

弯角椎体成形术对骨质疏松性椎体压缩骨折的疗效和安全性的 Meta 分析

阿不都拉·阿不来提, 阿里木江·玉素甫, 杨晓辉

(新疆医科大学第六附属医院, 新疆 乌鲁木齐, 830002)

摘要: **目的** 基于 Meta 分析方法探讨弯角椎体成形术 (PCVP) 对骨质疏松性椎体压缩骨折 (OVCF) 的疗效和安全性。**方法** 通过计算机检索 PubMed、Cochrane Library、Web of science、中国知网、万方数据库中关于 PCVP、经皮椎体成形术 (PVP) 治疗 OVCF 的随机对照试验 (RCT) 或回顾性队列研究 (RCS) 文献, 检索时间为建库至 2023 年 9 月 13 日。根据纳入与排除标准筛选文献, 进行 Meta 分析, 结局指标包括术后视觉模拟评分法 (VAS) 评分、术后 Oswestry 功能障碍指数 (ODI) 评分、术后 Cobb 角、术后椎体高度、手术时间、术中透视次数、骨水泥注入量、骨水泥椎体分布优良率、骨水泥渗漏率、再发骨折率。**结果** 本研究最终纳入 20 篇文献进行 Meta 分析, 包括 12 篇 RCT 文献和 8 篇 RCS 文献。与 PVP 组比较, PCVP 组术后 VAS 评分更低 (MD = -0.15, 95% CI: -0.18 ~ -0.11, $P < 0.000 01$), 术后 ODI 评分更低 (MD = -1.63, 95% CI: -3.06 ~ -0.19, $P = 0.03$), 手术时间更短 (MD = -7.15, 95% CI: -10.74 ~ -3.56, $P < 0.000 1$), 术中透视次数更少 (MD = -3.40, 95% CI: -5.71 ~ -1.10, $P = 0.004$), 骨水泥椎体分布优良率更高 (OR = 5.84, 95% CI: 3.58 ~ 9.51, $P < 0.000 01$), 骨水泥渗漏率更低 (OR = 0.31, 95% CI: 0.23 ~ 0.42, $P < 0.000 01$), 差异均有统计学意义; PCVP 组术后 Cobb 角、术后椎体高度、骨水泥注入量和再发骨折率与 PVP 组比较, 差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。**结论** 相较于 PVP, PCVP 对 OVCF 具有更好的疗效与安全性, 可减轻疼痛程度, 缩短手术时间, 减少术中透视次数, 降低骨水泥渗漏率, 提升骨水泥椎体分布优良率, 改善脊柱功能, 若条件允许, 建议选用 PCVP 治疗 OVCF。

关键词: 骨质疏松性椎体压缩骨折; 弯角椎体成形术; 经皮椎体成形术; 单侧入路; 双侧入路; Meta 分析

中图分类号: R 683.2; R 687.3; R 319 **文献标志码:** A **文章编号:** 1672-2353 (2024)21-116-11 **DOI:** 10.7619/jcmp.20240226

Effectiveness and safety of angled percutaneous vertebroplasty in the treatment of osteoporotic vertebral compression fractures: a meta-analysis

Abudula · ABULAITI, Alimujiang · YUSUFU, YANG Xiaohui

(the 6th Affiliated Hospital of Xinjiang Medical University, Urumqi, Xinjiang, 830002)

Abstract: Objective To investigate the effectiveness and safety of angled percutaneous vertebroplasty (PCVP) in the treatment of osteoporotic vertebral compression fractures (OVCF) based on the meta-analysis method. **Methods** Randomized controlled trials (RCT) or retrospective cohort studies (RCS) regarding PCVP and percutaneous vertebroplasty (PVP) for the treatment of OVCF were retrieved from PubMed, Cochrane Library, Web of Science, CNKI, and Wanfang Data from inception to September 13, 2023. The literature was screened according to inclusion and exclusion criteria, and a meta-analysis was performed. The outcome indicators included postoperative Visual Analogue Scale (VAS) score, postoperative Oswestry Disability Index (ODI) score, postoperative Cobb angle, postoperative vertebral height, operative time, intraoperative fluoroscopy times, bone cement injection volume, excellent and good rate of bone cement vertebral body distribution, bone cement leakage rate, and re-fracture rate. **Results** A total of 20 articles, including 12 RCT articles and 8 RCS articles, were included in this meta-analysis. Compared with the PVP group, the PCVP group had lower postoperative VAS scores (MD = -0.15, 95% CI, -0.18 to -0.11, $P < 0.000 01$), lower postoperative

ODI scores (MD = -1.63, 95% CI, -3.06 to -0.19, $P=0.03$), shorter operative time (MD = -7.15, 95% CI, -10.74 to -3.56, $P<0.0001$), less intraoperative fluoroscopy times (MD = -3.40, 95% CI, -5.71 to -1.10, $P=0.004$), a higher excellent and good rate of bone cement vertebral body distribution (OR = 5.84, 95% CI, 3.58 to 9.51, $P<0.0001$), and a lower bone cement leakage rate (OR = 0.31, 95% CI, 0.23 to 0.42, $P<0.0001$). However, there were no significant differences in postoperative Cobb angle, postoperative vertebral height, bone cement injection volume, and re-fracture rate between the PCVP group and the PVP group ($P>0.05$).

Conclusion Compared with PVP, PCVP has better effectiveness and safety in the treatment of OVCF, which can relieve pain, shorten operative time, reduce intraoperative fluoroscopy times and bone cement leakage rate, improve the excellent and good rate of bone cement vertebral body distribution, and enhance spinal function. If conditions permit, PCVP is recommended for the treatment of OVCF.

Key words: osteoporotic vertebral compression fractures; angled percutaneous vertebroplasty; percutaneous vertebroplasty; unilateral approach; bilateral approach; meta-analysis

随着人口老龄化进程的加快,骨质疏松性椎体压缩骨折(OVCF)的发生率日益增高^[1]。经皮椎体成形术(PVP)是治疗 OVCF 的常用方法^[2-3],其可基于骨水泥的化学及物理作用迅速缓解疼痛,恢复伤椎稳定性,临床疗效良好^[4]。目前,PVP 手术入路的选择尚存争议。双侧入路可增加骨水泥填充面积,降低手术难度,提升安全性,但会延长手术时间,增加 X 线透视次数。单侧入路可缩短手术时间,减少 X 线透视次数,减小创伤,但难以使骨水泥在椎体两侧均匀分布,易造成椎体双侧强度不对称、稳定性差,引发同一椎体再骨折、脊柱侧凸等远期并发症。弯角椎体成形术(PCVP)是一种基于单侧穿刺技术的新型微创手术方法,可不增加穿刺角度将穿刺针顶端置入对侧伤区,达到一侧穿刺注入双侧骨水泥的效果^[5-6]。本研究检索 PCVP、PVP 治疗 OVCF 的相关文献进行 Meta 分析,以期评估 PCVP 对 OVCF 的疗效与安全性。

1 资料与方法

1.1 文献纳入与排除标准

文献纳入标准:①关于 PCVP、PVP 治疗 OVCF 的随机对照试验(RCT)或回顾性队列研究(RCS);②结局指标中至少包含术后视觉模拟评分法(VAS)评分、术后 Oswestry 功能障碍指数(ODI)评分、术后 Cobb 角、术后椎体高度、手术时间、术中透视次数、骨水泥注入量、骨水泥椎体分布优良率、骨水泥渗漏率、再发骨折率中的 1 项。文献排除标准:①研究对象为病理性骨折或脊

柱结核患者;②无法获取全文者;③动物实验、体外实验、生物力学研究文献。

1.2 检索策略

通过计算机检索 PubMed、Cochrane Library、Web of science 数据库和中国知网、万方数据库,检索时间为建库至 2023 年 9 月 13 日。英文检索词包括“Spinal Fractures”“Osteoporosis”“Percutaneous Vertebroplasty”“PVP”“Percutaneous Curved Vertebroplasty”“PCVP”“curved”“bone cement”。中文检索词包括“脊柱骨折”“骨质疏松症”“经皮椎体成形术”“经皮弯曲椎体成形术”“骨水泥渗漏”。采用主题词结合自由词方式或用上述检索词对主题、全文、关键词、题目等进行综合检索,并注意避免信息重复。

