra inklusjonskriterier som nevnt i metodedelen

*Tabell 2: Web of science søkestrategi og funn*

Søk nr.	Emneord	Antall artikler identifisert*	Antall artikler vurdert som potensielt relevante** (ikke vurdert >300)	Antall artikler inkludert***
1.	Prostate	181 418	Ikke vurdert	Ikke vurdert
2.	Enema	2831	Ikke vurdert	Ikke vurdert
3.	MRI	272 232	Ikke vurdert	Ikke vurdert
4.	1 and 2	65	9	0
5.	2 and 3	98	11	0
6.	1 and 2 and 3	21	9	0

\*Antall artikler identifisert med oppgitt søkeord

\*\*Antall artikler vurdert som potensiell relevant basert på sammendrag (abstract)

\*\*\*Antall artikler inkludert ut ifra inklusjonskriterier som nevnt i metodedelen

*Tabell 3: Embase søkestrategi og funn*

Søk nr.	Emneord	Antall artikler identifisert*	Antall artikler vurdert som potensielt relevante *(ikke vurdert >300)	Antall artikler inkludert ***
1.	Prostate	23 700	Ikke vurdert	Ikke vurdert
2.	Enema	7933	Ikke vurdert	Ikke vurdert
3.	MRI	422 422	Ikke vurdert	Ikke vurdert
4.	1 and 2	276	10	1
5.	2 and 3	418	Ikke vurdert	Ikke vurdert
6.	1 and 2 and 3	54	13	0

\*Antall artikler identifisert med oppgitt søkeord

\*\*Antall artikler vurdert som potensiell relevant basert på sammendrag (abstract)

\*\*\*Antall artikler inkludert ut ifra inklusjonskriterier som nevnt i metodedelen



## 4.0 Resultat

Tabell 4: Inkluderte studier

Studie	Referanse
Studie 1	[1] M. A. Arnoldner et al., "Rectal preparation significantly improves prostate imaging quality: Assessment of the PI-QUAL score with visual grading characteristics," (in eng), <i>Eur J Radiol</i> , vol. 147, p. 110145, Feb 2022, doi: 10.1016/j.ejrad.2021.110145.
Studie 2	[2] M. Coskun et al., "Impact of bowel preparation with Fleet's™ enema on prostate MRI quality," (in eng), <i>Abdom Radiol (NY)</i> , vol. 45, no. 12, pp. 4252-4259, Dec 2020, doi: 10.1007/s00261-020-02487-6.
Studie 3	[3] C. Lim, J. Quon, M. McInnes, W. M. Shabana, M. El-Khodary, and N. Schieda, "Does a cleansing enema improve image quality of 3T surface coil multiparametric prostate MRI?," (in eng), <i>J Magn Reson Imaging</i> , vol. 42, no. 3, pp. 689-97, Sep 2015, doi: 10.1002/jmri.24833.
Studie 4	[4] V. Plodeck et al., "Rectal gas-induced susceptibility artefacts on prostate diffusion-weighted MRI with epi read-out at 3.0 T: does a preparatory micro-enema improve image quality?," (in eng), <i>Abdom Radiol (NY)</i> , vol. 45, no. 12, pp. 4244-4251, Dec 2020, doi: 10.1007/s00261-020-02600-9.
Studie 5	[5] C. Schmidt, A. M. Hötker, U. J. Muehlematter, I. A. Burger, O. F. Donati, and B. K. Barth, "Value of bowel preparation techniques for prostate MRI: a preliminary study," <i>Abdominal Radiology</i> , vol. 46, no. 8, pp. 4002-4013, 2021/08/01 2021, doi: 10.1007/s00261-021-03046-3.
Studie 6	[6] C. Reischauer, T. Cancelli, S. Malekzadeh, J. M. Froehlich, and H. C. Thoeny, "How to improve image quality of DWI of the prostate—enema or catheter preparation?," <i>European Radiology</i> , vol. 31, no. 9, pp. 6708-6716, 2021/09/01 2021, doi: 10.1007/s00330-021-07842-9.

### 4.1 Oppsummering inkluderte studier:

#### Studie 1.

Studie der man så på effekten av et tømmingsregime kombinert med ultralyd-gel og hvordan dette spiller inn på bildekvaliteten på MR ved prostata-undersøkelser. Det var 150 deltakere, der halvparten fulgte forberedelser, og den andre halvparten fulgte ingen forberedelser. Studien gikk over 16 måneder og to urologer uavhengig fra hverandre så på generell bildekvalitet og tydeligheten av lesjoner på diffusjonssekvensen, T2-vektede bilder og kontrastserien (DCE). Man tok i bruk et scoringssystem som rangerte fra 1-5 for å kunne bedømme bildekvaliteten.

