

病例讨论

老年脊柱矢状位失衡的诊断及治疗

Diagnosis and management of senile spinal sagittal imbalance

李淳德, 赵 耀, 孙浩林

(北京大学第一医院骨科 100034 北京市)

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2012.02.22

中图分类号: R682.3 文献标识码: C 文章编号: 1004-406X(2012)-02-0188-05

1 病例资料

1.1 一般资料

患者 56 岁, 女性, 中度体力劳动者。主诉“腰痛 20 余年, 加重 1 年余”入院。患者 20 余年前于劳累或受凉后出现腰痛, 不伴下肢麻木、疼痛、无力等, 休息或理疗热敷后可缓解, 当时未予诊治。此后上述症状反复发作, 性质同前, 疼痛程度进行性加重。1 年前患者腰痛症状明显加重, 范围由骶嵴水平至臀部, 伴有左下肢后外侧疼痛不适, 未及膝盖。步行数公里后出现双膝关节疼痛、左髌为重, 双膝关节疲劳疼痛、无法伸直, 休息后可好转, 不能抬举重物。1 年来逐渐出现左侧腰部隆起。采用保守治疗佩戴围腰 3 个月, 腰痛无明显减轻。否认行走后下肢无力, 否认大小便异常。身高减少约 9cm。

入院时查体: 腰椎左侧侧凸, 各棘突及椎旁无明显压痛、叩痛。双下肢感觉、肌力、肌张力、生理反射未见异常。病理征(-)。双髌关节活动良好, 双侧“4”字试验(-)。双膝关节活动良好, 双侧浮髌试验(-), 双侧髌磨试验(-)。

辅助检查: 腰椎正侧位片示以 L2 椎体为中心向左侧凸。L3 椎体(0~I°)向后滑移, L4 椎体 I 度向后滑移, 相应小关节病变, 腰椎骨关节病。多椎间盘病变(图 1)。脊柱全长 X 线片(图 2)示侧凸 Cobb 角 10°, 胸椎前凸为 16°, C7 铅垂线(C7PL)至骶骨后上角水平距离 5.9cm。腰椎过伸过屈位片: 未见明显不稳征象。骨盆正位片示双髌轻度退变(图 3)。腰椎 MRI 示 L3、L4 椎体向后滑脱(0~I 度)。腰椎骨关节病。L2/3、L3/4、L4/5 椎间盘膨出(图 4)。骨密度检查: 轻度骨质疏松。

1.2 诊疗过程

根据以上病史、体格检查、影像学资料, 临床诊断为老年腰椎退变性后凸畸形(按北京大学第一医院 PUFH 分型为 III b 型)、脊柱侧凸、L4 椎体滑脱。该患者行多节段(L2/3、L3/4、L4/5)经关节突截骨、T12~L5 PLF 术, 同时术中凸侧去旋转, 凹侧提拉纠正冠状位畸形。术后患者腰痛症状明显减轻, C7 铅垂线至骶骨后上角的水平距离由 5.9cm 矫正至 1.5cm。骶骨角(SS)由 12°恢复至 22°(图 5)。腰椎前凸由 16°矫正至-9°。脊柱侧凸由 10°纠正至 3°。身高增加 4.2cm。术后 9 个月复查诉腰痛症状完全缓解, 对治疗效果满意(图 6、7)。

参加讨论专家: 张光铂、侯树勋、王以朋、孙天胜、关骅、孙宇、李淳德、伍骥、洪毅、沈惠良、孙常太、蒋欣、杨晋才。

2 病例讨论

2.1 诊断及鉴别诊断方面

张光铂教授首先指出, 骨科医师, 尤其是青年医师, 应重视与患者的交流过程。对于此患者, 详细了解患者的病程、疼痛范围及特点、病情发展过程、期望达到的治疗效果等, 对诊断及治疗有十分重要的意义。若只通过影像学资料来进行诊

8. Ebraheim N, Rollins JR, Xu R, et al. Anatomic consideration of C2 pedicle screw placement[J]. Spine, 1996, 21(6): 691-694.
9. Gorek J, Acaroglu E, Berven S, et al. Constructs incorporating intralaminar C2 screws provide rigid stability for atlantoaxial fixation[J]. Spine, 2005, 30(13): 1513-1518.
10. Jea A, Sheth RN, Vanni S, et al. Modification of Wright's technique for placement of bilateral crossing C2 translaminar screws: technical note[J]. Spine J, 2008, 8(4): 656-660.

