

脊柱—骨盆矢状面参数在峡部裂性腰椎滑脱的临床运用

雷礼辉,李峰*,刘洪

(南华大学附属怀化医院,湖南怀化418000)

关键词: 脊柱—骨盆矢状面参数; 峡部裂性腰椎滑脱; 综述

中图分类号:R681.5 文献标识码:A

峡部裂性滑脱 (isthmic spondylolisthesis, IS) 是腰椎滑脱中最常见的类型之一,多累及 L5 节段,形成 L5/S1 之间的滑移,是引起成人慢性腰腿痛的常见原因之一^[1-2]。目前,临床上对于腰椎滑脱的探讨有很多,如腰椎滑脱的原因分析、滑脱是否需要复位、复位的技巧、如何提高术后疗效等。随着脊柱外科理念的不断发展与更新,脊柱矢状面的研究越来越受到临床医生的重视,也取得了较大的成果,许多学者将脊柱矢状面的概念用于分析腰椎滑脱的病因、是否需要复位等问题的研究当中,从而引导医生寻找到更好的研究角度。Faundez^[3]认为治疗任何脊椎疾病都要关注脊柱—骨盆矢状面参数,分析脊柱矢状面是否平衡问题。本文将目前矢状面方面对腰椎滑脱的病因、进展、复位及术后疗效等问题的研究做一综述。

1 脊柱—骨盆参数概述

脊柱—骨盆矢状面参数通常采用站立位全脊柱摄片获得,摄片要求上至颈椎下至双侧股骨上段。Marks 等^[4]认为,拍摄时应当将上臂固定于身体前方,倾斜三十度,同时屈曲肘部,并将双手用于扶住支持物。随着对脊柱—骨盆矢状面平衡重要性的认识,近年来越来越多新的参数被发现,以下重点介绍目前大多数学者认为与峡部裂性腰椎滑脱相关的几个参数。

骨盆投射角 (pelvic incidence, PI): S1 上终板的中点与股骨头中心连线和过 S1 上终板中点且垂直于 S1 上终板的垂线之间的夹角;如果双侧股骨头不

重叠,就取两股骨头中心连线的中点。骨盆倾斜角 (pelvic tilt, PT): 重力垂直线和 S1 上终板的中点与股骨头中心连线之间的夹角;如果双侧股骨头不重叠,就取两股骨头中心连线的中点。骨盆倾斜角 (sacral slope, SS): 水平线和 S1 上终板切线之间的夹角。胸椎后凸角 (thoracic kyphosis, TK): T4 (椎体上终板) 和 T12 (椎体下终板) 的夹角。腰椎前凸角 (lumbar lordosis, LL): L1 (椎体上终板) 和 L5 (椎体下终板) 夹角。脊柱骶骨角/腰骶角 (spine sacral angle, SSA/ lumbar sacral angle, LSA): L5 的下终板和 S1 的上终板的夹角。矢状面轴向垂直距离 (sagittal vertical axis, SVA): 为 C7 铅垂线与骶骨后上角的水平距离,垂线位于骶骨后上角前方记为正值,垂线位于骶骨后上角后方则记为负值。髋关节-S1 水平距离 (sacro-femoral horizontal distance, SFHD) 髋关节中点至 S1 中点的水平距离。髋关节-S1 垂直距离 (sacro-femoral vertical distance, SFVD) 髋关节中点至 S1 中点的垂直距离。骨盆投射角 (PI) 是骨盆的个体化形态参数,在成年之后达到稳定状态,不受姿势、体位和脊柱手术的影响。近年来的许多研究都证实,PI 是评价骶骨—骨盆平衡的决定因素,对腰椎滑脱的发病机制与进展具有重要影响^[5-7]。与无症状的健康人群相比,腰椎滑脱症患者的 PI 值明显增大^[5]。因为 PT、SS 将会伴随着姿势不同而变化,因此通常会被用来观测骨盆的空间位置。PI = PT + SS,两者之间具有明显的相关性^[8]。不同种族之间,骨盆形态存在差异。Roussouly 等^[9]对 154 例无症状白人进行研究,得出正常人的 PI、PT 和 SS 值的范围分别为 $50.6^{\circ} \pm 5.2^{\circ}$ 、 $11.1^{\circ} \pm 5.8^{\circ}$ 和 $39.5^{\circ} \pm 7.6^{\circ}$ 。Lee 等^[10]研究了 86 例无症状正常韩国成人志愿者,得出其 PI、PT 和 SS 分别为 $47.8^{\circ} \pm 9.3^{\circ}$ 、 $11.5^{\circ} \pm 5.3^{\circ}$ 和 $36.3^{\circ} \pm 7.8^{\circ}$ 。贾俊峰等^[11]测量了

