doi:10.11659/jjssx.03E021003

·临床研究·

经皮椎体成形术/经皮椎体后凸成形术后邻椎再骨折危险因素的 Meta 分析

汤 亮[1,2],轩安武[2],朱振标[2,3] (1.衡阳市中心医院/南方医科大学附属衡阳医院骨科,湖南 衡阳 421001;2.南方医科大学第二临床医学院,广东 广州 510515;3.海口市人民医院/中南大学湘雅医学院附属海口医院骨科,海南 海口 570208)

[摘 要] **目的** 通过 Meta 分析探讨经皮椎体成形术(PVP)/经皮椎体后凸成形术(PKP)后邻椎再骨折的危险因素。**方法** 计算机检索中国生物医学文献数据库、中国知网、万方、维普、PubMed、Web of Science、Embase 等中英文数据库,检索词主要包括"骨水泥成形术""椎体成形术""再骨折""vertebroplasty""kyphoplasty""refracture"等,根据纳入及排除标准筛选文献后,使用 NOS 严格评价文献质量,提取相关数据后使用 RevMan 5.3 软件进行统计分析。**结果** 最终共纳入 19 篇文献,均为病例对照研究,研究对象共 3 678 例,其中病例组 523 例,对照组 3 155 例;通过 Meta 分析认为 PVP/PKP 后邻椎再骨折的危险因素包括骨密度较低[*OR*=5.57(95% *CI*:4.08,7.59)]、术前椎体陈旧性骨折数量过多(≥2)[*OR*=2.38(95% *CI*:1.14,4.96)]、椎体骨折数量过多(≥2)[*OR*=5.78 (95% *CI*:4.30,7.76)]、术后未行抗骨质疏松治疗[*OR*=3.74(95% *CI*:1.79,7.80)]、高龄[*OR*=3.51(95% *CI*:2.72,4.52)]、低 BMI[*OR*=1.57(95% *CI*:1.17,2.10)]、骨水泥过量[*OR*=3.92(95% *CI*:2.39,6.45)]、手术椎体数量过多(≥2)[*OR*=5.01(95% *CI*:3.08,8.17)]、伤椎高度过度恢复[*OR*=2.66(95% *CI*:1.78,3.97)]、术后椎体后凸角过大[*OR*=3.55(95% *CI*:2.41,5.22)]、骨水泥渗漏[*OR*=4.79(95% *CI*:3.25,7.05)]。**结论** PVP/PKP 后邻近椎再骨折的危险因素较多,临床上应做好术前评估及术后预防,以避免 PVP/PKP 后邻椎再骨折发生。

[关键词] 经皮椎体成形术;经皮椎体后凸成形术;椎体;骨质疏松;压缩骨折;再骨折;危险因素;Meta 分析

[中图分类号] R683.2 [文献标识码] A [收稿日期] 2021-03-01

Meta-analysis of risk factors for refracture of adjacent vertebrae after PVP/PKP treatment

TANG Liang[1,2], XUAN An-wu[2], ZHU Zhen-biao[2,3] (1. Department of Orthopedics, Hengyang Central Hospital/Hengyang Hospital Affiliated to Southern Medical University, Hengyang Hunan 421001, China; 2. Second Clinical Medical College of Southern Medical University, Guangzhou Guangdong 510515, China; 3. Department of Orthopedics, Haikou People's Hospital/Haikou Affiliated Hospital of Central South University Xiangya School of Medicine, Haikou Hainan 570208, China)

Abstract: Objective To investigate the risk factors for refracture of adjacent vertebrae after percutaneous vertebroplasty (PVP)/percutaneous kyphoplasty (PKP) by Meta-analysis. **Methods** Computer retrieval of CBM, CNKI, Wanfang, VIP, PubMed, Web of Science, Embase and other Chinese and English databases was conducted. The search terms mainly included "骨水泥成形术""椎体成形术""再骨折""vertebroplasty""kyphoplasty""refracture". After literature screening according to inclusion and exclusion criteria, NOS was used to evaluate the literature quality, and relevant data were extracted for statistical analysis by RevMan 5.3 software. **Results** A total of 19 literatures were included, all of which were case-control studies. There were 3 678 subjects in all, including 523 cases in the case group and 3 155 cases in the control group. Meta-analysis suggested that the risk factors for refracture of adjacent vertebrae after PVP/PKP included low bone mineral density [*OR*=5.57 (95% *CI*:4.08,7.59)], excessive number of preoperative old vertebral fractures (≥2) [*OR*=2.38(95% *CI*:1.14,4.96)], excess number of vertebral fractures (≥2)[*OR*=5.78 (95% *CI*:4.30,7.76)], no postoperative anti-osteoporosis treatment [*OR*=3.74(95% *CI*:1.79,7.80)], advanced age [*OR*=3.51(95% *CI*:2.72,4.52)], low BMI [*OR*=1.57(95% *CI*:1.17,2.10)], excess bone cement [*OR*=3.92(95% *CI*:2.39,6.45)], excess number of surgical vertebrae(≥2) [*OR*=5.01(95% *CI*:3.08,8.17)], excessive recovery of injured vertebrae height [*OR*=2.66(95% *CI*:1.78,3.97)], excessive postoperative kyphosis angle [*OR*=3.55(95% *CI*:2.41,5.22)], and bone cement leakage [*OR*=4.79(95% *CI*:3.25,7.05)]. **Conclusion** There are many risk factors for refracture of adjacent vertebrae after PVP/PKP, preoperative evaluation and postoperative prevention should be carried out clinically to avoid refracture of adjacent vertebrae after PVP/PKP.

Keywords: percutaneous vertebroplasty; percutaneous kyphoplasty; vertebrae; osteoporosis; compression fracture; refracture; risk factors; Meta-analysis

随着全球人口老龄化问题日益加重,老年性骨质疏松所致的骨折在所有骨折中的比例已超过 20%,且这一比例有继续增大的趋势[1];其中骨质疏松性椎体压缩性骨折(osteoporotic vertebral compression fracture, OVCF)约占所有骨质疏松性骨折的 45%[2]。OVCF 骨折愈合缓慢、卧床并发症多,具有致残和致死的风

[通信作者] 轩安武,E-mail:xuanawcyxuan@163.com

险,同时给家庭和社会带来沉重的负担。

Galibert 等[3]于 1987 年首次报道将聚甲基丙烯酸甲酯(polymethyl methacrylate,PMMA)骨水泥注射至椎体血管瘤破坏的椎体内,术后患者慢性疼痛得到有效改善,随后这种技术被广泛运用于治疗 OVCF,被称为经皮椎体成形术(percutaneous vertebroplasty,PVP),在 PVP 的基础上,Garfin 等[4]进一步设计了经皮椎体后凸成形术(percutaneous kyphoplasty,PKP)并已被批准应用于临床。

由于 PVP/PKP 不仅能有效缓解 75% ~85% 的疼痛[5]、恢复椎体高度、改善后凸畸形,而且能有效固定骨折的椎体,在随后的几十年里,PVP/PKP 被广泛应用于临床,并成为治疗老年患者 OVCF 的标准术式。但该术式并发症也较多,其中术后邻椎再骨折是其较常见并发症,有研究表明,PVP/PKP 后邻椎再骨折的发生率为 2.4% ~23%[6]。为降低邻椎再骨折的发生率,国内外众多学者致力于研究 PVP/PKP 的危险因素,但目前各研究之间仍存在一定的争议。因此,本研究通过总结既往相关研究,通过 Meta 分析明确 PVP/PKP 后邻椎再骨折的危险因素。

