

· 荟萃分析 ·

经椎间孔与椎板间内镜切除钙化椎间盘突出荟萃分析[△]

廖焯晖^a, 叶入裴^b, 唐超^a, 马飞^a, 唐强^a, 何宝强^a, 钟德君^{a*}

(西南医科大学附属医院 a. 骨科; b. 病理科, 四川泸州 646000)

摘要: [目的] 采用荟萃分析评价经椎板间内镜椎间盘切除 (percutaneous endoscopic interlaminar discectomy, PEID) 与经椎间孔内镜椎间盘切除 (percutaneous endoscopic transforaminal discectomy, PETD) 治疗钙化型椎间盘突出症 (calcified lumbar disc herniation, cLDH) 的疗效。[方法] 检索 1973 年 1 月—2023 年 2 月 PubMed, Web of science, EMSCO, CNKI 及万方、维普数据库, 搜集 PEID 与 PETD 治疗 cLDH 疗效文献。采用 Revman 5.4 软件进行荟萃分析。[结果] 共纳入英文文献 2 篇, 中文文献 1 篇。共纳入病例 161 例, 其中 PEID 治疗 72 例, PETD 治疗 89 例。荟萃分析结果显示: 与治疗前相比, 末次随访时两组下肢 VAS 评分 [PEID 组 ($MD=6.58$, $95\%CI$ 4.65~8.51, $P<0.001$); PETD 组 ($MD=6.40$, $95\%CI$ 4.72~8.07, $P<0.001$)], ODI 评分 [PEID 组 ($MD=53.39$, $95\%CI$ 50~56.78, $P<0.001$); PETD 组 ($MD=52.34$, $95\%CI$ 48.73~55.96, $P<0.001$)] 均显著改善。两组末次随访时下肢 VAS、ODI 评分及 Modified 评分优良率、术后并发症发生率比较的差异均无统计学意义 ($P>0.05$)。[结论] PEID 和 PETD 均可有效治疗钙化型腰椎间盘突出症, PEID 和 PETD 之间疗效和并发症发生率比较差异无统计学意义。

关键词: 钙化型腰椎间盘突出症, 经椎板间内镜椎间盘切除, 经椎间孔内镜椎间盘切除, 荟萃分析

中图分类号: R681.53 **文献标志码:** A **文章编号:** 1005-8478 (2024) 19-1764-06

A meta-analysis on transforaminal and interlaminar endoscopic discectomies for calcified lumbar disc herniation // LIAO Ye-hui^a, YE Ru-pei^b, TANG Chao^a, MA Fei^a, TANG Qiang^a, HE Bao-qiang^a, ZHONG De-jun^a. a. Department of Orthopedics, b. Department of Pathology, Affiliated Hospital, Southwest Medical University, Luzhou 646000, China

Abstract: [Objective] To evaluate the clinical efficacy of percutaneous endoscopic interlaminar discectomy (PEID) versus percutaneous endoscopic transforaminal discectomy (PETD) for calcified lumbar disc herniation (cLDH). **[Methods]** PubMed, Web of science, EMSCO, CNKI and Wanfang and VIP databases from January 1973 to February 2023 were searched to collect literatures on the comparison of PETD and PEID in the treatment of cLDH. A meta-analysis was performed with Revman 5.4 software. **[Results]** A total of 2 English literatures and 1 Chinese literatures were included in this study, involving a total of 161 patients, 72 treated with PEID and 89 with PETD. As results of the meta-analysis, the leg pain VAS scores [PEID group, ($MD=6.58$, $95\%CI$ 4.65~8.51, $P<0.001$); PETD group, ($MD=6.40$, $95\%CI$ 4.72~8.07, $P<0.001$)], and ODI score [PEID group, ($MD=53.39$, $95\%CI$ 50~56.78, $P<0.001$); PETD group ($MD=52.34$, $95\%CI$ 48.73~55.96, $P<0.001$)] were significantly improved at the latest follow-up compared with those preoperatively. However, there were no significant differences in VAS, ODI score, modified score and postoperative complication rate between the two groups at the last follow-up ($P>0.05$). **[Conclusion]** Both PEID and PETD can effectively treat calcified lumbar disc herniation, and there is no significant difference in efficacy and complication rate between PEID and PETD.

