

微创与开放椎弓根固定治疗单节段胸腰段骨折疗效的系统评价

刘磊¹, 刘光旺², 马超²

(1. 南京中医药大学, 江苏 南京 210046; 2. 南京中医药大学附属徐州中心医院, 江苏 徐州 221009)

【摘要】目的:系统评价微创椎弓根固定(percutaneous pedicle screw fixation, PPSF)与开放椎弓根固定(open pedicle screw fixation, OPSF)治疗单节段胸腰段骨折疗效与安全性。**方法:**通过计算机检索 Pubmed、EMbase、CNKI 数据库并结合手工检索,按照既定的纳入和排除标准搜索 1990 年至 2014 年有关两种术式治疗单节段胸腰段骨折疗效的临床试验,对纳入的研究进行质量评价。使用 Review Manager 5.3 软件对数据进行系统评价,观察指标包括手术时间、手术切口长度、术中出血、术后引流量、住院时间、术后下床时间、手术前后疼痛评分、术后伤椎 Cobb 角改善程度、术后伤椎前缘高度恢复比。**结果:**共纳入 15 篇文献,随机对照试验 2 篇,病例对照试验 13 篇,共 789 例患者。结果提示,与 OPSF 组相比,PPSF 组患者手术时间短、手术切口短、术中出血少、术后引流量少、住院时间短、手术前后疼痛评分变化大($P < 0.000 01$),术后伤椎 Cobb 角改善程度小($P = 0.000 6$);但在术后伤椎前缘高度恢复比($P = 0.36$)及术后下床时间($P = 0.38$)比较上,两种手术方式未见统计学差异。**结论:**远期效果上两种手术方式未见显著性差异。PPSF 带给患者的创伤更小,疗效更好,值得进一步临床研究和学习。

【关键词】 胸腰椎骨折; 外科手术,微创性; Meta 分析

DOI: 10.3969/j.issn.1003-0034.2016.03.006

Comparison of the clinical safety and efficacies of percutaneous pedicle screw fixation and open pedicle screw fixation for thoracolumbar fracture: a meta-analysis LIU Lei, LIU Guang-wang, and MA Chao*. *Xuzhou Central Hospital Affiliated to Nanjing University of Chinese Medicine, Xuzhou 221009, Jiangsu, China

ABSTRACT Objective: To evaluate the efficacy and safety of percutaneous pedicle screw fixation (PPSF) and open pedicle screw fixation (OPSF) in the treatment of single level of thoracolumbar fracture. **Methods:** Databases including Pubmed, Embase, CNKI were searched to collect clinical trials of the clinical safety and efficiency of PPSF and OPSF for single level of thoracolumbar unstable fracture, relevant proceedings and references were also retrieved manually. Studies from 1990 to 2014 that met the inclusion and exclusion standards were researched. The data were extracted and the methods from the studies were also evaluated. Data analysis was conducted with the Review Manager 5.3 software. Observation targets included operation time, intraoperative bleeding, postoperative bleeding, hospitalization time, the bed time, postoperative vertebral Cobb angle, vertebral body height, pain score and the length of incision operation. **Results:** Fifteen papers were finally studied, including 2 randomized controlled trials (RCT) and 13 case-control studies, involving 789 patients. Compared with OPSF, the PPSF in treating thoracolumbar fracture had shorter operation time, smaller operation incision, less intraoperative and postoperation bleeding, shorter hospitalization days, fewer pain ($P < 0.000 01$), the less improvement in the change of Cobb angle ($P = 0.000 6$). There was no significant difference in the improvement of vertebral body height ($P = 0.36$), the bed time from operation to exercise ($P = 0.38$) between OPSF and PPSF. **Conclusion:** Compared with OPSF, PPSF is better, safer, and has fewer pain. But there is no evidence that the PPSF is better in the recovery of the spinal height, and they have the same effect in the long-term follow-up for thoracolumbar fractures. PPSF brings minimally invasive to patients with better effect. It is worth further study and clinical research.

KEYWORDS Thoracolumbar fractures; Surgical procedures, minimally invasive; Meta-analysis

Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2016, 29(3): 220-227 www.zggszz.com

基金项目: 卫生部医药卫生科技发展研究中心(编号: W2014ZT153, W2014ZT154)

Fund program: Development Center For Medical Science and Technology National Health and Family Planning Commission of the People's Republic of China (No. W2014ZT153, W2014ZT154)

通讯作者: 马超 E-mail: mc200866@126.com

Corresponding author: MA Chao E-mail: mc200866@126.com

胸腰椎骨折是常见的脊柱骨折,保守与传统开放入路复位内固定治疗安全、有效且已经得到广泛认可^[1-2]。但有较多并发症,如创伤较大且住院时间长等。研究证明,传统手术引起的椎旁软组织的病理改变是胸腰椎骨折术后腰部力量减弱及慢性腰痛发生的主要原因^[3]。近年来,包括经皮椎体成形技术、

经皮椎弓根螺钉技术(PPSF)在内的微创脊柱外科得到快速发展,为胸腰椎骨折治疗提供了新的方法,其中 PPSF 技术逐渐成为其中的基本治疗手段。临床研究已表明 PPSF 具有术中切口小、出血少、术后疼痛轻、住院时间短和术后恢复快等优点^[4]。因为该术式对脊柱稳定破坏性小、对椎旁软组织影响小,由此可以预防术后腰痛、腰背部功能丢失等并发症^[5]。目前两种手术方式比较研究样本量均较少,对 PPSF 的优缺点缺乏客观评价,本文通过对 1990 年至 2014 年两种术式治疗单节段胸腰段骨折疗效的临床试验相关文献分析查阅,目的是为求在大样本情况下系统评价 PPSF 术式的疗效及安全性,为其循证医学提供证据。