1.3 数据提取

研究者先根据纳入标准和排除标准对文献进行筛选,然后提取数据信息并核对。数据信息包括:①一般信息,包括标题、作者、发表年份等。②研究特征,包括研究区域、样本量、年龄、性别、受伤椎体分布位置等。③感兴趣的结局指标(共 10 项),其中临床结局指标包括术后 VAS 评分、术后 ODI 评分,放射学结局指标包括术后 Cobb 角、术后椎体高度,手术结局指标包括手术时间、术中透视次数、骨水泥注入量、骨水泥椎体分布优良率,并发症结局指标包括骨水泥渗漏率、再发骨折率。④评估偏倚风险的关键因素,包括研究人群选择、组间可比性和暴露因素测量。

1.4 文献质量评估

采用 Cochrane 协作网的偏倚风险工具和纽

卡斯尔-渥太华量表(NOS)分别评估 RCT 和 RCS 文献的质量。根据 Cochrane 偏倚风险表,文献的偏倚风险分为低风险、中风险、高风险。NOS 总分 0~3 分为低质量, 4~6 分为中等质量, 7~9 分为高质量。

2 结果

2.1 文献筛选结果

本研究共检索到 PCVP 和 PVP 治疗 OVCF 相关文献 392 篇(中国知网 122 篇、万方数据库 206 篇、PubMed 数据库 24 篇、Web of Science 数据库 21 篇、Cochrane Library 数据库 19 篇),删除重复文献以及不符合纳入标准的文献后,最终筛选出 20 篇符合标准的文献,文献筛选流程图见图 1。

2.2 纳入文献的基线特征分析

本研究共纳入 20 篇文献^[5-24], 样本量、平均年龄、性别分布、干预措施、结局指标等基线特征

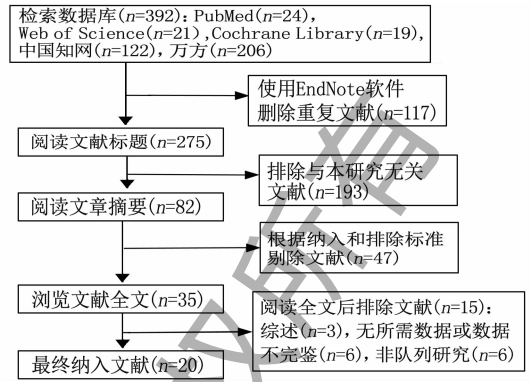


图 1 文献筛选流程图

见表 1。

2.3 纳入文章的风险评估

采用 NOS 评估 8 篇 RCS 文献的质量,总分范围 6~9 分,提示文献的总体质量高,见表 2。采用 Cochrane 偏倚风险表对纳入分析的 12 篇 RCT 文献进行风险评估,见图 2。

表 1 纳入文献的基线特征分析

文献作者及发表年份	国家	研究类型	样本量		平均年龄/岁		性别(男/女)		干预措施		结局指标
			PCVP	PVP	PCVP	PVP	PCVP	PVP	干预组	对照组	
朱迪等 ^[5] 2019a	中国	RCT	25	32	70.6±9.7	69.5±9.3	6,19	6,26	PCVP	UPVP	①②③④⑤⑦⑨
朱迪等 ^[5] 2019b	中国	RCT	25	28	70.6±9.7	69.8±8.8	6,19	5,23	PCVP	BPVP	①②③④⑤⑦⑨
李晖等 ^[6] 2023a	中国	RCT	28	27	71.2±3.3	71.0±3.7	12,16	15,13	PCVP	UPVP	①②③④⑤⑥⑦⑧⑨
李晖等 ^[6] 2023b	中国	RCT	28	28	71.2±3.3	70.4±4.0	12,16	12,16	PCVP	BPVP	①②③④⑤⑥⑦⑧⑨
曹强等 ^[7] 2020	中国	RCS	36	40	69.7±9.6	70.3±9.4	15,21	17,23	PCVP	UPVP	①②⑤⑥⑦⑧⑨
陈钱等 ^[8] 2022a	中国	RCT	30	30	71.6±10.1	68.3±12.8	7,23	8,22	PCVP	UPVP	①⑤⑥⑦⑨
陈钱等 ^[8] 2022b	中国	RCT	30	30	71.6±10.1	70.8±9.9	7,23	10,20	PCVP	BPVP	①⑤⑥⑦⑨
崔志栋等 ^[9] 2021	中国	RCS	23	26	73.09±6.52	73.25±6.36	6,17	7,19	PCVP	BPVP	①②⑤⑥⑨
何精选等 ^[10] 2020a	中国	RCT	30	30	67.2±5.4	67.5±5.1	10,20	11,19	PCVP	UPVP	①⑤⑥⑧⑨
何精选等 ^[10] 2020b	中国	RCT	30	30	67.2±5.4	67.3±5.9	10,20	9,21	PCVP	BPVP	①⑤⑥⑧⑨
黄汇宇等 ^[11] 2021	中国	RCS	47	46	75.5	73.5	12,35	10,36	PCVP	BPVP	①②③④⑤⑥⑧⑨
李凡杰等 ^[12] 2020	中国	RCT	35	35	74.09±8.85	74.89±8.97	6,29	7,28	PCVP	UPVP	①②④⑤⑥⑦⑧⑩
李洪珂等 ^[13] 2020	中国	RCS	36	39	70.8±10.5	72.3±11.4	14,22	16,23	PCVP	UPVP	①②⑤⑥⑦⑧⑨
林玉江等 ^[14] 2017a	中国	RCT	36	32	72.5±10.2	69.2±12.6	22,14	22,10	PCVP	UPVP	①⑤⑥⑦⑨
林玉江等 ^[14] 2017b	中国	RCT	36	28	72.5±10.2	70.1±11.8	22,14	20,8	PCVP	BPVP	①⑤⑥⑦⑨
刘涛等 ^[15] 2020	中国	RCS	30	30	68.03±4.3	69.2±4.5	14,16	15,15	PCVP	BPVP	①⑤⑥⑦⑧⑨
吕文等 ^[16] 2020	中国	RCS	35	32	75.14±7.42	74.31±7.81	5,30	5,27	PCVP	UPVP	①②③⑤⑥⑦⑧⑨
汝强等 ^[17] 2022	中国	RCT	46	46	73.42±5.78	72.33±6.74	25,21	25,21	PCVP	BPVP	①③④⑤
宋扬等 ^[18] 2018	中国	RCT	18	18	61.9±6.1	62.8±5.1	8,10	6,12	PCVP	BPVP	①⑤⑨
佟向阳等 ^[19] 2021	中国	RCT	43	43	69.21±4.96	68.93±5.11	24,19	21,22	PCVP	BPVP	①②③④⑧⑨
王亚洲等 ^[20] 2020	中国	RCS	30	30	71.6±8.3	70.9±9.4	4,26	3,27	PCVP	BPVP	①⑤⑥⑦⑨
周权发等 ^[21] 2017a	中国	RCT	25	25	70.8±9.9	69.4±8.7	6,19	8,17	PCVP	UPVP	①③⑤⑦⑧⑨
周权发等 ^[21] 2017b	中国	RCT	25	25	70.8±9.9	69.7±9.8	6,19	9,16	PCVP	BPVP	①③⑤⑦⑧⑨
CHENG Y H 等 ^[22] 2019a	中国	RCT	30	26	71.8±11.2	68.9±11.9	12,18	10,16	PCVP	UPVP	①⑤⑥⑦⑨
CHENG Y H 等 ^[22] 2019b	中国	RCT	30	22	71.8±11.2	69.8±12.1	12,18	10,12	PCVP	BPVP	①⑤⑥⑦⑨
GENG Z H 等 ^[23] 2021a	中国	RCT	25	40	70.7±6.8	70.6±4.8	8,17	14,26	PCVP	UPVP	①②③④⑤⑥⑨⑩
GENG Z H 等 ^[23] 2021b	中国	RCT	25	31	70.7±6.8	70.4±6.6	8,17	10,21	PCVP	BPVP	①②③④⑤⑥⑧⑨
ZHONG R 等 ^[24] 2019	中国	RCS	29	75	70.7±7.5	73.8±8.2	23,6	68,7	PCVP	BPVP	①②⑤⑦⑩

a, b: 对同一文献的 2 个对照组患者分别进行分析。RCT: 随机对照试验; RCS: 回顾性队列研究; PCVP: 弯角椎体成形术; PVP: 经皮椎体成形术; UPVP: 单侧入路经皮椎体成形术; BPVP: 双侧入路经皮椎体成形术; ①: 术后视觉模拟评分法评分; ②: 术后 Oswestry 功能障碍指数评分; ③: 术后 Cobb 角; ④: 术后椎体高度; ⑤: 手术时间; ⑥: 骨水泥注入量; ⑦: 术中透视次数; ⑧: 骨水泥椎体分布优良率; ⑨: 骨水泥渗漏率; ⑩: 再发骨折率。

