

DOI:10.12025/j.issn.1008-6358.2017.20170098

腰椎间盘突出与脊柱骨盆矢状面参数的相关性

李庚午, 杨长伟, 陈 凯, 朱晓东, 李 明*

第二军医大学长海医院骨科, 上海 200433

[摘要] **目的:**探讨腰椎间盘突出与脊柱骨盆矢状位参数的关系。**方法:**回顾性分析2013年1月至2015年12月76例脊柱外科腰椎间盘突出疾病(腰椎间盘突出症、退变性腰椎不稳症)患者的临床资料。在脊柱全长片上测量矢状位参数,包括胸椎后凸角(TK)、腰椎前凸角(LL)、骶骨倾斜角(SS)、骨盆倾斜角(PT)、骨盆入射角(PI)、矢状面垂直轴(SVA),分析各项指标与腰椎间盘突出位置、范围、程度的相关性。**结果:**年龄与退变位置($r=-0.358, P<0.01$)、退变范围($r=0.329, P<0.01$)、退变程度($r=0.452, P<0.01$)明显相关;PI与退变位置明显相关($r=-0.257, P<0.05$);SVA与退变范围($r=0.304, P<0.01$)、退变程度($r=0.353, P<0.01$)明显相关。 $PI\leq 50^\circ$ 组患者位置值为 4.14 ± 0.64 , $PI>50^\circ$ 组患者位置值为 3.57 ± 1.08 , 差异有统计学意义($P<0.05$)。**结论:**腰椎间盘突出位置受脊柱骨盆矢状面形态的影响,小PI人群倾向于 $L_{4/5}$ 、 L_5/S_1 椎间盘的退变,大PI人群更倾向于 $L_{3/4}$ 、 $L_{4/5}$ 椎间盘的退变。

[关键词] 腰椎间盘突出;脊柱骨盆参数;矢状面平衡**[中图分类号]** R 681.5⁺3 **[文献标志码]** A

Correlation between lumbar disc degeneration and sagittal parameters of spino-pelvic alignment

LI Geng-wu, YANG Chang-wei, CHEN Kai, ZHU Xiao-dong, LI Ming*

Department of Orthopedics, Changhai Hospital, Second Military Medical University, Shanghai 200433, China

[Abstract] **Objective:** To explore the correlation between the location, range and degree of lumbar disc degeneration (LDD) and sagittal parameters of spino-pelvic alignment. **Methods:** The clinical data of 76 patients with lumbar disc degeneration (lumbar disc herniation and degenerative lumbar instability) who underwent surgery from January 2013 to December 2015 were retrospectively analyzed. Full-length radiographs of the spine were taken to evaluate thoracic kyphosis (TK), lumbar lordosis (LL), sacral slope (SS), pelvic incidence (PI), pelvic tilt (PT), and sagittal vertical axis (SVA). The correlational analysis was carried out between the location, range and degree of lumbar disc degeneration and spino-pelvic sagittal parameters. **Results:** Age was related to location ($r=-0.358, P<0.01$), range ($r=0.329, P<0.01$), degree ($r=0.452, P<0.01$). PI was related to degeneration location ($r=-0.257, P<0.05$). SVA was related to degeneration range ($r=0.304, P<0.01$) and degeneration degree ($r=0.353, P<0.01$). The value of degeneration location in patients with $PI\leq 50^\circ$ was 4.14 ± 0.64 , yet the value in patients with $PI>50^\circ$ was 3.57 ± 1.08 ($P<0.05$). **Conclusions:** The location of lumbar disc degeneration are correlated with spino-pelvic sagittal parameters. PI is an important factor affecting the location of lumbar disc degeneration. The population with $PI\leq 50^\circ$ are more likely to develop lumbar disc degeneration in $L_{4/5}$ and L_5/S_1 discs, while the population with $PI>50^\circ$ are more likely to develop lumbar disc degeneration in $L_{3/4}$ and $L_{4/5}$ discs.

