

# 开合式楔形截骨术治疗强直性脊柱炎后凸畸形

张国华

强直性脊柱炎会造成典型的脊柱圆背后凸畸形,其特征包括:正常腰椎前凸弧度变平及胸椎后凸弧度增加而造成头、颈向前倾。有时也会形成颈胸椎接合处屈曲的增加。最后,整个脊柱会在后凸畸形的姿势形成骨性强直。患者最主要的主诉是无法平视。畸形会限制患者日常生活活动,且会对患者产生身心方面的影响。在严重的病例,会因内脏受压而造成腹腔并发症。

截骨矫正术被认为可以恢复患者姿态平衡及改善向前平视能力等生理功能,可改善病患之心理状态及参与社会活动能力。这种手术也可以改善横膈肌的呼吸功能及解除肋骨下缘对内脏的压迫。强直性脊柱炎后凸畸形最好是在腰椎进行脊柱截骨术来矫正,可以获得更大的矫正度和更好的矫正效果。因为在胸椎作矫正会因肋骨-胸椎关节的强直而受到很大限制<sup>[1-4]</sup>,而且胸椎椎管比较狭窄,胸椎脊髓神经比腰椎部位的马尾神经更容易在手术中受到损伤。

矫正强直性脊柱炎后凸畸形的腰椎前凸截骨术,以前有两种方式,一为开张式截骨术<sup>[3,6]</sup>(图1),另一为闭合式截骨术<sup>[7,12]</sup>(图2)。前者系由 Smith-Petersen 于 1945 年所创<sup>[3]</sup>,它是利用强直性脊柱炎脊柱本身脆而易断之特性,于脊柱后方做小规模楔形截骨,再由后方施压于截骨处,前方之脊柱即以脊柱中柱为矫正轴,向前折断张开形成前凸角度以矫正后凸畸形。此法在脊柱折断后,因没有解剖上的限制,矫正幅度大、疗效显著、简单易行,而获得广泛的应用。但是后来有几篇关于此法会造成脊椎前方大动脉因拉长而破裂,导致患者死亡的报告<sup>[13-15]</sup>。1962 年后, Scudese 和 Calabro<sup>[16]</sup>, Ziwjan<sup>[17]</sup>, Thomasen<sup>[7]</sup> 等将后方之楔形截骨作深,直达脊柱前方之皮质骨,以椎体前皮质骨为矫正轴,将截骨处之楔形空间闭合。此法可保持脊柱前方之长

度不变,以避免大动脉伤害之可能,被称作闭合式截骨术。从此,许多医师也跟进转而使用此法来治疗后凸畸形。由于闭合式截骨术是一种脊柱短缩手术,有可能会造成神经压迫及损伤,且矫正时因椎体前皮质骨不折断,其矫正幅度有解剖学上的限制,一节闭合式截骨约可提供 25°~35° 的前凸角度,对于严重后凸畸形往往需二处截骨才能达到理想的矫正。

多年以来,选择哪一种方法来治疗强直性脊柱炎后凸畸形的原则一直没有建立。自 1998 至 2002 年,我们总共以这两种方法治疗了 117 位强直性脊柱炎后凸畸形患者<sup>[18]</sup>;其中 66 位是以开张式截骨术治疗,51 位以闭合式截骨术治疗。治疗结果显示,两种方法的矫正效果差不多,均可达到令人满意的效果;其原因是许多闭合式截骨术中的椎体前皮质骨已折断而演变成开张式截骨术(closing-opening wedge osteotomy, COWO)<sup>[18-19]</sup>,矫正突破了解剖学上的限制,最多可以到达 60° 的矫正。在手术时间及手术中失血量方面,开张式截骨术明显比闭合式截骨术平均要少 35 min 及 813 ml;这是由于开张式截骨术比闭合式截骨术简单易行之故。两组患者均没有严重的手术并发症发生。而这两种手术成功的关键在于正确选择适合患者的手术方式以及术者对关键技术的熟练掌握<sup>[18]</sup>。开张式截骨术适用于截骨局部骨质坚硬,年龄 < 50 岁,无腹主动脉钙化的患者;而闭合式截骨术适用于截骨局部骨质疏松者。开张式截骨术成功治疗之关键技术在于,脊椎前方开张处必须平滑,避免造成尖锐骨刺,应采取先断骨再矫正之顺序,绝不可采用在矫正进行中猛然断骨之手法,以避免大血管损伤。闭合式截骨术成功治疗之关键技术在于完全的椎弓根切除,以避免神经根受压损伤。两种方法的后方椎板切除均需宽而大,以避免脊椎神经损伤。

