

TESIS

**KORELASI DERAJAT DEGENERATIF DAN HERNIASI DISKUS
INTERVERTEBRALIS DENGAN DERAJAT INFILTRASI LEMAK
MUSKULUS MULTIFIDUS LUMBALIS PADA PEMERIKSAAN
MAGNETIC RESONANCE IMAGING LUMBOSAKRAL PASIEN NYERI
PUNGGUNG BAWAH**

***CORRELATION OF INTERVERTEBRAL DISC DEGENERATIVE AND
HERNIATION WITH FAT INFILTRATION LUMBAR MULTIFIDUS
MUSCLE ON LUMBOSACRAL MAGNETIC RESONANCE IMAGING
EXAMINATION PATIENT WITH LOW BACK PAIN***

AMALIA



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



**KORELASI DERAJAT DEGENERATIF DAN HERNIASI DISKUS
INTERVERTEBRALIS DENGAN DERAJAT INFILTRASI LEMAK
MUSKULUS MULTIFIDUS LUMBALIS PADA PEMERIKSAAN
MAGNETIC RESONANCE IMAGING LUMBOSAKRAL PASIEN NYERI
PUNGGUNG BAWAH**

Karya Akhir

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar Dokter Spesialis-1

Program Studi Ilmu Radiologi

Disusun dan Diajukan Oleh

AMALIA

Kepada

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



Optimized using
trial version
www.balesio.com

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

KORELASI DERAJAT DEGENERATIF DAN HERNIASI DISKUS INTERVERTEBRALIS DENGAN DERAJAT INFILTRASI LEMAK MUSKULUS MULTIFIDUS LUMBALIS PADA PEMERIKSAAN *MAGNETIC RESONANCE IMAGING* LUMBOSAKRAL PASIEN NYERI PUNGGUNG BAWAH

Disusun dan diajukan oleh :

dr. Amalia

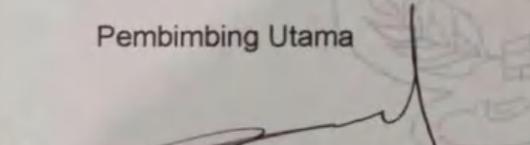
Nomor Pokok : C125201006

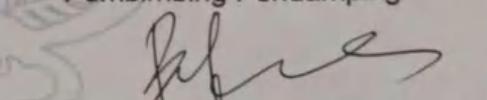
Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka
Penyelesaian Studi Program Pendidikan Dokter Spesialis Program Studi Pendidikan
Radiologi Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin
pada tanggal 25 September 2023
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui :

Pembimbing Utama

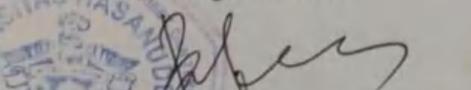
Pembimbing Pendamping

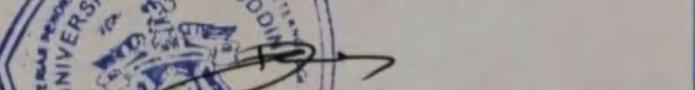

Prof. Dr. dr. Muhammad Ilyas, Sp.Rad (K)
NIP. 195200112 198312 1 001


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

Ketua Program Studi

Dekan Fakultas


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


Prof. Dr. dr. Haerani Rasyid, M.Kes, Sp.PD-KGH, Sp.GK
NIP. 19680530 199603 2 001



PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Amalia
NIM : C125201006
Program Studi : Ilmu Radiologi
Jenjang : S1/PPDS-1

Menyatakan dengan ini bahwa tesis dengan judul **“KORELASI DERAJAT DEGENERATIF DAN HERNIASI DISKUS INTERVERTEBRALIS DENGAN DERAJAT INFILTRASI LEMAK MUSKULUS MULTIFIDUS LUMBALIS PADA PEMERIKSAAN *MAGNETIC RESONANCE IMAGING* LUMBOSAKRAL PASIEN NYERI PUNGGUNG BAWAH”** 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, September 2023

Yang menandatangani



Dr. Amalia



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 DERAJAT DEGENERATIF DAN HERNIASI DISKUS INTERVERTEBRALIS DENGAN DERAJAT INFILTRASI LEMAK MUSKULUS MULTIFIDUS LUMBALIS PADA PEMERIKSAAN *MAGNETIC RESONANCE IMAGING* PASIEN NYERI PUNGGUNG BAWAH”**. 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 selesai pada 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. Rafikah Rauf, M. Kes., Sp.Rad (K) selaku Sekretaris Komisi Penasehat
3. Dr. dr. Andi Alfian Zainuddin, M.KM selaku Anggota Komisi Penasehat
4. dr. Muh. Iqbal Basri, M. Kes., Sp.S (K) selaku Anggota Komisi Penasehat
5. dr. Nikmatia Latief, Sp.Rad (K) selaku Anggota Komisi Penasehat

Atas segala arahan, bimbingan, dan bantuan yang telah diberikan mulai dari pengembangan minat terhadap permasalahan, pelaksanaan selama 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 :



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. Taufiqulhidayat, 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. 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.
3. 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.
4. Terima kasih sebesar-besarnya kepada suami saya, Muhammad Farhan, S.ST., M.IKom, kepada anak saya, Alayya Kahlia Lova, Papa saya, Hi. Moh. Sahil, Mama saya, Hj. Asma, serta adik-adik saya, Aswindah, Chairul dan Nurul, atas segala cinta, pengorbanan, pengertian, dorongan semangat serta doa tulus yang selama ini telah mengiringi perjalanan saya dalam menempuh Pendidikan.
teman PPDS terbaik angkatan Juli 2020 (Saharuddin, Zida, Pricilla, Irya, 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.

6. 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 dan dapat memberikan sumbangan bagi perkembangan Ilmu Radiologi di masa yang akan datang. Semoga Allah SWT senantiasa melimpahkan Rahmat dan karunia-Nya serta membalas budi baik kepada semua pihak yang telah memberikan dukungannya.

Makassar, Oktober 2023

dr. Amalia



Optimized using
trial version
www.balesio.com

ABSTRAK

AMALIA. *Korelasi Derajat Degeneratif dan Hemiasi Diskus Intervertebralis dengan Derajat Infiltrasi Lemak Muskulus Multifidus Lumbalis pada Pemeriksaan Magnetic Resonance Imaging Pasien Nyeri Punggung Bawah* (dibimbing oleh Muhammad Ilyas, Rafikah Rauf, Andi Alfian Zainuddin, Muh. Iqbal Basri, dan Nikmatia Latief).

Proses degeneratif pada tulang belakang dapat terjadi pada diskus intervertebralis. Asesmen dari degeneratif diskus lumbalis menggunakan klasifikasi Pfirrmann, Hemiasi diskus merupakan keadaan dengan annulus dan nucleus menonjol memasuki kanalis spinalis. Degeneratif dan hemiasi diskus merupakan penyebab tersering nyeri punggung bawah. Muskulus multifidus lumbalis adalah muskulus yang paling penting dalam menjaga stabilitas segmental tulang belakang. Infiltrasi lemak dapat dilihat melalui *magnetic resonance imaging* (MRI), di-grading menggunakan klasifikasi Goutallier. Penyakit degeneratif dan hemiasi diskus adalah penyebab infiltrasi lemak pada muskulus multifidus lumbalis. Penelitian ini bertujuan mengetahui korelasi derajat degeneratif dan hemiasi diskus intervertebralis dengan derajat infiltrasi lemak muskulus multifidus lumbalis pada pemeriksaan MRI pasien nyeri punggung bawah. Penelitian ini dilaksanakan di Departemen Radiologi RSUP Wahidin Sudirohusodo Makassar dengan jumlah sampel sebanyak 284 sampel yang masuk kriteria inklusi. Penilaian degeneratif dan hemiasi diskus didasarkan pada pemeriksaan MRI lumbosakral, kemudian menilai derajat infiltrasi lemak pada level terjadinya degeneratif dan hemiasi. Selanjutnya dinilai korelasi antara degeneratif dan herniasi diskus dengan infiltrasi lemak muskulus multifidus lumbalis. Hasil penelitian menunjukkan adanya korelasi sedang antara derajat degeneratif dan derajat infiltrasi lemak muskulus multifidus ($p < 0,001$, $r = 0,565$) dan korelasi sedang antara derajat hemiasi dan derajat infiltrasi lemak muskulus multifidus ($p < 0,001$, $r = 0,462$). Disimpulkan bahwa degeneratif dan hemiasi diskus berkorelasi dengan infiltrasi lemak muskulus multifidus lumbalis.

Kata kunci: degeneratif diskus, hemiasi, infiltrasi lemak muskulus multifidus lumbalis, MRI



ABSTRACT

AMALIA. *Correlation Between Degenerative and Herniation Intervertebral Disc and Fat Infiltration of Lumbar Multifidus Muscle on Lumbosacral Magnetic Resonance Imaging Examination Patients with Low Back Pain* (supervised by Muhammad Ilyas, Rafikah Rauf, Andi Alfian Zainuddin, Muh. Iqbal Basri, and Nikmatia Latief)

Degenerative processes in the spine can occur in the intervertebral discs. Assessment of degenerative lumbar discs using the Pfirrmann classification, disc herniation is a condition where the annulus and nucleus protrude into the spinal canal. Degenerative and herniated discs are the most common causes of low back pain. The lumbar multifidus muscle is the most important muscle in maintaining spinal segmental stability. Fatty infiltration, contributing to loss of muscle strength and endurance can be seen via Magnetic Resonance Imaging (MRI), graded using the Goutallier classification. Degenerative disease and disc herniation are the causes of fatty infiltration of the lumbar multifidus muscle. This study aims to determine the correlation between the degree of degenerative and herniated intervertebral discs and the degree of fat infiltration of the lumbar multifidus muscle on MRI examinations of patients with low back pain. This research was carried out at the Department of Radiology, Central General Hospital of Wahidin Sudirohusodo Makassar with a total sample of 284 samples that met the inclusion criteria. Assessment of degenerative and disc herniation was based on lumbosacral MRI examination, and then assessing the degree of fat infiltration at the level of degenerative and herniation. After that, the correlation between degenerative and herniated discs and fatty infiltration of the lumbar multifidus muscle was assessed. The results of the study show a moderate correlation between the degree of disc degeneration and the degree of fat infiltration of the multifidus muscle ($p < 0.001$, $r = 0.565$) and a moderate correlation between the degree of disc herniation and the degree of fat infiltration of the multifidus muscle ($p < 0.001$, $r = 0.462$). It is concluded that degenerative and herniated intervertebral discs are correlated with fatty infiltration of the lumbar multifidus muscle.