[Key Words] lumbar disc degeneration; spino-pelvic parameters; sagittal balance

脊柱退变性疾病常继发于椎间盘退变。椎间盘退变与脊柱生物力学、生物学、损伤、炎症、营养等多种因素相关^[1-2]。生物力学因素是导致椎间盘退变的重要原因^[3]。人体各个部分相互协调以维持站立时的平衡会形成不同的矢状位形态,产生不同

的生物力学特点^[4]。不同矢状位形态是否会影响椎间盘退变,目前研究较少。因此,本研究对腰椎间盘突出退变发生的位置、程度、范围与脊柱骨盆矢状位参数的相关性进行了初步研究,为后续研究奠定基础。

[收稿日期] 2017-02-09**[接受日期]** 2017-02-28**[基金项目]** 上海市自然科学基金(16ZR1449100). Supported by Natural Science Foundation of Shanghai (16ZR1449100).**[作者简介]** 李庚午,硕士生. E-mail: spineligengwu@163.com

*通信作者(Corresponding author). Tel: 021-31161700, E-mail: limingch@21cn.com

1 资料与方法

1.1 一般资料 选择 2013 年 1 月至 2015 年 12 月本院收治的腰椎间盘突出患者。纳入标准:年龄 >18 岁、确诊腰椎间盘突出疾病(腰椎间盘突出症、退变性腰椎不稳症);具有全脊柱正侧位 X 线片和术前腰椎 MRI。排除标准:排除脊柱肿瘤、外伤、炎症、峡部裂、畸形患者;排除神经肌肉疾病、下肢疾病影响站立患者。统计患者年龄、身高、体质量等一般情况。

1.2 影像学测量 采用医院 PACS 系统,在站立位全脊柱正侧位 X 线片上进行脊柱矢状面参数的测量,采用最大 Cobb 角法^[5]。在腰椎 MRI 正中矢状位 T_2WI 上对 $T_{12}\sim S_1$ 6 个椎间盘进行评估。

1.2.1 脊柱骨盆参数 胸椎后凸角(thoracic kyphosis, TK):上胸椎倾斜最大的椎体与胸椎后凸、腰椎前凸交界的夹角;腰椎前凸角(lumbar lordosis, LL):胸椎后凸、腰椎前凸交界处与 S_1 上终板的夹角;骨盆入射角(pelvic incidence, PI):经 S_1 上终板中点作垂直于上终板的直线,该线与 S_1 上终板中点和股骨头中心点连线的夹角;骨盆倾斜角(pelvic tilt, PT): S_1 上终板中点及股骨头中心点连线与铅垂线之间的夹角;骶骨倾斜角(sacral slope, SS): S_1 上终板切线与水平线的夹角;矢状面垂直轴(sagittal vertical axis, SVA):经 C_7 椎体中心的铅垂线与 S_1 终板后上角之间的水平距离。

1.2.2 椎间盘退变分级 采用 Pfirrmann 分级系统^[6],1 级:髓核均质,透亮,与纤维环分界清,椎间盘高度正常;2 级:髓核非完全均质,与纤维环分界清,椎间盘高度正常;3 级:髓核中等程度变暗,与纤维环分界不清,椎间盘高度正常或轻度降低;4 级:出现黑间盘髓核和纤维环分界丧失,椎间盘高度降低;5 级:黑间盘,分界完全丧失,椎间隙塌陷。退变分级可直接代表椎间盘退变的严重程度。

1.3 位置量化、范围选择、程度处理 位置量化: $T_{12}\sim L_5$ 椎间盘退变分别记录为 0、1、2、3、4、5, T_{12}/L_1 椎间盘退变记为 0, $L_{1/2}$ 椎间盘退变记为 1, $L_{2/3}$ 椎间盘退变记为 2, $L_{3/4}$ 椎间盘退变记为 3, $L_{4/5}$ 椎间盘

退变记为 4; L_5/S_1 椎间盘退变记为 5。数值大小反映了椎间盘位置,且与腰椎间盘突出序数一致。范围选择:常规选取分级 4 级和 5 级的椎间盘节段;最严重节段仅为 3 级,则选 3 级对应节段。退变程度:退变范围内椎间盘退变程度相加除以退变范围。

示例如下:单节段退变,如 $L_{4/5}$ 椎间盘 4 级退变,则位置为 4,范围为 1,程度为 4;双节段退变,如 $L_{4/5}$ 椎间盘 4 级退变, L_5/S_1 椎间盘 5 级退变,则位置为 $(4+5)/2=4.5$,范围为 2,程度为 $(4+5)/2=4.5$;三节段退变,如 $L_{3/4}$ 椎间盘 4 级退变, $L_{4/5}$ 椎间盘 5 级退变, L_5/S_1 椎间盘 5 级退变,则位置为 $(3+4+5)/2=4$,范围为 3,程度为 $(4+5+5)/3=4.7$,以此类推。

