

成人脊柱畸形分型系统的研究进展

A review of classification systems for adult spinal deformity

王华锋, 郑召民

(中山大学附属第一医院脊柱外科 510080 广州市)

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2013.12.11

中图分类号: R682.3 文献标识码: A 文章编号: 1004-406X(2013)-12-1115-04

成人脊柱侧凸通常被定义为骨骼发育成熟者伴有脊柱在冠状面上 Cobb 角超过 10° 的弯曲^[1]。但随着对该类疾患认识的提高, 目前更多学者倾向于将其命名为成人脊柱畸形 (adult spinal deformity, ASD), 即涵盖脊柱冠状面畸形和矢状面失衡等内容^[2]。疾病的良好分型系统在科学制定治疗策略上有着重要作用, 然而, 与青少年特发性脊柱侧凸 (adolescent idiopathic scoliosis, AIS) 具有业界比较认可的分型系统不同的是, ASD 目前尚无一种被广泛认可、接受的分型系统^[2,3]。随着社会的老齡化和人口平均寿命的延长, ASD 发病率上升趋势明显, 因此, 目前迫切需要建立一套合理的、可指导临床实践的分型系统。笔者就 ASD 分型系统的研究进展综述如下。

第一作者简介: 男 (1981-), 主治医师, 博士研究生, 研究方向: 脊柱外科

电话: (020) 87332220-8236 E-mail: wanghuafeng2008@163.com

通讯作者: 郑召民 E-mail: zhengzm1@163.com

1 主要的 ASD 分型系统

1.1 Aebi 分型

2005 年, Aebi 等^[4]提出了一种建立在病因基础上的分型系统, 将 ASD 分为 3 型: (1) 原发性退变性脊柱侧凸 (de-novo degenerative scoliosis, I 型), 多由一个或多个椎间盘和/或关节突关节的不对称性退变导致; 患者既往无脊柱侧凸病史, 弯曲多发生于腰段或胸腰段, 顶椎常位于 L2~L3 或 L3~L4, 侧凸角度较小, 累及节段通常较少, 多伴随椎间横向往移位、椎体旋转, 主要发生于 50 岁以上的中老年人。(2) 成人特发性脊柱侧凸 (progressive idiopathic scoliosis in adult life, II 型), 由幼儿或青少年特发性腰段/胸腰段脊柱侧凸进展而来, 进入成人期后由于机械原因、骨骼变化或脊柱退变等原因而出现侧凸进展。(3) 继发性成人脊柱侧凸 (secondary degenerative scoliosis, III 型)。III 型进一步分为 2 个亚型: ① III a 亚型, 致病原因可为脊柱内病变, 也可以为脊柱外病变; 脊柱内病变或由特发性、神经肌肉型或先天性脊柱侧凸继发新的侧凸, 或腰骶交界