开张式截骨术可能伤及大血管,闭合式截骨又可能造成神经损伤且单节段截骨只能提供 25°~35° 之矫正。为解决这些问题,我们扬长避短,于 2000 至 2004 年间发展出 COWO<sup>[19]</sup>(图3)。这一术

Job: Wk22A02 Data: Sat Sep 25 14:36:38 2010

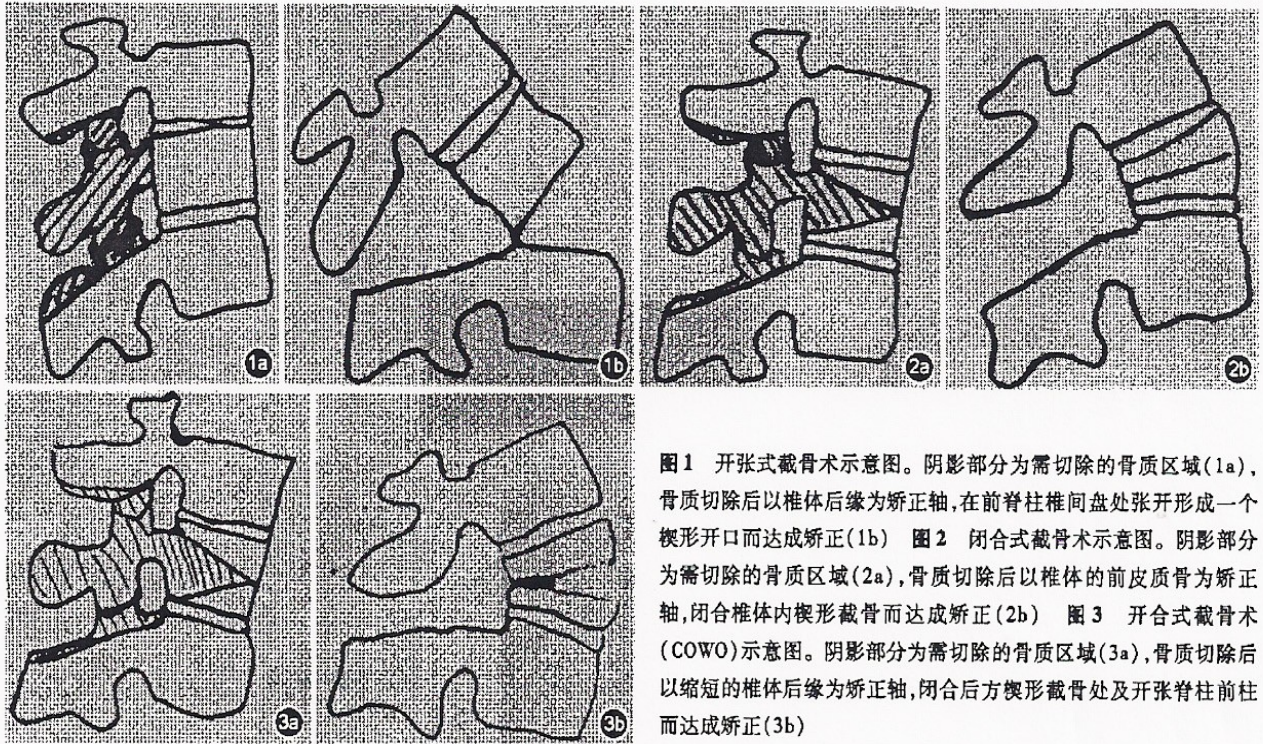


图1 开张式截骨术示意图。阴影部分为需切除的骨质区域(1a), 骨质切除后以椎体后缘为矫正轴, 在前脊柱椎间盘处张开形成一个楔形开口而达成矫正(1b) 图2 闭合式截骨术示意图。阴影部分为需切除的骨质区域(2a), 骨质切除后以椎体的前皮质骨为矫正轴, 闭合椎体内楔形截骨而达成矫正(2b) 图3 开合式截骨术(COWO)示意图。阴影部分为需切除的骨质区域(3a), 骨质切除后以缩短的椎体后缘为矫正轴, 闭合后方楔形截骨处及开张脊柱前柱而达成矫正(3b)