Keyword: disc degeneration, herniation, multifidus muscle, fat infiltration, MRI



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
KARYA AKHIR	ii
LEMBAR PENGESAHAN AKHIR.....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK.....	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	4
1.3. Tujuan Penelitian	4
1.3.1. Tujuan Umum	4
1.3.2. Tujuan Khusus.....	4
1.4. Hipotesis	5
1.5. Manfaat	5
1.5.1. Manfaat Teoritis	5
1.5.2. Manfaat Metodologis.....	5
1.5.3. Manfaat Aplikatif.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1. Anatomi	6
2.1.1. Anatomi Diskus Intervertebralis	6
2.1.2. Anatomi dan Fungsi Muskulus Multifidus Lumbalis.....	9
2.2. Degeneratif Diskus Intervertebralis	10
2.1. Definisi	10
2.2. Epidemiologi	10
2.3. Patofisiologi.....	11



2.2.4.Klasifikasi.....	13
2.2.5.Manifestasi Klinis.....	14
2.3.Pemeriksaan Radiologi	14
2.3.1.Konvensional	14
2.3.2.Diskografi.....	15
2.3.3.CT Scan.....	16
2.3.4.MRI	17
2.4.Herniasi Diskus Intervertebralis	17
2.4.1.Definisi	17
2.4.2.Epidemiologi	18
2.4.3.Patofisiologi.....	18
2.4.4.Klasifikasi.....	19
2.4.5.Manifestasi Klinis.....	21
2.4.6.MRI	21
2.5.Infiltrasi Lemak Muskulus Multifidus Lumbalis	23
2.5.1.Pendahuluan.....	23
2.5.2.Patofisiologi	23
2.5.3.Klasifikasi.....	24
2.6. Hubungan Degeneratif dan Herniasi Diskus Intervertebralis dengan Infiltrasi Lemak Muskulus Multifidus	26
BAB III KERANGKA PENELITIAN.....	28
3.1.Kerangka Teori	28
3.2.Kerangka Konsep.....	29
BAB IV METODE PENELITIAN.....	30
4.1.Desain Penelitian.....	30
4.2.Tempat dan Waktu Penelitian.....	30
4.3.Populasi Penelitian.....	30
4.4.Sampel dan Cara Pengambilan Sampel Penelitian.....	30
4.5.Perkiraan Besar Sampel.....	31
4.6.Kriteria Inklusi dan Eksklusi	31
4.6.1.Kriteria Inklusi	31
4.6.2.Kriteria Eksklusi.....	31
7.1. Identifikasi Variabel.....	32
7.2.Klasifikasi Variabel.....	32



4.8. Definisi Operasional dan Kriteria Objektif.....	32
4.9. Cara Kerja	34
4.9.1. Alat dan Bahan.....	34
4.9.2. Prosedur Penelitian	34
4.10. Pengolahan dan Analisis Data.....	35
4.10.1. Pengolahan Data.....	35
4.10.2. Analisis Data	36
4.11. Alur Penelitian.....	37
BAB V HASIL PENELITIAN	38
5.1. Karakteristik Populasi Penelitian.....	38
A. Karakteristik Sampel Penelitian Berdasarkan Umur	38
B. Karakteristik Sampel Penelitian Berdasarkan Jenis Kelamin	39
C. Distribusi Sampel Berdasarkan Hasil Pemeriksaan MRI LS	40
5.2. Analisis Statistik Variabel Penelitian	41
A. Korelasi Usia dengan Degeneratif Diskus Intervertebralis	41
B. Korelasi Usia dengan Herniasi Diskus Intervertebralis	42
C. Korelasi Usia dengan Infiltrasi Lemak Muskulus Multifidus Lumbalis	42
D. Hubungan Jenis Kelamin dengan Degeneratif Diskus Intervertebralis	43
E. Hubungan Jenis Kelamin dengan Herniasi Diskus Intervertebralis	43
F. Hubungan Jenis Kelamin dengan Infiltrasi Lemak Muskulus Multifidus Lumbalis	44
G. Korelasi Degeneratif Diskus Intervertebralis dengan Infiltrasi Lemak Muskulus Multifidus Lumbalis	44
H. Korelasi Herniasi Diskus Intervertebralis dengan Infiltrasi Lemak Muskulus Multifidus Lumbalis	45
BAB VI PEMBAHASAN.....	47
BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN	51
7.1. Kesimpulan.....	51
7.2. Saran	51
DAFTAR PUSTAKA.....	52



DAFTAR TABEL

Tabel 1. Derajat degenerative diskus menurut Pfirrmann grading system	13
Tabel 2. Distribusi kelompok usia sampel menurut Kementerian Kesehatan.....	39
Tabel 3. Distribusi jenis kelamin sampel.....	39
Tabel 4. Distribusi sampel berdasarkan hasil pemeriksaan MRI lumbosakral.....	39
Tabel 5. Korelasi usia dengan derajat degeneratif diskus.....	41
Tabel 6. Korelasi usia dengan derajat herniasi diskus	42
Tabel 7. Korelasi usia dengan derajat infiltrasi lemak MML.....	43
Tabel 8. Hubungan jenis kelamin dengan derajat degeneratif diskus	43
Tabel 9. Hubungan jenis kelamin dengan derajat herniasi diskus	44
Tabel 10. Hubungan jenis kelamin dengan derajat infiltrasi lemak MML.....	44
Tabel 11. Korelasi derajat degeneratif diskus dengan derajat infiltrasi lemak MML	45
Tabel 12. Korelasi derajat herniasi diskus dengan derajat infiltrasi lemak MML..	46



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Struktur diskus intervertebralis	6
Gambar 2. Struktur rinci dari annulus fibrosus	7
Gambar 3. Struktur rinci dari <i>endplate</i> vertebral.....	7
Gambar 4. Ilustrasi skematik dan MRI dari diskus intervertebralis dan ligamen normal.....	8
Gambar 5. Anatomi dari muskulus intrinsik punggung	10
Gambar 6. Perubahan degeneratif A-B-C	12
Gambar 7. Gambar diskogram	15
Gambar 8. Tanda-tanda degenerasi diskus intervertebralis pada CT scan	16
Gambar 9. Klasifikasi displacement diskus intervertebralis	17
Gambar 10. Protrusio dan ekstrusio	19
Gambar 11. Sekuestrasi.....	20
Gambar 12. Zona herniasi diskus.....	21
Gambar 13. Protrusio.....	22
Gambar 14. Ekstrusio	22
Gambar 15. Ekstrusio dengan sekuestrasi transligamen	23
Gambar 16. Mekanisme molekuler pada cedera multifidus	24
Gambar 17. Klasifikasi Goutallier pada infiltrasi lemak muskulus multifidus lumbalis	26



DAFTAR ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN

AP	: Anteroposterior
CT Scan	: Computed Tomography Scan
dkk	: dan kawan-kawan
IMT	: Indeks massa tubuh L1 : Lumbal 1
L2	: Lumbal 2
L3	: Lumbal 3
L4	: Lumbal 4
L5	: Lumbal 5
LBP	: Low back pain mm
mm	: milimeter
MRI	: Magnetic resonance imaging
MML	: muskulus multifidus lumbalis
PACS	: Picture Archiving and Communication System
RSUP	: Rumah Sakit Umum Pendidikan
S1	: Sakrum 1
SPSS	: Statistical Package for the Social Sciences



DAFTAR LAMPIRAN

1. Rekomendasi Persetujuan Etik.....	58
2. Data dan Sampel Penelitian.....	59
3. <i>Curriculum Vitae</i>	73



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Nyeri punggung bawah / *low back pain* (LBP) merupakan problematikayang banyak ditemukan dan sangat mengganggu aktivitas sehari-hari. Sebesar 60-80% dari populasi dunia pernah mengalami LBP terutama pada usia 25-55 tahun. Penyebab LBP dapat diklasifikasikan menjadi LBP akibat kondisi mekanik sebesar 98% dan penyakit visceral sebesar 2%. (Meucci et al, 2015) LBP memiliki insidensi tinggi dengan prevalensi seumur hidup hingga 84%.

Nyeri yang persisten lebih dari 12 minggu didefinisikan sebagai nyeri punggung bawah kronis (CLBP). Kebanyakan LBP bersifat multifaktorial dan ada beberapa interpretasi yang mendasari mekanisme terjadinya nyeri, bahkan ketika diagnosis radiologi yang spesifik sudah ditemukan. 85% dari CLBP tidak memiliki diagnosis atau patologi yang spesifik sehingga disebut “non-spesifik”. Kelompok besar dari kelainan ini dominan diinduksi secara mekanis dan berujung proses yang maladaptif untuk me-maintain nyeri dan dapat berakibat defisit fungsional. (Markus et al, 2017).

Etiologi LBP sangat banyak, diantaranya ketegangan otot lumbal, sindrom *lumbal zygapophysial joint*, ketidakstabilan tulang belakang lumbal, nyeri punggung diskogenik, sindrom sendi sakroiliak dan herniasi diskus. (Markus et al, 2017).