1 资料与方法

1.1 文献纳入标准

(1)研究类型:临床对照研究。(2)研究对象:具有相关手术指征需行椎弓根钉内固定术的单节段无神经症状胸腰段椎体骨折患者。

1.2 文献排除标准

(1)试验方法未明确说明;(2)干预措施描述不一致;(3)观察指标未明确或研究例数过少(≤ 10 例);(4)病例报道。

1.3 干预措施

经皮微创椎弓根固定(微创组,PPSF)与传统脊柱后入路开放椎弓根固定(开放组,OPSF)。微创组患者充分的术前体位准备,术前提体表标记做 4 处长 1.0~1.5 cm 纵行切口。在 C 形臂 X 线透视下用脊柱穿刺针通过椎弓根进入椎体,当进入椎体前 1/2 后取出针内芯植入导丝,经导丝插入攻丝。攻丝完毕后移除丝攻,拧入螺钉。同样方法安装其余 3 枚螺钉。安置棒器,测量棒长,经皮置入连接杆。间断缝合筋膜和皮肤。开放组患者术前准备同微创组,以伤椎为中心后正中切口,沿中线旁开 1.5~2.0 cm 切开胸腰筋膜,暴露多裂肌和骶棘肌。从多裂肌与最长肌之间的肌间隙暴露横突内侧及关节突关节外侧,以上关节突外缘与横突中轴线交点攻入椎弓根钉,透视确保螺钉位置满意。安装连接棒,根据椎体术前复位情况,撑开连接杆,透视证实椎弓根螺钉位置良好,伤椎高度恢复满意。间断缝合肌筋膜和皮肤。术后开放组植入引流条 2 根,24 h 内拔出。微创组未置入任何引流物。常规使用抗生素预防性抗感染。两组术后 2 d 行腰背肌锻炼。卧床休息 1~2 周后,根据具体病情佩戴胸腰支具保护下地活动。

1.4 分析项目与方法

1.4.1 文献检索结果及质量评价 由 2 位研究员按照纳入和排除标准独立筛选文献,提取资料填入

相应统计表格并交叉核对,整个过程隐藏文献相关信息以避免主观偏见,对符合纳入标准的文献进行全文检索及阅读及质量评价(图 1)。对纳入的随机对照研究,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;(5)基线情况是否可比。根据文献是否满足以上 5 条标准,给予文献分级。完全满足以上 5 条标准为 A 级,发生偏倚的可能性小;若其中 1 条或者多条为部分满足为 B 级,认为发生偏倚的可能性中度;若 1 条或多条完全不满足质量评价标准时为 C 级,发生偏倚的可能性为高度。同时根据 Cochrance 协作网推荐的非随机研究偏倚风险评估方法(NOS)对非随机研究进行质量评价,评价内容包括研究对象选择、组间可比性和结果测量。总分 9 分, ≥ 4 分,提示质量较好; < 4 分时认为该研究质量较差。

1.4.2 系统评价 包括手术时间、手术切口长度、术中出血量及术后引流量、术后下床时间及术后住院时间、手术前后疼痛评分变化、手术前后伤椎前缘高度恢复比、术后伤椎 Cobb 角改善程度、术后并发症。

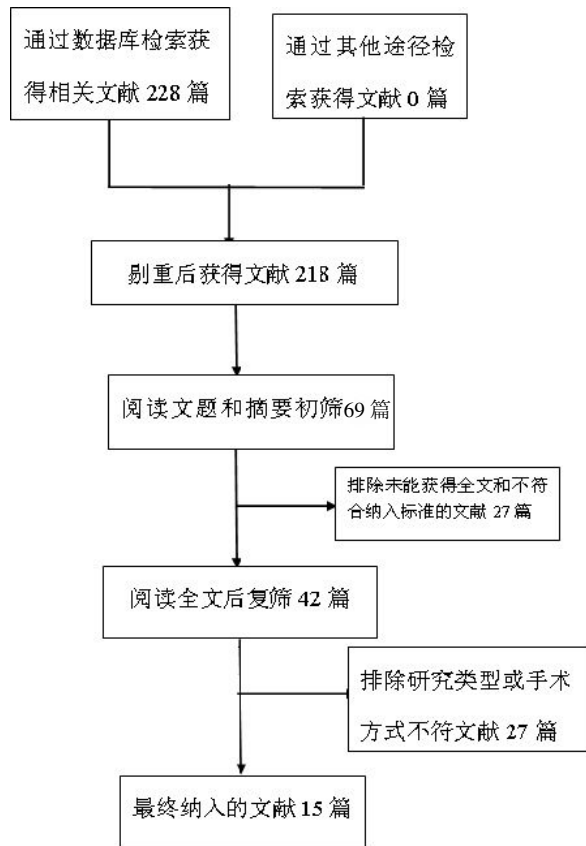


图 1 文献筛选流程及结果

Fig.1 The process and results of screening literatures

1.5 检索策略

中文检索词为微创、经皮、单节段、胸腰椎骨折,英文检索词为 percutaneous, thoracolumbar vertebral fracture, minimally invasive。通过计算机检索 Pubmed, EMBase, CNKI 数据库配合手动检索,按照既定的纳入和排除标准查找有关微创与开放椎弓根固定治疗单节段胸腰椎不稳定骨折疗效的临床对照试验,语种仅限中英文。

1.6 统计学处理

采用 Review Manager 5.0 软件进行 Meta 分析。首先分析各纳入研究的临床异质性,采用检验各纳入研究间的统计学异质性。根据分析结果,同质性研究采用固定效应模型进行 Meta 分析;异质性研究采用随机效应模型分析。对连续性变量使用均数差(MD)及其 95%可信区间(CI);对计数资料采用比值比(OR)及其 95%可信区间。纳入研究足够多时,观察是否存在发表偏倚采用漏斗图进行分析。

2 结果

2.1 文献检索结果及质量评价

初筛共检索到相关文献篇 228 篇,中文 183 篇,英文 45 篇,排除明显不符合纳入标准的文献后,严格按照纳入与排除标准最终筛选 15 篇文献^[6-20],其中随机对照试验 2 篇,非随机对照试验 13 篇,其中

英文 6 篇,中文 9 篇,共 789 例患者,纳入研究的基本特征见表 1,纳入研究的质量根据标准进行评价,评价结果示所纳入文献总分均在 3 分以上,2 篇 4 分,1 篇 5 分,大部分为一般文献,尚符合研究的纳入标准。

2.2 系统评价结果

2.2.1 手术时间 15 个研究(789 例患者)报道了手术时间。各研究结果间异质性明显,遂采用随机效应模型,结果显示两组的手术时间差异有统计学意义,PPSF 组手术时间少于 OPSF 组[MD=-16.7, 95% CI(-17.69, -14.65), P<0.000 01],合并效应后仍都具有统计学意义,且森林图结果方向均未发生改变(图 2)。

