



IMAGE COMPARISON ON T2 QTSE LUMBAL EXAMINATION USING GRAPPA TECHNIQUE WITH AND WITHOUT MAGNETIZATION TRANSFER CONTRAST IN DEGENERATIVE DISC DISEASE CASE

KOMPARASI HASIL CITRA TEKNIK GRAPPA DENGAN DAN TANPA PENGAKTIFAN MAGNETIZATION TRANSFER CONTRAST PADA MRI LUMBAL SEKUEN T2 QTSE SAGITAL KASUS DEGENERATIVE DISC DISEASE

Karina Sandra Arief Apriliyani¹, Sri Andreani Utomo³, Muhaimin¹, Lailatul Muqmiroh^{2*}

¹ Department of Health, Faculty of Vocational Studies, Universitas Airlangga, Indonesia

² Department of Radiology, Faculty of Medicine, Universitas Airlangga, Indonesia

³ Department of Radiology, Dr. Soetomo Hospital, Indonesia

ABSTRACT

Background: The description of Degenerative Disc Disease in MRI lumbar FSE sequence T2WI is seen as a decrease in signal intensity. Patients with cases of Degenerative Disc Disease experience severe low back pain and cannot lie supine for a long time, while MRI is very sensitive to movement. GRAPPA is a parallel imaging technique that can produce images with a fast scan time but is followed by a decreased Signal to Noise Ratio SNR value. This technique needs to be followed by setting other parameters to produce an optimal image, namely by applying Magnetization Transfer Contrast (MTC). **Purpose:** To compare the quality of image results on lumbar MRI examination of the sagittal T2 qTSE sequence in the case of Degenerative Disc Disease with and without MTC activation. **Method:** This research was conducted at the dr. Soedono Madiun from August to September 2020. A sample of 16 patients who met the inclusion criteria was taken during the study. The GRAPPA and GRAPPA+MTC technique imagery results on each sample were assessed for the image quality quantitatively based on the SNR and CNR values. **Result:** Based on the SNR value, the GRAPPA technique and MTC activation have a higher mean than the GRAPPA technique alone. Likewise, with the CNR value, the GRAPPA technique and MTC activation have a higher average than the GRAPPA technique alone. **Conclusion:** The GRAPPA technique and MTC activation can be applied in Lumbar MRI examination with cases of Degenerative Disc Disease, especially in uncooperative patients.

ABSTRAK

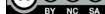
Latar belakang: Gambaran Degenerative Disc Disease pada MRI lumbal sekuen T2WI FSE terlihat sebagai penurunan intensitas sinyal. Pasien dengan kasus Degenerative Disc Disease mengalami nyeri pinggang yang hebat dan tidak dapat terlentang dalam waktu lama, sedangkan MRI sangat sensitif terhadap pergerakan. GRAPPA merupakan salah satu teknik *parallel imaging* yang dapat menghasilkan gambar dengan *scan-time* yang cepat namun diikuti dengan nilai *Signal to Noise Ratio* SNR yang menurun. Penggunaan teknik ini perlu diikuti pengaturan parameter lain untuk menghasilkan gambaran yang optimal, yaitu penerapan Magnetization Transfer Contrast (MTC) **Tujuan:** Untuk mengetahui komparasi kualitas hasil citra pada pemeriksaan MRI lumbal sekuen T2 qTSE sagital kasus Degenerative Disc Disease teknik GRAPPA dengan dan tanpa pengaktifan MTC. **Metode:** Penelitian ini dilakukan di RSUD dr. Soedono Madiun bulan Agustus-September 2020. Diambil sampel sebanyak 16 pasien yang memenuhi kriteria inklusi. Hasil citra teknik GRAPPA dan GRAPPA+MTC pada masing-masing sampel dinilai kualitas citranya secara kuantitatif berdasar nilai SNR dan CNR. **Hasil:** Berdasarkan nilai SNR, teknik GRAPPA dan pengaktifan MTC memiliki rerata lebih tinggi dibandingkan dengan teknik GRAPPA saja, hal ini juga terjadi pada nilai CNR, teknik GRAPPA dan pengaktifan MTC memiliki rerata lebih tinggi dibandingkan teknik GRAPPA saja. **Kesimpulan:** Teknik GRAPPA dan pengaktifan MTC dapat diaplikasikan dalam pemeriksaan MRI lumbal dengan kasus Degenerative Disc Disease terutama pada pasien tidak kooperatif.