- ol(Noisy-le-grand), 2007, 53(5): 4-18.
16. Kato T, Haro H, Komon H, et al. Sequential dynamics of inflammatory cytokine, angiogenesis inducing factor and matrix degrading enzymes during spontaneous resorption of the herniated disc[J]. J Orthop Res, 2004, 22(4): 895-900.
 17. 原野, 赵静, 李永民, 等. 核因子 KB、基质金属蛋白酶 3 在退变椎间盘组织中的表达 [J]. 中国组织工程研究与临床康复, 2011, 15(22): 4111-4114.
 18. 刘懿峰, 傅永慧, 王明明, 等. 青少年腰椎间盘突出症 32 例手术治疗的疗效评价[J]. 中华临床医师杂志, 2011, 5(2): 596-597.
 19. Bian Q, Liang QQ, Wan C, et al. Prolonged upright posture induces calcified hypertrophy in the cartilage end plate in rat lumbar spine[J]. Spine, 2011, 36(24): 2011-2020.
 20. Hristova GI, Jarzem P, Quellet JA, et al. Calcification in human intervertebral disc degeneration and scoliosis[J]. J Orthop Res, 2011, 29(12): 1888-1895.
 21. 李松军, 梁寒洁, 柯楚群, 等. 腰椎间盘突出物及髓核炎性因子变化与症状性疼痛的关系[J]. 中国组织工程研究与临床康复, 2008, 12(22): 4303-4307.
 22. 袁良忠. 腰椎间盘突出组织中 IL-1、MMP-3 的水平变化及意义[J]. 山东医药, 2011, 51(30): 64-65.
 23. Katsuno R, Hasegawa T, Iwashina T, et al. Age-related effects of cocultured rat nucleus pulposus cells and macrophages on nitric oxide production and cytokine imbalance[J]. Spine, 2008, 33(8): 845-849.
 24. Geiss A, Larsson k, Rydevik B, et al. Autoimmune reaction of nucleus pulposus: an experiment study in disc[J]. Spine, 2007, 32(2): 168-173.
 25. 任东风, 吴闻文, 侯树勋, 等. PGP9.5 和 CD68 在致痛椎间盘 MRI 高信号区中的表达[J]. 中国骨肿瘤骨病, 2010, 9(6): 532-535.
- (收稿日期: 2013-01-04 末次修回日期: 2013-07-08)
(英文编审 蒋欣/贾丹彤)
(本文编辑 彭向峰)

处的不对称所继发的侧凸; 脊柱外病变为存在骨盆倾斜, 例如双下肢不等长或髋关节病变。②Ⅲb 亚型, 由合并非对称关节炎疾病和/或椎体骨折的骨代谢疾病 (主要是骨质疏松症) 继发, 通常伴有脊柱后凸。

Aebi 分型建立于病因的基础之上, 主要优点是简单、明了, 且一定程度上可预测疾病的自然史^[1-3]。然而, 本分型并未纳入患者的临床症状和畸形的影像学特点, 加之分型之间有时很难简单区分, 因此, Aebi 分型在临床实践、指导治疗策略的制定方面存在诸多的局限性^[3]。

1.2 Schwab 分型

2005 年, Schwab 等首次提出了 Schwab 分型, 后又几经修正, 最终形成了 Schwab 分型系统^[4-6]。

Schwab 分型系统^[4-6]首先以冠状面侧凸的顶椎位置为依据, 分为 I~V 型; 而单纯矢状面畸形则命名为 K 型。I 型: 单胸弯, 不合并其他弯曲; II 型, 上胸主弯, 顶椎位于 T4~T8, 伴其他胸弯或腰弯; III 型, 下胸主弯, 顶椎位于 T9~T10, 伴其他胸弯或腰弯; IV 型, 胸腰段主弯, 顶椎位于 T11~L1, 伴有其他次弯; V 型, 主腰弯, 顶椎位于 L2~L4, 伴有其他次弯。主弯是指冠状面 Cobb 角最大的弯曲, 次弯指的是较主弯 Cobb 角小的其他弯曲。如果存在 2 个或 2 个以上的相同 Cobb 角的弯曲, 那么较低的弯曲 (顶椎位于较尾端) 被指定为主弯。其次, Schwab 分型系统增加了腰前凸角 (LL, T12~S1 矢状面 Cobb 角)、椎体滑移 (冠/矢状面椎体间的最大滑移) 和矢状面平衡 (SVA, 矢状面 C7 铅垂线偏离 S1 后上角的距离) 3 类修正参数。(1) 腰前凸角修正型: A: 明显前凸, Cobb 角 $>40^\circ$; B: 适度前凸, Cobb 角 $0^\circ \sim 40^\circ$; C: 前凸消失, Cobb 角 $<0^\circ$ 。(2) 滑移修正型: 0: 无滑移; +: 滑移 1~6mm; ++: 滑移 >7 mm。(3) 矢状面平衡修正型: N: 正常, SVA 为 0~4cm; P: +, SVA 为 4~9.5cm; VP: ++, SVA >9.5 cm)。