Key words: calcified lumbar disc herniation, percutaneous endoscopic interlaminar discectomy (PEID), percutaneous endoscopic transforaminal discectomy (PETD), meta-analysis

钙化型腰椎间盘突出症 (calcified lumbar disc herniation, cLDH) 是腰椎间盘突出症的一种特殊类型, 发病率较低^[1]。钙化的椎间盘可与神经根、硬膜囊之间形成严重的粘连, 从而增加摘除的难度, 以及摘除过程中硬脊膜和神经损伤的风险^[2, 3]。传统开放

椎板间开窗椎间盘摘除术可安全有效切除钙化的椎间盘, 有效改善神经压迫导致的疼痛。然而, 开放手术存在切口长、椎旁组织剥离范围广、骨窗范围大等缺点, 显著增加术后椎旁肌萎缩、脂肪化以及腰椎不稳的发生概率, 从而导致腰背部疼痛^[4]。

DOI:10.20184/j.cnki.Issn1005-8478.100355

[△]基金项目:西南医科大学附属医院博士科研启动基金资助项目(编号:22155);四川省医学(青年创新)科研课题项目(编号:Q22008)

作者简介:廖焯晖,主治医师,博士研究生,研究方向:骨外科,(电子信箱)lyh_spine@163.com

* 通信作者:钟德君,(电子信箱)zdzj_1974@163.com

经皮内镜下腰椎间盘摘除术 (percutaneous endoscopic lumbar discectomy, PELD) 可有效防止椎旁肌的剥离和损伤, 降低术后腰椎不稳的发生率^[5, 6]。随着 PELD 技术的不断成熟, 已被广泛应用于 cLDH 的手术治疗中, 并获得了良好的临床疗效^[7-9]。依据入路的不同, PELD 分为经椎板间隙入路内镜下腰椎间盘摘除术 (percutaneous endoscopic interlaminar discectomy, PEID) 和经椎间孔入路内镜下腰椎间盘摘除术 (percutaneous endoscopic transforaminal discectomy, PETD)。PEID 入路与传统的开窗手术入路相似, 对钙化型椎间盘显露的范围更广。PETD 入路则可避免工作通道进入椎管, 避免对椎管内神经结构的损伤。然而, PEID 和 PETD 治疗 cLDH 是否具有相同的临床疗效及术后并发症仍不清楚。因此, 本文通过检索 PELD 治疗 cLDH 的临床研究, 采用荟萃分析的方法对两种入路治疗 cLDH 的临床疗效和并发症进行比较, 为经皮内镜手术治疗 cLDH 提供循证医学证据。

1 资料与方法

1.1 纳入与排除标准

纳入标准 (1) 研究对象: cLDH 患者, 性别、年龄不限; (2) 手术方式: 采用 PETD 和 PEID; (3) 结局指标: 年龄、性别、病程、下肢疼痛视觉模拟评分 (visual analogue scale, VAS)、Oswestry 功能障碍指数 (Oswestry disability index, ODI)、MacNab 评分和手术并发症; (4) 研究类型: 随机对照研究和回顾性病例研究; (5) 语言为中文和英文。

排除标准 (1) 非对照研究、综述、会议论文; (2) 非 cLDH 患者, (3) 非 PETD 和 PEID 病例对照研究; (4) 非核心期刊的中文文献。

1.2 检索策略

按 PRISMA 2020 检索流程^[10], 在 PubMed、Web of science、EMSCO、CNKI、万方、维普数据库进行检索。其中英文检索词为: PETD, PEID, PELD, Calcified lumbar disc herniation。中文检索词为: 钙化型腰椎间盘、经皮椎间孔镜、经皮全内镜、椎间孔入路、椎板间入路等。检索时间: 1973 年 1 月—2023 年 2 月。

1.3 文献筛选数据提取与评估

由两位研究者分别提取文章数据, 并进行核对。如遇到数据不统一时, 则由第三位研究者介入并讨论决定。数据提取内容包括: 研究题目、第一作者、发

表时间、研究类型、样本量、一般信息 (年龄、性别、病程) 和临床指标 (下肢 VAS 评分、ODI 指数、MacNab 评分及术后并发症等) 等相关数据。由两名不同人员对纳入文献质量进行评估。采用 Newcastle-Ottawa Scale (NOS) 评分对文献质量进行评估^[11]。如遇到不同意见, 则由第三人介入后, 共同讨论决定。

1.4 统计学方法

采用 RevMan 5.4 软件对数据进行统计分析。结果中的二分类变量采用比值比 (odds ratio, OR) 为效应指标, 结果中的连续性变量采用均数差 (mean difference, MD) 为效应指标, 所有指标均计算出相应的点估计值和 95% 置信区间 (confidence interval, CI)。采用卡方检验及 I^2 值对不同研究之间的异质性进行统计学分析: 若 $P \geq 0.05$, $I^2 < 50\%$ 时, 则各研究间不存在异质性, 采用固定效应模型; 若 $P < 0.05$, $I^2 \geq 50\%$ 时, 则提示各组之间存在明显异质性, 采用随机效应模型; 对不能进行合并分析的数据采用描述性分析。