Journal of Vocational Health Studies p-ISSN: 2580-7161; e-ISSN: 2580-717x

DOI: 10.20473/jvhs.V6.I1.2022.9-16

Copyright © Journal of Vocational Health Studies. Open access under Creative Commons Attribution-Non Commercial-Share A like 4.0

International Licence (CC-BY-NC-SA)



Research Report Penelitian

ARTICLE INFO

Received 30 December 2020

Revised 19 December 2021

Accepted 11 July 2022

Online 30 July 2022

Correspondence:
Lailatul Muqmiroh

E-mail :
lailatul.muqmiroh@vokasi.unair.
ac.id

Keywords:

GRAPPA, Magnetization Transfer Contrast, Lumbar MRI, Degenerative disc disease

Kata kunci:

GRAPPA, Magnetization Transfer Contrast, MRI lumbal, Degenerative disc disease

PENDAHULUAN

Rasad (2005) mencatat bahwa pemeriksaan MRI yang paling umum dilakukan adalah MRI pinggang dan kepala yaitu, sebesar 90% dan sisanya 10%. Nyeri punggung bawah sering disebabkan oleh degenerasi diskus ditulang belakang *lumbar*. *Nukleus pulposus* terdiri dari matriks kolagen tipe 2 yang longgar, 70 - 90% air dan proteoglikan. Diskus-diskus ini menghubungkan antar *endplate vertebral* yang terdiri dari tulang rawan hialin pada sisi tubuh *vertebral fibrocartilage* disepanjang diskus (Buller, 2018). Gangguan arsitektur normal diskus dapat menyebabkan herniasi diskus atau tonjolan inti *nukleus pulposus* yang kemungkinan dapat memberi tekanan pada sumsum tulang belakang atau akar saraf dan mengakibatkan nyeri yang menjalar (Donnally et al., 2022). Menurut Suthar et al. (2015), penyakit degeneratif diskus dapat menyebabkan 11 jenis penyakit degeneratif diskus. Penelitian ini menggunakan modalitas MRI karena memiliki kelebihan yaitu dapat menghasilkan citra yang lebih baik dibandingkan modalitas lainnya (Westbrook, 2014). Gambar yang dihasilkan oleh MRI lebih sensitif dalam mendiagnosis penyakit degeneratif diskus (Taher et al., 2012).

Definisi penyakit degeneratif diskus pada MRI *lumbal* sekuen T2WI FSE telah terbukti berhubungan dengan penurunan intensitas sinyal (Weyreuther et al., 2007). Penggunaan sekuen T2WI FSE sering digunakan untuk pencitraan pada muskuloskeletal, karena memungkinkan pengambilan gambar yang lebih cepat (Morgan and Morgan, 2013). Sekuen qTSE menghasilkan *acoustic noise* yang lebih rendah dibandingkan TSE. *Acoustic noise* merupakan suara yang ditimbulkan oleh MRI ketika pemeriksaan berlangsung (Pierre et al., 2014). Pemeriksaan MRI membutuhkan waktu lama dan sensitif terhadap pergerakan. Saat ini, pasien dengan penyakit degeneratif diskus seperti hernia *nukleus pulposus* (HNP) tidak dapat mentoleransi rasa sakit dalam jangka waktu yang lama, yang membuat pasien lebih cenderung bergerak (Sayah et al., 2016).

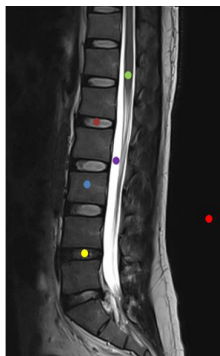
Pada kasus penyakit degeneratif diskus, waktu pemeriksaan MRI *lumbal* harus dipertimbangkan. Salah satunya dengan penggunaan teknik *parallel imaging* yang memberikan proses pencitraan lebih cepat (Aja-Fernandez et al., 2014). Salah satu metode pencitraan teknik *parallel imaging* adalah *General Automatic Calibration Partial Acquisition* (GRAPPA) yang prinsip kerjanya berdasarkan rekonstruksi *k-space* (Ryan et al., 2005). Menurut Elster (2018), rekonstruksi teknik *parallel imaging* (pMRI) dibagi menjadi empat langkah, yaitu akuisisi data, *estimation of missing lines*, *generate individual coil image*, and *combine*. Pencitraan paralel MRI memiliki waktu pemeriksaan yang lebih cepat dalam menghasilkan gambar, tetapi dapat mengurangi nilai rasio *signal-to-noise* (SNR) (Ruel et al., 2004).

Penerapan teknologi ini harus dilanjutkan dengan menerapkan teknik lain, yaitu *Magnetization Transfer Contrast* (MTC), untuk menghasilkan citra terbaik. Penggunaan MTC berdasarkan pada fakta bahwa jaringan hidup yang berbeda menunjukkan perubahan magnetisasi yang berbeda (Boer, 1995). Penggunaan MTC dapat meningkatkan variabilitas hasil pencitraan antara jaringan patologis dan jaringan normal, termasuk angiografi dan pencitraan sendi (Westbrook et al., 2011). Pada tahun 2000, sebuah penelitian menggunakan MTC pada pemeriksaan MRI mata manusia yang dipimpin oleh Lizak et al. (2020), menemukan bahwa MTC menghasilkan gambar yang lebih detail karena dirancang untuk meningkatkan efek visual yang berbeda antara jaringan yang berbeda. Selanjutnya, studi (Perez-Torres et al., 2014) tentang penggunaan MTC untuk mendiagnosis berat molekul awal penyakit Alzheimer dimungkinkan ketika MTC digunakan untuk mendeteksi perubahan makromolekul awal pada hewan coba tikus Tg2576 dari penyakit Alzheimer. Pada tahun 2019, studi terbaru penggunaan MTC pada pemeriksaan MRI *brain* sekuen T2 FLAIR pada kasus stroke iskemik yang dipimpin oleh Dwi Ratna menyimpulkan bahwa MTC memberikan pengaruh signifikan terhadap kualitas citra pada setiap area yang dievaluasi.

