

ANALISIS PREDIKSI ANATOMI VERTEBRA LUMBAL DAN DERAJAT DEGENERASI DISKUS TERHADAP SPONDILOLISTESIS DEGENERATIF

PREDICTIVE VALUE OF LUMBAR VERTEBRAL ANATOMY AND DEGREE OF DISC DEGENERATION ON DEGENERATIVE SPONDYLOLISTHESIS

Risda Fitriyani, * Nasirun Zulqarnain, * Hermina Sukmaningtyas*

ABSTRACT

Introduction: Disc degeneration is an important factor in vertebra shifting progressivity, for example, degenerative spondylolisthesis which is the cause of low back pain and lumbar instability. Anatomically, there are some risk factors for degenerative spondylolisthesis, such as sagittal orientation of the facet joint, lumbar lordosis, abnormality in lumbar index, low disc height, and short spinous process.

Aims: To analyze the relationship between lumbar vertebral anatomy prediction and degree of disc degeneration on degenerative spondylolisthesis.

Methods: A cross-sectional analytic observational study towards subjects who had disc degeneration with degenerative spondylolisthesis and without degenerative spondylolisthesis undergone Lumbosacral MRI in Dr. Kariadi Hospital Semarang, June-November 2015. Statistical analysis used Chi-square, multivariate analysis with double logistic regression, probability test and Odds ratio.

Results: There were 40 subjects who had disc degeneration with degenerative spondylolisthesis, majority were female (67.5%), most often age between 51–60 years old. There was significant correlation between anterior inferior disc height, facet joint orientation and degree of disc degeneration in relation to degenerative spondylolisthesis. Low anterior inferior disc height have predictive value 65% and risk 72 times higher to have degenerative spondylolisthesis. Sagittal facet joint orientation had predictive value 91% and risk 273 times higher to have degenerative spondylolisthesis. Degree of disc degeneration had predictive value 0.4% and 4.5 times risk higher to have degenerative spondylolisthesis.

Discussion: Low anterior inferior disc height, sagittal facet joint orientation and degree of disc degeneration are risk factors to have degenerative spondylolisthesis.

Keywords: Anterior inferior disc height, degenerative spondylolisthesis, degree of disc degeneration, facet joint orientation

ABSTRAK

Pendahuluan: Degenerasi diskus merupakan faktor penting pada progresifitas pergeseran vertebra, antara lain spondilolistesis degeneratif yang merupakan penyebab nyeri punggung bawah dan instabilitas lumbal. Secara anatomi terdapat beberapa faktor risiko yang menyebabkan spondilolistesis degeneratif, seperti orientasi sendi facet sagital, lordosis lumbal, abnormalitas indeks lumbal, tinggi diskus yang rendah, dan prosesus spinosus yang pendek.

Tujuan: Untuk mengetahui hubungan antara faktor prediksi anatomi vertebra lumbal dan derajat degenerasi diskus terhadap kejadian spondilolistesis degeneratif, serta mengetahui kemampuan prediksi anatomi vertebra lumbal dan derajat degenerasi diskus terhadap kejadian spondilolistesis degeneratif.

Metode: Penelitian observasional analitik potong lintang terhadap MRI lumbosakral pasien dengan degenerasi diskus dengan dan tanpa disertai spondilolistesis degeneratif di RSUP Dr. Kariadi Semarang, selama bulan Juni-November 2015. Analisis statistik menggunakan uji *Chi-square*, analisis multivariat regresi logistik berganda, uji probabilitas, dan rasio Odds.

Hasil: Didapatkan 40 subjek yang mayoritas perempuan (67,5%) dan berusia 51-60 tahun. Terdapat hubungan yang bermakna antara tinggi diskus anterior inferior, orientasi sendi facet dan derajat degenerasi diskus terhadap spondilolistesis degeneratif. Tinggi diskus anterior inferior yang rendah mempunyai nilai prediksi 65% dan risiko 72 kali untuk terjadi spondilolistesis degeneratif. Orientasi sendi facet sagital mempunyai nilai prediksi 91% dan risiko 273 kali untuk terjadi spondilolistesis degeneratif. Derajat degenerasi diskus mempunyai nilai prediksi 0,4% dan risiko 4,5 kali untuk terjadi spondilolistesis degeneratif.

Diskusi: Tinggi diskus anterior inferior yang rendah, orientasi sendi facet sagital dan derajat degenerasi diskus merupakan faktor risiko terjadinya spondilolistesis degeneratif.