1.4 统计学处理 采用 SPSS 21.0 统计软件进行数据录入及统计分析。将各参数进行描述性统计分析并用双侧 t 检验比较不同性别间各参数有无差异,检验水准(α)为 0.05。将椎间盘退变位置、范围、程度与年龄、体质指数(BMI)、脊柱骨盆矢状位参数行 Pearson 相关分析(双侧),检验水准(α)为 0.05。根据 PI 的不同对椎间盘退变位置、范围、程度进行双侧 t 检验。检验标准(α)为 0.05。

2 结果

2.1 患者一般资料及基本参数 纳入 76 例患者,男性 37 例,女性 39 例,年龄 19~78 岁,平均 56 岁。男性和女性平均年龄分别是 58.86 岁、53.28 岁,差异有统计学意义($P<0.05$)。不同性别间退变范围、程度差异有统计学意义($P<0.05$,表 1)。

2.2 各参数间相关分析 结果(表 2)表明:年龄与 TK($r=0.376$, $P<0.01$)、退变位置($r=-0.358$, $P<0.01$)、退变范围($r=0.329$, $P<0.01$)、退变程度($r=0.452$, $P<0.01$)相关;TK 与 LL($r=0.531$, $P<0.01$)相关;LL 与 PI($r=0.409$, $P<0.01$)、SS($r=0.827$, $P<0.01$)相关;PI 与 SS($r=0.532$, $P<0.01$)、PT($r=0.711$, $P<0.01$)、退变位置($r=-0.257$, $P<0.05$)相关;SVA 与退变范围($r=0.304$, $P<0.01$)、退变程度($r=0.353$, $P<0.01$)相关。

表 1 患者基本参数资料及男女间参数的对比

指 标	总体(<i>n</i> = 76)	男性(<i>n</i> = 37)	女性(<i>n</i> = 39)	<i>P</i> 值 (男性 <i>vs</i> 女性)
年龄(岁)	56.00 ± 10.85	58.86 ± 10.58	53.28 ± 10.52	0.024
BMI(kg · m ⁻²)	24.20 ± 2.95	23.98 ± 2.94	24.41 ± 2.98	0.530
TK θ(°)	36.41 ± 9.24	37.40 ± 9.50	35.46 ± 9.01	0.363
LL θ(°)	43.17 ± 11.10	44.03 ± 11.29	42.36 ± 11.00	0.516
PI θ(°)	50.72 ± 10.67	48.51 ± 10.94	52.82 ± 10.11	0.079
SS θ(°)	30.12 ± 7.69	30.89 ± 7.61	29.38 ± 7.80	0.397
PT θ(°)	20.61 ± 9.26	17.62 ± 9.06	23.44 ± 8.63	0.005
SVA l/mm	29.30 ± 37.26	38.03 ± 37.50	21.02 ± 35.55	0.046
位置	3.84 ± 0.94	3.74 ± 0.78	3.92 ± 1.07	0.408
范围	2.11 ± 1.23	2.41 ± 1.36	1.81 ± 1.01	0.036
程度	3.55 ± 0.66	3.73 ± 0.73	3.38 ± 0.54	0.020

表 2 腰椎间盘突出特点与矢状面参数相关性

指 标	BMI	TK	LL	PI	SS	PT	SVA	位置	范围	程度
年龄	-0.099	0.376**	0.204	0.030	-0.001	0.035	0.192	-0.358**	0.329**	0.452**
BMI		-0.020	-0.006	0.068	-0.052	0.122	0.024	-0.108	0.023	0.114
TK			0.531**	-0.008	0.114	-0.104	-0.047	-0.272*	0.133	0.235*
LL				0.409**	0.827**	-0.216	-0.481**	-0.149	0.074	0.025
PI					0.532**	0.711**	0.018	-0.257*	0.160	-0.039
SS						-0.218	-0.329**	-0.023	0.006	-0.126
PT							0.295**	-0.277*	0.179	0.060
SVA								-0.202	0.304**	0.353**
位置									-0.453**	-0.378**
范围										0.458**