Degeneratif lumbal adalah perubahan struktur dan fungsi yang terjadi pada regio lumbal. Proses degeneratif yang terjadi sebagai akibat dari proses menua pada masing-masing individu berbeda-beda, demikian pula halnya pada regio tulang belakang. Proses degenerasi pada tulang belakang dapat terjadi pada diskus intervertebralis yang disebut dengan Penyakit Degenerasi Diskus (Degenerative Disc Disease). Asesmen dari degenerasi diskus lumbalis menggunakan Pfirrmann grading system yaitu dari grade I-V. (Cosmin et al, 2019)

Kurang lebih 40% dari nyeri punggung bawah diakibatkan oleh herniasi Kelainan ini merupakan suatu keadaan dimana annulus fibrosus beserta pulposusnya menonjol memasuki kanalis spinalis. Herniasi diskus sekali karena merupakan salah satu penyebab tersering dari sekian penyebab nyeri punggung bawah akibat degeneratif. Gejala yang paling



sering dikeluhkan pada herniasi diskus adalah nyeri punggung yang menjalar ke tungkai bawah. Timbulnya rasa nyeri diakibatkan penekanan pada susunan saraf yang terjepit pada area tersebut. Secara umum kondisi ini seringkali terkait dengan trauma mekanik akut, namun dapat juga sebagai akumulasi dari beberapa trauma dalam kurun waktu tertentu. (Sayit et al, 2018)

Dalam kondisi fisiologis normal, berbagai jaringan dan struktur tulang belakang dapat mempertahankan stabilitas fisiologis, yang mencegah cedera atau kompresi tulang belakang. Muskulus multifidus adalah muskulus yang paling penting dalam menjaga stabilitas. Muskulus multifidus lumbal (MML) adalah kelompok muskulus posterior terbesar di daerah lumbosakral. MML secara khusus menjaga stabilitas segmental tulang belakang dengan mempertahankan posisi lordosis lumbal, mengontrol gerakan sendi faset, dan mengatur distribusi beban tulang belakang dan tekanan intervertebralis. Namun, tidak seperti muskulus paraspinal lainnya, muskulus multifidus hanya menerima persarafan segmen tunggal unilateral. Mengingat peran penting yang dipenuhi oleh muskulus multifidus untuk menjaga stabilitas tulang belakang, penurunan fungsi fisiologisnya dapat mengakibatkan perubahan ke hubungan biomekanik. (Kim et al, 2011)

Infiltrasi lemak, indikator krusial dari komposisi perubahan pada degeneratif muskulus paraspinalis, berkontribusi pada kehilangan kekuatan dan ketahanan muskulus. Tampak peningkatan ketertarikan pada evaluasi dari infiltrasi lemak melalui pencitraan sebagai alat diagnostik dan prognostik pada kesehatan tulang belakang lumbalis pada dekade sekarang ini. (Gengyu et al, 2021)

Rata-rata jumlah lemak dari muskulus multifidus lumbalis pada orang sehat adalah di bawah 14,5%, sedangkan pada pasien dengan CLBP, jumlah lemak dari muskulus multifidus lumbalis dapat mencapai >23,6%. Hal yang menarik, tidak ada korelasi antara obesitas dengan jumlah lemak pada muskulus multifidus lumbalis. Sekitar 80% pasien yang bertahan dengan CLBP memiliki peningkatan infiltrasi lemak pada muskulus multifidus lumbalis pada level L2-L5. (Fortin et al, 2017)



Infiltrasi lemak dapat dilihat melalui *magnetic resonance imaging* (MRI), dan kadaver. MRI dapat dijadikan metode valid untuk mengidentifikasi muskulus dan jumlah lemak pada muskuloskeletal manusia. Infiltrasi pada muskulus multifidus lumbalis secara visual di *grading* menggunakan klasifikasi Goutallier, dengan derajat 0-4. (Flippo et al, 2021)

Penyakit degeneratif lumbal adalah salah satu penyebab cedera pada muskulus multifidus lumbalis. Penelitian James et al mengindikasikan bahwa degeneratif diskus intervertebralis dapat mengakibatkan ketidakseimbangan dari jalur inflamasi aktif dari muskulus multifidus. Dengan demikian, perubahan ini berkaitan dengan keparahan degeneratif diskus intervertebralis. (Xianzhenget al, 2021)

Beberapa penelitian lain ditemukan bahwa disfungsi lokal inflamasi adalah mekanisme baru untuk menjelaskan akumulasi lemak dan jaringan ikat pada muskulus multifidus pada keadaan degeneratif diskus dan cedera. Hasil ini mendukung hipotesis bahwa degeneratif diskus intervertebralis berhubungan dengan inflamasi pada muskulus multifidus. (Xianzheng et al, 2021)

Ada indikasi bahwa muskulus multifidus lumbal (MML) sensitif terhadap perubahan patologis yang berbeda pada tulang belakang lumbal, misalnya herniasi diskus, radikulopati, degenerasi diskus dan sendi faset. Knutsson menunjukkan 60% kejadian abnormal dari muskulus multifidus pada pembedahan terbukti suatu herniasi diskus. Hides et al menunjukkan pengurangan luas penampang MML di sisi ipsilateral pada pasien dengan LBP unilateral (Knutsson,2014)

Infiltrasi lemak muskulus multifidus lumbal (MML) telah dilaporkan pada kasus nyeri skiatika yang disebabkan herniasi diskus. Skiatika ditandai dengan nyeri *radiating* di daerah kaki yang biasanya dilalui oleh satu nerve root di tulang belakang lumbal atau sakral. Penyebab paling umum dari nyeri skiatika ini adalah herniasi diskus. Hyun et al melaporkan penurunan yang signifikan pada *cross sectional area* (CSA) MML ipsilateral pada pasien dengan radikulopati lumbosakral unilateral (Hyun, 2017)

Namun, belum banyak studi yang dilakukan di Indonesia. Oleh karena itu, penulis tertarik untuk menilai korelasi derajat degeneratif dan herniasi diskus intervertebralis dengan derajat infiltrasi lemak pada muskulus multifidus lumbal pada pemeriksaan MRI lumbosakral pasien dengan nyeri punggung bawah.

1.2. Rumusan Masalah



Dengan memperhatikan latar belakang permasalahan diatas maka rumusan masalah penelitian sebagai berikut: Apakah terdapat korelasi derajat degeneratif dan herniasi diskus intervertebralis lumbalis dengan infiltrasi lemak muskulus multifidus lumbalis pada pemeriksaan MRI lumbosakral pasien nyeri punggung bawah?

1.3. Tujuan Penelitian

1.3.1. Tujuan Umum

Untuk mengetahui korelasi antara derajat degeneratif dan herniasi diskus intervertebralis lumbalis dengan derajat infiltrasi lemak pada muskulus multifidus lumbal pada pemeriksaan MRI lumbosakral pasien nyeri punggung bawah.

1.3.2. Tujuan Khusus

- a. Menentukan derajat degeneratif diskus intervertebralis lumbalis pada pemeriksaan MRI pasien nyeri punggung bawah
- b. Menentukan derajat herniasi diskus intervertebralis lumbalis pada pemeriksaan MRI pasien nyeri punggung bawah
- c. Menentukan derajat infiltrasi lemak pada muskulus multifidus lumbalis pada pemeriksaan MRI
- d. Menganalisa korelasi antara derajat degeneratif diskus intervertebralis lumbalis dengan derajat infiltrasi lemak muskulus multifidus lumbalis pada pemeriksaan MRI
- e. Menganalisa korelasi antara derajat herniasi diskus intervertebralis lumbalis dengan derajat infiltrasi lemak muskulus multifidus lumbalis pada pemeriksaan MRI

1.4. Hipotesis Penelitian

1. Terdapat korelasi yang bermakna antara derajat degeneratif diskus intervertebralis lumbalis dengan derajat infiltrasi lemak muskulus multifidus lumbalis pada pemeriksaan MRI pasien nyeri punggung bawah.
2. Terdapat korelasi yang bermakna antara derajat herniasi diskus intervertebralis lumbalis dengan derajat infiltrasi lemak muskulus multifidus lumbalis pada pemeriksaan MRI pasien nyeri punggung bawah.



1.5. Manfaat Penelitian

1.5.1. Manfaat Teoritis

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi, menambah wawasan dan pengetahuan mengenai korelasi antara derajat degeneratif dan herniasi diskus intervertebralis lumbalis dengan derajat infiltrasi lemak muskulus multifidus lumbalis pada pemeriksaan MRI pasien nyeri punggung bawah.

1.5.2. Manfaat Metodologis

- a. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan sumbangsih data ilmiah sebagai sarana referensi untuk penelitian-penelitian selanjutnya mengenai korelasi derajat degeneratif dan herniasi diskus intervertebralis lumbalis dengan derajat infiltrasi lemak muskulus multifidus lumbalis
- b. Penelitian ini diharapkan dapat menginspirasi diadakannya penelitian lebih lanjut yang lebih mendalam mengenai korelasi derajat degeneratif dan herniasi diskus intervertebralis lumbalis dengan derajat infiltrasi lemak muskulus multifidus lumbalis

1.5.3. Manfaat Aplikatif

- a. Menjadi acuan untuk menilai derajat degeneratif diskus intervertebralis lumbalis pada pemeriksaan MRI.
- b. Menjadi acuan untuk menilai derajat herniasi diskus intervertebralis lumbalis pada pemeriksaan MRI
- c. Menjadi acuan untuk penilaian derajat infiltrasi lemak muskulus multdifus lumbal pada pemeriksaan MRI



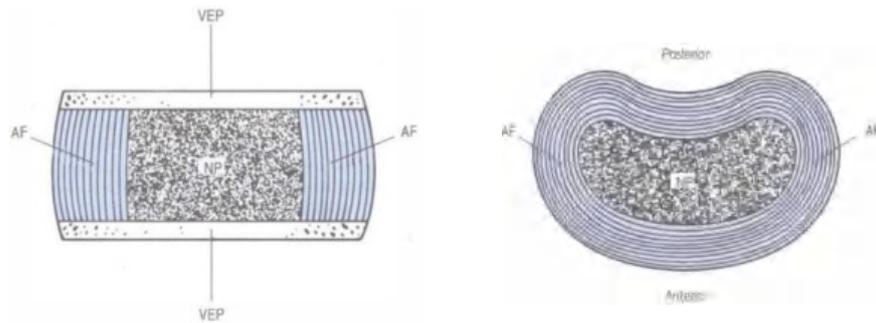
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Anatomi

2.1.1. Anatomi Diskus Intervertebralis

Setiap diskus intervertebralis terdiri dari dua komponen dasar: nukleus pulposus sentral yang dikelilingi oleh anulus fibrosus perifer. Meskipun nukleus pulposus cukup jelas di tengah diskus, dan anulus fibrosus jelas di pinggirannya, tidak ada batas yang jelas antara nukleus dan annulus di dalam diskus. Sebaliknya, bagian perifer nukleus pulposus bergabung dengan bagian yang lebih dalam dari anulus fibrosus. (Bogduk et al, 2005)



