

doi:10.3969/j.issn.1006-9852.2023.03.013

• 临床病例报告 •

CT 引导下经皮后路脊柱内镜治疗胸椎黄韧带骨化症的疗效分析

宁本翔 林 建 王婷婷 朱 彤[△] 陶高见
(南京大学医学院附属鼓楼医院疼痛科, 南京 210000)

胸椎黄韧带骨化症 (thoracic ossification of the ligamentum flavum, TOLF) 是造成胸椎管狭窄和脊髓压迫的主要疾病, 高达 51% 因胸段脊髓压迫需要手术的病人与黄韧带骨化相关^[1], 其特征为胸椎黄韧带的异位骨化。TOLF 以东亚地区多见^[2], 国内人群发病率为 3.8%~63.9%^[3-5]。主要症状为胸背部疼痛、胸部束带感、下肢麻木、乏力, 严重时可出现步态异常、下肢痉挛性瘫痪等。若病人出现脊髓压迫症状, 保守治疗往往效果不佳, 建议早期行减压手术治疗^[2,6]。开放性手术是目前治疗 TOLF 的主流, 但是创伤大、费用高、恢复时间长。随着脊柱内镜技术的成熟, 采用脊柱内镜手术是治疗 TOLF 的一个发展方向。本研究回顾性分析 2021 年 11 月至 2022 年 2 月我科在 CT 引导下经皮后路脊柱内镜治疗 TOLF 6 例, 取得明显的疗效, 总结了一定的经验。现报告如下。

方 法

1. 一般资料

本研究共纳入 TOLF 病人 6 例, 其中男性 3 例, 女性 3 例。6 例病人一般资料见表 1。

纳入标准: ① MR、CT 提示单节段 TOLF; ② 症状、体征与影像学相符, 典型症状包括: 胸背部疼痛、胸部束带感、下肢麻木无力、步态异常等; ③保守治疗 3 个月无改善; ④初次接受胸椎手术且同意接受胸椎脊柱内镜手术。

排除标准: ①既往有胸椎外伤史、手术史; ②存在胸椎脊柱畸形; ③不能配合手术 (精神异常或不能耐受手术体位); ④存在手术禁忌证 (如全身感染未控制、凝血功能异常、3 个月内心脑血管疾患等)。

2. 手术方法

病人入室后, 取俯卧位。CT 平扫根据钙化位置确定手术靶点 (骨化的黄韧带) 和穿刺路径 (见图 1)。常规消毒铺巾, 1% 利多卡因逐层浸润麻醉, 取 18G 穿刺针沿穿刺路径至椎板。CT 平扫确定穿刺针位置可, 再注入 1% 利多卡因 5 ml。经穿刺点做 10 mm 左右手术切口, 置入导丝, 逐层扩张软组织并置入 9 mm 工作套管。经工作套管置入 7.5 mm 环锯, 在椎板上轻旋 2~3 mm, 作为镜下标记。CT 平扫确认环锯与靶点的相对位置, 根据环锯与靶点的相对位置微调开窗位置 (见图 2)。于环锯内置入脊柱内镜, 镜下清除软组织、暴露骨质及环锯印记, 以该印记为镜下标志物 (见图 3)。参照 CT 平扫所得环锯与靶点的相对位置, 镜下环锯打磨椎板与部分关节突关节 (见图 4)。开窗后利用神经拉钩仔细分离黄韧带与硬膜囊间隙, 金刚砂磨钻、咬骨钳去除骨化的黄韧带, 暴露椎管。CT 平扫检查骨化组织是否完成清除, 有目标的去除残余致压物。待硬膜囊和/或神经根波动良好、无明显致压、症状改善 (见图 5), 彻底止血后结束手术。

3. 评价指标

记录术前、术后 3 天、术后 6 个月视觉模拟评分法 (visual analogue scale, VAS) 评分评估疼痛情况;

表 1 一般资料

项目	病例 (n = 6)
平均年龄	60.5 ± 14.5 (44~78)
男/女	3/3
病程 (月)	93.5 ± 72.4 (4~180)
手术节段	T ₂₋₃ 1 例; T ₁₀₋₁₁ 2 例; T ₁₁₋₁₂ 2 例; T ₁₂ ~L ₁ 1 例
手术时长 (min)	61.7 ± 16.0 (40~90)
术后住院时间 (天)	3.3 ± 0.5 (3~4)
术后并发症	16.7% (1 例出现肋间神经痛, 3 天后缓解)

