

doi: 10.13241/j.cnki.pmb.2017.15.014

不同性别腰椎间盘突出症患者脊柱-骨盆矢状位参数差异研究*

张建新^{1,2} 梁卓文¹ 乔林¹ 宋基伟¹ 黄培培¹ 杨智伟¹ 胡学昱^{1Δ} 王哲^{1Δ}

(1 第四军医大学西京医院骨科 陕西 西安 710032; 2 渭南市中心医院骨科 陕西 渭南 714000)

摘要 目的:探讨不同性别腰椎间盘突出症(Lumbar disc herniation, LDH)患者脊柱-骨盆矢状位参数差异特点。**方法:**回顾性分析2014年1月至2016年3月在第四军医大学西京医院脊柱外科因LDH住院手术治疗,且具有术前脊柱站立位全长X线片的患者共222例,其中男125例,女97例,年龄20-80岁,平均年龄50.97岁;应用图形分析软件Surgimap进行参数测量,在站立位全长脊柱侧位X线片上测量参数包括:骨盆投射角(Pelvic incidence, PI)、骨盆倾斜角(Pelvic tilt, PT)和骶骨倾斜角(Sacral slope, SS),胸椎后凸角(Thoracic Kyphosis, TK)、腰椎前凸角(Lumbar lordosis, LL)、矢状面垂直轴(Sagittal vertical axis, SVA)。根据性别分组,比较不同性别之间各参数、发病累及节段、不同年龄段发病率之间的差异。应用SPSS 19.0对数据进行统计分析。**结果:**LDH患者男女性别之间比较发现,男性PI $43.82 \pm 8.66^\circ$, 女性PI $47.75 \pm 8.50^\circ$, $P=0.001$ ($P<0.05$),具有统计学显著性差异,年龄、PT、SS、LL、TK、SVA无显著性差异;不同性别LDH患者所累及节段分别进行统计, $P=0.480$ ($P>0.05$),无统计学显著性差异;不同性别LDH患者不同年龄段的发病率进行统计,应用Pearson卡方检验进行统计分析, $P=0.024$ ($P<0.05$),具有统计学显著性差异。然后将各年龄段发病率通过u检验进行比较,20-40岁段 $P=0.023$ ($P<0.05$),具有统计学显著性差异。**结论:**PI也可能与LDH的发病有关,男性患者PI小于女性患者,可能是在LDH发病中男性多于女性,且男性更早发病的一个重要原因。

关键词:腰椎间盘突出; 脊柱-骨盆矢状序列; 放射学

中图分类号:R681.5 **文献标识码:**A **文章编号:**1673-6273(2017)15-2857-05

Study on the Difference of the Parameters of the Sagittal Position of the Spine and Pelvis in Patients with Lumbar Disc Herniation*

ZHANG Jian-xin^{1,2}, LIANG Zhuo-wen¹, QIAO Lin¹, SONG Ji-wei¹, HUANG Pei-pei¹, YANG Zhi-wei¹, HU Xue-yu^{1Δ}, WANG Zhe^{1Δ}

(1 The Department of Orthopedics, Xijing Hospital, The Fourth Military Medical University, Xi'an, Shaanxi, 710032, China;

2 The Department of Orthopedics, Weinan Central Hospital, Weinan, Shaanxi, 714000, China)

ABSTRACT Objective: To investigate the characteristics of different disc herniation (LDH) in patients with lumbar disc herniation.

Methods: A retrospective analysis from January 2014 to March 2016 in Xijing Hospital of The Fourth Military Medical University of spinal surgery hospitalized with LDH surgical treatment, with preoperative spinal X-ray standing length of patients with a total of 222 cases of male L25 patients, 97 were female, aged 20 - 80 years old, the average age of 50.97 years; application of graphic analysis software Surgimap parameter measurement the parameters included in the standing length of spine lateral radiographs: pelvic incidence (PI), pelvic tilt (PT) and sacral slope (SS), thoracic kyphosis (TK), lumbar lordosis (LL), sagittal vertical axis (SVA). According to gender groups, the differences between the different parameters, the incidence of involvement of the segment and the incidence of different age groups were compared. Statistical analysis of data using SPSS 19. **Results:** Comparison between LDH patients with gender, PI of male $43.82 \pm 8.66^\circ$, female $47.75 \pm 8.50^\circ$, $P=0.001$ ($P<0.05$), there were statistically significant differences in sex, but in age, PT, SS, LL, TK and SVA had no significant difference; gender differences in LDH involved segments into the statistics. $P=0.480$ ($P>0.05$), there was no statistically significant difference; statistical incidence between male and female patients with LDH of different age rate, application of Pearson chi square test was used for statistical analysis, $P=0.024$ ($P<0.05$), a statistically significant difference. Then the incidence rate of each age group was compared by U Test, 20 to 40 years old $P=0.023$ ($P<0.05$), with a statistically significant difference. **Conclusion:** PI may also be related to the incidence of LDH, male patients with PI less than female patients, may be in the incidence of LDH in men than women, and an important reason for the early onset of men.