MATERIAL DAN METODE

Jenis penelitian ini adalah penelitian kuantitatif dengan pendekatan eksperimental. Pendekatan eksperimental dipilih karena adanya perlakuan atau intervensi yang bertujuan untuk mengetahui akibat yang ditimbulkan setelah dilakukan intervensi kepada satu atau lebih kelompok. Kemudian, hasil intervensi tersebut dibandingkan dengan kelompok yang tidak diberikan intervensi (Masturoh and T., 2018). Penelitian ini dilakukan di RSUD dr. Soedono Madiun dalam kurun waktu satu bulan yaitu, bulan Agustus hingga September 2020. Modalitas MRI yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Pesawat MRI 3 Tesla *Siemens Series MAGNETOM Skyra*. Sampel diambil dari pasien MRI *lumbal* kasus *Degenerative Disc Disease* yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi di RSUD Dr. Soedono Madiun sebanyak 16 pasien. Kriteria inklusi meliputi pasien pemeriksaan MRI *lumbal* dengan klinis *Degenerative Disc Disease* dengan usia 40-80 tahun dan pasien bersedia berpartisipasi dalam penelitian, sedangkan kriteria eksklusi yaitu pasien yang menderita *Claustrophobia* (ketakutan pada ruang/lubang sempit), pasien tidak kooperatif, dan pasien yang telah melakukan pembedahan (*post-op*) pada kasus *Degenerative Disc Disease*. Pasien tersebut melakukan pemeriksaan MRI *lumbal* pada sekuen T2 qTSE sagital yang diberikan teknik GRAPPA dengan dan tanpa pengaktifan MTC. Hasil citra yang diperoleh dari kedua scanning tersebut kemudian dilakukan penilaian kualitas hasil citra secara kuantitatif.

Penilaian dilakukan dengan cara menilai SNR dari masing-masing hasil scanning. Penempatan ROI (Gambar 1) dilakukan pada area *body vertebrae* L3, *intervertebralis disc normal*, *intervertebralis disc abnormal*, *conus medullaris*, CSF, dan *background*. Setiap organ dilakukan pengulangan ROI sebanyak lima kali yang kemudian dirata-rata untuk mendapat nilai *mean* keseluruhan. Begitu juga dengan *background* dilakukan pengulangan sebanyak lima kali pula. Kemudian dirata-rata untuk mendapat nilai standard deviasi *background* keseluruhan. Nilai SNR didapatkan dari hasil bagi antara nilai *mean* pada area terukur dan nilai rata-rata standard deviasi *noise* pada area *background*. Berdasarkan nilai SNR masing-masing objek, dilakukan penilaian kembali untuk mendapatkan nilai *Contrast To Noise Ratio* (CNR). Penilaian CNR dilakukan antara *intervertebralis disc normal* (DN) dan *intervertebralis disc abnormal* (DA), CSF, dan *conus medullaris* (CM), *intervertebralis disc normal* (DN) dan *body vertebrae* (BV), *body vertebrae* (BV) dan *intervertebralis disc abnormal* (DA), CSF dan *body vertebrae* (BV), CSF dan *intervertebralis disc normal* (DN), CSF dan *intervertebralis disc abnormal* (DA).



Gambar 1. Peletakan ROI pada MRI *lumbal* T2WI FSE sagital

Kemudian data SNR dan CNR yang didapat dilakukan uji Normalitas menggunakan uji *Saphiro Wilk*. Data yang berdistribusi normal dilanjutkan dengan uji *Paired T-Test*.

HASIL

Pada Tabel 1 disajikan data distribusi hasil penelitian berupa nilai min, nilai max dan rerata ± sd berdasar SNR tiap organ dari 16 sampel. Berdasarkan Tabel 1, pada *body vertebrae*, *intervertebralis disc normal*, *intervertebralis disc abnormal*, dan CSF memiliki nilai rerata SNR GRAPPA+MTC lebih tinggi dibanding GRAPPA saja. Namun sebaliknya pada *conus medullaris*, dimana nilai rerata SNR GRAPPA lebih tinggi dibanding GRAPPA+MTC.