2 结果

2.1 检索结果

共检索出英文文献 272 篇, 其中 PubMed 54 篇, Web of science 145 篇, EMSCO 73 篇。endnote 去除重复文献后获得英文文献 195 篇。共检索出中文文献 101 篇, 其中 CNKI 133 篇、万方 46 篇、维普文献 22 篇。endnote 去除重复文献后获得中文文献 77 篇。阅读标题、摘要, 排除英文文献 192 篇, 排除中文文献 73 篇。阅读全文, 1 篇英文文献、2 篇中文文献未比较 PEID 和 PETD 治疗效果被排除, 1 篇非中文核心期刊文献被排除。最终纳入 3 篇文献, 共 161 例患者进行研究^[8, 12, 13]。纳入 3 篇文献均为临床病例对照研究, 见图 1。

2.2 纳入研究基本特征

本研究最终共纳入病例 161 例, 其中 PETD 治疗 89 例, PEID 治疗 72 例。经文献质量评价, 纳入 3 篇文献质量评价均为中等偏上, 可以纳入荟萃分析。纳入文献基本特征见表 1。

2.3 荟萃分析结果

2.3.1 患者年龄、性别、病程和钙化椎间盘突出类型比较

2 篇^[8, 12] 文献对患者年龄、性别、病程进行了统计, 共 94 例患者。各研究之间不存在异质性: 年龄

($P=0.60, I^2=0\%$)、性别 ($P=0.80, I^2=0\%$)、病程 ($P=0.74, I^2=0\%$)，采用固定效应模型进行荟萃分析。结果显示：年龄 ($MD=0.44, 95\% CI -2.62\sim 3.51, P=0.78$)、性别 ($MD=0.78, 95\% CI 0.33\sim 1.82, P=0.56$)；

病程 ($MD=-1.46, 95\% CI -5.12\sim 2.19, P=0.43$)。表明两组年龄、性别和病程差异均不具有统计学意义。伊立^[13] 两组患者平均年龄 49.0 岁，男 37 例，女 30 例，平均病程 8 个月，未对两组之间进行比较。