1 资料与方法

1.1 文献检索策略

计算机检索中文数据库:中国生物医学文献数据库、中国知网、万方、维普;英文数据库:PubMed、Web of Science、Embase;检索语言:中文或英文发表的原始研究。

中文数据库检索策略:疾病类型主题词“骨水泥成形术”“椎体成形术”及自由词“椎体成形术”“椎体后凸成形术”“经皮椎体成形术”“经皮椎体后凸成形术”“骨水泥强化术”“骨水泥成形术”“PVP”“PKP”“骨水泥填充术”“再骨折”“再发骨折”“新发骨折”“二次骨折”;研究目的主题词“危险因素”及自由词“影响因素”“病因”“相关因素”“发生原因”。以维普数据库为例,具体检索策略如下:((((((((题名或关键词=椎体后凸成形术 OR 题名或关键词=经皮椎体成形术)OR 题名或关键词=经皮椎体后凸成形术)OR 题名或关键词=骨水泥强化术)OR 题名或关键词=骨水泥成形术)OR 题名或关键词=PVP)OR 题名或关键词=PKP)OR 题名或关键词=骨水泥填充术)AND(((题名或关键词=再骨折 OR 题名或关键词=再发骨折)OR 题名或关键词=新发骨折)OR 题名或关键词=二次骨折))AND((((题名或关键词=危险因素 OR 题名或关键词=影响因素)OR 题名或关键词=病因)OR 题名或关键词=相关因素)OR 题名或关键词=发生原因))。

英文数据库检索策略:疾病类型主题词“vertebroplasty”“kyphoplasty”及自由词“percutaneous vertebroplasty”“PVP”“percutaneous kyphoplasty”“balloon vertebroplasty”“vertebroplasty, balloon”“PKP”“vertebral fracture”“refracture”“recurrent fracture”“new fracture”“subsequent fracture”“re-fracture”“new vertebral body fracture”“secondary new vertebral fractures”“new-onset fractures”“adjacent vertebral fractures”“additional fractures”“post-vertebroplasty fracture”“new vertebral fracture”“recurrence of vertebral fracture”;研究目的主题词“risk factors”及自由词“risks”“risk”“relative risk”。

1.2 文献纳入与排除标准

纳入标准:①研究类型为病例对照研究;②因胸腰椎骨质疏松性压缩性骨折行 PKP/PVP 后临近椎体发生骨折的患者为病例组,临近椎体未发生骨折的患者为对照组;③可提供结局效应量的多因素分析结果[*OR* 和 95% 置信区间(95% *CI*)];④文献纳入的危险因素分析指标≥1;⑤文献发表时间为 2010 ~2020 年;⑥重复发表文献选取最新文献。

排除标准:①综述类研究;②原始数据缺失的研究;③统计方法不正确的研究;④研究对象为 PKP/PVP 后手术节段椎体再骨折的研究;⑤PKP/PVP 治疗脊柱肿瘤的研究。

1.3 文献筛选和数据提取

利用 NoteExpress 3.2.0 进行文献筛选,去除重复文献、综述类文献等不符合纳入标准的文献,同时通过阅读文献题目及摘要进一步去除不符合纳入标准的文献。将初步筛选出的文献下载原文,由 2 名研究员独立进行文献数据提取及文献质量评价,如有分歧,则进行讨论或与第 3 名研究员协商解决。

1.4 文献的质量评价

所有纳入文献均采用 Cochrane 协作网提供的纽卡斯尔—渥太华量表(Newcastle-Ottawa scale,NOS),根据病例组和对照组的研究对象选择、组间可比性和测量结果等方面进行质量评价,满分 10 分,7 分及以上为高质量研究,6 分为中质量研究,5 分及以下为低质量研究。

1.5 统计学分析

使用 Cochrane 协作网提供的 RevMan 5.3 软件进行 Meta 分析。二分类变量采用比值比(*OR*),各效应指标均给出 95% *CI*。采用 *Q* 检验分析各研究结果间是否存在异质性,若 $P>0.05$,且 $I^2<50\%$,说明研究之间存在较小异质性,选择固定效应模型;若 $P\leqslant 0.05$ 且 $I^2\geqslant 50\%$,说明研究之间存在明显异质性,通过敏感

性分析排除异质性影响,必要时对异质性来源进行描述性分析,比较分析结果后采用随机效应模型分析。Meta 分析的检验标准为 $\alpha=0.05$。

2 结果

2.1 纳入文献基本特征及质量评价

本研究共检索文献 1 786 篇,去除年份陈旧的文献(2010 年以前的文献)117 篇,去除综述类文献(包括综述、Meta 分析、系统评价等)214 篇,阅读摘要后去除不符合纳入标准文献 1 395 篇,阅读全文后进一步去除不符合要求的文献 41 篇,最终纳入文献 19 篇[7-25],文献筛选流程见图 1。所有的研究均为病例对照研究,纳入的研究中研究对象共 3 678 例,其中病例组 523 例,对照组 3 155 例,通过 NOS 评分对研究质量进行评价后,评分最高 9 分,最低 7 分,基本特征见表 1。

2.2 骨密度

对骨密度因素进行 Meta 分析,从图 2 可以得出,研究结果存在明显异质性,$I^2>50\%$,敏感性分析显示吴伟峰等[9]、吴俊涛等[7]、杜奇峰等[13]的研究是造成异质性的主要原因,删除之后再次进行 Meta 分析,结果显示 $I^2=37\%$,具有轻微异质性,选择随机效应进行骨密度因素的 Meta 分析,最终得出骨密度较低是PVP/PKP后邻椎再骨折的危险因素($Z=10.87$,$P<0.001$),见图 3。综合来看,骨密度较低的患者发生 PVP/PKP 后邻椎再骨折的风险是骨密度较高患者的 5.57 倍。通过绘制漏斗图观察本次研究是否存在发表偏倚,结果显示漏斗图基本对称,提示不存在发表偏倚,见图 4。

