临床研究 DOI:10.3969/j.issn.0253-3626.2011.12.015

后路矫形侧连续置钉矫形结合 n-HA/PA66 人工骨粒植骨治疗青少年特发性脊柱侧凸

张 乐,欧云生,权正学,蒋电明,安 洪,唐 可,罗小辑
(重庆医科大学附属第一医院骨科,重庆 400016)

【摘 要】目的:讨论后路矫形侧连续置入椎弓根螺钉矫形、结合 n-HA/PA66 人工骨粒植骨治疗青少年特发性脊柱侧凸(Adolescent idiopathic scoliosis,AIS)的临床疗效。方法:回顾性分析 2007 年 7 月至 2010 年 7 月,收治的 AIS 患者 21 例,其中男 6 例,女 15 例;年龄 12~20 岁,平均 15.2 岁;主弯 Cobb 角为 40°~63°,平均为 51.4°。本组患者的 Lenke 分型:Ⅰ型 10 例,Ⅱ型 5 例,Ⅲ型 4 例,Ⅳ型 1 例,Ⅴ型 1 例。21 例患者均采用经后路矫形侧连续置入椎弓根钉矫形内固定、n-HA/PA66 人工骨粒结合自体骨粒植骨融合术。结果:术后侧凸 Cobb 角为 5°~31°,平均 13°,平均矫正率为 79%,21 例患者植骨后可获得良好的骨性融合,术后近期随访以及末次随访植骨融合率为 93.4%,术后矫正率无明显丢失。患者可参加一般性体育锻炼,且均未出现内植物松动、断裂及其它相关并发症。结论:对于 AIS 患者,后路矫形侧连续置入椎弓根钉可获得满意的畸形矫正率,n-HA/PA66 人工骨粒结合自体骨粒植骨可用于 AIS 患者的后外侧植骨融合。

【关键词】青少年特发性脊柱侧凸;纳米羟基磷灰石/聚酰胺 66;植骨融合;连续椎弓根螺钉
【中国图书分类法分类号】R682.1+3 【文献标志码】A 【收稿日期】2011-10-11

Correction side consecutive pedicle screw placement combined with n-HA/PA66 graft in adolescent idiopathic scoliosis (AIS) treatment

ZHANG Le, OU Yun-sheng, QUAN Zheng-xue, JIANG Dian-ming, AN Hong, TANG Ke, LUO Xiao-ji
(*Department of Orthopaedics, the First Affiliated Hospital, Chongqing Medical University*)

【Abstract】*Objective*: To discuss the posterior correction side consecutive placement of pedicle screws and the clinical curative effect of n-HA/PA66 artificial bone grain of bone graft in the treatment of adolescent idiopathic scoliosis(AIS). *Methods*: 21 AIS cases, 6 males and 15 females, from July 2007 to July 2010 were reviewed. The average age was 15.2, from 12 to 20. Main curve Cobb angle was 40°~63° and 51.4° on average. They included 10 cases of Lenke Ⅰ, 5 cases of Lenke Ⅱ, 4 cases of Lenke Ⅲ, 1 case of Lenke Ⅳ and 1 case of Lenke Ⅴ. All the 21 patients were treated by posterior correction side consecutive placement of pedicle fixation, and n-HA/PA66 artificial bone grain combining autograft bone grain fusion. *Results*: After the operations, the Cobb angle was 5°~31° and was 13° on average. The average correction rate was 79%. All the 21 patients' bone grafts appeared to have successful spinal fusion. The spinal fusion rate was 93.4% in the last survey. The correction rate was not obviously lost in the last survey. All the patients had no obvious complications, and could do some exercises after treatment. *Conclusion*: For AIS patients, consecutive pedicle screw placement can achieve satisfactory correction rate, and n-HA/PA66 combined with autograft bone can be used for AIS patients' graft fusion.
【Key words】adolescent idiopathic scoliosis(AIS); n-HA/PA66; graft spine fusion; consecutive pedicle screw placement

