



• 科研简报 •

CT 引导下低温等离子射频消融术治疗颈源性胸痛的
近期疗效*李丽梅¹ 刘晓东² 刘婷婷¹ 刘悦¹ 徐幼苗¹ 赵健鑫³ 张志利^{1△}(秦皇岛市第一医院¹疼痛科; ²超声诊断一科; ³放疗科, 秦皇岛 066000)

胸痛是疼痛门诊病人常见的就诊原因, 但多数病人并无心血管系统异常发现, 即大多数胸痛病人为非心源性胸痛^[1,2]。非心源性胸痛可发生在各种胃肠道疾病(如食道、胃、胆胰)中, 但也可由骨骼疾病引起^[3]。因此, 临床医师应该提高对非心源性胸痛的诊断和治疗意识, 特别是当存在神经系统症状和体征时应高度怀疑颈源性胸痛, 以免造成误诊或漏诊^[4]。颈源性胸痛(cervicogenic chest pain)又称颈心综合征、假性心绞痛、颈源性心脏病, 是与颈椎病相关的非典型性前胸部疼痛并伴有颈部功能障碍, 其临床表现类似心绞痛的胸痛, 但源于颈椎间盘退变^[5]。治疗上主要包括药物治疗、中医康复治疗、物理治疗、神经阻滞(星状神经节阻滞、颈部硬膜外阻滞、颈神经根阻滞)、微创介入手术(颈部胶原酶化学溶解术、低温等离子射频消融术)及开放手术治疗。有报道显示, 与口服药物、物理疗法、星状神经节阻滞等保守治疗相比, 颈前路椎间盘切除植骨融合内固定术(anterior cervical discectomy with fusion, ACDF)可解除突出椎间盘对脊髓和/或神经根压迫, 术后病人心绞痛样症状显著改善, 在平均2年的随访中, ACDF组Odom标准优良率为78.2%, 而保守治疗组仅为35%, ACDF组治疗优良率明显高于保守治疗组^[6]。但开放手术创伤大、风险和费用高、住院时间长、术后恢复期长, 大多数老年病人难以接受。

近年来, 随着脊柱微创介入技术迅猛发展, 低温等离子射频消融术提供了一种简单有效的椎间盘减压方法, 采用可控温度(40~70℃)实现椎间盘局部高度消融, 对周围健康组织的损伤极小^[7]。术前精准的定位责任间盘至关重要。超声引导下选择性颈神经根阻滞可抑制病变神经的疼痛信号传递, 如果将椎间盘突出节段附近的神经根阻滞后人颈源

性胸痛症状缓解, 则可认为该节段椎间盘突出为颈源性胸痛的潜在病因^[8]。目前超声引导下颈神经根阻滞试验阳性行低温等离子射频消融术治疗颈源性胸痛的相关报道罕见。本研究拟评价CT引导下低温等离子射频消融术治疗超声引导下颈神经根阻滞试验阳性颈源性胸痛病人的近期疗效, 以期为临床应用提供参考。

方 法

1. 一般资料

本研究通过秦皇岛市第一医院伦理委员会审核(伦理批号2022C005)。选取2019年10月至2022年10月秦皇岛市第一医院疼痛科收治的45例超声引导下颈神经根阻滞试验阳性颈源性胸痛病人行CT引导下低温等离子射频消融术, 其中男20例, 女25例, 年龄47~68岁, 病史3~26个月, 体重指数(body mass index, BMI) $22.4 \pm 2.0 \text{ kg/m}^2$, 胸痛部位: 左侧42例, 右侧3例; 椎间盘突出节段: C₃₋₄椎间盘突出2例, C₄₋₅椎间盘突出8例, C₅₋₆间盘9例, C₆₋₇椎间盘突出12例, C₄₋₅、C₅₋₆椎间盘突出8例, C₅₋₆、C₆₋₇椎间盘突出6例。所有病人术前经口服药物、颈部软组织针灸、理疗等保守治疗至少3周无效; 常规拍摄颈椎正侧位、过伸过屈位X线片、CT和MRI检查明确诊断。术前均行实验室检查(如心肌酶、心电图和超声心动图)排除心绞痛或心肌梗死。对于疑似病人, 请心脏内科、神经内科医师会诊, 最终由疼痛科医师确诊为颈源性胸痛。