Kata kunci: Derajat degenerasi diskus, orientasi sendi facet, tinggi diskus anterior inferior, spondilolistesis degeneratif

*Departemen Radiologi FK Universitas Diponegoro/RSUP Dr. Kariadi, Semarang. **Korespondensi:** risdaradiologi@gmail.com.

PENDAHULUAN

Diskus intervertebralis merupakan struktur penting pada kolumna vertebralis. Seiring bertambahnya usia, terjadi proses degenerasi pada diskus yang akan menyebabkan kegagalan fungsi dari kolumna vertebralis, seperti spondilolistesis degeneratif yang merupakan penyebab nyeri punggung bawah dan instabilitas lumbal.¹⁻³ Angka kejadiannya meningkat di Amerika Serikat hampir 8% per tahun sejak tahun 1980 dengan 72.000 kasus pada tahun 1993. Faktor risiko spondilolistesis degeneratif diantaranya usia, perempuan, degenerasi vertebra lumbal, orientasi sendi facet sagital yang besar, sudut lordotik lumbal, abnormalitas indeks lumbal, tinggi diskus yang rendah, dan proses spinosus yang pendek.⁴⁻⁸

Jao-visidha dkk menganalisis 100 penderita dengan nyeri punggung bawah, bahwa spondilolistesis degeneratif dapat terjadi pada diskus yang mengalami degenerasi. Degenerasi diskus merupakan faktor penting pada progresifitas pergeseran vertebra. Sekitar 8,7% kasus degeneratif diskus berkembang menjadi spondilolistesis degeneratif. Derajat degenerasi diskus berperan terhadap terjadinya spondilolistesis. Pergeseran vertebra ke anterior pada banyak kasus ditemukan pada degenerasi diskus derajat 3,4, dan 5.⁵⁻⁶

TUJUAN

Untuk menganalisis hubungan antara faktor prediksi anatomi vertebra lumbal dan derajat degenerasi diskus terhadap kejadian spondilolistesis degeneratif serta mengetahui kemampuan prediksi faktor anatomi vertebra lumbal dan derajat degenerasi diskus terhadap kejadian spondilolistesis degeneratif.

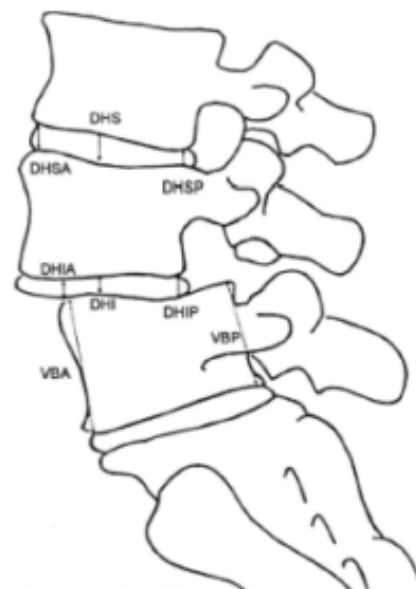
METODE

Penelitian ini merupakan penelitian observasional analitik potong lintang dengan pengambilan sampel secara konsekutif pada bulan Juni sampai November 2015. Kriteria inklusi adalah pasien berusia lebih dari 18 tahun dengan keluhan nyeri punggung bawah yang dilakukan pemeriksaan MRI lumbosakral di Instalasi Radiologi RSUP Dr. Kariadi, Semarang, dengan hasil berupa degenerasi diskus dengan dan tanpa spondilolistesis degeneratif. Kriteria eksklusi adalah pasien pernah dilakukan operasi vertebra regio

lumbal, atau menderita tumor regio lumbal dan/atau regio sakral, metastasis vertebra, kelainan kongenital maupun menderita trauma kolumna vertebralis akut.

Semua subjek dilakukan pengukuran tinggi diskus anterior inferior, indeks lumbal, orientasi sendi facet, dan derajat degenerasi diskus vertebral lumbal 4-5. Pesawat MRI yang digunakan adalah mesin GE 1,5T (Tesla) Signa HDxt 16Ch buatan GE Milwaukee USA.