青少年特发性脊柱侧凸(Adolescent idiopathic scoliosis,AIS)是脊柱侧凸中最常见的一种,其发病原因尚不清楚,常给青少年带来身体畸形、心理、心肺功能障碍等一系列的影响。近年来随着椎弓根钉系统在矫形中的广泛应用,其提供的三维矫形及稳定性使手术治疗脊柱侧凸变得更加安全、有效[1]。植骨融合作为手术中重要的步骤,关系到矫形术后重建脊柱的稳定性及长期有效性。自体骨是公认的植骨的良好材料[2]。但因脊柱侧凸患者需融合节段较长,往往自体骨供应不足。我院共同参与研发的 n-HA/PA66 人工材料已在腰椎、颈椎患者的治疗中取得很好的疗效,现将此人工骨材料应用于 AIS 矫形后的后外侧植骨融合的治疗中。对本院 2007 年 7 月至 2010 年 7 月采用经后路矫形侧连续置入椎弓根钉矫形内固定、n-HA/PA66 人工骨粒结合自体骨粒植骨融合的 21

作者介绍:张 乐(1987-),男,硕士,研究方向:脊柱外科。
通信作者:欧云生,男,副教授,Email:ouyunsheng2001@yahoo.com.cn。
基金项目:国家高技术研究发展计划(863)资助项目(编号:2002AA326020);重庆市卫生局资助项目(编号:06-2-020)。

例 AIS 患者作一些系统回顾，报道如下。

1 临床资料

1.1 一般资料

2007 年 7 月至 2010 年 7 月我院骨科收治的 AIS 患者 21 例，其中男 6 例，女 15 例，年龄 12~20 岁，平均 15.2 岁，均行 X 线、Bending 像、CT、MRI 检查，提示不同程度脊柱侧凸畸形，主弯 Cobb 角为 40°~63°，平均为 51.4°，胸椎（T_5~T_{12} 节段）后凸 Cobb 角为 8°~43°，平均 29°，并同时评估脊柱侧凸畸形的柔韧性、骨成熟度、椎体旋转度。脊柱侧凸按 Lenke 分型：Ⅰ型 10 例，其中ⅠA-5 例，ⅠAN 2 例，ⅠA+1 例，ⅠBN 1 例，ⅠCN 1 例；Ⅱ型 5 例，其中ⅡA-1 例，ⅡAN 2 例，ⅡBN 2 例；Ⅲ型 4 例，其中ⅢA-2 例，ⅢBN 1 例，ⅢCN 1 例；ⅣCN 1 例；ⅤC-1 例。侧凸畸形顶椎位于 T_6 椎体 2 例，T_7 椎体 2 例，T_8 椎体 4 例，T_9 椎体 5 例，T_{10} 椎体 7 例，L_1 椎体 1 例。平卧位 Bending 位 X 线片侧凸柔软度[即（术前胸椎冠状面 Cobb 角-凸侧侧屈位 Cobb 角）/术前胸椎冠状面 Cobb 角×100%]为 30%~58%，平均 46.4%。Risser 征Ⅲ度 8 例，Ⅳ度 10 例，Ⅴ度 3 例。21 例患者均采用经后路矫形侧连续置入椎弓根钉矫形内固定、n-HA/PA66 人工骨粒结合自体骨粒植骨融合术（Stryer 公司 Diapason 椎弓根钉系统、天津正天公司椎弓根钉系统、山东威高公司椎弓根钉系统）。根据患者 Lenke 分型选择矫形、固定、融合范围（矫形固定范围：上固定椎选择上端椎上方 1~2 个椎体，下固定椎选择稳定椎上方 1、2 个椎体；融合范围：主侧凸以及结构性次侧凸的范围）。术后平均随访 24 个月（12~36 个月）。

1.2 术前准备

术前完善肝肾功能、电解质、凝血功能、心电图、超声心动图、肺功能、胸片、全脊柱 CT、全脊柱 MRI 等检查，术前仔细阅读、分析患者的影像资料，尤其是置钉椎体的椎弓根情况（椎弓根宽度、长度、走向等），并排除其他系统病变及相关手术禁忌，进行唤醒试验训练，配血，部分患者实行自体血回输，术前 30 min 常规预防使用抗生素（头孢替安），并带甲基强的松龙 500 mg 于术中使用，手术超过 3 h 再应用抗生素预防感染。