Resultatet viser ved VGC at det ble signifikant bedre bildekvalitet og lesjonssynlighet ved diffusjonssekvensen for leserne i gruppen med forberedelser. Også ved T2-vektede sekvenser resulterte et tømmingsregime betydelig bedret lesjonssynlighet for leserne. Studien konkluderte med at forberedelser før prostataundersøkelser på MR forbedrer prostatabildekvaliteten og tydeligheten av lesjonene betydelig. Derfor kan et tømmingsregime bestående av klyster og en endorektal gel-fylling vurderes.

## Studie 2.

Studie der deltakerne utførte en MR-undersøkelse uten klyster (prep-), og etter 12 måneder gjennomførte de samme deltakerne den samme MR-undersøkelsen, men denne gang med klyster (prep+). Hensikten med denne studien var å se på effekten av klyster ved diffusjonssekvenser på MR-prostata, diameteren anterior-posterior (AP) i rektum ble også vurdert. 117 menn deltok og ble vurdert av en urolog og en radiolog uavhengig av hverandre.

Distorsjon ved diffusjonssekvensen ble målt ved å sammenligne den med en axial T2 vektet referanseserie. Man gjorde dette ved å plassere en musepeker 20 forskjellige plasser på prostata kapselen ved b1500 og ADC for å evaluere spatiale misforhold i forhold til referanseserien. Graden av misforhold ble vurdert i en skala fra 1-4, hvor 4 var lavest. Artefakter ved diffusjonssekvensen ble vurdert ut ifra en skala på 1-4. Leserne så etter uklarheter eller subtile artefaktlinjer (+1 poeng), dårlig SNR (+1 poeng) eller prominente artefaktlinjer (+2 poeng). Leserne la så sammen poeng for en total score. Total vurdering av bildekvalitet ble en sammenkobling av rektal distensjon, distorsjon og graden av artefakter.

Resultatet viser at gjennomsnittlig AP var betydelig større ved prep- enn ved prep+ for begge leserne. Ved diffusjonskvensene var det forskjeller mellom leserne. Rektal distensjonsscore var signifikant lavere i prep+ for leser 2, mens den ikke var signifikant for leser 1. Leser 2 fant også betydelig forbedring i diffusjonsforvrengning i prep+-skanninger. Det var ingen signifikant forskjell mellom prep- og prep+ i diffusjons-distorsjon og artefakter for henholdsvis leser 1, eller diffusjonsartefakter for leser 2. Studien konkluderte med at klyster før MR-prostata kan redusere mengden gass, men har beskjeden effekt på diffusjons-distorsjon og generell bildekvalitet. Verdien av klysterforberedelser var dermed ikke endelig validert i denne studien.

## Studie 3.

Studie der hensikt var å vurdere bruken av klyster og hvordan det påvirker bildekvalitet. 32 pasienter uten klyster og 28 med klysteret. Bildene ble tatt over 6 måneder, med to radiologer som tolket bildene blindt. Radiologene vurderte bildekvaliteten på den T2 vektete sekvensen, trace b 1000 mm<sup>2</sup>/sec echo-planar

(EPI) og ADC. De skulle også fastsette størrelser og mengden avføring/gass i området.

Det ble benyttet scoringssystem der 1= ingen artefakter, 2= minimal artefakt uten effekt på diagnostisk kvalitet, 3= moderat artefakt med noen, men ikke alvorlig effekt på diagnostisk kvalitet, 4= alvorlig artefakter med bilder som er degradert, men tolkbare, og 5= ikke ekstensive bilder, og mengde avføring og gass ble vurdert av leserne med en fempunktskala der 1=ingen avføring/gass, 2= minimal avføring/gass, 3= liten mengde avføring/gass, 4 moderat og 5 = mengder med avføring/gass.

Resultatene viste ingen forskjell ved bildekvaliteten verken på T2 eller ADC. Mengden avføring var mindre i klysterkohorten, og at mengden avføring korrelerte med bevegelsesartefakter på T2 sekvensen, det var ingen forskjell i mengden bevegelsesartefakter mellom de to kohortene. I kohorten uten klyster var det 16% som hadde moderate eller større mengder avføring, men ingen av disse hadde alvorlige artefakter på T2 sekvensen. Det var mindre avføring i kohorten med klyster, men mengden gass korrelerte ikke med distorsjonsartefakter på EPI eller ADC. Det var ingen forskjell av uklarhet eller distorsjon i EPI og ADC imellom de forskjellige kohortene. Studien konkluderte med at bruken av klyster før undersøkelse ikke forbedret bildekvalitet eller reduserte mengden artefakter.