Key word: Lumbar disc herniation; Spine - pelvic sagittal sequence; Radiologia

Chinese Library Classification (CLC): R681.5 **Document code:** A

Article ID: 1673-6273(2017)15-2857-05

前言

腰椎间盘突出症(LDH, lumbar disc herniation)是骨科的常见病和多发病,是腰腿痛最常见的病因。根据《实用骨科学》第

* 基金项目:国家自然科学基金项目(81070996; 81572151)

作者简介:张建新,男,硕士研究生,主治医师,主要研究方向:脊柱骨折、退变及脊髓损伤,电话:13572366230, E-mail: 287786010@qq.com

Δ 通讯作者:王哲,电话:13991185936, E-mail: wangzhe@fmmu.edu.cn;

胡学昱,电话:13572528315, E-mail: huxueyu@fmmu.edu.cn

(收稿日期:2016-12-12 接受日期:2016-12-28)

四版记载^[1],其发病率约为 1%-2%,手术率约为 10%-20%,多以青壮年发病,男性多于女性,主要累及 L4/5, L5/S1 节段(90%以上)。其为发病原因较多,与年龄,性别,肥胖,吸烟,自身免疫学,遗传基因学,炎性刺激,机械损伤,生物力学等多因素相关,具体病因尚不清楚。本研究着重关注生物力学方面,暨脊柱-骨盆矢状位参数在 LDH 发病机制的作用。自 1992 年 Duval-Bacaupepe 等^[2]提出骨盆参数 PI(Pelvic incidence)这个概念以来,骨盆参数愈来愈受到脊柱外科医生的重视。很多学者的研究发现一些脊柱疾患的发病与骨盆参数 PI 具有相关性。Labelle 等^[3]的研究发现 Scheuermann 病患者 PI($PI < 35^\circ$) 小于无症状人群,而峡部裂性滑脱患者的 PI($PI > 85^\circ$) 大于无症状人群。Jean-Marc 等^[4]的研究发现青少年特发性脊柱侧凸(AIS)患者的 PI 明显大于无症状正常青少年。还有一些研究^[5,6]发现高 PI 是退行性腰椎滑脱的诱病因素。在 LDH 研究领域,Ragnics and Endo 等^[7,8]发现 LDH 患者较无症状人群比较 SS、LL 减小,PT 增大,SVA 前移,但 PI 无显著性差异。而 Barrey 等^[9]的研究发现 LDH 患者较无症状人群 PI 减小。文献回顾尚无 LDH 是否在性别间存在脊柱-骨盆矢状位参数差异。传统认为男性多于女性发病主要与劳动强度大及外伤等因素有关。本研究旨在探讨是否因脊柱-骨盆矢状位参数的差异,从而也是导致男性较女性多发病的一个病因。

1 资料与方法

1.1 病例选择

回顾性分析 2014 年 1 月至 2016 年 3 月在第四军医大学西京医院骨科病医院脊柱外科因 LDH 住院手术治疗,且具有术前脊柱站立位全长 X 线片的患者共 222 例,其中男 125 例,女 97 例,年龄 20-80 岁,平均年龄 50.97 岁;共累及 285 个椎间盘,其中累及 L1/2 2 例,L2/3 8 例,L3/4 26 例,L4/5 153 例,L5/S1 94 例,累及单节段 171 例,2 个及以上节段 51 例。

纳入标准:1.年龄 ≥ 20 岁;2.经严格保守治疗无效,首次行 LDH 手术患者;3.具备术前清晰站立位脊柱全长 X 线片。

排除标准:1.既往脊柱、髋关节手术史;2.具有腰椎感染、结核、肿瘤、创伤等病史;3.合并有先天性脊柱畸形、滑脱、强直性脊柱炎、休门氏病等病史;4.下肢骨关节疾病;5.BMI 大于 28。

