



doi:10.3978/j.issn.1005-6947.2016.09.006

http://dx.doi.org/10.3978/j.issn.1005-6947.2016.09.006

Chinese Journal of General Surgery, 2016, 25(9):1259-1265.

· 专题研究 ·

纳米刀消融术治疗局部晚期不可切除胰腺癌安全性及疗效评价

刘少朋, 李晓勇, 程冰冰

(郑州大学第五附属医院 肝胆胰外科, 河南 郑州 450052)

摘要

目的: 评估纳米刀消融术治疗局部晚期不可切除胰腺癌的临床价值。

方法: 对2015年9月—2016年3月18例局部晚期不可手术切除胰腺癌患者行纳米刀消融术治疗, 比较分析患者治疗前后临床资料。

结果: 所有患者手术均顺利完成, 术中各项生命体征平稳。患者术后第1天血清淀粉酶浓度明显升高 ($P<0.05$), 随后逐渐降至正常水平; 术后CA19-9水平呈逐渐降低趋势, 且各时间点均低于术前水平 (均 $P<0.05$); 心肌酶指标手术前后无明显改变 (均 $P>0.05$)。术后3个月内发生胰腺炎2例 (11%)、低血糖、高血糖、胃排空障碍各1例 (5%), 对症治疗后均较快恢复, 无胰瘘、出血、胆瘘等治疗相关并发症发生。患者术后生活质量评分及KPS评分均较治疗前明显改善 (均 $P<0.05$)。按EORTC标准, 术后完全代谢缓解2例 (11%), 部分代谢缓解10例 (55%), 代谢无变化3例 (17%), 代谢恶化3例 (17%), 客观有效率为67%, 疾病控制率为83%。

结论: 纳米刀消融术治疗局部晚期不可切除胰腺癌安全性高, 疗效显著, 应用前景广泛。

关键词

胰腺肿瘤; 电化学疗法; 消融技术
中图分类号: R735.9

Safety and efficacy of nanoknife ablation for locally advanced unresectable pancreatic cancer

LIU Shaopeng, LI Xiaoyong, CHENG Bingbing

(Department of Hepatopancreatobiliary Surgery, the Fifth Affiliated Hospital, Zhengzhou University, Zhengzhou 450052, China)

Abstract

Objective: To evaluate the clinical value of nanoknife ablation in treatment of locally advanced unresectable pancreatic cancer.

Methods: From September 2015 to March 2016, 18 patients with locally advanced unresectable pancreatic carcinoma received nanoknife ablation treatment. The clinical variables of the patients before and after treatment were comparatively analyzed.

Results: All patients underwent successful operation, and all vital signs were stable throughout the procedures. The serum amylase concentration of the patients was significantly increased on postoperative day 1 ($P<0.05$), but then, it gradually decreased to the normal level; the CA19-9 level of the patients presented a slowly decreasing trend after operation, which was significantly lower than that of preoperative value at each studied postoperative time point (all $P<0.05$); the myocardial enzyme indexes showed no significant difference before and after operation (all $P>0.05$). Within postoperative 3 months, pancreatitis occurred in 2 cases (11%), and hypoglycemia,

收稿日期: 2016-04-19; 修订日期: 2016-08-13。

作者简介: 刘少朋, 郑州大学第五附属医院硕士研究生, 主要从事肝胆胰腺肿瘤基础与临床方面的研究。

通信作者: 李晓勇, Email: lixy64@126.com

hyperglycemia and gastric emptying dysfunction occurred in one case each (5%), which were all quickly relieved after symptomatic treatment, while no treatment-related complications such as pancreatic leakage, hemorrhage, and bile leakage occurred. The scores for quality of life and Karnofsky of the patients were significantly increased after operation compared with preoperative values (all $P < 0.05$). According to the EORTC criteria, complete metabolic remission was achieved in 2 cases (11%), partial metabolic response was obtained in 10 cases (55%), stable metabolic disease was seen in 3 cases (17%), and progressive metabolic disease was found in 3 cases (17%), and the objective response rate was 67% and disease control rate was 83%, respectively.

Conclusion: Nanoknife ablation has high safety and demonstrable efficacy in treatment of locally advanced unresectable pancreatic cancer, and it may have a great application potential.

