

# 导航下脊柱椎弓根钉置入与传统置入术 临床疗效的 Meta 分析

邢丹<sup>1,2</sup>, 马信龙<sup>1,2</sup>, 宋东辉<sup>3</sup>, 马剑雄<sup>2</sup>, 徐卫国<sup>1</sup>, 王杰<sup>2</sup>, 杨阳<sup>1</sup>, 陈阳<sup>1</sup>

(1. 天津医院骨研所生物力学室 天津医科大学骨科临床学院, 天津 300211; 2. 天津医科大学总医院骨科, 天津 300052; 3 天津市公安医院骨科)

**【摘要】目的:**通过检索和分析国内外相关文献,评价导航辅助下椎弓根钉内固定术与传统通过解剖标志定位的内固定术的置钉位置优良率和临床疗效。**方法:**计算机检索 1990 年 1 月至 2012 年 2 月, Pubmed、Medline、OVID 和万方医学网等中英文数据库并结合手工检索,按照既定的纳入和排除标准查找有关导航下脊柱椎弓根钉置入术与传统手术置钉术比较的临床随机对照试验(RCT)和前瞻性病例对照试验,对纳入的研究进行质量评价,使用 RevMan 5.1 软件对数据进行 Meta 分析。**结果:**共纳入 10 篇文献,置入 2 813 枚椎弓根钉,其中 1 561 枚在导航辅助下置入,1 252 枚通过传统方式置入。研究结果提示导航辅助下置入椎弓根钉的优良率[OR=2.58, 95%CI(1.18, 5.63)]、平均置入时间[WMD=-2.15, 95%CI(-2.36, -1.94)]与传统置入方式相比差异有统计学意义,且纳入研究未报道导航下置钉神经损伤相关并发症发生,仅一项研究报道导航辅助下钉道准备时间长于传统手术。**结论:**导航作为脊柱外科手术的一种辅助手段,可以提高置钉的优良率,加快置入的速度,减少置钉相关并发症,但由于该系统的复杂性可能导致钉道准备时间延长,尚需开展进一步的 RCT 研究加以验证。

**【关键词】** 椎弓根钉; 治疗, 计算机辅助; 导航; Meta 分析

DOI: 10.3969/j.issn.1003-0034.2012.10.010

**Clinical efficiency of computer-assisted pedicle screw placement versus conventional method: a meta-analysis** XING Dan, MA Xin-long\*, SONG Dong-hui, MA Jian-xiong, XU Wei-guo, WANG Jie, YANG Yang, CHEN Yang. \*Department of Orthopaedics, Tianjin Medical University General Hospital, Tianjin 300052, China; Tianjin Hospital, Tianjin 300211, China

**ABSTRACT Objective:** To compare the clinical efficacy of computer-assisted pedicle screw placement and conventional placement in the treatment of spinal disease. **Methods:** A systematic search of studies published between Jan. 1990 and Feb. 2012 was conducted using Medline, Embase, OVID, ScienceDirect and Cochrane Review databases. Randomized controlled trials(RCTs) and prospective controlled trials of comparing computer-assisted pedicle screw placement to conventional method performed at one center or multi-centers providing data on accuracy of placement and clinical effects were identified. Two study authors independently reviewed the 93 articles originally identified and selected 10 for analysis. Study title, demographic characteristics, number of pedicle screw, anatomical area and outcomes were extracted manually from all selected studies. RevMan 5.1 software was used for meta-analysis. **Results:** Ten studies encompassing 2813 pedicle screws met the inclusion criteria. Overall, the result of meta-analysis indicated that there were significant differences between two groups in accuracy in placement of pedicle screw [OR=2.58, 95%CI(1.18, 5.63)], insertion time[WMD=-2.15, 95%CI(-2.36, -1.94)]. However, there was only one study reported preparation time of pedicle screw of navigation group was longer than conventional group. No neurological complication in navigation group was reported. **Conclusion:** As a safety supplementary measure, computer navigation provide better accuracy in placement of pedicle screw and insertion time. The preparation time of pedicle screw may prolong due to the complexity of navigation system. Further reseach should include randomized controlled trials with well-planned methodology to limit bias.