2.2.2 手术切口长度 7 个研究(383 例患者)报道了手术切口长度。各研究结果间异质性明显,遂采用随机效应模型,结果显示两组的手术切口长度差异有统计学意义,PPSF 组手术切口长度短于 OPSF 组[MD=-61.54, 95% CI(-62.34, -60.73), P<0.000 01],合并效应后仍都具有统计学意义,且森林图结果方向均未发生改变(图 3)。

2.2.3 术中出血量及术后引流量 分别有 15 个研究(789 例患者)报道了手术术中出血量及 12 个研究(654 例患者)报道了术后引流量。各研究结果间

表 1 纳入研究文献的基本情况

Tab.1 The basic situation of the study of literature

文献	病例数(男/女)		平均年龄(岁)		平均随访时间(月)		观察指标
	微创组	开放组	微创组	开放组	微创组	开放组	
明江华 2013 ^[6]	25(15/10)	30(18/12)	32.5	36.5	14	14	abcdefg
杨子斌 2014 ^[7]	23(15/8)	23(12/11)	39.5	38	18	18	abcdhfi
黄剑锋 2012 ^[8]	12(7/5)	16(10/6)	35.2±8.2	37.7±10.6	13±1.1	13±1.1	abefgi
苗洁 2012 ^[9]	36(23/13)	30(19/11)	48.4	49.8	18	18	abc
罗鹏刚 2014 ^[10]	46(26/20)	42(24/18)	36.2±2.3	37.8±3.8	6	6	acfgi
周成文 2011 ^[11]	17(15/2)	17(11/6)	42.5	43.5	14	14	abcdefgi
鲁华 2011 ^[12]	21(15-6)	12(9/3)	32.5	34.4	—	—	abefgi
梅伟 2014 ^[13]	3(19/11)	3(20/10)	45.2	43.1	18	18	abcd
李智 2013 ^[14]	52(34/18)	46(29/17)	38.6	35.8	25	25	abcdefghi
Huang QS 2008 ^[15]	30(17/13)	30(18/12)	37.6	35.2	24	24	abcdfg
Ma YQ 2012 ^[16]	24(15/9)	20(14/6)	39.8	37.8	13.6	16.4	acfh
Jiang XZ 2012 ^[17]	31(21/10)	30(20/10)	44.4±9.1	41.3±10.9	58.3±9.4	59.0±8.6	abdefg
Wang HW 2014 ^[18]	18(13/5)	24(21/3)	41.9	44.5	11.0	11.8	abcddefghi
Dong SH 2013 ^[19]	18(13/5)	21(12/9)	37.6±11.0	35.1±7.4	17.3±9.2	17.3±9.2	abfgh
Vanek P 2014 ^[20]	18(14/4)	17(14/3)	39.4±16.9	45.6±15.3	24	24	afgh

注:观察指标中,a,b,c,d,e,f,g,h,i 分别表示手术时间,术中出血,术后引流量,住院时间,术后下床时间,术后伤椎 Cobb 角改善程度,术后伤椎前缘高度比,手术前后疼痛评分,手术切口长度

Note:a,b,c,d,e,f,g,h,i express operation time, intraoperative bleeding, postoperative bleeding, hospitalization time, the bed time, improvement of vertebral Cobb angle, vertebral body height, pain score, the length of incision operation

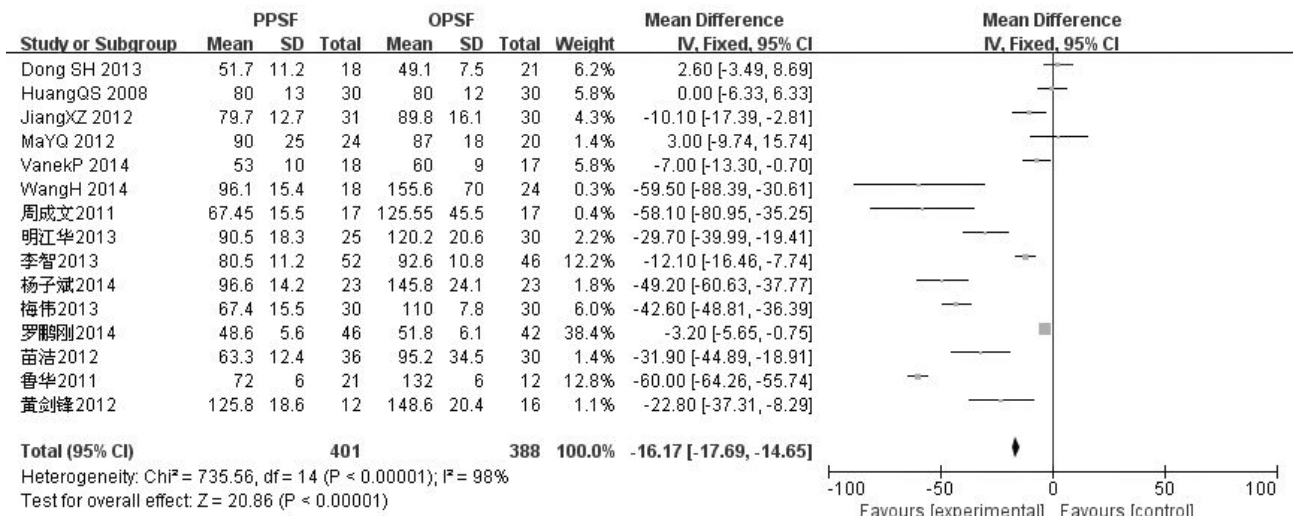


图 2 两组胸腰椎骨折患者手术时间比较森林图

Fig.2 Forest plots of patients with thoracolumbar fractures in operation time between two groups