30 例正常中国成人的脊柱—骨盆矢状面参数,得到 PI、SS 和 LL 分别为 43.5° 、 36.8° 和 41.3° 。当 PI 更大的时候,其骨盆就具备更宽阔的活动空间,从而调整脊柱之间的序列。当 PI 更小的时候,对应的 PT、SS 波动范围也较小,从而难以调节脊柱序列。但 PI 的增加意味着滑脱风险的增加,因为高 PI 代表着腰骶角的增加,换言之就会导致腰骶的剪切力度增加,导致滑脱的出现。

2 脊柱—骨盆参数与峡部裂性腰椎滑脱的病因学联系

流行病学调查研究发现,PI 与峡部裂性腰椎滑脱的发生、发展以及严重程度有关。Lim 等^[12]测量并比较了峡部裂性腰椎滑脱患者与无症状的正常人的 PI 值,发现峡部裂性腰椎滑脱 PI 值较无症状的正常人高。Sevrain 等^[13]将高 PI 值视为峡部裂性腰椎滑脱进展的预测参数。还有研究发现 PI 和 Meyerding 分度之间存在联系,同时 PI 和滑脱之间的状态呈现正相关,尤其是重度滑脱,其 PI 值更高^[14-15]。另外还有研究发现此类患者的矢状面参数与无症状的正常人的参数存在明显差异,SS、LL、PI 比正常人的大,而 TK、SSA 比正常人的小^[16]。不少学者作了进展性峡部裂性腰椎滑脱患者的矢状面参数方面的研究。Vialle^[17]对比 224 位进展型 L5/S1 椎体滑脱患者和 300 位健康人的脊柱—骨盆矢状面参数,结果发现 LL、PT、SS 增大,TK 减小。对比普通人,出现腰椎滑脱的病人其 PI 值有着显著的增加,但是他却认为 PI 和滑脱程度并没有联系。而何守玉等^[18]在对 60 例峡部裂性滑脱病人参数进行对比之后,发现其 PI、SS、PT、LL 等数值均高于普通人。不过,也有学者在分析各阶段的滑脱病人之后,发现 PI 和具体的病情进展之间并没有固定的联系。因此,在对 PI 能否预测峡部裂性腰椎滑脱进展上的认识上,不同学者也有不同的认识。

3 脊柱—骨盆参数在峡部裂性滑脱手术治疗上的临床应用

对于滑脱手术的治疗而言,其所追求的就是恢复脊柱的平稳。通过治疗,来让骨盆矢状面恢复一定的平衡。有许多研究者认为,对于存在滑脱的患者,使用椎弓根钉内固定+复位+后外侧植骨融合

可以矫正腰椎滑脱,恢复脊柱—骨盆生理序列,增加植骨融合率,但是这一治疗方式很容易导致并发症的出现。峡部裂性腰椎滑脱是否需要复位仍然存在很大的争议。滑脱复位的目的是为了增加骨融合面积,恢复脊柱的正常生物力学功能,恢复正常矢状面序列,改善外观和功能。手术最基本目的是达到滑脱椎体和相邻节段椎体的融合,应避免仅仅做单纯的椎体减压术。由此可见,滑脱治疗当中,是否进行复位治疗、复位程度是争议的核心问题。目前暂无一个标准的理论来确定复位的原则。

