

· 综述 ·

对比单双侧椎体后凸成形术治疗骨质疏松性椎体压缩性骨折的 Meta 分析

孙晗 杨惠林 孙佳佳 刘义杰 杨旭 孙思炜 周峰 孟斌

【摘要】 目的 利用 Meta 分析的方法评价单侧与双侧入路经皮椎体后凸成形术治疗骨质疏松性椎体压缩性骨折的疗效和安全性。方法 采用了 PubMed MEDLINE、EMBASE、Web of Science 及 Cochrane Library 等互联网搜索引擎作为检索工具，系统检索了从 1900 年 1 月至 2015 年 7 月有关比较单侧与双侧入路经皮椎体后凸成形术治疗骨质疏松性椎体压缩性骨折的文献。纳入文献需为有关两种治疗方式对比的随机对照试验。文献筛选、纳入及数据提取工作由 2 名研究者独立完成，并用 RevMan 5.3 软件进行统计学分析。结果 共 6 篇文献 563 例患者纳入本 Meta 分析。分析结果表明单侧入路的手术时间短 ($MD: -23.19$; $95\% CI: -27.08 \sim -19.31$; $P < 0.001$)，骨水泥用量少 ($MD: -2.07$; $95\% CI: -2.23 \sim -1.91$; $P < 0.001$)，术后骨水泥渗漏率也低 ($RR: 0.59$; $95\% CI: 0.35 \sim 0.99$; $P < 0.05$)。而两种手术入路在视觉模拟量表评分（短期及长期随访）、Oswestry 功能障碍指数（中期及长期随访）、后凸角恢复、椎体前高度恢复率、椎体高度丢失率、术后临近节段骨折等方面差异无统计学意义。结论 两种入路都是治疗骨质疏松性椎体压缩性骨折安全及有效的手术方式。然而，单侧入路具有手术时间短、骨水泥渗漏率低、骨水泥使用量及辐射剂量少等优点。

【关键词】 骨折，压缩性；椎体成形术；Meta 分析；随机对照试验；骨质疏松症

Unilateral versus bilateral percutaneous kyphoplasty in treating osteoporotic vertebral compression fractures: A systematic review and meta-analysis Sun Han, Yang Huilin, Sun Jiajia, Liu Yijie, Yang Xu, Sun Siwei, Zhou Feng, Meng Bin. Department of Orthopaedic Surgery, The First Affiliated Hospital of Soochow University, Suzhou 215006, China

Corresponding author: Meng Bin, Email: mbyang2000@126.com

【Abstract】 **Objective** The objective of this study was to compare the efficacy and safety of unipedicular kyphoplasty and bipedicular kyphoplasty in treating osteoporotic vertebral compression fractures (OVCFs) using Meta-analysis. **Methods** Studies comparing between unilateral kyphoplasty and bilateral kyphoplasty in treating OVCFs with randomized controlled trials were searched systematically in PubMed MEDLINE, EMBASE, Web of Science, and Cochrane Library, from January 1990 to June 2015. The work of screening, inclusion of articles and data extraction were performed by two researchers independently. The RevMan 5.3 programme was used to carry out the meta-analysis. **Results** Six articles with 563 patients were enrolled in this study. The results showed that the unilateral approach possessed less surgery time ($MD: -23.19$; $95\% CI: -27.08 \sim -19.31$; $P < 0.001$) and cement consumption ($MD: -2.07$; $95\% CI: -2.23 \sim -1.91$; $P < 0.001$), as well as less cement leakage ratio ($RR: 0.59$; $95\% CI: 0.35 \sim 0.99$; $P < 0.05$). No significant differences were found in the visual analog scale score (short-term and long-term), Oswestry disability index score (mid-term and long-term), kyphotic angle reduction, restoration rate of anterior vertebral height, vertebral height loss rate, and postoperative adjacent-level fractures. **Conclusion** Both unilateral

kyphoplasty and bilateral kyphoplasty are safety and effective selections for OVCFs. However, unilateral kyphoplasty may be more recommended considering that it has the advantage of shorter operation time, lower cement leakage rate, less cement usage and radiation dose.

【Key words】 Fractures, compression; Kyphoplasty; Meta-analysis; Randomized controlled trial; Osteoporosis

近年来,骨质疏松症引起世界范围内的广泛关注,这种骨代谢性疾病常由骨量减少及骨微结构改变所致,并易导致骨折^[1]。脊柱椎体的骨质疏松性压缩性骨折常发生于下胸椎与腰椎处^[2]。文献报道 50 岁女性骨质疏松性椎体压缩性骨折的发生率为 8%,而 80 岁女性发生率则高达 27%^[3]。确诊后,患者常规接受卧床、镇痛、理疗等治疗。通常保守治疗 4 周后 2/3 的患者症状可得到缓解^[4],而疼痛无缓解者则须进一步行手术治疗。

经皮椎体成形术与经皮椎体后凸成形术是目前治疗骨质疏松性椎体压缩性骨折最常用的两种微创手术技术,两种术式在疼痛缓解方面效果相当。与经皮椎体成形术相比经皮椎体后凸成形术有着更低的骨水泥渗漏率及更理想的后凸角恢复率,但其手术时间较长且费用较高^[5-9]。传统的经皮椎体后凸成形术常采用双侧双球囊操作^[10]。近年来,单侧单球囊技术逐渐发展,并被认为是有着与双侧双球囊相当的椎体高度与硬度恢复率^[11],同时有着手术时间短及骨水泥消耗少等优点^[12]。

已有数篇 Meta 分析评价了两种椎体成形术的临床效果^[13-15]。然而,这些分析纳入的样本量相对较小,同时也存在方法学及统计学上的错误。此外,Yan 等^[4]于 2014 年新报道的一篇随机对照研究中纳入了 309 例患者,这比之前研究的样本量近乎扩大了一倍。故有必要重新对单侧与双侧经皮椎体后凸成形术治疗骨质疏松性椎体压缩性骨折的疗效进行 Meta 分析。

