

· 临床研究 ·

漏斗技术在胸椎椎弓根螺钉置入中的临床应用

汤呈宣, 杨国敬, 戴鸣海, 谢秉局, 张力成, 刘良乐

(温州医学院附属第三医院骨科, 浙江 温州 325200)

【摘要】 目的:探讨采用“漏斗技术”置入胸椎椎弓根螺钉的准确性和安全性。**方法:**回顾性分析了 2005 年 8 月至 2008 年 3 月至少有 1 枚螺钉置于 T₁-T₁₀ 之间的 39 例患者的临床资料。其中, 男 27 例, 女 14 例, 年龄 17~56 岁, 平均 38.5 岁; 1 例失访, 1 例在随访前因非相关性原因死亡。根据术后薄层 CT 扫描评估置钉的安全性和准确性以及各种并发症。**结果:**39 例均获随访, 时间 18~30 个月, 平均 23.2 个月, 未见血管、神经和内脏损伤等并发症。共置入胸椎椎弓根螺钉 208 枚, 置钉准确性 T₁-T₄ 低于 T₅-T₈ ($P=0.80$), T₅-T₈ 低于 T₉-T₁₀ ($P=0.07$), T₁-T₄ 低于 T₉-T₁₀ ($P=0.06$)。27 枚螺钉 (13.0%) 发生错置, 其中, 14 枚 (6.7%) 穿破椎弓根外侧皮质, 7 枚 (3.4%) 穿破内侧皮质, 5 枚 (2.4%) 穿破椎弓根上壁, 1 枚 (0.5%) 穿出椎体侧方, 未见椎弓根下壁和前壁穿破, 4 枚螺钉 (1.9%) 为危险性穿破。**结论:**漏斗技术是一种简单、安全、准确和经济的椎弓根螺钉置入方法, 通过该技术使年轻医师迅速安全、准确置入胸椎椎弓根螺钉成为可能。

【关键词】 胸椎; 内固定器; 外科手术; 骨折; 肿瘤

DOI: 10.3969/j.issn.1003-0034.2010.12.009

Clinical application of "funnel technique" in planting thoracic pedicle screws TANG Cheng-xuan, YANG Guo-jing, DAI Ming-hai, XIE Bing-ju, ZHANG Li-cheng, LIU Liang-le. Department of Orthopaedics and Spine Surgery, the Third Affiliated Hospital of Wenzhou Medical College, Wenzhou 325200, Zhejiang, China

ABSTRACT Objective: To evaluate the safety and accuracy of "funnel technique" in planting thoracic pedicle screws. **Methods:** From August 2005 to March 2008, a total of 39 patients with at least one thoracic pedicle screw in T₁-T₁₀ using "funnel technique" were retrospectively reviewed. Among the patients, 27 patients were male and 14 patients were female, with a mean age of 38.5 years (ranged from 17 to 56 years). One patient was lost follow-up, and other 1 patient was dead before follow-up. The accuracy of screw placement and the complications related to thoracic pedicle screws were analyzed by postoperative CT-scans. **Results:** All the patients were followed up ranging from 18 to 30 months, averaged 23.2 months. There were no vascular or viscera complications as well as iatrogenic neurologic injuries. The total number of screws was 208. There was no statistical difference between the percentage of fully contained screws at T₁-T₄ versus T₅-T₈ ($P=0.80$), T₅-T₈ versus T₉-T₁₀ ($P=0.07$), T₁-T₄ versus T₉-T₁₀ ($P=0.06$). Twenty-seven screws (13.0%) were misplaced, 14 screws (6.7%) violated lateral cortex of pedicle, 7 screws (3.4%) medially, 5 screws (2.4%) superiorly, 1 screw (0.5%) violated lateral cortex of vertebral body. No violations occurred superiorly or anteriorly. Only 4 screws (1.9%) was a critical perforation. **Conclusion:** The "funnel technique" is a simple, safe, accurate and cost-effective technique for pedicle screw placement. It provides even an entry-level surgeon with a safe way to identify and place thoracic pedicle screws.