**KEYWORDS** Pedicle screw; Therapy, computer-assisted; Navigation; Meta-analysis

Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2012, 25(10): 825-830 www.zggszz.com

基金项目: 国家自然科学基金项目(编号: 81102607); 天津市科技支撑重点项目(编号: 11ZCGYSY01800); 天津市卫生局科技攻关项目(编号: 11KG137)

Fund programs: Supported by National Natural Science Foundation of China (No. 81102607)

通讯作者: 马信龙 Tel: 022-60362062, E-mail: mx969@163.com

20 世纪 90 年代, Steinmann 等<sup>[1]</sup>将导航技术应用用于脊柱外科手术, 被一些学者看做是脊柱外科发展的里程碑。因为它可以减少患者和医护人员 X 线的辐射量, 帮助医生进行更精准的手术。随着导航系统的发展, 其应用也越来越广泛。但由于该系统造价

昂贵,操作不熟练导致手术时间延长以及注册误差等原因导致目前对其应用仍存在一定的争议。本研究拟探讨导航辅助下置入椎弓根钉与传统手术置钉的疗效差异。

## 1 资料与方法

**1.1 纳入标准** ①研究类型:临床随机对照试验(RCT)和前瞻性病例对照研究。②研究对象:具有相关手术指征需要行后路椎弓根钉内固定术的患者,手术节段包括颈椎、腰椎、胸椎、骶椎。原发疾病包括:脊柱滑脱、椎管狭窄、退行性脊柱侧弯、脊柱畸形、脊柱后凸、间盘切除术后综合征、脊柱肿瘤、脊柱骨折等所有可行后路椎弓根钉内固定术的疾病。③干预措施:二维透视导航系统,CT三维重建导航系统,即时三维透视导航系统。故导航手术组的干预措施包括以上导航方法下行脊柱后路椎弓根钉内固定术。传统手术组:通过传统骨性标志定位的方法行脊柱后路椎弓根钉内固定术。

**1.2 排除标准** ①病例报道;②模型及尸体标本研究;③回顾性研究;④重复发表的文献;⑤队列研究。

### 1.3 文献检索策略

**1.3.1 电子检索** 外文数据库:Medline(1990年1月至2012年2月),Embase(1990年1月至2012年2月),Cochrane Central Register of Controlled Trials(2012年第1期),ScienceDirect(1990年1月至2012年2月),OVID(1990年1月至2012年2月),SpringerLink(1990年1月至2012年2月),Google Scholar(1990年1月至2012年2月)。英文检索词为“pedicle screw”、“image-guided surgery”、“navigation”、“computer-assisted surgery”等。中文数据库包括万方医学网(1990年1月至2012年2月)、中国生物医学文献数据库(CBM,1990年1月至2012年2月)。中文检索词为“椎弓根钉”、“计算机辅助”、“导航”等。采用主题词与自由词相结合的检索方法以提高查全率和查准率。

**1.3.2 手工检索** 手工检索《中华骨科杂志》、《中国脊柱脊髓杂志》、《脊柱外科杂志》等,并追索已检出文献的参考文献。检索无语种和国别限制。

**1.3.3 文献筛选** 由2名研究者分别独立检索文献,阅读文题及摘要,对符合纳入标准的文献进行全文检索及阅读,意见不一致时通过专家讨论决定。

**1.4 纳入研究质量评价** 对纳入的RCT研究,依照以下5条质量评价标准进行:①随机方法是否正确;②是否做到分配隐藏;③是否采用盲法;④有无失访及意向性分析(ITT);⑤基线情况是否可比。若完全满足以上5条标准,发生偏倚的可能性小,为A级;若其中1条或者多条为部分满足,认为发生偏倚

的可能性为中度,为B级;若1条或多条完全不满足质量评价标准时发生偏倚的可能性为高度,为C级。由于纳入标准中还包括了对非随机对照试验,故同时采用Newcastle-Ottawa Scale(NOS)量表对纳入的研究进行质量评价,其从①病例及对照的选择;②病例及对照的可比性;③暴露确定程度3个方面对纳入研究进行质量评价。每个方面分别包括4、2、3个评价条目。“★”表示该项条目评分较高,其数量的多少显示研究质量的高低。以上过程由2名研究者独立进行,意见不一致时通过专家讨论决定。