式既可在矫正时降低对大血管的张力以避免其损伤, 又可解除解剖学上的限制, 使以往需二次手术或二处闭合式截骨术治疗的严重脊柱后凸畸形经一次手术及一处截骨术治疗即可解决。目前我们已用该术式治疗强直性脊柱炎后凸畸形患者 255 例, 平均可提供  $43^\circ$  ( $26^\circ \sim 55^\circ$ ) 之腰椎前凸角度以矫正后凸畸形, 取得了显著疗效。图 4 为一典型病例影像学资料。

### 一、COWO 手术技术

手术过程均以神经电位监测仪进行监测。患者接受全身麻醉后, 以俯卧位置于弯曲成倒“V”字型的手术台上。从腰椎中线作纵行切口, 并将骨骼上组织分离, 暴露至横突。在 X 线透视下确认将行截骨术的节段(通常是在  $L_2$  或  $L_3$  椎体)。在截骨节段上下多节置入椎弓根螺钉, 于截骨节段行椎板及小

关节面切除。经由椎弓根到椎体造成一孔洞, 并以刮勺将其扩大。用有角度的刮勺将椎体松质骨往前推, 在椎体中形成一个空腔, 再用有角度的刮勺将椎体的后侧、外侧及前方的皮质骨刮薄。使用咬骨器将椎弓根咬除, 将椎体后侧之皮质骨推入椎体中, 用咬骨器将椎体两边外侧皮质骨作恰当的咬除, 再用钝头的试模将前皮质骨凿穿弱化, 以便在矫正时折断张开。先将一已预弯的钢棒连接到一侧的椎弓根螺钉, 将手术台调成正“V”型, 将后方之楔形截骨空间闭合, 再用压棒器(rod pusher)在截骨节段向正下方压棒, 并将截骨上下节段的螺钉加压靠近, 截骨上下两端的脊柱会以缩短的脊椎中柱为矫正轴, 折断前皮质骨而张开。此时可以见到外侧截骨处及脊椎腔后开口处闭合, 也可看到硬脊髓膜在截骨闭合处变得松弛及形成皱折。完成矫正后, 被切除的骨块

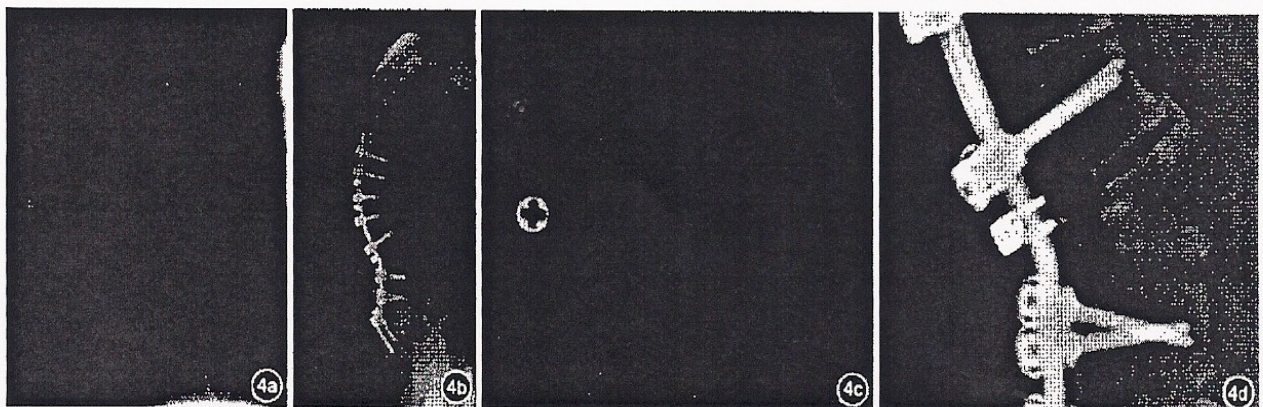


图4 患者 男性, 38 岁, 强直性脊柱炎严重后凸畸形。脊柱侧位 X 线片示: 手术前后凸角  $125^\circ$  (4a), 于  $L_2$  椎体行开合式截骨术(COWO), 术后后凸角矫正至  $25^\circ$  (4b); 术前脊柱截骨部位局部侧位 X 线片(4c), 术后截骨部位局部侧位 X 线片示“前开后合”之 COWO (4d)

可作为移植骨植入截骨处的两侧。

截骨矫正的目的是要尽量达到理想的矢状面平衡,矫正时应持续调整手术台直到患者肩与骨盆到达同一水平线,如此可将 C7 铅垂线尽量靠近 S1 椎体。在确认神经根没有被压迫,并施行唤醒测试以确定神经功能正常后,再缝合切口。