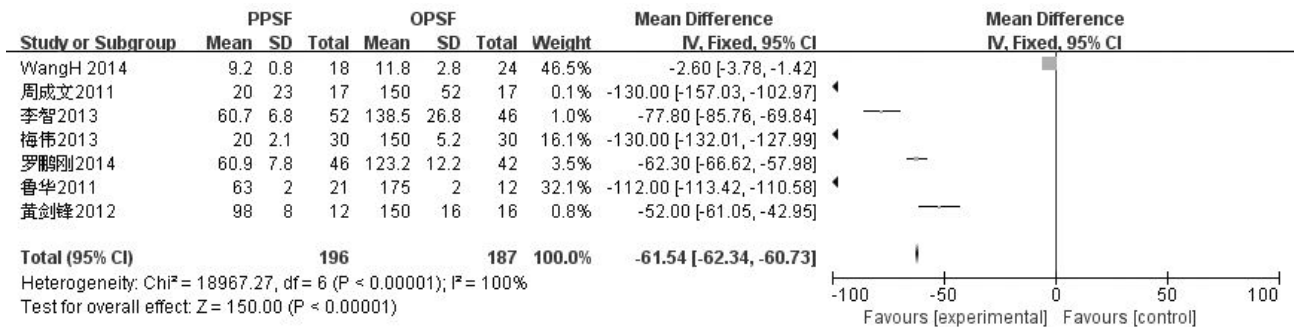


图 3 两组胸腰椎骨折患者手术切口平均长度比较森林图

Fig.3 Forest plots of patients with thoracolumbar fractures in length of incision between two groups

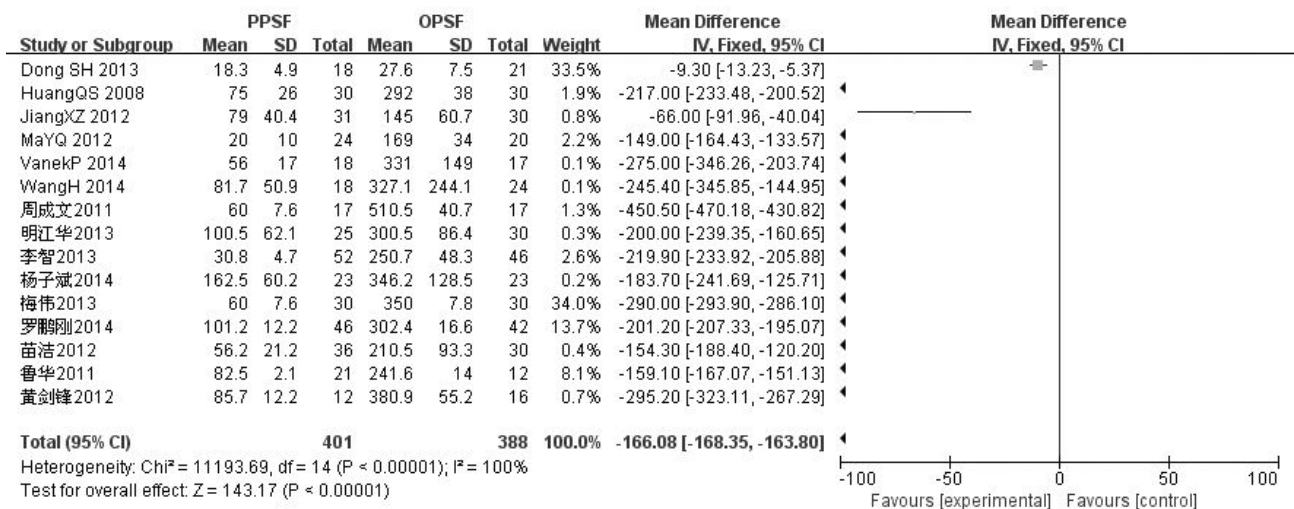


图 4 两组胸腰椎骨折患者术中出血比较森林图

Fig.4 Forest plots of patients with thoracolumbar fractures in intraoperative bleeding between two groups

异质性明显,遂采用随机效应模型,结果显示两组的手术中出血量及术后引流量差异有统计学意义,PPSF 组手术术中出血量明显少于 OPSF 组 [MD=-166.08, 95% CI (-168.35, -163.80), P<0.000 01], 术

后引流量明显少于 OPSF 组 [MD=-195.46, 95% CI (-197.43, -193.50), P<0.000 01], 各组合并效应后仍都具有统计学意义,且森林图结果方向均未发生改变(图 4-5)。

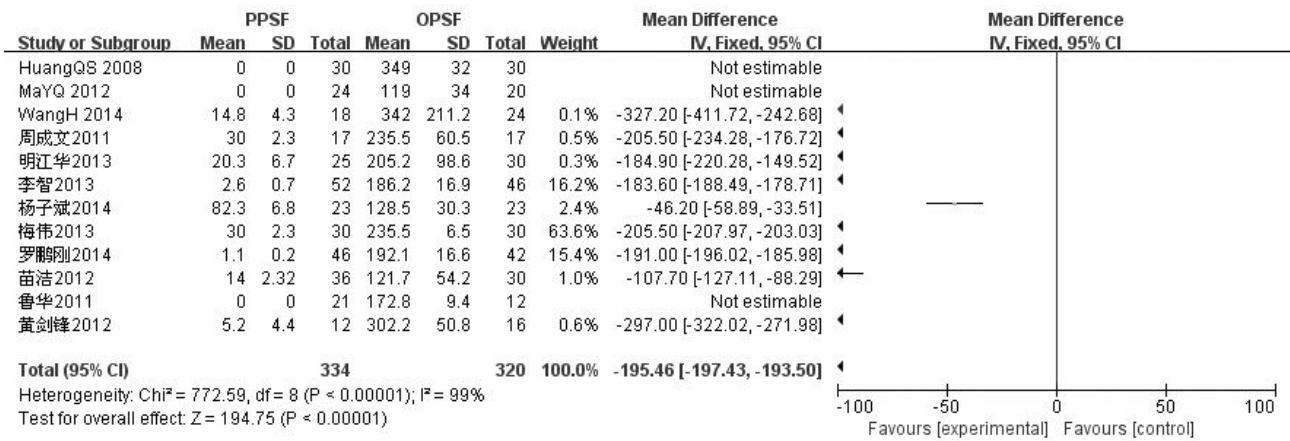


图 5 两组胸腰椎骨折患者术后出血比较森林图

Fig.5 Forest plots of patients with thoracolumbar fractures in postoperative bleeding between two groups