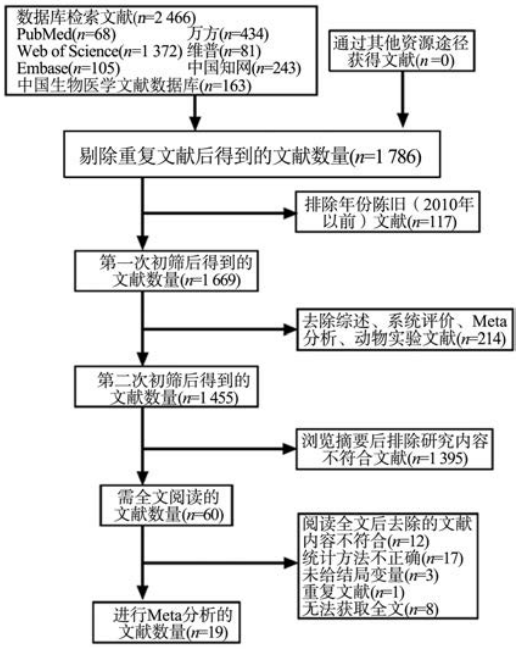


图 1 文献筛查流程图

表 1 文献基本特征及质量评价结果

作者	年份	国家	研究类型	病例组/例	对照组/例	危险因素	随访时间	NOS 评分/分
吴俊涛等[7]	2020	中国	病例对照	25	239	①②	12 个月	8
胡丽丹等[8]	2020	中国	病例对照	15	136	①③④	大于 12 个月	7
吴伟峰等[9]	2020	中国	病例对照	48	219	①③④⑤⑥⑦	24 个月	7
王海波[10]	2020	中国	病例对照	21	99	①⑧⑨⑩⑪	1 个月	7
Morozumi 等[11]	2020	日本	病例对照	25	70	⑤⑫	2 个月	8
王俊峰等[12]	2020	中国	病例对照	14	47	①⑤	1 个月	7
杜奇峰等[13]	2019	中国	病例对照	23	61	①③⑤	1 个月	8
吴永乐等[14]	2019	中国	病例对照	22	118	①②③⑤⑥⑩⑭	36 个月	8
张军等[15]	2019	中国	病例对照	13	71	①⑧⑲⑳	12~57 个月	8
康兵文等[16]	2019	中国	病例对照	22	163	①③④⑤	18 个月	7
丁小力等[17]	2018	中国	病例对照	22	133	①②⑩	平均 24.4 个月	8
Li 等[18]	2017	中国	病例对照	68	322	①⑬⑭	平均 18 个月	8
Takahara 等[19]	2016	日本	病例对照	14	47	①⑤	12 个月	8
朱书涛等[20]	2016	中国	病例对照	29	219	①②③⑤⑩⑭⑱	12 个月	7
王化明[21]	2016	中国	病例对照	35	191	①⑤⑧⑭⑱⑲	6~36 个月	8
侯文根等[22]	2016	中国	病例对照	59	282	①③⑤⑭⑲㉑	12、24 个月	7
Wang 等[23]	2014	中国	病例对照	26	332	①⑤⑮	大于 12 个月	8
Spross 等[24]	2014	瑞士	病例对照	37	338	⑯	大于 12 个月	9
Movrin 等[25]	2010	斯洛文尼亚	病例对照	5	68	①⑩⑰	大于 12 个月	8

①:骨密度;②:伤椎高度过度恢复;③:骨水泥渗漏;④:术后抗骨质疏松治疗;⑤:年龄;⑥:骨水泥过量;⑦:骨水泥分布;⑧:BMI;⑨:水肿 MRI 信号比;⑩:术后椎体后凸角过大;⑪:邻近椎间盘退变;⑫:术前椎体角度;⑬:更年期;⑭:椎体骨折数量过多(≥2);⑮:椎体内裂隙;⑯:合并循环系统疾病;⑰:合并内风湿性关节炎;⑱:手术椎体数量过多(≥2);⑲:术前椎体陈旧性骨折数量过多(≥2);⑳:胸椎结构异常;㉑:骨折程度

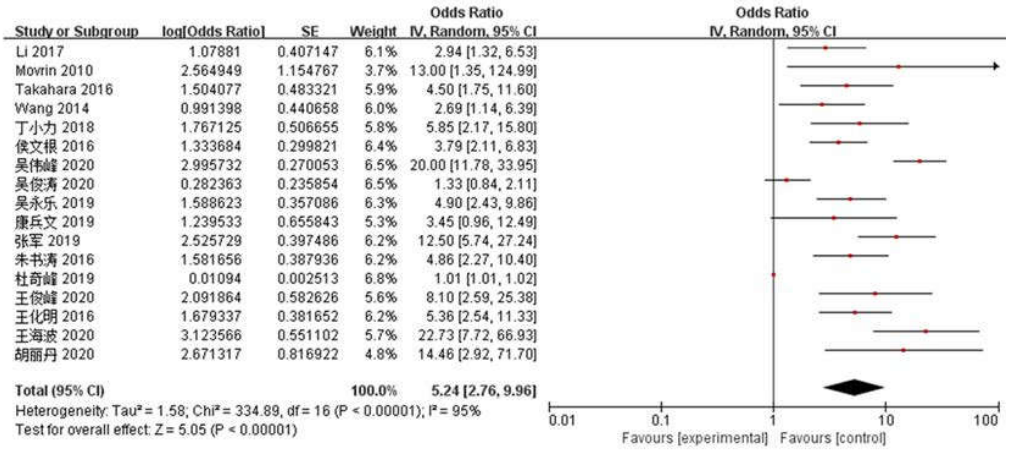


图 2 骨密度因素 Meta 分析森林图

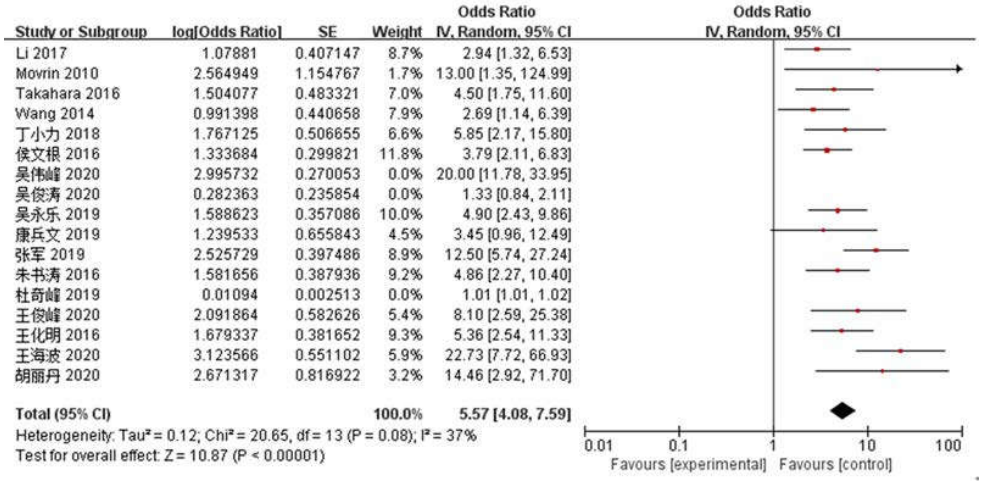


图 3 骨密度因素敏感性分析后森林图

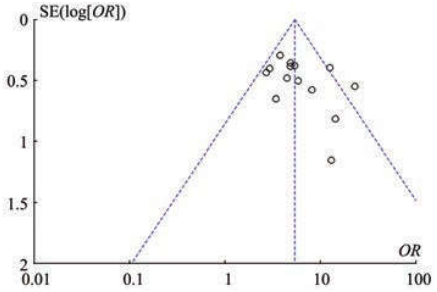


图 4 骨密度因素纳入文献偏倚检验漏斗图

2.3 术前椎体陈旧性骨折数量

对术前椎体陈旧性骨折数量因素进行 Meta 分析，从图 5 可以得出，研究结果存在可接受范围内的轻微异质性，$I^2=58\%$，且通过敏感性分析发现删除任意一篇文献都不能很明显地降低异质性，因此保留全部文献，选择随机效应进行术前椎体陈旧性骨折数量因素的 Meta 分析，最终得出术前椎体陈旧性骨折数量过多（≥2）是 PVP/PKP 后邻椎再骨折的危险因素（$Z=2.30$，$P<0.05$）。综合来看，术前椎体陈旧性骨折数量较多（≥2）的患者发生 PVP/PKP 后邻椎再骨折的风险是术前椎体陈旧性骨折数量较少（<2）患者的 2.38 倍。通过绘制漏斗图观察本次研究是否存在发表偏倚，结果显示漏斗图对称，提示不存在发表偏倚，见图 6。