1.3 手术方法

气管插管全麻，俯卧位，常规消毒铺巾，后路暴露脊柱，以矫形区域为中心作后正中切口，术中 3D-C 型臂 X 光机透视定位，部分患者采用自体血回输装置。切开皮肤、皮下、深筋膜，剥离两侧椎旁肌肉，显露弯曲脊柱的棘突、椎板、横突，清理椎间及两侧关节突肌肉和韧带，充分显露凹凸侧脊椎关节突外侧骨缘。根据椎体及椎弓根情况选择合适的螺钉（术前 CT 测量椎弓根宽度），首先在脊柱畸形矫形侧（凹侧）连续置入椎弓根螺钉，再于固定侧（凸侧）选择性植入椎弓根螺钉，3D-C 型臂 X 光机透视定位，确定螺钉位置良好后，切除相应节段关节突关节软骨、棘突、横突的部分骨质、关节囊，截取相应长度的钛棒，适度弯曲塑形，于凹侧置入矫形钛棒，应用旋棒技术矫正脊柱侧凸畸形，恢复胸椎后凸，于凸侧置入固定棒，根据凹侧撑开，凸侧加压的原则，进一步矫正侧凸畸形。旋紧螺母，安置横连接，冲洗术野。行唤醒试验，确认患者双足活动良好。16 例患者行胸廓成形术，暴露游离肋骨后段，切除部分后段肋骨，矫正“剃刀背”畸形，缝合肋骨床。将切除的肋骨剪成火柴棍样，以备植骨用。切除融合节段的棘突，去除相应节段椎板的外层皮质骨，以利植骨融合，取切除的自体骨粒、肋骨小条以及 8~15 g n-HA/PA66 人工骨粒混合，行固定融合节段后外侧关节突间及横突间植骨，融合该节段（图 1~2）。冲洗术野，放置引流管引流，逐层关闭切口。



图 1 散在的 n-HA/PA66 人工骨粒



图 2 自体骨混合 n-HA/PA66 人工骨粒

1.4 随访

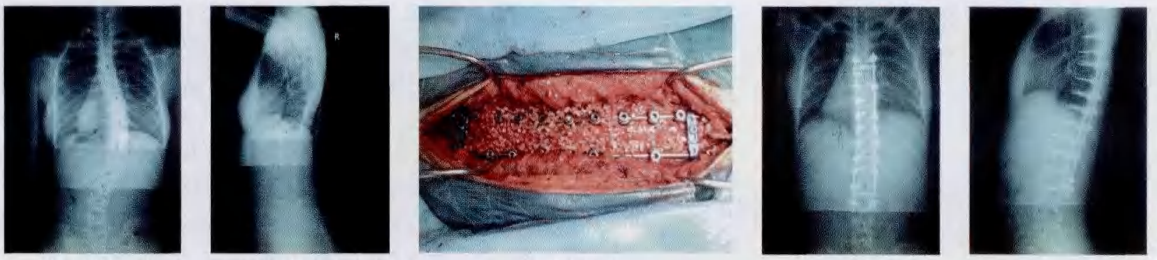
患者于术后 3、6、9、12 个月于我院门诊随访，拍摄全脊柱站立位 X 线片，观察并测量侧凸 Cobb 角度数及植骨融合情况。采用 Lenke 字母分级法[3]进行植骨融合分级：A 级：坚强融合伴双侧坚固的整块新生骨；B 级：一般融合伴同侧大块新生骨和一侧薄层融合块；C 级：可疑融合伴同侧薄层新生骨和一侧可疑假关节；D 级：无融合并假关节伴双侧植骨块溶解吸收或双侧薄层融合块。在本组中 A 级和 B 级均评定为骨融合。通过手术后即刻和最后 1 次随访的正位 X 线片对比记录 Cobb 角矫形丢失率。