[△] 通信作者 朱彤 1911033561@qq.com

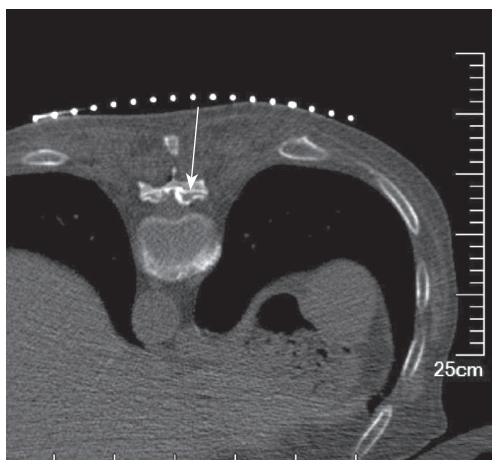


图1 利用 CT 平扫,以骨化的黄韧带为靶点,精准设计穿刺路径(白色箭头所示)

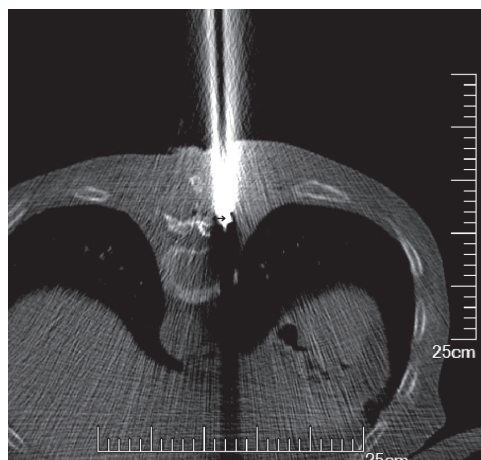


图2 置入环锯后轻旋 2~3 mm,通过 CT 平扫可以判定锚定点位置不佳,经 CT 下测量(黑色箭头所示)需向内微调 4~5 mm

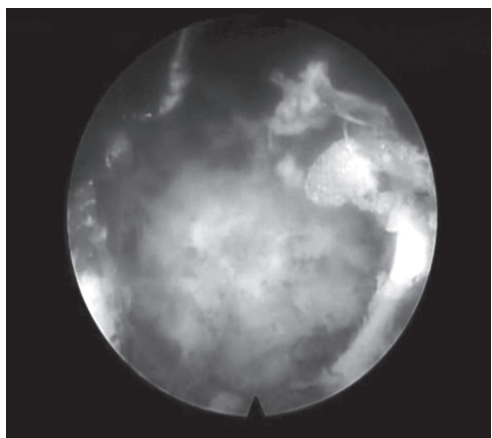


图3 环锯于椎板表面轻旋留下的痕迹,结合 CT 平扫结果,以整个环形齿痕作为镜下视野的参照物

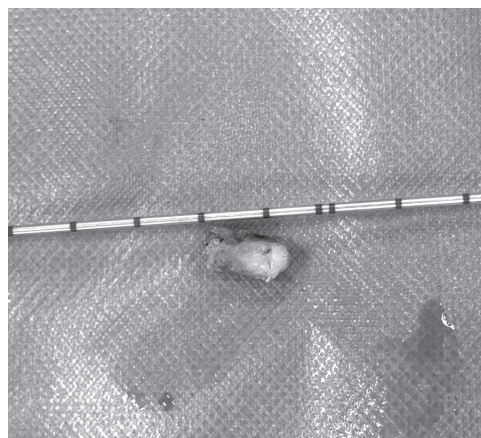


图4 镜外环锯磨除的骨质

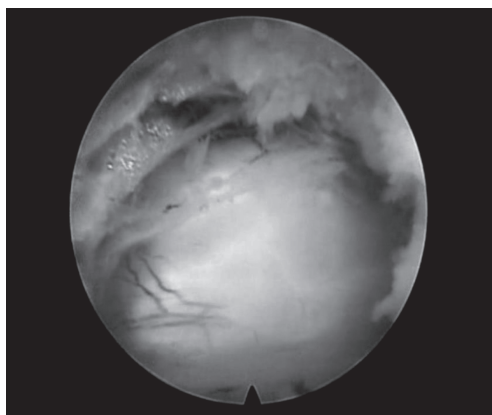


图5 硬膜囊充血、搏动良好,未见明显致压物

术前、术后 6 个月记录 Oswestry 功能障碍指数评分 (Oswestry disability index, ODI); 术后 6 个月记录改良 MacNab 分级评估临床预后:“优”为症状完全消失,恢复原来的工作和生活;“良”为有轻微症