11. Wang MY. Cervical crossing laminar screws: early clinical result sand complications[J]. Neurosurgery, 2007, 61(5): 311-315.
12. Cassinelli EH, Lee M, Skalak A, et al. Anatomic considerations for the placement of C2 laminar screws [J]. Spine, 2006, 31(13): 2767-2771.

(收稿日期: 2011-06-08 修回日期: 2011-07-12)

(本文编辑 卢庆霞)



图 1 腰椎正侧位 X 线片示以 L2 椎体为中心向左侧凸 图 2 脊柱全长正侧位 X 线示侧凸 Cobb 角 10°, 胸椎前凸为 16°, C7 铅垂线 (C7PL) 至骶骨后上角水平距离 5.9cm 图 3 骨盆正位 X 线片示双髋轻度退变 图 4 腰椎 MRI 示 L3、L4 椎体向后滑脱 (0~I) 图 5 术后腰椎正侧位 X 线片 C7 铅垂线至骶骨后上角的水平距离 1.5cm; 骶骨角 (SS) 22° 图 6 术后脊柱全长 X 线片示腰椎前凸-9°; 脊柱侧凸为 3°

治, 则容易误诊、漏诊。患者腰椎正侧位 X 线片示 L4 椎体后滑脱 I 度; MRI 上见 L4/5 侧隐窝轻度狭窄, 但患者的疼痛不符合神经源性疼痛的特点, 且无典型间歇性跛行的症状, 故若将 L4 滑脱作为责任病灶进行治疗, 难以解决患者的疼痛问题。病史的询问与查体技巧则体现了临床医师的基本功。

侯树勋教授意见: 患者疼痛范围为髂嵴至臀部, 且长距离行走后出现双侧髋关节、膝关节的疼痛和疲劳感, 应该首先考虑矢状位失衡。患者亦存在轻度的脊柱侧凸, 顶椎位于 L2, Cobb 角约 10°。患者病程长, 年轻时便变出现腰痛, 且椎体旋转较重, 不排除特发性脊柱侧凸的可能, 但患者病史示近 1 年才逐渐出现左侧腰部隆起, 且患者侧凸部位以中下腰椎为主, 脊柱全长 X 线片冠状位胸椎近似垂直, 既往下腰椎存在不稳, 仍考虑退变性脊柱侧凸可能性较大, 患者症状可能为矢状位失衡及侧凸共同作用的结果。

王以朋教授意见: 正常生理情况下腰椎曲线前凸、胸椎后凸, 当由于多种原因出现腰椎前凸减少时, 身体往往呈现前倾趋势, 为了维持重心的平衡, 需要通过邻近节段过度伸展、骨盆后倾、髋关节过度伸展、屈膝等方式代偿。相关肌肉的持续紧张与收缩、关节面压力的升高等因素可导致患者腰部、髋关节、膝关节的疼痛症状。患者平片上骨赘形成, MRI 可见多个节段椎间盘退变, 考虑为退行性变。

孙天胜教授认为, 患者 L4 椎体后滑脱也可能为矢状位失衡的结果。正常情况下 L4~S1 约占腰椎前凸的 2/3, 且 L4 为前凸曲线的顶椎。由于过伸代偿, 脊柱向下传导的接触应力主要作用于后柱结构, 增加了关节面的压力及剪切应力 (图 5), 长期的应力作用可能产生椎体滑脱。患者平片 L3/4、L4/5 关节面明显增生, 证明既往存在不稳。而椎体后滑脱使前倾的重心相对后移, 可能也为机体自身代偿机制之一。