2 结 果

手术时间 220~420 min，平均 300 min；术中出血 300~1 000 ml，平均 500 ml；术后 72 h 内引流量 100~400 ml，平均 250 ml。术后予以常规抗生素、脱水剂、激素治疗，切口负压引流 72 h 内或量少于 50 ml 后拔出引流管，复查全脊柱正侧位 X 线平片。术后 12~14 d 拆线，卧床休息 2 周后患者在支具固定下行下地行走功能锻炼，支具固定 3 个月，下床前在护士的指导下进行双下肢锻炼，防止深静脉血栓形成。

术后侧凸 Cobb 角为 5°~31°，平均 13°，平均矫正率[（术前胸椎冠状面 Cobb 角-术后胸椎冠状面 Cobb 角）/术前胸椎冠状面 Cobb 角× 100%]为 79%，胸椎后凸 Cobb 角为 8°~43°，平均 29°。术后平均随访 24 个月（12~36 个月），末次随访侧凸 Cobb 角为 6°~34°，矫形丢失率为 5%，胸椎后凸 Cobb 角为 17°~27°。

15 例患者植骨区域于术后 12 周可见较高密度影，与周围界线不清；余 6 例患者植骨区域可见少量骨小梁形成。21 例患者于术后 16 周均可见植骨区域内高密度影，与周围界线不清，附近骨膜反应明显，可见明显的纵行骨小梁通过，椎体融合。手术共计融合 241 个节段，每例融合 6~14 个节段，平均融合 11.5 个节段，其中 T_3~L_3 节段 3 例，T_2~L_1 节段 3 例，T_1~L_3 节段 2 例，T_3~L_2 节段 2 例，T_3~L_3 节段 2 例，T_4~L_2 节段



A. 术前全脊柱正位片　B. 术前全脊柱侧位片　C. 术中植骨　D. 术后全脊柱正位片　E. 术后全脊柱侧位片

注：患者女，15 岁，AIS，Lenke Ⅰ AN 型，侧凸顶椎为 T_{10} 椎体，术前侧凸 Cobb 角为 40°，胸椎后凸 Cobb 角为 20°，行后路矫形侧连续置钉、自体骨结合 n-HA/PA66 人工骨粒植骨融合、胸廓成形术，融合节段为 T_5~L_3。术后侧凸 Cobb 角为 10°，胸椎后凸 Cobb 角为 20°，侧凸矫正率为 75%，未出现并发症，患者可行一般体力活动，末次随访侧凸 Cobb 角为 10°，侧凸矫正率为 75%，融合节段均达到骨性融合

图 3　后路矫形侧连续置钉 n-HA/PA66 结合原位自体骨植骨融合患者相关图片

2例，T_4~L_3 节段 1 例，T_5~L_3 节段 1 例，T_{11}~L_5 节段 1 例，T_6~L_5 节段 1 例，T_2~T_{12} 节段 1 例，T_4~L_4 节段 1 例，T_3~L_5 节段 1 例，末次随访 225 个节段达到骨融合，骨融合率为 93.4%，未见明显假关节形成（图 3）。

本组患者术后未出现切口感染、脑脊液漏、脊髓神经损伤，也未出现螺钉松动、断裂、连接棒滑脱等相关并发症。患者均能参加一般性体育锻炼，无明显腰背痛等。

3　讨　论

特发性脊柱侧凸畸形是脊柱侧凸畸形中最常见的一种，约占脊柱侧凸的 70%。良好的手术矫形及内固定可取得良好的近期矫形效果，但对于手术矫形的巩固及维持则需要脊柱坚强与持久的骨性融合。因此，不断提高畸形矫正率和植骨融合率是脊柱侧凸畸形治疗的主要目的。