状,活动轻度受限,对工作生活无异常;“可”为症状减轻,活动受限,影响正常工作和生活;“差”为治疗前后无差别,甚至加重。记录术中是否有脊髓和/或神经根损伤、硬膜囊撕裂、脑脊液漏、感染等并发症。

术前定位、术后 3 天行 CT 检查,通过医学影像处理软件(规格型号:uWS-MR,上海联影医疗科技有限公司)计算横断面椎管面积残余率^[7]。CT 横断面椎管面积残余率=椎管面积/椎管发育性面积×100%;椎管面积:取同一椎体的椎弓根平面图像,测量其最宽处的椎弓根间距,将这一间距作为黄韧带骨化最大平面上的椎管横径,作过此横径两端点的垂直线为椎管侧界,再测量其椎管面积;椎管发育性面积:即同一椎体椎弓根平面的椎管横断面积(见图 6)。

4. 统计学分析

采用 SPSS 23.0 统计软件进行统计分析,正态

分布的计数资料以均数 ± 标准差 ($\bar{x} \pm SD$) 表示, VAS 评分、ODI 评分、椎管面积残余率采用配对 t 检验, 改良 MacNab 分级采用卡方检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

1. 术后评价指标
- VAS 评分术后 3 天即有明显改善, 疼痛术后 6 个月进一步减轻; ODI 评分在术后 6 个月明显降低; 改良 MacNab 分级评估 6 例病人预后, 有 5 例“优”、1 例“良”, 优良率 100% (见表 2); 有 1 例病人在术后出现肋间神经痛, 3 天后消失。
2. 横断面椎管面积残余率
- 术前椎管面积残余率为 $81.86\% \pm 9.61\%$, 术后 6 个月为 $96.30\% \pm 9.21\%$, 有明显增加 ($P < 0.001$, 见表 2)。

讨 论

胸椎黄韧带骨化症 (TOLF) 是常见的脊柱退行性病变, 主要发生在下胸椎, 一旦确诊需尽早行减压手术治疗, 防止脊髓、神经受压而形成不可逆的损伤。传统的开放手术术式包括: 椎板切除术、椎板切开术、椎板成形术等^[8]。近年来, 经皮脊柱内镜技术逐渐成为传统开放手术的“替代”治疗方式。脊柱内镜技术始于 1998 年 Yeung 等^[9] 首创 YESS 技术 (yeung endoscopic spine system),

2002 年 Hoogland 等^[10] 在此基础上行技术改进提出了 TESSYS 技术 (transforaminal endoscopic spine system)。经皮脊柱内镜技术历经 20 余年发展, 在技术、器械、微创理念方面已趋于成熟, 手术适应证也不断拓展。目前脊柱内镜治疗 TOLF 仍处于初步探索阶段, 我们以“胸椎黄韧带骨化症”“脊柱内镜”为关键词于中国知网、万方数据知识服务平台检索, 共计获得 6 篇文献^[11~16]。本研究以本团队手术的病例对经皮后路脊柱内镜治疗 TOLF 总结经验、分析不足。

1. 引导方式

本研究均在 CT 引导下完成手术, 现将引导方式的优势总结如下: ①穿刺路径定位精确, 检索到的 6 篇文献报道均采用 X 线下节段定位, 本研究 CT 下定位骨化的黄韧带为靶点, 可以做到精确定位; ②精准减压, 胸椎解剖结构、组织形态、骨化位置因人而异, 不同于腰椎在脊柱内镜下有明确的解剖定位结构, 采用 X 线下节段定位, 根据术前 CT 或 MR 粗略估计减压范围, 会造成减压过多影响脊柱稳定性或减压不足影响疗效等可能, 更甚至可能出现节段错误的重大事故。对术者脊柱内镜手术经验要求高、学习曲线长, CT 平扫可以清晰显示胸椎解剖结构、骨化组织, 从而精准的规划出减压范围; ③手术结束的参考指标, X 线引导手术的结束指标, 均以镜下视野为主 (硬膜囊、神经根、脊髓受压部位解压), 往往依赖于术者的经验, CT 平扫可以清晰显示骨化组织是否有残留、减压是否充分, 结合镜下视野, 在结束手术前对残