1.2 测量指标

影像学摄片标准:按照 HORTON 描述的方法:患者自然站立,直视前方,双脚站立与肩同宽,,双肘关节屈曲自然握拳,弯曲腕关节自然放置于锁骨上窝部。采用西京医院 PhilipsDR 系统拍摄,分别以胸椎 5-7 节和腰 3 椎体为中心拍摄,在影像系统的阅片窗口调整光栅并按照标志线自动拼接脊柱全长片,要求包括 C7 和双侧股骨头下 10 cm 在内,保存为 JPG 格式并输出。脊柱-骨盆矢状位参数测量方法:采用 Surgimap 软件测量一下影像学参数:(1)骨盆投射角(Pelvic incidence angle,PI),为骶骨上终板中点垂线与骶骨中点与双侧股骨头中点连线之间的夹角,PI 是形态学参数,是相对恒定、独立的骨盆空间参数;(2)骶骨倾斜角(Sacral slope,SS),即骶骨上终板与水平面之间的夹角,SS 是位置参数,随着骨盆位置的变化而改变;(3)骨盆倾斜角(Pelvic tilt,PT),为骶骨上终板中点与双侧股骨头中心连线的中点的连线与垂直面之间的夹角;(4)腰椎前凸角(Lumbar lordosis,LL):L1 与 S1 椎体上终板延长线之间的夹角;(5)胸椎后凸角(Thoracic kyphosis,TK):胸 4 上终板与胸 12 下终板切线夹角;(6)矢状面躯干偏移(Sagittal vertical axis,SVA):颈 7 椎体铅垂线到骶骨后角之间的水平距离,位于骶骨后角之前为正,位于骶骨后角之后为负。

lordosis,LL):L1 与 S1 椎体上终板延长线之间的夹角;(5) 胸椎后凸角(Thoracic kyphosis, TK):胸 4 上终板与胸 12 下终板切线夹角;(6)矢状面躯干偏移(Sagittal vertical axis, SVA):颈 7 椎体铅垂线到骶骨后角之间的水平距离,位于骶骨后角之前为正,位于骶骨后角之后为负。具体测量方法参照图 1:

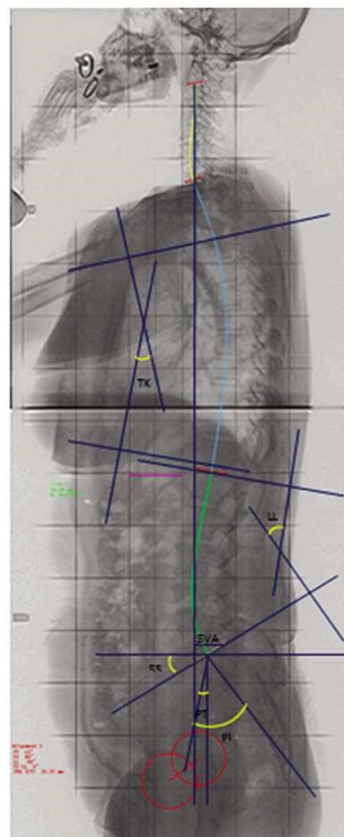


图 1 脊柱-骨盆矢状位参数测量示意图

Fig.1 A schematic diagram of the measurement of sagittal plane parameters of spine and pelvis

注:应用 Surgimap 软件测量脊柱-骨盆各矢状位参数:(1)骨盆投射角(Pelvic incidence angle,PI),为骶骨上终板中点垂线与骶骨中点与双侧股骨头中点连线之间的夹角;(2)骶骨倾斜角(Sacral slope,SS),即骶骨上终板与水平面之间的夹角;(3)骨盆倾斜角(Pelvic tilt,PT),为骶骨上终板中点与双侧股骨头中心连线的中点的连线与垂直面之间的夹角;(4)腰椎前凸角(Lumbar lordosis,LL):L1 与 S1 椎体上终板延长线之间的夹角;(5)胸椎后凸角(Thoracic kyphosis,TK):胸 4 上终板与胸 12 下终板切线夹角;(6)矢状面躯干偏移(Sagittal vertical axis,SVA):颈 7 椎体铅垂线到骶骨后角之间的水平距离,位于骶骨后角之前为正,位于骶骨后角之后为负。