* *P* < 0.05, ** *P* < 0.01

2.3 不同 PI 对椎间盘退变的影响 根据 PI 大小 0.64, PI > 50° 组患者位置为 3.57 ± 1.08, 差异有统
分组分析(表 3)发现: PI ≤ 50° 组患者位置为 4.14 ± 1.08, 差异有统
计学意义(*P* < 0.05)。典型病例见图 1。

表 3 椎间盘退变的位置、范围、程度与 PI 大小的关系

N = 76

指 标	PI ≤ 50° (<i>n</i> = 35)	PI > 50° (<i>n</i> = 41)	<i>P</i> 值
位置	4.14 ± 0.64	3.57 ± 1.08	0.008
范围	1.97 ± 0.92	2.23 ± 1.44	0.38
程度	3.46 ± 0.61	3.63 ± 0.70	0.25
总程度	20.77 ± 3.02	21.48 ± 3.65	0.36

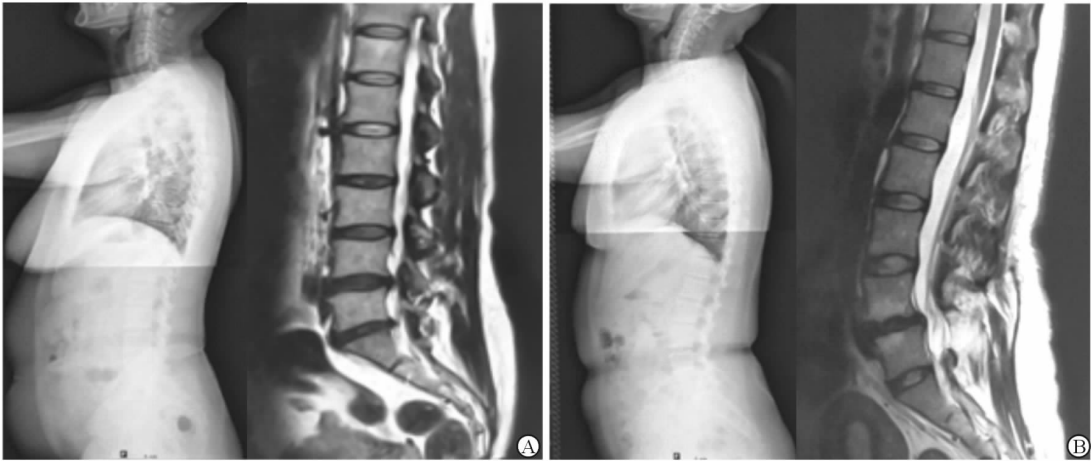


图 1 两例典型患者的影像学资料

A: 患者 1, PI = 35°; B: 患者 2, PI = 59°

3 讨论

腰椎间盘突出和腰椎间盘突出症、退变性滑脱、退变性侧弯等多种疾病相关。年龄与腰椎间盘的退变密切相关^[1,7]。本研究结果显示,年龄与退变位置($r = -0.358$, $P < 0.01$)、退变范围($r = 0.329$, $P < 0.01$)、退变程度($r = 0.452$, $P < 0.01$)均明显相关,提示随着年龄的增大,退变位置升高,范围变大,程度加重。

应力对腰椎间盘突出退变的影响不容忽视,腰椎的曲度由上到下逐渐增大,下腰椎占整个腰椎前凸的 2/3,受到的应力最为集中,是腰椎间盘突出退变的好发节段^[8]。应力在腰椎间盘突出退变的过程中起到了重要的作用。生物力学研究表明,腰椎间盘的退变与垂直的纵向负荷和椎间盘受到的剪切力相关^[9],且剪切力的大小随脊柱的运动发生变化^[3]。腰椎退变会导致腰椎间盘突出,好发于 L_{4/5}、L₅/S₁ 椎间盘^[10];腰椎退变同样会导致腰椎不稳,但好发节段与腰椎间盘突出症不同。Aono 等^[11]对 142 例女性进行了 8 年以上的前瞻性研究,结果发现退变性滑脱发生率为 12.7%,4 例发生了 L₃ 退变性滑脱,14 例发生了 L₄ 退变性滑脱,发生滑脱人群有着更大的 LL、PI,椎体的倾斜、椎间高度的丢失更严重,且 L₃ 退变性滑脱较 L₄ 退变性滑脱有更大的 PI 和腰椎曲度和 L₃ 椎体的倾斜。Gille 等^[12]对欧洲多中心共 670 例退变滑脱患者进行统计,73% 的退变性滑脱发生在 L_{4/5} 椎间盘,18% 发生在 L_{3/4} 椎间盘,3% 发生于 L_{2/3} 椎间盘。本研究结果显示腰椎间盘突出退变的位置值为 3.84 ± 0.94 ,与这两种典型的椎间盘疾病发生的平均位置相符。