3.1　经后路置钉矫形

脊柱侧凸的矫形手术经历了以 Harrington、Lupue、Cotrel 和 Dubousset（C、D）等为代表的飞跃式发展。Harrington 系统在上端椎及下稳定椎应用钩棒系统通过撑开、压缩力达到侧凸的矫形，然而由于没有考虑矢状面的畸形而逐渐被其他内固定系统取代。20世纪80年代出现的CD（Cortrel-Dubousset）脊柱内固定系统运用胸椎椎板钩、腰椎椎弓根螺钉的钩钉棒系统，通过棒的去旋转达到侧凸的三维矫形。但是以钩为主的矫形系统对脊柱前柱缺乏作用力，并且其形成的非固定性连接使其手术后易出现矫正度的过多丢失[4]，矫形效果不佳。Suk 等[5]首先报道了应用全椎弓根螺钉系统进行脊柱侧凸矫形手术，使脊柱侧凸的手术治疗在纠正冠状面的病理性弯曲的同时完成胸椎生理后凸和腰椎生理前凸的矫正。它相比于钩-棒系统具有一下优势：①椎弓根螺钉贯穿脊柱三柱，与椎体形成固定性连接，为椎体的三维矫正提供了支点，尤其是去旋转力，使得矫形的效果进一步提高；②其矫形力较强，固定牢固，可以提供脊柱去旋转、节段撑开、节段加压和水平矫形，同时也矫正了胸椎后凸畸形[6]；③其矫正丢失率较低、并发症发生率低、需要融合节段相对较少。很多学者认为[7-11]，应用椎弓根螺钉系统进行脊柱侧凸矫形，其术后矫形率明显升高，且术后断棒、失代偿及假性关节形成概率明显低于钩-棒系统。李明等[12]对 114 例 AIS 患者行全节段椎弓根螺钉内固定，其矫正率达 78.3%，末次随访矫形丢失率仅为 3.3%，临床疗效显著。

近年来提出的侧凸手术矫形侧（凹侧）与固定侧（凸侧）的概念使得矫形理论日趋完善。矫形侧的连续置钉可以获得更为牢固的固定并且可以减少矫形操作中对每个椎弓根螺钉的应力集中。这样更有利于节段加压、撑开、平移和去旋转。方秀统等[13]对 32 例 Lenke Ⅰ型 AIS 患者进行比较认为，矫形侧连续置钉组与矫形侧选择置钉组在手术时间、出血量及并发症上并无明显统计学差异，而矫形侧选择置钉组的16例患者中，有 1 例在术后 9 个月因假关节形成而行翻修术，影响了治疗效果。较多相关文献报道[12-15]认为矫形侧选择性置钉只适用于柔韧度较好的 AIS 患者，对重度和僵硬型脊柱侧凸而言，因其矫正应力分布不均，椎弓根螺钉松动、拔出、折断的发生率增加，影响畸形的矫正效果。根据患者情况采用脊柱侧凸固定侧选择性置钉，既保证了侧凸矫形效果，又可以达到缩短手术时间、减少术中出血量、降低相关费用、降低神经系统并发症发生率等目的。

本组 21 例患者采用椎弓根螺钉系统内固定矫正脊柱侧凸，采取矫形侧连续置钉、固定侧选择性置钉的策略。21 例患者术前侧凸 Cobb 角为 40°~63°，平均为 51.4°，术后侧凸 Cobb 角为 5~31°，平均 13°，平均矫正率高达 79%，均未发生神经损伤，平均随访 24 个月，未出现椎弓根螺钉松动、断裂等并发症，且末次随访矫正丢失率仅为 5%。该术式不但获得了牢固的固定及三维矫形作用，而且降低了手术时间及相关费用，取得了良好的疗效。

3.2　矫形手术的植骨融合材料选择

获得长期坚固的骨性融合是脊柱侧凸手术成功的标志之一，而植骨材料的来源一直困扰着脊柱外科医生。自体髂骨是目前公认的最佳的植骨骨料[2]，尤其是对于经后路椎弓根钉系统矫形手术的患者。其具有良好的生物相容性、无疾病传播等优点[16]。但自体骨存在供应不足，并发出血、感染、取骨处疼痛，甚至神经损伤等缺点[17]，有报道其并发症高达 30%。同时脊柱侧凸手术所需手术时间长，创伤大，取自体髂骨会增加手术时间和出血量。且长时间的麻醉不利于青少年患者术后恢复，也增加相关风险。目前单一应用自体骨脊柱融合率并不理想[18,19]。同种异体骨则存在着供体不足、传播疾病、发生非感染性炎性反应的风险；而且由于排异反应的存在，在对其进行各种化学、物理处理的同时不可避免地造成