Pada Tabel 2, disajikan data distribusi hasil penelitian berupa nilai rerata CNR tiap organ-organ yang berdekatan dari 16 sampel. Berdasarkan Tabel 2, tampak bahwa selisih antara *intervertebralis disc normal* dan *intervertebralis disc abnormal*, CSF dan *conus medullaris*, *intervertebralis disc normal* dan *body vertebrae*, *body vertebrae* dan *intervertebralis disc abnormal*, CSF dan *body vertebrae*, CSF dan *intervertebralis disc normal*, CSF dan *intervertebralis disc abnormal* memiliki nilai rata-rata CNR teknik GRAPPA+MTC lebih tinggi dibandingkan teknik GRAPPA saja. Tabel 3 merupakan *output* SPSS mengenai uji Normalitas.

Tabel 1. Distribusi hasil berdasarkan nilai SNR

Organ	Teknik	Nilai min	Nilai max	Rata-rata ± SD
Body vertebrae	GRAPPA	226,22	461,94	358,45 ± 60,41
	GRAPPA+MTC	247,64	501,56	393,09 ± 66,23
Intervertebralis disc normal	GRAPPA	370,78	696,35	479,48 ± 81,73
	GRAPPA+MTC	432,97	758,56	528,42 ± 86,75
Intervertebralis disc abnormal	GRAPPA	61,33	202,60	122,88 ± 46,30
	GRAPPA+MTC	82,37	233,01	135,87 ± 49,12
Cerebrospinal fluid	GRAPPA	1623,74	2834,70	2288,96 ± 351,85
	GRAPPA+MTC	1838,52	3158,89	2457,18 ± 381,72
Conus medullaris	GRAPPA	354,74	643,28	521,23 ± 72,87
	GRAPPA+MTC	356,08	593,58	490,65 ± 62,41

Tabel 2. Distribusi hasil berdasarkan nilai CNR

Organ	Teknik	Nilai min	Nilai max	Rata-rata ± SD
DN-DA	GRAPPA	237,32	554,12	356,55 ± 76,85
	GRAPPA+MTC	244,41	643,19	392,55 ± 91,76
CSF-CM	GRAPPA	1187,87	2317,47	1767,74 ± 330,38
	GRAPPA+MTC	1418,59	2568,89	1966,52 ± 344,72
DN-BV	GRAPPA	30,39	221,16	121,03 ± 71,84
	GRAPPA+MTC	30,42	256,32	135,33 ± 81,22
BD-DA	GRAPPA	146,62	318,74	235,56 ± 60,89
	GRAPPA+MTC	159,03	358,89	257,22 ± 72,17
CSF-BV	GRAPPA	1335,67	2489,28	1930,52 ± 338,10
	GRAPPA+MTC	1510,58	2792,97	1895,87 ± 367,07
CSF-DN	GRAPPA	1252,96	2405,97	1809,48 ± 330,21
	GRAPPA+MTC	1405,55	2471,04	1928,76 ± 362,20
CSF-DA	GRAPPA	1490,28	2766,80	2166,08 ± 357,82
	GRAPPA+MT	1682,72	2863,93	2321,31 ± 382,40

Tabel 3. Hasil uji Normalitas SNR pada setiap organ dengan teknik GRAPPA dan GRAPPA+MTC

	Shapiro-Wilk		
	Statistic	Df	Sig.
GRAPPA SNR <i>body vertebrae</i>	,967	16	,790
GRAPPA SNR <i>intervertebralis disc normal</i>	,910	16	,117
GRAPPA SNR <i>intervertebralis disc abnormal</i>	,929	16	,239
GRAPPA SNR <i>conus medullaris</i>	,961	16	,677
GRAPPA SNR CSF	,968	16	,803
GRAPPA+MTC <i>body vertebrae</i>	,973	16	,883
GRAPPA+MTC <i>intervertebralis disc normal</i>	,892	16	,059
GRAPPA+MTC <i>intervertebralis disc abnormal</i>	,926	16	,214
GRAPPA+MTC <i>conus medullaris</i>	,971	16	,861
GRAPPA+MTC CSF	,977	16	,940

Berdasarkan Tabel 3 mengenai perhitungan uji Normalitas SNR, dapat diketahui bahwa *body vertebrae*, *intervertebralis disc normal*, *intervertebralis disc abnormal*, *conus medullaris*, dan CSF datanya dapat dikatakan normal karena memiliki nilai signifikansi $p\text{-value} > 0,05$. Tabel 4, merupakan hasil uji Normalitas CNR pada setiap organ dengan teknik GRAPPA dan GRAPPA+MTC.

Berdasarkan Tabel 4 dapat diketahui bahwa nilai signifikansi CNR tiap organ-organ yang berdekatan seperti *intervertebralis disc normal* (DN) dan *intervertebralis disc abnormal* (DA), CSF dan *conus medullaris* (CM), *intervertebralis disc normal* (DN) dan *body vertebrae* (BV), *body vertebrae* (BV) dan *intervertebralis disc abnormal* (DA), CSF dan *body vertebrae* (BV), CSF dan *intervertebralis disc normal* (DN),

CSF dan *intervertebralis disc abnormal* (DA) memiliki nilai signifikansi $p\text{-value} > 0,05$. Hal ini menunjukkan bahwa keseluruhan data tersebut berdistribusi normal. Setelah dilakukan uji Normalitas dan telah didapatkan bahwa semua data berdistribusi normal, kemudian data tersebut dilakukan uji *Paired T-Test*.