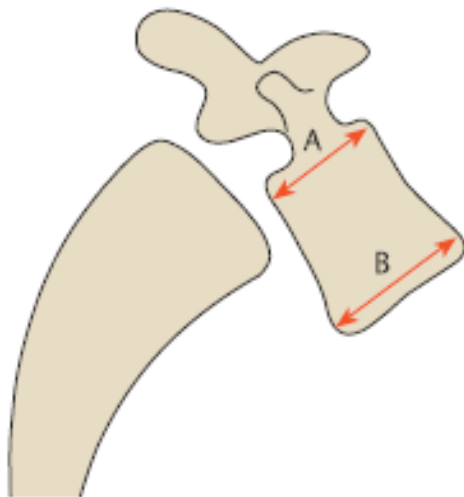
Tinggi diskus anterior inferior diukur pada aspek anterior dari diskus intervertebralis di inferior vertebra yang mengalami pergeseran (Gambar 1). Tinggi diskus anterior inferior dikategorikan normal apabila $\geq 11,3\text{mm}$ dan abnormal apabila kurang dari $11,3\text{mm}$.⁵



Gambar 1. Metode Pengukuran Tinggi Diskus Intervertebralis⁵

Indeks lumbal diukur pada potongan sagital korpus vertebrae yang terletak di bawah korpus yang mengalami pergeseran, berdasarkan rasio tinggi korpus vertebra bagian posterior dibandingkan dengan tinggi korpus vertebra aspek anterior (Gambar 2). Indeks lumbal dikategorikan normal apabila $>72\%$ dan abnormal apabila $\leq 72\%$.⁹

Orientasi sendi facet diukur pada potongan aksial T1 atau T2WI sebagai sudut yang dihubungkan oleh garis pada anteromedial dan posterolateral sendi facet dengan potongan koronal aspek posterior



Gambar 2. Metode Penghitungan Index Lumbal (IL)

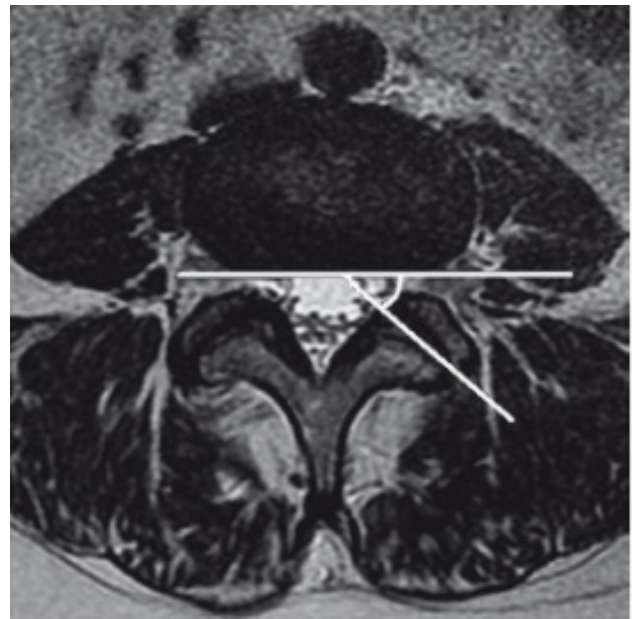
$LA=A/B \times 100$; A=tinggi korpus bagian posterior; B=tinggi korpus bagian anterior.⁹

korpus vertebra (Gambar 3). Orientasi sendi facet dikategorikan normal apabila $\leq 43^\circ$ dan abnormal apabila $>43^\circ$. Derajat degenerasi diskus merupakan derajat perubahan degeneratif pada diskus intervertebralis berdasarkan Pfirrmann yang terdiri dari derajat 1-5 yang menggunakan pemeriksaan MRI sekuens T2.^{8,10-12}

Analisis statistik menggunakan uji *Chi-square*, analisis multivariat regresi logistik berganda, uji probabilitas dan rasio Odds. Uji *Chi-square* terhadap faktor risiko potensial dan faktor dengan nilai uji $p < 0,05$ akan dilakukan analisis multivariat logistik regresi berganda. Perhitungan besarnya risiko terjadinya spondilolistesis degeneratif menggunakan uji probabilitas dan rasio Odds (RO). Apabila RO > 1 dan interval kepercayaan (IK) batas bawah juga > 1 maka variabel tersebut dianggap sebagai faktor prediksi terjadinya kejadian spondilolistesis degeneratif.