表 2 8 篇回顾性队列研究文献的纽卡斯尔-渥太华量表评估结果

分

文献作者及发表年份	研究人群选择	组间可比性	结果测量	总分
崔志栋等 ^[9] 2021	4	1	2	7
黄汇宇等 ^[11] 2021	4	1	2	7
刘涛等 ^[15] 2020	2	2	2	6
王亚洲等 ^[20] 2020	4	1	2	7
吕文等 ^[16] 2020	3	2	2	7
曹强等 ^[7] 2020	3	1	2	6
李洪珂等 ^[13] 2020	3	2	3	8
ZHONG R 等 ^[24] 2019	4	2	3	9

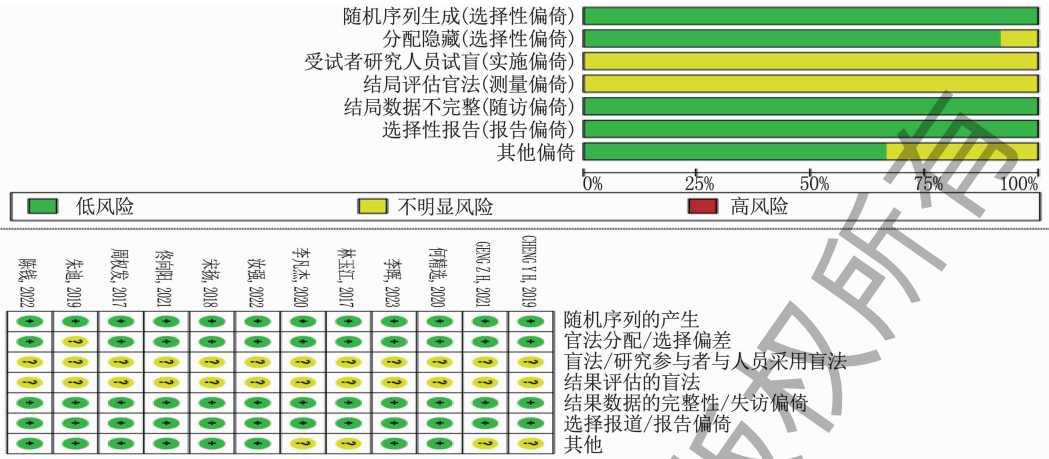


图 2 Cochrane 偏倚风险评估图

2.4 Meta 分析结果

2.4.1 术后 VAS 评分: 20 篇文献将术后 VAS 评分作为结局指标, 异质性检验显示各研究间不存在异质性 ($P=0.02$, $I^2=35%$), 选用固定效应模型进行分析。结果显示, PCVP 组患者术后 VAS 评分低于 PVP 组, 差异有统计学意义 ($MD = -0.15$,

95% CI: $-0.18 \sim -0.11$, $P < 0.000 01$); 根据不同随访时点进行亚组分析, PCVP 组术后 1 d、3 个月及 6 个月的 VAS 评分低于 PVP 组, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$), 2 组术后 1 个月和末次随访时的 VAS 评分差异无统计学意义 ($P > 0.05$), 见图 3。

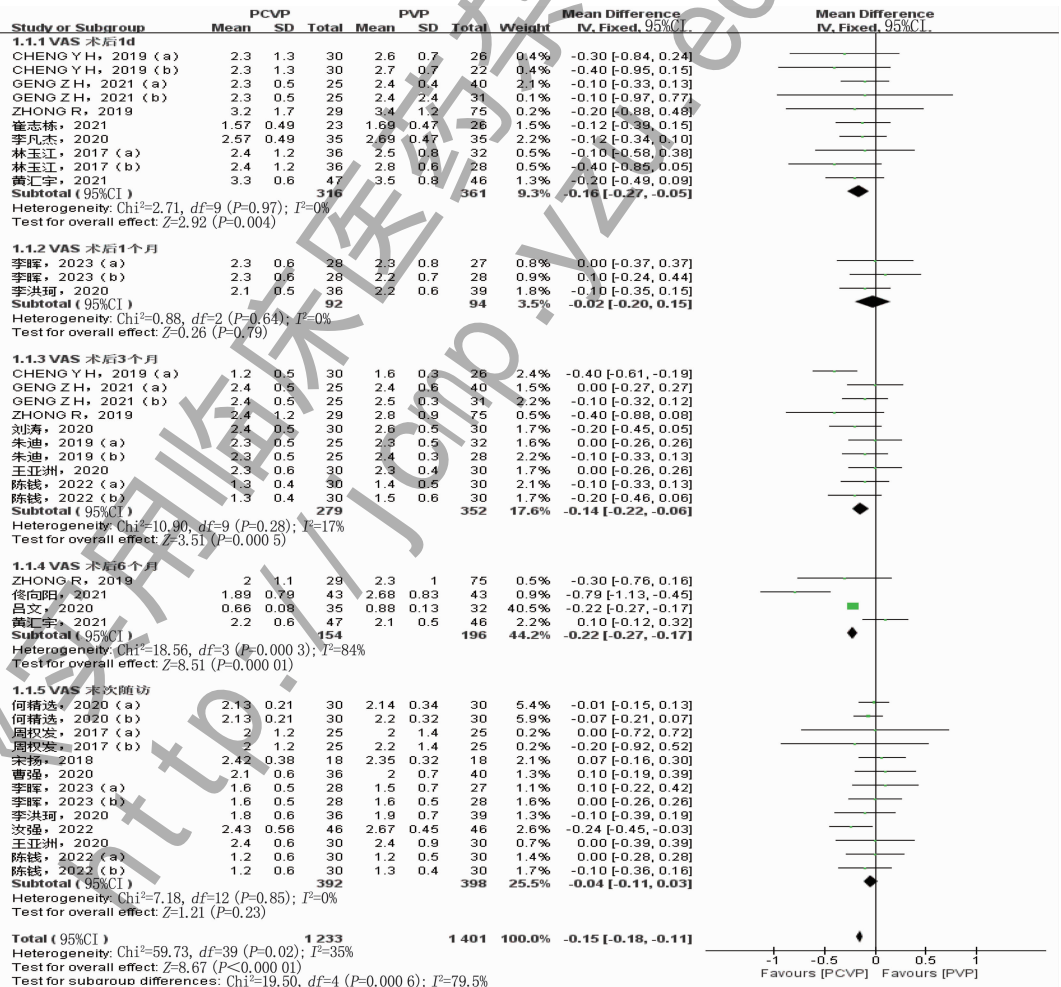


图 3 术后 VAS 评分的 Meta 分析森林图

2.4.2 术后 ODI 评分: 13 篇文献将术后 ODI 评分作为结局指标, 异质性检验表明各研究间存在显著异质性 ($P < 0.000 01$, $I^2 = 95\%$), 选用随机效应

模型进行分析。结果显示, PCVP 组术后 ODI 评分低于 PVP 组, 差异有统计学意义 ($MD = -1.63$, $95\% CI: -3.06 \sim -0.19$, $P = 0.03$), 见图 4。