Note: the application of Surgimap software to measure the spino pelvic sagittal parameters: (1) Pelvic incidence(PI) is between the sacrum endplate midpoint perpendicular and sacrum point and bilateral femoral head midpoint angle; (2) Sacral slope(SS) is the angle between the sacrum endplate and horizontal plane; (3) Pelvic tilt(PT), as the angle between the sacrum endplate point and bilateral femoral head center at the midpoint of the line and the vertical plane; (4) Lumbar lordosis(LL): L1 and S1 extended endplate of the vertebral body angle line between; (5)Thoracic kyphosis(TK): The tangent angle between the upper end plate of the 4th thoracic vertebra and the lower end plate of the 12th thoracic vertebra; (6) Sagittal vertical axis(SVA): The 7th cervical vertebral posterior sacral angle to the plumb line between the horizontal distance, located before the posterior sacral angle before is positive, located after posterior sacral angle is negative.

1.3 实验分步及统计学处理

首先根据不同性别将 LDH 患者的脊柱 - 骨盆矢状位参数做独立样本 t 检验比较; 然后根据不同性别的 LDH 患者累及节段及不同年龄段发病率通过 Pearson 卡方检验比较; 最后对于 Pearson 卡方检验有显著统计学差异的进行两个率 u 检验进行比较, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 不同性别 LDH 患者脊柱 - 骨盆矢状位参数比较

将 222 例 LDH 患者各参数进行统计 (Table 1), 按性别分成 2 组, 将年龄, 骨盆参数 PI, PT, SS, 脊柱参数 LL, TK, SVA 分别做独立样本 t 检验 (Table 2), 发现年龄、PT、SS、LL、TK、SVA 无显著性差异, PI 男性 $43.82 \pm 8.66^\circ$, 女性 $47.75 \pm 8.50^\circ$, P 值 0.001 ($P < 0.05$), 具有统计学显著性差异, 男性 LDH 患者 PI 小于女性患者。

表 1 222 例 LDH 患者脊柱 - 骨盆矢状位参数测量结果

Table 1 The measurement results of spine and pelvis sagittal parameters in 222 patients with LDH

Indexes	Min	Max	Mean	SD	SE
Age	20.00	80.00	50.97	11.80	.792
PT	1.00	51.00	16.54	8.30	.557
PI	26.00	72.00	45.54	8.79	.590
SS	7.00	59.00	29.35	8.08	.542
LL	19.00	69.00	40.23	13.57	.911
TK	.00	56.00	22.90	11.05	.742
SVA	-68.48	191.49	10.05	43.24	2.902

Note: LDH: lumbar disc herniation; Min: Minimum value; Max Maximum value; SD: Standard deviation SE: Standard error.

表 2 不同性别 LDH 患者脊柱 - 骨盆矢状位参数比较

Table 2 Comparison of spine and pelvis sagittal parameters in patients with different gender

Indexes	Male	Female	t value	P value
Age	50.25 $\pm$ 12.94	51.91 $\pm$ 10.12	-1.040	0.300
PT	15.65 $\pm$ 8.96	17.69 $\pm$ 7.25	-1.877	0.062
PI	43.82 $\pm$ 8.66	47.75 $\pm$ 8.50	-3.394	0.001*
SS	28.53 $\pm$ 8.72	30.39 $\pm$ 7.08	-1.750	0.082
LL	39.20 $\pm$ 14.44	41.56 $\pm$ 12.31	-1.311	0.191
TK	24.04 $\pm$ 11.04	21.43 $\pm$ 10.95	1.753	0.081
SVA	14.02 $\pm$ 48.05	4.94 $\pm$ 35.72	1.557	0.121

Note: * By Independent test. The difference was statistically significant ($P < 0.05$).

2.2 不同性别 LDH 累及节段分布比较

将不同性别 LDH 患者所累及节段分别进行统计, 因累及 L1/2, L2/3 节段病例较少, 合并统计, 应用 Pearson 卡方检验比

较 (Table 3) 不同性别发病累及节段, $P = 0.480$ ($P > 0.05$), 无统计学显著性差异, 说明男、女 LDH 患者所累及节段并无差异。

表 3 不同性别 LDH 累及节段分布比较

Table 3 Comparison of segmental distribution of LDH involvement in different gender

Gender	Segment involvement				P value
	L1/2、L2/3	L3/4	L4/5	L5/S1	
Male	4	15	83	58	0.480
Female	6	11	70	36	

Note: By Pearson chi square test.