资料与方法

一、搜索策略及文献筛选

本 Meta 分析的操作过程遵循 PRISMA (preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses) 报告指南^[16]及 Cochrane Collaboration 推荐指南^[17]。采用“unilateral、unipedicular、bilateral、bipedicular、kyphoplasty”等关键词检索了 PubMed MEDLINE、Cochrane

Library、Web of Science 及 EMBASE 等数据库 2015 年 7 月前发表的文献,同时对专业期刊进行手工检索以免遗漏。

文献纳入标准为对比单侧与双侧经皮椎体后凸成形术治疗骨质疏松性椎体压缩性骨折的随机对照试验。此外,应报告以下结果中的一项或多项:手术时间、骨水泥用量、视觉模拟量表评分 (visual analogue score, VAS)、Oswestry 功能障碍指数 (Oswestry disability index, ODI)、后凸角恢复、椎体前高度恢复率、椎体高度丢失率、骨水泥渗漏及术后临近节段骨折。排除标准为病例中包含了感染、肿瘤源性骨折、神经压迫、神经损伤、椎管狭窄、同节段二次手术、长期使用类固醇类药物等。

2 名作者通过阅读文献标题及摘要独立进行检索及初筛工作,并全文阅读初筛文献以完成最终纳入。若未能达成共识,则由第 3 位作者再做出评价,解决分歧。

二、数据提取

2 名作者独立完成数据提取工作。相关数据包括患者信息 (年龄、性别等)、随访时间、干预及结果。主要结果包括 VAS 评分、骨水泥渗漏率、术后临近节段骨折、椎体前高度恢复率、后凸角恢复。次级结果包括手术时间、骨水泥用量、ODI、椎体高度丢失率。定义短期随访为不超过 4 周,中期随访为 4 周至 6 个月,而随访时间 > 6 个月为长期随访。若常规格式的数据无法从原文中获得,则遵从 Cochrane 手册^[18]计算数据或从图表中提取数据。

三、数据分析

运用国际 Cochrane 协作组提供的 RevMan5.3 (The Cochrane Collaboration, 美国)进行 Meta 分析。连续性变量采用均数差 (mean difference, MD) 作为疗效分析统计量,二分类变量则采用风险比 (risk ratios, RR)。各效应量均以 95% 可信区间 (confidence interval, CI) 表示。若 $P < 0.05$ 或 95% CI 不包括“0” (MD) 或“1” (RR) 则认为差异有统计学意义。纳入结果的异质性检验采用卡方检验。若 $P > 0.1$ 且 $I^2 < 50\%$ 则认为结果无异质性,采用固定效应

模型；若 $P \leq 0.1$ 或 $I^2 \geq 50\%$ 则认为结果存在异质性，采用随机效应模型。运用敏感性分析探讨异质性来源。

四、质量评估

2 名作者独立按照 Cochrane 手册^[18]并运用“Cochrane 偏倚风险评估工具”（Cochrane collaboration's tool for assessing the risk of bias）对纳入文献的质量进行评价。结果置信等级则根据 GRADE（grading of recommendations assessment, development and evaluation）系统^[19]进行评估。若不能达成共识，与第 3 位作者进行讨论，解决分歧。

结 果

一、检索结果

共检索到 234 篇相关文献。排除重复及不相关文献后，38 篇文献被全文阅读。其中，9 篇为生物力学研究^[11, 20-27]，5 篇为技术介绍^[28-32]，5 篇为回顾性文章^[13-15, 33-34]，2 篇为回顾性研究^[12, 35]，8 篇未对单侧与双侧方法进行比较^[2, 36-42]，3 篇治疗对象非骨质疏松性椎体压缩性骨折^[43-45]。最终，共有 6 篇文献符合纳入标准^[4, 46-50]，见图 1。