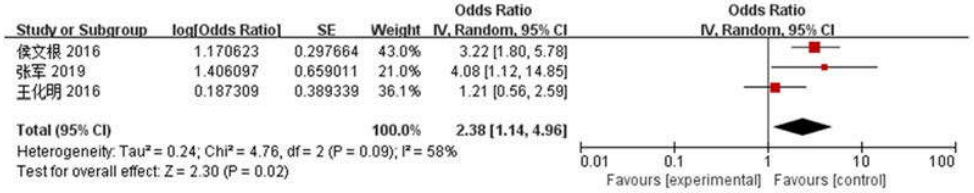


图 5 术前椎体陈旧性骨折数因素 Meta 分析森林图

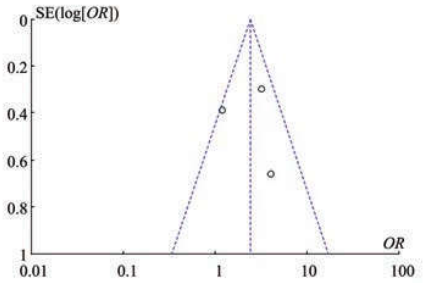


图 6 术前椎体陈旧性骨折数因素纳入文献偏倚检验漏斗图

2.4 椎体骨折数量

对椎体骨折数量因素进行 Meta 分析,从图 7 可以得出,研究结果异质性较小,I^2 <50%,因此选择固定效应进行椎体骨折数量因素的 Meta 分析,最终得出锥体骨折数量过多(≥2)是 PVP/PKP 后邻椎再骨折的危险因素(Z = 11.63,P <0.001)。综合来看,椎体骨折数量较多(≥2)的患者发生 PVP/PKP 后邻椎再骨折的风险是骨折锥体数量较少(<2)患者的 5.78 倍。

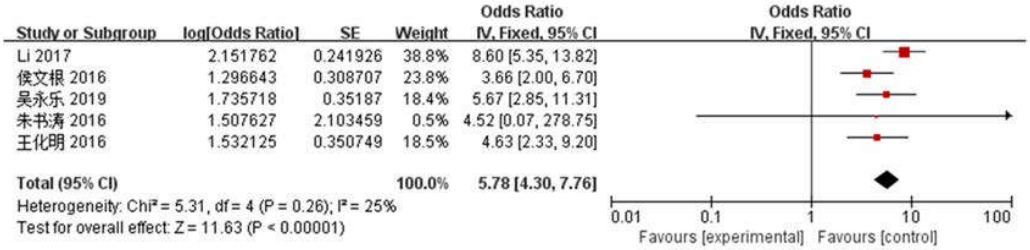


图 7 骨折椎体数因素 Meta 分析森林图

2.5 术后抗骨质疏松治疗

对术后抗骨质疏松治疗因素进行 Meta 分析,从图 8可以得出,研究结果不存在异质性,I^2 =0%,因此选择固定效应进行术后抗骨质疏松治疗因素的 Meta 分析,最终得出术后未行抗骨质疏松治疗是 PVP/PKP 后邻椎再骨折的危险因素(Z = 3.51,P <0.001)。综合来看,术后未行抗骨质疏松治疗的患者发生 PVP/PKP 后邻椎再骨折的风险是术后行抗骨质疏松治疗患者的 3.74 倍。

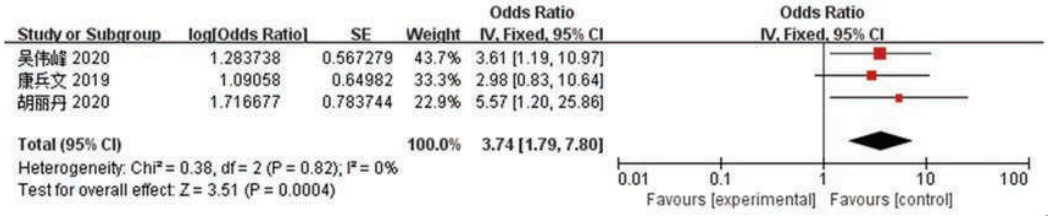


图 8 术后未行抗骨质疏松治疗因素 Meta 分析森林图

2.6 年龄

对年龄因素进行 Meta 分析,从图 9 可以得出,研究结果存在明显异质性,I^2 >50%,敏感性分析显示 Morozumi 等[11]、Wang 等[23]、吴伟峰等[9]、杜奇峰等[13]的研究是造成异质性的主要原因,删除之后再次进行 Meta 分析,结果显示 I^2 =0%(图 10),因此选择固定效应进行年龄因素的 Meta 分析,最终得出高龄是 PVP/PKP 后邻椎再骨折的危险因素(Z = 9.67,P <0.001)。综合来看,年龄较大的患者发生 PVP/PKP 后邻椎再骨折的风险是年龄较小患者的 3.51 倍。通过绘制漏斗图观察本次研究是否存在发表偏倚,结果显示漏斗图对称,提示不存在发表偏倚,见图 11。