**1.5 观察指标** 两组患者椎弓根钉位置的优良率、钉道准备时间、置钉时间、术后神经根症状发生率及健康质量评分(ODI评分和SF-36/12评分)。

**1.6 资料提取** 按照研究计划制定的“文献信息提取表”,由2名评价员分别提取和录入资料,然后互相核对。提取内容包括纳入研究基本信息、研究类型、患者特征、干预措施、测量指标等。以上过程遇到不同意见经讨论解决。

**1.7 数据分析** 使用Cochrane协作网提供的RevMan 5.1软件对提取的数据进行Meta分析。对连续性变量使用加权均数差(weighted mean difference, WMD)及其95%可信区间(confidence interval, CI);对计数资料采用比值比(odds ratio, OR)及其95%CI。首先分析各纳入研究的临床异质性,然后采用 $\chi^2$ 检验分析各纳入研究间的统计学异质性。检验水平设定为 $\alpha=0.05$ 。同质性研究采用固定效应模型进行Meta分析;当各研究具有临床同质性而有统计学异质性时,则采用随机效应模型进行Meta分析;若出现临床异质性,则根据其异质性来源进行亚组分析及敏感性分析来判断Meta分析结果是否稳定。

## 2 结果

文献检索结果:初筛共检索到相关文献93篇,通过2名评价者分别阅读文题和摘要后排除57篇回顾性研究,16篇尸体试验,1篇模型试验,剩余19篇。经过全文阅读排除重复发表文献3篇、无可用数据5篇、非同期对照1篇,最终纳入10篇<sup>[2-11]</sup>(表1)。其中4篇<sup>[3,7-9]</sup>RCT研究,6篇<sup>[2,4-6,10-11]</sup>前瞻性病例对照研究。共置入2813枚椎弓根钉,其中1561枚在导航辅助下置入,1252枚通过传统方式置入,涵盖了颈椎、胸椎、腰椎、骶椎。研究地点分布在印度、美国、德国、中国、芬兰。

纳入研究质量评价:按文献质量评价标准,纳入的4篇RCT研究质量等级:1篇为B级,3篇为C级(表2)。两组患者在年龄构成、性别比例、椎弓根钉使用率等方面的基线一致,具有可比性。纳入的6篇前瞻性病例对照试验按照NOS量表评分,文献质量

表 1 纳入研究基本情况  
Tab.1 Characteristics of included studies

纳入研究	研究类型	国家	发表年代	手术部位	样本量		年龄		椎弓根钉数量	
					CAOS	CSIT	CAOS	CSIT	CAOS	CSIT
Rajasekaran et al <sup>[7]</sup>	RCT	印度	2007	胸椎	17	16	19.6±9.3	15.4±4.3	242	236
Laine et al <sup>[3]</sup>	RCT	芬兰	2000	胸腰段,腰骶部	50	50	54.0±16.0	53.0±14.0	277	219
Silbermann et al <sup>[11]</sup>	前瞻性研究	德国	2011	腰骶部	37	30	64.41	60.1	187	152
Fraser et al <sup>[10]</sup>	前瞻性研究	美国	2010	腰椎,腰骶部	29	13	55.1±13.6	48.4±12.0	143	38
Richter et al <sup>[5]</sup>	前瞻性研究	德国	2005	颈椎	32	20	58.4	54.5	167	93
Seller et al <sup>[6]</sup>	前瞻性研究	德国	2005	胸腰段	N/A	N/A	N/A	N/A	36	24
Arand et al <sup>[4]</sup>	前瞻性研究	德国	2001	腰骶部	21		N/A	N/A	72	86
Laine et al <sup>[2]</sup>	前瞻性研究	芬兰	1997	腰骶部	30		50		139	35
Li et al <sup>[8]</sup>	RCT	中国	2009	腰椎,腰骶部	36	50	46	48	206	285
Han et al <sup>[9]</sup>	RCT	中国	2010	胸椎	22	20	N/A	N/A	92	84

RCT:临床随机对照试验; CAOS:计算机辅助骨科手术; CSIT:传统椎弓根钉置入术; N/A:未报道

表 2 RCT 研究的方法学质量评价

Tab.2 Criteria assessment of the methodological quality for randomized controlled studies

纳入研究	随机方法	分配隐藏	评价者盲法	失访和退出	基线情况	质量等级
Rajasekaran 2007 <sup>[7]</sup>	充分	未描述	单盲	无	可比	B
Laine 2000 <sup>[3]</sup>	未描述	不充分	未描述	有	可比	C
Li 2009 <sup>[8]</sup>	未描述	不充分	不充分	有	可比	C
Han 2010 <sup>[9]</sup>	未描述	不充分	不充分	无	可比	C