6 篇文献共包括 562 例患者（单侧组 289 例，双侧组 273 例），平均年龄 71.16 岁，女性患者 456 例，

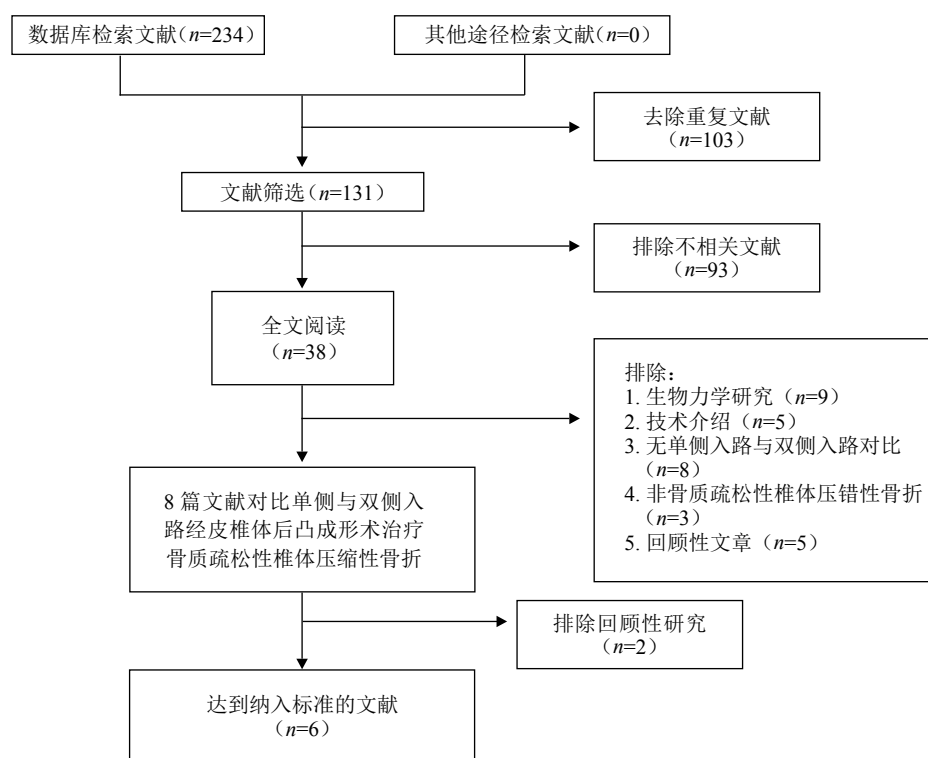


图 1 单侧与双侧经皮椎体后凸成形术治疗骨质疏松性椎体压缩性骨折相关文献检索流程图

男性患者 106 例，平均随访时间 14.24 个月。纳入文献的基本特征见表 1。两组术前 t 值及 VAS 评分差异无统计学意义，见表 2。

二、文献质量评估

6 篇文献的质量评估如图 2 所示。全部文献均声称随机化，但只有 1 篇文献详细描述了数列生成^[4]。所有文献均未详细描述分配隐藏、操作及结果评估员的盲法。Rebolledo 等^[50]的研究中失访率较高，故可能存在失访偏倚。

三、手术时间与骨水泥用量

各研究术中数据汇总于表 2 中。共 5 篇文献报道

了手术时间^[4, 46-48, 50]，分析结果表明单侧组手术时间短于双侧组（ $MD: -23.19$ ；95% $CI: -27.08 \sim -19.31$ ； $P < 0.001$ ； $I^2=77\%$ ，采用随机效应模型）（图 3）。敏感性分析表明异质性主要由 Yan 等^[4]的研究引起，这可能与样本量较大有关，将其排除后结论无变化（ $MD: -25.00$ ；95% $CI: -27.08 \sim -22.92$ ； $P < 0.001$ ）。骨水泥用量方面单侧组亦优于双侧组（ $MD: -2.07$ ；95% $CI: -2.23 \sim -1.91$ ； $P < 0.001$ ）^[4, 47-50]（图 4）。

四、短期及长期 VAS 评分

4 篇文献报道了短期 VAS 评分，分析结果显

表 1 纳入文献基本特征

文献	例数		男 / 女 (例)		平均年龄 (岁)		随访时间 (月)		报告结果
	单侧	双侧	单侧	双侧	单侧	双侧	单侧	双侧	
Chung HJ, et al ^[49]	24	28	2/22	1/27	66.8	68.9	17.8	16.6	骨水泥用量, VAS 评分 (短期及长期随访), 后凸角恢复, 骨水泥渗漏, 椎体高度丢失率
Chen C, et al ^[46]	33	25	0/33	0/25	67.73	68.52	0.5	0.5	手术时间, VAS 评分 (短期随访), 椎体前高度恢复率, 骨水泥渗漏
Chen C, et al ^[47]	27	23	0/27	0/23	68.37	69.43	24	24	手术时间, 骨水泥用量, VAS 评分 (长期随访), ODI 评分 (中期及长期随访), 椎体高度丢失率, 术后临近节段骨折
Chen L, et al ^[48]	24	25	4/20	4/21	70.4	72.4	31.8	35.2	手术时间, 骨水泥用量, VAS 评分 (短期及长期随访), 后凸角恢复, 椎体前高度恢复率, 骨水泥渗漏, 术后临近节段骨折
Rebolledo BJ, et al ^[50]	23	21	4/19	2/19	78.7	79.3	12	12	手术时间, 骨水泥用量, VAS 评分 (长期随访), ODI 评分 (中期及长期随访), 后凸角恢复, 椎体前高度恢复率, 骨水泥渗漏
Yan L, et al ^[4]	158	151	46/112	43/108	71.9	71.1	12	12	手术时间, 骨水泥用量, VAS 评分 (短期及长期随访), 后凸角恢复, 椎体前高度恢复率, 骨水泥渗漏, 术后临近节段骨折
总计 (平均)	289	273	56/233	50/223	71.09	71.25	13.93	14.55	手术时间, 骨水泥用量, VAS 评分 (短期及长期随访), ODI 评分 (中期及长期随访), 后凸角恢复, 椎体前高度恢复率, 椎体高度丢失率, 骨水泥渗漏, 术后临近节段骨折

	Random sequence generation (selection bias)	Allocation concealment (selection bias)	Blinding of participants and personnel (performance bias)	Blinding of outcome assessment (detection bias)	Incomplete outcome data (attrition bias)	Selective reporting (reporting bias)	Other bias
Chen C 2010	?	+	+	+	+	+	+
Chen C 2011	?	+	+	+	+	+	+
Chen L 2011	?	+	+	+	+	+	+
Chung HJ 2008	?	+	+	+	+	+	+
Rebolledo BJ 2013	?	+	+	+	+	+	+
Yan L 2014	+	+	+	+	+	+	+

图 2 文献质量评估

示单侧组与双侧组无明显差异 ($MD: -0.12; 95\% CI: -0.33 \sim 0.09; P=0.28; I^2=55\%$, 采用随机效应模型) [4, 46, 48-49] (图 5)。因 Chung 等 [49] 的研究质量等级较低, 故敏感性分析时将其排除, 排除后结果表明结论无差别 ($MD: -0.22; 95\% CI: -0.45 \sim 0.01; P=0.07$)。5 篇文献报道了长期 VAS 评分 [4, 47-50], 分析结果表明两组间差异亦无统计学意义 [$MD: -0.05; 95\% CI: -0.23 \sim 0.14; P=0.62$], 见图 6。

五、中期及长期 ODI

对 2 篇文献中的中期 ODI 进行 Meta 分析后表明单侧组与双侧组结果相当 ($MD: -1.68; 95\% CI: -3.90 \sim 0.55; P=0.14$) [47, 50], 见图 7。长期 ODI Meta 分析的结果亦显示两组间差异无统计学意义 ($MD: -0.88; 95\% CI: -3.55 \sim 1.80; P=0.52$) [47, 50], 见图 8。