纳入标准: ①单侧胸痛、胸闷或心悸伴不同程度颈痛和/或上肢根性疼痛, 胸痛数字分级评分法(numerical rating scale, NRS)评分 ≥ 4 分, 且病史 ≥ 3

* 基金项目: 河北省卫生健康委员会医学科学研究课题(20231890)

△ 通信作者 张志利 zhangzhi0335@163.com

个月；②颈椎 MR 示包容性颈椎间盘突出，突出节段 ≤ 2 个，突出面积 $< 3 \text{ mm}$ ，且 CT 未见明显钙化；③退变椎间盘所在的椎间隙高度高于相邻正常颈椎间盘所在椎间隙高度的 50%；④超声引导下 1% 利多卡因 1 ml 颈神经根阻滞试验阳性：注射后即刻病人胸痛 NRS 评分较基础值下降 $\geq 50\%$ 。

排除标准：①心血管源性胸痛（如心绞痛或心肌梗死等）；②非心血管源性胸痛，包括胃肠道疾病、食管管反流、食管痉挛、消化性溃疡、胰腺炎、胆绞痛、肺栓塞、肺炎、气胸等；③颈椎过伸过屈 X 线片显示颈椎不稳或脊髓型颈椎病；④感染、肿瘤、出凝血功能障碍及严重心肺疾病不能耐受手术者；⑤精神疾病或沟通困难者。

2. 治疗方法

（1）超声引导下颈神经根阻滞试验：根据病人胸痛部位不同，所有病人均行单节段、单侧超声引导下颈神经根阻滞试验，多节段颈椎间盘突出以颈椎 MR 显示椎间盘突出最重的节段和位置，并与病人症状、体征一致确定阻滞节段和阻滞侧别。病人仰卧位，头偏向健侧，肩下垫薄枕使颈部轻度伸展。根据颈椎骨性解剖特征于超声引导下（探头型号 L₁₅-4B，频率 12 MHz，深圳华声医疗技术股份有限公司）短轴切面辨认 C₄、C₅、C₆、C₇ 神经根：从尾侧向头侧逐步扫描：C₇ 横突无前结节，呈“沙滩椅征”，C₄~C₆ 横突均有前结节，且呈“U”型；甲状腺跨越 C₅~T₁ 椎体水平，在 C₄ 椎体水平消失。确定目标颈神经根后，在实时超声引导下，从后外侧至前内侧平面内入路，在前后结节间神经根周围注射 1% 利多卡因 1 ml，注射后即刻 NRS 评分较基础值下降 $\geq 50\%$ 即认为阳性，病人适行颈椎间盘

低温等离子射频消融术。

（2）经皮颈椎间盘低温等离子射频消融术：根据超声引导下颈神经根阻滞试验阳性的颈椎间盘突出节段确定为低温等离子射频消融的责任间盘。病人均在专用 CT 定位室进行操作。病人仰卧位，开放静脉通路并常规鼻导管吸氧、心电监护，肩部垫薄枕，头颈轻度过伸。CT 薄层扫描确定病变间隙，皮肤做标记。常规消毒、铺巾、1% 利多卡因 2 ml 局部麻醉。于右侧胸锁乳突肌内侧缘轻轻分离气管和颈动脉，采用颈椎等离子专用穿刺针（18G，北京优尼特 Unitetec）从皮肤标记点缓慢进针。穿刺针进入纤维环后行 CT 扫描，调整穿刺针位置直至突出物靶点（见图 1）。拔出穿刺针针芯，置入等离子刀头（SDJA02，北京优尼特 Unitetec），连接等离子手术系统（SD-2000 型，北京优尼特 Unitetec），设置消融、热凝均为 2 档，每档先轻点消融踏板，若病人出现持续颈肩部及双上肢痛、麻等不适，立即停止操作并调整等离子刀头的进针深度，待病人无异感后旋转刀头 360° 行消融 10~15 s，接着热凝 10~15 s 行髓核成形。操作完成后稍退针至纤维环内，再重复消融、热凝 1 个周期，退出等离子刀头。拔出穿刺针，贴无菌敷料，病人生命体征平稳护送返回病房。术后嘱病人卧床 24 h 后带颈围下床活动，颈围佩戴 2 周，6 个月内避免长时间伏案及剧烈体力活动，并适度进行颈部肌肉功能锻炼。