Berdasarkan data nilai SNR yang telah dilakukan uji *Paired T-Test* dan disajikan pada Tabel 5, dapat diketahui bahwa nilai signifikansi dari SNR *body vertebrae*, *intervertebralis disc normal*, *intervertebralis disc abnormal*, *conus medullaris*, dan CSF menunjukkan $p\text{-value} < 0,05$. Hal ini berarti dapat dikatakan bahwa hipotesis (H1) dapat diterima yaitu, terdapat perbedaan SNR pada pemeriksaan MRI *lumbal* sekuen T2 qTSE sagital kasus Degenerative Disc Disease teknik GRAPPA dengan dan tanpa pengaktifan MTC.

Tabel 4. Hasil uji Normalitas CNR pada setiap organ dengan teknik GRAPPA dan GRAPPA+MTC

	<i>Shapiro-Wilk</i>		
	Statistic	Df	Sig.
GRAPPA DN-DA	,926	16	,208
GRAPPA CSF-CM	,968	16	,808
GRAPPA DN-BV	,910	16	,116
GRAPPA BD-DA	,910	16	,116
GRAPPA CSF-BV	,973	16	,892
GRAPPA CSF-DN	,975	16	,907
GRAPPA CSF-DA	,984	16	,989
GRAPPA+MTC DN-DA	,917	16	,151
GRAPPA+MTC CSF-CM	,965	16	,758
GRAPPA+MTC DN-BV	,901	16	,083
GRAPPA+MTC BD-DA	,894	16	,064
GRAPPA+MTC CSF-BV	,972	16	,870
GRAPPA+MTC CSF-DN	,961	16	,683
GRAPPA+MTC CSF-DA	,978	16	,947

Tabel 5. Hasil uji *Paired T-Test* SNR Teknik GRAPPA dan GRAPPA+MTC

	<i>Paired differences</i>					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. deviation	Std. error mean	95% Confidence interval of the difference				
				Lower	Upper			
Body vertebrae	-34,64375	16,60230	4,15057	-43,49049	-25,79701	-8,347	15	,000
Intervertebralis disc normal	-48,94312	23,55542	5,88886	-61,49492	-36,39133	-8,311	15	,000
Intervertebralis disc abnormal	-12,98875	21,73937	5,43484	-24,57284	-1,40466	-2,390	15	,030
Conus medullaris	30,57125	46,11511	11,52878	5,99824	55,14426	2,652	15	,018
CSF	-168,21500	101,51714	25,37929	-222,30967	-114,12033	-6,628	15	,000

Tabel 6 Hasil uji *Paired T-Test* CNR Teknik GRAPPA dan GRAPPA+MTC

	<i>Paired differences</i>					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. deviation	Std. error mean	95% Confidence interval of the difference				
				Lower	Upper			
DN-DA	-35,95500	33,49527	8,37382	-53,80337	-18,10663	-4,294	15	,001
CSF-CM	-198,78875	87,98908	21,99727	-245,67482	-151,90268	-9,037	15	,000
DN-BV	-14,29938	23,58727	5,89682	-26,86815	-1,73060	-2,425	15	,028
BD-DA	-21,65625	32,47941	8,11985	-38,96330	-4,34920	-2,667	15	,018
CSF-BV	-133,56938	95,25160	23,81290	-184,32537	-82,81338	-5,609	15	,000
CSF-DN	-119,27188	101,55789	25,38947	-173,38826	-65,15549	-4,698	15	,000
CSF-DA	-155,22563	99,38224	24,84556	-208,18268	-102,26857	-6,248	15	,000

Berdasarkan data CNR yang telah dilakukan uji *Paired T-Test* dan disajikan pada Tabel 6, dapat diketahui bahwa nilai signifikansi CNR dari tiap organ yang berdekatan seperti *intervertebralis disc* normal (DN) dan *intervertebralis disc* abnormal (DA), CSF dan *conus medullaris* (CM), *intervertebralis disc* normal (DN) dan *body vertebrae* (BV), *body vertebrae* (BV) dan *intervertebralis disc* abnormal (DA), CSF dan *body vertebrae* (BV), CSF dan *intervertebralis disc* normal (DN), CSF dan *intervertebralis disc* abnormal (DA) menunjukkan $p\text{-value} < 0,05$. Hal ini dapat dikatakan bahwa hipotesis (H1) dapat diterima yaitu, terdapat perbedaan CNR pada pemeriksaan MRI lumbal sekuen T2 qTSE sagital kasus *Degenerative Disc Disease* teknik GRAPPA dengan dan tanpa pengaktifan MTC.