六、影像学评估

影像学评估包括术后后凸角恢复、椎体前高度恢复率及椎体高度丢失率, 各 Meta 分析结果汇总于表 3。4 篇文献报道了术后后凸角恢复 [4, 48-50], 各研究间差异无统计学意义 ($MD: -0.24; 95\% CI: -4.51 \sim 4.02; P=0.91; I^2=93\%$, 采用随机效应模型)。敏感性分析表明排除任何文献均不会改变结论。2 周手术入路在椎体前高度恢复方面亦差异无统计学意义 ($MD: 2.35; 95\%$

CI: $-6.65 \sim 11.35$; $P=0.61$; $I^2=88\%$, 采用随机效应模型) [4, 46, 48, 50]。Yan 等 [4] 的研究中观察时间明显晚于其他研究, 故敏感性分析中将其排除, 排除后结论未发生改变 ($MD: -0.96$; 95% CI: $-8.79 \sim 6.86$; $P=0.81$)。2 篇文献报道了椎体高度丢失率 [47, 49], Meta 分析表明两种手术入路结果相当 ($MD: 2.08$; 95% CI: $-0.39 \sim 4.54$; $P=0.10$; $I^2=68\%$, 采用随机效应模型)。因只有 2 篇文献纳入该研究, 故无法进行敏感性分析。

七、术后并发症

骨水泥渗漏及临近节段骨折为两种主要的术

后并发症。5 篇文献报道了术后骨水泥渗漏 [4, 46, 48-50], 分析结果显示单侧组与双侧组相比, 有着更低的术后骨水泥渗漏率 ($RR: 0.59$; 95% CI: $0.35 \sim 0.99$; $P < 0.05$), 见图 9。3 篇文献共随访了 416 例患者的术后临近节段骨折发生情况 [4, 47-48]。对各研究进行 Meta 分析后发现两种手术入路差异无统计学意义 ($RR: 0.80$; 95% CI: $0.32 \sim 2.00$; $P=0.63$), 见图 10。

八、发表偏倚

因纳入文献过少, 发表偏倚及漏斗图可靠性较低 [51], 故本文中未给出。

表 2 纳入文献术前及术中数据

文献	平均 VAS 评分			平均 T 值			平均骨水泥用量 (ml)			平均手术时间 (min)		
	单侧	双侧	P 值	单侧	双侧	P 值	单侧	双侧	P 值	单侧	双侧	P 值
Chung HJ et al [49]	8.1	7.9	0.540	-3.55	-3.64	0.890	3.44	6.43	< 0.001	-	-	-
Chen C et al [46]	7.79	7.36	0.164	-3.08	-2.89	0.473	-	-	-	33.84	59.39	< 0.001
Chen C et al [47]	7.74	7.35	0.223	-3.05	-2.84	0.478	4.11	5.82	< 0.001	34.12	57.33	< 0.001
Chen L et al [48]	7.4	7.9	0.520	-	-	-	3.9	5.5	< 0.05	87	120	< 0.05
Rebolledo BJ et al [50]	7.65	7.59	0.950	-	-	-	4.8	6.3	< 0.05	47.6	71.4	< 0.001
Yan L et al [4]	8.1	7.9	0.194	-3.2	-3.1	0.240	3.4	5.5	< 0.01	33.2	52.5	< 0.01