表 3 前瞻性病例对照研究的 NOS 质量评价

Tab.3 Criteria assessment of the methodological quality prospective controlled studies

纳入研究	病例选择	可比性	暴露程度
Silbermann <sup>[11]</sup>	★★	★★	★★★
Fraser <sup>[10]</sup>	★★★	★	★★★
Richter <sup>[5]</sup>	★★★	★	★★★
Seller <sup>[6]</sup>	★★★★	★★	★★★
Arand <sup>[4]</sup>	★★★	★★	★★★
Laine <sup>[2]</sup>	★★★★	★	★★★

评价结果见表 3。

**2.1 椎弓根钉位置的优良率** 目前对于椎弓根钉位置的评价标准很多。按照 Andrew 椎弓根钉位置 CT 分级标准<sup>[12]</sup>,将椎弓根钉位置分为 3 级: I 级,椎弓根钉未突破椎弓根皮质; II 级,突破皮质但 ≤ 2 mm; III 级,突破皮质但 > 2 mm。按照 Gertzbein 的标准<sup>[13]</sup>,椎弓根钉未突破椎弓根皮质为优; 穿出皮质但不超过螺钉直径的 1/4 且无神经症状为良; 穿出皮质超过螺钉直径 1/4 且伴有神经症状为差。各评价方法均把椎弓根钉未突破椎弓根皮质视为理想位置,故本 Meta 分析将其作为结局指标计算优良率。10 篇文献均报道了螺钉位置的优良率,根据文献同质性检验结果,  $\chi^2=67.58, P<0.00001$ , 且  $I^2=87%$ , 说明纳入的研究有统计学异质性, 故采用随机效应模型进行 Meta 分析, 优势比合并采用 Mantel-Haenszel 法。结果表明导航辅助下置入椎弓根钉优良率与传统手

术置入相比有统计学差异 [ $OR=2.58, 95% CI (1.18, 5.63)$ ](见图 1)。

**2.2 平均椎弓根钉置入时间** 仅 2 篇文献<sup>[7,9]</sup>报道了平均螺钉置入时间, 根据文献同质性检验结果,  $\chi^2=2.04, P=0.15$ , 且  $I^2=51%$ , 说明纳入的研究有统计学异质性, 故采用随机效应模型进行 Meta 分析, 均数差合并采用倒数法。结果表明导航辅助下置入椎弓根钉的平均时间与传统方法置入相比有统计学差异 [ $WMD=-2.15, 95% CI (-2.36, -1.94)$ ](见图 2)。

**2.3 平均钉道准备时间** 导航手术组的钉道准备时间定义为自安装动态基准参考夹开始, 至钉道准备完毕。传统手术置钉的钉道准备时间为自进钉点显露完成开始, 至钉道准备完毕。仅有 1 项研究<sup>[8]</sup>报道了平均钉道准备时间, 故无法进行 Meta 分析。其报道导航手术组平均钉道准备时间为  $(360.00 \pm 22.00)s$ , 传统手术组为  $(56.00 \pm 8.00)s$ , 两者差异有统计学意义。