孙宇教授强调老年患者行脊柱全长检查在诊断后凸畸形中的重要性。通过 C7 中心铅垂线与骶骨后上角的水平距离可帮助判断患者是否存在矢状位失衡。此外患者有严重的腰背痛, 尤其是绝经后女性, 临床上注意与骨质疏松性骨痛鉴别。对于严重骨质疏松患者, 疼痛特点是由安静状态转为活动时会出现明显的腰背痛及僵硬感, 活动后可以减轻或消失。胸腰段易发生多发骨折, 予抗骨质疏松治疗后疼痛可缓解, 也可行骨密度检查帮助鉴别。

2.2 治疗

李淳德教授指出, 临床上矢状位失衡造成的行走障碍应与间歇性跛行相鉴别, 后凸畸形患者以行走后腰背伸肌及伸髋屈膝肌肉持续紧张收缩引起的疼痛为主, 而间歇性跛行患者主诉行走后下肢无力、发沉, 休息后缓解。查体两者均可无典型神经系统表现, 但后凸畸形可见腰椎生理曲度明显异常, 伸膝站立时躯干前倾。该患者腰痛时间长, 程度逐渐加重, 影

响生活质量,保守治疗效果欠佳,故应考虑手术治疗。手术应以矫正矢状位失衡为主要目的:中老年患者多合并椎管狭窄,神经根管狭窄也易发生在下腰椎,经椎弓根椎体间截骨术(pedicle subtraction osteotomy, PSO)造成椎体短缩容易损伤该节段的神经根,且 PSO 手术时间长,术中出血多。Smith-Petersen 截骨术(SPO)因对前柱延长作用显著,但有撕裂前柱相邻重要大血管的风险。该患者椎前血管未见钙化影,故选择多节段截骨术,对前柱的撑开较 SPO 缓和,风险相对小。此外越靠近下腰椎的后凸畸形对骨盆的影响越大,骨盆会出现后倾等代偿表现,更倾向手术治疗。术中将骨盆测量参数中的骶骨角恢复至 20° 才能保证较好的手术疗效。

张光铂教授认为:患者症状主要为矢状位失衡造成,对于手术的固定节段若不考虑侧凸,头端固定至 L1 即可,尾端固定至 L5。长节段固定至 L5 后新的应力集中于 L5/S1 小关节,本患者目前 L5/S1 椎间盘高度良好,小关节增生不重,固定 S1 则为非悬浮固定,术后患者舒适度差,手术并发症多,故不予固定。同时强调临床上应根据病情需要慎重选择固定 S1。

孙天胜教授提出了骶骨角在临床中的实际意义。骶骨角 $>35^\circ$ 的患者很少出现矢状位失衡,而临床有明显症状的矢状位失衡患者则以水平骶骨多见,骶骨角约为 10° 左右。在手术治疗后凸畸形的同时要重视对骶骨角的纠正。

王以朋教授意见:患者目前处于脊柱失衡的状态,症状非椎管内原因,而是由于椎管外脊柱后部的整体结构不能负荷功能需要,手术适应证明确,手术目的为纠正矢状位及冠状位失衡,而患者侧凸程度较轻,以旋转为主,基本处于平衡状态,故应以纠正矢状位失衡为主。临床上面对严重骨质疏松的患者,胸腰段内固定易出现拔钉现象,应适当延长至 T8 或更高节段以跨越胸腰段,增强稳定性。

孙常太教授指出,对大量侧凸患者术后长期临床随访显示手术若未纠正矢状位失衡则效果往往不满意,因此应重视对矢状位失衡的评估和治疗。对于手术方式的选择,可选择 L3 PSO 及 T1~T5PLF 术。单节段 PSO 对前凸的矫正可达 30° ,基本能满足患者需求。

至于手术固定方式,与会专家普遍认为,对于无矢状位需求,PLIF 与 PLF 手术在术后疼痛、融合率等方面效果相近,这点已被美国多中心的临床随机对照试验所证实。绝大多数退变患者,保留椎间盘即能达到椎管充分减压的要求,PLF 行横突基底、小关节外侧植骨融合率高,经济、创伤小、并发症少、随访效果好且无需行 PLIF 术。可椎间融合法处理 L5/S1。