注: “-”原文未报道

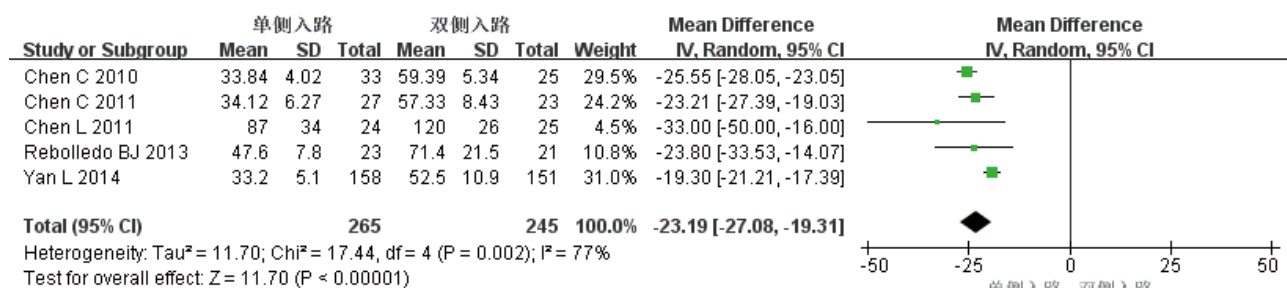


图 3 手术时间的森林图

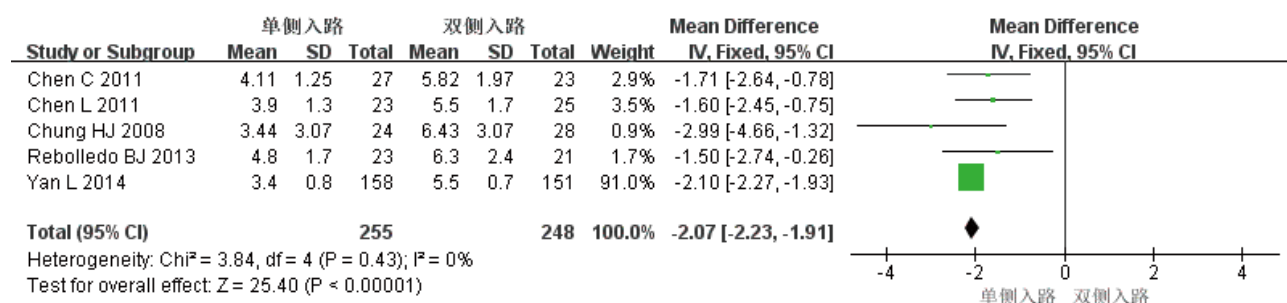


图 4 骨水泥用量的森林图

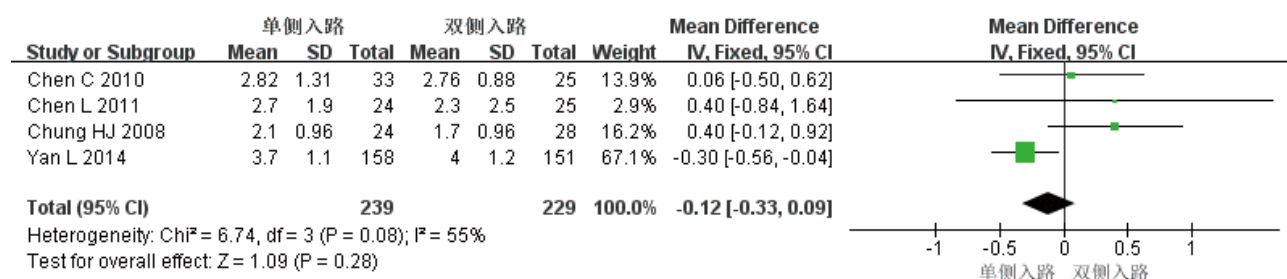


图 5 短期随访 VAS 评分的森林图

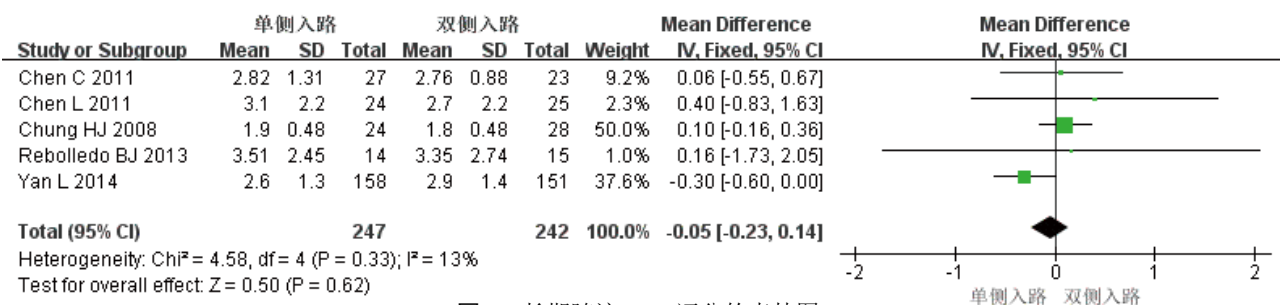


图 6 长期随访 VAS 评分的森林图

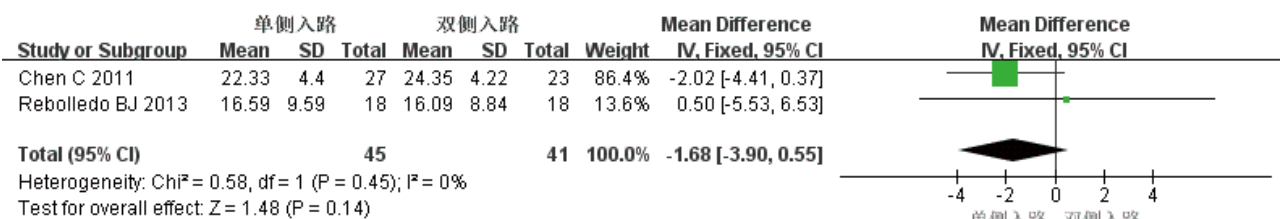


图 7 中期随访 ODI 评分的森林图

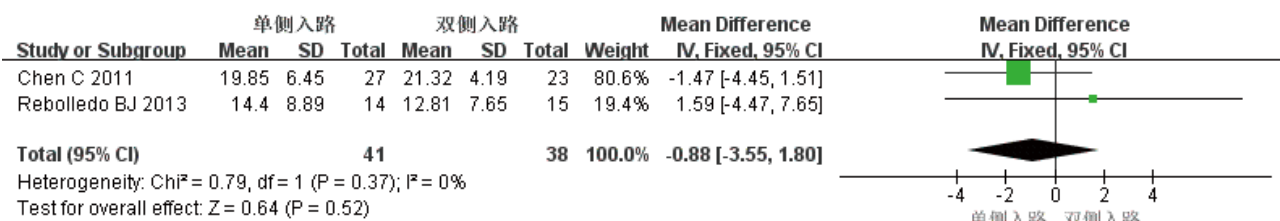


图 8 长期随访 ODI 评分的森林图

表 3 影像学分析结果

分析项目	纳入文献数量	患者数量		MD	95% CI	P 值
		单侧	双侧			
后凸角恢复	4	229	225	-0.24	[-4.52, 4.02]	0.91
椎体前高度恢复率	4	238	222	2.35	[-6.65, 11.35]	0.61
椎体高度丢失率	2	51	51	2.08	[-0.39, 4.54]	0.10