## 二、COWO 有关并发症

### (一) 血管损伤

COWO 在矫正后凸畸形时是以缩短的脊柱中柱为矫正轴,和开张式截骨术相比,在相同幅度的矫正下,脊柱前柱的延长要小得多;因此,血管受损的可能性也较小。Chen 等<sup>[21]</sup>曾收集了 49 例在截骨正前方的大动脉有钙化的病例资料(这些钙化点可作为测量血管长度的标记),这些病例的大血管因行开张或 COWO 矫正后凸畸形而被平均拉长 2.8 cm(1.7~3.5 cm)(图 5),但均没有发生血管损伤的并发症。虽不能由此推论大血管被拉长是无害的,但至少可推论后凸畸形患者的大血管是可以被拉长的,且导致血管损伤的可能性很小。可能的解释是:位于脊柱前方的大血管原本长度在后凸畸形形成时会松弛而“变短”,而非真正的缩短;畸形矫正后,其不过是恢复原来的长度,而非真正被拉长。而详细查阅有关因开张式截骨导致大血管损伤的文献<sup>[13-15]</sup>发现,文献中报告的病例在术前均曾接受过放射线治疗,于后腹腔形成黏连,而拉长黏连的大血管当然是相当危险的。目前对于强直性脊柱炎已不使用放射线治疗,这样的危险性自然也不再存在。文献中有关尸体解剖报告其大血管的确有破损,但据此就推论大血管是因被拉长而破损是不正确的;因为文献并没有完整叙述造成血管破损的其他各种可能因素当时的状态。这些因素应包含是否

在断骨边缘形成尖刺,是否在截骨处有前后向骨位移等。文献所报告的大血管损伤,有可能是因为作开张式截骨时,因其断骨的方式是利用强直性脊柱炎的脆性作徒手断骨,所断之骨质包括整个椎体厚度,容易在断骨边缘形成尖刺,而且开张式截骨为三柱松解,截断后容易产生前后向位移。在大血管被拉长紧绷的状态下,有尖刺边缘的断骨如发生前后向位移,就如同一把尖刀向前刺向紧绷的大血管,而造成血管损伤<sup>[21]</sup>。然而,这种情况在 COWO 应该是不存在的。因为 COWO 断骨的厚度仅是前皮质骨,而且经刻意的凿穿弱化,不可能形成尖刺<sup>[19]</sup>,造成血管损伤的可能极小。至今已使用 COWO 治疗各种矢状面失衡或后凸畸形的患者超过 1000 例,尚未发现有血管损伤的并发症发生。

### (二) 神经损伤

闭合式及 COWO 均是脊柱短缩手术,脊柱椎管会被缩短而造成脊髓神经扭曲、纠结,有潜在的神经损伤的危险。Gertzbein 和 Harris<sup>[22]</sup>认为,闭合式截骨矫正后凸畸形应大约可获得 30° 到 40° 的矫正。Lehmer 等<sup>[23]</sup>的研究认为,闭合式截骨术在任一节段的矫正度不应 >35°。Berven 等<sup>[24]</sup>建议在 L<sub>1</sub> 以下矫正度应 <45°。然而,我们在 L<sub>2</sub> 及其以下节段施以 COWO 矫治后凸畸形,矫正度高达 100° 都未发生神经损伤的并发症<sup>[19]</sup>,证实了这种技术的安全性及马尾神经组织的耐受性。当然,开合及闭合式截骨术也会有神经根损伤的风险,神经根有可能在同一椎间孔,因椎弓根未完全切除而被夹挤压迫。

必须强调手术中神经根检查及唤醒试验的重要性。在矫正步骤完成后,要扩大中央的神经孔,并以神经探子来检查在闭合截骨处之后是否有神经根的压迫。假如截骨处在 L<sub>2</sub>,应切除 L<sub>2</sub> 椎板,并至少要包含 L<sub>1</sub> 及 L<sub>3</sub> 的部分椎板;在某些情形,甚至会切除 L<sub>4</sub> 椎板。在矫正中,应尽量将侧骨团在截骨处两端紧密结合,并且在闭合截骨处之后,一定要做“唤醒试验”。术后患者清醒后立即作神经功能检查。

### (三) 矢状面位移<sup>[20]</sup>

COWO 及开张式截骨术都属于三柱松解,其矫正轴为脊柱中柱。此矫正轴是未固定及截断的,会滑动,头侧或尾侧的截断脊柱可能在矫正轴处发生矢状面位移。大多认为截骨处两端脊柱在矫正轴处的前