Schwab 分型的建立基础是 ASD 的影像学参数与临床症状的相关性研究结果^[3-6]。Schwab 分型主要侧重于影像学参数的临床影响程度, 强调腰椎前凸、椎体间滑移及矢状面平衡情况对于临床症状的影响^[3-6]。但其具有两大方面的局限性^[3]: (1) Schwab 分型建立于一项多中心、前瞻性、纳入 947 例 ASD 患者的临床研究之上, 虽然纳入了大宗病例, 但有些亚型的病例数仍很少, 不足以全面概述; (2) 分型描述过于笼统, 过于强调临床相关因素, 而忽略了畸形本身的影像学描述。

1.3 SRS 分型

SRS 分型^[7]由脊柱侧凸研究学会 (scoliosis research society, SRS) 于 2006 年提出, 旨在为 ASD 提供一个循证医学的治疗模式。该分型系统参照 King-Moe 分型^[8]和 Lenke 分型^[9]而建立, 通过站立位脊柱全长正侧位 X 线片, 评估 ASD 的冠状位和矢状位整体平衡、局部畸形情况以及畸形内的局部退变性改变等。此外, 其评估还包括矢状面的畸形或脊柱病理状况, 如休门氏后凸畸形、创伤、肌张力丧失和中老年人的骨质疏松症等^[7]。

SRS 分型^[7]首先依据主弯类型分为 6 种冠状位类型:

(1) ST 型, 单胸弯; (2) DT 型, 双胸弯; (3) DM 型, 双主弯; (4) TM 型, 三主弯; (5) TL 型, 胸腰弯; (6) L 型, 腰椎退变性侧凸; 而将原发性矢状面畸形命名为 SP 型。胸弯指顶椎位于 T2~T11/12 椎间盘, Cobb 角 $\geq 40^\circ$, 顶椎偏离 C7 铅垂线, T1 肋骨或锁骨角 $\geq 10^\circ$ (上胸弯)。胸腰弯指顶椎位于 T2~L1, 腰弯指顶椎位于 L1/2 椎间盘~L4, 胸腰/腰弯 Cobb 角 $\geq 30^\circ$, 顶椎偏离 C7 铅垂线。单纯矢状面畸形指无冠状面主侧凸, 一个或多个区段 (PT、MT、TL、L) 的矢状面 Cobb 角测量超出正常角度。其次, SRS 分型纳入了三类修正参数, 即区域性矢状面修正、腰椎退变性修正和整体平衡修正。(1) 区域性矢状面修正型, 仅在其超出设定的正常值范围时列出: PT, 上胸椎 (T2~T5) $\geq 20^\circ$; MT, 主胸椎 (T5~T12) $\geq 50^\circ$; TL, 胸腰椎 (T10~L2) $\geq 20^\circ$; L, 腰椎 (T12~S1) $\geq 50^\circ$ 。(2) 腰椎退变性修正型, 仅当表现出退变时使用: DDD, 退行性椎间盘疾病, X 线上椎间盘高度降低和关节突关节病变, 包括位于最低位的 L1~S1 之间的节段; LIS, 滑移 (旋转、侧方、向前、向后) ≥ 3 mm, 包括位于最低位的 L1 至 S1 之间的节段; JCT, 交界性腰骶弯, L5~S1 交界处侧凸 $\geq 10^\circ$ (L5 和 S1 上终板的夹角)。(3) 整体平衡修正型, 仅当出现不平衡时使用: SB, 矢状面 C7 铅垂线位于骶骨岬前或后 ≥ 5 cm; CB, 冠状面 C7 铅垂线偏离骶中线 ≥ 3 cm。