随着脊柱—骨盆参数的研究,峡部裂性腰椎滑脱的诊疗有了新的思路,越来越多的学者开始从脊柱—骨盆矢状面形态去研究峡部裂滑脱发生、发展以及治疗。然而,研究发现参数的正常范围变化较大,不同研究所得的参数数值之间差异也较大,仅靠一个参数的数值是难以评价矢状面平衡与否的。因此参数正常范围、参数之间的关系、参数的临床运用也日益得到重视。由于矢状面的平衡是多个参数相互作用、相互代偿的结果,因此,矢状面的失平衡也会导致各参数的联动变化。手术当中是否需要每个参数分别进行矫正,但是有些参数又不能通过手术方式矫正。因此,制定手术策略时必须将各参数之间的联动关系考虑进去。有许多国外研究者对于这点进行了充分的考虑,对于关系到矢状面平衡的问题进行谨慎观察和探讨,试图得到参数标准值范围,并分析各参数之间的关系,以指导滑脱的手术治疗。

Labelle 等^[19]针对腰椎滑脱提出了一个新分型方法。在轻度滑脱中,依据 PI 值的大小分成 3 型:1 型为 $PI < 45^\circ$,2 型为 $PI 45^\circ \sim 60^\circ$,3 型为 $PI > 60^\circ$ 。依据骨盆局部和脊柱整体平衡的情况,将重度滑脱又划分成另外 3 型:即 4 型,骨盆局部平衡,此型高 SS/低 PT, $SS \geq 40^\circ$;5 型,骨盆局部不平衡,脊柱—骨盆整体平衡,此型低 SS/高 PT, $SS < 40^\circ$,脊柱处于平衡状态;6 型,骨盆局部和脊柱整体都不平衡。根据这种分型方法,不同类型提出了不同的治疗方案。1-4 型,骨盆和脊柱均无不平衡的患者,可以采用复位固定融合,也可采用原位融合。对于 5 型、6 型,骨盆局部或脊柱整体不平衡的患者,尽量复位,可以纠正骨盆和脊柱不平衡状况以及改善躯体的外观畸形,并且有利于植骨融合。Martiniani 等^[20]按照 SDSG 分型方法,将中度滑脱分为两组:平衡组和失衡组。手术方法是:平衡组行融合术,失衡组行融合

复位术。随访结果表明平衡组的脊柱—骨盆矢状面参数没有改变,而失衡组 LL、PT 减小,SS 增大,实行复位后,失衡组的矢状面参数得到了改善,两组都有较好的疗效,临床症状得以缓解。这样的腰椎滑脱分型既对滑脱原因进行了分析,同时对其临床治疗也提供了标准,但因目前研究数量尚少,其研究有待进一步完善,关于滑脱矢状面参数的标准有待进一步优化。

4 脊柱—骨盆矢状面参数与峡部裂性滑脱患者生活质量关系的临床应用

近年来,很多学者开始关注脊柱—骨盆矢状面参数与滑脱手术疗效的相关性问题,大量的研究也发现脊柱—骨盆参数与此类患者生存质量之间存在密切的关系。

Feng^[21]、Park 等^[22]学者认为,滑脱复位手术前后 PI 没有发生改变,术后 SS 的减小,PT 的增大以及椎间高度的恢复可以明显改善 LL 和矢状面平衡状况。Roussouly 等^[23]人在研究当中,引入 L5 入射角(L5 incidence, L5I)这一新的理念,为 L5(椎体上终板)和两边的股骨头中心点之间的一个连线,以及和 L5(上终板)之间的垂线。在这一研究当中,重度滑脱会导致 L5I 的上升,和 SS 也有直接的联系,当 SS 超过四十度的时候, L5I 增加更为显著。Labelle^[24]的研究当中,对于 L5I 的矫治效果进行跟踪调查,发现 L5I 和病人的术后生活有直接联系。何守玉等^[18]人在研究当中,发现轻度滑脱通常为上位椎体进行水平滑移,而重症滑脱一般会向前、前下方滑移。在这个时候, L5I 显著增加, LSA 显著减少,这两个参数都和滑脱状况有直接联系。对此,何守玉等认为轻度滑移应当使用原位融合方式来治疗。而重症滑移需要适当的调整腰骶角,从而避免滑脱加剧。在这项研究当中,还没有针对 L5I 和术后生活进行关联,尽管提及了 L5I 恢复的必要性,但对于详细问题没有进行充分的论述。在学术界当中, L5I 也未能得到充分的认同。Zhu 等^[25]研究了健康青少年 L5I、PI、LL、PT、SS、LSA 等矢状面参数,得出 L5I 与 PI 的相关性关系为: $L5I = 0.725 \times PI - 12.757$ 。因为 PI 是手术前后不会发生变化,所以他们应用以上关系,术前计算得出患者术后理想的 L5I,用于指导术前方案的制定,可以获得较令人满意的手术效果。