3. 观察指标

（1）采用 NRS 评分评估疼痛情况：0 分为无痛，10 分为剧烈疼痛，分值越大疼痛程度越重；分别于术前、术后 1 周、1 个月、3 个月和 6 个月对病人进行疼痛评估。

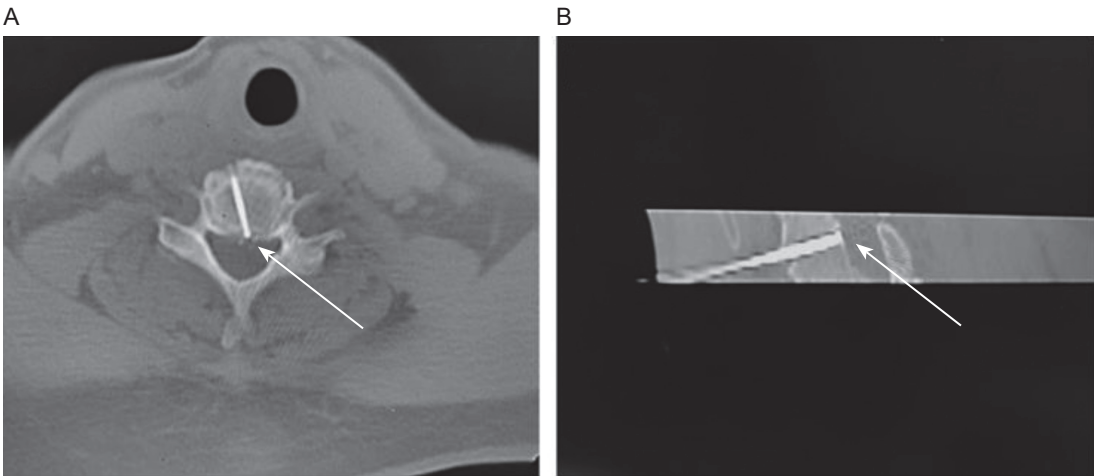


图 1 CT 扫描清晰显示穿刺针和射频刀头尖端到达突出物靶点（箭头所指处）
(A) CT 横断面薄层扫描；(B) CT 矢状面薄层扫描

(2) 颈椎功能障碍指数 (neck disability index, NDI) 评估颈椎功能状态, 评分越高表明功能障碍越严重, 其中 0~20% 表示轻度功能障碍; 20%~40% 表示中度功能障碍; 40%~60% 表示重度功能障碍; 60%~80% 表示极重度功能障碍; 80%~100% 表示完全功能障碍。计算两组病人术前及术后 1 周、1 个月、3 个月和 6 个月的 NDI 评分。

(3) 口服镇痛药物情况: 记录术前、术后 1 周、1 个月、3 个月和 6 个月口服非甾体抗炎药或弱阿片类镇痛药物的病人例数占所有病人的比例。

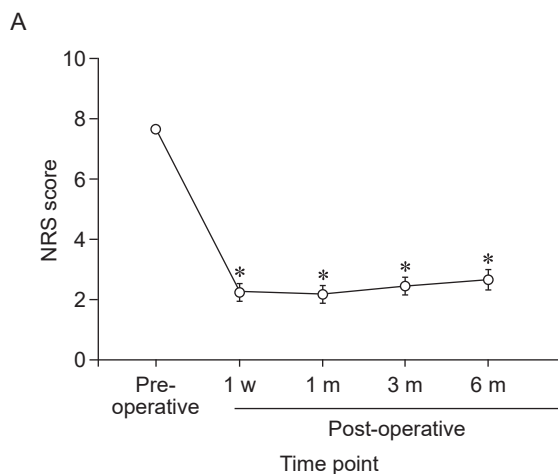
(4) 改良 MacNab 标准评价疗效: 优 (A) = 胸痛症状完全消失, 恢复正常工作和生活; 良好 (B) = 胸痛症状明显改善, 能正常工作; 可接受 (C) = 胸痛症状有所改善, 病人只能从事轻体力劳动; 差 (D) = 胸痛症状无明显改善, 需要进一步治疗。优良率 = A + B, 术后 6 月随访病人改良 MacNab 分为优、良、可、差评级行手术疗效评估。