PEMBAHASAN

Analisa kualitas citra berdasarkan SNR, didapatkan dengan membandingkan nilai SNR pada masing-masing teknik. SNR merupakan perbandingan antara besarnya amplitudo sinyal dengan amplitudo *background noise* (Westbrook et al., 2011). Nilai SNR didapat dengan cara membagi nilai rata-rata *mean* dari organ terukur dengan nilai rata-rata standar deviasi pada *background*.

Dari hasil pengukuran nilai SNR terlihat bahwa CSF memiliki nilai SNR tertinggi untuk teknologi GRAPPA dan GRAPPA + MTC. Namun, diskus *intervertebralis* yang abnormal memiliki nilai SNR yang paling rendah. Hal ini dikarenakan kontribusi proton hidrogen (H_2O) dalam air di jaringan yang mengandung banyak air karena jumlah atom H di dalam sel lebih banyak daripada atom O, dengan perbandingan 2:1, sehingga CSF memiliki nilai SNR yang lebih tinggi.

Pada saat yang sama, di daerah diskus pada tingkat HNP dengan keadaan cairan keluar dan menekan ke sumsum tulang belakang, tampak sedikit lebih gelap karena komposisi atom H berkurang (Baruqi, 2016). Menurut Cukke et al. (2010) pada HNP, *nukleus pulposus* mengering secara perlahan dan kadar proteoglikan menurun, nilai pada kartilago berserat meningkat, sehingga mengakibatkan diskus menjadi kaku, sehingga cairan menjadi berkurang dan proton hidrogen menjadi lebih rendah, akibatnya sinyal *decay* pada proses magnetisasi T2 hanya sedikit energi yang dilepaskan proton dimana energi tersebut ditangkap oleh *coil receptor*. Hal ini terbukti dengan nilai SNR diskus *intervertebralis* abnormal yang terendah dibandingkan dengan SNR pada jaringan yang lain.

CNR merupakan faktor paling penting yang mempengaruhi kualitas gambar karena secara langsung menentukan kemampuan mata untuk membedakan area sinyal tinggi dan area sinyal rendah (Westbrook et al., 2011). Analisa kualitas citra berdasarkan CNR, didapati dengan menghitung selisih nilai SNR dari dua organ ROI yang berdekatan. Berdasarkan hasil pengukuran nilai CNR, tampak nilai

rata-rata CNR antara CSF-diskus *intervertebralis* abnormal merupakan yang paling tinggi. Hal ini sesuai dengan hasil nilai SNR yang didapat. CNR didefinisikan sebagai perbedaan SNR antar dua area yang berdekatan. CSF memiliki nilai SNR yang paling tinggi, sedangkan diskus *intervertebralis* abnormal memiliki nilai SNR yang paling rendah, sehingga CSF-diskus *intervertebralis* abnormal memiliki nilai rata-rata CNR paling tinggi karena selisih SNR antara dua organ ini merupakan yang paling besar.

Perbedaan nilai SNR dan CNR dari teknik GRAPPA dan GRAPPA+MTC terjadi karena adanya penambahan pengaktifan parameter MTC. Pada teknik *parallel imaging* GRAPPA, rekonstruksi terjadi di *k-space* sebelum transformasi *fourier*. Rekonstruksi teknik GRAPPA menggunakan sinyal MR yang diperoleh untuk mengisi matriks *k-space*, karena proses *multiple phase encoding* telah dilewati, beberapa baris yang ada pada *k-space* akan hilang. Akan tetapi garis-garis yang melewati pusat *k-space* tetap disampling secara menyeluruh dan membentuk sebuah bagian yang bernama ACS (*Autocalibration signal*). ACS ini memberikan bobot yang kemudian dapat digunakan untuk menghasilkan baris yang hilang dari koil. Setelah semua baris direkonstruksi pada masing-masing koil, transformasi *fourier* dapat digunakan untuk menghasilkan beberapa gambar yang belum digabungkan pada koil tersebut (Griswold et al., 2002).

Pada GRAPPA dikenal istilah *acceleration factor* (*R-factor*) yang berhubungan dengan pengisian *k-space*. Apabila *R-factor* meningkat maka kualitas citra akan menurun karena langkah *phase encoding* akan dipercepat sesuai *R-factor* yang digunakan. Ketika *k-space* tidak penuh diisi maka akan mengumpulkan sedikit *phase encoding spin echo* (Saifudin et al., 2017). Berdasarkan hal tersebut, nilai SNR dan CNR dari teknik GRAPPA didapat lebih kecil dibanding dengan teknik GRAPPA+MTC. Hal ini sesuai dengan penelitian Apriyani (2019) yang menghasilkan bahwa tanpa penggunaan GRAPPA menghasilkan nilai SNR yang lebih baik dari pada penggunaan GRAPPA.