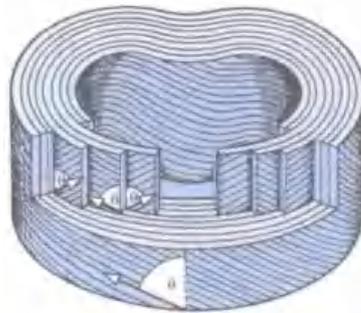
Gambar 1. Struktur diskus intervertebralis (Bogduk et al, 2005)

Pada diskus intervertebralis dewasa muda yang sehat, nukleus pulposus adalah massa bahan mukoid setengah cair. Secara histologis terdiri dari beberapa sel kartilago dan serat kolagen tersusun secara tidak beraturan, terdispersi dalam media bahan dasar semi cair. Sifat dari diskus intervertebralis yang semi cair memungkinkannya untuk berubah bentuk dan memfasilitasi gerakan antara korpus vertebra, seperti fleksi maupun ekstensi dari kolumna vertebra. Selain itu, diskus intervertebralis juga berfungsi untuk mengurangi tekanan kompresi dari kolumna vertebra. Tekanan kompresi yang kuat akan mengakibatkan pemipihan nukleus pulposus. Pada keadaan normal, anulus ; dapat mengakomodasi pemipihan dari nukleus tersebut. (Snell et al,



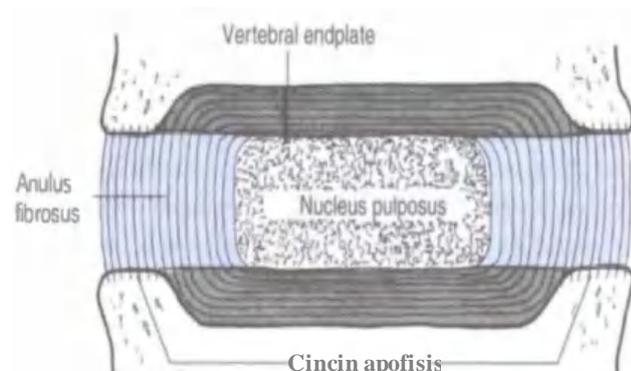
Anulus fibrosus terbentuk dari +/- 14 lapisan konsekutif (lamellae) tilago yang membungkus nukleus pulposus dengan konfigurasi

perpendikular terhadap satu sama lain memberikan gambaran yang menyerupai kulit bawang. Nukleus pulposus merupakan struktur mukopolisakarida dengan komposisi air yang tinggi (+/-80%) dan sedikit kolagen dan kartilago. (Snell et al, 2021)



Gambar 2. Struktur rinci dari annulus fibrosus. Serat kolagen tersusun dalam 10-20 lamela yang melingkar konsentris. Orientasi serat bergantian dalam lamela yang berurutan tetapi orientasinya terhadap yang: vertikal (0) selalu sama dan berukuran sekitar 65° (Bogduk et al, 2005)

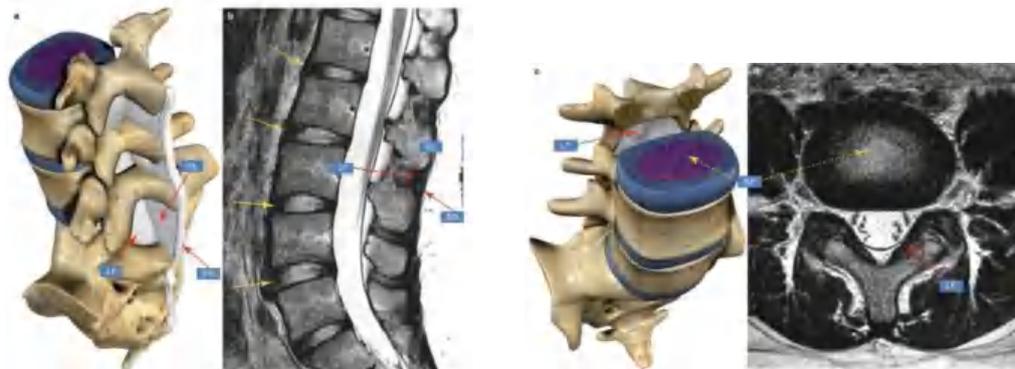
Komponen lain dari diskus intervertebralis terdiri dari dua lapisan tulang rawan yang menutupi aspek atas dan aspek bawah setiap diskus. Masing-masing disebut *endplate* vertebral. *Endplate* vertebral memisahkan diskus dari korpus vertebra yang berdekatan dan merupakan komponen dari diskus intervertebralis. Setiap *endplate* vertebral adalah lapisan tulang rawan dengan ketebalan sekitar 0,6-1 mm yang menutupi area pada korpus vertebra yang dikelilingi oleh cincin apofisis. Dua *endplate* dari setiap diskus menutupi nukleus pulposus secara keseluruhan, tetapi secara perifer mereka gagal menutupi seluruh anulus fibrosus. Secara histologis, pelat ini terdiri dari kartilago hialin dan fibrokartilago. Fibrokartilago dibentuk oleh penyisipan serat kolagen ke dalam *endplate* dari anulus fibrosus. (Bogduk et al, 2005)



Optimized using
trial version
www.balesio.com

Gambar 3. Struktur rinci dari *endplate* vertebral (vertebral endplate). Serabut

kolagen dari dua pertiga bagian dalam annulus fibrosus menyapu ke dalam *endplate* vertebral, membentuk komponen fibrokartilagosanya. Serat perifer dari annulus berlabuh ke tulangcincin apofisi (Bogduk et al, 2005)



Gambar 4. Ilustrasi skematik dan MRI dari diskus intervertebralis dan ligamen normal (Ravindra et al, 2018)

Diskus intervertebralis (panah) adalah suatu struktur fibrokartilago di antara korpus vertebra. Ligamentum flavum (LF) berlokasi di anterior dari lamina. Ligamen interpinosum (ISL) melintasi processus spinosus, sementara ligamen supraspinosus menghubungkan permukaan posterior dari prosesus spinosus. Diskus intervertebralis mengandung nukleus pulposus (NP) di bagian dalam dan annulus fibrosus di bagian luar. Pada keadaan normal, diskus intervertebralis menunjukkan sinyal hiperintens di bagian tengah dan sinyal hipointens di perifer pada T2WI. Bagian tengah yang hiperintens menggambarkan nukleus pulposus dan bagian dalam dari annulus fibrosus. Ligamentum flavum adalah ligamen fibroelastik yang menghubungkan bagian anterior dari lamina level atas ke bagian posterior lamina level bawah, dan mengarah ke lateral menuju kapsula anterior dari sendi fase. (Ravindra et al, 2018)

2.1.2. Anatomi dan Fungsi Muskulus Multifidus Lumbal

Multifidus adalah muskulus punggung internal bagian dalam. Terdiri dari multiple *bundle* otot dan mengisi lekukan pada kedua sisi prosesus spinosus. Musculus ini paling dekat dengan tulang belakang dan memiliki area perlekatan yang berdekatan dengan muskulus paraspinal lainnya. Multifidus lumbal dilapisi oleh muskulus yang dibentuk oleh lapisan superfisial dan media dari arakolumbal. Muskulus longissimus, prosesus spinosus dan lamina

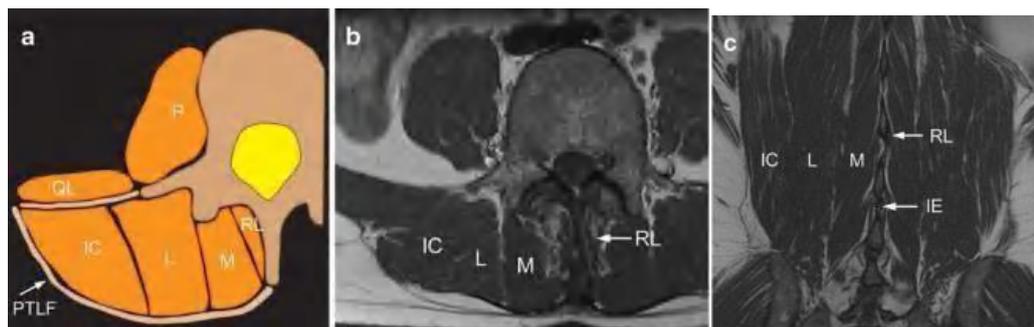


berada di sisi luar, sisi medial dan ventral dari multifidus. (Xianzheng et al, 2021)

Muskulus multifidus berasal dari sakrum posterior superior spina iliaka, prosesus mastoid dari lumbal spinal, prosesus transversus dari vertebra torakal, dan prosesus artikularis dari C4-C7. Muskulus ini melekat ke semua prosesus spinosus dari *upper* vertebra. (Xianzheng et al, 2021)

Multifidus lumbal dipersarafi oleh dorsal root dari nervus lumbalis, yang merupakan cabang dari nervus spinalis dan melewati tulang menuju sisi medial otot intertransversarii, dan dibagi menjadi cabang medial dan lateral. Cabang medial berjalan ke bawah dan belakang pada sisi lateral dari vertebra, melewati *bone fiber tube*, mencapai sisi dorsal lamina dan kemudian memasuki muskulus multifidus. (Xianzheng et al, 2021)

Pada muskulus paravertebral, multifidus adalah sumber primer yang mempertahankan stabilisasi lumbal. Muskulus multifidus superfisial mencegah dislokasi rotasi korpus vertebra, dan mempertahankan posisi lordotik lumbal. Muskulus multifidus berperan dalam menurunkan pergerakan antara segmen lumbal. (Guillaume et al, 2008)



Gambar 5. Anatomi dari muskulus instrinsik punggung. (a) Ilustrasi gambar potongan axial pada level L3, (b,c) potongan axial dan koronal MRI T1WI.