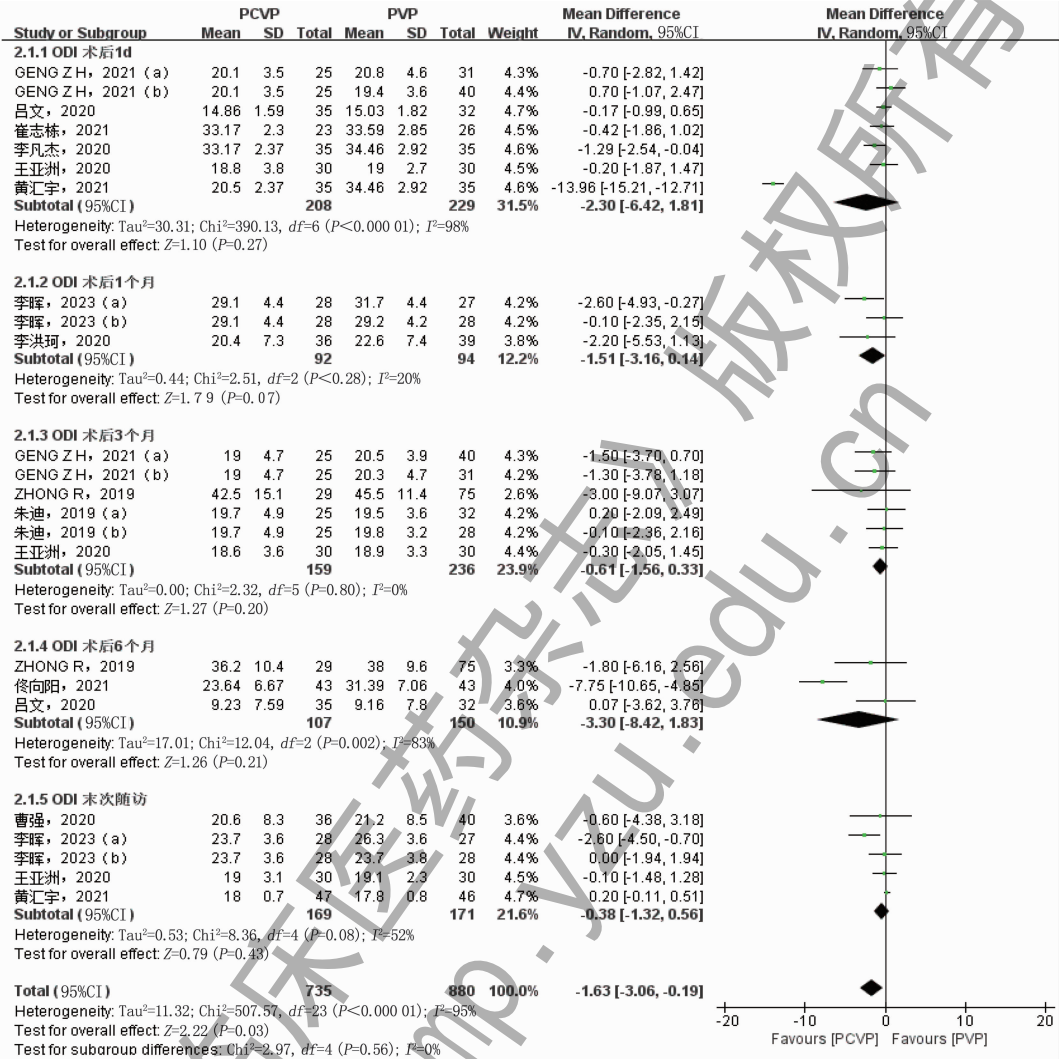


图 4 术后 ODI 评分的 Meta 分析森林图

2.4.3 术后 Cobb 角: 7 项文献将术后 Cobb 角作为结局指标, 异质性检验显示各研究间存在显著异质性 ($P = 0.002$, $I^2 = 64\%$), 采用随机效应模

型进行分析。结果显示, PCVP 组与 PVP 组的术后 Cobb 角比较, 差异无统计学意义 ($MD = 0.08$, $95\% CI: -0.21 \sim 0.38$, $P = 0.58$), 见图 5。

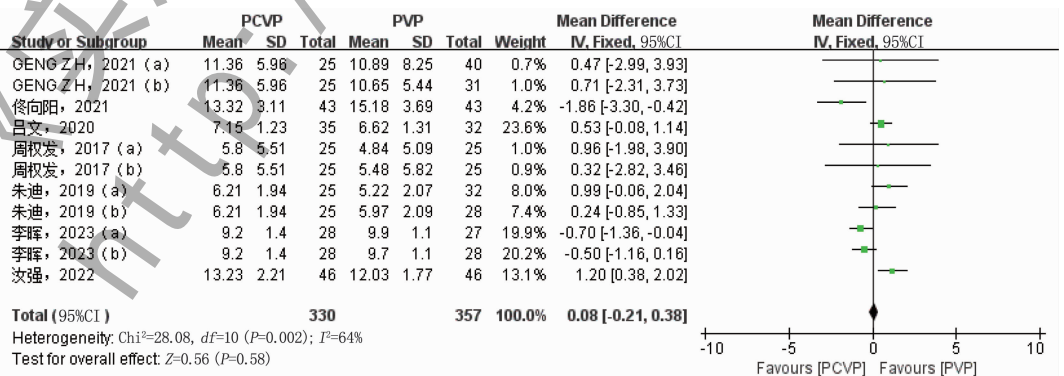


图 5 术后 Cobb 角的 Meta 分析森林图

2.4.4 术后椎体高度：7 项文献将术后椎体高度作为结局指标，异质性检验显示各研究间存在显著异质性 ($P = 0.0007$, $I^2 = 70\%$)，采用随机效应模型进行分析。结果显示，PCVP 组与 PVP 组的术后椎体高度比较，差异无统计学意义 ($MD =$

0.93 , $95\% CI: -0.36 \sim 2.22$, $P = 0.16$)，见图 6。由于异质性较高，进一步根据随访时间进行亚组分析(分为术后 6~12 个月、其他)，研究异质性源于李凡杰等^[12]、佟向阳等^[19] 这 2 篇文献，剔除后各研究间异质性降低 ($I^2 = 0\%$, $P = 0.43$)。

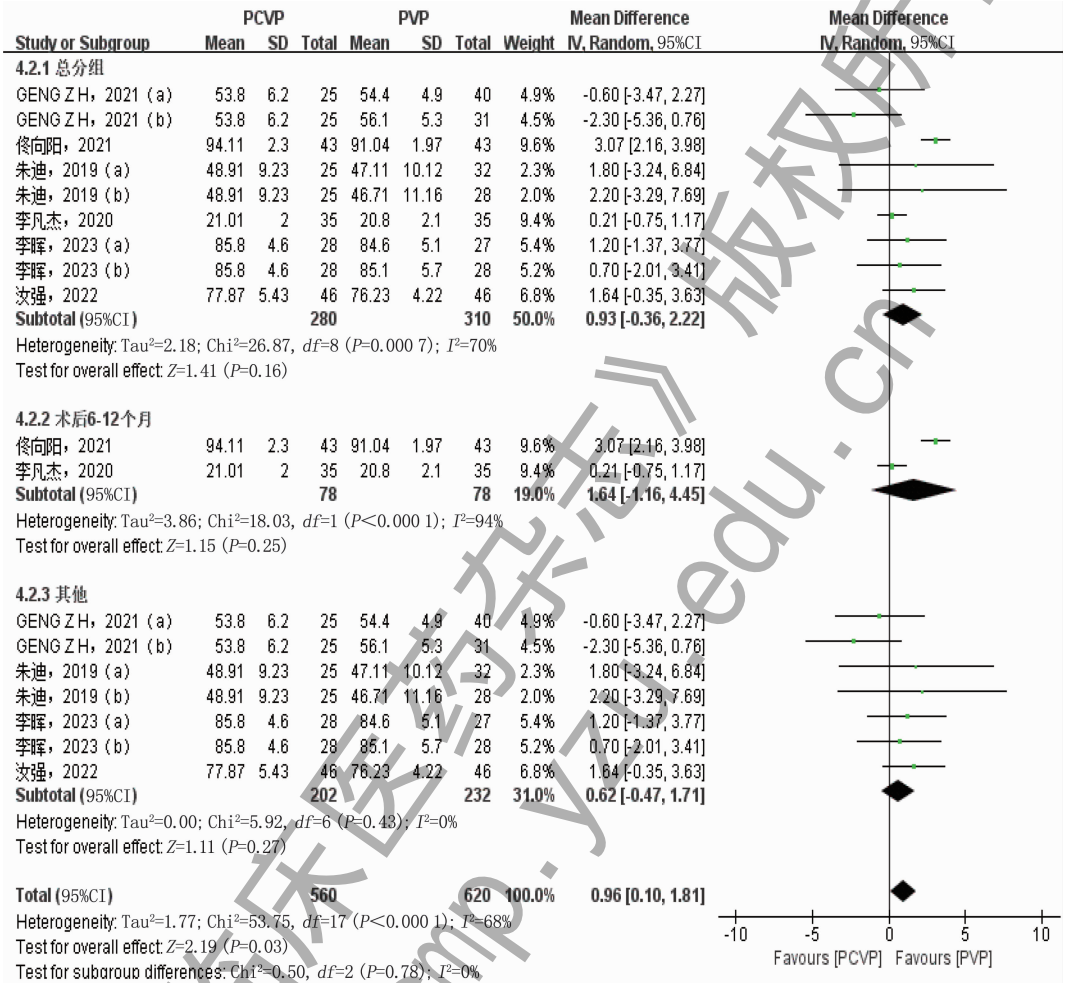


图 6 术后椎体高度的 Meta 分析森林图

2.4.5 手术时间：19 篇文献将手术时间作为结局指标，异质性检验显示各研究间存在显著异质性 ($P < 0.00001$, $I^2 = 99\%$)，采用随机效应模型进行分析。结果显示，PCVP 组手术时间短于 PVP 组，差异有统计学意义 ($MD = -7.15$, $95\% CI: -10.74 \sim -3.56$, $P < 0.0001$)；根据手术入路进行亚组分析，PCVP 组与单侧入路经皮椎体成形术 (UPVP) 组手术时间比较，差异无统计学意义 ($MD = 1.57$, $95\% CI: -0.39 \sim 3.53$, $P = 0.12$)，PCVP 组手术时间短于双侧入路经皮椎体成形术 (BPVP) 组，差异有统计学意义 ($MD = -13.99$, $95\% CI: -16.59 \sim -11.40$, $P < 0.00001$)，见图 7。

