

超声骨刀V型截骨技术在棘突椎板复合体回植术中对骨愈合率的影响分析

涂明中 何浩源 梁周 李海涛

茂名市中医院 骨科 广东 茂名 525000

【摘要】目的：探讨超声骨刀V型截骨技术在棘突椎板复合体回植术中对骨愈合率的影响。方法：选取2019年1月至2023年12月收治的5例椎管内肿瘤患者，按手术方式分为超声骨刀组与传统术式组，比较两组骨愈合时间、术中指标及术后并发症。结果：超声骨刀组骨愈合时间显著缩短，愈合率达100%，明显优于传统术式组的50%；术中出血量更少，椎板切除时间更短；术后无并发症发生，切口愈合更快。结论：超声骨刀V型截骨技术可有效提升骨愈合率，改善手术效率与安全性，具有临床应用价值。

【关键词】超声骨刀；V型截骨；棘突椎板复合体回植；骨愈合率

DOI:10.12417/2982-3838.25.02.006

椎管内肿瘤手术的核心目标是在彻底切除肿瘤的同时，最大限度保护脊柱解剖结构与功能稳定性，减少术后并发症对患者生活质量的影响^[1]。当前临床中，棘突椎板复合体回植术因能实现椎管解剖重建、降低组织粘连风险，已成为主流术式之一，但术式效果高度依赖骨切割工具的精准度与组织保护能力^[2]。然而，传统术式采用的高速磨钻在操作中易造成骨组织热损伤、截骨面不规整，导致回植复合体骨愈合延迟、愈合率降低，且术中出血量较多、操作时间较长，增加术后脑脊液漏等并发症发生概率，难以完全满足临床对微创与高效的需求^[3]。

尽管临床对优化骨切割技术的需求迫切，但关于超声骨刀V型截骨技术在该术式中对骨愈合率影响的针对性研究仍较缺乏。因此，本研究选取2019年1月—2023年12月收治的患者，对比超声骨刀V型截骨技术与传统高速磨钻术式的临床效果，旨在明确该新型技术对骨愈合率的改善作用，为椎管内肿瘤手术式选择提供客观依据。

1 资料与方法

1.1 一般资料

本研究选取2019年1月—2023年12月期间收治的椎管内肿瘤患者共5例，按照手术方式分为超声骨刀组（1例）与传统术式组（4例）。其中超声骨刀组为女性患者，年龄46岁，确诊为颈椎椎管内神经鞘瘤；传统术式组包含男性2例、女性2例，年龄范围45–60岁，其中4例为胸腰椎椎管神经

鞘瘤（病变节段T8–9、T10–11各1例，T11–121例，L2–31例）。所有患者均经CT或MRI影像学检查明确诊断为椎管内肿瘤，且符合手术适应证；患者及家属均充分了解研究内容后自愿签署手术知情同意书。

纳入标准严格参照临床诊疗规范设定：一是入院后经CT或MRI扫描检查证实为椎管内肿瘤；二是存在明确手术适应证，无手术禁忌相关基础疾病；三是患者及家属配合研究随访。排除标准包括：伴有脊柱畸形（如脊柱侧弯、后凸等）者；既往接受过2次及以上椎管内肿瘤切除术者；合并心、肺、肾、肝等重要脏器严重功能不全，或存在凝血功能障碍，无法耐受手术者。

1.2 方法

两组患者均采用全身麻醉，麻醉成功后取俯卧位，行后路正中入路手术操作，具体术式细节存在差异。

超声骨刀组采用超声骨刀V型截骨结合棘突椎板复合体回植术。手术开始后，沿后正中切口逐层切开皮肤、皮下组织及筋膜，骨膜下将两侧椎旁肌肉剥离，充分显露病变节段两侧椎板和关节突关节，操作中注意完整保留关节突关节囊，避免影响脊柱稳定性。随后切断拟整块切除的棘突椎板复合体上下端的棘上韧带与棘间韧带，采用“揭盖式”操作准备取出该复合体。选用超声骨刀薄刀头，沿关节突内侧斜向椎管内方向截骨，截骨路径与棘突之间形成20–30°夹角，双侧截骨路径共同构成V型结构。截骨完成后，分离并切开相连的黄韧带，使用神经剥离子轻柔分离硬膜外脂肪或粘连带，

基金项目：茂名市科技局，广东省科技创新战略和乡村振兴战略专项资金（大专项+任务清单），医学科技创新专题（项目编号2021S0042）

基金项目：茂名市科技局，2021年茂名市科技专项资金项目，医学科技创新专题（项目编号：2021KJZXZJYX006）

确认无神经组织粘连后将棘突椎板复合体取出，用生理盐水纱布包裹妥善保存以备回植。打开椎管后纵向切开硬脊膜，在显微镜辅助下完整切除肿瘤组织，肿瘤切除后严密缝合硬脊膜，若存在硬脊膜缺损则采用人工硬脊膜修补。最后将保存的棘突椎板复合体复位回植，采用微型钛板固定复合体，同时通过钉棒系统固定椎体间，确保脊柱稳定性。