很多峡部裂性腰椎滑脱患者存在着 PI 与 LL 不匹配,高 PI、低 LL,如果通过手术治疗仅仅是做腰骶部的融合,而不进行矢状面序列的调整将导致临近节段加速退变,后果将会更加严重,而低高 PI、LL、低 SS 的人群更容易出现慢性腰痛^[26-27]。Liu H^[28]指出,过高的 PI 值或过低的 PI 值都将会导致 L5/S1 椎间盘的退变,而退变的椎间盘又将进一步影响姿势性参数 PT、SS,同时影响骨盆后旋和代偿过程,更甚者影响到了脊柱骨盆总体平衡参数 SVA,结果导致矢状面是失衡。Bourghli 等^[29]认为通过手术复位恢复 PT、SS、SVA、SSA,可以提高峡部裂滑脱患者的术后疗效。吕国华等^[30]觉得参数间比例很重要,他的研究发现腰椎滑脱患者症状与滑脱百分比、LL、SVA、PT、SFHD 的大小呈显著正相关,与 SS、SFVD 显著负相关,与 PT/SS、SFHD/SFVD、LL/TK 比值呈显著正相关。Li 等^[31]采用后路椎弓根螺钉固定+椎间融合术治疗轻度腰椎峡部裂滑脱患者,患者术后疗效与 SVA、SSA 等显著相关,这两个参数可以用来评价术前术后矢状面的平衡状况,并且与 PS、PI、PT、LL、SS 等参数要有显著的相关性。也有学者认为,脊柱—骨盆参数对轻度腰椎滑脱者健康相关生存质量的影响可以忽略;重度滑脱患者,其脊柱倾斜角(spine tilt, ST)、SVA 与生存质量存在相关性,当 SVA 为正值时, SVA 值越大,则 ST 值越小,患者疼痛表现越重,生存质量评分越差,而与滑移程度无明显相关性^[32]。何守玉^[33]通过探讨了成人峡部裂腰椎稳定性对脊柱—骨盆矢状面形态的影响发现。发现部分患者(33.9%)腰椎失稳相对严重可视为动态性滑脱,这类患者一般滑脱程度较高,可能与较高的 PI 及 L5I 有关。但是,腰椎失稳情况相对严重时并不会引起患者矢状面形态发生明显的改变。Jiang^[34]通过手术减少滑脱滑移程度可以改善高度滑脱脊柱—骨盆矢状面平衡状况,并且获得满意效果,但是这个研究没有界定减少到什么样的滑移程度的标准。由此可见,大多数学者研究认为脊柱—骨盆矢状面参数之间的联动关系和比值分配都与患者术后的生存关系均存在着密切联系,然而,还没有与生存质量相关的标准化参数比例,具体参数如何影响患者生存质量认识不统一,很多研究的结论也不尽相同。对于脊柱—骨盆矢状面参数对不同滑脱程度患者生存质量的影响上的认识也未达成统一。

综上所述,目前峡部裂性腰椎滑脱的手术治疗

尚存在较大的争议,患者术后缺乏长期的随访调查,治疗上并没有统一标准。脊柱—骨盆矢状面的参数与峡部裂性腰椎滑脱的治疗有着很大的关联,涉及到手术方案、预后等多个方面。峡部裂性腰椎滑脱手术治疗需要根据不同类型进行个体化治疗。通过分析多种参数,最终总结出一套系统的参数理论。因为参数之间的联动效果,需要在临床实践当中进行综合考虑。通过研究多个参数之间的联系,并判断各参数下的各个治疗方案的手术效果以及预后,来提升峡部裂性腰椎滑脱的治疗效果,这是未来的研究方向。