SRS 分型对侧凸类型、脊柱区段、主侧凸给予了明确的定义, 将局部畸形、冠状面和矢状面平衡及脊柱退行性改变全部纳入分型考虑范围内, 使得这一系统能够更细致、全面地描述复杂的侧凸特点^[3,7]。而且, SRS 分型系统的观察者间的可靠性良好^[7]。但是, 与 Schwab 分型相反的是, SRS 分型过于强调影像学描述, 而忽略了临床相关因素, 比如患者的年龄、症状、合并症 (骨质疏松症、系统性疾病等)^[3]。

1.4 SRS-Schwab 分型

ASD 治疗的关键是缓解疼痛和改善功能障碍, Schwab 分型的优势是强调了影像学参数与疼痛、功能障碍的关联性^[7]。然而, 进一步的研究表明, Schwab 分型未能就与患者临床症状密切相关联的矢状位失衡进行完整的描述^[10-12]。骨盆参数在矢状面失衡中的机制越来越被重视, 其包括骨盆投射角 (pelvic incidence, PI)、骨盆倾斜角 (pelvic tilt, PT) 和骶骨倾斜角 (sacral slope, SS)^[13-15]。骨盆后倾 (即 PT 值变大) 是一种代偿机制, 以维持矢状面失衡时的直立姿势, 其已被证明与较差的健康相关生活质量 (health related quality of life, HRQOL) 评分相关^[13-15]。单独 PI 提供的信息有限; 而 PI-LL 的匹配程度在患者矢状面脊柱-骨盆排列方面则可提供有价值的信息^[15]。同时, Lafage 等^[13]及 Schwab 等^[14,15]的研究已经得出了导致疼痛和严重功能障碍的各骨盆参数的阈值。基于上述研究结果, 以及为解决 Schwab 分型和 SRS 分型的相关局限性, SRS 与 Schwab 等合作创建了新的综合分型系统, 即 SRS-Schwab 分型系统^[16]。该分型系统由 4 部分组成^[16]: (1) 弯曲类型 (T、

L、D 和 S 型); (2) PI-LL 匹配修正参数(A、B 和 C 型); (3) PT 修正参数(L、M、H); (4) 整体平衡(SVA)修正参数(N、P 和 VP)。具体分型内容见表 1。

表 1 SRS-Schwab 分型^[16]

分型	影像学表现
弯曲类型	
T	主胸弯, Cobb 角>30°, 顶椎位于 T9 及以上
L	主胸腰/腰弯, Cobb 角>30°, 顶椎位于 T10 及以下
D	双主弯, 胸弯和胸腰/腰弯 Cobb 角均>30°
N	冠状面无 Cobb 角>30°的弯曲
矢状面修正型	
PI-LL 之差	
0	<10°
+	10°~20°
++	>20°
整体平衡	
(SVA)	
0	<4cm
+	4cm~9.5cm
++	>9.5cm
骨盆倾斜角	
(PT)	
0	<20°
+	20°~30°
++	>30°

分型的创建者^[16]以及 Liu 等^[17]的研究表明, SRS-Schwab 分型系统具有较良好的观察者内和观察者间的可靠性。但 Liu 等^[17]的研究也表明, SRS-Schwab 分型系统有关胸弯和腰弯的定义似乎需要改进, 因为其在判断弯曲类型是 T 型或 L 型时存在一定困难。

SRS-Schwab 分型系统是一个相对简单而清晰的分型系统, 结合了 Schwab 分型和 SRS 分型的优点, 也在一定程度上克服了之前分型系统的局限性, 是目前较为理想的分型系统^[3, 16-18]。然而, 该分型也未能很好地将分型类型与治疗策略相结合, 在指导治疗上, 尤其是制定手术方案方面, 还存在较大的缺陷^[3, 17]。

1.5 其他分型系统

此外, 也有一些学者提出了其他的分型系统, 如 Simmons 分型^[19]和 Ploumis 分型^[20], 以及邱勇等^[21]提出的“退变性腰椎侧凸的冠状面失衡分型”和李淳德等^[22]提出的“老年性脊柱后凸畸形的北京大学第一医院(PUFH)分型”, 但均因有较为明显的局限性, 未能获得广泛认可和应用。