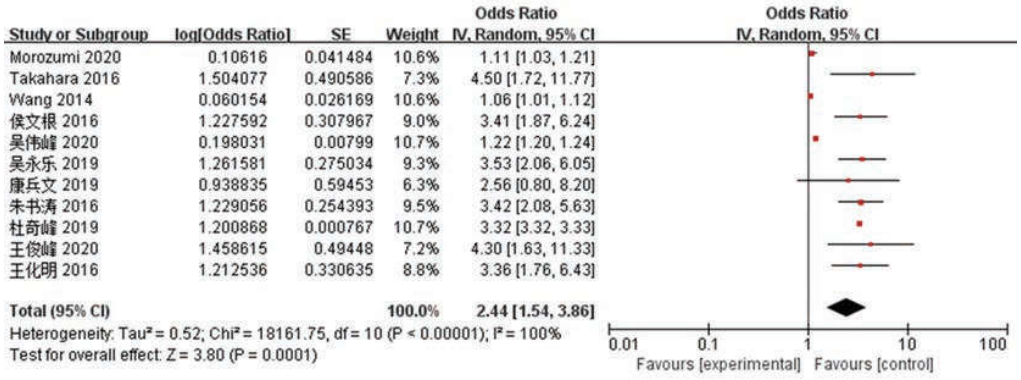


图 9 年龄因素 Meta 分析森林图

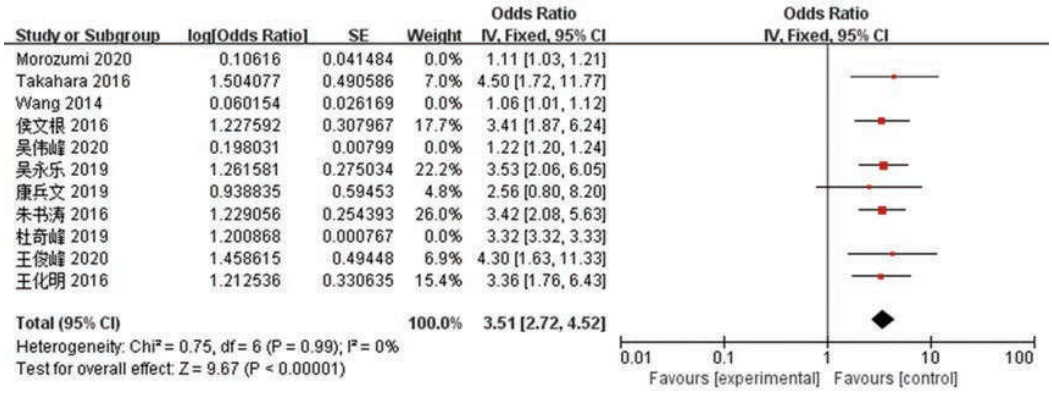


图 10 年龄因素敏感性分析后森林图

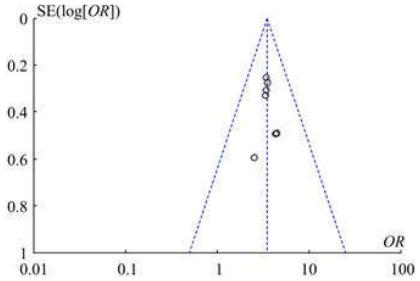


图 11 年龄因素纳入文献偏倚检验漏斗图

2.7 BMI

对 BMI 因素进行 Meta 分析,从图 12 可以得出,研究结果异质性较小,I^2 <50%,因此选择固定效应进行 BMI 因素的 Meta 分析,最终得出低 BMI 是 PVP/PKP 后邻椎再骨折的危险因素(Z =3.02,P <0.05)。综合来看,低 BMI 的患者发生 PVP/PKP 后邻椎再骨折的风险是高 BMI 患者的 1.57 倍。

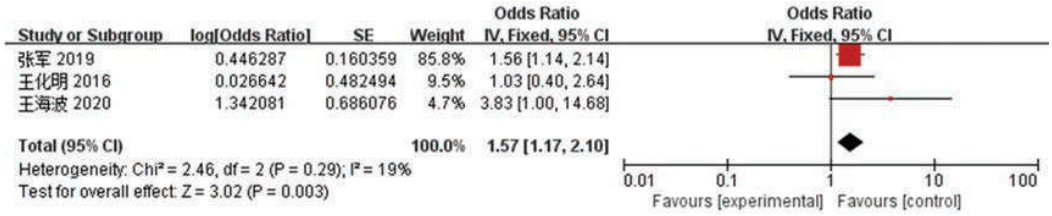


图 12 BMI 因素 Meta 分析森林图

2.8 骨水泥过量

对骨水泥过量因素进行 Meta 分析,从图 13 可以得出,研究结果不存在异质性,I^2 =0%,因此选择固定效应进行骨水泥过量因素的 Meta 分析,最终得出骨水泥过量是 PVP/PKP 后邻椎再骨折的危险因素(Z =5.40,P <0.001)。综合来看,术中骨水泥过量的患者发生 PVP/PKP 后邻椎再骨折的风险是术后骨水泥未过量患者的 3.92 倍。

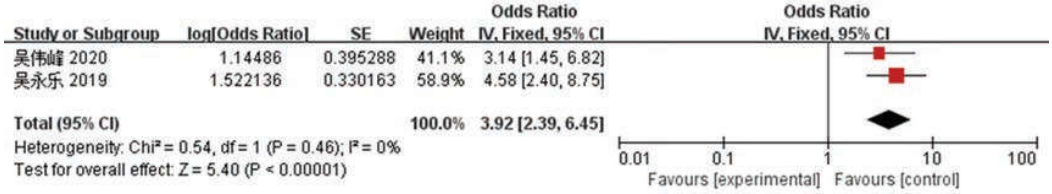


图 13 骨水泥过量因素 Meta 分析森林图

2.9 手术椎体数量

对手术椎体数量因素进行 Meta 分析,从图 14 可以得出,研究结果不存在异质性,I^2 =0%,因此选择固定效应进行手术椎体数量因素的 Meta 分析,最终得出手术椎体数量过多(≥2)是 PVP/PKP 后邻椎再骨折的危险因素(Z =6.48,P <0.001)。综合来看,手术椎体数量较多(≥2)的患者发生 PVP/PKP 后邻椎再骨折的风险是手术椎体数量较少(<2)患者的 5.01 倍。

2.10 伤椎高度恢复程度

对伤椎高度恢复程度因素进行 Meta 分析,从图 15 可以得出,研究结果不存在异质性,I^2 =0%,因此选择固定效应进行伤椎高度恢复程度因素的 Meta 分析,最终得出伤椎高度过度恢复是 PVP/PKP 后邻椎再骨折的危险因素(Z =4.80,P <0.001)。综合来看,术后伤椎高度过度恢复的患者发生 PVP/PKP 后邻椎再骨折的风险是伤椎高度适度恢复患者的 2.66 倍。

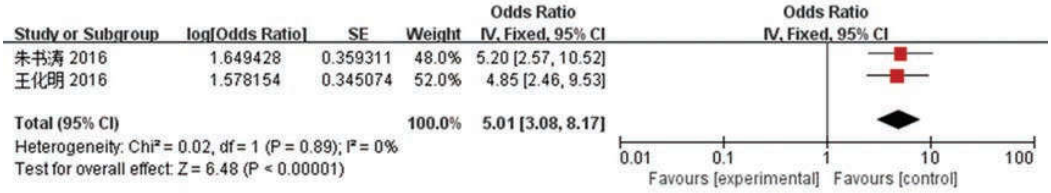


图 14 手术椎体数因素 Meta 分析森林图

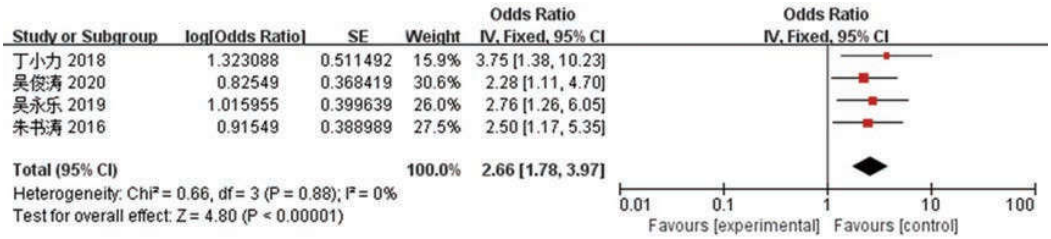


图 15 伤椎高度变化因素 Meta 分析森林图

2.11 术后椎体后凸角

对术后椎体后凸角因素进行 Meta 分析,从图 16 可以得出,研究结果不存在异质性,$I^2=0\%$,因此选择固定效应进行术后椎体后凸角因素的 Meta 分析,最终得出术后椎体后凸角过大是 PVP/PKP 后邻椎再骨折的危险因素($Z=6.43$,$P<0.001$)。综合来看,术后椎体后凸角较大的患者发生 PVP/PKP 后邻椎再骨折的风险是术后椎体后凸角较小患者的 3.55 倍。

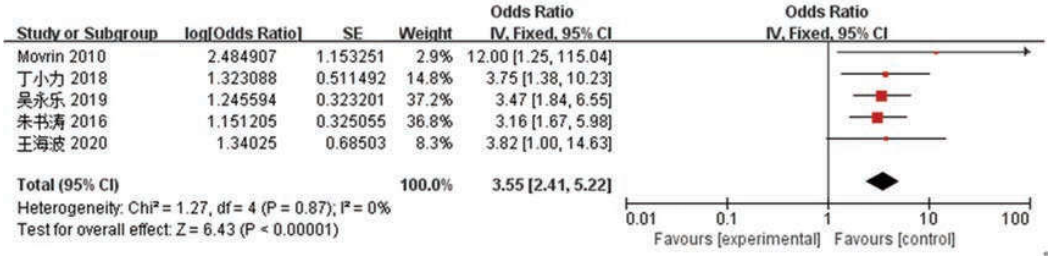


图 16 术后椎体后凸角过大因素 Meta 分析森林图

2.12 骨水泥渗漏

对骨水泥渗漏因素进行 Meta 分析,从图 17 可以得出,研究结果存在明显异质性,$I^2>50\%$,敏感性分析显示杜奇峰等[13]的研究是造成异质性的主要原因,删除后再次进行 Meta 分析,结果显示 $I^2=0\%$(图 18),因此选择固定效应进行骨水泥渗漏因素的 Meta 分析,最终得出骨水泥渗漏是 PVP/PKP 后邻椎再骨折的危险因素($Z=7.94$,$P<0.001$)。综合来看,有骨水泥渗漏的患者发生 PVP/PKP 后邻椎再骨折的风险是无骨水泥渗漏患者的 4.79 倍。通过绘制漏斗图观察本次研究是否存在发表偏倚,结果显示漏斗图对称,提示不存在发表偏倚,见图 19。