洪毅教授补充,患者矢状位失衡导致腰背肌肉劳损挛缩,加上手术长节段固定,术后若忽略对腰背肌的康复锻炼可影响手术疗效,应针对个体的情况制定合适的康复训练计划。

3 总结

腰椎前凸减少可导致脊柱矢状位失衡,患者出现重心前移身体前倾,无法直立,背部疼痛等一系列临床症状,严重影响患者生活质量。随着全球人口老龄化的进展,临床老年后凸畸形的病例十分常见,而目前国内外教科书中缺乏对老年后凸畸形的诊断治疗规范,填补这一空缺就显得大有裨益。通过此次病例讨论,结合国内外最新医学文献,与会专家对老年矢状位后凸畸形的诊疗达成共识:

3.1 后凸畸形的病因

多种原因都可导致后凸畸形。其中主要的影响因素为:骨质疏松、脊柱退行性改变、肌源性后凸、脊柱创伤、脊柱结核、脊柱非特异性感染、强直性脊柱炎、脊柱肿瘤及髋关节屈曲挛缩等。此外医源性因素也是造成后凸畸形重要的原因,广泛的椎管减压、行融合术时腰椎前凸不足、早期治疗侧弯使用 Harrington 撑开棒、术后假关节形成等。

3.2 临床表现

后凸畸形典型的临床表现为:(1)躯干前倾;(2)直立时需屈曲膝关节保持平衡;(3)疼痛。患者为了维持平视首先需要伸髋,然后屈膝及颈部后仰。由于维持直立姿势导致肌肉疲劳,患者可能会有颈部、腰背部疼痛和髋、膝关节疲劳的症状。由于腰椎处于非正常的生理状态,患者在白天活动后疲劳感会逐渐加重。由于维持直立持续的屈膝,也有患者主诉膝盖或大腿前侧的疼痛。临床上应注意与间歇性跛行进行鉴别。查体可见腰椎生理曲度变直,膝盖伸直时站立时躯干向前倾(图 8)。

3.3 疾病评估

所有患者需行站立位的脊柱全长侧位 X 线检查。若能同时包括 C7 椎体和髋关节更佳。由 C7 椎体正中做铅垂线,测量骶骨后上角至铅垂线的距离, $\leq 2.5\text{cm}$ 考虑为影像学平衡。MRI 能帮助明确狭窄节段以确定矫形时的减压范围。明确患者畸形的僵硬程度对手术方式的选择有一定影响。患者仰卧时于畸形部位下垫枕可观察脊柱曲线的活动度。此外可以通过站立、坐位以及过伸的体位帮助鉴别。平躺时患者的大腿不能接触床面,注意需除外髋关节的疾病。

3.3.1 正常的矢状位平衡 要对矢状位畸形展开讨论,首先需要了解正常的矢状位平衡。出生时整个脊柱呈单一的后凸曲线。当幼儿开始直立行走时,脊柱的颈椎和腰椎代偿出现前凸,以此平衡后凸的胸椎使头部位于骨盆的正上方。

腰椎前凸角的“正常”范围较广。Stagnara 计算得出成人的前凸角的范围为 $-18^\circ \sim -69^\circ$, 平均为 -42° 。单看腰椎前凸或胸椎后凸的具体数值意义较小。临床上更重要的是整个脊柱矢状位的平衡。头部在矢状位和冠状位上均应位于骶骨的正上

方。矢状位总体的平衡可以通过伸直膝盖状态下拍摄的脊柱全长侧位片来观察。由 C7 椎体中心做铅垂线(C7PL)。当 C7 的铅垂线穿过 S1 椎体的后上角则为中立矢状位平衡。当 C7PL 与 S1 后上角水平距离 $\leq 2.5\text{cm}$ 认为是正常的。由于个体存在差异,按距离的绝对值来进行分析缺乏准确性。为避免这一问题,Barrey 提出计算 C7PL 至骶骨后上角的水平距离与骶轴中点至骶骨后上角水平距离的比值,即矢状位平衡比率(Sagittal Balance ratio, SBR)。SBR ≤ 0 , C7PL 落于骶骨后方为理想的平衡状态;0<SBR ≤ 0.5 为平衡代偿;SBR>0.5 为失平衡。