**2.4 术后神经根症状发生率** 2 篇文献<sup>[3,9]</sup>均报道了传统手术组有 1 例患者出现术后神经损伤相关并发症。其他纳入文献无相关报道。

**2.5 术后健康或功能评分** 纳入研究均未报道患者术后 ODI 评分和 SF-36/12 评分。

### 3 讨论

**3.1 纳入研究的总体质量** 本研究共纳入 10 篇文献, 其中 RCT 研究仅 4 篇, 其余 6 篇为前瞻性病例

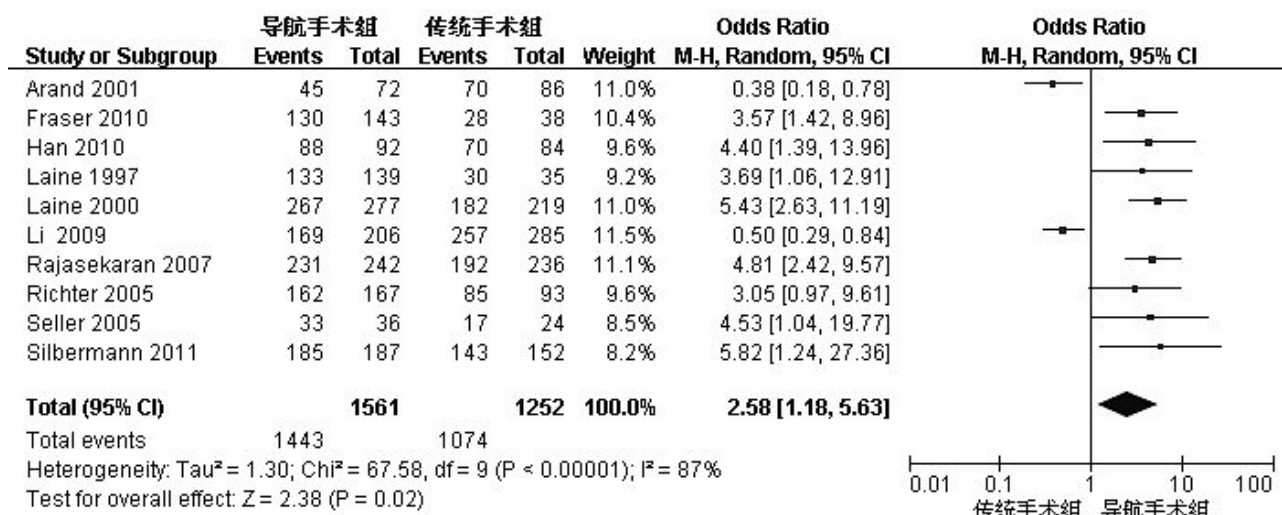


图 1 导航下置钉优良率与传统手术置钉比较的 Meta 分析结果

Fig.1 Meta-analysis results of placement accuracy of pedicle screws between navigation group and conventional group

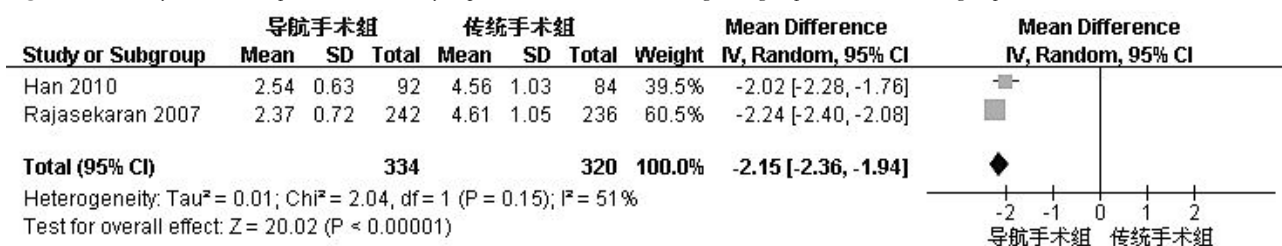


图 2 导航下平均置钉时间与传统手术置钉比较的 Meta 分析结果

Fig.2 Meta-analysis results of insertion time of pedicle screws between navigation group and conventional group

对照研究。虽然基于 RCT 的系统评价被认为是最佳临床研究设计方案,即判断治疗效果的“金标准”。但是有关外科手术的文献本身特点决定了它的质量不可能很高,或者说评价分数高的文献不会太多。这主要是由于手术类的研究很难做到患者及术者盲法,同时由于伦理问题导致充分的随机方法也很难实现。目前 Cochrane 图书馆的非随机对照研究方法学小组,认为制作非随机对照研究的系统评价对某些医疗问题具有一定程度的重要性。因此在缺乏足够数量的 RCT 研究时,一些重要的临床问题可能通过非随机性研究得到解决。至今 Cochrane 图书馆已有多篇非随机对照试验系统评价发表。但是不同类型的非随机研究其证据的真实性和偏倚的程度也不相同,本文所纳入的前瞻性对照试验相对于其他类型的非随机对照试验具有相对较高的证据等级。如果纳入的 RCT 研究质量等级过低,其论证强度未必高于非随机对照试验。非随机对照试验同 RCT 研究一样是临床研究必不可少的,且在一定程度上可以弥补 RCT 研究的不足。目前对于非随机对照试验的评价标准很多,尚无统一的标准。同时由于非随机对照试验均存在一定程度的偏倚,故合并分析可能在一定程度上加重偏倚。本研究纳入了 4 篇 RCT 研究以及 6 篇质量等级中等的前瞻性非随机对照试验,虽存在选择性偏倚、实施偏倚及测量性偏倚为中度可