2 对 ASD 分型系统的展望

早期的分型系统将注意力集中于冠状面, 并依据冠状面 Cobb 角来定义畸形类型。近几年, 分型系统开始更多地考虑与 ASD 临床症状相关方面的情况。Aebi 分型尽管简单易懂, 但却很难将其用于指导治疗策略的制定。SRS 分型过于强调影像学描述, 而忽略了临床相关因素。与 SRS 分型相反, Schwab 分型则过于强调临床相关因素, 而

忽略了畸形本身的影像学描述, 而且该分型没有纳入已被研究证实的与 ASD 密切关联的脊柱-骨盆矢状面参数。SRS-Schwab 分型系统在一定程度上克服了之前的局限性, 且有较高的可靠性和可重复性, 但其未能将分型类型与治疗策略相结合, 在指导治疗上, 尤其是制定手术方案方面, 还存在较大的缺陷。

理想的分型系统应有如下功能^[2, 3, 23]: (1) 对疾病系统分类; (2) 预测疾病的自然史和治疗效果; (3) 具有良好的可靠性和可重复性, 供不同治疗方法和疗效作比较; (4) 可将畸形的严重程度与临床症状相关联; (5) 指导临床制定治疗方案。

当前的 ASD 分型均未能达到如 AIS 分型的理想状态, 可能的原因包括: ASD 患者年龄跨度大, 病因多样性, 涵盖了广泛的影像学表现和各种临床表现^[24]。此外, 与 AIS 以改善外观为主的治疗目的不同, ASD 的治疗最重要的考虑是缓解疼痛和改善功能障碍^[25]。ASD 的治疗策略包括非手术治疗和手术治疗, 而手术治疗方案又有多种选择, 如何合理选择治疗策略和制定具体手术方案, 可能是未来分型系统研究的一个方向^[18, 24, 26]。

总之, ASD 目前的分型系统仍不甚理想, 特别是在与手术方案的结合方面, 仍存缺陷。但随着研究的深入, 对该类疾病认识的提高, 一定会有一种被广泛认可, 且可切实指导临床实践的分型系统出现。

3 参考文献

1. Aebi M. The adult scoliosis[J]. Eur Spine J, 2005, 14(10): 925-948.
2. Bess S, Schwab F, Lafage V, et al. Classifications for adult spinal deformity and use of the scoliosis research society-schwab adult spinal deformity classification[J]. Neurosurg Clin N Am, 2013, 24(2): 185-193.
3. Faldini C, Di Martino A, De Fine M, et al. Current classification systems for adult degenerative scoliosis [J]. Musculoskelet Surg, 2013, 97(1): 1-8.
4. Schwab F, Farcy JP, Bridwell K, et al. A clinical impact classification of scoliosis in the adult[J]. Spine, 2006, 31(18): 2109-2114.
5. Schwab F, el-Fegoun AB, Gamez L, et al. A lumbar classification of scoliosis in the adult patient: preliminary approach [J]. Spine, 2005, 30(14): 1670-1673.
6. Schwab F, Lafage V, Farcy JP, et al. Surgical rates and operative outcome analysis in thoracolumbar and lumbar major adult scoliosis: application of the new adult deformity classification[J]. Spine, 2007, 32(24): 2723-2730.
7. Lowe T, Berven SH, Schwab FJ, et al. The SRS classification for adult spinal deformity: building on the King/Moe and Lenke classification systems[J]. Spine, 2006, 31(19 Suppl): 119-125.
8. King H, Moe J, Bradford DS, et al. The selection of fusion