Lapisan superfisial adalah muskulus erektor spina yang dibentuk oleh nggissimus (L) dan iliocostal (IC). Lapisan dalam terdiri atas otot multifidus (M), otot interpinalis (IE) dan rotator lumborum (RL) (Guillaume et al, 2008)



2.2. Degeneratif Diskus Intervertebralis

2.2.1. Definisi

Penyakit degeneratif pada diskus intervertebralis dan nyeri punggung adalah kondisi kronis yang disebabkan oleh beberapa faktor dan merupakan penyebab penting morbiditas dan kematian dalam praktik klinis sehari-hari. (Noonan et al, 2021)

Perubahan degeneratif lebih tepat dianggap sebagai respons terhadap gangguan, seperti cedera mekanis atau metabolik, daripada penyakit. Etiologi perubahan degeneratif dapat berupa gangguan mikro mekanis atau kerusakan sekunder akibat gangguan makro, seperti patah tulang belakang, operasi tulang belakang yang tidak terkait dengan penyakit degeneratif diskus atau proses metabolisme yang signifikan, seperti onkondrosis atau mukopolisakaridosis. Semua elemen tulang belakang, termasuk diskus intervertebralis, sendi, ligamen, dan struktur tulang dapat mengalami perubahan morfologi yang dapat diklasifikasikan sebagai degeneratif. (Kos N et al, 2019)

2.2.2. Epidemiologi

Insiden nyeri punggung bawah sangat bervariasi di antara laporan yang berbeda. Nyeri punggung bawah adalah penyebab paling umum kelima untuk kunjungan ke dokter dan mempengaruhi 7.6 sampai 37% pasien. (Cheung et al, 2009) Nyeri yang bertahan lama dan kesulitan bergerak dialami oleh 10% pasien. Degeneratif jaringan diskus intervertebralis dimulai lebih cepat dari degenerasi otot lainnya dan dalam banyak kasus dan kadang bersifat asimtomatik. (Hall et al, 2019) Telah dilaporkan bahwa degeneratif awal diskus intervertebralis dapat terjadi pada awal masa remaja, ketika 20% orang memiliki tanda-tanda penyakit ringan. (Yüce et al, 2019) Dengan bertambahnya usia, insiden meningkat. Ini mempengaruhi 10% dari populasi pria di usia 50 tahun dan sampai 50% pada usia 70 tahun. (Luomajoki et al, 2008) Dalam beberapa laporan, penyakit degeneratif pada diskus intervertebralis dapat terjadi pada 90% orang; banyak dari mereka tidak memiliki tanda-tanda penyakit. (Wand et al, 2011)

Nyeri punggung bawah sangat terkait dengan proses degeneratif diskus tebralis. Ketinggian diskus intervertebralis secara bertahap turun dan ya adalah perubahan dinamika di segmen tulang belakang yang . Kondisi ini mempercepat degenerasi segmen lain di dekatnya serta tulang belakang lainnya, seperti ligamen, sendi, dan otot. (Hall et al,



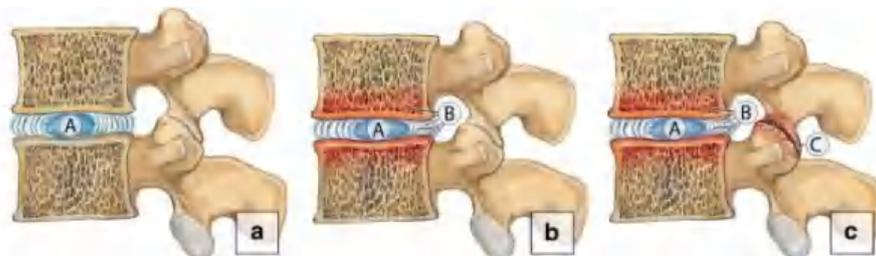
2019) Dalam jangka panjang, hal ini menyebabkan penyempitan kanal tulang belakang dengan kompresi jaringan saraf akibat stenosis tulang belakang, yang merupakan penyebab utama rasa sakit, terutama di kalangan orang tua. Dengan meningkatnya populasi lansia, masalah ini semakin signifikan. (Yüce et al, 2019)

2.2.3. Patofisiologi

Umumnya, proses degeneratif melibatkan elemen fungsional vertebra yang terlibat yang dikenal dengan degenerasi horizontal atau segmental. Terjadinya perubahan seluruh biomekanik tulang belakang, termasuk bagian fungsional tulang belakang fungsional yang berdekatan, dikenal sebagai penyakit segmen yang berdekatan. Berdasarkan lokasi dan perkembangan patofisiologinya, proses degeneratif diskus terbagi menjadi 3, yakni perubahan nukleus pulposus (perubahan A), perubahan anulus fibrosus, *end plate*, dan sumsum tulang, serta korpus vertebra yang berdekatan (perubahan B). Degenerasi lanjut pada akhirnya dapat merusak struktur yang jauh dan menyebabkan osteoarthritis sendi faset, hipertrofi ligamen flavum dan stenosis kanal spinalis (perubahan C). (Kushchayev et al, 2018)

Perubahan A; nukleus pulposus

Pada sebagian besar kasus, proses degeneratif dimulai dari nukleus pulposus. Nukleus pulposus normal memiliki struktur seperti agar-agar dengan viskositas dan elastisitas tinggi, terdiri dari proteoglikan dan molekul air (hingga 80%). Diskus intervertebralis yang sehat mempertahankan tingkat tekanan tertentu, yang disebut tekanan intradiskal. Tekanan intradiskus rata-rata pada diskus L4-L5 pada individu sehat adalah sekitar 91 kPa pada posisi tengkurap, 151 kPa pada posisi lateral, 539 kPa pada posisi berdiri tegak dan 1324 kPa pada posisi berdiri fleksi. (Kushchayev et al, 2018)



ambar 6. Perubahan degeneratif A-B-C. (a) Perubahan A. Proses degeneratif isanya dimulai di dalam nukleus pulposus yang menunjukkan perubahan A. (b) perubahan B. Kelainan meluas ke diskus, anulus fibrosus, *endplate* dan sumsum



tulang dari korpus vertebra yang berdekatan. (c) Perubahan C. Degenerasi lanjut pada akhirnya dapat melibatkan struktur yang jauh dan menyebabkan osteoarthritis sendi faset, ligamentum flavum hipertrofi (tidak ditampilkan) dan stenosis kanal tulang belakang (tidak ditampilkan) (Kushchayev et al, 2018)

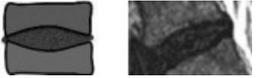
Stres mekanik aksial yang abnormal karena efek gabungan dari kondisi genetik, usia, transportasi metabolit yang tidak memadai dan trauma yang merusak kondrosit dapat menyebabkan degenerasi nukleus pulposus. (Luomajoki et al, 2011) Sebagai degenerasi berlangsung, nukleus pulposus menjadi kering mengakibatkan penurunan tekanan intradiskal, sehingga menghantarkan beban mekanik ke annulus fibrosus. Karena harus menahan beban yang lebih besar, annulus fibrosus mengalami perubahan untuk mencerminkan peningkatan regangan yang ditanggungnya. Sebagian besar annulus fibrosus kemudian bertindak seperti padatan berserat untuk menahan tekanan. Peningkatan tekanan pada annulus fibrosus dapat menyebabkan perkembangan retakan dan rongga, kemudian berkembang menjadi celah dan celah. Hilangnya integritas struktural annulus fibrosus dapat menyebabkan herniasi diskus. Kelemahan struktural dari annulus fibrosus juga dapat menyebabkan ketidakmampuan diskus untuk mempertahankan keselarasan anatomis dan posisi yang berkembang menjadi ketidakstabilan dan/atau spondylolisthesis. Semua perubahan struktural ini tidak dapat diubah karena diskus intervertebralis pada orang dewasa memiliki potensi penyembuhan yang terbatas. (Kushchayev et al, 2018)

2.2.4. Klasifikasi

Pada MRI, sinyal hiperintens nukleus pada gambar berbobot T2 (WI) telah terbukti berkorelasi secara langsung dengan konsentrasi proteoglikan dalam pulposus nukleus dan hilangnya sinyal dari diskus berkorelasi dengan perubahan degeneratif progresif. Pfirmann dkk. mengembangkan sistem penilaian dan algoritma berdasarkan intensitas sinyal MRI, struktur diskus dan perbedaan antara nukleus pulposus, annulus fibrosus dan tinggi discus. (Obiajulu et al, 2020)



Tabel 1. Derajat Degeneratif Diskus menurut *Pfirmann Grading System* (Kushchayev et al, 2018)

Grade	Interpretasi MRI	Gambaran MRI
Grade 1	Struktur diskus intervertebralis homogen dengan sinyal putih hiperintens yang cerah dan tinggi diskus intervertebralis normal.	
Grade II	Struktur diskus intervertebralis tidak homogen dengan sinyal putih hiperintens. Perbedaan antara nukleus dan anulus jelas, tinggi diskus intervertebralis normal, dengan atau tanpa garis kelabu horizontal.	
Grade III	Struktur diskus intervertebralis tidak homogen dengan intensitas sinyal kelabu intermediet. Perbedaan antara nukleus dan anulus tidak jelas serta tinggi diskus intervertebralis normal atau sedikit menurun.	
Grade IV	Struktur diskus intervertebralis tidak homogen dengan sinyal hipointensitas kelabu gelap. Perbedaan antara nukleus dan anulus menghilang serta tinggi diskus intervertebralis normal atau cukup menurun.	
Grade V	Struktur diskus intervertebralis tidak homogen dengan sinyal hipointensitas hitam. Perbedaan antara nukleus dan anulus menghilang serta ruang diskus menghilang.	



Indikasi Klinis

Secara umum, suatu proses degenerative yang simtomatik pada tulang belakang yang terjadi pada pasien berusia di atas 40 tahun akan memberikan indikasi klinis berupa nyeri sebagai akibat dari proses patologi yang terjadi.