(5) 记录不良反应: 包括神经损伤、血管损伤、感染、血肿、椎间盘炎、终板炎、原有疼痛程度加重、麻木、截瘫等。

(6) 手术前后颈椎 MR 对比: 同一病人手术前颈椎 MR 及术后 6 个月复查颈椎 MR 观察突出物回缩情况。

4. 统计学分析

采用 SPSS 25.0 统计软件进行数据分析。服从正态分布的计量资料以均数 $\pm$ 标准差 ($\bar{x} \pm SD$) 表示, 不同时间点比较采用单因素重复测量资料的方差分析; 计数资料用率表示, 并采用 χ^2 检验, $P < 0.05$ 表示差异有统计学意义。



结 果

1. 胸痛 NRS 评分的变化

与术前基础值 NRS 评分 (7.6 ± 0.7) 比较, 术后 1 周、1 个月、3 个月、6 个月的胸痛 NRS 评分明显降低, 分别为术后 1 周 (2.2 ± 0.4)、1 个月 (2.2 ± 0.6)、3 个月 (2.4 ± 0.5)、6 个月 (2.4 ± 0.4), 差异均有统计学意义 ($P < 0.05$), 但术后各时间点的 NRS 评分比较差异无统计学意义 (见图 2A)。

2. NDI 评分的变化

与术前基础值 NDI 评分 (64.8 ± 4.1) 比较, 术后 6 个月内 NDI 评分明显下降, 术后 1 周 NDI 评分为 (28.1 ± 2.3)、1 个月 (28.2 ± 2.2)、3 个月 (29.0 ± 2.1)、6 个月 (29.7 ± 2.7), 与术前比较差异有统计学意义 ($P < 0.05$), 但治疗后各时间点的 NDI 评分比较差异无统计学意义 (见图 2B)。

3. 口服镇痛药物情况

术前 45 例病人均需口服镇痛药物 (100%), 术后 1 周、1 个月、3 个月和 6 个月分别有 2 例 (4.4%)、4 例 (8.8%)、5 例 (11.1%) 和 7 例 (15.5%) 病人需要继续口服镇痛药物。与术前相比, 术后需要继续口服镇痛药物病人比例明显减少 ($P < 0.001$, 见表 1)。

4. 改良 MacNab 标准评价疗效

病人术后 1 个月改良 MacNab 标准疗效: 优 24 例 (53.3%)、良 18 例 (40.0%)、可 3 例 (6.7%); 术后 3 个月优 22 例 (48.9%)、良 19 例 (42.2%)、可 4 例 (8.9%); 术后 6 个月优 20 例 (44.4%)、良 20 例 (44.4%)、可 5 例 (11.1%), 术后 1 个月、3 个月和 6 个月改良 MacNab 疗效优良率分别为 93.3%、91.1%、88.8% (见表 2)。

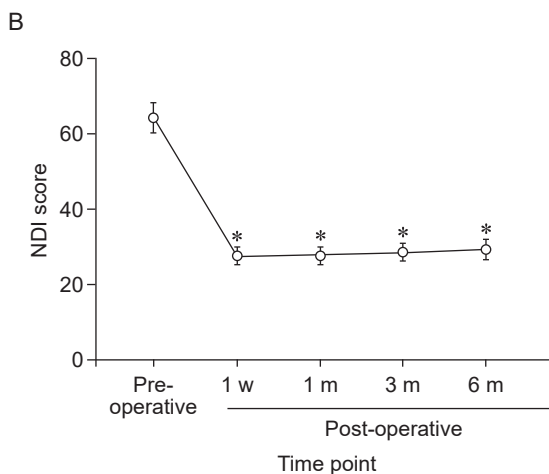


图 2 手术前后 NRS 和 NDI 评分变化 ($\bar{x} \pm SD$)