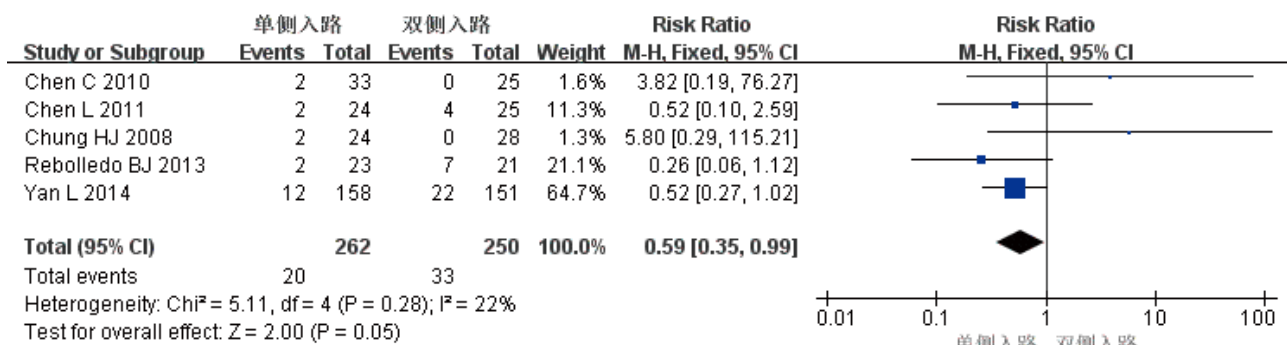


图 9 骨水泥渗漏的森林图



图 10 术后临近节段骨折的森林图

讨 论

一、骨质疏松性椎体压缩性骨折

骨质疏松性椎体压缩性骨折常代表老年人机能的衰退。有文献表明患有这类骨折的患者 5 年内死亡率高达 23% ~ 34%^[52]。骨质疏松性椎体压缩性骨折的治疗有别于暴力性骨折,应兼顾骨质疏松的治疗^[53]。手术治疗方面,理想的治疗方式应具备微创、耗时短、症状及后凸角可获得持续性改善等特点^[54]。已有多篇 Meta 分析表明双侧入路经椎体后凸成形术有着与椎体成形术相近的临床疗效,但手术时间较长,住院费用较高^[5-9]。

近年来,单侧入路经椎体后凸成形术因能弥补双侧入路的部分不足而逐渐得到推广。但单侧入路骨水泥注入量较少,椎体高度恢复能力受到较多质疑。Chen 等^[21]的研究发现单侧入路经椎体后凸成形术可使骨水泥均匀分布从而构建生物力学平衡,同时骨水泥灌注应穿过椎体中线。尸体研究亦表明单侧入路经椎体后凸成形术可以通过良好的骨水泥分布获得足够的强度支撑^[11]。

然而,单侧与双侧入路经椎体后凸成形术在骨质疏松性椎体压缩性骨折治疗效果方面究竟孰优孰劣,仍无定论。故本文拟采用系统评价和 Meta 分析的方法找出答案。相较于之前数篇 Meta 分析,本文新纳入了一篇样本量较大质量较高的研究文献^[4],这使得文章中各分析结果的置信度更高。

二、单侧与双侧入路经椎体后凸成形术的比较

与双侧入路相比,单侧经椎体后凸成形术有着诸多术中优势。因单侧入路中工作套管仅需放置一次且进针点偏外侧,故脊髓损伤、硬膜外血肿、椎弓根及关节突关节骨折等并发症的发生率较低。本文分析结果表明单侧入路可以明显减少手术时间及骨水泥消耗,这之前多篇 Meta 分析结果相同^[13-15]。此外,单侧入路的辐射暴露剂量及费用也

更低^[38]。Yan 等^[4]发现单侧入路中病人受到的辐射量仅为双侧入路的一半。亦有研究表明,若美国每年 5% 的骨质疏松性椎体压缩性骨折患者采用单侧经椎体后凸成形术而非双侧入路,可以节约 3 200 万美元^[11]。

已有多篇荟萃分析表明两种手术入路有着相近的临床疗效^[13-15, 33-34],这与本文结论相同。疼痛缓解程度由 VAS 评分评价,两种入路短期及长期 VAS 评分差异均无统计学意义。ODI 是重要的临床疗效评定指标。因 Rebolledo 等^[50]的研究中未直接给出 ODI 数值,我们从图表中提取出所需数据。合并结果表明单侧组与双侧组中、长期 ODI 方面相当,表明两种手术入路均可很好的缓解患者疼痛,提高生活质量。

影像学评估方面,单侧组与双侧组有着相近的后凸角恢复。此外,分析结果表明两种入路都拥有优秀的椎体前高度恢复率,这与一些体外试验结果相符合^[11, 21]。值得注意的是,与其他文献不同, Yan 等^[4]的研究中前述两个项目的观察点为术后 12 个月而非短期随访。他们的结果表明单侧入路有着更为出色的远期后凸角恢复及椎体前高度恢复率。椎体高度丢失率方面,两组亦无统计学差异。

术后骨水泥渗漏及临近节段骨折为两个主要的术后并发症。与之前数篇 Meta 分析结果不同的是^[13-14, 33],本研究结果显示单侧经椎体后凸成形术的术后骨水泥渗漏率更低。我们猜测,双侧入路的骨水泥渗漏率较高可能是因为相较于单侧入路其穿刺次数更多,同时水泥注入量更大。两种手术入路有着类似的术后临近节段骨折发生率。

三、本研究的局限性与展望

单侧入路及双侧入路经椎体后凸成形术在短期及长期 VAS 评分、后凸角恢复、椎体前高度恢复率、椎体高度丢失率及术后临近节段骨折等方面

有着相近的结果。两种入路都是治疗骨质疏松性椎体压缩性骨折安全及有效的手术方式。然而，当纳入手术时间、骨水泥使用量、骨水泥渗漏率、辐射剂量、住院费用等因素后，更推荐采用单侧入路经皮椎体后凸成形术。但本文存在着一些局限性。因本文仅纳入了 6 篇文献 563 例患者，样本量相对较小，以至于无法给出准确的发表偏倚。此外，本文中纳入文献的质量欠佳，部分分析结果有着较大的偏倚，且部分结果的观察时间点不同，故会影响一些重要结果的可靠度，因此需要更多的高质量长随访随机对照试验以得出最终的结论。