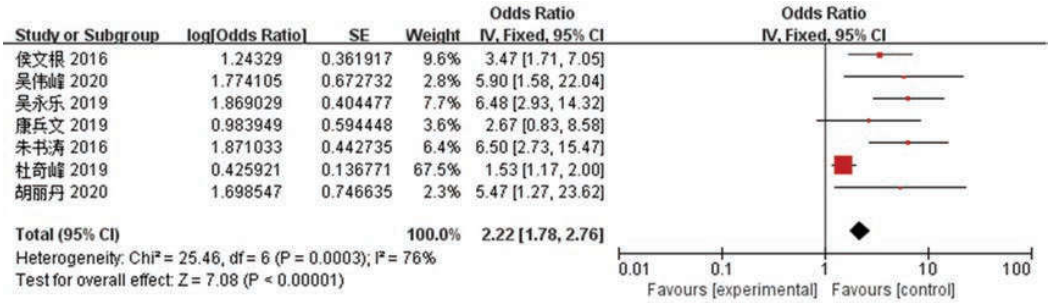


图 17 骨水泥渗漏因素 Meta 分析森林图

3 讨论

PVP/PKP 后邻椎再骨折的原因一直存在争议,有学者利用有限元模拟计算相关因素后,认为 PVP/PKP 后对邻椎生物力学改变不大,术后邻椎再骨折的发生是骨质疏松自然发展的结果[26],但也有学者通过生物

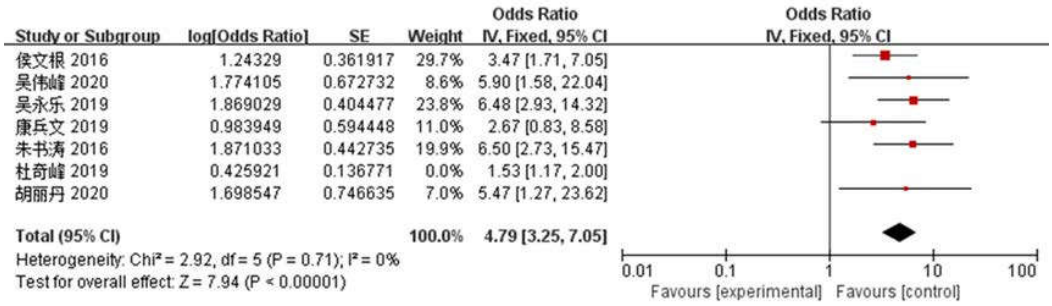


图 18 骨水泥渗漏因素敏感性分析后森林图

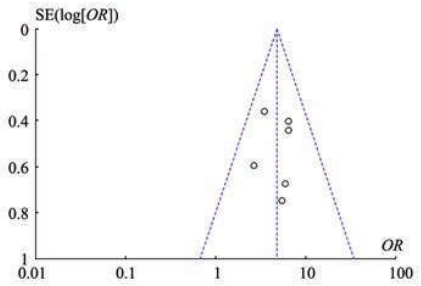


图 19 骨水泥渗漏因素纳入文献偏倚检验漏斗图

力学研究发现,术后邻椎再骨折是骨水泥硬化椎体后椎体应力改变所致。

本研究通过搜集 2010 至 2020 年国内外公开发表的关于 PVP/PKP 后邻椎再骨折危险因素的相关文章,总结了 PVP/PKP 后邻椎再骨折的危险因素。通过 Meta 分析发现:骨密度较低、术前椎体陈旧性骨折数量过多(≥2)、椎体骨折数量过多(≥2)、术后未行抗骨质疏松治疗、高龄、低 BMI、骨水泥过量、手术椎体数量过多(≥2)、伤椎高度过度恢复、术后椎体后凸角过大、骨水泥渗漏均为 PVP/PKP 后邻椎再骨折的危险因素。

Kaufman 等[27]通过总结大量的临床研究后认为,低骨密度是 PVP/PKP 后邻椎再骨折的独立危险因素,其团队提出了著名的 1∶3 理论,即患者骨密度每提高 1%,PVP/PKP 后邻椎再骨折的风险下降 3%。Heini 等[28]通过对比接受抗骨质疏松治疗与未接受抗骨质疏松治疗的 OVCF 患者发现,后者术后邻椎再骨折的发生率是前者的 4 倍。本研究结果中骨密度较低、术后未行抗骨质疏松治疗为 PVP/PKP 后邻椎再骨折的危险因素,与上述研究结论一致。

Ning 等[29]的研究发现,初始多节段的椎体骨折行 PKP 后继发邻近椎体骨折的风险高于初始单一椎体骨折行 PKP 后。管华清[30]对脊柱骨质疏松性三明治骨折的有限元及临床研究发现,脊柱发生骨质疏松性三明治骨折后,夹心椎的最大应力明显升高,应力向夹心椎终板集中,夹心椎骨折风险增大。本研究结果中术前椎体陈旧性骨折数量过多(≥2)、椎体骨折数量过多(≥2)、手术椎体数量过多(≥2)为 PVP/PKP 后邻椎再骨折的危险因素,与上述研究结论一致。

以往对于高龄是否是 PVP/PKP 后邻椎再骨折的危险因素一直存在争议。Komemushi 等[31]认为,骨折是骨质疏松的自然结果,而高龄只是引起骨质疏松的原因之一,因此高龄不是 PVP/PKP 后邻椎再骨折的独立危险因素,但本研究发现高龄是 PVP/PKP 后邻椎再骨折的危险因素,因为随着年龄的增大,身体机能持续衰退,伤害应激反应能力下降以及雌激素水平下降均会造成术后邻椎再骨折风险增加。

Lin 等[32]研究发现,BMI < 22 kg/m^{2}的患者椎体成形术后更易发生邻椎再骨折,低 BMI 本身即是骨质疏松性骨折的危险因素,本研究结果与之一致。其原因可能与雌激素分泌水平低有关,低 BMI 患者的雌激素水平较低,因此破骨细胞活性增强而刺激成骨作用减弱,钙磷沉积减少,骨质疏松加重,使患者 PVP/PKP 后邻椎再骨折的风险增加。