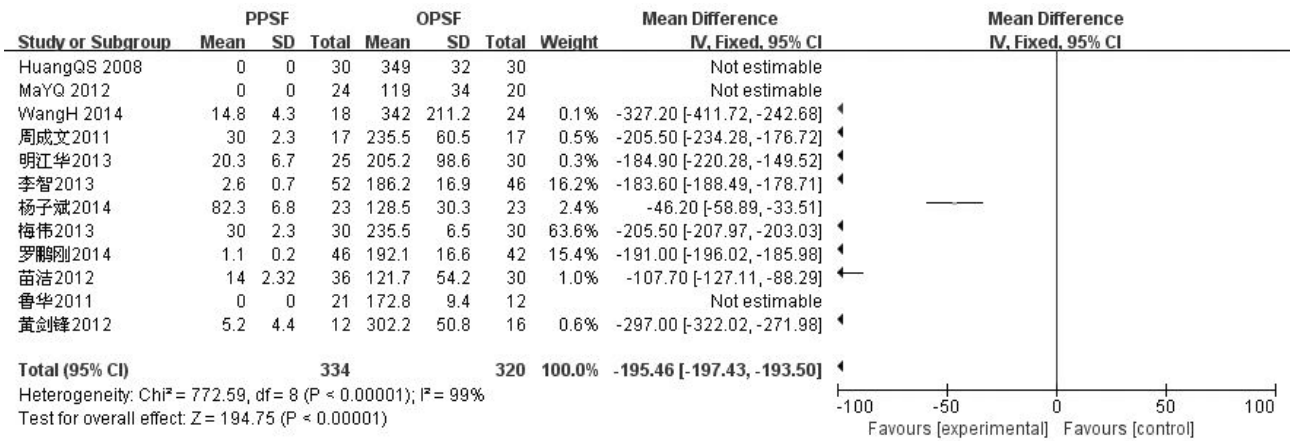


图 6 两组胸腰椎骨折患者术后开始下床时间比较森林图

Fig.6 Forest plots of patients with thoracolumbar fractures in the bed time between two groups

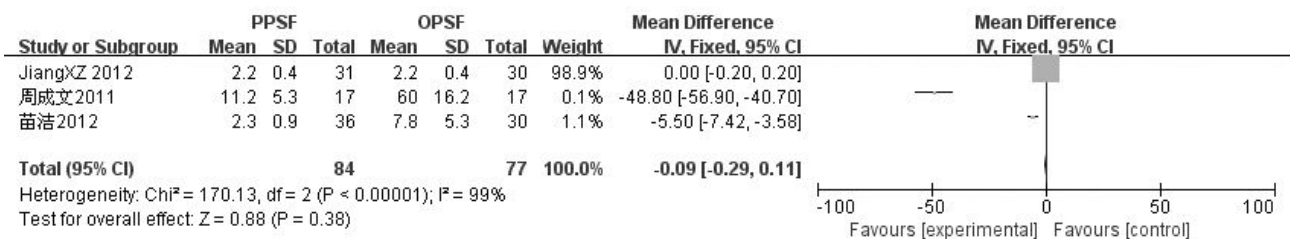


图 7 两组胸腰椎骨折患者术后住院时间比较森林图

Fig.7 Forest plots of patients with thoracolumbar fractures in hospitalization time between two groups

2.2.4 手术后下床时间及住院时间 分别有 3 个研究 (161 例患者) 报道了手术后下床时间及 9 个研究 (564 例患者) 报道了手术后住院时间。各研究结果间异质性明显, 遂采用随机效应模型, 结果显示两组的手术后下床时间无统计学意义 [MD=-0.09, 95% CI(-0.29, 0.11), P=0.38]; 术后住院时间差异有统计学意义, PPSF 组术后住院时间明显少于 OPSF 组 [MD=-3.17, 95% CI(-3.51, -2.84), P<0.000 01]。各组合并效应后仍都具有统计学意义, 且森林图结果方向均未发生改变(图 6-7)。

2.2.5 手术前后疼痛评分变化 8 个研究 (440 例患者) 报道了手术前后疼痛评分变化。各研究结果间异质性明显, 遂采用随机效应模型, 结果显示两组的手术前后疼痛评分变化差异有统计学意义, PPSF 组手术前后疼痛评分变化明显大于 OPSF 组 [MD=-1.50, 95% CI(-1.68, -1.32), P<0.000 01], 合并效应后仍都具有统计学意义, 且森林图结果方向均未发生改变(图 8)。

2.2.6 手术前后伤椎前缘高度恢复比 11 个研究 (478 例患者) 报道了手术前后伤椎前缘高度恢复比

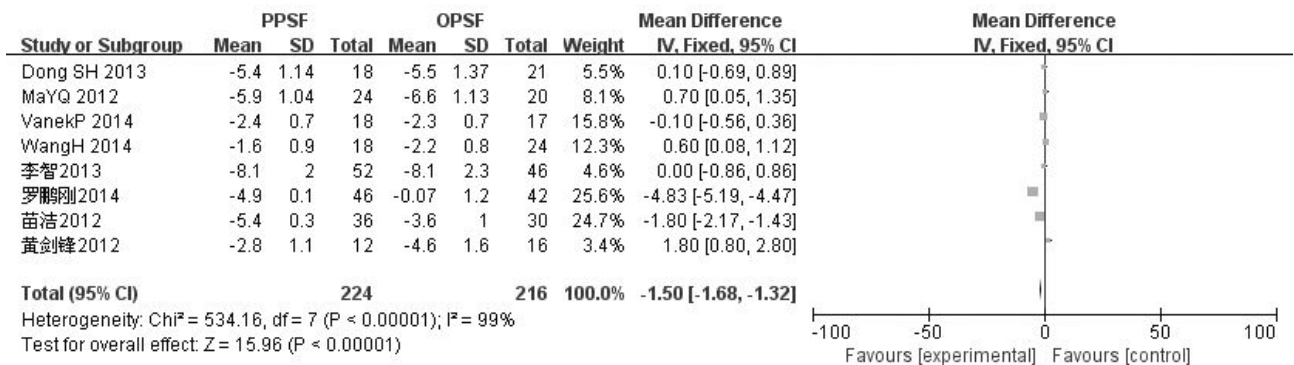


图 8 两组胸腰椎骨折患者手术前后疼痛评分变化比较森林图

Fig.8 Forest plots of patients with thoracolumbar fractures in VAS between two groups