不同的腰椎曲度会引起生物力学的改变,而每个人的腰椎曲度并不一样。Roussouly 等^[13]将腰椎曲度分为 4 型,1 型:SS 小于 35°,PI 小,腰椎前凸顶点最低,位于 L₅ 中部,腰椎含椎体最少,胸腰段转折点低且靠后,其上形成一个较大的弧形胸椎后凸;2 型:SS 小于 35°,腰椎前凸顶点位于 L₄ 底部,腰椎较长、腰椎前凸包含椎体也较多,胸腰转折点较高且相对 1 型靠前,整个脊柱腰弯和胸弯都比较小;3 型:SS 在 35°~45°,腰椎前凸顶点位于 L₄ 中部,腰弯较大,脊柱矢状面呈完美 S 型;4 型:SS 大于 45°,腰椎前凸顶点在 L₃ 或更高,腰弯最大,认为 1、2 型容易发生椎间盘突出症,4 型易出现椎管狭窄,3 型腰椎患病率最低。Chaléat-Valayer 等^[14]认为,下腰

痛更易发生在 2 型及 PI 较大的 4 型人群。

正常人脊柱的矢状面形态和骨盆参数有着密切关系^[15]。矢状面形态(头-脊柱-骨盆-双下肢)是相互影响的,通过局部脊柱内曲度的增加或减少、骨盆的后旋、下肢的弯曲来维持重心和视线的水平^[16-17]。本研究结果显示,PI 与 SS 明显相关、SS 与 LL 明显相关,LL 与 TK 明显相关,SVA 与 LL 明显相关,SVA 与 PT 明显相关,SVA 与退变范围明显相关,SVA 与退变程度明显相关,与上述研究结果基本一致,且随退变范围增加和程度加重,脊柱不断前倾。

本研究发现年龄与 TK 相关,TK 随年龄的增加而增加,与 Zhu 等^[15]的研究结果相似,但与 Xu 等^[18]的测量结果并不完全相符,仍有待进一步研究。

腰椎间盘突出退变可引起腰椎间盘突出或不稳^[19],突出症患者 PI 更小^[13],不稳滑脱患者 PI 更大^[11,20]。PI 的大小对应着不同曲度的腰椎,较小的 PI 对应着较小的腰椎曲度,并常在 L₅ 处形成锐利的转角。大的 PI 对应着大的圆钝的弧形转角,常在 L₃、L₄、L₅ 甚至更多椎体,此每个椎体倾角都较大。本研究结果显示:按 PI 大小分组后,PI ≤ 50° 组患者位置值为 4.14 ± 0.64 ,PI > 50° 组患者位置值为 3.57 ± 1.08 ,差异有统计学意义($P < 0.05$)。部分大 PI 患者 L₅/S₁ 椎间盘更加倾斜,退变程度明显低于 L_{4/5} 椎间盘,考虑与后部结构的保护有关。

综上所述,腰椎间盘突出退变的位置受脊柱骨盆矢状面形态的影响,小 PI 人群倾向于 L_{4/5}、L₅/S₁ 椎间盘的退变,大 PI 人群更倾向于 L_{3/4}、L_{4/5} 椎间盘的退变。本研究结果提示,矢状面形态对脊柱易发生何位置腰椎间盘突出退变有一定的预测作用,可根据患者 PI 进行健康指导、预防,为后续研究奠定了基础。

参考文献

- [1] TERAGUCHI M, YOSHIMURA N, HASHIZUME H, et al. Progression, incidence, and risk factors for intervertebral disc degeneration in a longitudinal population-based cohort: the Wakayama Spine Study [J]. Osteoarthritis Cartilage, 2017. pii: S1063-4584(17)30007-9.
- [2] 李仁淑,张广建,闫清华,等. 射频消融联合医用臭氧治疗包容性腰椎间盘突出症的疗效分析[J]. 中国临床医学,2014,21(4):216-218.
- [3] HEE H T, CHUAH Y J, TAN B H, et al. Vascularization and morphological changes of the endplate after axial compression and distraction of the intervertebral disc [J].