参考文献:

- [1] Jones TR, Rao RD. Adult isthmic spondylolisthesis [J]. *J Am Acad Orthop Surg*, 2009, 17(10): 609-617.
- [2] Bozkus H, Dickman CA. Transvertebral interbody cage and pedicle screw fixation for high-grade spondylolisthesis: case report [J]. *J Neurosurg*, 2004, 100 (1 Suppl Spine): 62-65.
- [3] Faundez A. Sagittal balance of the spine: a therapeutic revolution [J]. *Rev Med Suisse*, 2011, 7 (322): 2470-2474.
- [4] Marks M, Stanford C, Newton P. Which lateral radiographic positioning technique provides the most reliable functional representation of a patient's sagittal balance [J]. *Spine*, 2009, 34(9): 949-954.
- [5] Labelle H, Mac-Thiong JM, Roussouly P. Spino-pelvic sagittal balance of spondylolisthesis: a review and classification [J]. *Eur Spine J*, 2011, 5: 641-646.
- [6] Mehta VA, Amin A, Omeis I, et al. Implications of spinopelvic alignment for the spine surgeon [J]. *Neurosurgery*, 2012, 70(3): 707-721.
- [7] Roussouly P, Gollogly S, Berthonnaud E, et al. Sagittal alignment of the spine and pelvis in the presence of L5-S1 isthmic lysis and lowgrade spondylolisthesis [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2006, 31(21): 2484-2490.
- [8] Cheh G, Bridwell KH, Lenke LG, et al. Adjacent segment disease following lumbar/thoracolumbar fusion with pedicle screw instrumentation: a minimum 5-year follow-up [J]. *Spine*, 2007, 32(20): 2253-2257.
- [9] Roussouly P, Gollogly S, Nosedo O, et al. The vertical projection of the sum of the ground reactive forces of a standing patient is not the same as the C7 plumb line: a radiographic study of the sagittal alignment of 153 asymptomatic volunteers [J]. *Spine*, 2006, 31(11): E320-325.
- [10] Lee CS, Chung SS, Kang KC, et al. Normal patterns of sagittal alignment of the spine in young adults radiological analysis in a Korean population [J]. *Spine*, 2011, 36(25): E1648-1654.
- [11] 贾俊峰, 赵杰, 陈志明, 等. 腰椎峡部裂型滑脱症矢状位参数分析 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2007, 15(11): 850-852.
- [12] Lim JK, Kim SM. Difference of sagittal spinopelvic alignments between degenerative spondylolisthesis and isthmic spondylolisthesis [J]. *J Korean Neurosurg Soc*, 2013, 53(2): 96-101.
- [13] Sevrain A, Aubin CE, Gharbi H, et al. Biomechanical evaluation of predictive parameters of progression in adolescent isthmic spondylolisthesis: a computer modeling and simulation study [J]. *Scoliosis*, 2012, 7(1): 2.
- [14] Hresko MT, Labelle H, Roussouly P, et al. Classification of high-grade spondylolisthesis based on pelvic version and spine balance: possible rationale for reduction [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2007, 32(20): 2208-2213.
- [15] Oh YM, Eun JP. The relationship between sagittal spinopelvic parameters and the degree of lumbar intervertebral disc degeneration in young adult patients with low-grade spondylolytic spondylolisthesis [J]. *Bone Joint J*, 2013, 95(9): 1239-1243.
- [16] Wang Z, Mac-Thiong JM, Parent S, et al. The relevance of sacral and sacro-pelvic morphology in developmental lumbosacral spondylolisthesis: are they equally important [J]. *Eur Spine J*, 2014, 23(1): 157-162.
- [17] Vialle R, Ilharborde B, Dauzac C, et al. Is there a sagittal imbalance of the spine in isthmic spondylolisthesis? A correlation study [J]. *Eur Spine J*, 2007, 16(10): 1641-1649.
- [18] 何守玉. 成人峡部裂性腰椎滑脱患者脊柱—骨盆矢状面参数变化及其临床意义 [J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2012, 2(24): 109-115.
- [19] Labelle H, Mac-Thiong JM, Roussouly P. Spino-pelvic sagittal balance of spondylolisthesis: a review and classification [J]. *Eur Spine J*, 2011, 20 (Suppl 5): S641-S646.
- [20] Martiniani M, Lamartina C, Specchia N. "In situ" fusion or reduction in high-grade high dysplastic developmental spondylolisthesis (HDSS) [J]. *Eur Spine J*, 2012, 21 (suppl 1): S134-140.
- [21] Feng Y, Chen L, Gu Y, et al. Influence of the posterior lumbar interbody fusion on the sagittal spino-pelvic parameters in isthmic L5 S1 Spondylolisthesis [J]. *J Spinal Disord Tech*, 2014, 27(1): 20-25.
- [22] Park SJ, Lee CS, Chung SS, et al. Postoperative chan-