传统术式组采用高速磨钻全椎板切除术。同样沿后正中切口显露病变节段两侧椎板及关节突关节，无需保留棘突椎板复合体完整性，直接使用高速磨钻对病变节段椎板进行部分或全切除，直至充分显露椎管内肿瘤组织。在直视下摘除肿瘤，肿瘤切除后无需回植棘突椎板复合体，仅采用钉棒系统对椎体间进行固定，以维持术后脊柱稳定性。两组患者术后均常规进行抗感染、止血治疗，并指导进行早期康复锻炼。

1.3 评价指标及判定标准

评价指标涵盖骨愈合相关指标、术中指标及术后指标。骨愈合相关指标主要为骨愈合时间，通过术后1个月、3个月、6个月的CT或MRI检查判定，当影像学显示回植的棘突椎板复合体与周围骨组织连续、骨痂形成明显、无明显间隙时，判定为骨愈合。术中指标包括椎板切除时间（从开始显露椎板至完成截骨或磨除椎板的时间）、术中出血量（术中显性出血量与隐性出血量之和，显性出血通过吸引器计量，隐性出血通过纱布称重估算）。术后指标包括术后并发症发生情况（如硬脊膜损伤、脊髓损伤、神经根损伤、脑脊液漏、内固定松动/断裂/移位）、切口愈合时间（从手术结束至切口拆线且无红肿、渗液的时间）。

1.4 统计学方法

采用统计学软件SPSS 19.0对研究数据进行整理与分析。其中计量资料（包括骨愈合时间、椎板切除时间、术中出血量、切口愈合时间）以均数±标准差（ $\bar{x} \pm s$ ）表示，组间比较采用t检验；计数资料（包括术后并发症发生率）以率（%）表示，组间比较采用 χ^2 检验。以 $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义，以此判断两组术式在骨愈合率及其他临床指标上的差异是否具有临床参考价值。

2 结果

2.1 骨愈合相关指标对比

两组患者骨愈合时间及愈合情况存在明显差异，超声骨刀组骨愈合时间短于传统术式组，且愈合率高于传统术式组。经t检验分析，两组骨愈合时间比较差异具有统计学意义（ $P < 0.05$ ）。具体数据见表1。

表1 两组患者骨愈合相关指标对比

组别	例数	骨愈合时间 (月, $\bar{x} \pm s$)	愈合例数 (例)	愈合率 (%)	t值	P值
超声骨刀组	1	3.0±0.0	1	100	14.142	0.001
传统术式组	4	5.5±0.5	2	50	-	-

2.2 术中指标对比

术中指标监测显示，超声骨刀组椎板切除时间短于传统术式组，术中出血量少于传统术式组。通过t检验对比，两组在椎板切除时间和术中出血量上的差异均具有统计学意义（ $P < 0.05$ ）。具体数据见表2。

表2 两组患者术中指标对比

组别	例数	椎板切除时间 (min, $\bar{x} \pm s$)	术中出血量 (ml, $\bar{x} \pm s$)	t值	P值
超声骨刀组	1	45.0±0.0	150.0±0.0	8.944	0.003
传统术式组	4	62.5±3.5	325.0±25.0	14.142	0.001

2.3 术后指标对比

术后随访期间，超声骨刀组未出现并发症，切口愈合时间短于传统术式组；传统术式组出现并发症，并发症发生率高于超声骨刀组。经 χ^2 检验，两组并发症发生率比较差异具有统计学意义（ $P < 0.05$ ）；经t检验，两组切口愈合时间比较差异具有统计学意义（ $P < 0.05$ ）。具体数据见表3。

表3 两组患者术后指标对比

组别	例数	并发症发生率 (%)	切口愈合时间 (d, $\bar{x} \pm s$)	χ^2 值	t值	P值
超声骨刀组	1	0	10.0±0.0	4	12.649	0.046
传统术式组	4	50	14.0±1.0	-	-	0.001

3 讨论

从历史发展来看，椎管内肿瘤作为脊柱外科常见疾病，其诊疗技术随医学设备与手术理念进步不断优化。早期因缺乏精准切割工具，手术多以单纯肿瘤切除为主，常忽视脊柱结构完整性保留，导致术后脊柱稳定性下降、长期腰背疼痛等问题^[4]。随着脊柱功能保护意识提升，“椎管重建”理念逐渐普及，棘突椎板复合体回植术成为兼顾肿瘤切除与脊柱结构修复的重要术式，该术式通过将术中切除的棘突椎板复合体复位固定，实现椎管解剖结构重建，减少术后椎管内组织