2.3 不同性别 LDH 各年龄段发病率比较

将不同性别 LDH 患者不同年龄段的发病率进行统计, 应用 Pearson 卡方检验进行统计分析 (Table 4), $P = 0.024$ ($P < 0.05$), 具有统计学显著性差异。然后将各年龄段发病率通过 u 检验进行比较 (Table 5), 20-40 岁段 $P = 0.023$ ($P < 0.05$), 具有统计学显著性差异, 说明男、女 LDH 在不同年龄段发病率存在不同, 男性患者更易于在 20-40 岁发病。

3 讨论

PI 是重要的骨盆形态学参数, 代表骨盆的矢状位形态, 当人体发育成熟后, 其值恒定, 不受体位影响, 为一解剖参数^[29,10]。故本次研究纳入标准为 20 岁以上人群以排除青少年在发育过程中 PI 变化的影响因素。李危石等^[11]的研究发现国人的 PI (45°) 明显小于 Labelle 等^[12]、Boulay 等^[12]、Vaz^[13]等报告西方无

表 4 不同性别 LDH 各年龄段发病率比较

Table 4 Comparison of the incidence of different gender LDH in different age groups

Gender	Age group			P value
	20-40	41-60	61-80	
Male	31	66	28	0.024*
Female	11	66	20	

Note: * By Pearson chi square test. The difference was statistically significant ($P < 0.05$).

表 5 不同性别与不同年龄段发病率的比较

Table 5 Comparison of the incidence of different gender and different age groups

Indexes	20-40	41-60	61-80
Male(ratio)	31/125	66/125	28/125
Female(ratio)	11/97	66/97	20/97
u value	2.836	0.910	0.114
P value	0.023*	0.184	0.456

Note: * Two sample ratio u test. The difference was statistically significant ($P < 0.05$).

症状人群 PI 值(分别为 51.8° 、 53.1° 、 51.7°),并小于 Lee 等^[14]报告的韩国无症状人群 PI 值(48°)。现有研究已经证明,PI 与 SS,SS 与 LL 具有正相关,不同的 PI 可能会产生不同的脊柱 - 骨盆矢状位排列序列,由于前述国人与西方人群,甚至韩国人群在 PI 上的差异,我们现有的研究在借鉴西方学者对于脊柱 - 骨盆矢状位参数研究的基础上,更应结合国人的具体情况做相应研究。

回顾 LDH 脊柱 - 骨盆矢状位参数研究领域,Ragnics and Endo^[7,8]等发现 LDH 患者较无症状人群比较 SS、LL 减小,PT 增大,SVA 前移,这已经基本得到学界共识。国内学者邱勇等^[15]对青少年椎间盘突出患者研究发现,与正常青少年相比,青少年椎间盘突出患者表现出明显的骶骨垂直化、胸椎及腰椎生理曲度减小。关于 PI,Ragnics and Endo 等^[7,8]的研究发现 LDH 患者较无症状人群比较 PI 无显著性差异。而 Barrey 等^[6]的研究发现 LDH 患者较无症状人群 PI 要小。Junseok Bae 等^[16]对高位椎间盘突出症患者研究发现高位椎间盘突出症患者的 PI 小于低位椎间盘突出症患者及无症状人群,低位椎间盘突出症患者的 PI 与无症状人群无差异。这些研究均未对不同性别 LDH 患者的 PI 进行比较。对于无症状人群不同性别的 PI 的研究,李危石等,Vialle 等^[17]的研究发现存在差异,女性大于男性,MacThiong 等^[18],Lee^[14]等的研究发现不同性别间 PI 值的差异无统计学意义。

本实验对于不同性别的 LDH 患者脊柱 - 骨盆矢状位参数研究发现,男性患者的 PI 明显低于女性患者,男性患者更易于在 20-40 岁之间发病。因为 PI 与 SS、LL 之间具有正相关性,男性患者小的 PI 意味着对应着相应较小的 SS 和 LL,从而可以逆推出在发病前男性患者较女性患者具有相对更加平直的腰椎曲线。有文献^[19]研究表明,每一个脊柱功能单位(SPU, spine function unit)承受的合理可以分解为平行于终板的剪力和垂直于终板的剪力,当终板倾斜角为 45° 时,二力相等;当终板倾斜增大,平行于终板的剪力增大;当终板倾斜减小,垂直于终板的压力增大。男性患者相对平直的腰椎曲线意味着椎板倾斜小于女性,从而使合力分布上垂直于终板的压力更大。椎体和椎