#### **Studie 4.**

Studie der det ble vurdert om bruken av klyster reduserer mengden susceptibilitetsartefakter ved diffusjonssekvensen ved MR av prostata. Totalt ble 114 pasienter, hvor 63 fikk klyster og 51 ikke, sammenlignet av to radiologer. Man sammenlignet kohortene og tok hensyn til alder og prostata volum, og hyoscine butylbromid ble ikke administrert.

Diffusjonssekvensen b1000 ble vurdert for susceptibilitetsartefakter, mens de T2 vektete sekvensene ble vurdert for bevegelsesartefakter og andre eksklusjonskriterier. Leserne vurderte artefakter ut ifra et scoringssystem hvor 0-3 (0 =ingen, 1=milde artefakter, 2= moderate artefakter 3=flere artefakter).

Resultatene viser signifikant mindre artefakter etter bruken av klyster. Det ble funnet 10% klinisk relevante artefakter i klysterkohorten og 41% i kohorten uten. Artefakter i klyster kohorten var også signifikant mindre alvorlige. Studien konkluderer med at

bruken av klyster før diffusjonssekvensen signifikant reduserer mengden og alvorligheten av artefakter og dermed forbedrer bildekvaliteten.

### **Studie 5.**

Studie med formål å se på verdien av hyoscine N-butylbromide (HBB), klyster, og diett for artefakt- reduksjon og bildekvalitet ved mpMR av prostata. 180 deltakere ble delt inn i 6 kohorter med forskjellige kombinasjoner av disse, 30 pasienter per kohort. En urolog og en radiolog vurderte uavhengig av hverandre.

Benyttet ulike typer likert-skala (1-3, 1= no stool/gas, 2= minimal amount, 3= lagre amount. 1-5 (1= non-diagnostic, structures cannot be evaluated, 2= poor visualization; heavily blurred appearance og structures, 3= moderate visualization, moderat blurring, 4= good delineation, slight blurring og 5= excellent visualization, sharp delineation og ja/nei) ut fra spørsmålene.

Resultatet viser at diffusjonssekvensens geometriske distorsjon var signifikant mer tydelig i kohorten uten klyster. Klyster ser ut til å forbedre bildekvaliteten til diffusjonssekvensen og hele mpMRI-bildesettet av prostata betydelig. Hyoscine butylbromid (HBB) og diett hadde ingen fordel. Studien konkluderer at klyster forbedrer bildekvaliteten til DWI og hele mpMRI-bildesettet av prostata betydelig, mens hyoscine butylbromid (HBB) og diett ikke viste noen fordel.

### **Studie 6.**

Studie der man sammenligne bruk av klyster og et kateter som skulle suge ut rektal gass, og hvordan dette påvirket bildekvaliteten ved DWI av prostata. Totalt 200 menn var inkludert i studien der halvparten fikk klyster og andre halvpart benyttet kateteret, og ble vurdert av to uavhengige radiologer. Diameter av prostata ble også vurdert ved DWI og T2-vektede sekvenser.

Radiologene tok i bruk 5-point Likert skala for å vurdere bildekvaliteten ved diffusjonssekvensen og den T2-vektede sekvensen. Susceptibilitetsartefakter, graden man kan se forskjell på anatomi og den totale bildekvaliteten ble vurdert fra en Likert skala ved diffusjonssekvensen. Graden av rektal distensjon, mengden av rektal gass/avføring, tilstedeværelse av uklarhet og bevegelsesrelaterte artefakter ble vurdert fra en Likert skala ved den T2-vektede sekvensen.

Resultatet av denne studien viste at bildekvaliteten i gruppen som benyttet klyster var betydelig høyere enn kateter gruppen. I klystergruppen var rektal distensjon signifikant lavere og sterkt korrelert med alvorlighetsgraden av artefakter. Videre var det betydelig færre bildeforvringninger. Studien konkluderte med at klyster er klart bedre enn kateter og gir betydelig bedre bildekvalitet.

Parameterne for diffusjonssekvensene og de T2 vektete sekvensene, er gitt i tabell 5 og 6.