KEYWORDS Thoracic vertebrae; Internal fixators; Surgical procedures, operative; Fractures; Neoplasms

Zhongguo Gushang/China J Orthop Trauma, 2010, 23(12): 911-914 www.zggszz.com

椎弓根螺钉最初应用于腰椎, 后扩展至胸椎。多种多样的内固定技术, 例如徒手技术、椎弓根外固定技术、术中影像学监测技术和计算机导航技术等被用以提高置钉的准确性。不同的内固定技术, 在不同的胸椎节段具有不同的置钉位点, 最常涉及的解剖结构为横突和关节突的交点。然而, 这两种结构容易因椎体的旋转和变形等畸形致置钉困难, 最终导致置钉失败。

我们采用一种“漏斗技术”以确定理想的置钉位

点, 并评估椎弓根入口结构, 同计算机导航技术相比, 该技术是一种安全、简单、准确而又无须横突和关节突依赖的置钉技术。为评估该技术, 自 2005 年 8 月至 2008 年 3 月, 应用胸椎椎弓根螺钉系统治疗胸椎病变 39 例, 共置入胸椎椎弓根螺钉 208 枚, 现对该技术的安全性和准确性进行回顾性分析。

1 资料与方法

1.1 临床资料 自 2005 年 8 月至 2008 年 3 月, 共 41 例, 男 27 例, 女 14 例; 年龄 17~56 岁, 平均 38.5 岁。被确定至少有 1 枚椎弓根螺钉置于 T₁-T₁₀ 之间 (含 T₁、T₁₀), 螺钉仅置于 T₁₁ 和 T₁₂ 以下的患者被排除。其

中, 1 例失访, 1 例在随访前因非相关性原因死亡。因此, 余 39 例为纳入病例, 脊柱骨折 27 例, 脊柱肿瘤 5 例, 脊柱结核 2 例, 脊柱侧凸 1 例, 脊柱后凸 1 例, 其他 3 例。

1.2 漏斗技术 ①定位: 常规暴露, 取胸椎下关节突关节面的外侧缘与横突根部中点相交处 (小关节下 1 mm) 作为大致进钉点 (图 1a)。②咬皮质骨: 咬骨钳移除覆盖在椎弓根表面的皮质骨, 直径约 10 mm (图 1b)。③刮松质骨: 用小刮匙移除椎弓根后部的松质骨 (图 1c)。④扩大开口: 如果需要, 可用椎板咬骨钳扩大开口 (图 1d)。⑤形成漏斗: 继续移除松质骨直到椎弓根峡部, 这样在椎弓根的皮质边界内就形成了一个“漏斗状”结构 (图 1e₁-1e₂)。⑥探针探测: 用直径 2 mm 的探针仔细探测椎弓根峡部 (图 1f)。⑦术中透视: 插入 50 mm 克氏针, 术中透视以确

认其是否准确置入, 并进一步了解置钉长度 (图 1g₁-1g₂)。⑧丝攻攻丝: 没有发现问题后用丝攻进行攻丝 (图 1h)。⑨球探测深: 所有椎弓根都用球探来探测椎弓根四壁和前侧是否穿破以及通道的长度 (图 1i)。⑩螺钉置入: 最后根据测量, 选择适当长度和直径的螺钉置入 (图 1j)。

1.3 观察项目与方法 全部螺钉置入后行 X 线和 2 mm 薄层 CT 扫描, 以判断螺钉置入的准确性。将 T₁-T₄、T₅-T₈ 和 T₉-T₁₀ 分别视为上、中和下胸椎。螺钉穿破椎弓根的任何一面或穿出椎体外均视为失败, 只有螺钉保持在椎弓根内且没有任何皮质的穿破才能视为成功。螺钉穿出皮质可分为向椎弓根的外侧、内侧、上方、下方、前方及椎体前、侧方皮质穿出。根据穿出皮质的厚度, 又分 0~2 mm, 2.1~4 mm, 4.1~6 mm, >6 mm 4 个等级, 将向椎弓根外侧穿破 >