Key words

Pancreatic Neoplasms; Electrochemotherapy; Ablation Techniques

CLC number: R735.9

作为常见的消化系统恶性肿瘤之一，胰腺癌往往发病隐匿，病情进展迅速，因此大多数患者确诊时已属晚期，仅10%~20%患者具有手术切除治疗机会，即使能够手术切除，术后胰瘘、出血等并发症发生率高^[1-2]。此外，胰腺癌对于放疗、化疗不敏感，疗效差，而传统消融方法如射频消融（radiofrequency ablation, RFA）、高强度聚焦超声消融（high intensity focused ultrasound, HIFU）、微波消融、氩氦刀、冷冻消融等术后并发症凶险^[3-4]。随着技术的不断发展，基于电化学疗法及不可逆性电穿孔（irreversible electroporation, IRE）原理而形成的新型物理消融技术——纳米刀消融术（nanoknife ablation），已广泛应用于动物实验并逐步应用到肿瘤的临床治疗中，且疗效显著。我科自2015年9月—2016年3月共对18例不可手术切除的局部晚期胰腺癌患者行纳米刀消融术治疗。本研究通过分析患者临床资料，以初步探讨纳米刀消融术的技术优点及临床应用价值。

1 资料与方法

1.1 纳入与排除标准

纳入标准：(1) 术前影像学检查、血清肿瘤标志物检验及特异的临床症状、体征等资料，结合术中穿刺病理检查确诊为胰腺癌；(2) 依据AJCC临床分期标准，均为II~III期局部晚期胰腺癌患者，且肿瘤累及、包绕周围大血管，无手术切除条件；(3) 血液系统及重要脏器（心、肺、肾）功能无明显异常；(4) 患者依从性好，能够坚持定期复查，并接受长期随访。排除标准：(1) 机体一般条件差，严重心肺肾等脏器功能障碍，不能耐受手

术应激；(2) 既往安装心脏起搏器患者；(3) 既往严重心肌梗死损伤患者；(4) 安装心脏起搏器患者；(5) 依从性差，不能接受定期复查和随访患者。

1.2 一般资料

按照上述标准选取2015年9月—2016年3月我科收治的18例局部晚期不可手术切除胰腺癌患者，其中男11例，女7例；年龄49~67岁，平均（54±1）岁；18例患者中胰头/颈癌10例，胰体/尾癌8例。相关治疗均在征得患者及家属的知情同意，并经过我院伦理委员会同意后进行。

1.3 治疗方法

1.3.1 术前评估 术前行¹⁸F-FDG PET/CT扫描及上腹部增强CT检查评估肿瘤累计周围大血管而无手术切除条件。进一步使用旭东数字3D医学影像系统行三维重建进一步明确肿瘤与周围血管毗邻关系，确保手术安全。

1.3.2 手术过程 (1) 常规开腹，充分暴露胰周组织；(2) 术中超声精准测量肿瘤大小、形态，将所得数据输入IRE系统，制定布针方案；(3) 选取最佳穿刺点、进针方向、角度和深度，选用长度15 cm的单极消融电极针主针1根及辅针2~3根，沿血管走行方向平行布针，相邻电极针间距为1.5~2.5 cm，暴露消融电极1.5~2 cm；(4) 按预定的组数及时间，采用直流（25~40 A）高压（2 500~3 000 V）电脉冲行消融术。每组脉冲间隔70 μs，共计90次；(5) 1次消融不彻底，可再次消融。

1.3.3 术后治疗 术后均密切监测生命体征变化，暂禁食、禁水，给予生长抑素抑制胰酶分泌及抑酸、抗炎、静脉营养支持治疗，提前预防可能存在的并发症并及时处理。均鼓励患者术后早下床活动，并根据病情恢复情况尽早拔除腹腔引流管。

1.4 安全性评价

术中及术后严密观察患者心率、血压、呼吸等生命体征变化;术前1 d、术后1、3、7、10 d及1、2、3个月分别化验血清淀粉酶判定有无胰腺炎;化验心肌酶判定有无心肌损伤;观察术中、术后不良反应及术后3个月内并发症。