*Tabell 5: MR-parametere for diffusjonssekvens*

Studie: DWI	1.	2.	3.	4.	5.	6.
FOV (mm)		140 x14 0	280x 280	221x2 60	160x8 3	220x1 10
Matris e		112 x10 8	128x 80	160x1 60	200x1 04	136x6 8
Gap			5.0/ 1.0	3/3	0,3	3,5/0, 2
TE/TR	60/3 300	52/3 709	90/4 200	93/83 00	86/121 00	68,2/4 500
Ekkoto g (ms)			1		45	34
Fase			Ax	AP		AP
B- verdier	0, 100, 800, 1400	>15 00		0,500, 1000, 1500, 2000	100, 600, 1000, 1400	50, 100, 200, 900, 1300, 2000
Voksel - størrels e (mm)	1,6x 1,6 x 3,6			1.625 x1.62 5x3		
Flipvin kel		90	90	90		
Tid (min:s ek)		4:46	5:00		5:14	
Båndbr edde			1950	1157		

Tabell 6: MR-parameter for T2 vektet MR-sekvens

Studie: T2-vektet	1.	2.	3.	5.
FOV (mm)		140x140	220x220	160x160
Matrise		304x234	320x256	640x640
Gap		3/0	4.0/0 4.0/0 4.0/0	0
TE/TR	101/4000	120/8869	105-125/3890-5250	92/8100
Ekkotog (ms)	TSE		27-35	24
Fase		Ax	Cor/sag/ax	
Voksel-størrelse (mm)	0,6x0,6x3	0,27x0,27x3	122	
Flipvinkel	150	90	111	
Tid (min:sek)		5:37	4min På alle	3:16

## 5.0 Diskusjon

Hensikten denne studien er å undersøke om tømning før prostataundersøkelse på MR påvirker bildekvaliteten.

### 5.1 Bildekvalitet

Funn i vår studie peker på at bruk av klyster kan ha en positiv effekt spesielt ved diffusjonssekvenser og T2 vektete sekvenser ved MR av prostata. Ut av de seks studiene vi inkluderte fra våre søk, er det totalt fire studier som så en forbedring av bildekvalitet. To av studiene så ikke noen klar forbedring av bildekvalitet.

Ut ifra de utvalgte studiene er det mest fokus på bildekvalitet ved diffusjonssekvensen. Det er ved diffusjonssekvensen man ser tydelige forbedringer og størst enighet mellom leserne. Alle studiene som inkluderte måling av rektal distensjon så en tydelig reduksjon ved bruk av klyster. Ved vurdering av bildekvalitet har studiene hatt fokus på grad av artefakter, hvilken grad man kan gjenkjenne anatomi, distorsjon ved diffusjonssekvensen, måling av rektal distensjon, total bildekvalitet og tilstedeværelse av rektal gass/avføring. I de studiene man har hatt fokus kun på diffusjonssekvensen er det en studie med uenighet mellom leserne og ellers enighet i de resterende studiene om at bildekvaliteten forbedres ved bruk av klyster. Resultatene fra de studiene vi har inkludert i vårt prosjekt tyder altså på at bruken av klyster kan utgjøre en positiv effekt på bildekvalitet spesielt ved diffusjonssekvensen.

Et resultat som går igjen hos studiene med positiv påvirkning av bildekvalitet er at de artefaktene som oppstår i kohorten med klyster ofte er mindre alvorlige enn i kohorten uten klyster. Det kan altså tyde på at bruken av klyster kan påvirke alvorlighetsgraden av blant annet susceptibilitetsartefakter, som er mest vanlig ved diffusjonssekvensen [20].

### 5.2 Rektal distensjon

Alle studiene som målte eller observerte rektal distensjon så en forbedring ved bruk av klyster. Som nevnt i teorien fant Caglic et al [12] en tydelig korrelasjon mellom redusert bildekvalitet ved spesielt diffusjonssekvensen ved økt rektal distensjon, dette representert ved økt distorsjon og signaltap ved diffusjonssekvensen. Det kan derfor virke som rektal distensjon har en effekt på bildekvalitet og at en redusering av rektal distensjon kan føre til bedre bildekvalitet spesielt ved diffusjonssekvensen.

### 5.3 Administreringen av klysteret

I de forskjellige studiene administrerte pasientene klyster til forskjellige tidspunkt. Ved studie 1 utførte pasientene tømning hjemme med så liten tid mellom tømning og undersøkelse som mulig, mens de aller fleste studiene ble det utført like før undersøkelsen og ved den institusjonen hvor man utførte skanning. Studie 2 tok i bruk klyster hele 12 timer før undersøkelse og ved studie 3 er det ikke spesifisert når klysteret ble administrert, men at det ble administrert morgenen samme dag som undersøkelsen skulle utføres. Som nevnt i teoridelen starter virkningen av klyster etter 5-20 minutter og det kan dermed tenkes at det vil tilkomme ny luft og avføring før undersøkelsen settes i gang [22]. Et legemiddel som brukes i Norge er Toilax, hvor vanlige bivirkninger er mageknip, magesmerter, kvalme, uvelhet og diaré [22]. Å være på reisebot med slike bivirkninger kan oppleves som svært ubehagelig og dermed være noe som pasienter ikke ønsker å utføre. De fleste studiene er retrospektive, noe som hindrer deres evne til å kontrollere rammene rundt tømmingsregimet før undersøkelsene ble utført. Dersom det er lang tid mellom tømning og undersøkelse kan ny avføring og luft oppstå. Dette kan videre føre til susceptibilitetsartefakter som kan føre til distorsjon og tap av signal [17]. Vi ser derfor på tid mellom klyster og undersøkelse som en viktig faktor for å oppnå gode resultater ved bruk av klyster.