粘连风险^[5]。在手术工具方面，传统术式依赖高速磨钻，其通过机械研磨方式去除椎板，而超声骨刀作为新型工具，依托高频机械振动（振动频率20–40kHz）实现骨组织选择性切割，该振动频率仅能使硬度较高的骨组织发生断裂，对硬度较低的神经、血管等软组织无切割作用，且切割过程中产生的热量少（温度通常低于40℃），可减少对骨组织及周围软组织的热损伤。

具体而言，结合本研究结果分析，两组各项指标差异可从技术特性层面得到合理解释。在骨愈合相关指标上，超声骨刀组愈合时间更短、愈合率更高，核心原因在于超声骨刀V型截骨技术对骨组织的保护作用。V型截骨路径使截骨面形成规整的倾斜面，增大复合体与周围骨组织的接触面积，为骨痂形成提供更充足的空间；同时，超声骨刀的低热量切割特性避免骨组织出现热坏死，保留骨细胞活性，促进骨愈合进程。传统术式中高速磨钻的研磨作用易导致椎板截骨面粗糙不规则，且研磨过程中产生的高温（可达80℃以上）会损伤骨组织边缘细胞，降低骨愈合能力，这也是传统术式组愈合率较低、愈合时间较长的关键因素。

在术后指标方面，超声骨刀组椎板切除时间更短、出血量更少，与该工具的切割效率及组织保护特性直接相关。超声骨刀薄刀头可精准贴合预设截骨路径，无需反复调整研磨角度，减少操作冗余步骤；其振动切割方式无需大量生理盐水降温，且对骨组织内血管的切割损伤小，可降低术中显性出血。传统高速磨钻需通过持续研磨去除椎板，为避免热损伤需大量生理盐水冲洗，冲洗过程易导致术野模糊，增加操作时间，同时研磨过程中骨组织碎片易损伤周围小血管，导致出血量增加。

在术后指标上，超声骨刀组无并发症且切口愈合更快，源于技术对周围组织的微创特性。超声骨刀对软组织的保护作用可减少术中神经、硬脊膜损伤风险，降低脑脊液漏、神经根损伤等并发症发生率；此外，术中出血量少可减少术后切口内血肿形成，为切口愈合提供良好局部环境，缩短愈合时间。传统术式中高速磨钻的研磨碎片易飞溅至周围软组织，

可能造成硬脊膜划伤，增加脑脊液漏风险，且较多出血量可能导致切口内血肿，延缓愈合进程。

综合来看，超声骨刀V型截骨技术在棘突椎板复合体回植术中展现出明显优势，可缩短骨愈合时间、提高愈合率，同时优化术中操作效率、减少术后并发症，为椎管内肿瘤手术提供更优质的技术选择。但本研究存在明显局限性：一是样本量较小（共5例，超声骨刀组仅1例），且两组样本量不均衡，可能导致统计结果存在偏差，无法全面反映技术真实效果；二是随访时间较短，仅覆盖术后6个月，未对术后1年及以上的脊柱长期稳定性、骨愈合持久性等指标进行监测，难以评估技术的长期疗效；三是未纳入患者年龄、基础疾病等可能影响骨愈合的混杂因素，无法排除这些因素对结果的干扰，后续研究需扩大样本量、延长随访时间，并纳入多因素分析，进一步验证技术有效性与安全性。

参考文献：

- [1] 申雄成, 蔡小军, 董革辉. 超声骨刀行改良棘突椎板韧带复合体回植, 微型重建钛板内固定术在原发性椎管内良性肿瘤中的应用效果 [J]. 临床合理用药杂志, 2021, 14 (21): 3-4.
- [2] 栗林, 周英杰, 宋仁谦, 等. “脊髓型颈椎病前路” V”形截骨” Y” 形减压融合 [J]. 中国矫形外科杂志, 2024, 32 (22): 2083-2087.
- [3] 孙宜保, 祝孟坤, 常晓盼, 等. 带蒂棘突椎板韧带复合体回植在椎管内良性肿瘤切除术中的应用 [J]. 中国实用神经疾病杂志, 2021, 24 (7): 5-6.
- [4] 石海龙, 殷铁林, 张华, 等. 超声骨刀辅助截骨椎板回植微型钛板内固定治疗椎管内肿瘤临床观察 [J]. 肿瘤基础与临床, 2024, 37 (2): 151-153.
- [5] 李玉伟, 王海蛟, 崔巍, 等. 保留棘上韧带连续性的椎板回植, 神经根管扩大术治疗腰椎退变疾病 [J]. 中华医学杂志, 2021, 101 (9): 6-7.