HASIL

Penelitian ini terdiri dari 80 subjek dengan degenerasi diskus L4-5 yang dibagi menjadi dua kelompok masing-masing 40 subjek disertai spondilolistesis degeneratif dan 40 subjek tanpa spondilolistesis degeneratif. Subjek dengan kriteria degenerasi diskus disertai spondilolistesis degeneratif terdiri dari laki-laki (32,5%) dan perempuan (67,5%) dengan kelompok usia terbanyak 51-60



Gambar 3. Metode Pengukuran Sudut Sendi Facet


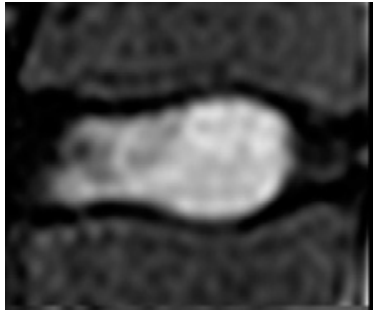
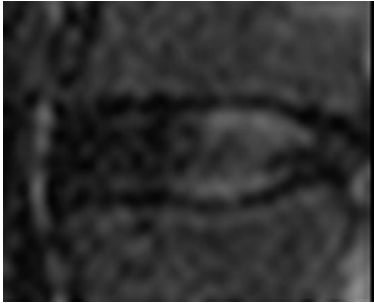
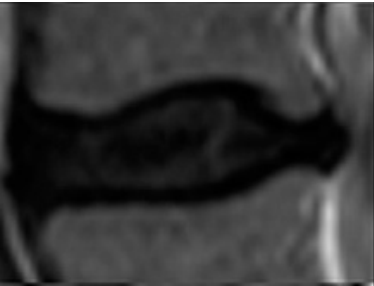
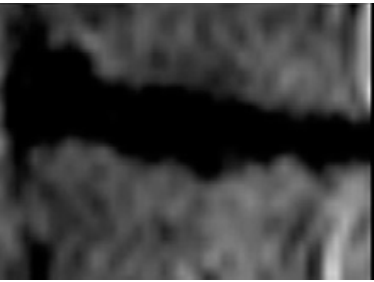
Sendi facet normal lumbal segmen L4-5.⁸

tahun (45%). Subjek dengan kriteria degenerasi diskus tanpa spondilolistesis degeneratif terdiri dari laki-laki (52,5%) dan perempuan (47,5%), dengan kelompok usia terbanyak 51-60 tahun. Penelitian ini menunjukkan bahwa degenerasi diskus lebih sering pada usia lebih dari 50 tahun dan spondilolistesis lebih sering pada jenis kelamin perempuan.

Uji *Chi-square* pada penelitian ini didapatkan hubungan bermakna antara tinggi diskus anterior inferior ($p=0,000$), orientasi sendi facet ($p=0,000$), dan derajat degenerasi diskus terhadap kejadian spondilolistesis degeneratif ($p=0,006$). Sebaliknya tidak terdapat hubungan bermakna antara indeks lumbal dengan kejadian spondilolistesis ($p=1,000$).

Analisis multivariat regresi logistik berganda pada penelitian ini didapatkan tinggi diskus anterior inferior, orientasi sendi facet dan derajat degenerasi diskus merupakan faktor prediksi dominan terhadap kejadian spondilolistesis degeneratif. Subjek dengan orientasi sendi facet abnormal mempunyai nilai prediksi sebesar 91,6% untuk terjadi spondilolistesis degeneratif dengan kecenderungan 273 kali. Subjek dengan tinggi diskus anterior inferior abnormal mempunyai nilai prediksi sebesar 65% dan berisiko 72 kali untuk terjadi spondilolistesis degeneratif. Subjek dengan degenerasi diskus abnormal mempunyai

Tabel 1. Derajat Degenerasi Diskus¹¹⁻¹²

Derajat	Kriteria	Gambaran MRI
1	Tinggi diskus normal; batas antara nukleus dan annulus jelas, struktur internal diskus tampak putih terang	
2	Tinggi diskus normal; batas antara nukleus dan annulus jelas, struktur internal diskus tampak inhomogen	
3	Tinggi diskus normal atau sedikit menurun; batas antara nukleus dan annulus kurang jelas, namun bentuk annulus masih baik, struktur internal diskus tampak abu-abu inhomogen	
4	Tinggi diskus relatif normal atau menurun <i>moderate</i> ; batas antara nukleus dan annulus tidak jelas, struktur internal diskus tampak abu-abu hitam inhomogen	
5	Tinggi diskus sangat menurun; batas antara nukleus dan annulus tidak jelas, struktur internal diskus tampak hitam inhomogen	

Tabel 2. Karakteristik Subjek Penelitian (n=80)