2.4.6 术中透视次数：10 篇文献将术中透视次数作为结局指标，异质性检验显示各研究间存在显著

异质性 ($P < 0.00001$, $I^2 = 97\%$)，采用随机效应模型进行分析。结果显示，PCVP 组术中透视次数少于 PVP 组，差异有统计学意义 ($MD = -3.40$, $95\% CI: -5.71 \sim -1.10$, $P = 0.004$)，见图 8。

2.4.7 骨水泥注入量：15 篇文献将骨水泥注入量作为结局指标，异质性检验显示各研究间存在异质性 ($P < 0.00001$, $I^2 = 99\%$)，选用随机效应模型进行分析。结果显示，PCVP 组与 PVP 组骨水泥注入量比较，差异无统计学意义 ($MD = -0.31$, $95\% CI: -0.72 \sim 0.11$, $P = 0.15$)；根据手术入路进行亚组分析，PCVP 组与 UPVP 组骨水泥注入量比较，差异无统计学意义 ($P = 0.08$)，PCVP 组骨水泥注入量少于 BPVP 组，差异有统计学意义 ($P = 0.005$)，见图 9。

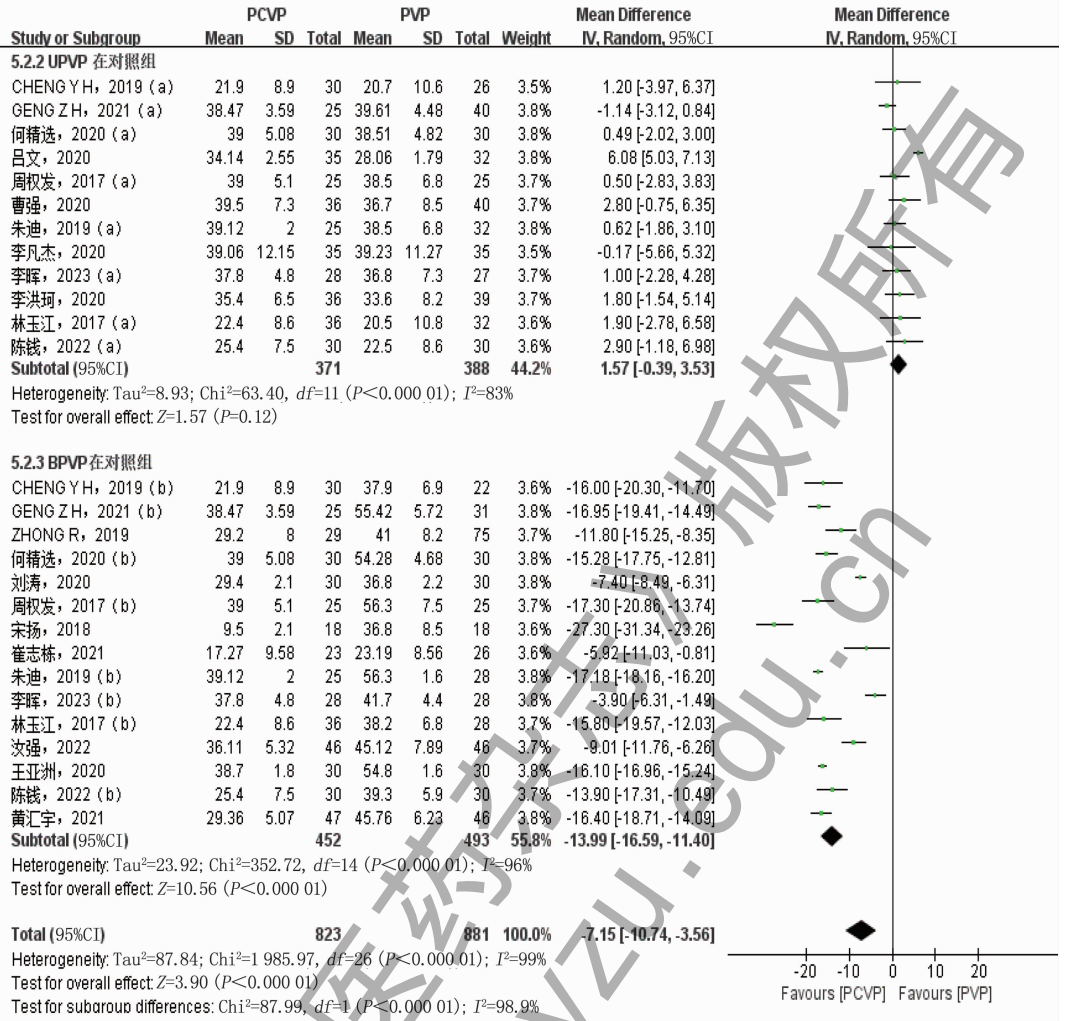


图 7 手术时间的 Meta 分析森林图

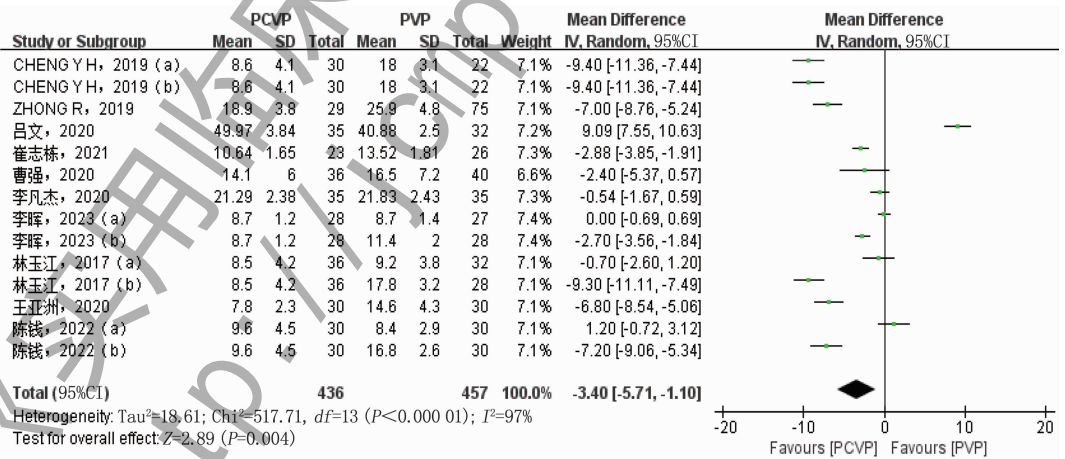


图 8 术中透视次数的 Meta 分析森林图

2.4.8 骨水泥椎体分布优良率: 11 篇文献将骨水泥椎体分布优良率作为结局指标, 异质性检验显示各研究间存在异质性 ($P < 0.000 01$, $I^2 = 62\%$), 选用随机效应模型进行分析。结果显示, PCVP 组骨水泥椎体分布优良率高于 PVP 组, 差

异有统计学意义 ($OR = 5.84$, $95\% CI: 3.58 \sim 9.51$, $P < 0.000 01$); 由于异质性较高, 根据手术入路进行亚组分析, PCVP 组的骨水泥椎体分布优良率分别高于 UPVP 组、BPVP 组, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$), 见图 10。