能性,但本研究结论仍具有一定的临床参考价值。

**3.2 临床效果分析** 椎弓根是椎体最坚强的部分,椎弓根钉内固定术可以使脊柱节段达到空间上的稳定性且实现较高的融合率<sup>[14]</sup>。这些优势使椎弓根钉内固定术广泛应用于脊柱骨折、肿瘤、畸形以及退行性疾病等。但是脊柱各个节段的解剖结构不同,尤其是椎弓根的结构以及方向存在很大的变化,因此手术时可能由于椎弓根钉穿破皮质导致出现神经损害症状<sup>[13,15]</sup>。传统手术依赖术者对解剖标志的辨认和定位,故存在置入不理想的可能,尤其当存在解剖变异的时候置入失败的发生率会更高。通过尸体标本模拟手术,研究显示胸椎椎弓根钉穿破皮质的发生率达 15%~50%<sup>[16]</sup>。近年来,计算机辅助导航技术的应用拟通过提高置钉的精准度,来避免出现神经损害症状,提高患者的满意率。

本 Meta 分析的结果表明,导航辅助下置钉的优良率高于常规通过解剖定位置钉的方法,两者差异有统计学意义。但是李书纲等<sup>[8]</sup>和 Arand 等<sup>[4]</sup>的研究结果显示常规方法的置钉优良率高于导航下置钉。分析其原因可能来自以下几方面:①术者对于导航系统操作不熟练;②术者对于传统通过解剖标志定位的置钉技术掌握不熟练;③患者术中体位变化可能导致脊柱节段位置的变化,有研究报道<sup>[17]</sup>手术过程中体位的改变引起的脊柱前凸及后凸的变化导致

了椎弓根钉置入失败;④术中椎体之间的实际关系与术前 CT 成像有较大差异;⑤术中对注册点周围软组织剥离不够彻底或骨性结构破坏导致的注册误差;⑥有些原发病可能造成脊柱手术注册过程中出现导航错误,Holly 等<sup>[18]</sup>认为脊柱失稳的患者术前 CT 影像学表现不能反映术中的解剖结构,因而导致导航不准。因此对于术者来说,首先要能够彻底地显露解剖结构,其次要熟练掌握导航系统的使用,并通过反复长期的操作积累经验,尤其在使用熟练后,会进一步体现出导航的精确性。

通过纳入的两个研究,认为导航下椎弓根钉的置入时间比常规方法短。分析其原因可能在于导航可以实时显示椎弓根钉的置入过程,包括开口、攻丝、上螺钉,尤其对于发育细小、形态不规则的椎弓根,更能够准确快速置钉。相反,传统方法通过解剖标志定位的方式,置钉的各个环节需要在 C 形臂 X 线下中断手术、反复定位、确认,因此延长了置钉时间。同时导航下实时显示还可以方便核对椎弓根钉的长度和直径等指标,并保证获得较大的生物力学强度。但是李书纲等<sup>[8]</sup>的研究认为 CT 导航下置钉的钉道准备时间长于传统手术。这主要是由于导航系统繁琐的点对点注册过程,且每个椎弓根钉固定时都需要重新匹配注册,以提高准确率。因此导致导航辅助下钉道准备时间延长。Lee 等<sup>[19]</sup>也报道导航下多点注册不仅增加了钉道准备时间,还会增加手术时间。

本研究纳入的文献均未报道有导航下神经损伤并发症的发生。Abumi 等<sup>[20]</sup>报道术前充分的影像学分析以及术中准确的螺钉置入可以减少神经损伤并发症的发生率。樊良等<sup>[21]</sup>通过术前 CT 扫描椎弓根引导胸腰椎椎弓根螺钉的置入,证实是一个较好的改良方法,能有效降低不良置钉率。因此,笔者暂可以认为导航技术作为一种安全的辅助手段在提高置钉优良率的同时并没有增加神经损伤相关并发症的发生。但目前尚没有足够的证据评价导航下手术患者的功能改善情况<sup>[22]</sup>。