其生物学特性的改变，使其成骨活性较低。

一些人工合成骨材料具有成骨作用，而且取用方便，安全性高，不受供应量的限制，克服了供体缺乏、产生排异反应、传播疾病等缺点。其中，羟基磷灰石在合成骨材料中逐渐显示出优良的成骨活性，成为了合成骨移植材料研究的焦点。它不仅在化学构成和结构上类似自然骨，而且在具有生物活性的同时具有骨传导性、无毒、无免疫原性等优点。n-HA/PA66 是我院在国家“863”计划支持下合作研发的新型人工骨植入材料。其主要成分是纳米羟基磷灰石与聚酰胺 66。它具有良好的生物力学性能及骨传导性：该复合材料与受体骨组织形成直接的结合，形成骨性键合，对组织有较强的亲和力；还可起到钙盐沉积中的支点作用，诱发新骨的形成，在骨骼修复过程中能发挥重要作用。其相应产品已广泛应用于颈椎、腰椎的骨缺损修复重建，并已经取得良好的疗效[20-23]。

采用原位自体骨结合人工骨粒进行后外侧植骨。脊柱附件局部取骨植骨不但可获得较高融合率，而且杜绝了异体骨移植时疾病传播的潜在风险。手术在同一切口内，在取骨同时也处理了植骨床，减少了手术时间。Violas 等[24]及 Betz 等[25]利用原位自体骨移植在 AIS 后路矫形手术中取得了良好的临床效果。结合人工骨粒的植骨既可以弥补自体骨供应不足的缺点，又可发挥其在骨骼修复过程中能发挥重要作用。有研究表明[26]，人工骨粒与自体骨混合有利于骨生长、促进植骨融合，并且延缓了自体骨的过早吸收，这样既可以提高脊柱融合率也降低了矫正丢失率。本组 21 例患者均采用自体骨混合人工骨粒进行后外侧植骨，融合 6~14 个节段，平均 11.5 个节段，241 个节段中的 225 个于末次随访时达到骨性融合，植骨融合率高达 93.4%，临床疗效满意。

参 考 文 献

[1] Kim Y J, Lenke L G, Bridwell K H, et al. Free hand pedicle screw placement in the thoracic spine: is it safe[J]? Spine, 2004, 29(3): 333-342.

[2] Hedepuist D, Yeon H, Emon J. The use of allograft as a bone graft substitute in patients with congenital spine deformities[J]. Pediatr Orthop, 2007, 27(6): 686-689.

[3] Lenke L, Bridwell K H. Adult spondylolisthesis with lysis[M]. In: Bridwell K H, DwWald R, eds. The textbook of spinal surgery. Philadelphia, PA: Lippincott-Raven, 1997. 1269-1298.

[4] 海 涌，陈晓明，陈志明，等. 椎弓根螺钉内固定系统对特发性脊柱侧凸矫正效果的影响[J]. 中国脊柱脊髓杂志，2004，14(2)：199-202.

[5] Suk S I, Lee C K, Kim W J, et al. Segmental pedicle screw fixation in the treatment of thoracic idiopathic scoliosis[J]. Spine, 1995, 20(12): 1399-1405.

[6] Potter B K, Kuklo T R, Lenke L G, et al. Radiographic outcomes of anterior spinal fusion versus posterior spinal fusion with thoracic pedicle screws for treatment of Lenke type Ⅰ adolescent idiopathic scoliosis curves[J]. Spine, 2005, 30(16): 1859.

[7] Sakai Y, Matsuyama Y, Nakamura H, et al. Segmental pedicle screwing for idiopathic scoliosis using computer-assisted surgery[J]. J Spinal Disord, 2008, 21(3): 181-186.