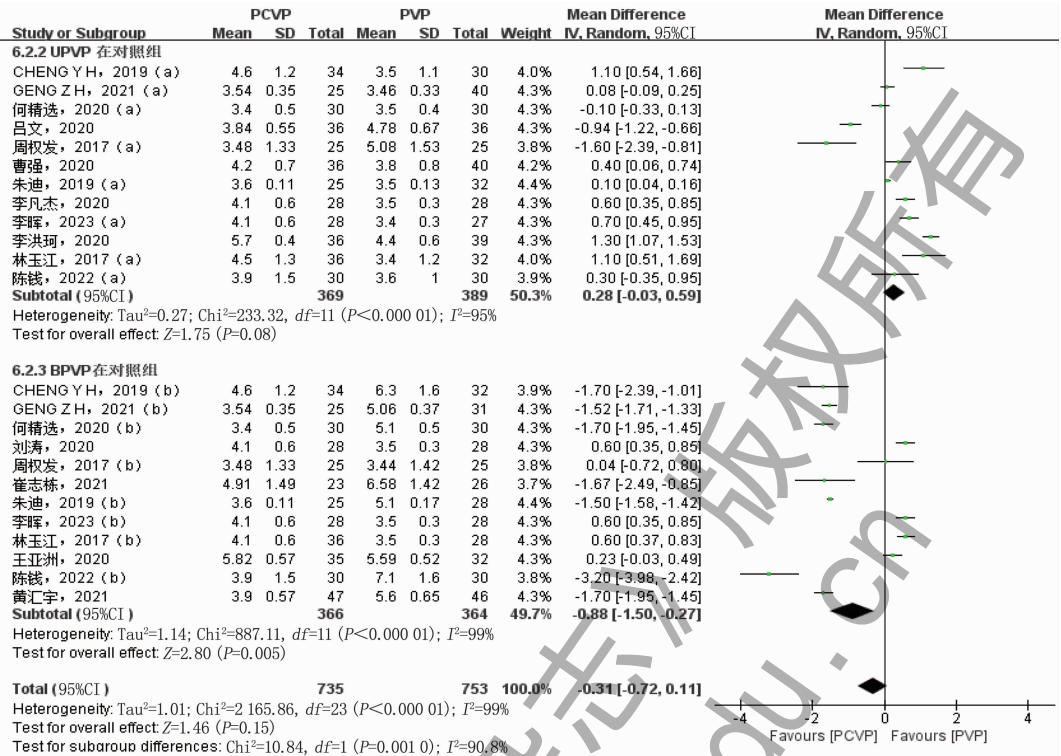


图 9 骨水泥注入量的 Meta 分析森林图

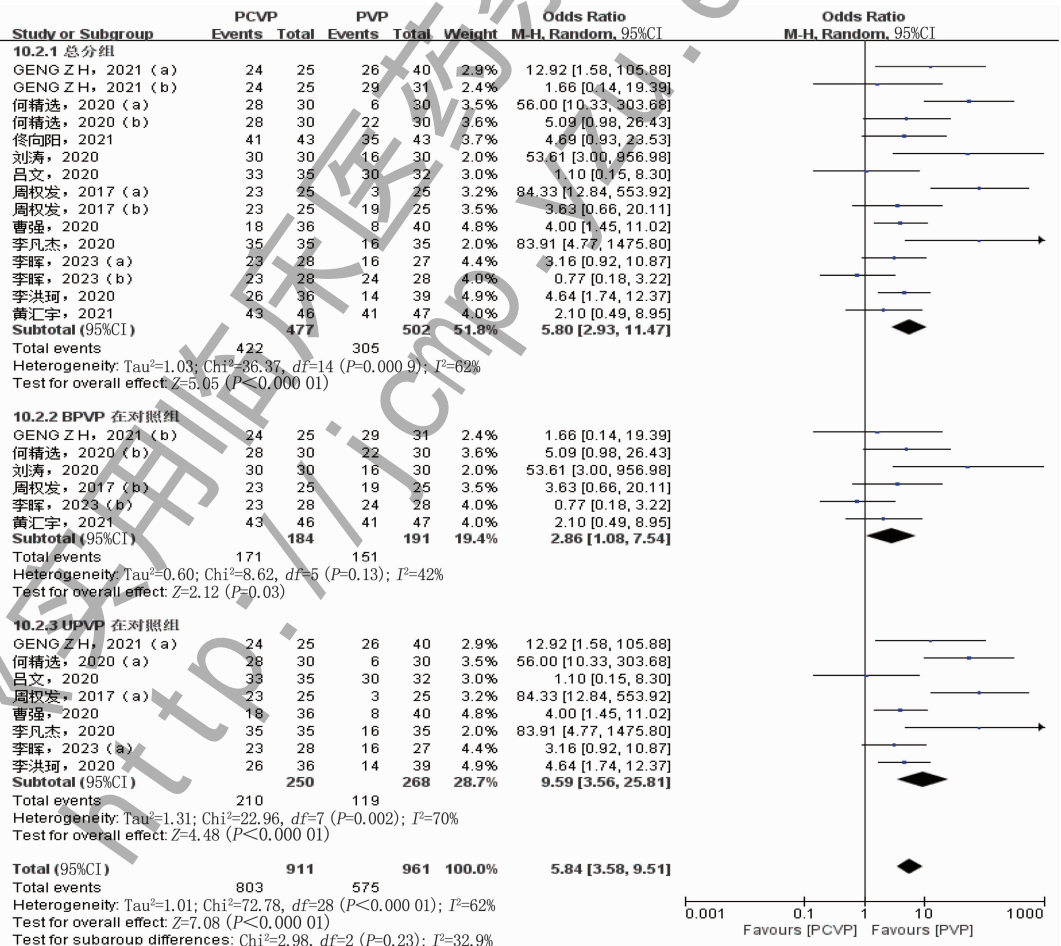


图 10 骨水泥优良分布率的 Meta 分析森林图

2.4.9 骨水泥渗漏率: 19 篇文献将骨水泥渗漏率作为结局指标, 异质性检验显示各研究间不存在异质性 ($P=0.98, I^2=0\%$), 选用固定效应模

型进行分析。结果显示, PCVP 组骨水泥渗漏率低于 PVP 组, 差异有统计学意义 ($OR = 0.31, 95\% CI: 0.23 \sim 0.42, P < 0.000 01$), 见图 11。

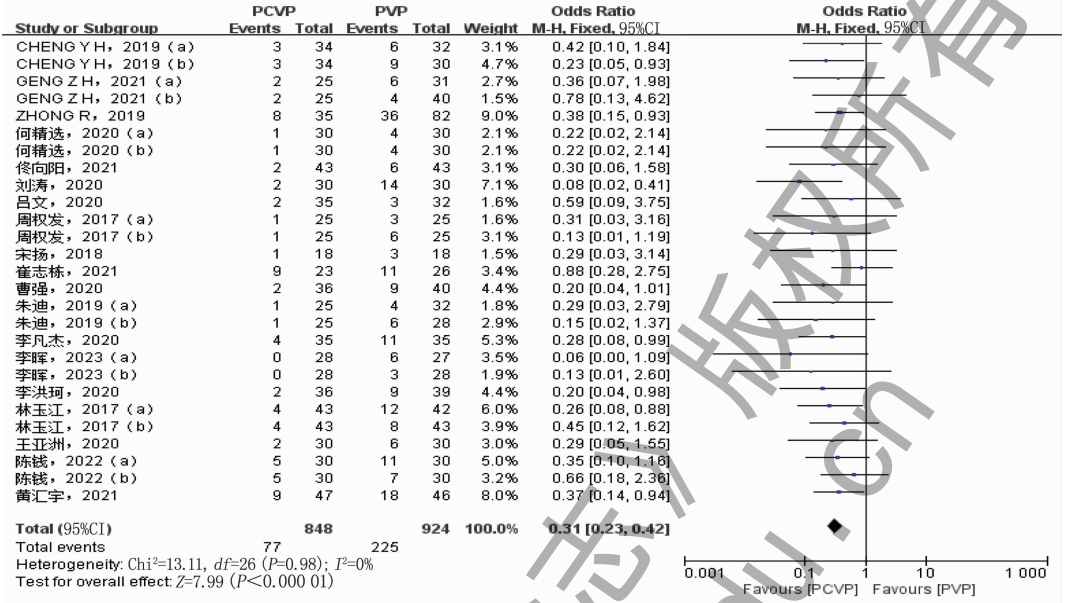


图 11 骨水泥渗漏率的 Meta 分析森林图

2.4.10 再发骨折率: 2 篇文献将椎体再发骨折率作为结局指标, 异质性检验表明各研究间不存在异质性 ($P=0.17, I^2=47\%$), 选用固定效应模

型进行分析。结果显示, PCVP 组与 PVP 组术后椎体再发骨折率比较, 差异无统计学意义 ($OR = 0.58, 95\% CI: 0.15 \sim 2.23, P=0.43$), 见图 12。

