

TESIS

KORELASI PERUBAHAN *ENDPLATE* TIPE *MODIC* PADA *MAGNETIC RESONANCE IMAGING* LUMBOSAKRAL TERHADAP *FACET JOINT* OSTEOARTHRITIS BERDASARKAN *PATHRIA GRADING*

CORRELATION OF MODIC TYPE ENDPLATE CHANGES ON LUMBOSACRAL MAGNETIC RESONANCE IMAGING TO FACET JOINT OSTEOARTHRITIS BASED ON PATHRIA GRADING

PRICILLA SHINTA



PROGRAM PENDIDIKAN DOKTER SPESIALIS -1 (Sp.1)

PROGRAM STUDI ILMU RADIOLOGI

FAKULTAS KEDOKTERAN

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2023



Optimized using
trial version
www.balesio.com

KORELASI PERUBAHAN *ENDPLATE* TIPE *MODIC* PADA *MAGNETIC RESONANCE IMAGING* LUMBOSAKRAL TERHADAP *FACET JOINT* OSTEOARTHRITIS BERDASARKAN *PATHRIA GRADING*

Karya Akhir

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
Dokter Spesialis-1

Program Studi Ilmu Radiologi

Disusun dan Diajukan Oleh

PRICILLA SHINTA

Kepada

**PROGRAM PENDIDIKAN DOKTER SPESIALIS-1 (Sp-1)
PROGRAM STUDI ILMU RADIOLOGI
FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2023**



LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

KORELASI PERUBAHAN ENDPLATE TIPE MODIC PADA MAGNETIC RESONANCE IMAGING LUMBOSAKRAL TERHADAP FACET JOINT OSTEOARTHRITIS BERDASARKAN PATHRIA GRADING

Disusun dan diajukan oleh :

dr. Pricilla Shinta

Nomor Pokok : C125201002

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Pendidikan Dokter Spesialis Program Studi Pendidikan Radiologi Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin pada tanggal 08 Agustus 2023 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui :

Pembimbing Utama


Prof. Dr. dr. Muhammad Ilyas, Sp.Rad (K)
NIP. 195200112 198312 1 001

Pembimbing Pendamping


dr. Nikmatul Latief, Sp.Rad (K)
NIP. 19680908 199903 2 002

Ketua Program Studi


dr. Rafikah Rauf, M.Kes., Sp.Rad (K)
NIP. 19820525 200812 2 001

Dekan Fakultas


Prof. Dr.dr.Haerani Rasyid, M.Kes, Sp.PD-KGH, Sp.GK
NIP. 19660530 199603 2001



PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : dr.Pricilla Shinta
NIM : C125201002
Program Studi : Ilmu Radiologi
Jenjang : S1/PPDS-1

Menyatakan dengan ini bahwa tesis dengan judul **"KORELASI PERUBAHAN ENDPLATE TIPE MODIC PADA MAGNETIC RESONANCE IMAGING LUMBOSAKRAL TERHADAP FACET JOINT OSTEOARTHRITIS BERDASARKAN PATHRIA GRADING"** adalah karya saya sendiri dan tidak melanggar hak cipta pihak lain. Apabila di kemudian hari, karya saya terbukti bahwa Sebagian atau keseluruhannya adalah hasil karya orang lain yang saya pergunakan dengan cara melanggar hak cipta pihak lain, maka saya bersedia menerima sanksi.

Makassar, Agustus 2023

Yang menyatakan



dr.Pricilla Shinta



KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kehadirat Allah SWT atas berkah, rahmat dan karunia-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan karya ilmiah ini yang berjudul **“KORELASI PERUBAHAN ENDPLATE TIPE MODIC PADA MAGNETIC RESONANCE IMAGING LUMBOSACRAL TERHADAP FACET JOINT OSTEOARTHRITIS BERDASARKAN PATHRIA GRADING”**. Karya akhir ini disusun sebagai tugas akhir dalam Program Studi Dokter Spesialis-1 (Sp-1) Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin.

Saya menyadari bahwa penyusunan karya akhir ini masih sangat jauh dari sempurna, sehingga dengan segala kerendahan hati, saya mengharapkan kritik dan saran dari semua pihak. Banyak kendala yang dihadapi dalam rangka penyusunan karya akhir ini dapat juga selesaipada waktunya.

Pada kesempatan ini pula saya ingin menyampaikan terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada:

1. Prof.Dr.dr. Muhammad Ilyas, Sp.Rad (K) selaku Ketua Komisi Penasehat
2. dr. Nikmatia Latief, Sp.Rad (K) selaku Sekertaris Komisi Penasehat
3. Dr. dr. Andi Alfian Zainuddin, M.KM selaku Anggota Komisi Penasehat
4. Dr. dr. Karya Triko Biakto, MARS, Sp.OT (K) selaku Anggota Komisi Penasehat
5. dr. Sri Asriyani, Sp.Rad (K)., M.Med.Ed selaku Anggota Komisi Penasehat



tas segala arahan, bimbingan, dan bantuan yang telah diberikan ari pengembangan minat terhadap permasalahan, pelaksanaan penelitian, hingga penyusunan dan penulisan sampai dengan

selesainya karya akhir ini. Serta ucapan terima kasih atas segala arahan, nasehat dan bimbingan yang telah diberikan selama saya menjalani pendidikan di Departemen Radiologi Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin ini.

Pada kesempatan ini pula saya ingin menyampaikan terima kasih dan penghargaan saya kepada :

1. Rektor Universitas Hasanuddin, Dekan Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin, Ketua TKP-PPDS FK Unhas, Ketua Konsentrasi PPDS Terpadu FK Unhas dan Direktur Program Pascasarjana Universitas Hasanuddin yang telah memberikan kesempatan kepada saya untuk mengikuti Program Pendidikan Dokter Spesialis Terpadu di Bagian Radiologi Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin Makassar.
2. dr. Sri Asriyani, Sp.Rad (K), M.Med.Ed selaku Kepala Bagian Departemen Radiologi Universitas Hasanuddin, dr. Rafikah Rauf, M.Kes, Sp.Rad (K) selaku Ketua Program Studi Ilmu Radiologi Universitas Hasanuddin, dr. Nur Amelia Bachtiar, MPH, Sp.Rad selaku Sekretaris Program Studi Ilmu Radiologi Universitas Hasanuddin, dr. Alia Amalia, Sp.Rad selaku Kepala Instalasi Radiologi RSPTN Universitas Hasanuddin, dr. Eny Sanre, M.Kes, Sp.Rad (K) selaku Kepala Instalasi Radiologi RSUP Dr.Wahidin Sudirohusodo, Prof. Dr. dr. Bachtiar Murtala, Sp.Rad (K), Prof. Dr. dr. Muhammad Ilyas, Sp.Rad (K), dr. Nurlaily Idris, Sp.Rad (K), dr. Luthfy Attamimi, Sp.Rad, dr. Nikmatia Latief, Sp.Rad (K), dr. Rosdiana, M.Kes, Sp.Rad (K), dr.Sri Muliati, Sp.Rad, Dr. dr. Shofiyah Latief, Sp.Rad (K), dr. Erlin Sjahril, Sp.Rad (K), dr. Suciati Damopoli, M.Kes, Sp.Rad (K), dr. St.Nasrah Aziz, Sp.Rad, dr. Isdiana Kaelan, Sp.Rad, dr. Besse Arfiana, Sp.Rad (K), dr. M. Abduh, Sp.Rad, dr. Taufiqquhidayat, Sp.Rad, dr. Zatriani, M.Kes, Sp.Rad serta seluruh pembimbing dan dosen luar biasa dalam lingkup Bagian Radiologi FK UNHAS atas arahan dan bimbingan selama saya menjalani pendidikan.



3. Direksi beserta seluruh staf RSUP Dr. Wahidin Sudirohusodo Makassar dan RSPTN Universitas Hasanuddin Makassar atas kesempatan yang diberikan kepada kami dalam menjalani pendidikan di rumah sakit ini.
4. Para staf Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin, staf Administrasi Bagian Radiologi FK UNHAS dan Radiografer Bagian Radiologi RSUP Dr. Wahidin Sudirohusodo Makassar dan RSPTN Universitas Hasanuddin Makassar atas bantuan dan kerjasamanya.
5. Terima kasih sebesar-besarnya kepada suami saya, Yance Tambunan S.Pi, kepada anak saya, Jason Elkan, papa saya dan kakak adik saya. Papa saya, Yohanes Yudianto, serta kakak saya, Yonathan Andi Yudianto, Eli Irwan Yudianto dan adik saya Samuel Yudianto, atas segala cinta, pengorbanan, pengertian, dorongan semangat serta doa tulus yang selama ini telah mengiringi perjalanan saya dalam menempuh Pendidikan.
6. Teman PPDS terbaik angkatan Juli 2020 (Saharuddin, Zida, Amalia, Surya, Fadhil) serta seluruh teman PPDS Radiologi lainnya yang telah banyak memberikan bantuan materi, motivasi dan dukungan kepada saya selama masa pendidikan dan penyelesaian karya akhir ini.
7. Kepada semua pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu, yang telah memberikan dukungan, bantuan dan doanya. Saya ucapkan banyak terima kasih.

Melalui kesempatan ini pula perkenankan saya mengucapkan mohon maaf sebesar-besarnya atas segala kesalahan dan kekhilafan saya baik disengaja maupun tidak kepada semua pihak selama menjalani pendidikan ini.



Saya berharap semoga karya akhir ini bermanfaat bagi kita semua pat memberikan sumbangan bagi perkembangan Ilmu Radiologi di yang akan datang. Semoga Allah SWT senantiasa melimpahkan

Rahmat dan karunia-Nya serta membalas budi baik kepada semua pihak yang telah memberikan dukungannya.