### 5.4 Bruk av hyoscin butylbromid i kombinasjon med klyster

Ved noen MR-avdelinger i Norge er det ved MR-undersøkelser av bekken vanlig å administrere hyoscin butylbromid før start av undersøkelsen [25, 26]. I praksis har vi erfart at dette også gjøres før prostataundersøkelser. I de valgte studiene har ikke alle benyttet seg av dette legemidlet. Det ser ut til å være uenigheter rundt bruken av hyoscin butylbromid hvor blant annet Ullrich et al konkluderte med at hyoscin butylbromid forbedrer bildekvaliteten betydelig og reduserer bevegelsesrelaterte artefakter ved MR av prostata, mens Roethke et al ser ingen signifikant effekt [27, 28]. I studiene, 2 og 3, som viser lite forbedring av bildekvalitet ved bruk av klyster ble ikke hyoscin butylbromid benyttet. I studie 1 og 6 benyttet man seg av hyoscin butylbromid sammen med klyster og så positive resultater i henhold til bildekvalitet. Studie 4 og 5 tok heller ikke i bruk hyoscin butylbromid, men studie 4 så positive resultater ved bruk av klyster til tross for mangel av hyoscin butylbromid. I teorien burde hyoscin butylbromid bidra til forbedret bildekvalitet ettersom klyster fører til irritasjon i tarmen, samt at det er ufrivillige bevegelser i prostataområdet selv uten bruk av klyster ved peristaltikk. Peristaltikk kan



føre til bevegelsesartefakter som kan fremstå som “ghosting” som kan føre til at det blir vanskeligere for radiologen å skille anatomi.

### 5.5 Forskjellig erfaring hos radiologene

Ulik erfaring kan føre til at studiene med to uavhengige lesere kan resultere i ujevn vurdering av bildekvalitet, men dette kan på andre siden gjøre studien mer realistisk da erfaringen blant radiologer og urologer vil variere. Det virker som i de tidligere studiene var det forskjell mellom hva radiologen og urologen så etter og hvordan de vurderte bildene gjennom scoringssystemet. Dette kan tyde på at det er ulikt fokus på hva de ser på, og vil gjennom dette vurdere bildene ulikt. Diffusjonssekvensens distorsjon var ikke signifikant i studie 2, da det kun var radiologen som så en forbedring ved diffusjonssekvensen, mens urologen ikke så dette. Studie 2 hadde altså ikke en enighet mellom leserne, men nevner selv at svakheten ved deres studie først og fremst var forskjell i erfaring og evne til å vurdere bildekvalitet, samt antall pasienter som ble vurdert. De nyere studiene bygger videre på dette, og ved testing og opplæring av bruken av scoringssystemene, vil urologen og radiologen eller andre lesere være mer samstemt i deres oppfatning av hvordan disse scoringene fungerer og hva god bildekvalitet representerer. En urolog vil naturligvis ha mer fokus på det diagnostiske man kan få ut av et MR-bilde og ikke ha samme kompetansen som en radiolog innehar om bildekvalitet.

### 5.6 Ulike parameter

Alle de seks studiene har forskjellige varianter av de samme sekvensene som man kan se i tabell 5 og 6. Det ville vært en stor fordel om alle parameterne var like, men ettersom ulike radiologer har forskjellige preferanser for hvordan de vil ha bildene blir dette vanskelig å utføre. Alle studiene etterstreber å ha god nok diagnostisk kvalitet for å kunne vurdere prostata og flere av studiene følger PIRADS for å oppnå dette. Protokoller kan variere, men de er ofte PIRADS-baserte. Variasjoner i protokoller forekommer etter hvordan man gjør det på akkurat det sykehuset eller institusjonen, men man etterstreber alltid å opprettholde en viss standard for bildekvalitet. Det er forskjellige teknikker som kan redusere artefakter på MR, som redusering av FOV eller parallellavbildning [29, 30], men Griethuysen et al. konkluderer med at effekten av disse teknikkene er mindre enn ved bruk av klyster [6]. Det kan dermed virke som at klyster kan være en større faktor enn forskjellige parameter ved de ulike studiene. Det er altså forskjeller mellom studienes valg av parameter, men ikke i en så stor grad at det spiller en avgjørende rolle overfor bildekvaliteten når man skal sammenligne med bruk av klyster.