(A) NRS 评分; (B) NDI 评分

* $P < 0.05$, 与术前相比



5. 不良反应发生情况

术中和术后均未出现感染、血肿、椎间盘炎、终板炎、原有疼痛程度加重、麻木、截瘫等不良反应。

6. 手术前后颈椎 MR 对比

同一病人术前颈椎 MR 与术后 6 个月复查颈椎 MR 对比可见，术后 6 个月突出物缩小，椎间盘明显回缩，减压效果明显（见图 3）。

讨 论

胸痛可源于颈椎病变，但很少引起心绞痛或心肌梗死。颈椎间盘退变、椎间盘突出，导致颈神经根受压产生大量的炎性因子（如白细胞介素 1、白细胞介素 6 和前列腺素 E2），刺激分布于外层纤维环和后纵韧带的窦椎神经和脊神经，包括伤害感受性神经纤维和交感神经纤维；或刺激调节心血管灌注的颈交感神经干可能是颈源性胸痛的解剖学病因^[9,10]。1934 年 Nachlas^[11]报道了 3 例由颈椎病引

起的假性心绞痛，认为胸痛的病因是由颈椎管内腹侧运动根受压引起。近年来冠状动脉造影的广泛应用可更准确的排除心脏疾病所致胸痛，对于无法解释的胸痛病人，且同时存在颈部神经症状和体征时，应首先考虑颈源性胸痛的可能，并通过影像学检查做出明确诊断，以免漏诊或延误诊断^[12]。Brodsky^[13]通过分析 438 例颈源性心绞痛深入了解其生理机制，认为神经根性疼痛是由压迫 C₄~C₈ 神经根引起的，C₄~C₈ 通过胸外侧神经和胸内侧神经支配胸前壁感觉和运动神经，最常受影响的节段不仅限于 C₆₋₇ (30%)，还包括 C₅₋₆ (37%)、C₄₋₅ (27%) 和 C₃₋₄ (4%)。此外，颈交感神经传入纤维支配心脏和冠状动脉，交感神经功能异常亦可导致心前区不适，并伴随自主神经症状，如恶心、呕吐等^[14]。由此可见，当颈椎间盘退变、椎间盘突出可使颈神经根受压、刺激交感神经，从而影响胸背部神经或其纤维以及所支配的肌肉等，导致胸背部疼痛和/或自主神经症状的出现。本研究中“胸痛”椎间盘患病率最高的是

表 1 手术前后口服镇痛药物病人比例 (%)

时间	术前	术后 1 周	术后 1 个月	术后 3 个月	术后 6 个月
例数 (<i>n</i>)	45	2	4	5	7
比例 (%)	100	4.4***	8.8***	11.1***	15.5***
χ^2	-	82.34	75.31	72.00	65.77
<i>P</i>	-	0.001	0.001	0.001	0.001

****P* < 0.001，与术前相比

表 2 术后 1 个月、3 个月和 6 个月改良 MacNab 标准评价疗效 (%)

疗效	术后 1 个月				术后 3 个月				术后 6 个月			
	优	良	可	差	优	良	可	差	优	良	可	差
例数 (<i>n</i>)	24	18	3	0	22	19	4	0	20	20	5	0
比例 (%)	53.3	40.0	6.7	0	48.9	42.2	8.9	0	44.4	44.4	11.1	0
优良率 (%)	93.3				91.1				88.8			