Makassar, Agustus 2023

dr. Pricilla Shinta



Optimized using
trial version
www.balesio.com

ABSTRAK

PRICILLA SHINTA. *Korelasi Perubahan Endplate Tipe Modic pada Magnetic Resonance Imaging Lumbosakral terhadap Facet Joint Osteoarthritis Berdasarkan Pathria Grading* (dibimbing oleh Muhammad Ilyas, Nikmatia Latief, dan Andi Alfian Zainuddin).

Facet joint osteoarthritis terkait erat dengan kondisi penyakit degeneratif diskus yang berbeda, namun terkait secara fungsional yang memengaruhi struktur di aspek anterior kolumna vertebralis. Perubahan *endplate* tipe *modic* dideskripsikan sebagai perubahan dari intensitas sinyal dari *endplate* dan *bone marrow* dari korpus vertebra. Perubahan *endplate* tipe *modic* dan degenerasi *facet joint* sering terjadi bersamaan pada pasien dengan nyeri punggung bawah. Penelitian ini bertujuan mengetahui korelasi perubahan *endplate* tipe *modic* pada *magnetic resonance imaging lumbosakral* terhadap *facet joint osteoarthritis* berdasarkan *Pathria grading*. Penelitian ini dilaksanakan di Departemen Radiologi RSUP dr. Wahidin Sudirohusodo Makassar dengan jumlah sampel sebanyak 198 sampel yang masuk kriteria inklusi. Penilaian perubahan *endplate modic vertebra lumbosakral* didasarkan pemeriksaan MRI lumbosakral. Kemudian, menilai derajat *facet joint osteoarthritis* dengan *Pathria grading* pada level yang sama dengan perubahan *endplate modic*. Selanjutnya, dilakukan perbandingan perubahan *endplate modic vertebra lumbosakral* dan derajat *facet joint osteoarthritis* dengan *Pathria grading*. Hasil penelitian menunjukkan terdapat korelasi yang signifikan antara perubahan *endplate modic vertebra lumbosakral* dan derajat *facet joint osteoarthritis* dengan *Pathria grading* ($p < 0,001$, koefisien korelasi 0,631). Semakin meningkat perubahan *endplate modic vertebra lumbosakral*, semakin meningkat pula derajat *facet joint osteoarthritis* dengan *Pathria grading*. Disimpulkan bahwa perubahan *endplate modic vertebra lumbosakral* terkait derajat *facet joint osteoarthritis* dengan *Pathria grading* sehingga apabila ditemukan perubahan *endplate modic*, kemungkinan terdapat juga *facet joint osteoarthritis*.

Kata kunci: *endplate Modic, facet joint osteoarthritis, MRI, Pathria grading*



ABSTRACT

PRICILLA SHINTA. *Correlation of Modic Type Endplate Change in Lumbosacral Imaging Magnetic Resonance on Facet Joint Osteoarthritis Based on Pathria Grading* (supervised by Muhammad Ilyas, Nikmatia Latief and Andi Alfian Zainuddin).

The facet joint osteoarthritis is closely related to a distinctly but functionally related to the condition called degenerative disc disease, which affects the structures in the anterior aspect of the vertebral column. The Modic-type endplate changes are described as the changes in the signal intensity of the endplates in the bone marrow of the vertebral corpus. The Modic-type endplate changes and facet joint degeneration often occur together in the patients with low back pain. This study aims to determine the correlation between Modic endplate changes on lumbosacral magnetic resonance imaging and facet joint osteoarthritis based on the Pathria grading. The research was conducted in the Department of Radiology in Central General Hospital Dr. Wahidin Sudinohusodo, Makassar with the total of 198 samples who met the inclusive criteria. Assessing the Modic lumbosacral vertebral endplate changes was based on the lumbosacral MRI examination and then assessing the degree of the facet joint osteoarthritis used Pathria grading on the same level as Modic endplate changes. Furthermore, the comparison was made between the Modic lumbosacral vertebral endplate changes and the grades of the facet joint osteoarthritis with Pathria grading. The result indicates that there is the significant correlation between Modic lumbosacral vertebral endplate changes and the degrees of the facet joint osteoarthritis with Pathria grading ($p < 0.001$, correlation coefficient 0.631). The increasing changes in the type Modic lumbosacral vertebral endplates and the increasing degree of the facet joint osteoarthritis with Pathria grading. It can be concluded that the Modic endplate changes in the lumbosacral vertebrae are related to the degree of the facet joint osteoarthritis and Padria grading, so if the Modic endplate changes are found, there is a possibility of the facet joint osteoarthritis.

Key words: endplate Modic, facet joint osteoarthritis, MRI, Pathria grading



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
KARYA AKHIR	ii
LEMBAR PENGESAHAN AKHIR	iii
PERNYATAAN KEASLIAN	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK	ix
ABSTRACT	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Hipotesis Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
II.1 Vertebra Lumbosacral	6
II.2 Facet joint osteoarthritis.....	7
II.2.1 Definisi.....	8
II.2.2 Insiden dan Epidemiologi	9
II.2.3 Patofisiologi	9
II.2.4 Klasifikasi	11
II.2.5 Pemeriksaan Radiologi	12
II.2.6 Pemeriksaan Fisik dan Pemeriksaan Radiologi	16
II.2.7 Etiologi dan Klasifikasi	16
II.2.8 Patofisiologi	18
II.2.9 Pemeriksaan Radiologi	18



II.3.4 Gejala Klinis	20
II.3.5 Diagnosis	20
II.4 Hubungan facet joint osteoarthritis dengan perubahan Modic	21
BAB III KERANGKA PENELITIAN	23
III.1 Kerangka Teori	23
III.2 Kerangka Konsep	24
BAB IV METODE PENELITIAN	25
IV.1 Desain Penelitian	25
IV.2 Tempat dan Waktu Penelitian	25
IV.3 Populasi Penelitian	25
IV.4 Sampel dan Cara Pengambilan Sampel	25
IV.5 Perkiraan besar sampel	26
IV.6 Kriteria Inklusi dan Eksklusi	26
IV.7 Ijin Penelitian dan Ethical Clearance	27
IV.8 Alokasi Subjek dan Prosedur Penelitian	27
IV.9 Identifikasi dan Klasifikasi Variable	28
IV.10 Definisi Operasional	29
IV.11 Pengolahan dan Analisis Data	31
IV.12 Alur Penelitian	33
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN	34
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	47
DAFTAR PUSTAKA	48



DAFTAR TABEL

Tabel 1	Kriteria Pathria untuk penilaian degenerasi facet joint	1
Tabel 2	Tipe perubahan Modic menurut signal MRI dan perubahan histopatologi	17
Tabel 3	Distribusi sampel penelitian berdasarkan jenis kelamin	35
Tabel 4	Distribusi sampel penelitian berdasarkan umur	35
Tabel 5	Distribusi sampel penelitian berdasarkan IMT	36
Tabel 6	Distribusi sampel penelitian berdasarkan level spinal	36
Tabel 7	Distribusi sampel penelitian berdasarkan perubahan endplate tipe modic	37
Tabel 8	Distribusi sampel penelitian berdasarkan facet joint osteoarthritis	37
Tabel 9	Korelasi antara jenis kelamin, usia, IMT dan level spinal dengan perubahan endplate tipe Modic	38
Tabel 10	Korelasi antara jenis kelamin, usia, IMT dan level spinal dengan facet joint osteoarthritis	39
Tabel 11	Korelasi antara perubahan endplate tipe Modic dengan facet joint osteoarthritis	41



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Penggambaran skema tulang belakang lumbosakral dengan facet joint yang teridentifikasi	7
Gambar 2 Facet joint normal dan facet joint osteoarthritis lanjut.....	8
Gambar 3 Penilaian radiologi konvensional sendi facet.....	13
Gambar 4 Gambaran CT scan facet joint osteoarthritis derajat 3.....	14
Gambar 5 Gambaran facet joint osteoarthritis pada lumbal	15
Gambar 6 Gambaran facet joint osteoarthritis pada stadium lanjut.....	16
Gambar 7 MRI lumbosacral sekuens T1WI dan T2WI	17
Gambar 8 MRI lumbosacral perubahan Modic.	21



DAFTAR ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN

AP	: Anteroposterior
CRP	: <i>C-reactive protein</i>
CT Scan	: <i>Computed Tomography Scan</i>
dkk	: dan kawan-kawan
IMT	: Indeks massa tubuh
L1	: Lumbal 1
L2	: Lumbal 2
L3	: Lumbal 3
L4	: Lumbal 4
L5	: Lumbal 5
LBP	: <i>Low back pain</i>
MC	: <i>Modic Changes</i>
mm	: milimeter
MRI	: <i>Magnetic resonance imaging</i>
OR	: <i>Odds Ratio</i>
PACS	: <i>Picture Archiving and Communication System</i>
RSUP	: Rumah Sakit Umum Pendidikan
S1	: Sakrum 1
SPSS	: <i>Statistical Package for the Social Sciences</i>
T12	: Torakal 12



DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Halaman
1. Rekomendasi Persetujuan Etik	51
2. Data dan Sampel Penelitian	52
3. <i>Curriculum Vitae</i>	66



BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Low back pain (LBP) atau nyeri punggung bawah yang biasanya dikeluhkan sebagai nyeri disertai kekakuan otot dengan atau tanpa penjalaran pada ekstremitas bawah, merupakan gejala melumpuhkan yang berdampak besar pada kesehatan masyarakat. Diskus intervertebralis, *facet joint* kiri, dan *facet joint* kanan membentuk 'kompleks tiga sendi'. Ketiga faktor anatomi ini dapat saling mempengaruhi. Studi sebelumnya menunjukkan bahwa tropisme *facet* adalah faktor patogen potensial untuk perkembangan degenerasi diskus dan degenerasi *facet joint*, yang dapat menyebabkan atau memperburuk nyeri punggung bawah.¹