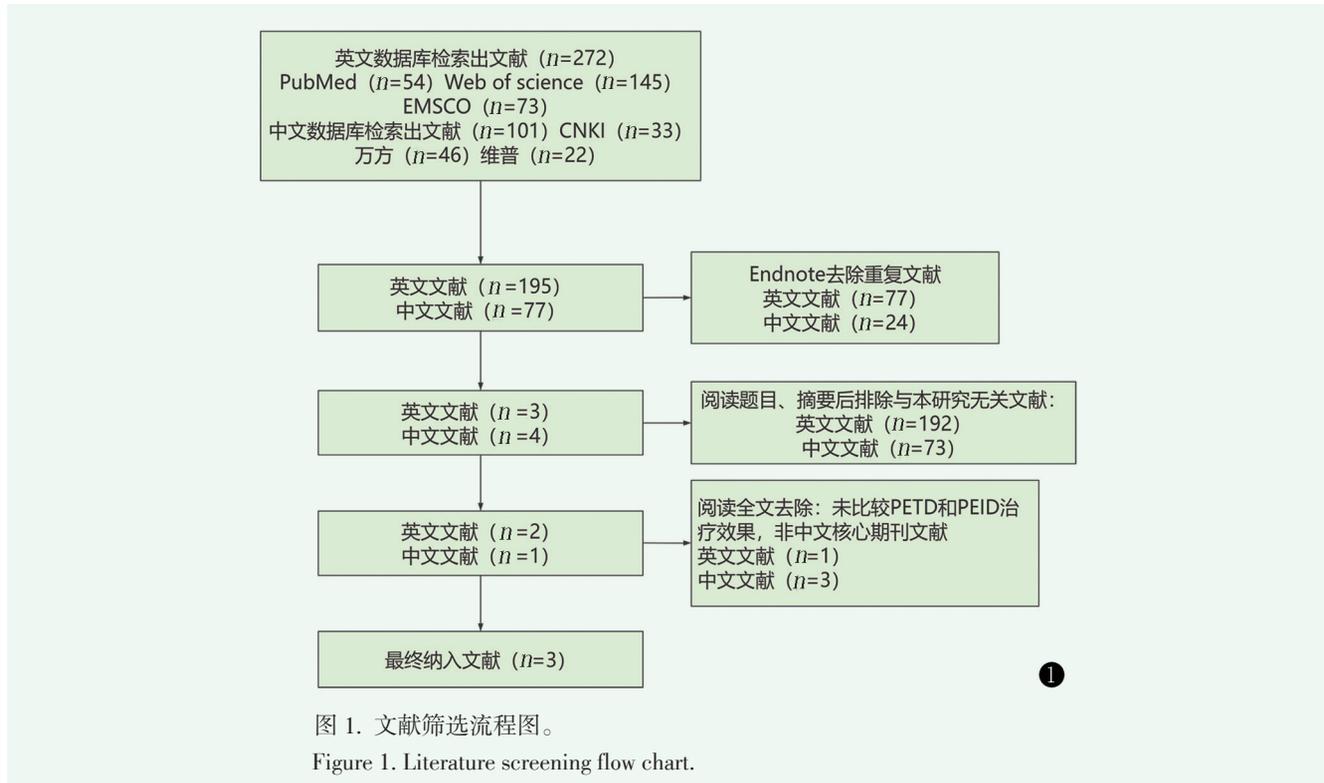


表 1. 纳入文献基本特征
Table 1. General characteristics of the included literatures

作者	发表年份	国家	研究类型	例数 (n) (PEID/PETD)	一般信息	手术指标	临床指标	NOS 评分
Cheng ^[12]	2022	中国	回顾性病例研究	28/26	①②③④⑤	①②③	①②③④⑥	7
Chen ^[8]	2018	中国	回顾性病例研究	13/27	①②③④⑤		①②③⑥	6
伊立 ^[13]	2017	中国	回顾性病例研究	31/36	①②③④		②④⑤	6

注：NS：未报道；PEID，经皮全内镜经椎板间入路；PETD，经皮全内镜经椎间孔入路；NOS：Newcastle-Ottawa 量表。观察一般信息：①年龄，②性别，③病程，④椎间盘突出部位和大小，⑤随访时间。手术指标：①手术时间；②放射次数；③术中出血量；观察临床指标：①术后住院时间；②下肢 VAS 评分；③ODI；④MacNab 评分；⑤术后直腿抬高角度；⑥并发症。

Cheng^[12] 对按钙化型椎间盘突出部位（中央型、旁中央型、椎间孔型）、Chen^[8] 则采用 Wu's score 对钙化型椎间盘进行了评分、伊立^[13] 按钙化物比例对经椎板间组和经椎间孔组钙化型椎间盘突出进行了比较。结果显示，各研究组之间钙化型椎间盘突出部位、大小之间比较差异均不具有统计学意义。

2.3.2 手术时间、放射次数、术中出血量比较

Cheng^[12] 对两组手术时间、术中放射次数、术中出血量进行了比较。PEID 组手术时间、放射次数均小于 PETD 组，出血量两组之间比较差异不具有统计学意义。

2.3.3 术后住院时间比较

纳入文献 2 篇^[8, 12] 对术后住院时间进行了统计。Cheng^[12] 术后住院时间 PEID 组 (2.6 ± 1.1) d，

PETD 组 (2.6 ± 1.1) d，两组之间差异不具有统计学意义。Chen^[8] 报告患者术后均在 1~2 d 出院，3 例脑脊液漏的患者术后 1 周出院。

2.3.4 下肢疼痛 VAS 评分

纳入文献 3 篇^[8, 12, 13] 均对术前下肢 VAS 评分进行了统计分析，共纳入患者 161 例。各研究之间不存在异质性 ($P=0.74, I^2=0\%$)，采用固定效应模型进行荟萃分析。结果显示：两组患者术前下肢 VAS 评分差异不具有统计学意义 ($MD=0.19, 95\% CI -0.05\sim 0.44, P=0.12$)。

纳入 3 篇文献^[8, 12, 13] 均对术前、末次随访时下肢 VAS 评分进行了统计分析，共纳入患者 161 例。对 PEID、PETD 组术前和末次随访 VAS 评分分别进

行异质性检验，结果显示：术前、末次随访之间比较，各研究之间存在异质性（PEID 组： $P<0.001$ ， $I^2=98\%$ ；PETD 组： $P<0.001$ ， $I^2=97\%$ ），采用随机效应模型进行荟萃分析。结果显示：PEID 和 PETD 组 VAS 评分均较术前显著降低 [（PEID 组： $MD=6.58$ ， $95\%CI$ 4.65~8.51， $P<0.001$ ）；（PETD 组： $MD=6.40$ ， $95\%CI$ 4.72~8.07， $P<0.001$ ）]。以上结果表明两种手术方式均可有效治疗钙化型腰椎间盘突出症。