3.3.2 矢状位平衡的骨盆形态学参数 骨盆指数(Pelvic Incidence, PI)为骨盆在矢状面上测量可重复性较高的一个角度。定义骶骨平台中点为 S, 两侧股骨头中心连线的中点为 C。由 S 向尾侧做骶骨平台的垂线, 该线与 CS 连线之间的夹角即为骨盆指数。骶骨角(Sacral slope, SS)与骨盆倾斜度(Pelvic tilt, PT)是与 PI 直接相关的两个角。SS 为骶骨平台与水平线间的夹角。由于骶骨平台为脊柱的基底部, 故 SS 的度数决定了下腰椎的形态。PT 为 CS 与铅垂线间形成的夹角, 它指示骨盆的空间朝向。正常站立位时, 骨盆轻度前倾, 随着 PT 值增大, 重心向股骨头后方移动, 骶骨越来越垂直。此姿势下髌白几乎朝后完全覆盖股骨头, 从而限制了进一步的伸展。由简单的几何图形可看出, PI=PT+SS(图 10)。对于成年个体来说 PI 值相对固定, 可见 PT 与 SS 呈此消彼长的关系, 即确定个体 PT 值则可计算出相应的 SS。

PI 决定了骶骨平台与股骨头之间的相对位置。PI 值最小约为 35°, 而最大可接近 85°, 平均值约为 51.9°。PI 值较小的患者骨盆环的前后径短, 称为垂直骨盆。股骨头接近骶骨平台的正下方。相反, PI 较大的骨盆为水平骨盆, 股骨头位于骶骨平台中点的前方。垂直骨盆形态上与大猩猩的骨盆类似, 对直立位的适应性较差。同样, 垂直骨盆的 SS 值小, 骨盆倾斜的能力低, 而水平骨盆 SS 值大, 骨盆后屈的能力强。腰椎与骶骨平台连续, 故也受骨盆位置的影响, 继而影响整个脊柱的矢状位状态。通常, PI 值越大, SS 增大, 腰椎前凸的度数也相应增加。

骨盆能绕股骨头旋转, 当骨盆后倾时 PT 增大, 前屈时 PT 减小。SS 也会相应改变。骨盆绕股骨头旋转是调节矢状位平衡最重要的机制之一。Mac-Thiong 等指出正常情况下 SS 应大于 50%PI。即使在病理状态下 SS 也不可能达到负值, 最小值为 0°, 即水平骶骨平台, 此状态为骨盆后倾的最大程度。总之, 骨盆后倾能力受 PI 值的限制, PI 值较小骨盆代偿失状位失衡的能力小。某些病理状态例如强直性脊柱炎会造成患者 PI 值低。因此术前应计算患者的 PI, 并在行手术矫形时尽量能使 SS 达到 50%PI。

3.4 治疗

老年脊柱后凸畸形首先应尝试保守治疗。包括髋部及腰背部后伸的肌肉锻炼、非甾体类消炎药、佩戴支具等。若患者合并有髋部屈曲挛缩, 治疗方案应更积极。一旦出现临床症状, 非手术治疗很难取得成功。若行保守治疗患者症状持续不缓解或矢状位失衡进行性加重, 则应考虑手术治疗。

手术的目的是重建矢状位的平衡, 使得铅垂线通过 S1 椎体的后上角, 即头部位于骶骨正上方。这样患者直立时不需要屈膝和过度伸髋代偿, 减轻疼痛。

截骨方案的制定取决于畸形部位。不合并胸腰段后凸的平背畸形患者应于圆锥下方截骨。这样即可提供足够的前凸又不会影响到脊髓。若合并有胸腰段后凸, 首先行过伸位检查判断后凸畸形的活动度和复位情况。活动度较好, 则于腰椎截骨融合, 近端固定于胸椎。若畸形已较僵硬, 可于后凸的顶椎截骨或行大范围的多节段截骨术。