Osteoarthritis merupakan penyakit sendi degeneratif yang paling umum dan penyebab utama nyeri dan disabilitas pada individu dewasa. Perubahan patologis yang terlihat pada sendi osteoarthritis termasuk hilangnya dan kerusakan kartilago artikular secara progresif, penebalan tulang subkondral, pembentukan osteofit, berbagai derajat inflamasi sinovium, degenerasi ligamen dan meniskus serta hipertrofi kapsul sendi. Etiologi osteoarthritis adalah multi-faktorial dan termasuk cedera sendi, obesitas, penuaan, dan keturunan.² Osteoarthritis tulang belakang melibatkan sendi facet, yang terletak di aspek posterior kolumna vertebralis dan satu-satunya sendi sinovial sejati antara tulang belakang yang berdekatan. *Facet joint* osteoarthritis secara luas lazim pada orang dewasa yang lebih tua, dan dianggap sebagai penyebab umum nyeri punggung.³

Perkiraan prevalensi nyeri *facet joint* lumbal berdasarkan diagnostik tunggal telah dilaporkan berkisar antara 7,7% hingga 75% di antara pasien yang melaporkan nyeri punggung. Pada pasien dengan nyeri punggung bawah, proporsi *facet joint* osteoarthritis lumbal sekitar 40-85%. Telah dilaporkan bahwa 15-40% nyeri punggung bawah mungkin disebabkan oleh *facet joint* osteoarthritis.⁴ Prevalensi *facet joint* osteoarthritis meningkat dengan bertambahnya usia. Pada sebuah tinjauan anatomi komprehensif sendi sinovial menyatakan bahwa sendi facet hanya menunjukkan sedikit perubahan sebelum usia 45. Setelah usia 45, perubahan tulang rawan lanjut, sklerosis dan osteofit menjadi fenomena umum. Dalam sebuah penelitian baru-baru ini *facet joint* osteoarthritis hadir pada 57% pada usia 20 hingga 29 tahun, 82% pada



usia 30 hingga 39 tahun, 93% pada usia 40 hingga 49 tahun, 97% pada usia 50 hingga 59 tahun, dan 100% pada usia >60 tahun.⁵

Penentuan patologi *facet joint* dan grading radiografi untuk memfasilitasi pilihan pemeriksaan radiografi yang tepat dan untuk mengevaluasi degenerasi *facet joint*. Grading radiografi pada *facet joint* osteoarthritis dievaluasi dengan metode yang dilaporkan oleh Pathria. Kriteria yang diusulkan oleh Pathria untuk memperkirakan degenerasi *facet joint*. Pada kriteria ini terbagi menjadi 4 derajat yakni derajat 1 dengan gambaran normal; derajat 2 dengan penyempitan *facet joint*; derajat 3 dengan penyempitan ditambah sklerosis atau hipertrofi; dan derajat 4, osteoarthritis berat dengan penyempitan, sklerosis, dan osteofit.⁴

Gambaran radiografi klasik *facet joint* osteoarthritis melibatkan degeneratif dan proliferaif, termasuk penyempitan *facet joint*, erosi tulang subartikular, kista subkondral, pembentukan osteofit, dan proses hipertrofi artikular. Kriteria radiologi untuk menilai gambaran ini awalnya dikembangkan menggunakan radiografi polos, dan kemudian telah disesuaikan dengan CT Scan dan MRI. Pencitraan dengan CT Scan atau MRI diperlukan untuk evaluasi rinci morfologi *facet joint*. Meskipun CT Scan lebih akurat daripada MRI untuk membedakan patologi tulang, penggunaan antara CT Scan dan MRI mempunyai nilai dari sedang hingga baik, dan MRI memungkinkan resolusi patologi non-tulang yang lebih baik.³ Pemeriksaan MRI lebih ditujukan untuk memvisualisasikan struktur non-osseous dari *facet joint* termasuk kartilago artikular.⁶

Pada penelitian Zhou dkk, pemeriksaan MRI sedikit lebih unggul daripada CT dalam menilai degenerasi *facet joint*. Derajat radiografi dari degenerasi *facet joint* menunjukkan konsistensi sedang dengan derajat patologis. Sensitivitas evaluasi degenerasi *facet joint* lebih baik daripada spesifisitas, menunjukkan bahwa pemeriksaan radiologi dapat secara efisien mendeteksi degenerasi *facet joint*.⁴

Prevalensi nyeri punggung bawah meningkat seiring perkembangan degenerasi diskus lumbal. Defek *endplate*, yang terlihat berdekatan dengan diskus yang sehat, berhubungan dengan perubahan degeneratif seperti perubahan *endplate* tipe Modic, kus, dan nodus Schmorl. Perubahan *endplate* tipe Modic cukup umum diulang belakang lumbal bagian bawah. Edema dan inflamasi yang berasal dari Modic tipe I memainkan peran penting dalam nyeri punggung bawah kronis. Selain itu, perubahan Modic tipe II menunjukkan progresi ke involusi. Perubahan Modic tipe III menunjukkan sklerosis tulang *endplate* vertebra.



Namun, terlepas dari berbagai teori, masih belum jelas apa patogenesis pasti yang mendasari perubahan *endplate* tipe Modic. Perubahan *endplate* tipe Modic dan degenerasi *facet joint* telah terbukti ada pada pasien dengan LBP, bahkan pada individu tanpa gejala. Perubahan *endplate* tipe Modic juga menunjukkan hubungan yang tinggi dengan LBP selain dari struktur tulang belakang.¹

Defek *endplate* terlihat sebagai hilangnya atau terganggunya gambaran yang lengkap. Perubahan *endplate* terlihat pada gambaran MRI sagittal. Perubahan *endplate* tipe Modic dikategorikan menjadi tipe 0, I, II, dan III menggunakan pencitraan MRI multiposisi sagital. Perubahan *endplate* tipe Modic tipe 0 menunjukkan *endplate* normal, perubahan *endplate* tipe Modic tipe I menunjukkan sinyal T1 rendah dan T2 tinggi, perubahan *endplate* tipe Modic tipe II menunjukkan sinyal T1 dan T2 tinggi, dan perubahan *endplate* tipe Modic tipe III menunjukkan sinyal T1 dan T2 rendah.¹

Pada penelitian yang dilakukan oleh Lee dkk, menunjukkan bahwa didapatkan hubungan antara perubahan *endplate* tipe Modic dengan *facet joint* degenerasi dengan nilai $p=0,004$ dengan nilai $OR=2,468$.⁷ Pada penelitian yang dilakukan oleh Bin dkk, menunjukkan bahwa tidak didapatkan korelasi antara perubahan *endplate* tipe Modic dengan *facet joint* osteoarthritis dengan nilai $p>0,05$.¹

Berdasarkan uraian di atas, maka peneliti memandang penting dilakukan penelitian untuk menilai perubahan *endplate* tipe Modic pada *magnetic resonance imaging* lumbosakral terhadap *facet joint* osteoarthritis berdasarkan *pathria grading*. Oleh karena itu, peran MRI perlu di eksplorasi lebih jauh dalam menilai gambaran tulang belakang pada pasien dengan nyeri punggung bawah untuk membantu radiologis maupun klinisi dalam menilai kelainan patologis dan memprediksi luaran berdasarkan hasil pemeriksaan radiologi.

I.2. RUMUSAN MASALAH

Berdasarkan uraian latar belakang masalah di atas, dapat dirumuskan pertanyaan penelitian sebagai berikut:



ada korelasi perubahan *endplate* tipe Modic pada *magnetic resonance* sakral terhadap *facet joint* osteoarthritis berdasarkan *pathria grading*.

N PENELITIAN

I.3.1 TUJUAN UMUM

Diketuinya korelasi perubahan *endplate* tipe *Modic* pada *magnetic resonance imaging* lumbosakral terhadap *facet joint* osteoarthritis berdasarkan *pathria grading*.

I.3.2. TUJUAN KHUSUS

1. Menentukan perubahan *endplate Modic* pada pasien yang dilakukan pemeriksaan MRI lumbosakral.
2. Menentukan prevalensi *facet joint* osteoarthritis pada pasien yang dilakukan pemeriksaan MRI lumbosakral.
3. Menganalisis korelasi antara perubahan *endplate* tipe *Modic* dengan derajat *facet joint* osteoarthritis pada pasien yang dilakukan pemeriksaan MRI lumbosakral.

I.4. HIPOTESIS

Hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini adalah :

Ada korelasi antara perubahan *endplate* tipe *Modic* pada *magnetic resonance imaging* lumbosakral terhadap *facet joint* osteoarthritis berdasarkan *pathria grading*.

I.5. MANFAAT PENELITIAN

1. Manfaat teoritis

Memberikan informasi ilmiah, menambah wawasan dan pengetahuan mengenai korelasi perubahan *endplate* tipe *Modic* pada *magnetic resonance imaging* lumbosakral terhadap *facet joint* osteoarthritis berdasarkan *pathria grading*.

2. Manfaat Metodologis

- a. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan sumbangsih data ilmiah sebagai sarana referensi untuk penelitian-penelitian selanjutnya mengenai perubahan *endplate* tipe *Modic* dengan *facet joint* osteoarthritis.



- a. Penelitian ini diharapkan dapat menginspirasi diadakannya penelitian lebih lanjut mengenai perubahan *endplate* tipe *Modic* dengan *facet joint* osteoarthritis.