Nyeri yang timbul hampir selalu berhubungan dengan aktivitas ataupun posisi duduk yang berkepanjangan, yang dapat menstimulasi saraf nyeri pada diskus intervertebralis (diskogenik). (I Ketut Suyasa, 2018)

Karakteristik diskogenik sebagai akibat dari proses degeneratif pada lumbal:

- Nyeri akut
- Disebabkan oleh berbagai faktor
- Dipengaruhi posisi
- Meningkat apabila ada penekanan seperti ketika batuk dan bersin

Posisi duduk terlalu lama akan mencetuskan terjadinya nyeri pinggang akibat meningkatnya beban pada diskus intervertebralis lumbal bila dibandingkan dengan posisi berdiri. Penderita juga akan merasa pinggangnya kaku akibat dari spasme otot-otot paraspinal. (I Ketut Suyasa, 2018)

2.3. Pemeriksaan Radiologi

2.3.1. Konvensional

Pada foto polos lumbosakral AP/Lateral/Oblik, degenerasi pada lumbal akan ditandai dengan menurunnya tinggi celah diskus intervertebralis, terbentuknya osteofit pada korpus vertebra, terbentuknya sindesmofit serta destruksi dari sendi faset. Reaksi sklerotik jarang terjadi. (Amin RM et al, 2017) Proses degeneratif mengakibatkan terjadinya perubahan kinematik yang bisa dideteksi dengan foto *dynamic view*. Pada *dynamic view* dapat dijumpai adanya translasi, baik pada saat fleksi maupun ekstensi. Bila terjadi instabilitas pada tulang belakang, akan tampak gambaran listhesis ke arah anterior, posterior dan lateral. (Postacchini et al, 2012)

2.3.2. Diskografi

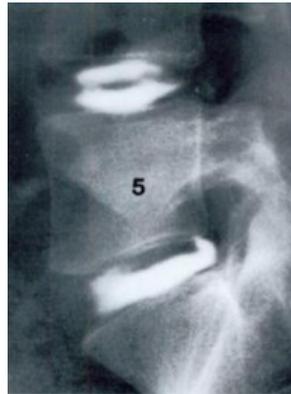
Pemeriksaan ini dilakukan menggunakan fluoroskopi sambil menginjeksikan kontras ke dalam area nukleus pulposus. Pada diskus yang normal, injeksi dari kontras tidak dapat melebihi 1-2 ml, namun pada pasien dengan degenerasi diskus, kontras dapat diinjeksikan hingga beberapa mililiter. Nukleus pulposus yang normal akan terlihat sebagai struktur ovoid atau bundar



meningsi 1/3 tengah discus intervertebralis. Di tengah dari nukleus is yang terisi kontras, dapat ditemukan garis yang lebih tidak opak dan erikan gambaran bilokular yang menggambarkan fibrosis di tengah

. (Kalichman L et al, 2017)

Pada keadaan degenerasi diskus sedang, kontras akan mengisi lebih dari 1/3 area diskus dengan nukleus pulposus yang memipih dan memanjang dan dapat menunjukkan tepi yang ireguler. Pada degenerasi diskus yang berat, dapat ditemukan garis radioopak pada sisi perifer area diskus yang menunjukkan celah pada anulus fibrosus. (Kalichman L et al, 2017)

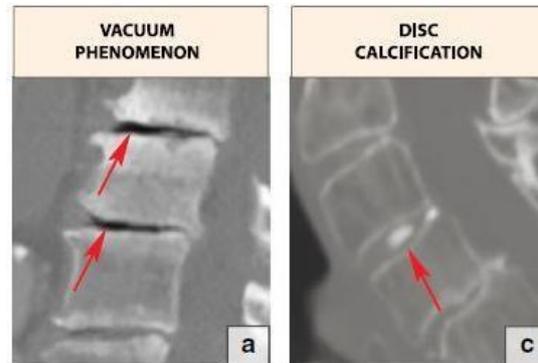


Gambar 7. Pemeriksaan diskogram yang menunjukkan gambaran normal nukleus pulposus yang bilobular pada discus level L4-5 serta gambaran degenerasi diskus sedang pada L5-S1 yang menunjukkan area kontras yang memipih dan memanjang. (Kalichman et al, 2017)



2.3.3. Computed Tomography (CT) Scan

CT scan sangat ideal untuk mengevaluasi struktur tulang. Pada CT scan akan terlihat diskus intervertebralis yang kolaps serta adanya *bulging* dan penojolan annulus fibrosus. (Seul Ki et al, 2019)



Gambar 8. Tanda-tanda degenerasi diskus intervertebralis pada CT scan: (kiri) Fenomena vacuum disc. Gambar CT sagital ini menunjukkan fokus udara di dalam diskus L2–L3 dan L3–L4 (panah). (kanan) Gambar CT sagital pada level C3–C4 menunjukkan kalsifikasi diskus (panah) (Kushchayev et al, 2018)

R



2.3.4. *Magnetic Resonance Imaging (MRI)*

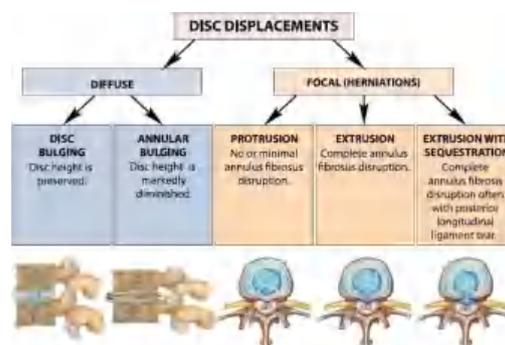
Pada MRI, sinyal hiperintens dari nukleus di T2WI, berkorelasi dengan konsentrasi proteoglikan pada nukleus pulposus dan penurunan sinyal dari diskus berkorelasi dengan perubahan degeneratif. Pfirrmann et al, mengembangkan *system grading* dan algoritma berdasarkan intensitas sinyal pada MRI, struktur diskus, anulus fibrosus dan ketinggian diskus. (D'hooge R et al, 2012)

2.4. Herniasi Diskus Intervertebralis

2.4.1. Definisi

Herniasi diskus didefinisikan sebagai *displacement* material diskus (kartilago, nucleus pulposus, anulus fibrosus dan tulang apofisial) melewati batas dari ruang diskus intervertebralis. Istilah ini sering kali dikaitkan dengan herniasi nukleus pulposus yang merupakan penonjolan keluar dari nukleus pulposus keluar dari ruang diskus intervertebralis. Herniasi ini terjadi akibat kegagalan dari anulus fibrosus dalam menahan tekanan aksial dari nukleus pulposus, mengakibatkan ruptur anulus fibrosus dan herniasi dari nukleus pulposus memasuki canalis spinalis. (Adam et all, 2014)

Herniasi diskus sendiri dapat dikategorikan menjadi protrusio, ekstrusio maupun sekuesterasi. Protrusio merupakan herniasi dengan basis herniasi yang lebih lebar dibandingkan herniasi yang memasuki kanalis spinalis. Ekstrusio memiliki basis yang sempit dibandingkan dengan herniasi yang memasuki kanalis spinalis. Sekuesterasi menggambarkan herniasi yang tidak memiliki kontinuitas terhadap diskus intervertebralis. (Schroeder et al, 2016)



Gambar 9. Klasifikasi *displacement* diskus intervertebralis (Kushchayev et al, 2018)



2.4.2. Epidemiologi

Herniasi diskus yang paling sering ditemukan pada vertebra lumbalis, paling banyak terjadi pada diskus intervertebralis L5-S1 (45-50%) diikuti oleh L4-L5 (40 - 45%) dan L3-L4 (10%). Herniasi diskus pada L1-L2 dan L2-L3 jarang ditemukan. Kejadian nyeri punggung bawah memiliki angka prevalensi seumur hidup hingga 84%. dengan herniasi diskus lumbalis yang menjadi salah satu penyebab paling sering dari nyeri punggung bawah tersebut. Insidensi terjadinya herniasi diskus meningkat sesuai dengan peningkatan usia. Usia rata-rata dari terdeteksinya herniasi diskus adalah 41 tahun dengan angka insidensi yang sedikit lebih tinggi pada pria dibandingkan pada wanita (57% vs 43%). (Jordan et al, 2006)

Kelainan ini lebih banyak terjadi pada individu dengan pekerjaan yang banyak membungkuk dan mengangkat. Karena ligamentum longitudinalis posterior pada daerah lumbal lebih kuat pada bagian tengahnya, maka protrusi diskus cenderung terjadi ke arah posterolateral, dengan kompresi radiks saraf. (Zhang et al, 2009)

2.4.3. Patofisiologi

Proses degenerasi alami terjadi pada diskus intervertebralis mulai dari usia-usia dini dari kehidupan. Pada usia 3 tahun, terdapat penurunan jumlah kapiler yang meluas dari *endplate* ke anulus fibrosus secara signifikan. Hal ini mengakibatkan perubahan morfologi dan densitas sel pada nukleus pulposus serta mengakibatkan terbentuknya celah kecil pada anulus fibrosus. Seiring dengan bertambahnya usia, terdapat peningkatan secara bertahap dari jumlah maupun derajat dari celah anulus fibrosus serta apoptosis dari sel yang menyerupai fibroblast. (Boos et al, 2012)

Mulai dari dekade kedua kehidupan, batas tegas dari anulus fibrosus dan nukleus pulposus mulai mengabur secara bertahap. Namun demikian, integritas dari lapisan luar anulus fibrosus tidak terpengaruh hingga usia yang lebih lanjut. Integritas dari lapisan luar anulus fibrosus ini dapat mencegah terjadinya herniasi diskus. (Boos et al, 2012)

Herniasi diskus lumbalis secara umum terjadi ke arah posterolateral melibatkan *traversing nerve root*. Nyeri yang timbul dapat diakibatkan oleh mekanisme mekanis maupun iritasi kimiawi. Kompresi mekanis dapat mengakibatkan deformitas dan teregangnya serabut saraf serta dapat mengakibatkan kompresi mikrosirkulasi di sekitarnya, mengakibatkan iskemia dan gejala

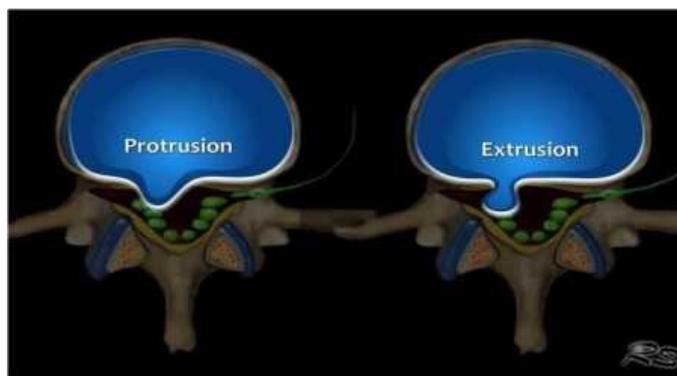


radikular. Selain itu, herniasi juga menstimulasi rangkaian respon inflamasi yang berperan penting dalam resorpsi dari herniasi, namun dapat mengakibatkan iritasi dari serabut saraf dan mengakibatkan gejala radikular.(Schroeder et al, 2016)