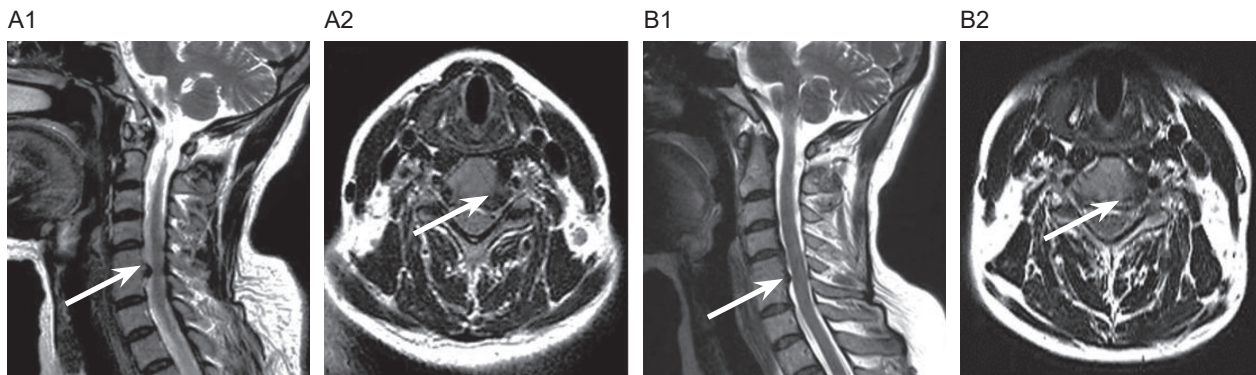


图 3 同一病人手术前后颈椎 MR 对比

(A1, A2) 术前颈椎 MRI 示 C₅₋₆ 椎间盘明显突出；(B1, B2) 低温等离子射频消融术后 6 个月复查颈椎 MRI 示 C₅₋₆ 突出物缩小，椎间盘回缩。



C₅₋₆ 和 C₆₋₇, 其次是 C₄₋₅ 和 C₃₋₄, 这与 Brodsky 研究的分布百分比一致^[13]。

低温等离子射频消融术利用低温消融电离离子形成等离子场 (40~70℃) 分解髓核组织内的有机分子键, 消融约 1 ml 的椎间盘组织可使盘内压力降低 10%~20%, 可达到椎间盘有效减压的效果, 从而缓解其对邻近神经根的刺激。随着电极尖端半径从 0 mm、1 mm 增加到 5 mm, 热辐射温度也相应从 40℃、20℃降至 0℃, 可避免对周围组织的损伤^[15]。同时, 射频消融可灭活侵入纤维环内外层的外源性神经末梢, 抑制炎性介质的表达与释放, 达到缓解颈源性疼痛的目的^[16]。该技术已被广泛用于经保守治疗无效的颈椎间盘突出症、神经根型颈椎病、颈源性头痛以及颈源性头晕病人的微创介入治疗^[17,18], 且局部麻醉下即可完成, 具有创伤小、出血少, 手术时间短, 对周围组织破坏小, 不破坏脊柱稳定性, 恢复快等优势。Sun 等^[19]比较低温等离子射频消融术和传统射频热凝术治疗盘源性腰痛的结果显示, 术后 6 个月、12 个月时, 低温等离子组 VAS 评分分别为 (2.98±1.74) 和 (3.36±2.22) 分, 改良 MacNab 疗效分别为 71.11% 和 64.44%, 而射频热凝术组相同时点 VAS 分别为 (4.00±1.47) 和 (4.20±1.57) 分, 改良 MacNab 疗效分别为 55.0% 和 47.0%, 组间比较差异均有统计学意义, 表明低温等离子射频消融术治疗盘源性腰痛的中长期手术疗效明显优于射频热凝术。de Rooij 等^[20]通过一项随机对照、多中心研究对比低温等离子射频消融术和颈前路椎间盘减压术治疗 48 例单节段、包容性神经根型颈椎病病人 (C₄~C₇), 结果显示术后 3 个月内, 病人上肢根性疼痛 VAS 评分颈前路椎间盘减压术组较低温等离子组下降更明显, 而颈痛、NDI 及 SF-36 评分两组间比较差异无统计学意义; 术后 12 个月低温等离子组病人上肢根性疼痛 VAS 评分和其他监测指标与颈前路椎间盘减压术组比较差异均无统计学意义, 表明低温等离子射频消融术治疗神经根型颈椎病远期效果良好, 严格掌握适应证时可作为颈前路椎间盘减压术可选择的替代治疗。

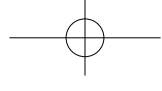
超声引导颈神经根阻滞试验对于明确胸痛来源和责任间盘至关重要, 尤其是对于多节段颈椎间盘突出病人, 术前行超声引导下颈神经根阻滞试验既可提高颈源性胸痛诊断的正确率, 又可提高低温等离子射频消融术的治疗效果^[21]。一项回顾性研究报道^[22], 超声引导与透视引导选择性颈神经根阻滞可达到相似的疼痛缓解效果, 而超声引导具有