间盘主要承载垂直压力,该力的增大可加速椎间盘的退变,更早引起 LDH。Roussouly 等^[20]将腰曲分为四种类型,其研究也发现 II 型腰曲具有相对较小的 PI,SS,LL,腰曲平直,此种类型更易、更早罹患 LDH。本研究与其基本相符。因 Roussouly 分型是基于无症状人群,而本研究患者均处于 LDH 神经保护代偿性体位,未行相关统计分析。

本研究发现不同性别 LDH 患者发病累及节段并无统计学显著性差异。男性患者 (L1/2、L2/3 2.50%,L3/4 9.38%,L4/5 51.88%,L5/S1 36.25%),女性患者 (L1/2、L2/3 4.88%,L3/4 8.94%,L4/5 56.91%,L5/S1 29.27%),男性与女性患者均以 L4/5 发病居多,L4/5 和 L5/S1 累计发病均在 90%左右,符合我国 LDH 患者流行病学发病特点。

本研究发现不同性别的 LDH 患者的脊柱 - 骨盆矢状位位置性参数 PT、SS、LL、TK、SVA 之间无统计学显著性差异。因本研究为回顾性研究,所测这些位置性参数患者均处于神经保护代偿性体位,并不能代表患者未发病无症状前对应参数,不意味着患者在未发病无症状前这些参数不存在差异。对于相同 PI,相同脊柱曲线的患者在不同的临床症状代偿体位下,这些参数也可能存在不同的差异。有研究^[7]表明,这些位置性参数与 JOA 评分相关。本研究中因纳入标准均为经严格保守治疗无效,行初次 LDH 手术治疗的,从而潜在的使纳入研究的患者 JOA 评分相似,这也可能是导致这些位置性参数统计无显著性差异的原因之一。

综上所述,本研究得出以下结论:LDH 患者男女性别之间比较,PI、不同年龄段发病率统计有显著性差异;PT、SS、LL、TK、SVA、发病累及节段无显著性差异。PI 也可能与 LDH 的发病有关,男性患者 PI 小于女性患者,可能是在 LDH 发病中男性多于女性,且男性更早发病的一个重要原因。

参考文献(References)

- [1] 胥少汀,葛宝丰,徐印坎.实用骨科学[M].北京市:人民军医出版社,2012
Xu Shao-ting, Ge Bao-feng, Xu Ying-kan. Practical bone science[M]. Beijing: People's Military Medical Press, 2012
- [2] Duval-Beaupere G, Schmidt C, Cosson P. A Barycentremetric study of