## 5.7 Oppsummering

Det er flere faktorer som kan påvirke bildekvaliteten ved MR av prostata, blant annet selve tolkningen av hva som er god bildekvalitet, valg av parameter og administrering av klyster. For en radiograf vil administrering av klyster og eventuelt hyoscin butylbromid være viktige faktorer for at bildekvaliteten skal bli så optimal som mulig. Ved for lang tid mellom administrering av klyster og MR-undersøkelsen risikerer man ny oppbygning av rektal gass/avføring som kan føre til dårligere bildekvalitet spesielt ved diffusjonssekvensen. Bruk av klyster før reise kan også føre til en ubehagelig reisevei ettersom klyster kan ha bieffekter som uvelhet, kvalme, mageknip og diaré. Dette kan føre til at pasienter ikke ønsker å gjennomføre undersøkelsen med bruk av klyster. Det er viktig at radiografen etterstreber å følge de protokollene som allerede er etablert med tanke på parameter som er standardisert. Det vil være forskjellige parameter ved ulike sykehus/institusjoner som kan føre til ulik bildekvalitet, men dette er noe som påvirkes av radiologer og fagradiografers preferanse og ikke noe den alminnelige radiograf påvirker i stor grad. Leserne som forhåndstrente på caser før selve tolkningen av bildene med klyster, var mer samstemt i deres tolkning av bildekvalitet.

Ikke alle institusjoner tar i bruk klyster ved MR av prostata, men ved de arbeidsplassene som tar i bruk dette, blir det vår rolle som radiograf å formidle til pasientene at bruk av klyster kan ha en positiv effekt på bildekvalitet som videre kan føre til god diagnostikk for pasienten. Man bør kommunisere at det er pasientens valg, men at det kan ha en positiv effekt på deres forløp.

## 5.8 Metodekritikk

I vår bacheloroppgave har vi brukt artikler som vi har fått tilgang til gjennom elektroniske databaser på NTNUs nettsider. Vi har utført søk felles ved å bruke forskjellige søkeord i ulike kombinasjoner. Deretter ble artiklene vurdert ut ifra titlene, og bare de som ble ansett som potensielt relevante, ble inkludert i utvelgelsesprosessen. Dette kan ha ført til at ikke alle artiklene ble lest grundig, som videre kan ha ført til at relevante artikler ble utelukket.

Etter eksklusjon basert på titler ble abstraktene på de resterende artiklene lest av, hver for oss. I våre søk har vi forsøkt å være så spesifikk som mulig opp mot vår problemstilling og dette kan ha ført til at vi har gått glipp av relevant forskning med godt innhold, som

har falt utenfor våre søkeord. Med valg av andre søkeord kunne dette ført til andre funn som ville gitt en annen konklusjon.

Enkelte artikler er bak betalingsmurer og har derfor ikke blitt inkludert i vår studie. Vi kan dermed ha gått glipp av relevante artikler som kunne bidratt til å påvirke konklusjonen.

Det er forskjell på antall pasienter i de utvalgte studiene. De første studiene som er inkludert har et færre antall pasienter, mens studier utført etter har forsøkt å øke antall pasienter. Mange av studiene er retrospektive og har dermed bare hatt et lite utvalg tilgjengelig. Mangel på pasienter kan dermed gi vår studie et svakere grunnlag for å kunne konkludere.

## 6.0 Konklusjon

Denne studien viser at riktig bruk av klyster kan gi positive resultater på bildekvalitet spesielt ved diffusjonssekvensen ved MR av prostata. Det er viktig at klysteret blir brukt så tett opp mot undersøkelse som mulig slik at man unngår ny oppbygning av rektal gass/avføring og at det er samsvar mellom leserne i forhold til hva som er god bildekvalitet. Det er behov for mer forskning for å få et sterkere grunnlag for klysterets effekt på bildekvalitet.