- Spine (Phila Pa 1976), 2011,36(7):505-511.
- [4] ROUSSOULY P, PINHEIRO-FRANCO J L. Biomechanical analysis of the spino-pelvic organization and adaptation in pathology[J]. Eur Spine J, 2011,20 (Suppl 5):609-618.
- [5] MAC-THIONG J M, BERTHONNAUD E, DIMAR J R 2nd, et al. Sagittal alignment of the spine and pelvis during growth [J]. Spine (Phila Pa 1976), 2004, 29 (15): 1642-1647.
- [6] PFIRRMANN C W, METZDORF A, ZANETTI M, et al. Magnetic resonance classification of lumbar intervertebral disc degeneration[J]. Spine (Phila Pa 1976), 2001,26(17):1873-1878.
- [7] SIVAN S S, WACHTEL E, ROUGHLEY P. Structure, function, aging and turnover of aggrecan in the intervertebral disc[J]. Biochim Biophys Acta, 2014,1840(10):3181-3189.
- [8] KOROVISSIS P G, STAMATAKIS M V, BAIKOUSIS A G. Reciprocal angulation of vertebral bodies in the sagittal plane in an asymptomatic Greek population[J]. Spine (Phila Pa 1976), 1998,23(6):700-704.
- [9] STOKES I A, IATRIDIS J C. Mechanical conditions that accelerate intervertebral disc degeneration: overload versus immobilization[J]. Spine (Phila Pa 1976), 2004, 29 (23): 2724-2732.
- [10] DEYO R A, MIRZA S K. CLINICAL PRACTICE. Herniated lumbar intervertebral disk [J]. N Engl J Med, 2016,374(18):1763-1772.
- [11] AONO K, KOBAYASHI T, JIMBO S, et al. Radiographic analysis of newly developed degenerative spondylolisthesis in a mean twelve-year prospective study [J]. Spine (Phila Pa 1976), 2010,35(8):887-891.
- [12] GILLE O, CHALLIER V, PARENT H, et al. Degenerative lumbar spondylolisthesis: cohort of 670 patients, and proposal of a new classification[J]. Orthop Traumatol Surg Res, 2014,100(6 Suppl):S311-S315.
- [13] ROUSSOULY P, GOLLOGLY S, BERTHONNAUD E, et al. Classification of the normal variation in the sagittal alignment of the human lumbar spine and pelvis in the standing position[J]. Spine (Phila Pa 1976), 2005,30(3): 346-353.
- [14] CHALÉAT-VALAYER E, MAC-THIONG J M, PAQUET J, et al. Sagittal spino-pelvic alignment in chronic low back pain[J]. Eur Spine J, 2011,20 (Suppl 5):634-640.
- [15] ZHU Z, XU L, ZHU F, et al. Sagittal alignment of spine and pelvis in asymptomatic adults: norms in Chinese populations[J]. Spine (Phila Pa 1976), 2014,39(1):E1-E6.
- [16] LE HUEC J C, CHAROSKY S, BARREY C, et al. Sagittal imbalance cascade for simple degenerative spine and consequences: algorithm of decision for appropriate treatment [J]. Eur Spine J, 2011,20 (Suppl 5):699-703.
- [17] LAMARTINA C, BERJANO P. Classification of sagittal imbalance based on spinal alignment and compensatory mechanisms[J]. Eur Spine J, 2014,23(6):1177-1189.
- [18] XU L, QIN X, ZHANG W, et al. Estimation of the ideal lumbar lordosis to be restored from spinal fusion surgery: a predictive formula for Chinese population[J]. Spine (Phila Pa 1976), 2015,40(13):1001-1005.
- [19] 王 斌, 曾忠友, 韩建福. 正中旁入路单侧椎弓根螺钉内固定术治疗腰椎间盘突出伴腰椎不稳症[J]. 中国临床医学, 2011,18(6):828-831.
- [20] SCHULLER S, CHARLES Y P, STEIB J P. Sagittal spinopelvic alignment and body mass index in patients with degenerative spondylolisthesis[J]. Eur Spine J, 2011,20(5): 713-719.

[本文编辑] 廖晓瑜, 贾泽军