- levels in thoracic idiopathic scoliosis [J]. *J Bone Joint Surg Am*, 1983, 65(9): 1302-1313.
9. Lenke LG, Betz RR, Harms J, et al. Adolescent idiopathic scoliosis: a new classification to determine extent of spinal arthrodesis[J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2001, 83(8): 1169-1181.
10. Sarwahi V, Boachie-Adjei O, Backus SI, et al. Characterization of gait function in patients with postsurgical sagittal (flat back) deformity: a prospective study of 21 patients[J]. *Spine*, 2002, 27(21): 2328-2337.
11. Yang BP, Chen LA, Ondra SL. A novel mathematical model of the sagittal spine: application to pedicle subtraction osteotomy for correction of fixed sagittal deformity[J]. *Spine J*, 2008, 8(2): 359-366.
12. Angevine PD, McCormick PC. The importance of sagittal balance: how good is the evidence[J]. *J Neurosurg Spine*, 2007, 6(2): 101-103.
13. Lafage V, Schwab F, Patel A, et al. Pelvic tilt and truncal inclination: two key radiographic parameters in the setting of adults with spinal deformity[J]. *Spine*, 2009, 34(17): E599-606.
14. Schwab F, Lafage V, Patel A, et al. Sagittal plane considerations and the pelvis in the adult patient[J]. *Spine*, 2009, 34(17): 1828-1833.
15. Schwab F, Patel A, Ungar B, et al. Adult spinal deformity—postoperative standing imbalance: how much can you tolerate? An overview of key parameters in assessing alignment and planning corrective surgery [J]. *Spine*, 2010, 35 (25): 2224-2231.
16. Schwab F, Ungar B, Blondel B, et al. Scoliosis Research Society—Schwab adult spinal deformity classification: a validation study[J]. *Spine*, 2012, 37(12): 1077-1082.
17. Liu Y, Liu Z, Zhu F, et al. Validation and reliability analysis of the new SRS—Schwab classification for adult spinal deformity[J]. *Spine*, 2013, 38(11): 902-908.
18. Terran J, Schwab F, Shaffrey CI, et al. The SRS—Schwab Adult Spinal Deformity Classification: assessment and clinical correlations based on a prospective operative and nonoperative cohort[J]. *Neurosurgery*, 2013, 73(4): 559-568.
19. Simmons ED. Surgical treatment of patients with lumbar spinal stenosis with associated scoliosis [J]. *Clin Orthop Relat Res*, 2001, (384): 45-53.
20. Ploumis A, Transfeldt EE, Denis F. Degenerative lumbar scoliosis associated with spinal stenosis[J]. *Spine J*, 2007, 7(4): 428-436.
21. 邱勇, 王斌, 朱锋, 等. 退变性腰椎侧凸的冠状面失衡分型及对截骨矫形术式选择的意义[J]. *中华骨科杂志*, 2009, 29 (5): 418-423.
22. 李淳德, 孙浩林, 李宏, 等. 老年性脊柱后凸畸形的北京大学第一医院(PUFH)分型和治疗[J]. *中华骨科杂志*, 2010, 30 (3): 244-248.
23. Garbuz DS, Masri BA, Esdaile J, et al. Classification systems in orthopaedics[J]. *J Am Acad Orthop Surg*, 2002, 10 (4): 290-297.
24. Schwab FJ, Blondel B, Bess S, et al. Radiographic spinopelvic parameters and disability in the setting of adult spinal deformity: a prospective multicenter analysis[J]. *Spine*, 2013, 38(13): E803-812.
25. Bess S, Boachie-Adjei O, Burton D, et al. Pain and disability determine treatment modality for older patients with adult scoliosis, while deformity guides treatment for younger patients[J]. *Spine*, 2009, 34(20): 2186-2190.
26. Silva FE, Lenke LG. Adult degenerative scoliosis: evaluation and management[J]. *Nurosurg Focus*, 2010, 28(3): E1.
- (收稿日期:2013-05-07 修回日期:2013-06-29)
(本文编辑 李伟霞)