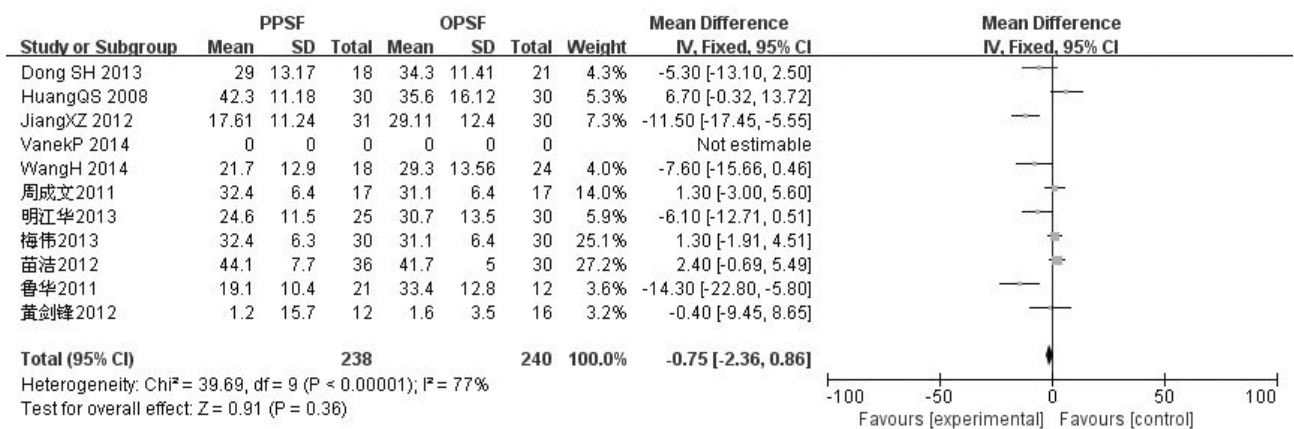


图 9 两组胸腰椎骨折患者手术前后伤椎前缘高度恢复比比较森林图

Fig.9 Forest plots of patients with thoracolumbar fractures in the improvement of vertebral body height between two groups

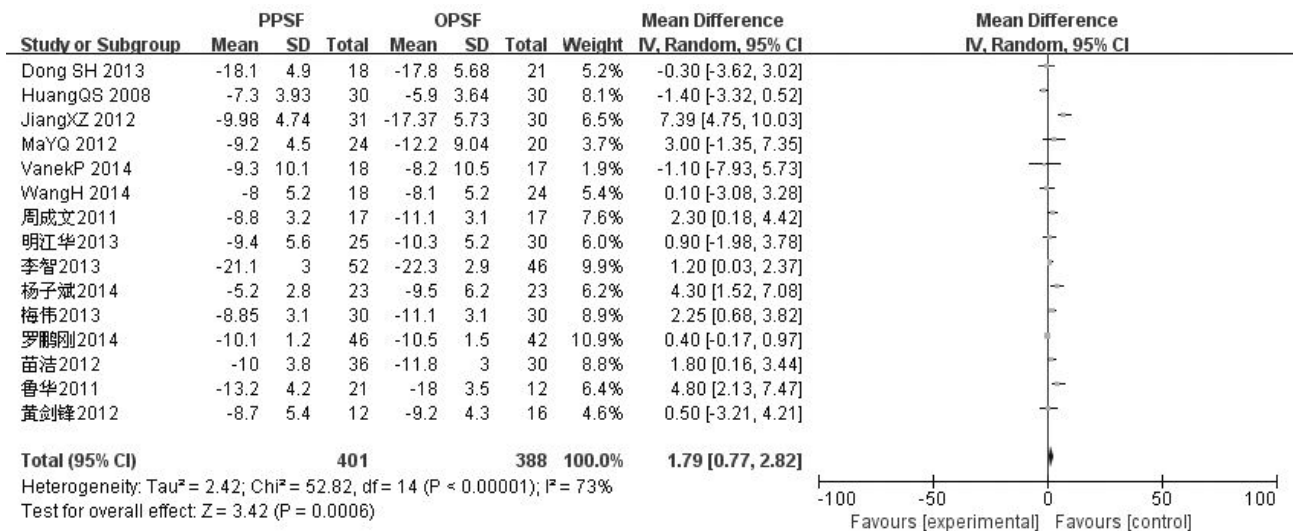


图 10 两组胸腰椎骨折患者术后伤椎 Cobb 角改善程度比较森林图

Fig.10 Forest plots of patients with thoracolumbar fractures in the change of Cobb angle between two groups

变化。各研究结果间异质性明显,遂采用随机效应模型,结果显示两组手术前后伤椎前缘高度恢复比变化差异无统计学意义,PPSF 组手术前后伤椎前缘高度比与 OPSF 组变化无区别 [MD=-0.75,95% CI (-2.36,0.86),P=0.36],合并效应后仍都具有统计学

意义,且森林图结果方向均未发生改变(图 9)。

2.2.7 术后伤椎 Cobb 角改善程度 15 个研究 (789 例患者) 报道了手术前后伤椎 Cobb 角改善程度。各研究结果间异质性明显,遂采用随机效应模型,结果显示两组的手术前后伤椎 Cobb 角改善程度

差异有统计学意义,PPSF 组手术前后伤椎 Cobb 角改善程度较 OPSF 组较小 [MD =1.79,95% CI (0.77,2.82),P=0.000 6], 合并效应后仍都具有统计学意义,且森林图结果方向均未发生改变(图 10)。

2.2.8 术后并发症 纳入研究的文献,均未见明确的并发症报道,或有报道但未明确相关并发症内容。

3 讨论

3.1 文献质量

本篇 Meta 分析共纳入 15 篇比较 PPSF 和 OPSF 治疗单节段胸腰椎不稳定骨折疗效文献,其中仅有 2 篇文献是随机试验文献,并且由于外科手术类研究难以做到患者及术者盲法等外科文献本身的特点,所纳入文献质量不可能很高,质量评价结果显示几乎均为低质量文献。