- ges in pelvic parameters and sagittal balance in adult isthmic spondylolisthesis [J]. *Neurosurgery*, 2011, 68: (2Suppl Operative):355-363.
- [23] Roussouly P, Gollopy S, Berthonnaud E, et al. Sagittal alignment of the spine and pelvis in the presence of L5-S1 isthmic lysis and low-grade spondylolisthesis [J]. *Spine*, 2006, 31(21):2484-2490.
- [24] Labelle H, Roussouly P, Chopin D, et al. Spino-pelvic alignment after surgical correction for developmental spondylolisthesis [J]. *Eur Spine J*, 2008, 17(9):1170-1176.
- [25] Zhu F, Bao H, Liu Z, et al. Analysis of L5 incidence in normal population use of L5 incidence as a Guide in reconstruction of lumbosacral alignment [J]. *Spine*, 2014, 39(2):140-146.
- [26] Chaléat-Valayer E. Sagittal spino-pelvic alignment in chronic low back pain [J]. *Eur Spine J*, 2011, 20(5):634-640.
- [27] Rothenfluh DA, Mueller DA, Rothenfluh E, et al. Pelvic incidence-lumbar lordosis mismatch predisposes to adjacent segment disease after lumbar spinal fusion [J]. *Eur Spine J*, 2014.
- [28] Liu H. Correlation of lumbar disc degeneration and spino-pelvic sagittal balance [J]. *Zhonghua Yi Xue Za Zhi*, 2013, 93(15):1123-1128.
- [29] Bourghli A, Aunoble S, Reebye O, et al. Correlation of clinical outcome and spinopelvic sagittal alignment after surgical treatment of low-grade isthmic spondylolisthesis [J]. *Eur Spine J*, 2011, 20(Suppl 5):663-668.
- [30] 吕国华, 王正光, 王冰, 等. 重度腰椎滑脱患者脊柱—骨盆参数改变与症状的关系 [J]. *中华医学杂志*, 2013, 93(15):1133-1137.
- [31] Li L. Correlation of clinical outcome and spinopelvic Sagittal alignment after surgical posterior intervertebral fusion combined with pedicle screw fixation for Low-grade isthmic lumbar [J]. *Zhongguo Xiu Fu Chong Jian Wai Ke Za Zhi*, 2013, 27(11):1338-1344.
- [32] Harroud A, Labelle H, Joncas J, et al. Global sagittal alignment and health-related quality of life in lumbosacral spondylolisthesis [J]. *Eur Spine J*, 2013, 22(4):849-856.
- [33] 何守玉. 成人腰椎峡部裂性滑脱局部稳定性对脊柱—骨盆矢状面形态的影响 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2015, 23(1):77-81.
- [34] Jiang WY. Effect of reduction on spino-pelvic parameters in treating high-grade lumbar spondylolisthesis [J]. *Zhongguo Gu Shang*, 2014, 27(9):726-729.