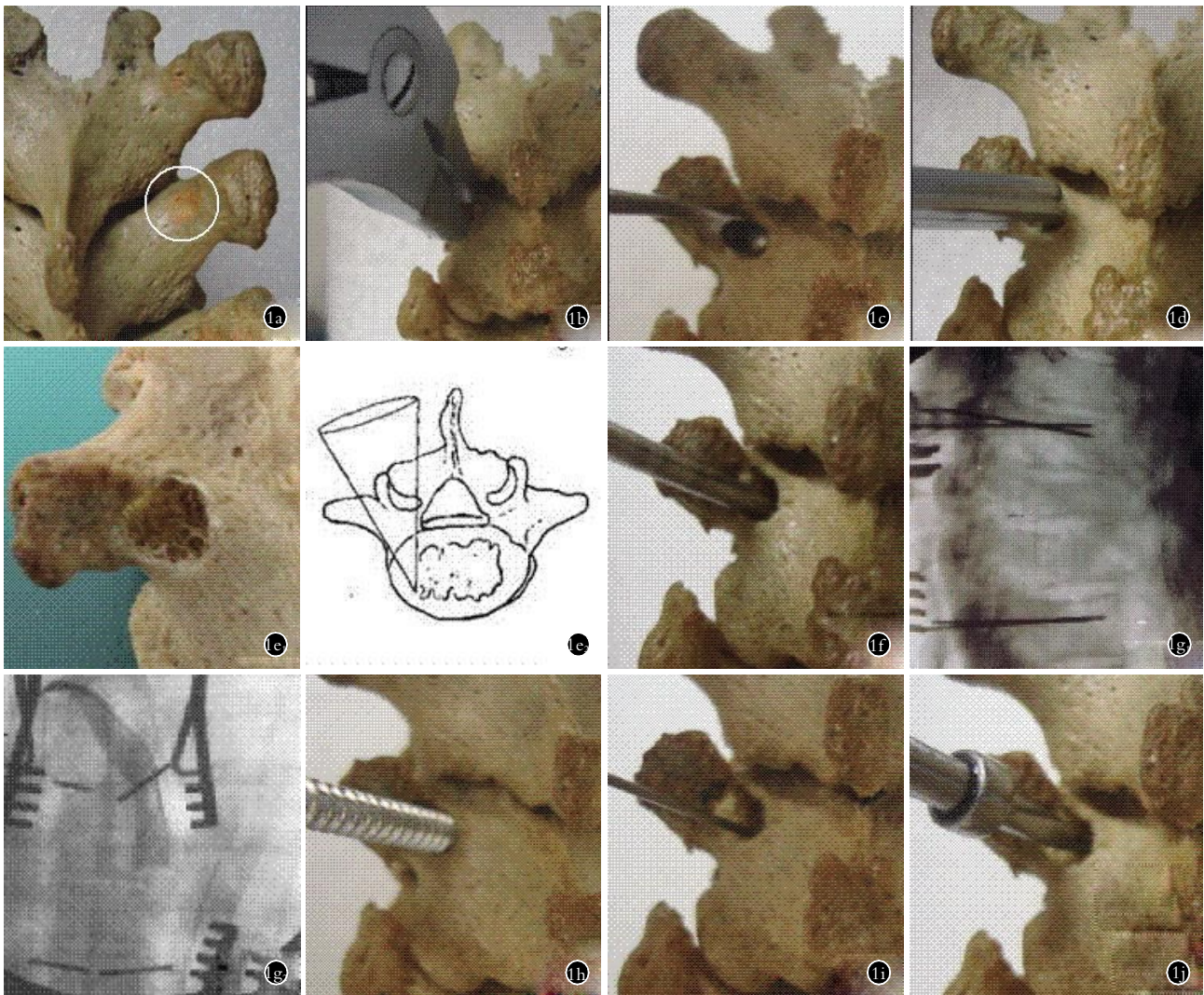


图 1 漏斗技术主要步骤 1a. 定位 1b. 咬皮质骨 1c. 刮松质骨 1d. 扩大开口 1e₁, 1e₂. 形成漏斗 1f. 探针探测 1g₁, 1g₂. 术中透视 1h. 丝攻攻丝 1i. 球探测深 1j. 螺钉置入
Fig. 1 Main procedures of the funnel technique 1a. Location 1b. Removing cortical bone 1c. Removing cancellous bone 1d. Enlarging the cortical pedicle 1e₁, 1e₂. Forming a funnel 1f. Careful probing 1g₁, 1g₂. Intraoperative fluoroscopy 1h. Fastening screws 1i. Detecting depth or perforation 1j. Introducing pedicle screw