参 考 文 献

- Rachner TD, Khosla S, Hofbauer LC. Osteoporosis: now and the future [J]. *Lancet*, 2011, 377(9773): 1276-1287.
- Ge Z, Ma R, Chen Z, et al. Uniextrapedicular kyphoplasty for the treatment of thoracic osteoporotic vertebral fractures [J]. *Orthopedics*, 2013, 36(8): e1020-e1024.
- Kumar K, Verma AK, Wilson J, et al. Vertebroplasty in osteoporotic spine fractures: a quality of Life assessment [J]. *Can J Neurol Sci*, 2005, 32(4): 487-495.
- Yan L, Jiang R, He B, et al. A comparison between unilateral transverse process-pedicle and bilateral puncture techniques in percutaneous kyphoplasty [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2014, 39(26 Spec No.): B19-B26.
- Yang H, Liu T, Zhou J, et al. Kyphoplasty versus vertebroplasty for painful osteoporotic vertebral compression fractures-which one is better? A systematic review and meta-analysis [J]. *Int J Spine Surg*, 2013, 7: e45-e57.
- Xing D, Ma JX, Ma XL, et al. A meta-analysis of balloon kyphoplasty compared to percutaneous vertebroplasty for treating osteoporotic vertebral compression fractures [J]. *J Clin Neurosci*, 2013, 20(6): 795-803.
- Gu CN, Brinjikji W, Evans AJ, et al. Outcomes of vertebroplasty compared with kyphoplasty: a systematic review and meta-analysis [J]. *J Neurointerv Surg*, 2015, In press.
- Chang X, Lv YF, Chen B, et al. Vertebroplasty versus kyphoplasty in osteoporotic vertebral compression fracture: a meta-analysis of prospective comparative studies [J]. *Int Orthop*, 2015, 39(3): 491-500.
- Wang H, Sribastav SS, Ye F, et al. Comparison of percutaneous vertebroplasty and balloon kyphoplasty for the treatment of single level vertebral compression fractures: a meta-analysis of the literature [J]. *Pain Physician*, 2015, 18(3): 209-222.
- Wang H, Sun Z, Wang Z, et al. Single-balloon versus double-balloon bipedicular kyphoplasty for osteoporotic vertebral compression fractures [J]. *J Clin Neurosci*, 2015, 22(4): 680-684.
- Steinmann J, Tingey CT, Cruz G, et al. Biomechanical comparison of unipedicular versus bipedicular kyphoplasty [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2005, 30(2): 201-205.
- Wang Z, Wang G, Yang H. Comparison of unilateral versus bilateral balloon kyphoplasty for the treatment of osteoporotic vertebral compression fractures [J]. *J Clin Neurosci*, 2012, 19(5): 723-726.
- Lin J, Zhang L, Yang HL. Unilateral versus bilateral balloon kyphoplasty for osteoporotic vertebral compression fractures [J]. *Pain Physician*, 2013, 16(5): 447-453.
- Yang LY, Wang XL, Zhou L, et al. A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials of unilateral versus bilateral kyphoplasty for osteoporotic vertebral compression fractures [J]. *Pain Physician*, 2013, 16(4): 277-290.
- Huang Z, Wan S, Ning L, et al. Is unilateral kyphoplasty as effective and safe as bilateral kyphoplasties for osteoporotic vertebral compression fractures? A meta-analysis [J]. *Clin Orthop Relat Res*, 2014, 472(9): 2833-2842.
- Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, et al. Preferred reporting items for systematic reviews and Meta-Analyses: the PRISMA statement [J]. *J Clin Epidemiol*, 2009, 62 (10): 1006-1012.
- Bero L, Rennie D. The cochrane collaboration. preparing, maintaining, and disseminating systematic reviews of the effects of health care [J]. *JAMA*, 1995, 274(24): 1935-1938.
- Higgins JP, Green S. *Cochrane Handbook for systematic reviews of interventions 5.1.0[M]*. The Cochrane Collaboration, 2011.
- Atkins D, Best D, Briss PA, et al. Grading quality of evidence and strength of recommendations [J]. *BMJ*, 2004, 328(7454): 1490.
- Chan H, Bolosan S, Simon R. Bilateral versus unilateral approach to balloon kyphoplasty... Does it matter? [J]. *Cardiovasc Intervent Radiol*, 2011, 34: 541.
- Chen B, Li Y, Xie D, et al. Comparison of unipedicular and bipedicular kyphoplasty on the stiffness and biomechanical balance of compression fractured vertebrae [J]. *Eur Spine J*, 2011, 20(8): 1272-1280.
- Cho SM, Nam YS, Cho BM, et al. Unilateral extrapedicular vertebroplasty and kyphoplasty in lumbar compression fractures : technique, anatomy and preliminary results [J]. *J Korean Neurosurg Soc*, 2011, 49(5): 273-277.
- Higgins KB, Harten RD, Langrana NA, et al. Biomechanical effects of unipedicular vertebroplasty on intact vertebrae [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2003, 28(14): 1540-1547; discussion 1548.
- Higgins KB, Harten RD, Langrana NA, et al. Biomechanical effects of unipedicular vertebroplasty on intact vertebrae - Point of view [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2003, 28(14): 1540-1547.
- Kobayashi K, Takizawa K, Koyama M, et al. Unilateral transpedicular percutaneous vertebroplasty using puncture simulation [J]. *Radiat Med*, 2006, 24(3): 187-194.
- Tohmeh AG, Mathis JM, Fenton DC, et al. Biomechanical efficacy of unipedicular versus bipedicular vertebroplasty for the management of osteoporotic compression fractures [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 1999, 24(17): 1772-1776.
- Voronov LI, Vastardis G, Marjan A, et al. Feasibility of balloon kyphoplasty using unilateral transpedicular approach for the mid & upper thoracic spine: a laboratory study [J]. *Spine J*, 2013, 13(9): S151-S152.
- Chang WS, Lee SH, Choi WG, et al. Unipedicular vertebroplasty for osteoporotic compression fracture using an individualized needle insertion angle [J]. *Clin J Pain*, 2007, 23(9): 767-773.
- Hoh BL, Rabinov JD, Pryor JC, et al. Balloon kyphoplasty for vertebral compression fracture using a unilateral balloon tamp via a uni-pedicular approach: technical note [J]. *Pain Physician*, 2004, 7(1): 111-114.
- Hu MM, Eskey CJ, Tong SC, et al. Kyphoplasty for vertebral