3.2 两种手术方式有效性及安全性比较

根据本篇研究对所纳入的文献的结果分析显示,PPSF 组的手术时间短,术中术后出血量少,住院天数少,术后疼痛较术前缓解明显,但术后伤椎 Cobb 角恢复程度小。伤椎前缘高度恢复程度与 OPSF 组比较结果无明显差异,分析出现这种结果的原因可能如下:(1)手术时间短:PPSF 组采用微创小切口入路,无须像传统手术一样暴露视野、电凝止血、方置引流管,节省了时间。(2)术中出血及术后引流出血少:PPSF 组手术为微创手术,手术创面小,肌肉、组织暴露均较少,减少了软组织中血管的破坏,故而减少了创面出血。(3)住院时间少:PPSF 手术中,椎旁软组织得到了保护且开放手术切口小,容易愈合,减少因感染、脂肪液化等原因的换药次数,减少住院时间。(4)术后伤椎 Cobb 角与前缘高度比恢复程度:分析结果显示,PPSF 对伤椎后凸畸形的矫正效果术前术后差异有统计学意义。组间比较,对伤椎 Cobb 角改善程度 PPSF 组效果较差,Cobb 角改善程度小,这可能和术中无法完全撑开复位有关系,与临床相关研究结果一致^[21-22]。两组的手术前后伤椎前缘高度恢复比变化差异无统计学意义。(5)手术前后疼痛评分:PPSF 组小切口,对软组织损伤小,明显可以减少患者疼痛。本研究结果显示两组术后切口疼痛评分差异有统计学意义,但评分都是患者主观意识判定的结果,主观性的差异也可导致研究发生偏倚。(6)手术切口长度:微创手术经皮直接经椎弓根固定,配有专用的内固定系统,无须大范围暴露,这样可以大大减少手术切口长度。(7)手术并发症:围手术期并发症主要为手术区感染、下肢静脉血栓、肺部感染,术后并发症主要为腰背部疼痛、内固定物松动或断裂等。本研究所纳入的文献未提及手术并发症的问题,但有研究表明,传统后路手术易损伤椎

旁肌等软组织,容易导致术后持续性腰背痛^[23]。

3.3 本研究的局限性

由于本研究符合纳入的文献数量较少,且受原始文献研究方法质量的影响,使得本研究存在一定的局限性;无法对术后疼痛持续时间、术后使用镇痛剂和抗生素药物治疗情况、出院后患者预后情况等做出分析;任意两个研究的诊断及安全性评价标准不完全相同,可能会对结果有一定影响。纳入的随机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。尽管存在以上限制,本研究仍为 PPSF 与 OPSF 治疗单节段胸腰椎骨折疗效及安全性的比较提供了有力证据。

综上所述,PPSF 是一种微创治疗胸腰椎骨折安全性较高^[24]的术式,完全适用于无须行椎管内探查减压而又需要坚强固定的患者,在恢复脊柱稳定性的同时尽可能减小创伤,符合现代微创的方向^[25]。且同传统手术方式相比两种手术方式在长期疗效上其观察结果相近似,未见明显差异。但需要注意的是,在微创经皮椎弓根螺钉内固定技术开展初期阶段对手术者的要求较高,要具备丰富的脊柱外科手术经验,并严格把握该手术适应证,已经有学者将该术式应用于椎管爆裂性骨折^[26]。由于纳入的原始研究质量有限,确切疗效评价有待于今后进行多中心、大规模随机对照研究。

参考文献

- [1] Ringel F, Stoffel M, Stürer C, et al. Minimally invasive transmuscular pedicle screw fixation of the thoracic and lumbar spine [J]. Neurosurgery, 2006, 59(4 Suppl 2):ONS361-366.
- [2] Verlaan JJ, Diekerhof CH, Buskens E, et al. Surgical treatment of traumatic fractures of the thoracic and lumbar spine: a systematic review of the literature on techniques, complications, and outcome [J]. Spine (Phila Pa 1976), 2004, 29(7):803-814.
- [3] Park Y, Ha JW. Comparison of one-level posterior lumbar interbody fusion performed with a minimally invasive approach or a traditional open approach [J]. Spine (Phila Pa 1976), 2007, 32(5):537-543.
- [4] Court C, Vincent C. Percutaneous fixation of thoracolumbar fractures: current concepts [J]. Orthop Traumatol Surg Res, 2012, 98(8):900-909.
- [5] 唐俊, 黄克. 经皮微创脊柱椎弓根钉棒系统附加伤椎内固定治疗胸腰椎骨折 [J]. 现代中西医结合杂志, 2013, 22(28):3111-3112.
Tang J, Huang K. Minimally invasive pedicle screw fixation through the harm vertebral of the thoracic and lumbar spine [J]. Xian Dai Zhong Xi Yi Jie He Za Zhi, 2013, 22(28):3111-3112. Chinese.
- [6] 明江华, 郑慧锋, 赵奇, 等. Sextant 经皮椎弓根钉棒微创系统治疗胸腰椎骨折: 随访评价 [J]. 中国组织工程研究, 2013, 17(48):8343-8348.
Ming JH, Zheng HF, Zhao Q, et al. Percutaneous pedicle screw-rod fixation using Sextant system in the treatment of thoracolumbar fractures: follow-up evaluation [J]. Zhongguo Zu Zhi Gong Cheng Yan Jiu, 2013, 17(48):8343-8348. Chinese.