总之,导航辅助下行脊柱椎弓根钉内固定术除了可以缩短患者和术者在 X 线下的暴露时间,还可以提高置钉的优良率,加快置入的速度,减少置钉相关并发症,但是由于系统的操作复杂以及操作者使用导航系统的熟练程度不高,可能导致钉道准备时间以及手术时间的延长。导航只是一种辅助手段,不能代替临床医生对于脊柱解剖及生物力学知识的掌握,因此术者不能盲目依赖导航系统。在积累临床知识和经验的基础上,熟练掌握导航技术,才能发挥导航的优势,实现脊柱外科手术的精确性和微创化。

**3.3 本研究的局限性** 符合纳入标准的原始研究数量较少,且受原始研究方法学质量的影响,使得本研究存在一定的局限性:①脊柱节段、原发疾病以及术者操作水平的不同都可能对手术过程造成潜在影响,故可能存在临床异质性。②纳入研究的原发疾病各异(包括肿瘤、骨折及退行性疾病等)且涉及不同脊柱节段(颈、胸、腰、骶),故无法对手术时间、手术出血量、住院天数以及经济学指标进行统计合并。③导航系统不同、使用方法不同以及评估螺钉位置的手段不同(术后 CT 或 X 线),都可能影响结果的稳定性。④纳入的 RCT 研究较少,并包括了非随机对照试验,因此结论的准确性受到研究质量的影响,对结果解释应持谨慎态度。这些都可能对整体的研究结论的可靠性产生影响。因此尚需开展更多低风险偏倚的高质量 RCT 研究加以验证。

#### 参考文献

- [1] Steinmann JC, Herkowitz HN, el-Kommos H, et al. Spinal pedicle fixation. Confirmation of an image-based technique for screw placement[J]. Spine(Phila Pa 1976), 1993, 18(13):1856-1861.
- [2] Laine T, Schlenzka D, Mäkitalo K, et al. Improved accuracy of pedicle screw insertion with computer-assisted surgery. A prospective clinical trial of 30 patients[J]. Spine(Phila Pa 1976), 1997, 22(11):1254-1258.
- [3] Laine T, Lund T, Ylikoski M, et al. Accuracy of pedicle screw insertion with and without computer assistance: a randomised controlled clinical study in 100 consecutive patients[J]. Eur Spine J, 2000, 9(3):235-240.
- [4] Arand M, Hartwig E, Hebold D, et al. Precision analysis of navigation-assisted implanted thoracic and lumbar pedicled screws. A prospective clinical study[J]. Unfallchirurg, 2001, 104(11):1076-1081.
- [5] Richter M, Cakir B, Schmidt R. Cervical pedicle screws: conventional versus computer-assisted placement of cannulated screws[J]. Spine(Phila Pa 1976), 2005, 30(20):2280-2287.
- [6] Sella K, Wild A, Urselmann L, et al. Prospective screw misplacement analysis after conventional and navigated pedicle screw implantation[J]. Biomed Tech (Berl), 2005, 50(9):287-292.
- [7] Rajasekaran S, Vidyadhara S, Ramesh P, et al. Randomized clinical study to compare the accuracy of navigated and non-navigated thoracic pedicle screws in deformity correction surgeries[J]. Spine(Phila Pa 1976), 2007, 32(2):E56-64.
- [8] 李书纲, 盛林, 赵宏, 等. 计算机导航技术在脊柱椎弓根钉固定中的应用[J]. 中华医学杂志, 2009, 89(11):736-739.  
Li SG, Seng L, Zhao H, et al. Clinical applications of computer-assisted navigation technique in spinal pedicle screw internal fixation[J]. Zhonghua Yi Xue Za Zhi, 2009, 89(11):736-739. Chinese.
- [9] Han W, Gao ZL, Wang JC, et al. Pedicle screw placement in the thoracic spine: a comparison study of computer-assisted navigation and conventional techniques[J]. Orthopedics, 2010, 33(8):201-205.
- [10] Fraser J, Gebhard H, Irie D, et al. Iso-C/3-dimensional neuronavigation versus conventional fluoroscopy for minimally invasive pedicle screw placement in lumbar fusion[J]. Minim Invasive Neu-

rosurg, 2010, 53(4): 184-190.

[11] Silbermann J, Riese F, Allam Y, et al. Computer tomography assessment of pedicle screw placement in lumbar and sacral spine: comparison between free-hand and O-arm based navigation techniques[J]. Eur Spine J, 2011, 20(6): 875-881.