实时血管可视化的独特优势可明显减少血管内注射的风险, 安全性更高。超声引导下颈神经根阻滞药液体积是否影响扩散的部位也是临床医师关注的问题。Kang 等^[23]超声引导下单侧颈神经根相同位置 (颈神经根后缘) 注射不同体积造影剂 (1 ml 或 4 ml) 后, 通过正位和侧位透视检查造影剂扩散情况, 注射 1 ml 造影剂的病人中, 造影剂均未进入硬膜外腔, 而注射 4 ml 造影剂的病人中, 有 13 例 (24.5%, 13/53) 造影剂进入椎间孔内的硬膜外腔。

鉴于此, 为了防止局部麻醉药扩散到椎间孔内硬膜外腔, 本研究超声定位精准、可视, 仅注射 1% 利多卡因 1 ml 以阻断病变神经根的伤害性信号传递, 精确阻断颈神经根后病人胸痛明显减轻, 可以进一步支持颈源性胸痛的诊断, 且无局部麻醉药入血等不良反应发生。本研究 45 例病人行超声引导下颈神经根阻滞试验均呈阳性反应: 病人 NRS 评分降至 0~3 分, 疼痛缓解率均 > 50%, 颈源性胸痛诊断明确, 随后行 CT 引导定位颈椎间盘低温等离子射频消融术, CT 横断面薄层扫描可清晰的显示等离子穿刺针精准的到达突出物靶点, 针对突出物靶点进行精准射频消融, 消融 1 个周期后, 退针至纤维环内再次消融和热凝 1 周期, 充分灭活纤维环内异常长入的痛觉神经纤维。所有病人术后 6 个月内 NRS 评分显著下降, 病人颈部疼痛和功能障碍得到明显改善。随着病人疼痛的明显缓解, 术后需要继续口服镇痛药物的病人例数明显减少, 术后 1 个月、3 个月、6 个月内改良 MacNab 疗效优良率分别为 93.3%、91.1% 和 88.8%, 明显高于 Li 等^[24]报道的改良 MacNab 优良率 (83.7%), 考虑与术前行超声引导下神经根阻滞试验阳性大大提高了颈源性胸痛的诊断正确率, 进而提高低温等离子射频消融术的治疗效果有关。术后 6 个月复查颈椎 MR 突出椎间盘明显回缩, 减压效果明显。病人均于术后 3 日出院, 对治疗效果满意, 生活质量明显改善。所有病人术中及术后均无神经损伤、感染、血肿、椎间盘炎等不良反应发生。

综上所述, CT 引导下经皮颈椎间盘低温等离子射频消融术可安全、有效的治疗颈源性胸痛, 术前行超声引导下颈神经根阻滞试验阳性有助于明确责任间盘, 提高诊断正确率和治疗效果, 值得临床借鉴。由于本研究为单中心、小样本量研究, 有待扩大样本量并进行多中心、前瞻性、随机对照研究, 并延长观察时间进一步证实。