Karakteristik	Disertai spondilolistesis degeneratif (n=40)		n (%)	Tanpa spondilolistesis degeneratif (n=40)		n (%)
	Laki-laki	Perempuan		Laki-laki	Perempuan	
Usia (thn), %						
• ≤40	0 (0)	0 (0)	0 (0)	5 (12,5)	0 (0)	5 (12,5)
• 41-50	1 (2,5)	4 (10)	5 (12,5)	6 (15)	2 (5)	8 (20)
• 51-60	6 (15)	12 (30)	18 (45)	7 (17,5)	11 (27,5)	18 (45)
• 61-70	5 (12,5)	9 (22,5)	14 (35)	2 (5)	5 (12,5)	7 (17,5)
• 70	1 (2,5)	2 (5)	3 (7,5)	1 (2,5)	1(2,5)	2 (5)
TDAI (mm), %						
• Normal	1 (2,5)	0 (0)	1 (2,5)	16 (40)	14 (32,5)	30 (75)
• Abnormal	12 (30)	27 (67,5)	39 (97,5)	5 (12,5)	6 (15)	11 (27,5)
IL (%)						
• Normal	12 (30)	27 (67,5)	39 (97,5)	21 (52,5)	19 (47,5)	40 (100)
• Abnormal	1 (2,5)	0 (0)	1 (2,5)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
OSF (°), %						
• Normal	0 (0)	4 (10)	4 (10)	20 (50)	19 (47,5)	39 (97,5)
• Abnormal	13 (32,5)	23 (57,5)	36 (90)	1 (2,5)	0 (0)	1 (2,5)
DDD, %						
• Pfirmann 1	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
• Pfirmann 2	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
• Pfirmann 3	6 (15)	10 (25)	16 (40)	18 (45)	12 (30)	30 (75)
• Pfirmann 4	7 (17,5)	16 (40)	23 (57,5)	3 (7,5)	7 (17,5)	10 (25)
• Pfirmann 5	0 (0)	1 (2,5)	1 (2,5)	0 (0)	0 (0)	0 (0)

TDAI: tinggi diskus anterior inferior; IL: indeks lumbal; OSF: orientasi sendi facet; DDD: derajat degenerasi dikus.

nilai prediksi terjadinya spondilolistesis degeneratif sebesar 0,4% kecenderungan 4,5 kali dibanding subjek dengan degenerasi diskus yang normal.

PEMBAHASAN

Penelitian ini mendapatkan subjek dengan kriteria degenerasi diskus disertai spondilolistesis degeneratif terdiri dari 32,5% laki-laki dan 67,5% perempuan, serta rentang usia terbanyak 51-60 tahun. Hal ini sesuai dengan Chen dan De-Vine yang menyatakan perempuan merupakan faktor risiko terjadinya spondilolistesis degeneratif. Demikian pula penelitian He dkk pada populasi di China menyebutkan prevalensi terjadinya spondilolistesis

degeneratif pada perempuan lebih besar dibandingkan laki-laki, terutama pada usia tua.^{5,8,12}

Pada penelitian ini didapatkan hubungan yang bermakna antara tinggi diskus anterior inferior, orientasi sendi facet, dan derajat degenerasi diskus terhadap kejadian spondilolistesis degeneratif (p=<0,05) serta tidak terdapat hubungan yang bermakna antara indeks lumbal dan kejadian spondilolistesis degeneratif (p=>0,05). Wang dkk mendapatkan terdapat hubungan yang bermakna antara penyempitan diskus intervertebralis dan kejadian spondilolistesis degeneratif pada kedua jenis kelamin, dengan derajat penyempitan yang lebih berat pada laki-laki pada

Tabel 3. Analisis Statistik Chi-square, Multivariat Logistik Regresi Berganda, dan Uji Probabilitas

Variabel	Chi-square		Multivariat Logistik Regresi			Probabilitas (%)	Rasio Odds	
	Nilai p		Sig	Exp(B)	IK 95%		Nilai	IK 95%
	L	P						
DHIA	0,000	0,001	0,009	0,028	0,002-0,411	91,6	72,429	8,971-584,738
IL	1,000	0,806	*	*	*	65,1	*	*
OSF	0,000	0,000	0,000	0,005	0,000-0,79	0,4	273,000	30,401-2451-529
DDD	0,003	0,038	0,033	12,079	1,230-118,589	*	4,500	1,731-11,696

TDAI=tinggi diskus anterior inferior, IL=indeks lumbal, OSF=orientasi sendi facet, DDD=derajat degenerasi dikus, L=laki-laki, P=perempuan, *tidak dapat dianalisis.