3. Manfaat aplikatif

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadikan *magnetic resonance imaging* lumbosacral sebagai salah satu pemeriksaan pada pasien dengan nyeri punggung bawah dalam mengevaluasi gambaran perubahan *endplate* tipe *Modic* dan *facet joint* osteoarthritis



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1. Vertebra lumbosacral

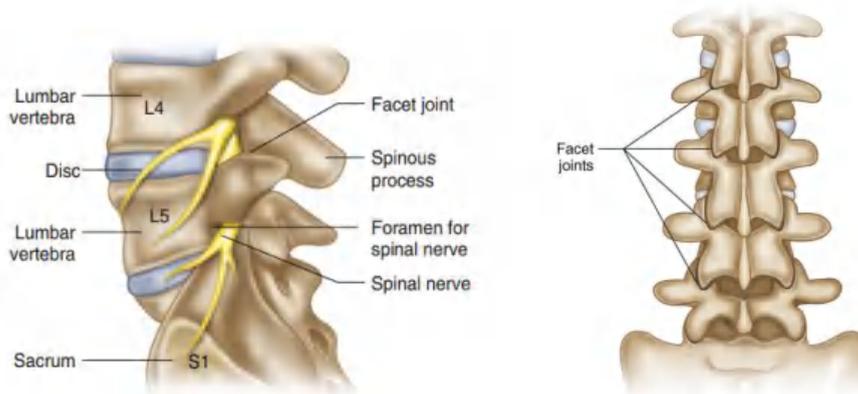
Vertebra lumbar terdiri dari ujung bawah tulang belakang antara vertebra toraks terakhir (T12) dan vertebra sakral pertama (S1). Medula spinalis di daerah ini dilindungi oleh lima tulang belakang yang *mobile* (L1-L5) yang memungkinkan penyebaran gaya aksial. Medulla spinalis berjalan melalui sentral columna vertebralis dan berakhir di conus medullaris setinggi vertebra L1-L2. Cauda equina, bahasa Latin untuk *horse's tail*, adalah kumpulan akar saraf tulang belakang yang dimulai pada ujung medulla spinalis dan turun melalui sisa kanal. Tulang belakang lumbar terdiri dari tulang, tulang rawan, ligamen, saraf, dan otot. Masing-masing komponen ini memainkan peran integral dalam bentuk dan fungsi tulang belakang lumbar.⁸

Setiap vertebra lumbalis terdiri dari beberapa komponen. Komponen termasuk corpus vertebral dan struktur dorsal yang disebut elemen posterior. Pada bagian dorsal vertebral terdapat dua pedikel yang menempel pada lamina. Pedikel menahan gerakan dan mengirimkan kekuatan dari elemen posterior ke corpus vertebral. Dari pertemuan kedua lamina, prosesus spinosus memanjang ke posterior. Pada pertemuan antara pedikel dan lamina, terdapat empat prosesus artikularis dan dua prosesus transversus. Prosesus transversus memanjang ke lateral, berfungsi sebagai titik perlekatan untuk ligamen dan otot. Prosesus artikularis superior dan inferior membuat sendi zygapophyseal (alias *facet joint* atau sendi facet). Sendi terdapat diantara prosesus artikularis superior vertebra dan prosesus artikularis inferior vertebra. Sendi ini terletak pada bidang sagital dan terlibat dalam fleksi dan ekstensi tulang belakang lumbar. Pars interarticularis adalah lokasi lamina antara prosesus artikularis superior dan inferior serta rentan terhadap terjadinya *stress fraktur (spondylolysis)* pada tulang belakang yang sedang tumbuh.⁸

Diskus lumbal adalah struktur fibrokartilaginosa yang terletak di antara dua *endplates* corpus vertebral. Bagian ini terdiri dari nukleus pulposus internal dan anulus fibrosus. Fungsi utama dari diskus lumbal adalah penyerapan tekanan. Dua lamina vertebral terdapat di anterior dan posterior corpus vertebra. Ligamentum flavum anterior menahan ekstensi lumbal, translasi, dan rotasi. Ligamentum flavum posterior menahan fleksi lumbal. Ligamen segmental termasuk ligamentum interspinosum dan ligamentum supraspinosum. Ligamen segmental yang mengalami perforasi saat dilakukan pungsi lumbal. Ligamentum segmental yang



tersisa termasuk ligamen supraspinous dan interspinous, yang terletak di antara prosesus spinosus dan menahan fleksi lumbal.⁸



Gambar 1. Penggambaran skema tulang belakang lumbosakral dengan *facet joint* yang teridentifikasi.⁹

Ada tiga fungsi utama vertebra lumbal. Pertama, tulang belakang lumbal membantu menopang tubuh bagian atas. Vertebra lumbalis (L1-L5) jauh lebih besar jika dibandingkan dengan daerah lain dari kolom vertebra, yang memungkinkan untuk menyerap gaya aksial yang dikirim dari kepala, leher, dan batang tubuh. Vertebra lumbalis membentuk saluran yang berfungsi untuk melindungi sumsum tulang belakang dan saraf tulang belakang. Hal ini memungkinkan komunikasi dari sistem saraf pusat ke ekstremitas bawah dan sebaliknya. Vertebra lumbalis memungkinkan beragam jenis gerakan truncal, termasuk fleksi, ekstensi, rotasi, dan *side bending*. Dari arah lateral, tulang belakang lumbal memiliki kelengkungan cekung, disebut sebagai lordosis lumbal. Kelengkungan ini bervariasi dalam derajat dan memindahkan massa tubuh bagian atas ke atas panggul untuk memungkinkan gerakan bipedal yang efisien.⁸

II.2. *Facet joint* osteoarthritis

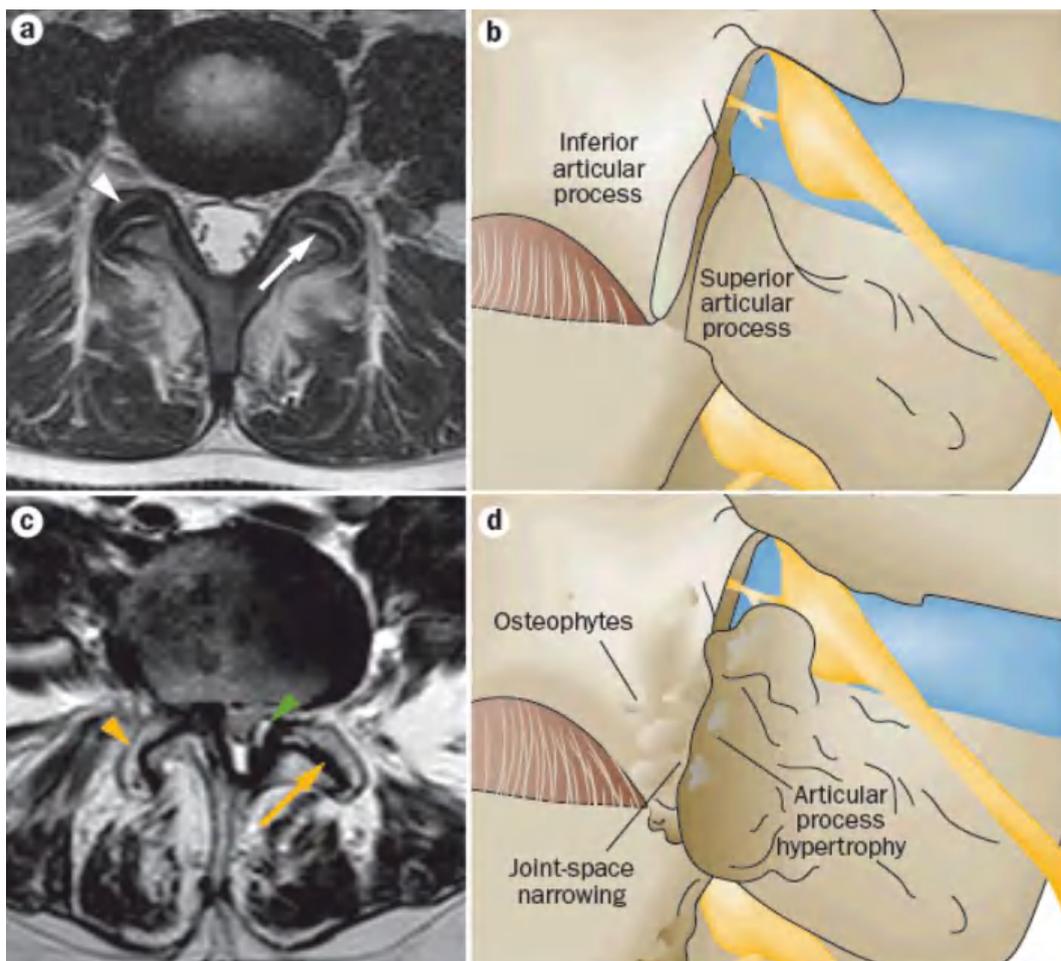
II.2.1. Definisi

Osteoarthritis tulang belakang melibatkan *facet joint*, atau dikenal sebagai sendi zygapophyseal. Sendi diarthrodial berpasangan ini berada aspek posterior kolom vertebral merupakan satu-satunya sendi sinovial sejati pada tulang belakang yang ada manusia. *Facet joint* osteoarthritis terkait erat dengan kondisi penyakit krus yang berbeda namun terkait secara fungsional, yang mempengaruhi aspek anterior kolumna vertebralis. *Facet joint* osteoarthritis dan penyakit radif keduanya dianggap sebagai penyebab umum nyeri punggung dan a gilirannya memiliki dampak besar pada sistem perawatan kesehatan dan



ekonomi negara maju.³

Facet joint osteoarthritis adalah konstruksi klinis dan patologis yang melibatkan kegagalan fungsional sendi facet sinovial. Meskipun sering dipandang sebagai penyakit hilangnya kartilago artikular dan hipertrofi tulang, proses kegagalan sebenarnya melibatkan seluruh sendi, termasuk tulang subkondral, tulang rawan, ligamen, kapsul, sinovium, dan otot paraspinal periartikular dan jaringan lunak. Sendi facet itu sendiri adalah komponen dari 'segmen gerak' tulang belakang yang juga mencakup diskus intervertebralis, yang cenderung degeneratif bersamaan dengan sendi facet. Dengan demikian *facet joint* osteoarthritis sering dikaitkan dengan penyakit diskus degeneratif.³