[12] Foley K T, Simon DA, Rampersaud YR. Virtual fluoroscopy: computer-assisted fluoroscopic navigation[J]. Spine(Phila Pa 1976), 2001, 26(4): 347-351.

[13] Gertzbein SD, Robbins SE. Accuracy of pedicular screw placement in vivo[J]. Spine(Phila Pa 1976), 1990, 15(1): 11-14.

[14] Yalniz E, Ciftdemir M, Eskin D, et al. The safety of pedicle screw fixation in the thoracic spine[J]. Acta Orthop Traumatol Turc, 2009, 43(6): 522-527.

[15] Esses SI, Sachs BL, Dreyzin V. Complications associated with the technique of pedicle screw fixation. A selected survey of ABS members[J]. Spine(Phila Pa 1976), 1993, 18(15): 2231-2239.

[16] Cinotti G, Gumina S, Ripani M, et al. Pedicle instrumentation in the thoracic spine. A morphometric and cadaveric study for placement of screws[J]. Spine, 1999, 24(2): 114-119.

[17] Holly LT, Foley KT. Intraoperative spinal navigation[J]. Spine(Phila Pa 1976), 2003, 28(15 Suppl): 54-61.

[18] Holly LT, Foley KT. Percutaneous placement of posterior cervical screws using three-dimensional fluoroscopy[J]. Spine(Phila Pa 1976), 2006, 31(5): 536-541.

[19] Lee TC, Yang LC, Liliang PC, et al. Single versus separate registration for computer-assisted lumbar pedicle screw placement[J]. Spine(Phila Pa 1976), 2004, 29(14): 1585-1589.

[20] Abumi K, Ito M, Sudo H. Reconstruction of the subaxial cervical spine using pedicle screw instrumentation[J]. Spine(Phila Pa 1976), 2012, 37(5): 349-356.

[21] 樊良, 陈维善, 赵晓峰, 等. 术前 CT 引导胸腰椎椎弓根螺钉置入改良技术[J]. 中国骨伤, 2006, 19(5): 266-268.  
Fan L, Chen WS, Zhao XF, et al. Improved setting-screw technique of lumbar-thoracic pedicle by guiding of the preoperative CT scanning[J]. Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2006, 19(5): 266-268. Chinese with abstract in English.

[22] Verma R, Krishan S, Haendlmayer K, et al. Functional outcome of computer-assisted spinal pedicle screw placement: a systematic review and meta-analysis of 23 studies including 5,992 pedicle screws[J]. Eur Spine J, 2010, 19(3): 370-375.

(收稿日期: 2012-05-15 本文编辑: 王宏)

## 中国中医科学院望京医院骨伤科和风湿科 进修招生通知

中国中医科学院望京医院(中国中医科学院骨伤科研究所)为全国中医骨伤专科医疗中心和全国重点骨伤学科单位。全院共有床位近 800 张,其中骨伤科床位近 350 张。骨伤科高级专业技术职称人员 50 余名,博士生导师 13 名,硕士生导师 30 名,具有雄厚的骨伤科临床、教学与科研能力,是全国骨伤科医师培训基地。开设创伤、脊柱、骨关节、关节镜及推拿等专科,在颈椎病、腰椎间盘突出症、骨关节病、创伤骨折、拇外翻等专病方面的治疗独具特色。每周三安排知名专家授课,为中、西医骨科医师培训提供充裕的理论学习与临床实践的机会。

风湿免疫科为风湿病重点专病单位,具有较深厚的风湿病研究基础及先进的研究设施,治疗风湿类疾病有独特疗效。我院每年 3、9 月招收两期进修生(要求具有执业医师资格),每期半年或 1 年(进修费 6 000 元/年)。欢迎全国各地中、西医医师来我院进修学习。望京医院网址: <http://www.wjhospital.com.cn>; 电子邮箱: [sinani@139.com](mailto:sinani@139.com)。地址:北京市朝阳区花家地街中国中医科学院望京医院医务处 邮编: 100102 电话(010)64721263 联系人:徐春艳 乘车路线: 404、416、420、701、707、952、,运通 101、107、201、104 路等到望京医院(花家地街)下车。北京站:乘 420 路公共汽车直达;乘 403 至丽都饭店换 404 路望京医院(花家地街)下车。北京西客站:823 路公共汽车至东直门换 404 路至望京医院。