矫正矢状位平衡目前有多种截骨方法。Smith-Petersen、多节段、经椎弓根椎体间截骨术等方法均有不少文献报道。这些截骨术最初多用于治疗继发于强直性脊柱炎脊柱畸形, 后扩展应用于治疗脊柱后凸畸形。

(1) Smith-Petersen 截骨术(SPO)

SPO 楔形去除部分后柱成分及邻近棘突后将两截骨面相对合, 使得脊柱伸展, 椎间盘间隙向前开口成角(图 11)。椎间盘的后侧面为旋转的轴心。SPO 是靠闭合后方, 打开前方形成过伸。

关于 SPO 有许多文献报导, 但主要对象为强直性脊柱炎患者。尽管该方法能矫正畸形, 但并发症的发生率和死亡率相对较高。因为对前柱的延长有损伤前方重要血管和神经的风险。尤其老年患者或强直性脊柱炎患者动脉可有明显钙化, 若脊柱后伸的力量过大可能将其撕破。前柱的延长还可能牵拉十二指肠水平部的肠系膜上动脉, 术后早期患者可能出现急性胃扩张和麻痹性肠梗阻, 增加呕吐和误吸的发生率。

假关节形成是另一个报导较多的并发症。该方法使椎间盘产生裂隙。站立姿势下, 80%~90%的轴向压力经前柱传导, 仅 10%~20%落于后柱。因此 SPO 在生物力学上是不稳定的。

SPO 能在单一节段获得显著的矫正度数, 多数研究结果相近, 约 32°。一般来说后方的截骨面每增加 1mm 能矫正 1°。但随着时间的推移矫正的度数会逐渐减少。McMaster 报导术后 3 年前凸平均减少约 5°。

(2) 经椎弓根椎体间截骨术(PSO)

PSO 是一项无需延长前柱而矫正矢状位畸形的技术。楔形截骨的底部位于棘突间, 顶点位于椎体前缘(图 12)。在切除背侧上下缘时要十分小心避免损伤神经。切除范围包括椎弓根和横突。目前该方法对于显著矢状位及冠状位失衡的运用正逐渐增多。可以最多切除基底为 6cm 的骨块, 从而使矢状位矫形达 60°。不对称的截去后部结构还能同时矫正冠状位