Gambar 2. *Facet joint* normal dan *facet joint* osteoarthritis lanjut. Diskus intervertebralis ditampilkan dengan warna biru dan saraf berwarna kuning. Sebuah. A. Gambar MRI aksial T2 dari sendi facet normal tanpa penyempitan ruang sendi (panah putih), dan tidak ada osteofit atau hipertrofi proses artikular (panah putih). B. sendi facet normal. C. Gambar MRI aksial T2 dari *facet joint* osteoarthritis lanjut dengan penyempitan ruang sendi (panah kuning), osteofit, dan hipertrofi proses artikular (panah putih). D. *Facet joint* osteoarthritis, *disc-bulging*, dan kista sinovial sendi facet (panah hijau) dalam diskus intervertebralis menyebabkan stenosis kanal sentral dan bagian lateral. D. *Facet joint* osteoarthritis.³



II.2.2. Insiden dan Epidemiologi

Prevalensi nyeri sendi facet pada tulang belakang lumbal berdasarkan telah dilaporkan berkisar antara 7,7% hingga 75% di antara pasien yang melaporkan nyeri punggung. Di Amerika Serikat, prevalensi nyeri sendi facet pada tulang belakang lumbal adalah 15% berdasarkan pada populasi pekerja. Studi serupa melaporkan prevalensi 40% hingga 45% dalam praktik manajemen nyeri dan 40% dalam praktik reumatologi Australia. Prevalensi *facet joint* osteoarthritis berdasarkan pencitraan *computed tomography* adalah 17,58% pada komunitas dewasa di populasi Korea. Prevalensi *facet joint* osteoarthritis meningkat dengan bertambahnya usia, dan prevalensi tertinggi tercatat pada segmen L5-S1. *Facet joint* osteoarthritis tidak terkait dengan nyeri punggung bawah pada semua tingkat tulang belakang dan usia kecuali pada segmen L3-4 dan L5-S1 pada wanita. Berdasarkan tingkat tulang belakang, prevalensi *facet joint* osteoarthritis adalah 15,1% pada tingkat L2-L3, 30,6% pada tingkat L3-L4, 45,1% pada tingkat L4-L5, dan 38,2% pada tingkat L5-S1.¹⁰

Pada sebuah tinjauan anatomi komprehensif sendi sinovial lumbar, yang menyatakan bahwa sendi facet hanya menunjukkan sedikit perubahan tulang rawan sebelum usia 45. Setelah usia 45, perubahan tulang rawan lanjut, sklerosis subkondral dan osteofit menjadi fenomena umum. Dalam sebuah penelitian baru-baru ini di mana *facet joint* osteoarthritis terjadi pada 57% pada usia 20 hingga 29 tahun, 82% pada usia 30 hingga 39 tahun, 93% pada usia 40 hingga 49 tahun, 97% pada usia 50 hingga 59 tahun, dan 100% pada usia >60 tahun.⁵

II.2.3. Patofisiologi

Secara fungsional, ketiga sendi pada tulang belakang di setiap segmen gerak sangat bergantung satu sama lain, sehingga perubahan pada satu sendi mempengaruhi dua sendi lainnya dan sebaliknya. Jadi, lesi yang mengenai diskus vertebra cenderung pada akhirnya berdampak pada sendi facet, dan trauma atau ketidakstabilan struktur posterior pada akhirnya dapat mempengaruhi diskus vertebra. Segmen gerak paling baik dipelajari di tulang belakang lumbal. Pada sebagian besar individu, patologi dimulai pada vertebra dan diikuti oleh perubahan pada sendi facet. Dalam pengaturan isfungsional atau tidak stabil, interaksi antara ketiga sendi ini pada akhirnya kegagalan ketiga sendi gabungan tersebut. Kemudian, sebagai akibat dari mekanik pada satu tingkat ini, perubahan patologis dapat terjadi pada



segmen gerak pada tingkat tulang belakang di atas atau di bawah. Untuk mendukung konsep interdependensi diskus vertebra dan sendi facet ini, *facet joint* osteoarthritis di tulang belakang lumbal terjadi pada tingkat yang paling sering dipengaruhi oleh degenerasi diskus vertebra (L4-S1). Baik *facet joint* osteoarthritis dan degenerasi diskus vertebra prevalensi menurun di daerah lumbal atas.³

Perubahan paling awal dari *facet joint* osteoarthritis melibatkan tulang rawan artikular, sinovium, dan kapsul. Pada tahap selanjutnya, tulang subkondral dan tepi sendi tulang terpengaruh. Perubahan pada tulang rawan dimulai dengan fibrilasi dan kehilangan yang dangkal yang mempengaruhi permukaan tulang rawan secara fokal, diikuti oleh fibrilasi dan *fissuring* yang lebih dalam, pengelupasan dan hilangnya lapisan, kemudian erosi ke bawah tulang subkondral. Terjadi penyempitan celah sendi akibat penipisan kartilago yang progresif. Kluster kondrosit dapat dilihat pada lesi kartilago awal, dengan adanya fokus fibrokartilago yang menunjukkan upaya perbaikan. Sejak awal, kapsul sendi mungkin menunjukkan fibrosis dan peningkatan vaskularisasi dengan adanya sel inflamasi. Kemudian, progresi ke proliferasi fibrokartilago yang luas terjadi di seluruh kapsul posterior yang mengalami hipertrofi, dan terutama terlihat pada perlekatan kapsul.³

Pembentukan osteofit dan remodeling tulang subkondral adalah fenomena remodeling yang paling mencolok pada *facet joint* osteoarthritis, tetapi ini terjadi pada tahap akhir patologi, dan mungkin tidak ada bahkan pada kasus kerusakan kartilago yang parah. Osteofit sebagian besar terletak di tepi lateral sendi di tempat insersi kapsular. Selain penebalan subkondral dan sklerosis, kista subkondral dapat terlihat, mirip dengan kista pada tulang subkondral sendi apendikular yang terkena osteoarthritis.³

Selama kehidupan dewasa, aspek superior dan inferior dari vertebra lumbalis yang khas menunjukkan pola perubahan yang berbeda, yang mencerminkan berbagai tekanan yang ditempatkan pada bagian-bagian sendi ini. Pada model hewan dari *facet joint* osteoarthritis dan dalam studi histologis pada manusia, area perubahan degeneratif awal terjadi di lokasi fokus sendi, menunjukkan bahwa kerusakan terjadi di daerah yang mengalami kekuatan mekanik terbesar. Tulang rawan di daerah tengah sendi facet relatif terhindar, dengan sebagian besar perubahan terjadi pada kutub superior dan inferior di artikular berkontak satu sama lain selama fleksi dan ekstensi.³



an degeneratif pada kartilago sendi facet dapat dimulai pada usia dini, dan histologis baru-baru ini pada populasi donor organ yang menemukan pengelupasan kartilago artikular sejak usia 15 tahun. Pada orang dewasa

lanjut usia, lesi kartilago sendi facet degeneratif ditemukan pada pemeriksaan histologis pada 80% individu, dengan sebagian besar ditemukan pada tingkat L4-L5; pada populasi yang sama ini, gambaran proliferasi osteoarthritis termasuk osteofitosis kurang umum dan ditemukan hanya pada 33% individu. Sendi yang menunjukkan pembentukan osteofit mengalami degenerasi lebih lanjut dibandingkan yang tidak memiliki osteofit.³

II.2.4. Klasifikasi

Klasifikasi patologis degenerasi *facet joint* yang dijelaskan oleh Gries telah diterima secara luas. Klasifikasi radiologi dievaluasi dengan metode yang dilaporkan oleh Pathria, Grogan, dan Weishaupt. Penentuan korelasi antara patologi sendi facet dan gambaran radiografi untuk memfasilitasi pilihan pemeriksaan radiologi yang tepat untuk evaluasi degenerasi *facet joint* diperlukan.⁴

Berdasarkan kriteria yang diusulkan oleh Pathria untuk memperkirakan *facet joint* osteoarthritis terbagi dalam 4 derajat. Pada derajat 1 ditemukan gambaran normal pada *facet joint*, pada derajat 2 ditemukan penyempitan *facet joint*, pada derajat 3 ditemukan penyempitan *facet joint* dan ditambah sklerosis atau hipertrofi dan pada derajat 4 ditemukan osteoarthritis berat dengan penyempitan *facet joint*, sklerosis, dan osteofit.⁴

Tabel 1. Kriteria Pathria untuk penilaian degenerasi *facet joint*.¹¹

Derajat 1	Normal	Tidak ditemukan degenerasi
Derajat 2	Mild	Sendi facet menyempit atau osteofit ringan
Derajat 3	Moderate	Sklerosis atau osteofit moderate
Derajat 4	Severe	Marked osteofit atau kista subkondral

Degenerasi *facet joint* pada MRI dievaluasi sesuai dengan kriteria yang digunakan oleh Grogan. Pada derajat 1, kartilago tebal seragam menutupi kedua permukaan artikular sepenuhnya dan pita tipis seragam pada tulang kortikal. Pada derajat 2, tulang rawan menutupi seluruh permukaan dengan daerah yang terkikis atau tidak teratur; pita tipis pada tulang kortikal memanjang ke dalam ruang dari permukaan artikular. Pada derajat 3, tulang rawan yang menutupi permukaan artikular tidak lengkap, dengan tulang di uka ke ruang sendi; tulang padat meluas ke dalam ruang sendi tetapi ng dari setengah *facet joint*. Pada derajat 4, tidak adanya tulang rawan kecuali jejak yang terlihat pada permukaan artikular; adanya osteofit atau padat yang menutupi lebih dari setengah *facet joint*.⁴