6 mm、向内侧(或上方)穿破>2 mm 和穿出椎体前、侧方皮质的螺钉视为危险性穿出。

1.4 统计学处理 采用 SPSS 12.0 软件包对数据进行统计处理,采用 Origin7.5 软件制图。螺钉在不同胸椎区域置钉准确性的比较采用 χ^2 检验。

2 结果

39 例均获随访,时间 18~30 个月,平均 23.2 个月。未见神经、大血管、食管和胸肺损伤等术中并发症。1 例术中探针探测时自钉道内流出少许脑脊液,采用骨蜡封堵后再调整进针方向,术后没有出现其他并发症。1 例术后 1 d 出现右大腿后侧麻木感,经营养神经等对症支持治疗后消失。未见切口感染、螺钉松动等术后并发症。

2.1 影像学分析 本组 39 例 T₁-T₁₀ 共置入胸椎弓根螺钉 208 枚,平均每例 5.3 枚。术后薄层 CT 扫描和 X 线片观察,181 枚螺钉完全在椎弓根皮质骨内,成功率为 87.0%(表 1)。

表 1 每一胸椎节段置入的螺钉总数和正确置钉数(枚)

Tab.1 Total number of screws with their accuracy in each thoracic vertebrae(number)

胸椎节段	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉	T ₁₀
置钉总数	18	16	15	19	20	23	27	24	26	20
正确置钉数	16	15	13	13	13	13	19	23	25	19

螺钉完全在椎弓根皮质内的百分比在不同的胸椎区域各有不同(图 2)。统计显示:T₁-T₄、T₅-T₈、T₉-T₁₀ 分别占置入螺钉总数的 33%(68/208)、45%(94/208)、22%(46/208)。置钉准确性比较:T₁-T₄ 比 T₅-T₈, $P=0.80$;T₅-T₈ 比 T₉-T₁₀, $P=0.07$;T₁-T₄ 比 T₉-T₁₀, $P=0.06$;即置钉准确性在上、中、下胸椎之间差异无统计学意义。T₁-T₈ 与 T₉-T₁₀ 比较, $P=0.04$,即绝大部分置钉失败发生于近端胸椎。

在 27 枚(13.0%)置钉失败螺钉中(表 2):14 枚(6.7%)螺钉穿破椎弓根外侧壁,其中,1 枚(0.5%)穿破>6 mm(图 3a);7 枚(3.4%)螺钉穿破椎弓根内侧壁,其中,2 枚(1.0%)穿破>2 mm(图 3b);5 枚(2.4%)

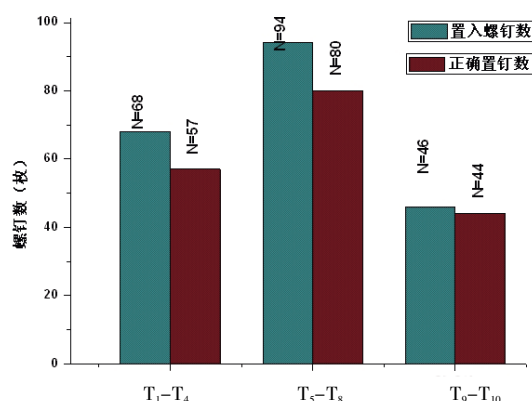


图 2 不同胸椎区域置入螺钉总数和正确置钉数(枚)

Fig.2 Number of screws with their accuracy in different thoracic region (number)