本研究显示骨水泥过量、手术椎体数量过多(≥2)均是 PVP/PKP 后邻椎再骨折的危险因素。原因可能是注入椎体内的骨水泥会增加伤椎的硬度,从而改变椎体表面的应力分布,导致邻椎的应力也发生改变、相邻椎间盘加速退变,进而增加邻椎再骨折风险。Liebschner 等[33]研究发现,椎体内注入 15% 容量的骨水泥即可使伤椎恢复强度,注入骨水泥过多反而会使邻椎应力及负荷不均匀增加,从而导致骨折,因此,过分强调恢复椎体高度、矫正椎体后凸角反而会增加 PVP/PKP 后邻椎再骨折风险。而骨水泥渗漏至邻近椎间盘则会加速邻近椎间盘的退变,从而产生“墩柱应力集中效应”,增加术后邻椎再骨折风险。本研究结果显示,伤椎高度过度恢复、术后椎体后凸角过大、骨水泥渗漏是 PVP/PKP 后邻椎再骨折的危险因素,与上述研究结果一致。

本研究也具有一定的局限性:①未纳入随机对照试验及前瞻性研究,且国内文献较多,可能存在一定偏倚性;②各文献的患者资料收集、手术处理、影像学测

量、数据处理资料不完全相同,存在的偏差可能对结果准确性造成一定影响;③除主要指标外,其他一些指标能合并的文献较少,这可能在一定程度上降低了该指标的论证强度。

综上所述,在为 OVCF 患者制定治疗方案时,需要考虑高龄、骨密度较低、术后未行抗骨质疏松治疗、低 BMI、骨水泥过量、骨水泥渗漏、术前椎体陈旧性骨折数量过多、椎体骨折数量过多、手术椎体数量过多、伤椎高度过度恢复、术后椎体后凸角过大等相关危险因素。在术前评估、术中操作以及术后患者管理等方面,均需权衡利弊,从而制定积极有效的个体化策略。

[参考文献]

[1] Ahn Y, Lee JH, Lee HY, et al. Predictive factors for subsequent vertebral fracture after percutaneous vertebroplasty[J]. J Neurosurg Spine, 2008, 9(2): 129 – 136. doi: 10.3171/SPI/2008/9/8/129.

[2] Mudano AS, Bian J, Cope JU, et al. Vertebroplasty and kyphoplasty are associated with an increased risk of secondary vertebral compression fractures: a population-based cohort study[J]. Osteoporos Int, 2009, 20: 819 – 826. doi: 10.1007/s00198 – 008 – 0745 – 5.

[3] Galibert P, Deramond H, Rosat P, et al. Preliminary note on the treatment of vertebral angioma by percutaneous acrylic vertebroplasty[J]. Neurochirurgie, 1987, 33(2): 166 – 168.

[4] Garfin SR, Yuan HA, Reiley MA. New technologies in spine kyphoplasty and vertebroplasty for the treatment of painful osteoporotic compression fractures[J]. Spine (Phila Pa 1976), 2001, 26(14): 1511 – 1515. doi: 10.1097/00007632 – 200107150 – 00002.

[5] Liu J, Li X, Tang D, et al. Comparing pain reduction following vertebroplasty and conservative treatment for osteoporotic vertebral compression fractures: a meta-analysis of randomized controlled trials[J]. Pain physician, 2013, 16(5): 455 – 464.

[6] Rho YJ, Choe WJ, Chun YI. Risk factors predicting the new symptomatic vertebral compression fractures after percutaneous vertebroplasty or kyphoplasty[J]. Eur Spine J, 2012, 21(5): 905 – 911. doi: 10.1007/s00586 – 011 – 2099 – 5.

[7] 吴俊涛,张春旺,卢绪章. 经皮椎体成形术中伤椎高度矫正情况与术后再发邻椎骨折的相关性分析[J]. 颈腰痛杂志,2020,41(5): 617 – 619. doi: 10.3969/j. issn. 1005 – 7234. 2020. 05. 029.

[8] 胡丽丹,胡 敏,周 鹃,等. PKP 术后邻近椎体骨折的相关因素分析[J]. 中国骨与关节损伤杂志,2020,35(1): 54 – 56. doi: 10.7531/j. issn. 1672 – 9935. 2020. 01. 017.

[9] 吴伟峰,胡 超,葛永军,等. 骨质疏松性椎体压缩骨折经皮椎体成形术术后邻近椎体骨折的危险因素[J]. 临床骨科杂志,2020,23(5): 614 – 617. doi: 10.3969/j. issn. 1008 – 0287. 2020. 05. 003.

[10] 王海波. 急性期骨质疏松性椎体压缩性骨折患者 MRI 信号与术后邻近椎体再骨折的关系[J]. 现代实用医学,2020,32(9): 1083 – 1085. doi: 10.3969/j. issn. 1671 – 0800. 2020. 09. 028.

[11] Morozumi M, Matsubara Y, Muramoto A, et al. A study of risk factors for early-onset adjacent vertebral fractures after kyphoplasty[J]. Global Spine J, 2020, 10(1): 13 – 20. doi: 10.1177/2192568219834899.

[12] 王俊峰,樊 盛,刘伟峰. 绝经后女性患者行 PVP 术后继发相邻椎体骨折的危险因素分析[J]. 颈腰痛杂志,2020,41(2): 185 – 188. doi: 10.3969/j. issn. 1005 – 7234. 2020. 02. 016.

[13] 杜奇峰,党伊国,齐 帅. 腰椎骨折患者椎体成形术后临近椎体骨折发生情况及影响因素分析[J]. 四川解剖学杂志,2019,27(3): 119 – 120. doi: 10.3969/j. issn. 1005 – 1457. 2019. 03. 055.

[14] 吴永乐,陈善堂,张育专,等. 老年骨质疏松患者胸腰椎压缩性骨折 PKP 术后再发骨折的危险因素分析[J]. 医学理论与实践,2019,32(20): 3293 – 3295. doi: 10. 19381/j. issn. 1001 – 7585. 2019. 20. 038.

[15] 张 军,刘培太,吴硕柱. 骨质疏松性胸腰椎压缩性骨折 PKP 术后再骨折危险因素分析[J]. 蚌埠医学院学报,2019,44(8): 1056 – 1059. doi: 10.13898/j. cnki. issn. 1000 – 2200. 2019. 08. 021.

[16] 康兵文,肖 波,赵 明,等. 单节段胸腰段骨质疏松性椎体压缩骨折患者 PKP 术后临近椎体骨折的危险因素分析[J]. 颈腰痛杂志,2019, 40(2): 242 – 243. doi: 10. 3969/j. issn. 1005 – 7234. 2019. 02. 031.

[17] 丁小力,王 燕,闫海珠,等. 椎体成形术后邻椎新发骨折特征与相关因素分析[J]. 宁夏医学杂志,2018,40(12): 1193 – 1195. doi: 10.13621/j. 1001 – 5949. 2018. 12. 1193.

[18] Li H, Yang D, Ma L, et al. Risk factors associated with adjacent vertebral compression fracture following percutaneous vertebroplasty after menopause: a retrospective study[J]. Med Sci Monit, 2017, 23: 5271 – 5276. doi: 10.12659/msm. 907364.

[19] Takahara K, Kamimura M, Moriya H, et al. Risk factors of adjacent vertebral collapse after percutaneous vertebroplasty for osteoporotic vertebral fracture in postmenopausal women[J]. BMC Musculoskelet Disord, 2016, 17: 12. doi: 10.1186/s12891 – 016 – 0887 – 0.

[20] 朱书涛,刘 洋,张明辉,等. PKP 术后患者再骨折危险因素分析[J]. 中国矫形外科杂志,2016,24(16): 1445 – 1448. doi: 10. 3977/j. issn. 1005 – 8478. 2016. 16. 02.