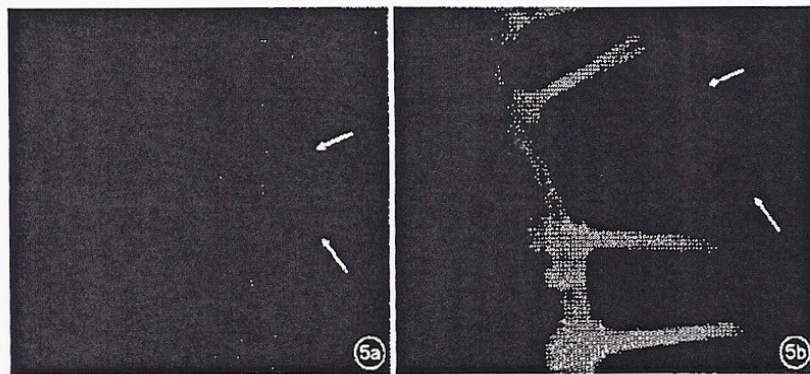


图 5 脊柱前柱及大动脉长度测量示意图。在截骨节段前方有乳糜样钙化的大动脉,其钙化点可作为测量标记。术前大动脉局部测量长度为 2.9 cm(白箭头指点间的长度),脊柱前柱局部测量长度为 2.0 cm(黑箭头指点间的长度)(5a);术后大动脉局部测量长度为 5.3 cm(白箭头指点间的长度),脊柱前柱局部测量长度为 4.2 cm(黑箭头指点间的长度)(5b)

Job:WK22A02 Data:Sat Sep 25 14:36:38 2010

后向移位是一种意外事件,是一种并发症。事实上,矢状面位移是 COWO 和开张式截骨术矫正强直性脊柱炎后凸畸形的一个基本机制。COWO 或开张式截骨术矫正的机制有二个,主要是矢状面旋转,其次为矢状面位移<sup>[20]</sup>,矢状面位移的发生可改善矢状面平衡,尤其当后方截骨处闭合后,若矫正曲线不佳或是矫正度不足而无法达成理想的矢状面平衡时,矢状面位移可以有效地更进一步改善矢状面平衡。在矫正轴处若干毫米的位移,就可能在矢状面平衡上达到几厘米的矫正。这也是无法避免的,因为 COWO 或开张式截骨没有一个稳固的矫正轴。若需要更大的腰椎前凸以达到理想的矢状面矫正,就需要更大的矢状面位移来加入到矫正中。当矫正度越大时,矢状面位移的发生率就越高。我们发现了这个以前未被认知的矫正机制,并统计了 127 例强直性脊柱炎后凸畸形接受开张式截骨矫正术患者的临床资料,发现其中有 27% 的患者存在此现象<sup>[20]</sup>;而 83 例以 COWO 矫正治疗的矢状面失衡的患者中,由于严重后凸畸形的病例较多,有 40% 患者发生矢状面位移<sup>[19,21]</sup>。由于有矢状面位移发生的可能性,彻底切除椎弓根是至关重要的;因为残留的椎弓根会在发生矢状面位移时压迫神经根而造成神经损伤<sup>[20]</sup>。

(四)其他并发症

强直性脊柱炎患者的硬脊髓膜和骨膜常因炎症产生黏连,手术时应先剥离再切骨,以免造成硬脊髓膜撕裂及脑脊髓液渗漏。

COWO 会造成脊柱前柱延长,脊柱前方脏器也因而受张力变大的影响,较易产生术后肠胀气;以鼻导管作胃肠道减压及禁食治疗后,均可得到缓解。

强直性脊柱炎因有超强的骨融合能力,只要有稳固的内固定,延迟融合或不融合在强直性脊柱炎术后极少发生<sup>[18,25]</sup>。

参 考 文 献

[1] Gerscovich EO, Greenspan A, Montesano PX. Treatment of kyphotic deformity in ankylosing spondylitis. *Orthopedics*, 1994, 17:335-342.  
 [2] Hehne HJ, Zielke K, Böhm H. Polysegmental lumbar osteotomies and transpedicled fixation for correction of long-curved kyphotic deformities in ankylosing spondylitis. Report on 177 cases. *Clin Orthop Relat Res*, 1990(258):49-55.  
 [3] Smith-Petersen MN, Larson CB, Aufranc OE. Osteotomy of the spine for correction of fixation deformity in rheumatoid arthritis. *Clin Orthop Relat Res*, 1969(66):6-9.  
 [4] McMaster MJ. A technique for lumbar spinal osteotomy in ankylosing spondylitis. *J Bone Joint Surg Br*, 1985, 67:204-210.  
 [5] Simmons EH. Kyphotic deformity of the spine in ankylosing