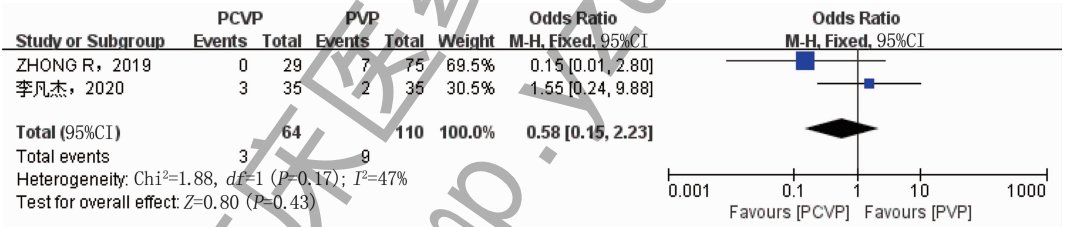
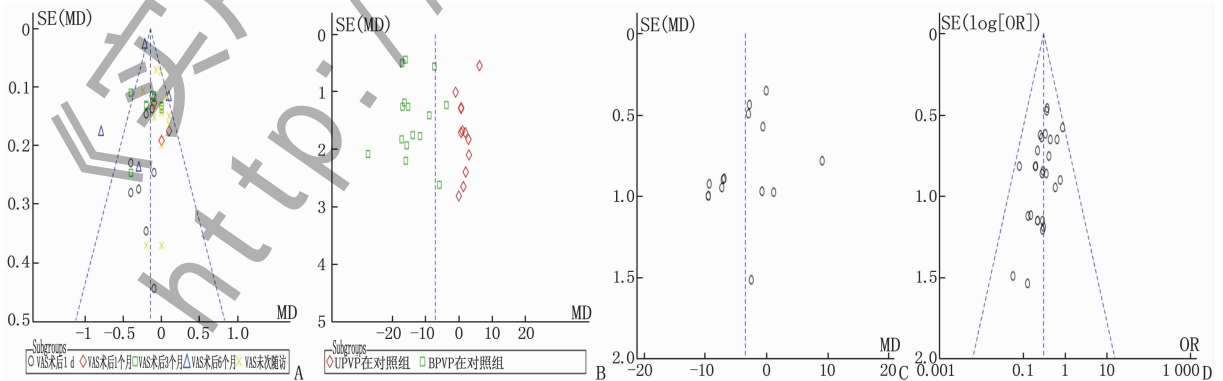


图 12 再发骨折率的 Meta 分析森林图

2.5 发表偏倚分析

由于 VAS 评分、手术时间、术中透视次数、骨水泥渗漏率可体现术式对患者和手术操作者的影

响, 本研究纳入这 4 项指标进行发表偏倚分析, 结果显示各漏斗图基本对称, 说明发表偏倚对结果的影响较小, 见图 13。



A: VAS 评分; B: 手术时间; C: 术中透视次数; D: 骨水泥渗漏率。

图 13 发表偏倚漏斗图

3 讨论

PVP 治疗 OVCF 具有创伤小、出血量少、止痛迅速、恢复快等优势,其目前已被广泛应用于临床^[25]。PVP 根据手术入路主要分为 UPVP 与 BPVP,其中 BPVP 可使骨水泥在椎体两侧分布,恢复部分椎体高度,提升骨折椎体刚度及稳定性,但存在辐射暴露多、手术时间长、推注骨水泥时相互遮挡等不足^[26]。单侧椎弓根穿刺时,调整椎弓根穿刺方向,使穿刺针远端到达椎体对侧,即可达到与双侧穿刺同样的椎体刚度及效果,但穿刺难度高,且反复穿刺、外展角过大极易破坏椎弓根外侧壁,增加骨水泥渗漏风险^[27],严重者可因神经根或脊髓压迫而再次手术。PCVP 不仅解决了 UPVP 的穿刺角度限制问题,还避免了 BPVP 的多次穿刺、辐射暴露过多的问题。本研究对 PCVP、PVP 治疗 OVCF 的相关文献进行 Meta 分析,以期评估 PCVP 对 OVCF 的疗效与安全性,为 OVCF 的术式选择提供参考依据。

本研究发现,PCVP 组术后影像学结果(Cobb 角、椎体高度)、术中骨水泥注入量、再发骨折率与 PVP 组比较,差异均无统计学意义($P > 0.05$),其中影像学结果无显著差异可能是因为随访时间较短。适当的骨水泥用量有助于提升手术椎体的刚度和强度,并促进椎体稳定。增加骨水泥灌注量有助于恢复压缩椎体,有效减轻疼痛程度,而低剂量骨水泥可能不足以恢复压缩椎体,无法纠正脊柱后凸。然而,骨水泥注入量并非越多越好,LIEBSCHNER M A 等^[28]认为 3.5 mL(占骨折椎体体积的 15%)骨水泥即可充分恢复骨折椎体强度。本研究亚组分析结果显示,BPVP 的骨水泥注入量显著多于 PCVP,有研究^[12]称术中骨水泥使用量大可能与后期骨水泥渗漏事件相关。

本研究发现,PCVP 组术后 VAS 评分、术后 ODI 评分、手术时间、术中透视次数、骨水泥椎体分布优良率、骨水泥渗漏率与 PVP 组比较,差异均有统计学意义($P < 0.05$)。疼痛是患者可直观感受的症状之一,其往往根据疼痛缓解程度评估手术疗效。本研究中,PCVP 组术后 1 d、3 个月、6 个月的 VAS 评分显著低于 PVP 组,这可能是因为 BPVP 的穿刺切口数量多于 PCVP,从而加重了患者的疼痛程度。本研究中,PCVP 组手术时间、术中透视次数显著短于或少于 PVP 组,而 OVCF 患者大多为老年人,合并内科疾病较多,手术耐受性较低,手术时间较短可使患者获益。术中透视引

起的辐射暴露可对手术医生造成持续性伤害,研究^[29]指出,25 年间暴露于辐射的骨科医生癌症发生率高达 29%,而无辐射暴露的工人癌症发生率为 4%。骨水泥渗漏是 PVP 的常见并发症之一,为了提高骨水泥的分布均匀性,临床常通过增加 PVP 穿刺的内倾角使骨水泥被注射到更广的范围,但会增加伤椎内壁损伤及神经损害的风险^[30]。弯角套管的使用使得 PCVP 相关操作更灵活,其经单侧椎弓根入路,将骨水泥的注射区域延伸至对侧,从而取得单侧穿刺注入双侧骨水泥的效果^[27]。本研究中,UPVP 组与 BPVP 组的骨水泥渗漏率均显著高于 PCVP 组,这可能是因为 PCVP 通过单侧穿刺完成,易到达同侧椎体矢状面中部,方便调整鞘管远端在椎体内的位置,而 UPVP 组发生渗漏的患者多集中在对侧^[31]。PCVP 可使弯角通道越过椎体矢状中线,实施多点连续骨水泥注入,从而使骨水泥于椎体两侧均匀强化。本研究结果显示,PCVP 组的骨水泥椎体分布优良率显著高于 PVP 组。

综上所述,相较于 PVP,PCVP 对 OVCF 具有更好的疗效与安全性,可减轻疼痛程度,缩短手术时间,减少术中透视次数,降低骨水泥渗漏率,提升骨水泥椎体分布优良率,改善脊柱功能,若条件允许,建议选用 PCVP 治疗 OVCF。但本研究存在一些局限性,例如某些文献无法提取足够信息,评价指标有限(未纳入治疗费用、患者满意度、术中出血量等结局指标),纳入文献均为中国学者所著,可能存在选择偏倚,有待进一步深入研究加以证实。

参考文献

- [1] XIE L, ZHAO Z G, ZHANG S J, et al. Percutaneous vertebroplasty versus conservative treatment for osteoporotic vertebral compression fractures: an updated meta-analysis of prospective randomized controlled trials[J]. Int J Surg, 2017, 47: 25-32.
- [2] 桂向洪. 不同材料骨水泥在骨质疏松胸腰椎体压缩骨折患者行 PKP 手术中的应用比较[J]. 颈腰痛杂志, 2019, 40(4): 551-552.
- [3] 张雨晨. 单侧椎弓根外入路与双侧椎弓根入路 PVP 治疗骨质疏松性椎体压缩骨折的 Meta 分析[D]. 太原: 山西医科大学, 2023.
- [4] 邹向南. 高粘度骨水泥椎体成形术治疗骨质疏松性椎体压缩骨折的椎体高度恢复情况及相关影响因素[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2017, 27(11): 991-996.
- [5] 朱迪, 尚春风, 刘宏建, 等. 弯角穿刺针椎体成形术治疗胸、腰椎骨质疏松性椎体压缩骨折[J]. 中华骨科杂志, 2019, 39(12): 737-746.
- [6] 李晖, 孟祥翔, 张超远. 三种穿刺经皮椎体成形术的比较[J]. 中国矫形外科杂志, 2023, 31(15): 1363-1367.
- [7] 曹强, 段明明, 周煜虎, 等. 弯角椎体成形术治疗骨质疏松性椎体压缩骨折疗效分析[J]. 疑难病杂志, 2020, 19