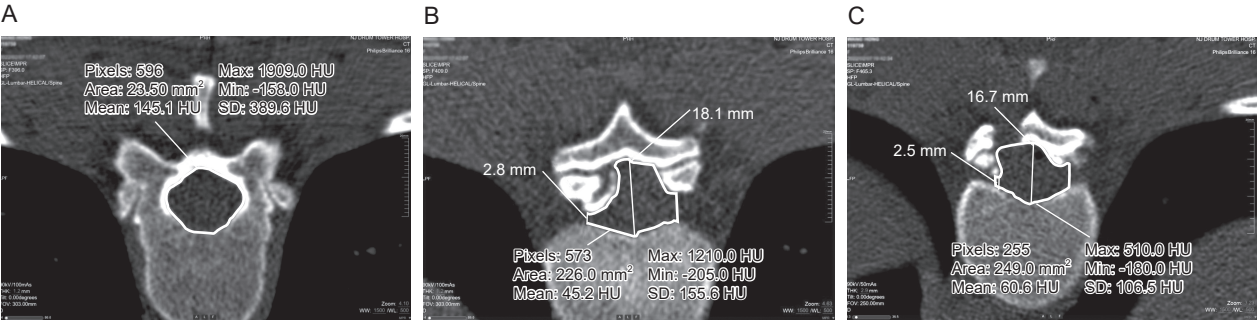


图 6 (A) 椎管发育性面积; (B) 术前椎管面积; (C) 术后椎管面积

表 2 术后评价指标比较

	VAS 评分	ODI 评分	椎管面积残余率 (%)	改良 MacNab 分级 (%)
术前	6.00 ± 1.10	69.63 ± 12.62	81.86% ± 9.61%	-
术后 3 天	1.50 ± 0.55***	-	-	-
术后 6 个月	0.33 ± 0.52***	5.56 ± 5.58***	96.30% ± 9.21%***	100%

*** $P < 0.001$, 与术前相比



留骨化组织进一步清理,可以做到充分、有目标的减压。

2. 锚定方法

颈椎有“V点”作为脊柱内镜下视野解剖标志,腰椎有关节突关节、“安全三角”作为参考,胸椎解剖结构在镜下无明显参照物,黄韧带骨化组织变异大、分型多,有学者按照 TOLF 骨化的不同程度和位置可分为五种类型^[1],对于术者尤其是初次接触胸椎脊柱内镜的术者而言,会有一种镜下“迷失”感。为解决该难题,王可然等^[11]用 2.0 克氏针锚定病变节段,然后利用超声骨刀或高速磨钻开窗、减压。本研究采用 CT 下镜外环锯锚定的方法:逐层扩张至目标椎板后置入环锯轻旋 2~3 mm,然后 CT 平扫明确环锯位置是否理想,若位置佳,于环锯内置入脊柱内镜,直视下环锯打磨,然后利用磨钻打磨残留的骨化组织;若位置不佳,以环锯的齿痕为参照物,结合 CT 平扫测量的结果有目标的调整。该锚定方法的优势:①环锯直径较大,环形齿痕明显,易于辨认,克氏针仅为一个点;②环锯相比于克氏针不易进椎管。Wu 等^[17]报道颈椎后路脊柱内镜手术中使用克氏针锚定出现 2 例全脊髓麻醉,有脊髓损伤的风险,胸椎脊柱内镜使用克氏针锚定的文献较少,检索到的 6 篇文献中仅有 1 篇使用了锚定方法,故相关并发症的报道较少;③环锯锚定后根据 CT 平扫结果测量与靶点位置的差距,镜下可有方向的微调,从而有利于精准减压。