2 篇文献^[12, 13]对术后 1 d 下肢 VAS 评分进行了统计分析，共纳入 121 例患者。各研究之间不存在异质性（ $P=0.42$ ， $I^2=0\%$ ），采用固定效应模型进行荟萃分析。结果显示：两组术后 1 d VAS 评分差异不具有统计学意义（ $MD=-0.17$ ， $95\%CI$ -0.47~0.12， $P=0.25$ ）。2 篇文献^[8, 12]对末次随访时下肢 VAS 评分进行了统计分析，共纳入患者 94 例。各研究之间不存在异质性（ $P=0.37$ ， $I^2=0\%$ ），采用固定效应模型进行荟萃分析。结果显示：两组患者末次随访时下肢 VAS 评分差异不具有统计学意义（ $MD=-0.15$ ， $95\%CI$ -0.39~0.09， $P=0.23$ ）。以上研究结果表明，两种手术方式对改善钙化型腰椎间盘突出症患者下肢疼痛方面，短期疗效和长期疗效均相似。

2.3.5 ODI 指数

2 篇文献^[8, 12]对术前 ODI 评分进行了统计分析，共纳入 94 例患者，各研究之间不存在异质性（ $P=0.85$ ， $I^2=0\%$ ），采用固定效应模型进行荟萃分析，两组术前 ODI 评分差异无统计学意义（ $MD=-0.30$ ， $95\%CI$ -4.94~4.34， $P=0.90$ ）。

2 篇文献^[8, 12]对术前、末次随访时 ODI 评分进行了统计分析，共纳入 94 例患者。对 PEID、PETD 组术前和末次随访 ODI 评分分别进行异质性检验，结果显示：PEID 组（ $P=0.20$ ， $I^2=38\%$ ），PETD 组

（ $P=0.37$ ， $I^2=0\%$ ），各组术前、末次随访之间不存在异质性，采用固定效应模型进行荟萃分析。结果显示：末次随访时，PEID（ $MD=53.39$ ， $95\%CI$ 50~56.78， $P<0.001$ ）和 PETD 组（ $MD=52.34$ ， $95\%CI$ 48.73~55.96， $P<0.001$ ）ODI 评分均较术前显著降低。

2 篇文献^[8, 12]对末次随访时 ODI 评分进行了统计分析，共纳入 94 例患者。异质性检验结果显示：各研究之间不存在异质性（ $P=0.28$ ， $I^2=15\%$ ），采用固定效应模型进行荟萃分析。结果显示：末次随访时两组 ODI 评分（ $MD=-0.18$ ， $95\%CI$ -0.45~0.09），差异不具有统计学意义。

2.3.6 MacNab 评分优良率

2 篇文献^[12, 13]对术后 Modified Macnab criteria 评分进行了统计分析，共纳入 94 例患者。对 2 篇文献 Modified Macnab criteria 评分结果的优和良进行了合并，从而对两组患者的优良率进行了荟萃分析。各研究之间不存在异质性（ $P=0.86$ ， $I^2=0\%$ ），采用固定效应模型进行荟萃分析。结果显示：两组患者 Modified Macnab criteria 评分优良率比较差异不具有统计学意义（ $MD=0.94$ ， $95\%CI$ 0.40~2.24， $P=0.90$ ）。

2.3.7 术后直腿抬高角度

伊立^[13]对术后直腿抬高角度进行了比较，PEID 组（ 63.7 ± 7.2 ）°，PETD 组（ 67.0 ± 7.1 ）°，两组患者直腿抬高角度较术前显著增加，两组之间比较差异无统计学意义。

2.3.8 手术并发症

2 篇文献^[8, 12]报道了术后脑脊液漏、下肢麻木并发症，详见表 2。各研究之间无明显异质性差异（ $P=0.94$ ， $I^2=0\%$ ）。采用固定效应模型进行分析，结果显示，两种手术方式并发症发生率差异不具有统计学意义（ $MD=0.97$ ， $95\%CI$ 0.20~4.71， $P=0.97$ ）。

表 2. 纳入文献并发症发生情况

Table 2. Incidence of complications in the included literature

作者	PEID 组				PETD 组			
	硬脊膜损伤 脑脊液漏	麻木 疼痛	复发	并发症例数 (总例数)	硬脊膜损伤 脑脊液漏	麻木 疼痛	复发	并发症例数 (总例数)
Cheng YP ^[12]	1	1	0	2 (28)	0	1	1	2 (26)
Chen Y ^[8]	1	0	0	1 (13)	2	0	0	2 (27)