Weishaupt mengusulkan kriteria yang diadaptasi dari kriteria yang dibuat oleh Pathria untuk menentukan derajat degenerasi *facet joint* menggunakan CT Scan yang dikombinasikan dengan MRI. Pada derajat 1, ruang sendi facet normal (lebar 2–4 mm); Pada derajat 2, penyempitan ruang sendi facet (<2 mm) dan/atau osteofit kecil, dan/atau hipertrofi ringan dari prosesus artikularis; Pada derajat 3, penyempitan ruang sendi facet dan/atau osteofit sedang, dan/atau hipertrofi sedang dari prosesus artikularis, dan/atau erosi tulang subartikular ringan; dan Pada derajat 4, penyempitan ruang sendi facet dan/atau osteofit besar, dan/atau hipertrofi berat dari prosesus artikularis, dan/atau erosi tulang subartikular yang berat, dan/atau kista subkondral.⁴

II.2.5. Pemeriksaan Radiologi

Pemeriksaan radiologi adalah modalitas lini pertama untuk menilai keselarasan tulang belakang dan untuk mendeteksi patologi dari sendi facet. Gambaran radiologi klasik *facet joint* osteoarthritis melibatkan gambaran degeneratif dan proliferaatif, termasuk penyempitan ruang sendi facet, erosi tulang subartikular, kista subkondral, pembentukan osteofit, dan hipertrofi articular. Kriteria radiologi untuk menilai gambaran ini awalnya dikembangkan menggunakan radiologi konvensional, dan kemudian disesuaikan dengan CT Scan dan MRI.¹²

Pencitraan dengan CT Scan atau MRI diperlukan untuk evaluasi rinci morfologi sendi facet di beberapa bidang. Meskipun CT Scan lebih akurat daripada MRI untuk membedakan patologi tulang, pemeriksaan radiologi antara CT dan MRI mempunyai nilai sedang hingga baik, dan MRI memungkinkan resolusi patologi non-tulang yang lebih baik. Sistem penilaian radiologi yang umum digunakan hanya ada untuk *facet joint* osteoarthritis servikal dan lumbar. Tidak ada skala penilaian untuk evaluasi *facet joint* osteoarthritis servikal atau toraks menggunakan CT atau MRI yang umum digunakan.³

a. Radiologi konvensional

Penilaian radiologi konvensional awal pasien dengan nyeri punggung bawah yang disebabkan sendi facet lumbal termasuk pemeriksaan radiologi konvensional proyeksi AP, lateral, dan oblik. Penilaian radiologi konvensional oblik adalah proyeksi terbaik untuk *facet* dari tulang belakang lumbal. Penilaian radiologi konvensional lateral, dan oblik memberikan informasi yang berguna untuk menilai isthmus seperti defek pars



3

Penilaian radiologi konvensional tulang belakang lumbal memiliki keterbatasan yang signifikan dalam evaluasi sendi apophyseal. Artikulasi ini memiliki konfigurasi melengkung, yang memungkinkan visualisasi hanya sebagian kecil dari setiap sambungan yang bersinggungan dengan berkas sinar-x.¹⁴



Gambar 3. Penilaian radiologi konvensional sendi facet.¹⁵

b. CT Scan

Pemeriksaan CT Scan merupakan pemeriksaan yang baik dalam menentukan gambaran patologis sendi facet. Dibandingkan dengan pemeriksaan radiologi konvensional, pemeriksaan CT Scan meningkatkan penggambaran sendi facet karena kemampuannya untuk menggambarkan sendi pada bidang aksial dan kontras yang tinggi antara struktur tulang dan jaringan lunak sekitarnya. Kelainan yang berhubungan dengan osteoarthritis dapat ditunjukkan dan diklasifikasikan oleh CT Scan.¹⁶

Pemeriksaan CT Scan lebih unggul dari pencitraan MRI dalam penggambaran penyempitan celah sendi dan sklerosis subkondral. pemeriksaan CT Scan merupakan pemeriksaan pilihan dalam diagnosis degenerasi sendi facet. CT Scan lebih mampu menunjukkan perubahan degeneratif sendi facet karena kontras yang tinggi antara struktur tulang dan jaringan lunak sekitarnya.¹³





Gambar 4. Gambaran CT scan *facet joint* osteoarthritis derajat 3. Osteofit yang besar dan ruang sendi yang berkurang terlihat jelas pada bagian sagital (a) dan aksial (b dan c).¹⁶

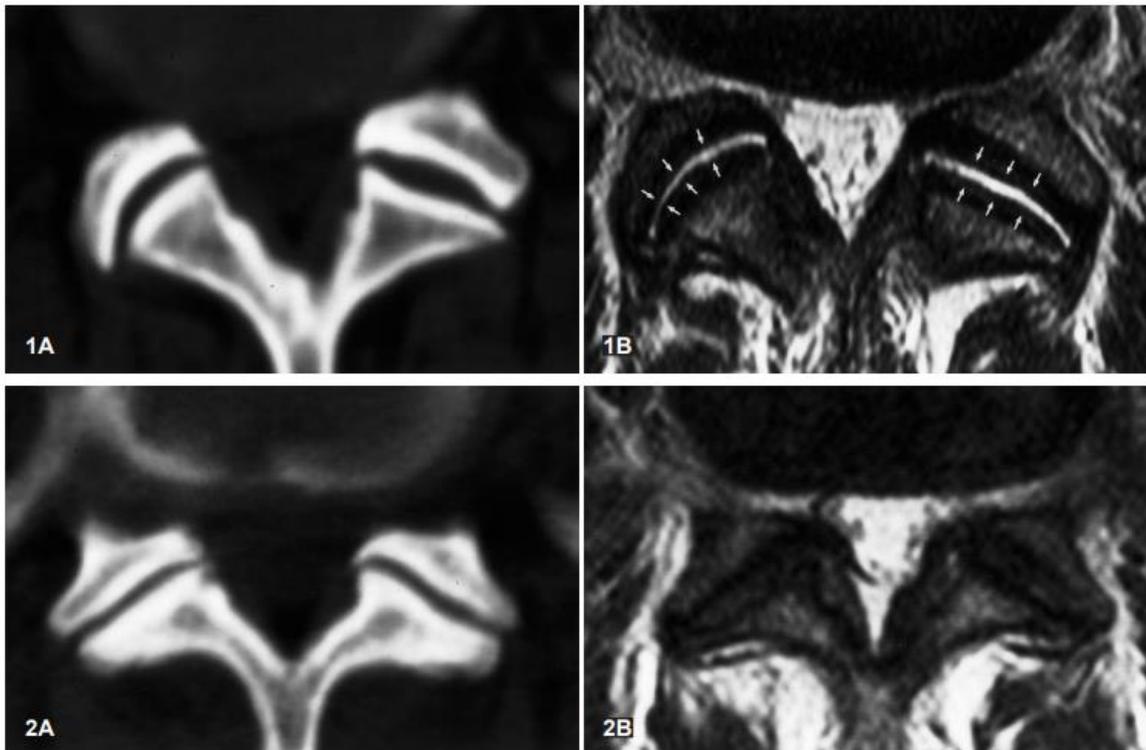
c. MRI

MRI merupakan modalitas non-invasif dan nonionizing yang memberikan resolusi jaringan lunak yang sangat baik. Osteoarthritis dapat terjadi pada pasien dengan gejala dan tanpa gejala (dari 8 hingga 14%). Sensitivitas superior MRI dibandingkan dengan pencitraan CT Scan masih kontroversial. CT Scan dan MRI sama-sama berguna dalam menunjukkan perubahan morfologi pada sendi facet. Salah satu dari dua pemeriksaan tersebut cukup untuk menilai perubahan degeneratif. MRI jelas menyajikan keuntungan lebih baik menilai konsekuensi langsung dari degenerasi sendi facet, seperti gambaran struktur saraf sekitarnya. Proses osteoarthritis degeneratif kronis pada struktur ini melibatkan inflamasi sinovial aktif atau edema tulang yang berdekatan, yang dapat dideteksi menggunakan MRI. Cairan berlebihan pada sendi facet dan kista sinovial sendi facet yang terlihat pada MRI aksial. Studi terbaru menggunakan sekuens MRI telah menunjukkan bahwa edema tulang subkondral hadir dalam proses artikular sendi facet lumbal pada 14 hingga 41% pasien dengan nyeri punggung.¹³