1.5 疗效评价

术前1 d、术后1、3、7、10 d及1、2、3个月化验肿瘤标志物CA19-9;术前及术后2周与1、2、3个月行增强CT检查及18F-FDG PET/CT扫描了解肿瘤代谢。重点关注指标:(1) CA19-9变化。(2) 按照EORTC标准^[5]评估肿瘤代谢变化,其中完全代谢缓解(complete metabolic response, CMR)为肿瘤内18F-FDG完全消失至不能与周围正常组织鉴别;部分代谢缓解(partial metabolic response, PMR)为肿瘤18F-FDG标准化摄取值(standardized uptake value, SUV)至少降低15%~25%;代谢无变化(stable metabolic disease, SMD)为病灶18F-FDG SUV增加<25%,或降低<15%,或未发现肿瘤18F-FDG摄取范围增加(最大长轴20%);代谢恶化(progressive metabolic disease, PMD)为在基线扫描确定的肿瘤区域肿瘤18F-FDG SUV增加25%,肿瘤18F-FDG摄取范围可见增加(最大长轴20%)或表现新的18F-FDG摄取灶;疾病控制率(disease control rate, DCR) = (完全缓解/完全代谢缓解+部分缓解/部分代谢缓解+疾病稳定/代谢无变化) / 总例数 × 100%;客观有效率(objective response

rate, ORR) = (完全缓解/完全代谢缓解+部分缓解/部分代谢缓解) / 总例数 × 100%;无进展生存期(progress free survival, PFS)为患者从随机分组开始到肿瘤进展或死亡时间。

1.6 统计学处理

应用SPSS 17.0统计学软件对数据进行处理分析,计量资料采用均数 ± 标准差($\bar{x} \pm s$)表示,组间比较采用t检验;计数资料采用百分比表示,组间比较采用 χ^2 检验,设检验水准为 $\alpha = 0.05$, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 术中情况

所有患者手术均顺利完成。术中均无心律失常等发生,血压、心率等各项生命体征平稳;术中相关操作见表1及图1A-B;术后,纳米刀仪器显示电流波逐渐上升,提示消融完全^[6](图1C)。

表1 纳米刀消融术中参数 [范围 ($\bar{x} \pm s$)]

Table 1 Intraoperative parameters of nanoknife ablation [range ($\bar{x} \pm s$)]

参数	值
肿瘤体积 (cm)	2.6~4.9 (3.5 ± 1.0)
探针数目 (个)	3.0~4.0 (3.1 ± 0.7)
探针间距 (cm)	1.5~2.5 (1.7 ± 0.5)
暴露探针距离 (cm)	1.5~2.5 (1.6 ± 0.7)
消融时间 (min)	6.0~21.5 (12.1 ± 6.3)
平均电压 (V)	2 500.0~3 000.0 (2 522.0 ± 209.7)