Magnetization transfer berdasarkan pada transfer magnetisasi longitudinal dari proton yang berada pada markromolekul (*bound pool*) yang kemudian berubah menjadi proton bebas (*free pool*) dalam MRI. Ketika parameter MTC diaktifkan, maka terjadi proses saturasi selektif. Proses ini terjadi karena adanya mekanisme medan gradien yang akan mensaturasi area khusus ketika spectrum frekuensi dipilih. Sebelum dimulainya siklus akuisisi pencitraan, pulsa saturasi diaplikasikan pada frekuensi yang berbeda dari frekuensi *free pool*, oleh karena itu tidak ada efek secara langsung pada proton yang menghasilkan sinyal. Namun akan berefek pada *bound pool*, pulsa saturasi berada pada resonansi yang lebih luas sehingga menghasilkan saturasi magnetisasi longitudinal pada *bound pool*. Kemudian efek saturasi dipindahkan ke magnetisasi longitudinal *free pool* dengan transfer magnetisasi, sehingga proton atom hidrogen yang

berada pada makromolekul berperan serta dalam rekonstruksi citra dan meningkatkan sinyal yang didapat de Boer (1995). Didapatkan Nilai SNR dan CNR dari teknik GRAPPA+MTC lebih besar dibanding dengan teknik GRAPPA. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Ratna (2019) yang menyatakan bahwa pengaplikasian MTC memberikan pengaruh signifikan terhadap kualitas citra pada setiap area yang dievaluasi. Hasil ini juga sesuai dengan penelitian Finelli et al. (1994) yang menyatakan bahwa secara klinis teknik MTC terbukti berguna untuk menggambarkan herniasi diskus lateral dan stenosis foraminal.

KESIMPULAN

Terdapat perbedaan kualitas hasil citra berdasarkan nilai SNR pada pemeriksaan MRI *lumbal* sekuen T2 qTSE sagital kasus *Degenerative Disc Disease* teknik GRAPPA dengan dan tanpa pengaktifan MTC. Pengaktifan *Magnetization Transfer Contrast* (MTC) memberikan pengaruh yang signifikan terhadap nilai SNR hasil citra pada organ yang dievaluasi. Terdapat perbedaan kualitas hasil citra berdasarkan nilai CNR pada pemeriksaan MRI *lumbal* sekuen T2 qTSE sagital kasus *Degenerative Disc Disease* teknik GRAPPA dengan dan tanpa pengaktifan MTC. Pengaktifan *Magnetization Transfer Contrast* (MTC) memberikan kontras antar jaringan (CNR) lebih baik dibandingkan dengan pemeriksaan MRI *lumbal* tanpa pengaktifan MTC.

Pada kasus *Degenerative Disc Disease*, teknik GRAPPA dengan pengaktifan MTC pada pemeriksaan MRI *lumbal* sekuen T2 qTSE Sagital perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan mempertimbangkan variabel penelitian kualitatif sehingga dapat menghasilkan penelitian yang lebih baik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah berkontribusi terhadap pelaksanaan penelitian ini. Penulis menyatakan tidak ada konflik kepentingan dengan pihak-pihak yang terkait dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Aja-Fernandez, S., Vegas-Sanchez-Ferrero, G., Tristan-Vega, A., 2014. Noise Estimation In Parallel MRI: GRAPPA and SENSE. *Magn. Reson. Imaging* Vol.32(3), Pp. 281-290.

Apriyani, I., 2019. Perbedaan Kualitas Citra dan Informasi Citra Anatomi Mri Lumbal Sekuen T2 Tse Potongan Sagital dengan dan Tanpa Teknik Parallel Imaging Grappa pada Kasus Hernia Nukleus Pulposus (HNP). *Repos. Ris. Kesehat. Nas. Badan Litbangkes. Politeknik Kesehatan Kemenkes Semarang*.

Baruqi, M.S., 2016. Pengaruh Perubahan Time Echo (TE) terhadap Nilai Contrast to Noise Ratio (CNR) Sekuens T2WI TSE Sagital pada Citra MRI Lumbal. *Universitas Airlangga*.

Boer, R.W., 1995. MR Physics. In: *Magnetization Transfer Contrast*. Philips Medical Systems, Netherlands, p. Pp. 64-73.

Buller, M., 2018. MRI Degenerative Disease of the Lumbar Spine: A Review. *J. Am. Osteopath. Coll. Radiol. Vol.7(4)*, Pp. 11-19.

Cukke, M.H., Ilyas, M., Murtala, B., Liyadi, F., 2010. Kesesuaian antara Tanda-Tanda Degenerasi Diskus pada Foto Polos Dengan Magnetic Resonance Lumbosakral pada Penderita Nyeri Punggung Bawah.

Donnally, C.J., Hanna, A., Varacallo, M., 2022. Lumbar Degenerative Disk Disease. In: *National Library of Medicine. StatPearls Publishing*.