2.4.4. Klasifikasi

Menurut "*Lumbar Disc Nomenclature*" versi 2.0 yang diterbitkan oleh *North American Spine Society*, *American Society of Spine Radiology* dan *American Society of Neuroradiology*, herniasi diskus dapat diklasifikasikan sebagai protrusio maupun ekstrusio berdasarkan bentuk dari material yang mengalami herniasi. (Fardon et al, 2014)

- a. *Protrusion*. Merupakan penonjolan diskus intervertebralis fokal namun masih terdapat hubungan dengan diskus intervertebralis, jarak terjauh antara tepi dari diskus intervertebralis melewati jarak diskus lebih kecil dari jarak antara lebar basis diskus pada level yang sama ($<180^0$). Herniasi biasanya berbentuk triangular.
- b. *Ekstrusion*. Merupakan keadaan dimana nukleus pulposus sudah tidak berhubungan dengan diskus intervertebralis.
- c. *Sequestration*. Merupakan bentuk ekstrusi yang lebih lanjut yaitu bila materi diskus yang mengalami herniasi terpisah dari diskus asalnya



Gambar 10. Protrusio dan ekstrusio (Smithuis et al, 2017)





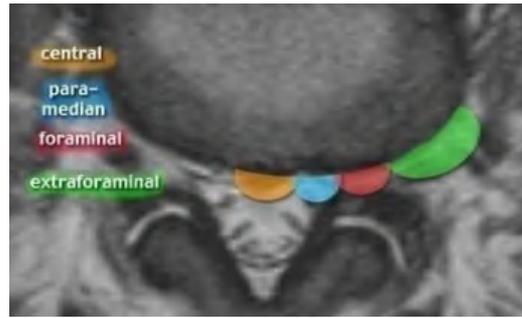
Gambar 11. Sekuestrasi (Smithuis et al, 2017)

Menurut konsensus tersebut, penonjolan diskus atau yang disebut juga *bulging* tidak dapat dikategorikan sebagai herniasi karena tidak sesuai secara definisi. Istilah *bulging* digunakan untuk mendeskripsikan ekstensi secara luas dari jaringan discus melebihi batas dari apofisis. Ekstensi yang terjadi pada *bulging* melibatkan > 25% lingkaran discus dan biasanya menonjol tidak melebihi 3 mm dari batas apofisis. (Fardon et al, 2014)

Berdasarkan lokasi, herniasi diskus dibagi 4, yaitu : (Kim, 2009)

- a. Sentral atau *medial* (orange) . Mulai dari ligamentum longitudinal posterior yang menipis pada daerah lumbalis, biasanya herniasi ringan di kiri atau kanan daerah sentral.
- b. Paramedial atau *lateral recess* (biru). Karena ligamentum longitudinal posterior tidak berada ditengah pada regio ini dan merupakan daerah utama terjadinya herniasi diskus.
- c. Foraminal atau subarticular (merah). Tempat ini jarang terjadi herniasi diskus ke foramen intervertebral. Hanya 5 - 10% dari semua kejadian herniasi diskus. Herniasi pada daerah ini sangat menyulitkan pasien karena daerah ini merupakan struktur neural yang halus dan disebut *nerve root ganglion dorsalis*, di daerah ini menghasilkan suatu nyeri yang berat, sciatica dan kerusakan sel-sel neural.
- d. Ekstraforaminal atau lateral (hijau). Herniasi diskus disini jarang terjadi.





Gambar 12. Zona herniasi diskus (Kim, 2009)

2.4.5. Manifestasi Klinis

Herniasi diskus merupakan penyebab paling sering gejala nyeri punggung bagian bawah dan nyeri radikular pada tungkai. Nyeri radikular seperti skiatika biasanya dikeluhkan berupa nyeri tumpul, nyeri tajam, atau rasa terbakar (Takada, et al., 2011). Gejala herniasi diskus dapat bervariasi mulai dari asimtomatik sampai paraplegia dan yang jarang terjadi adalah gangguan berkemih. Gejala sensorik diantaranya adalah parestesia, disesthesia, hiperestesia atau anestesi yang melibatkan dermatom lumbosakral. Sekitar 63-72% penderita mengeluhkan parestesia, nyeri radikular terjadi sekitar 35% dan rasa kebas sebanyak 27%. Progresivitas penyakit dapat mengakibatkan paraplegia dan sindrom cauda equine. (American Academy of Orthopedic Surgeons, 2020; Carragee, 2005; Autio, 2006).

Nyeri timbul sesuai dengan distribusi dermatom, manakala kelemahan otot pula timbul sesuai dengan miotom yang terlibat. Intensitas nyeri yang dirasakan akan meningkat apabila pasien batuk, bersin serta menggerakkan tulang belakang dalam posisi tertentu seperti ekstensi dan fleksi karena tekanan yang diberikan kepada diskus intervertebralis akibat perlakuan tersebut dapat menekan saraf yang terlibat sehingga menimbulkan nyeri. (Mayo Clinic, 2016; Autio, 2006; Sylvia & Lorraine, 2006).

2.4.6. Pemeriksaan MRI

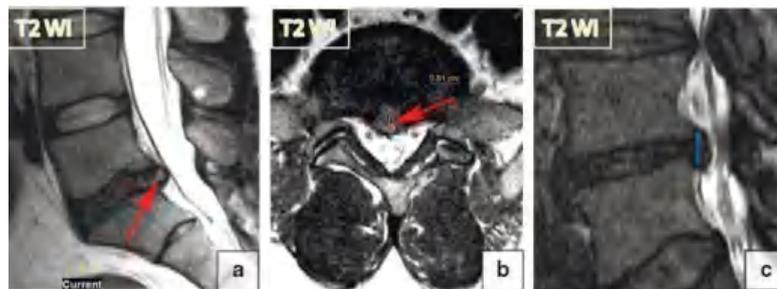
Pemeriksaan MRI dapat memvisualisasi struktur anulus fibrosus, nukleus pulposus, kanalis spinalis, medulla spinalis dan sumsum tulang vertebra dengan sangat baik. Anulus fibrosus memberikan gambaran konsentris sedangkan nukleus pulposus yang normal memberikan gambaran hipointens pada T2WI dengan garis hipointens di tengahnya yang memberikan gambaran bilokular. Selain kemampuan MRI untuk memvisualisasi herniasi dari nukleus pulposus dengan baik, MRI juga memungkinkan evaluasi dampak dari



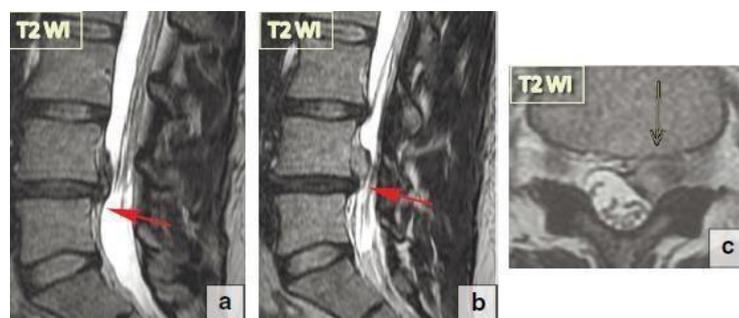
herniasi diskus tersebut terhadap struktur di sekitarnya. Myelografi jugadapat dilakukan pada MRI tanpa menggunakan kontras. (Ross, 2004)



Gambar 13. Protrusio. MRI axial dan sagittal T2WI menunjukkan protrusion parasentral posterior fokal kiri L2-L3. Tidak ada disrupsi dari serabut anulus fibrosus atau ligament longitudinal posterior. (Kushcayef et al, 2018)



Gambar 14. Ekstrusio. (a-b) Tampak extrusion fokal sentral sepanjang 8 mm pada MRI sagittal dan axial T2WI. (c) Gambar menunjukkan displacement material diskus dengan disrupsi komplrit dari anulus fibrosus, ligament posterior longitudinal intact. Aspek posterior dari herniasi (garis biru) lebih besar dari pada basisnya (garis merah). Pada potongan sagittal , konsisten dengan robekan anulus fibrosus seluruhnya. (Kushcayev et al, 2018)



Gambar 15. Ekstrusio dengan sekuestrasi transligamen. (a-b) MRI T2WI sagittal menunjukkan sekuestrasi besar pada sisi kiri L4-L5 dengan migrasi fragmen ke superior. Material diskus meluas hingga keluar dari batas ligament longitudinal posterior mensugestifkan suatu rupture komplrit. (c) Material diskus yang extrusion pada potongan axial tampak membulat. (Kushcayev et al, 2018)



2.5. Infiltrasi Lemak Musculus Multifidus Lumbalis

2.5.1. Pendahuluan

Infiltrasi lemak, merupakan indikator krusial dari perubahan komposisi dari degeneratif muskulus multifidus, dapat mengakibatkan hilangnya kekuatan dan elastisitas muskulus. (Xianzheng et al, 2021)