- the sagittal shape of spine and pelvis: the conditions required for an economic standing position[J]. *Ann Biomed Eng*, 1992, 20(4): 451-462
- [3] Labelle H, Roussouly P, Berthonnaud E, et al. Spondylolisthesis, pelvic incidence, and spinopelvic balance: a correlation study [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2004, 29(18): 2049-2054
- [4] Mac-Thiong J M, Labelle H, Charlebois M, et al. Sagittal plane analysis of the spine and pelvis in adolescent idiopathic scoliosis according to the coronal curve type [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2003, 28(13): 1404-1409
- [5] 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
- [6] Barrey C, Jund J, Nosedá O, et al. Sagittal balance of the pelvis-spine complex and lumbar degenerative diseases. A comparative study about 85 cases[J]. *Eur Spine J*, 2007, 16(9): 1459-1467
- [7] Endo K, Suzuki H, Tanaka H, et al. Sagittal spinal alignment in patients with lumbar disc herniation [J]. *European Spine Journal*, 2010, 19(3): 435-438
- [8] Rajnics P, Templier A, Skalli W, et al. The importance of spinopelvic parameters in patients with lumbar disc lesions [J]. *Int Orthop*, 2002, 26(2): 104-108
- [9] Legaye J, Duval-Beaupère G, Hecquet J, et al. Pelvic incidence: a fundamental pelvic parameter for three-dimensional regulation of spinal sagittal curves[J]. *Eur Spine J*, 1998, 7(2): 99-103
- [10] Mangione P, Gomez D, Senegas J. Study of the course of the incidence angle during growth[J]. *Eur Spine J*, 1997, 6(3): 163-167
- [11] 李危石, 孙卓然, 陈仲强, 等. 正常脊柱 - 骨盆矢状位参数的影像学研究[J]. *中华骨科杂志*, 2013, 33(5): 447-453
- Li Wei-shi, Sun Zhuo-ran, Chen Zhong-qiang, et al. Radiographic analysis of sagittal spino-pelvic alignment in asymptomatic Chinese adults[J]. *Chinese Journal of Orthopaedics*, 2013, 33(5): 447-453
- [12] Boulay C, Tardieu C, Hecquet J, et al. Sagittal alignment of spine and pelvis regulated by pelvic incidence: standard values and prediction of lordosis[J]. *Eur Spine J*, 2006, 15(4): 415-422
- [13] Vaz G, Roussouly P, Berthonnaud E, et al. Sagittal morphology and equilibrium of pelvis and spine[J]. *Eur Spine J*, 2002, 11(1): 80-87
- [14] Lee C S, Chung S S, Kang K C, et al. Normal patterns of sagittal alignment of the spine in young adults radiological analysis in a Korean population[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2011, 36(25): E1648-E1654
- [15] 江龙, 朱泽章, 邱勇, 等. 青少年腰椎间盘突出症患者脊柱 - 骨盆矢状面形态的影像学研究[J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2013, (02): 140-144
- Jiang Long, Zhu Ze-zhang, Qiu Yong, et al. Sagittal spino-pelvic alignment in adolescent patients with lumbar disc herniation [J]. *Chinese Journal of Spine and Spinal Cord*, 2013, 23(2): 140-144
- [16] Bae J, Lee S H, Shin S H, et al. Radiological analysis of upper lumbar disc herniation and spinopelvic sagittal alignment [J]. *Eur Spine J*, 2016, 25(5): 1382-1388
- [17] Vialle R, Levassor N, Rillardon L, et al. Radiographic analysis of the sagittal alignment and balance of the spine in asymptomatic subjects [J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2005, 87(2): 260-267
- [18] Mac-Thiong J M, Roussouly P, Berthonnaud E, et al. Sagittal parameters of global spinal balance: normative values from a prospective cohort of seven hundred nine Caucasian asymptomatic adults [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2010, 35(22): E1193-E1198
- [19] 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
- [20] 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

(上接第 2872 页)

- [15] Jankowitz BT, Kondziolka DS. When the bone flap hits the floor[J]. *Neurosurgery*, 2006, 59(3): 585-590
- [16] Bostrom S, Bobinski L, Zsigmond P, et al. Improved brain protection at decompressive craniectomy - a new method using Palacos R-40 (methylmethacrylate)[J]. *Acta Neurologica*, 2005, 147: 279-281
- [17] Honeybul S, Ho KM. Decompressive craniectomy for severe traumatic brain injury: The relationship between surgical complications and the prediction of an unfavourable outcome [J]. *Injury*, 2014, 45 (9): 1332-1339
- [18] Wang Y, Wang C, Liu Y. Chronic subdural haematoma evolving from traumatic subdural hygroma [J]. *Brain Ink*, 2015, 29(4): 462-465
- [19] Tsuang FY, Huang AP, Tsai YH, et al. Treatment of patients with traumatic subdural effusion and concomitant hydrocephalus [J]. *J Neurosurgery*, 2012, 116(3): 558-565
- [20] Jeon SW, Choi JH, Jang TW, et al. Risk factors associated with subdural hygroma after decompressive craniectomy in patients with traumatic brain injury: a comparative study [J]. *J Korean Neurosurg Soc*, 2011, 49(6): 355-358
- [21] Krishnan P, Kartikueyan R. Comment on: paradoxical herniation caused by cerebrospinal fluid drainage after decompressive craniectomy [J]. *Neurol India*, 2014, 62(2): 236-239
- [22] Piedra MP, Nemecek AN, Ragel BT, et al. Timing of cranioplasty after decompressive craniectomy for trauma [J]. *Surg Neurol Int*, 2014, 5(25): 1045-1047
- [23] Singla N, Parkinson Singh S. Histopathology of subcutaneously preserved autologous bone flap after decompressive craniectomy: a prospective study [J]. *Acta Neurochir (Wien)* 2014, 4(22): 746-749