3. 经皮后路脊柱内镜治疗 TOLF 的优势

一项针对 16 项临床研究(包含 465 例病人)的系统性回顾表明开放手术的平均恢复率为 31%~68%,平均并发症发生率为 24%,其中脑脊液漏是最常见的术后并发症(19%),其次是神经功能恶化(5%)^[18]。本研究并发症发生率 16.7%,仅 1 例出现短时间的肋间神经痛,考虑是手术中工作套管压迫神经导致。相较于开放手术,经皮后路脊柱内镜治疗 TOLF 有如下优势:①局部麻醉清醒下手术,病人在清醒状态可以及时反馈可能的神经刺激或脊髓压迫等造成的异感,相当于更高效、及时、准确、无干扰的电生理监测,尤其是在分离直接压迫硬膜囊的骨化组织时,高速磨钻、咬骨钳过深易造成神经、脊髓的压迫,从而出现神经功能恶化的可能,病人的及时反馈可以提醒术者操作轻柔仔细;②镜下视野清晰,常用脊柱内镜可以放大 20 倍视野,利用镜下电极充分止血,在有冲洗液的环境中可清晰分辨组织间隙,易于操作;③结合影像引导技术,运用合理的技术能够实现精准减压,具有创伤小、

花费少、恢复快、不影响脊柱稳定性等优势。

本研究尚存在不足之处:研究样本较少,需要进一步行大样本的临床研究;随访时间短,本研究随访时间 6 个月,需要进一步延长随访时间以观察后期临床效果;缺少对照组,本研究均为经皮后路脊柱内镜组,可考虑与外科手术组进行对照研究。

经皮后路脊柱内镜治疗 TOLF 尚处于探索阶段,引导方法、手术技巧、手术器械等仍有较大的进步空间。但是在现有的研究中,该技术在治疗 TOLF 方面已经体现出了一定的优势,值得进一步探讨和研究。

利益冲突声明:作者声明本文无利益冲突。

参 考 文 献

- [1] Aizawa T, Sato T, Sasaki H, *et al.* Thoracic myelopathy caused by ossification of the ligamentum flavum: clinical features and surgical results in the Japanese population[J]. J Neurosurg Spine, 2006, 5(6):514-519.
- [2] Ahn DK, Lee S, Moon SH, *et al.* Ossification of the Ligamentum Flavum[J]. Asian Spine J, 2014; 8:89-96.
- [3] Guo JJ, Luk KDK, Karppinen J, *et al.* Prevalence, distribution, and morphology of ossification of the ligamentum flavum: a population study of one thousand seven hundred thirty-six magnetic resonance imaging scans[J]. Spine (Phila Pa 1976), 2010, 35(1):51-56.
- [4] Liang H, Liu G, Lu S, *et al.* Epidemiology of ossification of the spinal ligaments and associated factors in the Chinese population: a cross-sectional study of 2000 consecutive individuals[J]. BMC Musculoskelet Disord, 2019, 20(1):253.
- [5] Lang N, Yuan HS, Wang HL, *et al.* Epidemiological survey of ossification of the ligamentum flavum in thoracic spine: CT imaging observation of 993 cases[J]. Eur Spine J, 2013, 22(4):857-862.
- [6] Hirabayashi S. Ossification of the ligamentum flavum[J]. Spine Surg Relat Res, 2017, 1(4):158-163.
- [7] 刘宁. 胸椎黄韧带骨化椎管侵占与神经损害的关系[R]. 北京:北京大学. 2007.
- [8] 鲁澜涛, 朱健, 孙凯强, 等. 胸椎黄韧带骨化症的手术治疗进展[J]. 脊柱外科杂志, 2021, 19(5):341-346.
- [9] Yeung AT, Yeung CA. Advances in endoscopic disc and spine surgery: foraminal approach[J]. Surg Technol Int, 2003, 11:255-63.
- [10] Hoogland T, Schubert M, Miklitz B, *et al.* Transforaminal posterolateral endoscopic discectomy with or without the combination of a low-dose chymopapain: a prospective randomized study in 280 consecutive cases[J]. Spine, 2006, 31(24):E890-E897.