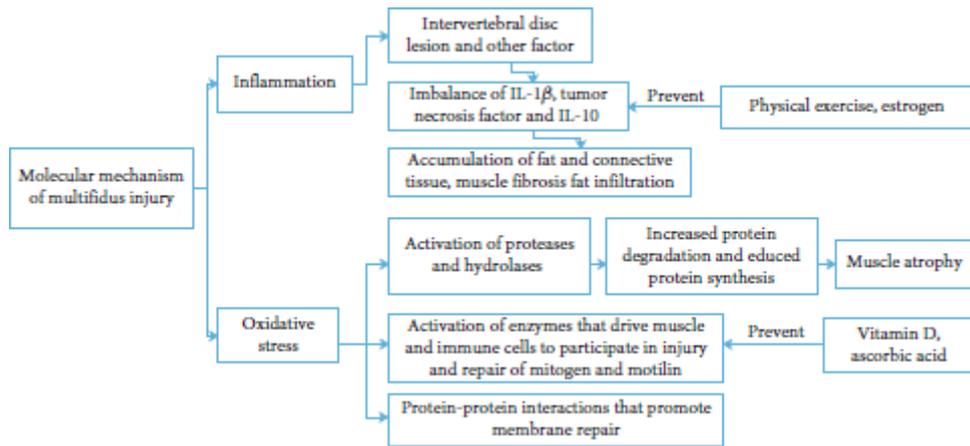
Gangguan muskulus adalah komponen penting dari gangguan tulang belakang. Beberapa penelitian menunjukkan adanya hubungan antara infiltrasi lemak dan pengurangan cross sectional area (CSA) dari muskulus paraspinal dengan nyeri punggung bawah kronik. Lebih dari itu, infiltrasi lemak dapat mengakibatkan keterbatasan fungsional seperti deteriorasi dari keseimbangan dan *alignment* dari tulang belakang. (Woodham et al, 2014) Degeneratif lemak muskulus paraspinal dan atrofi telah dilaporkan pada pasien dengan nyeri punggung bawah dan herniasi diskus atau degeneratif. (Teichtahl et al, 2015) Jumlah infiltrasi lemak yang besar pada multifidus berkorelasi dengan fungsi muskulus yang menurun pada pasien nyeri punggung bawah. Pasien dengan lumbar spinal stenosis menunjukkan peningkatan atrofi muskulus dan infiltrasi lemak. (Sun D et al, 2017)

2.5.2. Patofisiologi

Mekanisme molekuler dari infiltrasi lemak pada muskulus multifidus sangat kompleks. Sampai saat ini, mekanismenya masih belum sepenuhnya jelas. (Xianzheng et al, 2021)

Reaksi inflamasi dari muskulus multifidus sangat berkaitan dengan IL-1 beta, tumor *necrosis factor*, dan IL-10. (Faur C et al, 2019) Berdasarkan salah satu hipotesis, peningkatan sitokin proinflamasi dan tumor *necrosis factor* (TNF-alfa) berkaitan dengan atrofi muskulus. TNF-alfa mempengaruhi diferensiasi myoblast dan degradasi serat muskulus. Peningkatan TNF-alfa berkaitan dengan cedera pada diskus intervertebralis dan mempengaruhi konduksi axon. (Kalichman L et al, 2019)

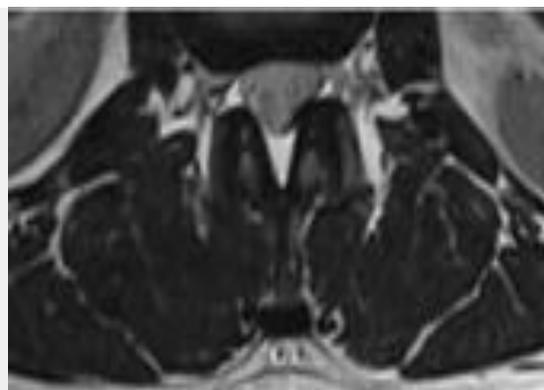




Gambar 16. Mekanisme molekuler pada cedera multifidus (Xianzheng et al, 2019)

2.5.3. Klasifikasi

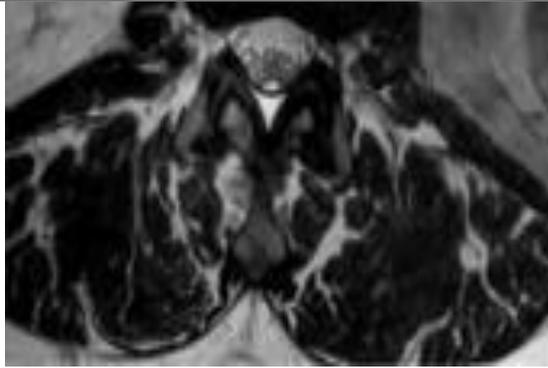
Klasifikasi Goutallier adalah *grading system* visual untuk menilai infiltrasi lemak secara kualitatif. Awalnya dipakai untuk menilai degenerasi lemak pada muskulus rotator cuff pada CT, namun dikembangkan juga pada MRI untuk menilai muskulus lainnya, termasuk multifidus. (Zwambag DP et al, 2014)



GRADE 0

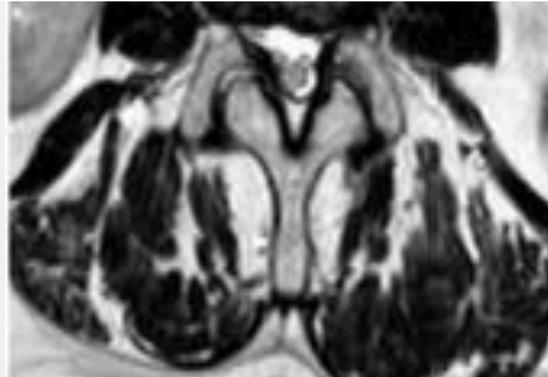
NORMAL, TIDAK ADA INFILTRASI LEMAK





Grade I

Beberapa garis-garis halus lemak dalam otot

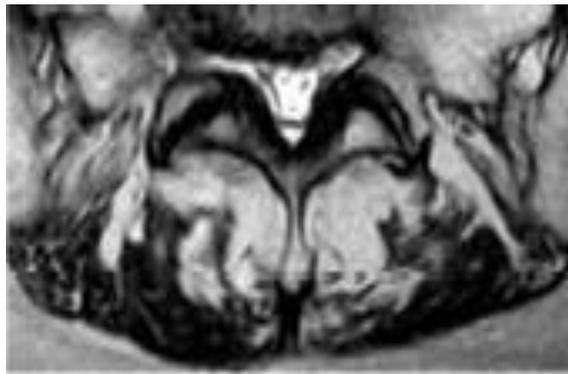


Grade II

Infiltrasi lemak kurang dari 50%

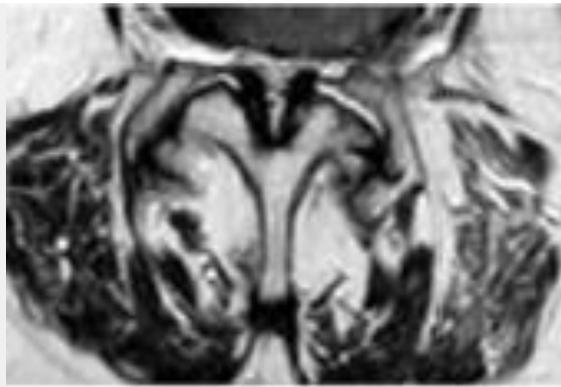


Optimized using
trial version
www.balesio.com



Grade III

Infiltrasi lemak +/- 50%



Grade IV

Infiltrasi lemak lebih dari 50%

Gambar 17. Klasifikasi Goutallier untuk infiltrasi lemak pada musculus multifidus lumbalis (Flippo, 2021)

2.6. Hubungan Degeneratif dan Herniasi Diskus Intervertebralis dengan Infiltrasi Lemak Muskulus Multifidus Lumbalis

Penyakit degeneratif lumbal adalah salah satu penyebab cedera pada musculus multifidus lumbalis. (Xianzheng et al, 2019) Setelah cedera multifidus, keseimbangan biomekanik dari tulang belakang akan terganggu. *Displacement* antara segmen akan memicu degeneratif dari tulang belakang, yang akan menyebabkan cedera pada otot paraspinal. Terlebih lagi, jika intervensi efektif tidak diberikan, akan terjadi lingkaran setan. (Fardon et al, 2014)

Faur et al menunjukkan korelasi yang signifikan antara degeneratif diskus lumbal dan infiltrasi lemak musculus multifidus, dan pada level L5-S1 persentase infiltrasi lemak lebih besar dari segmen yang lain. (Yanik B et al,



penelitian James et al menemukan bahwa level IL-1, tumor *necrosis* IL-10, adiponektin dan leptin memiliki level rendah pada kelompok yang olahraga. Hasilnya mengindikasikan bahwa degeneratif diskus

intervertebralis dapat mengakibatkan ketidakseimbangan dari jalur inflamasi aktif dari musculus multifidus. (Shahidi B et al, 2020) Dengan demikian, perubahan ini berkaitan dengan keparahan degeneratif diskus intervertebralis dan dapat dicegah dengan olahraga. (Xianzheng et al, 2019)

Beberapa penelitian ditemukan bahwa disfungsi lokal inflamasi adalah mekanisme baru untuk menjelaskan akumulasi lemak dan jaringan ikat pada musculus multifidus pada keadaan degeneratif diskus dan cedera. Ditemukan bahwa konsentrasi TNF pada multifidus meningkat pada partisipan dengan derajat infiltrasi lemak yang tinggi. (Ogon I et al, 2019) Hasil ini mendukung hipotesis bahwa degeneratif diskus intervertebralis berhubungan dengan inflamasi pada musculus multifidus. (Teichtahl et al, 2015)

Ada indikasi bahwa musculus multifidus lumbal (MML) sensitif terhadap perubahan patologis yang berbeda pada tulang belakang lumbal, misalnya herniasi diskus, radikulopati, degenerasi diskus dan *facet joint*. Knutsson menunjukkan 60% kejadian abnormal dari musculus multifidus pada pembedahan terbukti suatu herniasi diskus. Hides et al menunjukkan pengurangan luas penampang MML di sisi ipsilateral pada pasien dengan LBP unilateral (Knutsson,2014)

Infiltrasi lemak musculus multifidus lumbal (MML) telah dilaporkan pada kasus nyeri skiatika yang disebabkan herniasi diskus. Skiatika ditandai dengan nyeri *radiating* di daerah kaki yang biasanya dilalui oleh satu *nerve root* di tulang belakang lumbal atau sakral. Penyebab paling umum dari nyeri skiatika ini adalah herniasi diskus. Hyun et al melaporkan penurunan yang signifikan pada *cross sectional area* (CSA) LMM ipsilateral pada pasien dengan radikulopati lumbosakral unilateral (Hyun, 2017).