利益冲突声明: 作者声明本文无利益冲突。



参 考 文 献

- [1] Pope JH, Aufderheide TP, Ruthazer R, *et al.* Missed diagnoses of acute cardiac ischemia in the emergency department[J]. *N Engl J Med*, 2000, 342(16):1163-1170.
- [2] Mork AA, Haufe SM, Yancey WB. Sometimes (what seems to be) a heart attack is (really) a pain in the neck[J]. *J Am Board Fam Pract*, 2004, 17(1):74-77.
- [3] Nakae Y, Johkura K, Kudo Y, *et al.* Spinal cord infarction with cervical angina[J]. *J Neurol Sci*, 2013, 324(1-2): 195-196.
- [4] Brown NJ, Shahrestani S, Lien BV, *et al.* Spinal pathologies and management strategies associated with cervical angina (pseudoangina): a systematic review[J]. *J Neurosurg Spine*, 2020, 34(3):506-513.
- [5] Chu EC. Cervical radiculopathy as a hidden cause of angina: cervicogenic angina[J]. *J Med Cases*, 2022, 13(11):545-550.
- [6] Chien JT, Hsieh MH, Yang CC, *et al.* Anterior cervical discectomy and fusion versus conservative treatment for cervical angina conservative treatment[J]. *Clin Spine Surg*, 2021, 34(9):E514-E521.
- [7] 张荣宜, 王立奎, 朱本藩, 等. 低温等离子髓核消融术与胶原酶溶解术治疗颈椎间盘突出症的对比研究 [J]. *中国疼痛医学杂志*, 2018, 24(12):912-916.
- [8] Murata S, Iwasaki H, Natsumi Y, *et al.* Vascular evaluation around the cervical nerve roots during ultrasound-guided cervical nerve root block[J]. *Spine Surg Relat Res*, 2019, 4(1):18-22.
- [9] Lee KS. Anatomic variation of the spinal origins of lateral and medial pectoral nerves[J]. *Clin Anat*, 2007, 20(8):915-918.
- [10] Boudou N, Despas F, Rothem JV, *et al.* Direct evidence of sympathetic hyperactivity in patients with vasospastic angina[J]. *Am J Cardiovasc Dis*, 2017, 7(3): 83-88.
- [11] Nachlas IW. Pseudo-angina pectoris originating in the cervical spine[J]. *JAMA*, 1934, 103:323-325.
- [12] Feng F, Chen X, Shen H. Cervical angina: a literature review on its diagnosis, mechanism, and management[J]. *Asian Spine J*, 2021, 15(4):550-556.
- [13] Brodsky AE. Cervical angina. A correlative study with emphasis on the use of coronary arteriography[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 1985, 10(8):699-709.
- [14] Foreman RD. Neurological mechanisms of chest pain and cardiac disease[J]. *Cleve Clin J Med*, 2007, 74 (Suppl 1):S30-S33.
- [15] Ceylan A, Aşık İ. Percutaneous plasma laser disc coagulation and navigable ablation decompression in the treatment of cervical disc herniation: a single center experience[J]. *Turk J Med Sci*, 2019, 49(1):258-264.
- [16] 王准, 郑伟, 盛明薇, 等. 低温等离子射频消融术治疗颈椎间盘突出症合并脊髓缺血老年患者的效果 [J]. *中华麻醉学杂志*, 2019, 39(12):1453-1455.
- [17] He L, Yue J, Yang L, *et al.* Cervicogenic headache alleviation after cervical coblation nucleoplasty: a prospective cohort study[J]. *Medicine (Baltimore)*, 2016, 95(39):e4786.
- [18] Li S, Chen R, Chen Y, *et al.* Therapeutic effects and safety of percutaneous disc decompression with coblation nucleoplasty in cervical vertigo: a retrospective outcome study with 74 consecutive patients and minimum 1-year follow-up[J]. *Pain Physician*, 2019, 22(3):E205-E214.
- [19] Sun D, Li Q, Tang Y, *et al.* Comparison of coblation annuloplasty and radiofrequency thermocoagulation for treatment of lumbar discogenic pain[J]. *Medicine (Baltimore)*, 2017, 96(47):e8538.
- [20] de Rooij J, Harhangi B, Aukes H, *et al.* The effect of percutaneous nucleoplasty vs anterior discectomy in patients with cervical radicular pain due to a single-level contained soft-disc herniation: a randomized controlled trial[J]. *Pain Physician*, 2020, 23(6):553-564.
- [21] Yang D, Xu L, Hu Y, *et al.* Diagnosis and treatment of cervical spondylotic radiculopathy using selective nerve root block (SNRB): where are we now?[J]. *Pain Ther*, 2022, 11(2):341-357.
- [22] Park KD, Lee WY, Nam SH, *et al.* Ultrasound-guided selective nerve root block versus fluoroscopy-guided interlaminar epidural block for the treatment of radicular pain in the lower cervical spine: a retrospective comparative study[J]. *J Ultrasound*, 2019, 22(2):167-177.
- [23] Kang S, Yang SN, Kim SH, *et al.* Ultrasound-guided cervical nerve root block: does volume affect the spreading pattern?[J]. *Pain Med*, 2016, 17(11):1978-1984.
- [24] Li J, Yan DL, Zhang ZH. Percutaneous cervical nucleoplasty in the treatment of cervical disc herniation[J]. *Eur Spine J*, 2008, 17(12):1664-1669.