rentang usia yang relatif sama. Kalichman menyatakan orientasi sendi facet berhubungan secara bermakna terhadap kejadian spondilolistesis degeneratif dan degenerasi diskus secara umum berhubungan secara bermakna terhadap kejadian spondilolistesis. He dkk juga menyebutkan bahwa degenerasi diskus dan abnormalitas sendi facet umumnya dianggap sebagai penyebab terjadinya spondilolistesis degeneratif. Demikian pula hasil Wang dkk bahwa pada dekade kedua prevalensi degenerasi diskus lebih tinggi pada laki-laki sedangkan pada dekade kelima prevalensinya lebih tinggi pada perempuan.¹²⁻¹⁵

Rasio Odds pada penelitian ini mengindikasikan subjek dengan tinggi diskus anterior inferior abnormal memiliki risiko 72 kali dengan probabilitas 65% untuk terjadi spondilolistesis degeneratif. Chen menyebutkan L4 merupakan vertebra yang paling sering mengalami pergeseran pada spondilolistesis degeneratif, diikuti L5. Selain itu, terdapat hubungan yang bermakna antara tinggi diskus dan spondilolistesis degeneratif. Subjek dengan tinggi diskus yang berkurang (terutama tinggi diskus anterior inferior) pada level listesis memiliki risiko tinggi terhadap terjadinya spondilolistesis degeneratif di kemudian hari.

Been dkk menunjukkan hubungan yang bermakna antara tinggi diskus intervertebralis dengan spondilolistesis degeneratif. Subjek dengan spondilolistesis degeneratif menunjukkan tinggi diskus intervertebralis yang rendah. Tinggi diskus intervertebralis yang berkurang menjadi faktor predisposisi terjadinya spondilolistesis degeneratif atau merupakan mekanisme kompensasi terhadap pergeseran ke ventral dari vertebra.^{5,16}

Tinggi diskus penting untuk fleksibilitas diskus. Tinggi ini dapat berkurang karena degenerasi diskus mengakibatkan migrasi material diskus ke posterior akibat herniasi diskus. Berkurangnya tinggi diskus menyebabkan beban mekanik yang berlebihan pada sendi facet. Dari beberapa parameter tinggi diskus intervertebralis, tinggi diskus anterior inferior merupakan prediktor independen spondilolistesis degeneratif.^{5,17-19}

Penelitian ini mengindikasikan subjek dengan orientasi sendi facet abnormal mempunyai risiko 273

kali dan probabilitas 91% untuk terjadi spondilolistesis degeneratif. Penelitian review sistematis oleh De-Vine dkk menunjukkan peningkatan risiko spondilolistesis degeneratif seiring meningkatnya usia pada perempuan dan subjek dengan sudut sendi facet yang besar. Orientasi sendi facet yang lebih sagital akan membatasi kemampuan sendi facet untuk melawan pergeseran vertebra ke anterior, selain itu juga berhubungan dengan hipermobilitas dan terjadinya spondilolistesis degeneratif.^{8,18-19}

Penelitian Pichaisak menegaskan bahwa sudut sendi facet meningkat secara kaudal, sehingga terdapat hubungan yang signifikan antara orientasi sendi facet lumbal dan spondilolistesis degeneratif. Penelitian Dai menunjukkan hubungan yang bermakna antara orientasi sendi facet dan spondilolistesis degeneratif. Subjek dengan spondilolistesis degeneratif cenderung memiliki orientasi sendi facet yang lebih sagital. Hal ini menunjukkan abnormalitas morfologi sendi facet lumbal merupakan faktor predisposisi terjadinya spondilolistesis degeneratif.^{8,18-19}

Vertebra merupakan struktur yang fleksibel dengan diskus yang viskoelastis dan sendi facet yang berperan untuk membatasi pergerakan. Subjek dengan orientasi sendi facet yang lebih sagital berpotensi untuk terjadi spondilolistesis degeneratif. Pada spondilolistesis lumbal degeneratif terjadi degenerasi diskus L4-5 dan mekanisme kunci sendi facet gagal, sehingga kondisi vertebra menjadi statis dan tidak stabil. Dengan bertambahnya usia, perubahan facet vertebra dan diskus menyebabkan penyempitan diskus dan ketidakstabilan segmental regio lumbal, sehingga menyebabkan pergeseran vertebra satu sama lain.^{5,8,17,20}