[8] Kim Y J, Lenke L G, Cho S K, et al. Comparative analysis of pedicle screw versus hook instrumentation in posterior spinal fusion of adolescent idiopathic scoliosis[J]. Spine, 2004, 29(18): 2040-2048.

[9] Lowenstein J E, Matsumoto H, Vitale M G, et al. Coronal and sagittal plane correction in adolescent idiopathic scoliosis: a comparison between all pedicle screw versus hybrid thoracic hook lumbar screw constructs[J]. Spine, 2007, 32(4): 448-452.

[10] Dobbs M B, Lenke L G, Kim Y J, et al. Selective posterior thoracic fusions for adolescent idiopathic scoliosis[J]. Spine, 2006, 31(20): 2400-2404.

[11] Liljenqvist U, Lepsien U, Hackenberg L, et al. Comparative analysis of pedicle screw and hook instrumentation in posterior correction and fusion of idiopathic thoracic scoliosis[J]. Eur Spine J, 2002, 11(11): 336-343.

[12] 李 明，顾苏熙，朱晓东，等. 全节段椎弓根螺钉系统矫治青少年特发性胸腰椎/腰椎侧凸的疗效[J]. 中国脊柱脊髓杂志，2007，17(4)：261-265.

[13] 方秀统，李 明，赵颖川，等. 连续置钉或间隔置钉矫治 Lenke Ⅰ型青少年特发性脊柱侧凸的效果[J]. 中国脊柱脊髓杂志，2010，20(5)：367-370.

[14] 张 鹏，刘国辉，杨述华，等. 后路选择性内固定矫形治疗青少年特发性脊柱侧凸[J]. 临床骨科杂志，2009，12(2)：133-136.

[15] 张 伟，李 明，朱晓东，等. 双侧椎弓根交叉间隔置钉矫形治疗 Lenke 1 型青少年特发性脊柱侧凸[J]. 中国脊柱脊髓杂志，2011，21(2)：93-97.

[16] Violas P, Chapuis M, Bracq H. Local autograft bone in the surgical management of adolescent scoliosis[J]. Spine, 2004, 29(2): 189-192.

[17] Kager A N, Marks M, Bastrom T, et al. Morbidity of iliac crest bone graft harvesting in adolescent deformity surgery[J]. J Pediatrics Orthopaedic, 2006, 26(1): 132-134.

[18] Brain Kwon, Louis G. Jenis. Carrier materials for spine fusion[J]. The Spine Journal, 2005, 5(S6): 224-230.

[19] Steinmann J C, Herkowitz H N. Pseudarthrosis of the spine[J]. Clin Orthop Relat Res, 1992, 284: 80-90.

[20] 欧云生，蒋电明，权正学，等. n-HA/PA66 复合生物活性人工椎体支撑植骨治疗胸腰椎爆裂型骨折合并截瘫[J]. 中国临床医学，2007，14(3)：413-415.

[21] 汪 义，欧云生，蒋电明，等. 椎弓根螺钉固定结合植入复合骨治疗胸腰椎骨折的研究[J]. 重庆医科大学学报，2010，35(11)：1706-1709.

[22] 张 荣，权正学，蒋电明，等. n-HA/PA66 人工椎体在颈椎病中的临床应用[J]. 重庆医科大学学报，2009，34(11)：1562-1565.

[23] 欧云生，蒋电明，权正学，等. n-HA/ PA66 复合生物活性融合器在颈椎病前路减压融合术中的初步应用研究[J]. 生物医学工程学杂志，2010，27(2)：324-327.

[24] Violas P, Chapuis M, Bracq H. Local autograft bone in the surgical management of adolescent scoliosis[J]. Spine, 2004, 29(2): 189 -192.

[25] Betz R R, Petrizzo A M, Kerner P J, et al. Allograft versus no graft with a posterior multisegmented hook system for the treatment of idiopathic scoliosis[J]. Spine, 2006, 31(2): 121-127.

[26] Armand S, Kirsch A, Sergent C, et al. Racliographic and histologic evaluation of a sinus augmentation with composite bone graft: a clinical cose report[J]. Periodontol, 2002, 73(9): 1082-1088.

（责任编辑：冉明会）