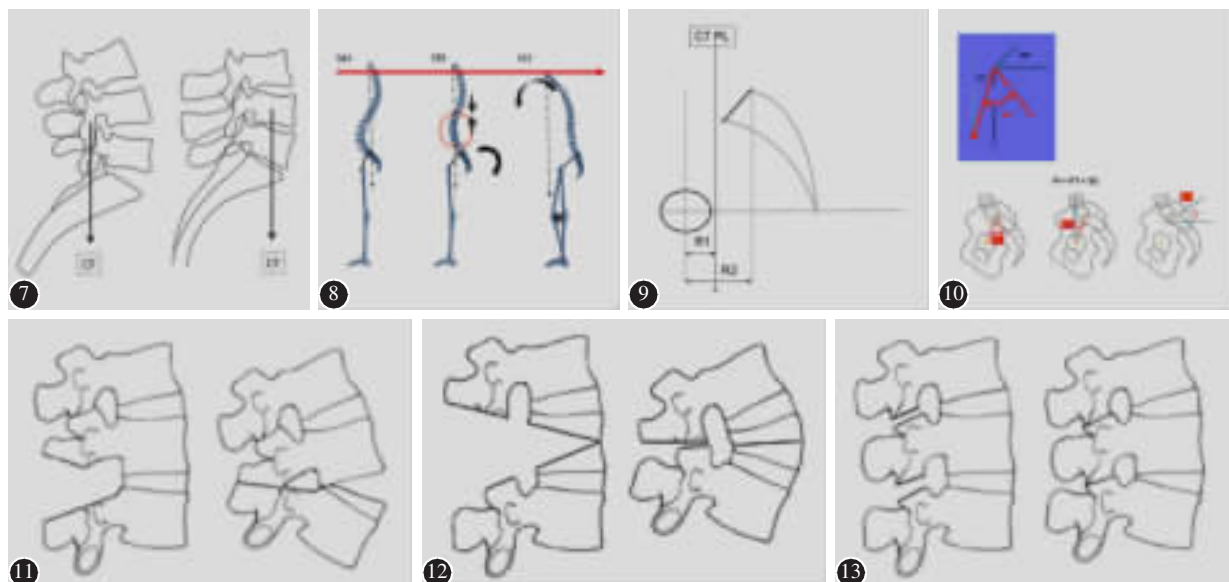


图 7 脊柱过伸位时,接触应力(contact force)主要作用于后柱结构 图 8 后凸畸形的代偿机制 a 局部椎体过伸代偿 b 脊柱后方的肌肉收缩后伸躯干,骨盆绕股骨头后倾 c 髋关节过度伸展,然后通常最大不能超过 10°。病变严重时需要靠股四头肌屈曲膝盖 图 9 矢状位平衡比率:R1/R2。R1 为 C7PL 至髋轴中点的水平距离,R2 为髋轴中点至骶骨后上角水平距离 图 10 骨盆指数(PI)、骨盆倾斜度(PT)、骶骨角(SS):PI=PT+SS 图 11 Smith-Petersen 截骨术 图 12 经椎弓根椎体间截骨术 图 13 多节段经关节突截骨术

的失衡。

PSO 脊柱前中后三柱都能得到一定程度矫正,若合并侧凸,在侧凸部位切除更多骨质还能纠正同一节段的冠状位畸形。脊柱没有延长,因此可以避免血管和由伸展牵拉引起的腹部并发症。闭合骨面的接触面积较大,并且承受一定的挤压应力,稳定性更高。

但这一手术可造成硬膜外静脉丛和松质骨表面大量的出血。由于去除了两侧的椎弓根,因此在截骨节段需要重建神经根出口。在对合截骨面的时候要十分小心,避免压住硬膜囊和神经根造成损伤。

(3)多节段经关节突截骨术

多节段截骨术对腰椎后方多个对称关节面进行截骨(图 13),压缩后柱来制造前凸。这一方法无需破坏椎间盘结构及前纵韧带。

部分学者提倡多节段截骨术,因为此方法形成的腰椎前凸较缓和。手术创伤小,出血少,矫正度数也能满足临床需要。平均每节段可矫正约 9°,完全融合后矫正率约减少 10%。由于延长前柱,和 SPO 同理,也有损伤前方重要血管和神经、发生肠系膜上动脉综合症的风险。

对于老年脊柱后凸畸形,约 80% 的患者认为手术效果好,疼痛明显减轻,功能得到改善。虽然现有研究提示三者手术方式的临床疗效无明显统计学差异,然而 SPO 的严重并发症发生率明显升高。目前尚需要进一步的临床大样本随访研究结果来制定标准的手术治疗方案。

此次会议,与会专家还提出以下问题:(1)老年脊柱后凸畸形的具体定义,是否能够确定符合国人情况的正常脊柱矢状位参数及界定相关异常值;(2)老年矢状位畸形的具体手术指征;(3)对于高龄患者(>70 岁),临床畸形僵硬或合并严重骨质疏松,应该选择何种治疗方案提供数据支持。

脊柱矢状位失衡,尤其是老年脊柱后凸畸形,是临床十分常见的一类疾病。然而目前许多骨科医师对后凸畸形的认识还很不足,通过此病例,与会专家希望临床医师能重视矢状位失衡,减少对此类患者的漏诊、误诊情况,从而制定相应的治疗方案,使患者获得满意的疗效,解决患者的困扰。

病例讨论时间:2011 年 11 月 23 号 16 时。

(收稿日期:2011-12-14)

(本文编辑 刘彦)