- [7] 杨子斌, 赵伟, 吕乔, 等. 微创与传统切开椎弓根螺钉固定治疗胸腰椎骨折的对比观察[J]. 吉林医学, 2014, 28: 6283-6284.
Yang ZB, Zhao W, Lyu Q, et al. The comparative observation of minimally invasive and conventional pedicle screw fixation in treatment of thoracolumbar fractures[J]. Ji Lin Yi Xue, 2014, 28: 6283-6284. Chinese.
- [8] 黄剑峰, 宁锦龙, 岑定善. 微创与开放椎弓根螺钉内固定治疗胸腰椎骨折的疗效对比[J]. 中国医药导报, 2012, 9(8): 65-67.
Huang JF, Ning JL, Cen DS. Comparative study of minimally invasive and open pedicle screw fixation in the treatment of thoracolumbar fractures[J]. Zhongguo Yi Yao Dao Bao, 2012, 9(8): 65-67. Chinese.
- [9] 苗洁, 李冠军, 葛志强, 等. 微创经皮长尾定向椎弓根钉内固定术治疗胸腰椎骨折[J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2012, 27(11): 978-980.
Miao J, Li GJ, Ge ZQ, et al. Minimally invasive percutaneous long tail directional screw internal fixation of vertebral pedicle surgery for treatment of thoracolumbar fractures[J]. Zhongguo Gu Yu Guan Jie Sun Shang Za Zhi, 2012, 27(11): 978-980. Chinese.
- [10] 罗鹏刚, 熊浩, 赖茂松, 等. 微创经皮与传统开放椎弓根螺钉内固定治疗胸腰椎骨折的临床研究[J]. 中国现代医生, 2014, 52(9): 11-14.
Luo PG, Xiong H, Lai MS, et al. Clinical analysis of minimally invasive percutaneous and traditional opensurgery in the treatment of thoracolumbar fractures pedicle by screw internal fixation [J]. Zhongguo Xian Dai Yi Sheng, 2014, 52(9): 11-14. Chinese.
- [11] 周成文, 牟永山, 马惠章, 等. 微创经皮椎弓根钉固定治疗胸腰椎压缩性骨折[J]. 实用骨科杂志, 2012, 17(11): 1023-1025.
Zhou CW, Mou YS, Ma HZ, et al. Minimally invasive percutaneous pedicle screw fixation in treatment of thoracolumbar compression fracture[J]. Shi Yong Gu Ke Za Zhi, 2012, 17(11): 1023-1025. Chinese.
- [12] 鲁华, 石亚灵, 代群, 等. 微创经皮椎弓根螺钉内固定治疗胸腰椎骨折临床疗效及手术配合[J]. 实用医院临床杂志, 2011, 8(5): 57-59.
Lu H, Shi YL, Dai Q, et al. Mini-invasive percutaneous pedicle screw fixation and nursing in thoracolumbar fracture[J]. Shi Yong Yi Yuan Lin Chuang Za Zhi, 2011, 8(5): 57-59. Chinese.
- [13] 梅伟, 王春丽, 王庆德. 微创经皮椎弓根螺钉内固定治疗胸腰椎骨折[J]. 中国实用医刊, 2013, 40(20): 103-104.
Mei W, Wang CL, Wang QD. Minimally invasive percutaneous pedicle screw fixation in treatment of thoracolumbar fractures[J]. Zhongguo Shi Yong Yi Kan, 2013, 40(20): 103-104. Chinese.
- [14] 李智, 朱庭标, 张勇, 等. 经皮椎弓根钉技术治疗胸腰椎骨折[J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2013, 28(9): 851-852.
Li Z, Zhu TB, Zhang Y, et al. Percutaneous pedicle screw technique in the treatment of thoracolumbar fractures[J]. Zhongguo Gu Yu Guan Jie Sun Shang Za Zhi, 2013, 28(9): 851-852. Chinese.
- [15] Huang QS, Chi YL, Wang XY, et al. Comparative percutaneous with open pedicle screw fixation in the treatment of thoracolumbar burst fractures without neurological deficit[J]. Zhonghua Wai Ke Za Zhi, 2008, 46(2): 112-114.
- [16] Ma YQ, Li XL, Dong J, et al. Comparison of percutaneous versus open monosegment instrumentation in the treatment of incomplete thoracolumbar burst fracture[J]. Zhonghua Yi Xue Za Zhi, 2012, 92(13): 904-908.
- [17] Jiang XZ, Tian W, Liu B, et al. Comparison of a paraspinous approach with a percutaneous approach in the treatment of thoracolumbar burst fractures with posterior ligamentous complex injury: a prospective randomized controlled trial[J]. J Int Med Res, 2012, 40(4): 1343-1356.
- [18] Wang H, Zhou Y, Li C, et al. Comparison of open versus percutaneous pedicle screw fixation using the sextant system in the treatment of traumatic thoracolumbar fractures[J]. J Spinal Disord Tech, 2014, July 11 [Epub ahead of print].
- [19] Dong S H, Chen H N, Tian J W, et al. Effects of minimally invasive percutaneous and trans-spacium intermuscular short-segment pedicle instrumentation on thoracolumbar mono-segmental vertebral fractures without neurological compromise[J]. Orthop Traumatol Surg Res, 2013, 99(4): 405-411.
- [20] Vanek P, Bradac O, Konopkova R, et al. Treatment of thoracolumbar trauma by short-segment percutaneous transpedicular screw instrumentation; prospective comparative study with a minimum 2-year follow-up[J]. J Neurosurgery Spine, 2014, 20(2): 150-156.
- [21] Gu Y, Zhang F, Jiang X, et al. Minimally invasive pedicle screw fixation combined with percutaneous vertebroplasty in the surgical treatment of thoracolumbar osteoporosis fracture[J]. J Neurosurgery Spine, 2013, 18(6): 634-640.
- [22] Grossbach AJ, Dahdaleh NS, Abel TJ, et al. Flexion-distraction injuries of the thoracolumbar spine: open fusion versus percutaneous pedicle screw fixation[J]. Neurosurgical Focus, 2013, 35(2): E2.
- [23] 杨雷, 李家顺, 贾连顺, 等. 经皮椎弓根螺钉技术的解剖学基础及其临床意义[J]. 中国临床解剖学杂志, 2004, 22(1): 58-59.
Yang L, Li JS, Jia LS, et al. Anatomic basis of percutaneous pedicle screw and its clinical significance[J]. Zhongguo Lin Chuang Jie Pou Xue Za Zhi, 2004, 22(1): 58-59. Chinese.
- [24] Oh HS, Kim JS, Lee SH, et al. Comparison between the accuracy of percutaneous and open pedicle screw fixations in lumbosacral fusion[J]. Spine J, 2013, 13(12): 1751-1757.
- [25] 罗春山, 李波, 田晓滨, 等. 经皮与开放手术治疗胸腰椎骨折的比较研究[J]. 中国矫形外科杂志, 2009, 17(22): 1692-1694.
Luo CS, Li B, Tian XB, et al. A comparative study of the open and percutaneous operation for thoracolumbar fractures respectively [J]. Zhongguo Jiao Xing Wai Ke Za Zhi, 2009, 17(22): 1692-1694. Chinese.
- [26] Maciejczak A, Barnas P, Dudziak P, et al. Posterior keyhole corpectomy with percutaneous pedicle screw stabilization in the surgical management of lumbar burst fractures[J]. Neurosurgery, 2007, 60(4 Suppl 2): 232-242.

(收稿日期: 2015-04-02 本文编辑: 王宏)