3 讨论

1983 年，由 Kambin and Gellman 提出经皮内镜下椎间盘摘除术后，内镜下椎间盘摘除术成为了腰椎间盘突出症有效的治疗方法^[14, 15]。由于内镜下椎间

盘摘除术本身存在手术视野有限、器械操作区域较小，内镜手术并不能适用于所有类型的椎间盘突出。钙化型椎间盘常常与神经根和硬脊膜之间存在严重的粘连，增加镜下分离难度和神经损伤风险，术后易出现脑脊液漏、神经支配区域麻木等并发症^[16]。内镜下对钙化的椎间盘进行摘除术难点包括：（1）在有限

的视野下, 很难安全有效分离神经和粘黏的钙化椎间盘; (2) 摘除钙化椎间盘基底部髓核后, 钙化的椎间盘不能像软性的髓核组织一样有回缩至椎间隙, 也很难造成钙化椎间盘漂浮以减少对神经的压迫; (3) 术中很难通过镜下髓核钳完全摘除钙化的椎间盘。

随着内镜技术的发展, 内镜下椎间盘摘除术的适应证也在不断增加, 并且可以达到与开放手术相同的临床疗效^[17-19]。内镜下对钙化椎间盘摘除包括 PEID 和 PETD 入路。PETD 和 PEID 在钙化型椎间盘的治疗中均有效改善了神经放射性疼痛、麻木等临床症状^[2, 7, 20]。本荟萃分析结果显示: PETD 和 PEID 均可应用于不同类型的钙化型椎间盘突出症的治疗, 并有效治疗钙化型椎间盘突出症。

然而, 不同入路的经皮内镜下钙化椎间盘摘除术的临床疗效仍存在争议。本研究结果显示, PETD 和 PEID 两种手术治疗钙化型椎间盘突出, 术后 1 d 和末次随访时疼痛 VAS 评分比较差异不具有统计学意义; 在末次随访时, 两种手术方式之间 ODI 评分、MacNab 评分差异不具有统计学意义。本研究结果证实, PEID 和 PETD 在改善疼痛、腰背肌功能障碍和术后优良率方面, 两者之间差异无明显统计学意义。

经皮内镜在非钙化型椎间盘突出症治疗中, PEID 较 PETD 手术时间更短, 且术中放射量更小, 但两种手术出血量比较差异不具有统计学意义^[21, 22]。与非钙化型椎间盘突出的内镜下手术相比, 钙化型椎间盘突出可显著增加内镜下椎间盘摘除难度, 显著增加手术时间, 而对出血量无显著影响^[23]。本研究结果显示, PEID 组手术时间、术中透视次数少于 PETD 组, 两组术中出血量比较差异无统计学意义。然而, 纳入本研究的 3 篇文献仅 1 篇对手术时间、术中出血量和术中透视次数进行了比较, PEID 是否较 PETD 表现出更小的手术创伤还需进一步临床研究。

PEID 和 PETD 治疗钙化型椎间盘突出时, 部分患者出现了硬膜撕裂、神经支配区域麻木、椎间盘突出复发等并发症^[3, 20, 24, 25]。然而, 两种手术方式出现相应并发症的发生率是否相同仍不清楚。本研究结果显示, 两种手术方式术后并发症发生率差异不具有统计学意义。在 2 篇报道了并发症的文献中, 经 PEID 组出现术后脑脊液漏 2 例、疼痛麻木 1 例; 在 PETD 组, 则出现术后脑脊液漏 2 例、疼痛麻木 1 例、复发 1 例。随着内镜技术的不断成熟, 通过采用镜下超声骨刀、悬浮钙化椎间盘等手术器械和手术技术, 有效

降低了内镜下钙化椎间盘摘除的并发症发生率^[20]。如: PEID 术中, 通过采用超声骨刀对钙化的椎间盘进行切除, 显著降低了钝性分离造成的硬脊膜撕裂^[2]; PETD 术中, 首先对钙化椎间盘突出节段椎间隙进行减压, 然后分离钙化的椎间盘与神经之间的粘连, 将钙化的椎间盘挤入已减压的椎间隙, 并从减压的椎间隙钳出钙化组织, 从而有效降低了术后神经损伤的发生^[20]。