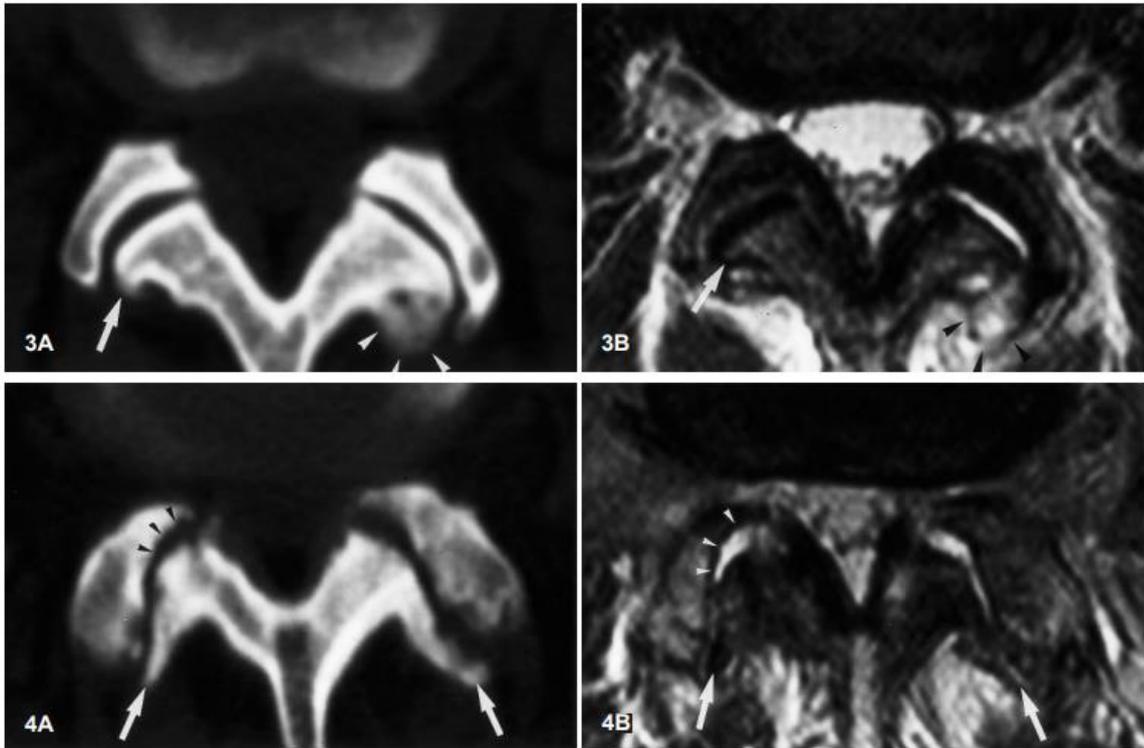
MRI cenderung menurunkan sensitivitas keparahan *facet joint* osteoarthritis dengan pemeriksaan CT Scan. Pemeriksaan MRI umumnya lebih disukai untuk pencitraan efusi sendi facet dan kista juxta sendi facet; namun, sensitif dalam menggambarkan korteks tulang sendi dan kurang akurat dalam mendeteksi sklerosis yang ada. Keterbatasan tambahan dari MRI adalah bahwa

tidak dapat secara akurat mengukur penipisan tulang rawan sekunder akibat efek volume parsial dan artefak pergeseran kimia yang melekat pada jenis pencitraan ini.¹³



Gambar 5. Gambaran *facet joint* osteoarthritis pada lumbal. 1A, gambaran normal sendi facet pada L4/5. CT menunjukkan sendi facet normal di kedua sisi. 1B Axial T2-weighted turbo spin-echo image. Tulang rawan (panah) divisualisasikan sebagai lapisan intensitas sinyal menengah antara korteks artikular dari proses artikular superior dan inferior. 2A, gambaran osteoarthritis derajat 1 pada sendi faset L5/ S1. Kedua ruang sendi artikular menyempit pada CT Scan. 2B Gambar MRI Axial T2-weighted yang sesuai menunjukkan temuan serupa gambaran CT Scan.¹⁶





Gambar 6. Gambaran *facet joint* osteoarthritis pada stadium lanjut. 3A, gambaran *facet joint* osteoarthritis derajat 1 dan derajat 2 L4/5. CT scan menunjukkan osteoarthritis derajat 1 pada sendi facet kanan dengan osteofit kecil (panah). Di sisi kiri terdapat osteoarthritis derajat 2 dengan penyempitan sendi facet dan terdapat osteofit sedang (panah). 3B, Gambar MRI Axial T2-weighted juga menunjukkan osteofit kecil di sisi kanan (panah). Osteofit sedang (panah) terlihat di sebelah kiri. Tulang rawan diganti dengan cairan 4A, Gambaran *facet joint* osteoarthritis derajat 3 pada sendi faset L5/S1. Degenerasi sendi facet yang parah dengan penyempitan celah sendi, hipertrofi prosesus artikularis, osteofit besar (panah), dan erosi tulang subartikular (panah) ditunjukkan pada CT scan. 4B, Gambar MR T2-weighted aksial juga menunjukkan degenerasi parah pada kedua sendi facet dengan penyempitan celah sendi, hipertrofi prosesus artikular, osteofit besar (panah), dan erosi tulang subartikular (panah).¹⁶

II.3. Perubahan Modic

II.3.1. Definisi dan Klasifikasi

Perubahan endplate tipe Modic /*Modic Changes* (MC) pada corpus vertebra dilaporkan oleh Modic dan Steinberg pada tahun 1988. Perubahan ini sebagai perubahan dari intensitas sinyal dari *endplate* dan *bone marrow* vertebra yang terlihat pada pemeriksaan Magnetic Resonance Imaging

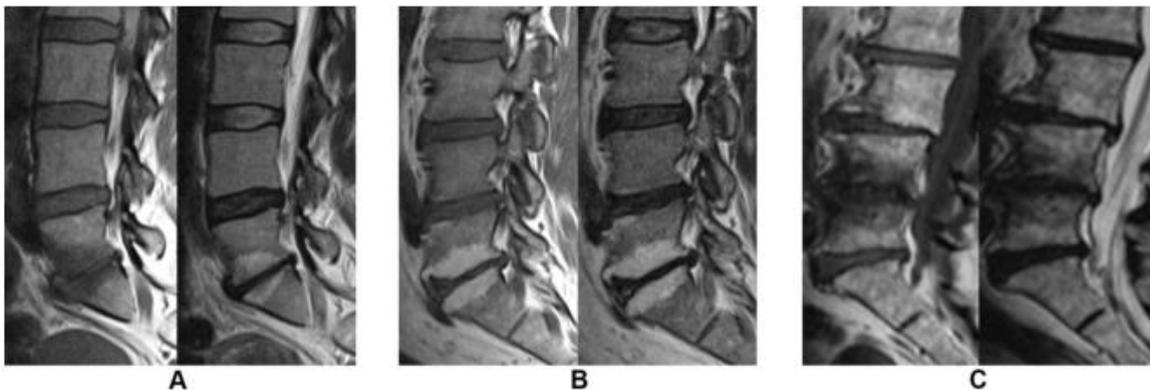


Perubahan Modic diklasifikasikan menurut gambaran MRI yang juga menggambarkan proses patologi dari masing-masing klasifikasi Modic tersebut. Menurut perubahan intensitas signal pada MRI, perubahan Modic dibagi menjadi:¹⁸

- a. Modic tipe 0: Tanpa perubahan signal, tidak terjadi degenerasi dan merupakan keadaan normal dari endplate.
- b. Modic tipe I: Hipointense pada T1WI dan hiperintense pada T2WI, menggambarkan adanya edema dan hipervaskularisasi pada endplate.
- c. Modic tipe II: Hiperintense pada T1WI maupun T2WI, menggambarkan adanya infiltrasi lemak yang menggantikan sumsum tulang merah dari corpus vertebra.
- d. Modic tipe III: Hipointense pada T1WI maupun T2WI, menggambarkan adanya sklerosis subkondral.

Tabel 2. Tipe perubahan Modic menurut signal MRI dan perubahan histopatologi

Perubahan Modic	Signal T1WI	Signal T2WI	Histopatologi
Modic I	Hipointense	Hiperintense	Edema, hipervaskularisasi
Modic II	Hiperintense	Hiperintense	Infiltrasi lemak
Modic III	Hipointense	Hipointense	Sklerosis



Gambar 7. MRI lumbosacral sekuens T1WI dan T2WI yang menunjukkan perubahan Modic tipe I (A), perubahan Modic tipe II (B) dan perubahan Modic tipe III (C).¹⁹



II.3.2. Epidemiologi

Prevalensi dari perubahan Modic pada pasien dengan nyeri punggung bawah bervariasi dari 18% hingga 62%, dengan rasio yang berbeda untuk masing-masing tipe Modic. Menurut beberapa studi, perubahan Modic tipe I dan tipe II merupakan perubahan yang tersering. Namun demikian perubahan Modic yang tersering menurut masing-masing studi tersebut bertentangan dengan beberapa studi menyatakan perubahan Modic tipe I sebagai perubahan yang tersering dan studi lainnya menyatakan perubahan Modic tipe II sebagai perubahan yang tersering.^{20,21}

Chung dkk. menyatakan bahwa prevalensi perubahan Modic pada pasien dengan nyeri punggung bawah lebih tinggi dibandingkan dengan populasi asimtomatik. Dalam studi tersebut yang melibatkan 59 subjek asimtomatik, didapatkan 11 perubahan Modic tipe I dan 38 perubahan Modic tipe II.²²

Usia rata-rata dari subjek dengan perubahan Modic yang dilaporkan adalah usia 36,7 +/- 10,8 tahun dengan estimasi peningkatan prevalensi sebanyak +/- 11% setiap 10 tahun usia. Distribusi perubahan Modic dilaporkan lebih banyak pada *endplate* sisi bawah dibandingkan *endplate* sisi atas (59,4% vs 40,6%). Level yang paling sering terlibat adalah L4-5 (30,7%) diikuti oleh L5-S1 (26,3%), L3-4 (23,9%), L2-3 (12,4%) dan L1-2 (6,8%).^{23,24}