Elster, A.D., 2018. How does GRAPPA/ARC work?. *MRIquestion.com*. URL <http://mriquestions.com/grappaarc.html> (accessed 2.13.20).

Finelli, D.A., Hurst, G.C., Karaman, B.A., Simon, J.E., Duerk, J.L., Bellon, E.M., 1994. Use of Magnetization Transfer for Improved Contrast on Gradient-Echo MR Images of the Cervical Spine. *Radiology* Vol.193(1), Pp. 165-171.

Griswold, M.A., Jakob, P.M., Heidemann, R.M., Nittka, M., Jellus, V., Wang, J., Kiefer, B., Haase, A., 2002. Generalized Autocalibrating Partially Parallel Acquisitions (GRAPPA). *Magn. Reson. Med.* Vol.47(6), Pp. 1202-1210.

Lizak, M.J., Datiles, M.B., Aletras, A.H., Kador, P.F., Balaban, R.S., 2020. MRI of the Human Eye Using Magnetization Transfer Contrast Enhancement. *IOVS Investig. Ophthalmol. Vis. Sci.* Vol.41(12), Pp. 3878-3881.

Masturoh, I., T., N.A., 2018. *Metodologi Penelitian Kesehatan*.

Morgan, W.E., Morgan, C.P., 2013. *The Lumbar MRI in Clinical Practice: A Survey of Lumbar MRI for Musculoskeletal Clinicians*. Independent, Washington DC.

Perez-Torres, C.J., Reynolds, J.O., Pautler, R.G., 2014. Use of Magnetization Transfer Contrast MRI to Detect Early Molecular Pathology in Alzheimer's Disease. *Magn. Reson. Med.* Vol.71(1), Pp. 333-338.

Pierre, E.Y., Grodzki, D., Aandal, G., Heismann, B., Badve, C., Gulani, V., Sunshine, J.L., Schluchter, M., Liu, K., Griswold, M.A., 2014. Parallel Imaging Based Reduction of Acoustic Noise for Clinical Magnetic Resonance Imaging. *Invest. Radiol.* Vol.49(9), Pp. 620-626.

Rasad, S., 2005. VII. Toraks -- 6. Tuberkulosis Paru. In: *Ekayuda, H.I. (Ed.), Radiologi Diagnostik*. Universitas Indonesia, Jakarta, p. Pp. 625.

Ratna, D., 2019. Analisis Citra MRI Sekuen T2 Fluid Attenuation Invers Recovery (FLAIR) dengan Teknik Magnetization Transfer Contrast (MTC) pada Kasus Stroke Iskemik. *Universitas Airlangga*.

- Ruel, L., Brugieres, P., Luciani, A., Breil, S., Mathieu, D., Rahmouni, A., 2004. Comparison of In Vitro and In Vivo MRI of the Spine Using Parallel Imaging. *Am. J. Roentgenol.* Vol.182(3), Pp. 749-755.
- Ryan, M., Cunningham, P., Cantwell, C., Brennan, D., Eustace, S., 2005. A Comparison of Fast MRI of Hips With and Without Parallel Imaging Using SENSE. *Br. J. Radiol.* Vol.78(928), Pp. 299-302.
- Saifudin, S., Hermina, S., Indrati, R., Santjaka, A., 2017. Optimization of R-Factor At GRAPPA Parallel Acquisition Technique on The Image Information T2 Axial Brain MRI. *ICASH Vol.1*, Pp. 197.
- Sayah, A., Jay, A.K., Toaff, J.S., Makariou, E. V, Berkowitz, F., 2016. Effectiveness of a Rapid Lumbar Spine MRI Protocol Using 3D T2-Weighted SPACE Imaging Versus a Standard Protocol for Evaluation of Degenerative Changes of the Lumbar Spine. *AJR Am. J. Roentgenol.* Vol.3(6), Pp. 614-620.
- Suthar, P., Patel, R., Mehta, C., Patel, N., 2015. MRI Evaluation of Lumbar Disc Degenerative Disease. *J. Clin. Diagnostic Res.* Vol.9(4), Pp. 4-9.
- Taher, F., Essig, D., Lebl, D.R., Hughes, A.P., Sama, A.A., Cammisa, F.P., Girardi, F.P., 2012. Lumbar Degenerative Disc Disease: Current and Future Concepts of Diagnosis and Management. Hindawi Publ. Corp. Evidence-Based Complement. *Altern. Med.* Pp. 1-7.
- Westbrook, C., 2014. *Handbook of MRI Technique Fourth Edition*, 4 th. ed. Wiley-Blackwell, United Kingdom.
- Westbrook, C., Roth, C.K., Talbot, J., 2011. *MRI In Practice*, 4 th. ed. Wiley-Blackwell, United Kingdom.
- Weyreuther, M., Heyde, Christoph E., Westphal, M., Zierski, J., Weber, U., Herwig, B., 2007. *MRI Atlas Orthopedics and Neurosurgery The Spine*, 1 st. ed. Springer, Berlin.