综上所述, PEID 和 PETD 均可有效治疗钙化型腰椎间盘突出症。两种手术在术中出血量、改善下肢疼痛评分、腰椎功能评分、术后优良率以及并发症等方面相似, PEID 手术时间更短、术中放射透视次数更少。

本研究的不足之处: (1) 本研究纳入文献数量较少, 且为回顾性病例研究, 缺少前瞻性对照研究; (2) 不同研究存在手术节段分布不妥, 缺少对不同节段的亚组分析。

参考文献

- [1] Zehra U, Tryfonidou M, Iatridis JC, et al. Mechanisms and clinical implications of intervertebral disc calcification [J]. *Nat Rev Rheumatol*, 2022, 18 (6): 352-362. DOI: 10.1038/s41584-022-00783-7.
- [2] Cheng Y, Zhang Q, Li Y, et al. Percutaneous endoscopic interlaminar discectomy for L₅-S₁ calcified lumbar disc herniation: a retrospective study [J]. *Front Surg*, 2022, 9: 998231. DOI: 10.3389/fsurg.2022.998231.
- [3] Yu L, Wen JK, Wang S, et al. Removal of calcified lumbar disc herniation with endoscopic-matched ultrasonic osteotome - Our preliminary experience [J]. *Br J Neurosurg*, 2020, 34 (1): 80-85. DOI: 10.1080/02688697.2019.1687850.
- [4] Deyo RA, Mirza SK, Martin BI, et al. Trends, major medical complications, and charges associated with surgery for lumbar spinal stenosis in older adults [J]. *JAMA*, 2010, 303 (13): 1259-1265. DOI: 10.1001/jama.2010.338.
- [5] Gadjradj PS, Harhangi BS, Amelink J, et al. Percutaneous transforaminal endoscopic discectomy versus open microdiscectomy for lumbar disc herniation: a systematic review and meta-analysis [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2021, 46 (8): 538-549. DOI: 10.1097/brs.0000000000003843.
- [6] Chen Z, Zhang L, Dong J, et al. Percutaneous transforaminal endoscopic discectomy versus microendoscopic discectomy for lumbar disc herniation: two-year results of a randomized controlled trial [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2020, 45 (8): 493-503. DOI: 10.1097/brs.0000000000003314.
- [7] Yuan AL, Shen X, Chen B. Treatment of calcified lumbar disc herniation by intervertebral foramen remodeling: a retrospective study [J]. *J Pain Res*, 2022, 15: 1719-1728. DOI: 10.2147/jpr.S357033.