## 7.0 Litteraturliste:

- [1] A. Berg et al., "resultater og forbedringstiltak fra Nasjonalt kvalitetsregister for prostatakraft" Krefregisteret, Oslo, Nor, isbn:978-82-473-0111-1, 10.06.2022. <https://www.krefregisteret.no/globalassets/publikasjoner-og-rapporter/arsrapporter/publisert-2022/arsrapport-2021-nasjonalt-kvalitetsregister-for-prostatakraft.pdf>
- [2] P. Armitage. and R. Doll, "The age distribution of cancer and a multi-stage theory of carcinogenesis." *Br J Cancer* 8(1): 1-12. Mars 1954, doi: [10.1038/bjc.1954.1](https://doi.org/10.1038/bjc.1954.1)
- [3] A. Stensvold et al "Pakkeforløp for prostatakraft" Helsedirektoratet.no Hentet fra: <https://www.helsedirektoratet.no/nasjonale-forlop/prostatakraft> (Lastet ned: 20.01.2023).
- [4] M. Mullerad et al., "Comparison of endorectal magnetic resonance imaging, guided prostate biopsy and digital rectal examination in the preoperative anatomical localization of prostate cancer." *J. Urol.* 2005; **174**: 2158–2163. doi: 10.1097/01.ju.0000181224.95276.82
- [5] A. Stensvold et al., "*Nasjonalt handlingsprogram med retningslinjer for diagnostikk, behandling og oppfølging av prostatakraft,*" Helsebiblioteket.no. Hentet fra: <https://www.helsebiblioteket.no/innhold/nasjonal-faglig-retningslinje/prostatakraft%E2%80%93handlingsprogram> (lastet ned: 20.01.2023)
- [6] J. J. M. van Griethuysen et al., "Gas-induced susceptibility artefacts on diffusion-weighted MRI of the rectum at 1.5 T - Effect of applying a micro-enema to improve image quality," (in eng), *Eur J Radiol*, vol. 99, pp. 131-137, Feb 2018, doi: 10.1016/j.ejrad.2017.12.020.
- [7] Dansk lægemiddel Informasjon A/S og Felleskatalogen AS. "Prostatakraft" felleskatalogen.no  
Hentet fra: <https://www.felleskatalogen.no/medisin/sykdom/prostatakraft>  
(lastet ned 25.03.2023)
- [8] Helsedirektoratet. "Prostatakraft-handlingsprogram." Helsedirektoratet.no. Hentet fra: <https://www.helsedirektoratet.no/retningslinjer/prostatakraft-handlingsprogram/klassifikasjon-og-staging> (lastet ned: 11.02.2023)

- [9] B. Turkbey et al., Prostate Imaging Reporting and Data System Version 2.1: 2019 Update of Prostate Imaging Reporting and Data System Version 2. *Eur Urol.* 2019;76(3):340-351. doi:10.1016/j.eururo.2019.02.033
- [10] C. Westbrook and J. Talbot, *MRI in Practice*, 5. utg. Hoboken, NJ, USA: Wiley, 2018.
- [11] C. Williams, N. Khondakar, P. Pinto, and B. Turkbey, "The Importance of Quality in Prostate MRI," *Seminars in Roentgenology*, vol. 56, no. 4, pp. 384-390, 2021/10/01/2021, doi: <https://doi.org/10.1053/j.ro.2021.08.005>.
- [12] I. Caglic, N. L. Hansen, R. A. Slough, A. J. Patterson, and T. Barrett, "Evaluating the effect of rectal distension on prostate multiparametric MRI image quality," (in eng), *Eur J Radiol*, vol. 90, pp. 174-180, May 2017, doi: 10.1016/j.ejrad.2017.02.029.
- [13] M. D. Greer et al., "Accuracy and agreement of PIRADSV2 for prostate cancer mpMRI: A multireader study," (in eng), *J Magn Reson Imaging*, vol. 45, no. 2, pp. 579-585, Feb 2017, doi: 10.1002/jmri.25372.
- [14] H. C. Demirel and J. W. Davis, "Multiparametric magnetic resonance imaging: Overview of the technique, clinical applications in prostate biopsy and future directions," (in eng), *Turk J Urol*, vol. 44, no. 2, pp. 93-102, Mar 2018, doi: 10.5152/tud.2018.56056.
- [15] B. Turkbey et al., "Prostate Imaging Reporting and Data System Version 2.1: 2019 Update of Prostate Imaging Reporting and Data System Version 2," (in eng), *Eur Urol*, vol. 76, no. 3, pp. 340-351, Sep 2019, doi: 10.1016/j.eururo.2019.02.033.
- [16] M. J. Graves and D. G. Mitchell, "Body MRI artifacts in clinical practice: A physicist's and radiologist's perspective," *Journal of Magnetic Resonance Imaging*, vol. 38, no. 2, pp. 269-287, 2013/08/01 2013, doi: <https://doi.org/10.1002/jmri.24288>.
- [17] S. Y. Huang, R. T. Seethamraju, P. Patel, P. F. Hahn, J. E. Kirsch, and A. R. Guimaraes, "Body MR Imaging: Artifacts, k-Space, and Solutions," (in eng), *Radiographics*, vol. 35, no. 5, pp. 1439-60, Sep-Oct 2015, doi:10.1148/rg.2015140289.