螺钉穿破胸椎弓根上壁,均<2 mm;1 枚(0.5%)螺钉穿出椎体右侧方皮质,但离知名血管较远(图 3c);未见胸椎弓根下壁、前壁和椎体前方穿破。

表 2 27 枚置钉失败螺钉的穿破情况(枚)

Tab.2 Perforation of 27 failure planting screws(number)

方向	0~2 mm	2.1~4 mm	4~6 mm	>6 mm
外侧壁	8	4	1	1*
内侧壁	5	2*	0	0
上壁	5	0	0	0
下壁	0	0	0	0
前壁	0	0	0	0
椎前	0	0	0	0
椎侧	1*	0	0	0

注: * 危险性穿破

Note: * Critical perforation

进一步研究显示,4 枚螺钉(1.9%)为危险性穿破,23 枚螺钉(11.1%)为非危险性穿破。2 例向内侧穿破>2 mm 的患者予行再次手术调整,1 例向外侧穿破>6 mm 和 1 例穿出椎体侧方皮质的患者拒绝再次手术,但经近 2 年的随访,均未见神经症状、血管损伤和螺钉松动等并发症。

2.2 应用实例 患者,男,18 岁,渐进性脊柱侧凸伴腰背部持续性疼痛 10 余年,术前测 Cobb 角大于



图 3 椎弓根螺钉的危险性穿破 3a. 穿破椎弓根外侧壁 3b. 穿破椎弓根内侧 3c. 穿破椎体右侧方皮质

Fig.3 The critical perforation of pedicle srew 3a. Lateral pedical wall 3b. Medial pedical wall 3c. Vertebral body

60°, 予行后路选择性全椎弓根螺钉矫正术。共置入胸椎弓根螺钉 7 枚, 其中置于 T₁-T₁₀ 之间 5 枚。术中发现患者 T₅ 右侧(凹侧)椎弓根极度旋转, 变形接近中线, 2 次经皮质骨置钉失败后, 采用“漏斗技术”暴露椎弓根峡部, 准确置入胸椎弓根螺钉。

3 讨论

3.1 胸椎弓根螺钉的置入方法比较 Kim 等^[1]采用徒手置钉技术, 对近 10 年 394 例进行了回顾性分析, 失败率为 6.2%, 指出胸椎椎弓根的理想置入位点随胸椎节段而变动, 使得置钉困难。Husted 等^[2]从解剖及形态上描述了经胸椎“椎弓根-肋骨间”置入胸椎椎弓根钉的方法, 得出此法是一种较传统经椎弓根螺钉安全、简单的置入方法; 但韦兴等^[3]从生物力学比较发现经“椎弓根-肋骨”置钉抗拔出力(423.1±198.7) N 明显小于经椎弓根置钉(783.3±199.5) N, 认为经“椎弓根-肋骨间”置钉只能作为椎弓根置钉的一种补充。Mirza 等^[4]报道了术中 X 线透视和 CT 辅助技术下的胸椎椎弓根螺钉的置入, 失败率分别为 14%(10/70)和 13%(10/74), 均未见椎弓根内侧壁穿破。然而, 持续影像学监测会带给患者和术者隐形射线损害, 而且肋骨、肩胛骨及较多软组织同样会给透视效果带来不利影响。计算机导航系统因其高度的准确性和安全性成为近年来术中辅助技术研究的热点, 但其昂贵的设备和复杂的操作限制了其进一步推广^[5]。

经过仔细比较这些不同的置钉方法, 笔者认为需要一种安全、准确(具有“恒定”置入点), 操作简单且不依赖图像引导的胸椎弓根置钉技术。

3.2 “漏斗技术”的准确性分析 2002 年由 Yingsakmonkol 等^[6]首次报道将该技术应用于尸体胸椎标本, 其置钉失败率仅为 6%(13/216); 国内王涛等^[7]亦通过对照试验证实, 该技术在胸椎置入失败率为 12.5%, 远低于文献报道的 21.1%~54.7%^[1]。