- [8] Chen Y, Wang JX, Sun B, et al. Percutaneous endoscopic lumbar discectomy in treating calcified lumbar intervertebral disc herniation [J]. *World Neurosurg*, 2019, 122: e1449–e1456. DOI: 10.1016/j.wneu.2018.11.083.
- [9] Lisheng H, Suhuai T, Dong Z, et al. A modified percutaneous transforaminal endoscopic surgery for central calcified thoracic disc herniation at the T11/T12 level using foraminoplasty and decompression: a case report [J]. *Front Surg*, 2023, 10: 1084485. DOI: 10.3389/fsurg.2023.1084485.
- [10] Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews [J]. *BMJ*, 2021, 18 (3): e1003583. DOI: 10.1136/bmj.n1601.
- [11] Tu Y, Ma T, Wen T, et al. Does unicompartmental knee replacement offer improved clinical advantages over total knee replacement in the treatment of isolated lateral osteoarthritis? A matched cohort analysis from an independent center [J]. *J Arthroplasty*, 2020, 35 (8): 2016–2021. DOI: 10.1016/j.arth.2020.03.021.
- [12] Cheng YP, Cheng XK, Wu H. A comparative study of percutaneous endoscopic interlaminar discectomy and transforaminal discectomy for L₅/S₁ calcified lumbar disc herniation [J]. *BMC Musculoskeletal Disord*, 2022, 23 (1): 244. DOI: 10.1186/s12891-022-05186-z.
- [13] 伊立, 董志坚, 王锁良, 等. 经皮椎间孔镜两种手术入路治疗钙化型腰椎间盘突出症的疗效比较 [J]. *中国疼痛医学杂志*, 2017, 23 (4): 277–282. DOI: 10.3969/j.issn.1006-9852.2017.04.008.
- Yi L, Dong ZJ, Wang SuL, et al. The comparative effectiveness of two different approach in treatment of calcified lumbar disc herniation by percutaneous transforaminal endoscopic discectomy [J]. *Chinese Journal of Pain Medicine*, 2017, 23 (4): 277–282. DOI: 10.3969/j.issn.1006-9852.2017.04.008.
- [14] 韦湛海, 张书娴, 沈子聪, 等. 经皮内镜治疗多节段腰间盘突出症的现状 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2022, 30 (24): 2246–2249, 2254. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2022.24.08.
- Wei ZH, Zhang SX, Shen ZC, et al. Current state of percutaneous endoscopic lumbar discectomy for multi-segmental lumbar disc herniation [J]. *Orthopedic Journal of China*, 2022, 30 (24): 2246–2249, 2254. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2022.24.08.
- [15] 王龙强, 付松, 邵诗泽, 等. 经椎间孔与经椎板间内镜治疗腰椎间盘突出症重度脱出 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2022, 30 (13): 1163–1168. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2022.13.03.
- Wang LQ, Fu S, Shao SZ, et al. Percutaneous endoscopic transforaminal discectomy versus translaminar counterpart for severely migrated lumbar disc prolapse [J]. *Orthopedic Journal of China*, 2022, 30 (13): 1163–1168. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2022.13.03.
- [16] Ahn Y. Endoscopic spine discectomy: indications and outcomes [J]. *Int Orthop*, 2019, 43 (4): 909–916. DOI: 10.1007/s00264-018-04283-w.
- [17] 徐世民, 李志卫, 于明东, 等. 内镜与通道经椎板切除青年巨大 L₅/S₁ 椎间盘突出 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2023, 31 (10): 870–875. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2023.10.02.
- Xu SM, LiZW, Yu MD, et al. Endoscopic translaminar discectomy versus channel counterpart for large L₅/S₁ disc herniation in young adults [J]. *Orthopedic Journal of China*, 2023, 31 (10): 870–875. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2023.10.02.
- [18] 胡向阳, 胡可君, 朱慧强, 等. 内镜与开放后路椎间融合术治疗腰椎退行性疾病 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2023, 31 (7): 607–612. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2023.07.06.
- Hu XY, Hu KJ, Zhu HQ, et al. Endoscopic versus open posterior lumbar interbody fusion for lumbar degenerative diseases [J]. *Orthopedic Journal of China*, 2023, 31 (7): 607–612. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2023.07.06.
- [19] Ahn Y, Keum HJ, Shin SH, et al. Laser-assisted endoscopic lumbar foraminotomy for failed back surgery syndrome in elderly patients [J]. *Lasers Med Sci*, 2020, 35 (1): 121–129. DOI: 10.1007/s10103-019-02803-7.
- [20] Shin SH, Bae JS, Lee SH, et al. Transforaminal endoscopic discectomy for hard or calcified lumbar disc herniation: a new surgical technique and clinical outcomes [J]. *World Neurosurg*, 2020, 143: e224–e231. DOI: 10.1016/j.wneu.2020.07.113.
- [21] Nie H, Zeng J, Song Y, et al. Percutaneous endoscopic lumbar discectomy for L₅/S₁ disc herniation via an interlaminar approach versus a transforaminal approach: a prospective randomized controlled study with 2-year follow up [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2016, 41 (Suppl 19): B30–b37. DOI: 10.1097/brs.0000000000001810.
- [22] Chen J, Jing X, Li C, et al. Percutaneous endoscopic lumbar discectomy for L₅/S₁ lumbar disc herniation using a transforaminal approach versus an interlaminar approach: a systematic review and meta-analysis [J]. *World Neurosurg*, 2018, 116: 412–420. DOI: e412.10.1016/j.wneu.2018.05.075.
- [23] Yuan AL, Shen X, Chen B. Treatment of calcified lumbar disc herniation by intervertebral foramen remodeling: a retrospective study [J]. *J Pain Res*, 2022, 15: 1719–1728. DOI: 10.2147/jpr.S357033.
- [24] Wang H, Zhou T, Gu Y, et al. Evaluation of efficacy and safety of percutaneous transforaminal endoscopic surgery (PTES) for surgical treatment of calcified lumbar disc herniation: a retrospective cohort study of 101 patients [J]. *BMC Musculoskeletal Disord*, 2021, 22 (1): 65. DOI: 10.1186/s12891-020-03938-3.
- [25] Kim HS, Adsul N, Ju YS, et al. Full endoscopic lumbar discectomy using the calcification floating technique for symptomatic partially calcified lumbar herniated nucleus pulposus [J]. *World Neurosurg*, 2018, 119: 500–505. DOI: 10.1016/j.wneu.2018.06.133.

(收稿:2023-05-17 修回:2024-05-24)
(同行评议专家: 赵志刚, 唐六一, 汪雷)
(本文编辑: 郭秀婷)