Subjek dengan spondilolistesis degeneratif memiliki sudut sendi facet yang lebih besar, sehingga menurunkan kemampuan sendi facet untuk menahan kekuatan pergeseran vertebra ke depan dan menyebabkan tegangnya diskus yang pada akhirnya mengalami degenerasi. Ketika diskus mengalami degenerasi, aksis fleksi dan ekstensi bergeser ke posterior terhadap sendi facet. Perubahan ini berkontribusi terhadap osteoarthritis sendi facet yang kemudian tidak mampu untuk menahan kekuatan

gerakan ke anterior dan akhirnya menimbulkan spondilolistesis. Adanya hipertrofi ligamentum flavum, protrusio, maupun tonjolan diskus memperburuk kondisi tersebut.²²

Penelitian ini juga mendapatkan subjek dengan degenerasi diskus mempunyai risiko 4,5 kali dan probabilitas 0,4% untuk terjadi spondilolistesis degeneratif. Takebayashi dkk menunjukkan nilai T2 untuk diskus intervertebralis pada kelompok spondilolistesis degeneratif lebih rendah dibandingkan kelompok non-spondilolistesis, nilai ini berhubungan secara signifikan dengan annulus fibrosus anterior. Tidak terdapat hubungan yang bermakna pada nilai T2 antara Meyerding derajat I dan II pada diskus intervertebralis. Hal ini menunjukkan pada tahap awal degenerasi annulus fibrosus anterior berhubungan dengan onset spondilolistesis lumbal, sementara pada tahap lanjut progresifitas spondilolistesis berhubungan dengan degenerasi sendi facet. Penelitian Igbinedion menunjukkan subjek dengan degenerasi diskus dapat mengalami spondilolistesis degeneratif. Sebagian besar sampel (75,2%) mengalami spondilolistesis pada level L4-L5 dan L5-S1 yang merupakan level tersering untuk terjadinya spondilolistesis degeneratif.^{1,4} Hal inilah yang mendasari penelitian ini dilakukan pada subjek dengan spondilolistesis degeneratif level L4-5.

Pada penelitian ini tidak didapatkan hubungan yang bermakna antara indeks lumbal dan kejadian spondilolistesis degeneratif. Penelitian Sairyo dkk menunjukkan bahwa deformitas baji pada korpus vertebra di bawah level vertebra yang mengalami pergeseran masih mungkin diakibatkan oleh spondilolistesis dan tidak selalu sebagai penyebab spondilolistesis. Analisis regresi logistik multivariat pada penelitian Chen menunjukkan tinggi diskus anterior inferior dan indeks lumbal merupakan faktor predisposisi kejadian spondilolistesis degeneratif.^{5,16,18}

Pergeseran vertebra ke anterior dapat disebabkan oleh deformitas baji korpus vertebra pada level di bawah vertebra yang mengalami pergeseran, yang ditunjukkan oleh indeks lumbal yang rendah. Been dkk mendapatkan pada umumnya subjek

dengan spondilolistesis memiliki indeks lumbal yang rendah, berupa adanya deformitas baji pada korpus vertebra pada level di bawah vertebra yang mengalami pergeseran.^{5,16,18} Pada penelitian ini tidak didapatkan deformitas baji pada korpus vertebra di bawah level vertebra yang mengalami pergeseran, sehingga mungkin menjadi faktor penyebab ketidakbermaknaan penelitian ini.

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan. Jumlah sampel yang digunakan tidak cukup besar dibandingkan penelitian-penelitian sebelumnya memiliki jumlah sampel yang jauh lebih banyak. Selain itu, faktor-faktor lain seperti faktor pekerjaan, indeks massa tubuh, kehamilan (riwayat paritas), kelainan sistemik, etnik, genetik dan riwayat operasi seperti ooforektomi serta faktor geometri vertebra lainnya tidak dievaluasi dalam penelitian ini.

KESIMPULAN

Tinggi diskus anterior inferior yang rendah, orientasi sendi facet yang lebih sagital dan derajat degenerasi diskus merupakan faktor risiko terjadinya spondilolistesis degeneratif. Tinggi diskus anterior inferior mempunyai nilai prediksi yang tinggi terhadap kejadian spondilolistesis degeneratif, sedangkan derajat degenerasi diskus mempunyai nilai prediksi yang rendah terhadap kejadian spondilolistesis degeneratif.