“漏斗技术”由一系列操作程序组成, 其步骤明确, 简单明了, 具有很高的可重复性和实用性。在使用“漏斗技术”的过程中, 从椎弓根顶部开始, 逐渐移除椎弓根内的松质骨直到椎弓根峡部, 这样, 从椎弓根的顶部到峡部就形成了一个漏斗状结构。这个“漏斗”不但是恒定的, 而且具有一定程度上的“导航”作用。利用这个“漏斗”, 可以评估椎弓根入口结构, 从而判断进钉方向、角度以及使用螺钉的直径, 避免了开路器可能带来的方向误导。加上上述操作都在直视下进行, 在很大程度上避免了“盲置”, 这是“漏斗技术”失败率低的主要原因。另外, “漏斗”的制作过程是用刮匙逐渐移除椎弓根顶部到峡部的松质骨,

是一个循序渐进的过程, 并且是在直视下进行, 可以明显减少脊髓和神经根损伤的风险, 即使在“漏斗”制作过程中发现椎弓根壁已穿破, 也可及时调整, 从而将脊髓和神经根损伤的风险降到最低。这是“漏斗技术”的危险性穿破率远低于其他技术的主要原因。

笔者认为, 尽管 T₁₁ 和 T₁₂ 粗大的椎弓根可以大幅度提高置钉的准确性, 却难以体现该技术在高难度置钉方面的应用价值。因此, 仅对置于 T₁-T₁₀ 的螺钉进行了评估。

本组病例中段胸椎置钉百分比较高, 但失败率与上、下段胸椎未见显著差异, 显示“漏斗技术”在高度困难置钉仍有较高的准确性。另外, 本组病例中, 椎弓根螺钉置入时外侧壁的穿破率远高于内侧壁, 除与术者置钉时有意倾向外侧避免损伤脊髓相关外, 也与文献报道所有节段椎弓根内壁骨皮质的厚度是外侧壁的 2~3 倍的结果相符^[8]。

笔者认为, 同任何新技术一样, “漏斗技术”也需要一个学习的过程, 但其简单的操作步骤使得年轻医师能够迅速掌握该技术成为可能。考虑置钉失败所带来的灾难性后果, 可将该技术作为传统胸椎弓根螺钉置入方法的重要补充, 建议应用于置钉高度困难的病例。

参考文献

- [1] Kim YJ, Lenke LG, Bridwell KH, et al. Free hand pedicle screw placement in the thoracic spine: is it safe[J]. Spine, 2004, 29(3): 333-342.
- [2] Husted DS, Yue JJ, Fairchild TA, et al. An extrapedicular approach to the placement of screws in the thoracic spine: an anatomic and radiographic assessment[J]. Spine, 2003, 28(20): 2324-2330.
- [3] 韦兴, 侯树勋, 史亚民, 等. 胸椎经“椎弓根-肋骨间”螺钉与椎弓根螺钉内固定的抗拔出比较[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2006, 16(8): 623-625.
- [4] Mirza SK, Wiggins GC, Kuntz C, et al. Accuracy of thoracic vertebral body screw placement using standard fluoroscopy, fluoroscopic image guidance, and computed tomographic image guidance: a cadaver study[J]. Spine, 2003, 28(4): 402-413.
- [5] Kim KD, Patrick Johnson J, Bloch BSO, et al. Computer-assisted thoracic pedicle screw placement: an in vitro feasibility study[J]. Spine, 2001, 26(4): 360-364.
- [6] Yingsakmonkol W, Karaikovic E, Gaines RW. The accuracy of pedicle screw placement in the thoracic spine using the "Funnel Technique": part 1. A cadaveric study [J]. J Spinal Disord Tech, 2002, 15(6): 445-449.
- [7] 王涛, 汤呈宣, 杨国敬, 等. 漏斗技术置入胸椎椎弓根螺钉准确性研究[J]. 中国骨伤, 2009, 22(8): 593-595.
- [8] Kothe R, O'Holleran JD, Liu W, et al. Internal architecture of the thoracic pedicle: an anatomic study[J]. Spine, 1996, 21(3): 264-270.

(收稿日期: 2010-04-20 本文编辑: 王宏)