II.3.3. Patofisiologi

Patogenesis dari perubahan Modic hingga saat ini masih belum jelas. Menurut beberapa literatur, terdapat dua buah patomekanisme yang mungkin, yaitu melalui proses biomekanik dan biokimia.²⁵

a. Mekanisme biomekanik

Endplate berperan sangat penting pada fungsi biomekanik dari tulang belakang. Pada proses penuaan, mikrofraktur dan kalsifikasi dapat terjadi pada *endplate* vertebra yang dapat mengakibatkan distribusi beban yang tidak merata pada *discus* dan *corpus* mengakibatkan fisura pada *endplate*.²⁵



dkk, menunjukkan bahwa hilangnya nukleus pulposus, akibat herniasi, degenerasi maupun sebab lainnya, dapat meningkatkan gaya geser dari

endplate dan trabekula, yang kemudian dapat mengakibatkan mikrofraktur. Mekanisme biomekanik yang mengakibatkan mikrofraktur dan fisura pada endplate mungkin merupakan penyebab utama dari terjadinya perubahan Modic.²⁵

Modic dkk. menunjukkan bahwa MC tipe I diakibatkan oleh distrupsi dan fisura pada endplate. Jika mikrofraktur terjadi dalam waktu dekat, mikrofraktur tersebut akan menunjukkan sinyal hipointens pada T1WI dan sinyal hiperintens pada T2WI, setara dengan perubahan Modic tipe I. Oleh karena itu, perubahan Modic ini mungkin mencerminkan edema dan vaskularisasi sebagai respon inflamasi akibat mikrofraktur pada endplate. Studi oleh Schmid, dkk. menunjukkan bahwa kartilago hialin pada material discus yang mengalami ekstrusi dari pasien dengan perubahan Modic lebih banyak daripada pada pasien tanpa perubahan Modic. Gagasan bahwa perubahan Modic mungkin merupakan ekspresi dari perubahan stress mekanik selanjutnya didukung oleh pengamatan terjadinya konversi perubahan Modic tipe I menjadi tipe II setelah stabilisasi dengan instrumentasi.^{18, 26}

Meskipun penyebab pasti perubahan Modic tidak jelas, kejadiannya mungkin berkaitan kuat dengan tekanan mekanis. Beban abnormal dan *stress* akan mempengaruhi endplate vertebra dan lingkungan mikro dari sumsum tulang belakang yang berdekatan, mengakibatkan perubahan histologis, yang menunjukkan perubahan intensitas sinyal pada MRI, yaitu perubahan Modic.²⁷

b. Mekanisme biokimia

Lebih banyak studi yang telah dilakukan untuk mempelajari patomekanisme perubahan Modic melalui mekanisme biokimia dibandingkan dengan studi tentang mekanisme biomekanik. Crock dkk. mengajukan bahwa peningkatan regulasi mediator inflamasi di nukleus pulposus dapat menyebabkan peradangan lokal yang terkait dengan nyeri punggung bawah. Oleh karena itu, perubahan Modic mungkin diakibatkan oleh reaksi inflamasi akibat zat toksik dari degenerasi diskus. Khususnya, teori yang diperkenalkan oleh Albert et al. yang menyatakan bahwa herniasi diskus merupakan titik teri, dan perubahan Modic kemungkinan merupakan akibat dari masuknya) yang mengakibatkan edema dan peradangan di sekitar material diskus ni ekstrusi. Namun hipotesis tersebut hingga kini belum terbukti.²⁸



Beberapa penelitian telah dilakukan untuk mempelajari perubahan kimiawi yang terjadi pada perubahan Modic. Telah dilaporkan bahwa kadar C-reactive protein (CRP) pada pasien dengan LBP kronis dan perubahan Modic tipe I lebih tinggi dibandingkan pada subjek dengan Modic tipe 0 dan Modic tipe II.²⁸

Menurut mekanisme biokimia, Modic tipe I lebih mungkin diakibatkan oleh mediator inflamasi, sedangkan Modic tipe II dan III mewakili keadaan yang lebih stabil.²⁷

Menurut literatur terbaru, dapat terjadi konversi antara Modic tipe 0, tipe I dan tipe II. Perubahan dari Modic tipe I menjadi tipe II merupakan konversi yang paling sering terjadi. Perubahan Modic tipe III bersifat permanen mengingat patofisiologi perubahan tipe ini yang terjadi akibat sklerosis.²⁹

II.3.4. Gejala Klinis

Implikasi dari terjadinya perubahan Modic masih sangat sedikit dipelajari. Beberapa penulis mengajukan perubahan Modic sebagai salah satu penyebab dari nyeri punggung bawah pada populasi umum, pekerja maupun populasi klinis. Kuisma dkk. melaporkan bahwa perubahan Modic tipe I pada level L5-S1 lebih mungkin diasosiasikan dengan nyeri punggung bawah dibandingkan perubahan Modic tipe dan level lainnya.³⁰

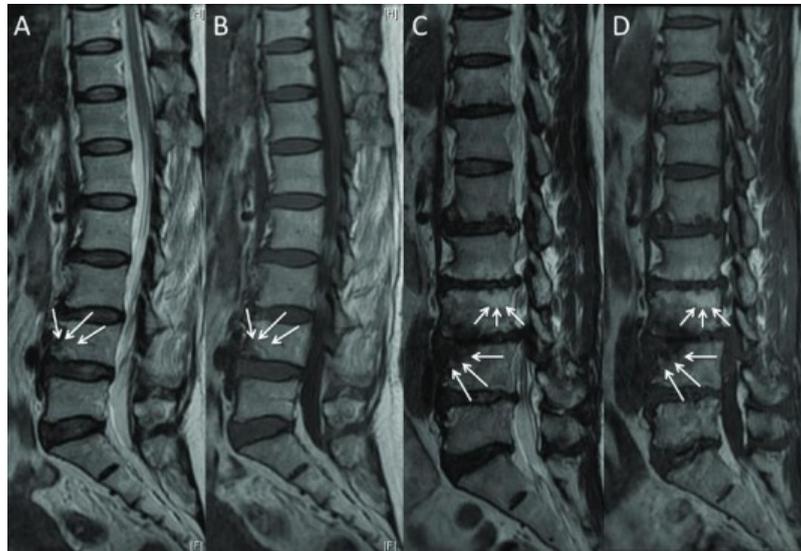
II.3.5. Diagnosis

Perubahan Modic, sesuai dengan definisinya, hanya dapat dideteksi menggunakan MRI. Pemeriksaan radiologi lain tidak berperan dalam menegakkan diagnosis perubahan Modic.¹⁸ Pencitraan MRI menyediakan cara unik untuk mengevaluasi status morfologis diskus intervertebralis dan hubungannya dengan struktur saraf pada pasien dengan nyeri punggung bawah. Selain itu, teknik ini memungkinkan penilaian status biokimia diskus pada spin-echo weighted T2 dan fast/turbo. Hilangnya tinggi diskus dan hilangnya kecerahan nukleus pulposus mencerminkan penurunan konsentrasi proteoglikan pada diskus yang mengalami degenerasi.



an *endplate* Modic tipe I dan tipe II sedang dan berat pada pemeriksaan menunjukkan kelainan diskus pada pasien dengan nyeri punggung bawah. Konsentrasi sinyal di sepanjang *endplate* dapat disebabkan tidak hanya oleh

edema, fissuring pada *endplate*, dan pembentukan jaringan granulasi tetapi bahkan sebagian oleh avulsi *endplate*.³¹



Gambar 8. MRI lumbosacral perubahan Modic. Perubahan Modic tipe I: hiperintense pada T2WI (A), hipointense pada T1WI (B) pada *endplate* inferior L4. Perubahan Modic tipe II: hiperintense pada T2WI (C atas), hiperintense pada T1WI (D atas) pada *endplate* superior L3. Perubahan Modic tipe III: hipointense pada T2WI (C inferior), hipointense pada T1WI (D inferior) pada *endplate* superior L4.³²

II.4. Hubungan Facet Joint Osteoarthritis dengan Perubahan Modic

Nyeri punggung bawah pada pasien dengan herniasi diskus difokuskan pada degenerasi diskus, perubahan Modic, dan sendi facet. Distribusi beban dan keselarasan sendi facet dianggap sebagai faktor dalam perkembangan dan progresi *facet joint* osteoarthritis. Sendi facet menahan sebagian besar gaya geser dan menyerap rata-rata 16% dari beban tubuh, sedangkan diskus intervertebralis menanggung beban kompresi. 'Kompleks tiga sendi' di setiap segmen secara fungsional saling bergantung, sehingga perubahan dalam struktur yang terpisah mempengaruhi struktur lainnya. Diskus intervertebralis, sendi facet kiri, dan sendi facet kanan membentuk 'kompleks tiga sendi' yang dihubungkan secara seri. Ketiga faktor anatomi ini dapat saling mempengaruhi.¹



Perubahan Modic secara signifikan lebih cenderung memiliki degenerasi diskus dan gerakan sudut yang lebih sedikit, menunjukkan bahwa perubahan ini berkorelasi dengan hilangnya mobilitas. Mengingat bahwa diskus dan sendi facet sama-sama dengan sendi facet maka saat diskus berdegenerasi akan

mempengaruhi sendi facet. Derajat degenerasi diskus yang tinggi dikaitkan dengan adanya degenerasi sendi facet.³³

Pada penelitian yang dilakukan oleh Lee dkk, menunjukkan bahwa didapatkan hubungan antara perubahan *endplate* tipe Modic dengan *facet joint* degenerasi dengan nilai $p=0,004$ dengan nilai $OR=2,468$.⁷ Pada penelitian yang dilakukan oleh Bin dkk, menunjukkan bahwa tidak didapatkan korelasi antara perubahan *endplate* tipe Modic dengan *facet joint* osteoarthritis dengan nilai $p>0,05$.¹ Kentaro dkk. menunjukkan hubungan antara defek *endplate* dan degenerasi sendi facet pada rheumatoid arthritis.¹

Berdasarkan dasar teori di atas, penulis menarik hipotesa bahwa degenerasi diskus yang dapat memicu terjadinya perubahan Modic pada *endplate* corpus vertebra juga dapat mempengaruhi sendi facet.