- compression fracture via a uni-pedicular approach [J]. Pain Physician, 2005, 8(4): 363-367.
- 31 Pua U, Quek LH, Ng LC. Central stentoplasty: technique for unipedicular single midline vertebral body stent implantation [J]. Cardiovasc Intervent Radiol, 2014, 37(3): 810-814.
- 32 Wiwanitkit V. Unipedicular balloon kyphoplasty [J]. Asian Spine J, 2011, 5(4): 277.
- 33 Chen H, Tang P, Zhao Y, et al. Unilateral versus bilateral balloon kyphoplasty in the treatment of osteoporotic vertebral compression fractures [J]. Orthopedics, 2014, 37(9): e828-e835.
- 34 Li LH, Sun TS, Liu Z, et al. Comparison of unipedicular and bipedicular percutaneous kyphoplasty for treating osteoporotic vertebral compression fractures: a meta-analysis [J]. Chin Med J (Engl), 2013, 126(20): 3956-3961.
- 35 Song BK, Eun JP, Oh YM. Clinical and radiological comparison of unipedicular versus bipedicular balloon kyphoplasty for the treatment of vertebral compression fractures [J]. Osteoporos Int, 2009, 20(10): 1717-1723.
- 36 Lee SB, Cho KS, Huh PW, et al. Clinical and radiographic results of unilateral transpedicular balloon kyphoplasty for the treatment of osteoporotic vertebral compression fractures [J]. Acta Neurochir Suppl, 2008, 101: 157-160.
- 37 McGraw J, McGraw J. Abstract no. 472 - prospective evaluation of a unipedicular technique utilizing balloon kyphoplasty and vertebroplasty for the treatment of symptomatic vertebral body compression fractures [J]. J Vascular Int Radiol, 2015, 26(2): S205.
- 38 Papadopoulos EC, Edobor-Osula F, Gardner MJ, et al. Unipedicular balloon kyphoplasty for the treatment of osteoporotic vertebral compression fractures: early results [J]. J Spinal Disord Tech, 2008, 21(8): 589-596.
- 39 Timon S, Gardner M, Hong R, et al. Unipedicular kyphoplasty for treatment of vertebral compression fractures [J]. J Bone Mineral Res, 2003, 18(2): S381.
- 40 Trainor M. Unipedicular approach to percutaneous vertebral augmentation [J]. Spine J, 2011, 11(10): S132.
- 41 Walz M, Esmer E, Kolbow B. CT-based analysis of cement distribution in unipedicular vertebroplasty [J]. Unfallchirurg, 2006, 109(11): 932-939.
- 42 Wang S, Wang Q, Kang J, et al. An imaging anatomical study on percutaneous kyphoplasty for lumbar via a unilateral transverse process-pedicle approach [J]. Spine (Phila Pa 1976), 2014, 39(9): 701-706.
- 43 La Maida GA, Sala F, Callea G, et al. Efficacy of unipedicular balloon kyphoplasty for treatment of multiple myeloma vertebral lesions [J]. Asian Spine J, 2011, 5(3): 162-168.
- 44 Papanastassiou I, Eleraky ME, Aghayev K, et al. Comparison of unilateral versus bilateral kyphoplasty in Cancer-Related vertebral fractures [J]. Spine J, 2011, 11(10): S8.
- 45 Papanastassiou ID, Eleraky M, Murtagh R, et al. Comparison of unilateral versus bilateral kyphoplasty in multiple myeloma patients and the importance of preoperative planning [J]. Asian Spine J, 2014, 8(3): 244-252.
- 46 Chen C, Chen L, Gu Y, et al. Kyphoplasty for chronic painful osteoporotic vertebral compression fractures via unipedicular versus bipedicular approach: a comparative study in early stage [J]. Injury, 2010, 41(4): 356-359.
- 47 Chen C, Wei H, Zhang W, et al. Comparative study of kyphoplasty for chronic painful osteoporotic vertebral compression fractures via unipedicular versus bipedicular approach [J]. J Spinal Disord Tech, 2011, 24(7): E62-E65.
- 48 Chen L, Yang H, Tang T. Unilateral versus bilateral balloon kyphoplasty for multilevel osteoporotic vertebral compression fractures: a prospective study [J]. Spine (Phila Pa 1976), 2011, 36(7): 534-540.
- 49 Chung HJ, Chung KJ, Yoon HS, et al. Comparative study of balloon kyphoplasty with unilateral versus bilateral approach in osteoporotic vertebral compression fractures [J]. Int Orthop, 2008, 32(6): 817-820.
- 50 Rebollo BJ, Gladnick BP, Unnanuntana A, et al. Comparison of unipedicular and bipedicular balloon kyphoplasty for the treatment of osteoporotic vertebral compression fractures: a prospective randomised study [J]. Bone Joint J, 2013, 95-B(3): 401-406.
- 51 Lau J, Ioannidis JP, Terrin N, et al. The case of the misleading funnel plot [J]. BMJ, 2006, 333(7568): 597-600.
- 52 Kado DM, Browner WS, Palermo L, et al. Vertebral fractures and mortality in older women: a prospective study. Study of Osteoporotic Fractures Research Group [J]. Arch Intern Med, 1999, 159(11): 1215-1220.
- 53 邱贵兴. 老年骨质疏松性骨折的治疗策略 [J/CD]. 中华老年骨科与康复电子杂志, 2015, 1(1): 1-5.
- 54 Frankel BM, Monroe T, Wang C. Percutaneous vertebral augmentation: an elevation in adjacent-level fracture risk in kyphoplasty as compared with vertebroplasty [J]. Spine J, 2007, 7(5): 575-582.

(收稿日期: 2015-1-22)

(本文编辑: 吕红芝)

孙晗, 杨惠林, 孙佳佳, 等. 对比单双侧椎体后凸成形术治疗骨质疏松性椎体压缩性骨折的 Meta 分析 [J/CD]. 中华老年骨科与康复电子杂志, 2015, 1(2): 39-47.