- [11] 王可然, 廖从刚, 高翔, 等. 经皮脊柱内镜治疗胸椎黄韧带骨化症的临床研究 [J]. 中国骨与关节杂志, 2019, 8(2):92-97.
- [12] 王朝晖, 崔为良, 薛经来, 等. 微创脊柱内镜治疗胸椎黄韧带骨化症的疗效评价及相关性研究 [J]. 吉林医学, 2020, 41(7):1594-1597.
- [13] 齐慧, 吴彬彬, 占恭豪, 等. 经皮后路脊柱内镜手术治疗胸椎黄韧带骨化症 2 年疗效随访研究 [J]. 中国微创外科杂志, 2020, 20(8):717-720.
- [14] 李岳飞, 李瑞, 王光林, 等. 后路经皮内镜减压治疗胸椎黄韧带骨化症 [J]. 中国矫形外科杂志, 2020, 28(15):1390-1394.
- [15] 程晓康, 陈宾, 裴瑞琪, 等. 经皮内镜技术治疗胸椎黄韧带骨化症 1 例报告 [J]. 实用骨科杂志, 2019, 25(9):852-855.
- [16] 何丁文, 缪新新, 吴添龙, 等. 经皮脊柱内镜微创技术治疗胸椎黄韧带骨化症 [J]. 中国矫形外科杂志, 2019, 27(11):1039-1042.
- [17] Wu W, Yan Z. Intraoperative total spinal anesthesia as a complication of posterior percutaneous endoscopic cervical discectomy[J]. Eur Spine J, 2018, 27(S3):431-435.
- [18] Hou X, Chen Z, Sun C, *et al.* A systematic review of complications in thoracic spine surgery for ossification of ligamentum flavum[J]. Spinal Cord, 2018, 56(4): 301-307.

• 国际译文 •

早期爱抚通过速激肽 1—催产素通路促进成年社会交往

爱抚是母鼠和幼鼠交流的重要方式。早期的爱抚让幼鼠感到舒服、安全，有助于幼鼠长大后建立亲社会行为。催产素是“爱的荷尔蒙”，促进社会交往。爱抚不仅可以提高血浆的催产素含量，还可以促进催产素神经元 c-fos 表达。爱抚通过什么神经环路促进社会交往？北京大学于翔团队对此进行解析。主要结果：（1）研究者模拟母鼠对幼鼠的爱抚行为，给予幼鼠规律、轻柔温和、能激发愉悦感的抚摸刺激。在分子和细胞层面，爱抚增加下丘脑室旁核 (paraventricular hypothalamus, PVH) 催产素表达，并且提高催产素神经元的自发放电频率。在行为层面，早期接受过爱抚的小鼠，成年后表现出更多的社会交往和积极的条件性位置偏好 (conditioned place preference, CPP)。（2）在催产素基因敲除小鼠中，上述爱抚诱导的分子、细胞和行为学变化，均显著下降。通过化学遗传学方法激活幼鼠催产素神经元，小鼠成年后，表现出更多的社交交往和积极的 CPP。因此，爱抚通过激活 PVH 催产素神经元活动，促进社会交往。（3）PVH 催产素神经元的上游脑区在哪儿？该脑区如何将触觉信息传入给 PVH 的催产素神经元？采用逆行示踪和光遗传学等方法证明，外侧和腹外侧中脑导水管周围灰质 (lateral and ventrolateral periaqueductal gray, l/vlPAG) 的速激肽 1 型 (tachykinin 1, Tac1⁺) 神经元，可与 PVH 的催产素神经元建立兴奋性单突触连接，促进催产素的释放。（4）进一步的逆行示踪结果表明，PVH 的 Tac1⁺ 神经元接收来自脊髓三叉神经核 (Sp5)、薄束核以及楔束核的投射。这三个核团，恰好可以传递外界的触觉信息。（5）特异性敲除 l/vlPAG 的 Tac1⁺ 神经元，或者抑制 Tac1⁺ 神经元的电活动，均可以降低早期爱抚的作用。（6）特异性激活 l/vlPAG 的 Tac1⁺ 神经元，可以增加爱抚的作用，促进社会交往。因此，早期爱抚通过激活 l/vlPAG 的 Tac1⁺ 神经元，诱发 PVH 催产素的释放，进而促进成年的社会交往。该研究为孤独症等疾病的治疗提供新思路。

(Yu H, Miao W, Ji E, *et al.* Social touch-like tactile stimulation activates a tachykinin 1-oxytocin pathway to promote social interactions. *Neuron*, 2022, 110(6):1051-1067.e7. 北京大学神经科学研究所, 刘风雨 译)