[21] 王化明. 经皮椎体成形术后椎体压缩性骨折患者再骨折的危险因素分析[J]. 中国矫形外科杂志,2016,24(4): 300 – 303. doi: 10. 3977/j. issn. 1005 – 8478. 2016. 04. 03.

[22] 侯文根,孙晓辉,张 超,等. 老年椎体压缩性骨折患者经皮椎体成形术后邻近椎体骨折的发生率及相关危险因素分析[J]. 中国矫形外科杂志,2016,24(20): 1909 – 1911. doi: 10. 3977/j. issn. 1005 – 8478. 2016. 20. 19.

[23] Wang Y, Wu X, Chen H, et al. Adjacent-level symptomatic fracture after percutaneous vertebral augmentation of osteoporotic vertebral compression fracture: a retrospective analysis[J]. J Orthop Sci, 2014, 19(6): 868 – 876. doi: 10.1007/s00776 – 014 – 0610 – 7.

[24] Spross C, Aghayev E, Kocher R, et al. Incidence and risk factors for early adjacent vertebral fractures after balloon kyphoplasty for osteoporotic fractures: analysis of the SWISSspine registry[J]. Eur Spine J, 2014, 23(6): 1332 – 1338. doi: 10.1007/s00586 – 013 – 3052 – 6.

[25] Movrin I, Vengust R, Komadina R. Adjacent vertebral fractures after percutaneous vertebral augmentation of osteoporotic vertebral compression fracture: a comparison of balloon kyphoplasty and vertebroplasty[J]. Arch Orthop Trauma Surg, 2010, 130(9): 1157 – 1166. doi: 10.1007/s00402 – 010 – 1106 – 3.

[26] Villarraga ML, Bellezza AJ, Harrigan TP, et al. The biomechanical effects of kyphoplasty on treated and adjacent nontreated vertebral bodies[J]. J Spinal Disord Tech, 2005, 18(1): 84 – 91. doi: 10.1097/01.bsd.0000138694.56012.ce.

doi:10.11659/jjssx.04E021066

·临床研究·

骨科全身麻醉手术后转ICU的老年患者发生呼吸机相关肺炎的影响因素

张 嫚,王 洁,陈 茹,吴燕燕,蔡 丛 (南京中医药大学附属南京市中西医结合医院重症医学科,江苏 南京 210014)

[摘 要] **目的** 探讨骨科全身麻醉手术后转重症监护病房(ICU)的老年患者呼吸机相关肺炎(VAP)的发生情况及其影响因素。**方法** 选取于全身麻醉下行骨科手术后转ICU行机械通气治疗的178例老年患者为研究对象,统计患者VAP的发生情况,采用单因素及多因素*Logistic*回归分析影响患者发生VAP的因素。**结果** 178例骨科全身麻醉手术后转ICU的老年患者中,有56例发生VAP,发生率为31.46%。单因素分析结果显示,2组患者在年龄、反流误吸、抽烟史、气管插管前口腔清洁、每日更换冷凝水、罹患糖尿病、既往合并COPD、机械通气时间、合并低蛋白血症、每日口咽部护理、留置胃管及使用抑酸剂等方面比较,差异有统计学意义($P<0.05$);多因素*Logistic*回归分析结果显示,年龄≥75岁、反流误吸、机械通气时间≥3 d、留置胃管以及使用抑酸剂是骨科全身麻醉手术后转ICU的老年患者发生VAP的危险因素($OR>1$,$P<0.05$),而气管插管前口腔清洁、每日更换冷凝水以及每日口咽部护理是骨科全身麻醉手术后转ICU的老年患者发生VAP的保护性因素($OR<1$,$P<0.05$)。**结论** 骨科全身麻醉手术后转ICU的老年患者VAP的发生率较高,且与患者年龄、反流误吸、机械通气时间、留置胃管、使用抑酸剂、气管插管前口腔清洁、每日更换冷凝水及每日口咽部护理等密切相关。

[关键词] 骨科手术;老年患者;重症监护病房;呼吸机相关肺炎;影响因素

[中图分类号] R473 [文献标识码] A [收稿日期] 2021-04-18

Influencing factors of ventilator-associated pneumonia in elderly patients transferred to ICU after orthopedic surgery under general anesthesia

ZHANG Man, WANG Jie, CHEN Ru, WU Yan-yan, CAI Cong (Department of Critical Care Medicine, Nanjing Integrated Traditional Chinese and Western Medicine Hospital Affiliated to Nanjing University of Chinese Medicine, Nanjing Jiangsu 210014, China)

Abstract: Objective To investigate the incidence and influencing factors of ventilator-associated pneumonia (VAP) in elderly patients transferred to intensive care unit (ICU) after orthopedic surgery under general anesthesia. **Methods** A total of 178 elderly patients who were transferred to ICU for mechanical ventilation after orthopedic surgery under general anesthesia were selected as the research objects. The incidence of VAP in these patients was counted. Univariate and multivariate *Logistic* regression were used to analyze the factors influencing the occurrence of VAP in patients. **Results** Among 178 elderly patients who were transferred to ICU after orthopedic surgery under general anesthesia, 56 cases developed VAP, with an incidence rate of 31.46%. The results of univariate analysis showed that there were statistically significant differences in age, reflux aspiration, smoking history, oral cavity cleaning before tracheal intubation, daily replacement of condensed water, diabetes, previous combination with COPD, mechanical ventilation time, combination with hypoproteinemia, daily oropharyngeal care, indwelling gastric tube and use of acid inhibitor between the two groups ($P<0.05$). The results of multivariate *Logistic* regression analysis

[通信作者] 王 洁,E-mail:850100825@qq.com

[27] Kaufman JM, Palacios S, Silverman S, et al. An evaluation of the fracture risk assessment tool as an indicator of treatment efficacy: the effects of bazedoxifene and raloxifene on vertebral, non-vertebral, and all clinical fractures as function of baseline fracture risk assessed by FRAX[J]. Osteoporos Int, 2013, 24(10): 2561-2569. doi:10.1007/s00198-013-2341-6.

[28] Heini PF, Orler R. Vertebroplasty in severe osteoporosis. Technique and experience with multi-segment injection[J]. Orthopade, 2004, 33(1): 22-30. doi:10.1007/s00132-003-0574-3.

[29] Ning L, Wan S, Liu C, et al. New levels of vertebral compression fractures after percutaneous kyphoplasty: retrospective analysis of styles and risk factors[J]. Pain Physician, 2015, 18(6): 565-572.

[30] 管华清. PVP和PKP治疗脊柱骨质疏松性三明治骨折的有限元及临床研究[D]. 苏州:苏州大学,2016.

[31] Komemushi A, Tanigawa N, Kariya S, et al. Percutaneous vertebroplasty for osteoporotic compression fracture: multivariate study of predictors of new vertebral body fracture[J]. Cardiovascular Intervent Radiol, 2006, 29(4): 580-585. doi:10.1007/s00270-005-0138-5.

[32] Lin WC, Cheng TT, Lee YC, et al. New vertebral osteoporotic compression fractures after percutaneous vertebroplasty: retrospective analysis of risk factors[J]. J Vasc Interv Radiol, 2008, 19(2 Pt 1): 225-231. doi:10.1016/j.jvir.2007.09.008.

[33] Liebschner MA, Rosenberg WS, Keaveny TM. Eeffects of bone cement volume and distribution on vertebral stiffness after vertebroplasty[J]. Spine (Phila Pa 1976), 2001, 26(14): 1547-1554. doi:10.1097/00007632-200107150-00009.

(编辑:魏 源)