- (1): 53-56.
- [8] 陈钱, 林松, 陈洪柱, 等. 弯角椎体成形术治疗骨质疏松性椎体压缩骨折的早期疗效分析[J]. 颈腰痛杂志, 2022, 43(3): 404-406.
- [9] 崔志栋, 杨光, 张大鹏. 椎体成形与弯角椎体成形治疗骨质疏松性椎体压缩骨折的临床效果与辐射暴露分析[J]. 中国骨伤, 2021, 34(8): 725-731.
- [10] 何精选, 覃松, 邹凯, 等. 3 种术式治疗骨质疏松性椎体压缩骨折的疗效与骨水泥分布[J]. 临床骨科杂志, 2020, 23(6): 774-777.
- [11] 黄汇宇, 胡海刚, 林旭, 等. 弯角弥散导针在单侧穿刺经皮椎体成形术中的应用研究[J]. 中国修复重建外科杂志, 2021, 35(12): 1587-1594.
- [12] 李凡杰, 杜怡斌, 刘艺明, 等. 椎体成形与弯角椎体成形治疗骨质疏松性椎体压缩骨折: 骨水泥注射后分布与渗漏率的比较[J]. 中国组织工程研究, 2020, 24(10): 1484-1490.
- [13] 李洪珂, 郝申申, 董胜利, 等. 弯角经皮椎体成形术治疗骨质疏松性椎体压缩骨折的疗效分析[J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2020, 35(3): 258-260.
- [14] 林玉江, 林茜, 杨利民, 等. 弯角椎体成形术治疗胸腰椎骨质疏松性椎体压缩骨折的疗效分析[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2017, 27(5): 423-428.
- [15] 刘涛, 牛国旗, 周功, 等. 经皮弯角椎体成形与经皮椎体成形治疗骨质疏松性椎体压缩骨折的比较[J]. 中国微创外科杂志, 2020, 20(5): 436-440.
- [16] 吕文, 刘艺明, 陈光, 等. 经横突根部单侧穿刺的改良 PVP 与 PCVP 技术治疗腰椎骨质疏松性骨折的疗效对比[J]. 颈腰痛杂志, 2020, 41(2): 154-157.
- [17] 汝强, 王林杰, 马龙. 单侧弯角经皮穿刺椎体成形术治疗胸腰椎骨质疏松性骨折的疗效观察[J]. 医药论坛杂志, 2022, 43(13): 73-76.
- [18] 宋扬, 李凡, 程维, 等. 弯角式椎体成形套管在老年骨质疏松椎骨压缩性骨折中的应用[J]. 中国老年学杂志, 2018, 38(8): 1872-1873.
- [19] 佟向阳, 马立武, 杨效宁, 等. 弯角椎体成形术对骨质疏松性椎体压缩骨折老年患者治疗效果及骨水泥填充率的影响[J]. 实用医学杂志, 2021, 37(2): 154-158.
- [20] 王亚洲, 麻文谦. 单侧弯角椎体成形术治疗胸腰椎骨质疏松性椎体压缩骨折 30 例临床疗效[J]. 安徽医药, 2020, 24(6): 1187-1191.
- [21] 周权发, 刘宏建, 寇红伟, 等. 弯角椎体成形装置的早期疗效评估及对骨水泥分布的影响[J]. 中国矫形外科杂志, 2017, 25(10): 892-897.
- [22] CHENG Y H, LIU Y M. Percutaneous curved vertebroplasty in the treatment of thoracolumbar osteoporotic vertebral compression fractures[J]. J Int Med Res, 2019, 47(6): 2424-2433.
- [23] GENG Z H, ZHOU Q F, SHANG G W, et al. Short-term efficacy of the percutaneous vertebroplasty using a curved versus straight vertebroplasty needle in osteoporotic vertebral compression fractures[J]. Orthopedics, 2021, 44(1): e131-e138.
- [24] ZHONG R, LIU J H, WANG R S, et al. Unilateral curved versus bipedicular vertebroplasty in the treatment of osteoporotic vertebral compression fractures[J]. BMC Surg, 2019, 19(1): 193.
- [25] FILIPPIADIS D K, MARCIA S, MASALA S, et al. Percutaneous vertebroplasty and kyphoplasty: current status, new developments and old controversies[J]. Cardiovasc Intervent Radiol, 2017, 40(12): 1815-1823.
- [26] YIN P, JI Q N, WANG Y, et al. Percutaneous kyphoplasty for osteoporotic vertebral compression fractures via unilateral versus bilateral approach: a meta-analysis[J]. J Clin Neurosci, 2019, 59: 146-154.
- [27] 钟远鸣, 万通, 吴思贤, 等. 弯角与双侧椎弓根入路椎体成形术的荟萃分析[J]. 中国矫形外科杂志, 2021, 29(12): 1096-1099.
- [28] LIEBSCHNER M A, ROSENBERG W S, KEAVENY T M. Effects of bone cement volume and distribution on vertebral stiffness after vertebroplasty[J]. Spine, 2001, 26(14): 1547-1554.
- [29] MASTRANGELO G, FEDELI U, FADDA E, et al. Increased cancer risk among surgeons in an orthopaedic hospital[J]. Occup Med, 2005, 55(6): 498-500.
- [30] LI J, LIN J S, XU J C, et al. A novel approach for percutaneous vertebroplasty based on preoperative computed tomography-based three-dimensional model design[J]. World Neurosurg, 2017, 105: 20-26.
- [31] 厉强, 李君, 栾舰, 等. 弯角椎体成形治疗胸腰椎骨质疏松性压缩骨折过程中骨水泥的分布[J]. 中国组织工程研究, 2021, 25(16): 2466-2471.

(本文编辑: 陆文娟 钱锋; 校对: 周娟)

(上接第 115 面)

- [21] LEE J H, YOON J Y, LEE Y B. The use of intravenous zoledronate may reduce retear rate after rotator cuff repair in older female patients with osteoporosis: a first In-human prospective study[J]. J Clin Med, 2022, 11(3): 836.
- [22] XU J J, SU W, CHEN J B, et al. The effect of antiosteoporosis therapy with risenedronate on rotator cuff healing in an osteoporotic rat model[J]. Am J Sports Med, 2021, 49(8): 2074-2084.
- [23] XU J J, YE Z P, CHEN C A, et al. Abaloparatide improves rotator cuff healing via anabolic effects on bone remodeling in a chronic rotator cuff tear model of rat with osteoporosis: a comparison with denosumab: response[J]. Am J Sports Med, 2023, 51(1): NP3-NP4.
- [24] BUE M, BRIGHT E, THILLEMANN T M, et al. Osteoporosis does not affect bone mineral density change in the proximal humerus or the functional outcome after open reduction and internal fixation of unilateral displaced 3- or 4-part fractures at 12-month follow-up[J]. J Shoulder Elbow Surg, 2023, 32(2): 292-301.
- [25] YU Q Q, YANG J, ZHOU C W, et al. Quantification of bone quality and distribution of the proximal humerus with dual-energy computed tomography[J]. Quant Imaging Med Surg, 2023, 13(9): 5676-5687.
- [26] 谈译文, 郑昱新, 王学宗, 等. 肩袖撕裂患者肱骨近端骨密度检测及对术中锚钉拔出风险预测[J]. 国际骨科学杂志, 2022, 43(3): 167-171.
- [27] 谈译文, 郑昱新, 王学宗, 等. 肩袖撕裂患者肱骨大结节足印区骨密度测定及其术前影响因素[J]. 中华骨质疏松和骨矿盐疾病杂志, 2022, 15(6): 638-643.
- [28] 汪青, 黄昊强, 徐锋. 骨源性分泌蛋白对骨骼外器官调控作用的研究进展[J]. 中国中医骨伤科杂志, 2023, 31(9): 84-88.

(本文编辑: 梁璇 钱锋; 校对: 吕振宇)