- [18] L. N. Baldwin, K. Wachowicz, and B. G. Fallone, "A two-step scheme for distortion rectification of magnetic resonance images," *Medical Physics*, vol. 36, no. 9Part1, pp. 3917-3926, 2009, doi: <https://doi.org/10.1118/1.3180107>.
- [19] J. C. Weinreb et al., "PI-RADS Prostate Imaging – Reporting and Data System: 2015, Version 2," *European Urology*, vol. 69, no. 1, pp. 16-40, 2016/01/01/ 2016, doi: <https://doi.org/10.1016/j.eururo.2015.08.052>.
- [20] R. Bammer, "Basic principles of diffusion-weighted imaging," *European Journal of Radiology*, vol. 45, no. 3, pp. 169-184, 2003/03/01/ 2003, doi: [https://doi.org/10.1016/S0720-048X\(02\)00303-0](https://doi.org/10.1016/S0720-048X(02)00303-0).
- [21] Norsk legemiddelhåndbok "Klyster-overflateaktive stoffer" norske legemiddelhandbok.no. Hentet fra: [https://www.legemiddelhandboka.no/L12.11.6/Klyster\\_-\\_overflateaktive\\_stoffer](https://www.legemiddelhandboka.no/L12.11.6/Klyster_-_overflateaktive_stoffer) \_\_\_\_\_ (lastet ned: 17.03.2023)
- [22] Felleskatalogen "Klyx" Felleskatalogen.no Hentet fra: <https://www.felleskatalogen.no/medisin/pasienter/pil-klyx-ferring-legemidler-as-560669> (lastet ned 17.03.2023)
- [23] R. Dyde, A. H. Chapman, R. Gale, A. Mackintosh, and D. J. Tolan, "Precautions to be taken by radiologists and radiographers when prescribing hyoscine-N-butylbromide," (in eng), *Clin Radiol*, vol. 63, no. 7, pp. 739-43, Jul 2008, doi: 10.1016/j.crad.2008.02.008.
- [24] R. A. Slough, I. Caglic, N. L. Hansen, A. J. Patterson, and T. Barrett, "Effect of hyoscine butylbromide on prostate multiparametric MRI anatomical and functional image quality," *Clinical Radiology*, vol. 73, no. 2, pp. 216.e9-216.e14, 2018/02/01/ 2018, doi: <https://doi.org/10.1016/j.crad.2017.07.013>.
- [25] Helse Møre og Romsdal. "MR av bekken, Volda." helse-mr.no. Hentet fra: <https://helse-mr.no/behandlinger/mr-av-bekken-volda> (21.05.2023)
- [26] Finnmarkssykehuset. "MR av bekken ved Hammerfest sykehus." finnmarkssykehuset.no. Hentet fra: <https://finnmarkssykehuset.no/behandlinger/mr-av-bekkenet?sted=hammerfest> (21.05.2023)

- [27] T. Ullrich et al., "Hyoscine butylbromide significantly decreases motion artefacts and allows better delineation of anatomic structures in mp-MRI of the prostate," (in eng), *Eur Radiol*, vol. 28, no. 1, pp. 17-23, Jan 2018, doi: 10.1007/s00330-017-4940-7.
- [28] M. C. Roethke, T. H. Kuru, A. Radbruch, B. Hadaschik, and H. P. Schlemmer, "Prostate magnetic resonance imaging at 3 Tesla: Is administration of hyoscine-N-butyl-bromide mandatory?," (in eng), *World J Radiol*, vol. 5, no. 7, pp. 259-63, Jul 28 2013, doi: 10.4329/wjr.v5.i7.259.
- [29] N. Korn, J. Kurhanewicz, S. Banerjee, O. Starobinets, E. Saritas, and S. Noworolski, "Reduced-FOV excitation decreases susceptibility artifact in diffusion-weighted MRI with endorectal coil for prostate cancer detection," (in eng), *Magn Reson Imaging*, vol. 33, no. 1, pp. 56-62, Jan 2015, doi: 10.1016/j.mri.2014.08.040.
- [30] L. Li et al., "Feasibility Study of 3-T DWI of the Prostate: Readout-Segmented Versus Single-Shot Echo-Planar Imaging," (in eng), *AJR Am J Roentgenol*, vol. 205, no. 1, pp. 70-6, Jul 2015, doi: 10.2214/ajr.14.13489.