spondylitis. *Clin Orthop Relat Res*, 1977(128):65-77.  
 [6] Weale AE, Marsh CH, Yeoman PM. Secure fixation of lumbar osteotomy. Surgical experience with 50 patients. *Clin Orthop Relat Res*, 1995(321):216-222.  
 [7] Thomasen E. Vertebral osteotomy for correction of kyphosis in ankylosing spondylitis. *Clin Orthop Relat Res*, 1985(194):142-152.  
 [8] Van Royen BJ, Slot GH. Closing-wedge posterior osteotomy for ankylosing spondylitis. Partial corpectomy and transpedicular fixation in 22 cases. *J Bone Joint Surg Br*, 1995, 77:117-121.  
 [9] Jaffray D, Becker V, Eisenstein S. Closing wedge osteotomy with transpedicular fixation in ankylosing spondylitis. *Clin Orthop Relat Res*, 1992(279):122-126.  
 [10] Halm H, Metz-Stavenhagen P, Zielke K. Results of surgical correction of kyphotic deformities of the spine in ankylosing spondylitis on the basis of the modified arthritis impact measurement scales. *Spine (Phila Pa 1976)*, 1995, 20:1612-1619.  
 [11] Thiranont N, Netrawichien P. Transpedicular decancellation closed wedge vertebral osteotomy for treatment of fixed flexion deformity of spine in ankylosing spondylitis. *Spine (Phila Pa 1976)*, 1993, 18:2517-2522.  
 [12] Kim KT, Lee SE, Kim YW, et al. Lumbar posterior wedge osteotomy of kyphotic deformity in ankylosing spondylitis. *J Korean Orthop Assoc*, 1997, 32:1756-1765.  
 [13] Lichtblau PO, Wilson PD. Possible mechanism of aorta rupture in orthopaedic correction of rheumatoid spondylitis. *J Bone Joint Surg Am*, 1956, 38-A:123-127.  
 [14] Klems H, Friedebold G. Rupture of the abdominal aorta following a corrective spinal operation for ankylopoetic spondylitis. *Z Orthop Ihre Grenzgeb*, 1971, 108:554-563.  
 [15] Weatherly C, Jaffray D, Terry A. Vascular complications associated with osteotomy in ankylosing spondylitis; a report of two cases. *Spine (Phila Pa 1976)*, 1988, 13:43-46.  
 [16] Scudese VA, Calabro JJ. Vertebral wedge osteotomy. Correction of rheumatoid (ankylosing) spondylitis. *JAMA*, 1963, 186:627-631.  
 [17] Ziwjan JL. The treatment of flexion deformities of the spine in Bechterew disease. *Beitr Orthop Traumatol*, 1982, 29:195-199.  
 [18] Chang KW, Chen YY, Lin CC, et al. Closing wedge osteotomy versus opening wedge osteotomy in ankylosing spondylitis with thoracolumbar kyphotic deformity. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2005, 30:1584-1593.  
 [19] Chang KW, Cheng CW, Chen HC, et al. Closing-opening wedge osteotomy for the treatment of sagittal imbalance. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2008, 33:1470-1477.  
 [20] Chang KW, Chen HC, Chen YY et al. Sagittal translation in opening wedge osteotomy for the correction of thoracolumbar kyphotic deformity in ankylosing spondylitis. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2006, 31:1137-1142.  
 [21] Chen TC, Tu MY, Wu CM, et al. Risk of aorta injury in patients treated by accomplishing an anterior open wedge and lengthening of anterior column. *J Orthop Surg Taiwan*, 2008, 25:79-86.  
 [22] Gertzbein SD, Harris MB. Wedge osteotomy for the correction of post-traumatic kyphosis. A new technique and a report of three cases. *Spine (Phila Pa 1976)*, 1992, 17:374-9.  
 [23] Lehmer SM, Keppler L, Biscup RS, et al. Posterior transvertebral osteotomy for adult thoracolumbar kyphosis. *Spine (Phila Pa 1976)*, 1994, 19:2060-2067.  
 [24] Berven SH, Deviren V, Smith JA, et al. Management of fixed sagittal plane deformity: results of the transpedicular wedge resection osteotomy. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2001, 26:2036-2043.  
 [25] Chang KW, Tu MY, Huang HH, et al. Posterior correction and fixation without anterior fusion for pseudoarthrosis with kyphotic