DAFTAR PUSTAKA

1. Takebayashi T, Takashima H, Yoshimoto M, Terashima Y, Tsuda H, Ida K, dkk. Analysis of degenerative discs in lumbar spondylolisthesis using MRI T2 mapping. *OJ Rad.* 2012;2(03):77-80.
2. Khodair SA, Ghieda UE, Eltomey MA. Relationship of lumbosacral spine morphometric and lumbar disc degenerative disease in young adult using magnetic resonance imaging. *Egyptian J Radiology and Nuclear Medicine.* 2014;45(2):461-6.
3. Saleem S, Aslam HM, Rehmani MAK, Raees A, Alvi AA, Ashraf J. Lumbar disc degenerative disease: disc degeneration symptoms and magnetic resonance image findings. *Asian Spine J.* 2013;7(4):332-4.
4. Igbinedion BOE, Akhibge A. Correlations of radiographic findings in patients with low back pain. *Nigerian Medical J.* 2011;52(1):28-34.
5. Chen IR, Wei TS. Disc height and lumbar indeks as independent predictors of degenerative spondylolisthesis in middle-aged women with low

- back pain. *Spine*. 2009;34(13):1402-9.
6. Iguchi T, Nishida K, Ozaki T, Kitagawa A, Tsumura N, Kakutani K, dkk. Grade three disc degeneration is a critical stage for anterior spondylolisthesis in lumbar spine. *Eur Spine J*. 2012;21(11):2134-9.
 7. He LC, Wang YXJ, Gong JS, Griffith JF, Zeng XJ, Kwok AWL, dkk. Prevalence and risk factors of lumbar spondylolisthesis in elderly Chinese men and women. *Eur Radiol*. 2014;24(2):441-8.
 8. De Vine JG, Schenk-Kisser JM, Skelly AC. Risk factors for degenerative spondylolisthesis: a systemic review. *Evidence Based Spine Care J*. 2012;3(02):25-34.
 9. Waldt S, Woertler K. Measurement and classifications in musculoskeletal radiology. New York: Thieme; 2014. h. 124-48.
 10. Waterman BR, Belmont PJ, Schoenfeld AJ. Low back pain in the united states: incidence and risk factors for presentation in the emergency setting. *Spine J*. 2012;12(1):63-70.
 11. Tan TL, Borkowski SI, Sangiorgio SN, Campbell PA, Ebramzadeh E. Imaging criteria for the quantification of disc degeneration. *JBJs Reviews*. 2015;3(2):1-10.
 12. Ergun T, Lakadamyali H, Sahin MS. The relation between sagittal morphology of the lumbosacral spine and the degree of lumbar intervertebral disc degeneration. *Acta Orthop Traumatol Turc*. 2010;44(4):293-9.
 13. Wang YX, Griffith JF, Zeng XJ, Deng M, Kwok AW, Leung J, dkk. Prevalence and gender difference of lumbar disc space narrowing in elderly chinese men and women: Mr. OS (Hong Kong) and Ms. OS (Hong Kong). *Arthritis Rheum*. 2013;65(4):1004-10.
 14. Kalichman L, Suri D, Guermazi A, Li L, Hunter DJ. Facet orientation and tropism: association with facet joint osteoarthritis and degenerative spondylolisthesis. *Spine*. 2009;34(16):E579-85.
 15. Wang YJ, Griffith JF. Effect of menopause on lumbar disk degeneration: potential etiology. *RSNA*. 2010;257(2):318-20.
 16. Been E, Li L, Hunter DJ, Kalichman L. Geometry of the vertebral bodies and the intervertebral disc in lumbar segments adjacent to spondylosis and spondylolisthesis: pilot study. *Eur Spine J*. 2011;20(7):1159-65.
 17. Tunset A, Kjaer P, Chreiteh SS, Jensen TS. A Methode for quantitative measurement of lumbar intervertebral disc structures: an intra-and inter-rater agreement and reliability study. *Chiropractic & Manual Therapies*. 2013;21(1):26.
 18. Dai LY. Orientation and tropism of lumbar facet joints in degenerative spondylolisthesis. *SICOT*. 2001;25(1):40-2.
 19. Phicaisak W, Chotiyarnwong C, Chotiyarnwong P. Facet joint orientation and tropism in lumbar degenerative disc disease and spondylolisthesis. *J Med Assoc Thai*. 2015;98(4):373-79.
 20. Waterman BR, Belmont PJ, Schoenfeld AJ. Low back pain in the United States: incidence and risk factors for presentation in the emergency setting. *Spine J*. 2012;12(1):63-70.
 21. Huang KY, Lin RM, Lee YL, Li JD. Factors affecting disability and physical function in degenerative lumbar spondylolisthesis of L4-5: evaluation with aksially loaded MRI. *Eur Spine J*. 2009;18(12):1851-7.
 22. Moo IH, Tan SW, Kasat N, Thng LK. A case report of 3-level degenerative spondylolisthesis with spinal canal stenosis. *Intl J Surgery Case Reports*. 2015;8:120-3.