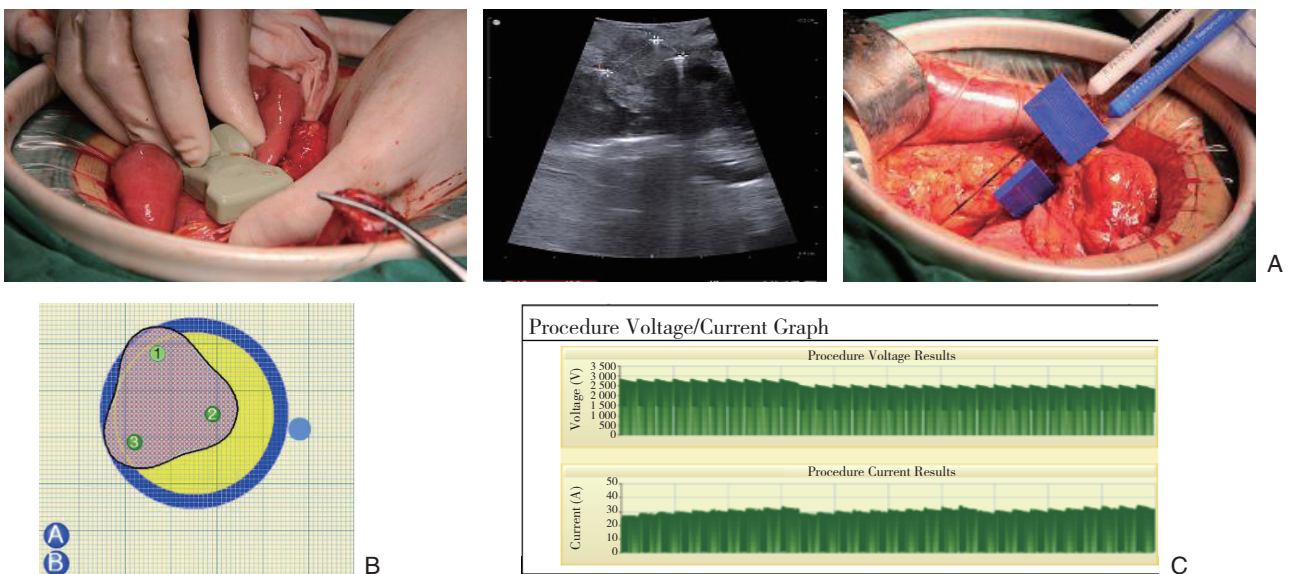


图1 纳米刀消融术 A: 超声引导下布针; B: 仪器模拟布针; C: 术毕, 电流波程上升趋势

Table 1 Nanoknife ablation A: Probe placement under ultrasonic guidance; B: Probe placement simulation by apparatus; C: Current wave showing an increasing trend after operation

2.2 安全性评估

2.2.1 血生化指标变化 所有患者术前 1 d 血清淀粉酶及心肌酶均在正常范围, 术后 1 周内 2 例患者出现轻度左上腹痛, 复查淀粉酶重度偏高, 符合胰腺炎表现, 对症治疗后逐渐好转, 另 5 例患者术后 1 周内淀粉酶明显增高, 但患者无不适症状, 未特殊治疗后第 7 天逐渐下降至正常水平, 术前、术后不同时间血清淀粉酶对比, 差异有统计学意义(均 $P < 0.05$) (图 2); 所有患者术后多次复查心肌酶, 均未见明显升高。术前、术后不同时间心肌酶指标比较, 均无统计学差异(均 $P > 0.05$)。

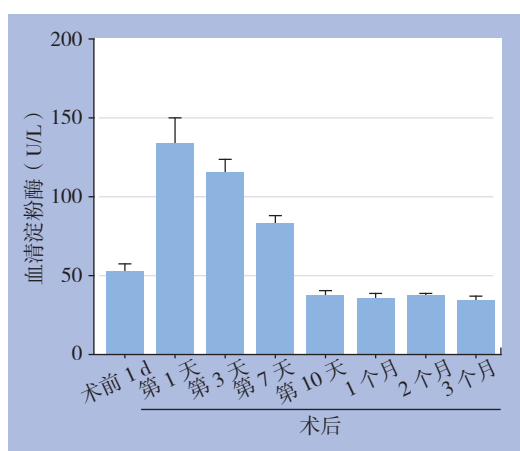


图 2 治疗前后血清淀粉酶水平的变化

Table 2 Changes in serum amylase level before and after treatment

2.2.2 术后并发症情况 9 例患者术后 1 周内发生恶心呕吐、胸闷等不良反应, 按照不良反应分级标准 (National Cancer Institute Common Toxicity Criteria Version) [7], 多在 I-II 级, 对症治疗后均恢复正常。18 例患者中, 术后 3 个月内胰腺炎 2 例 (11%)、低血糖、高血糖、胃排空障碍各 1 例 (5%),

对症治疗后逐渐恢复正常, 无胰瘘、出血、胆瘘及腹腔感染等治疗相关并发症发生, 亦无死亡情况发生。

2.3 疗效评估

2.3.1 肿瘤标志物 18 例患者中有 15 例术前 1 天肿瘤标志物 CA19-9 均明显高于正常值, 术后 3 个月多次复查, 均呈逐渐下降趋势, 其中 2 例患者术后第 10 天 CA19-9 降至正常, 且 3 个月内无再升高, 术前、术后不同时间对比, 差异有统计学意义(均 $P < 0.05$) (图 3)。

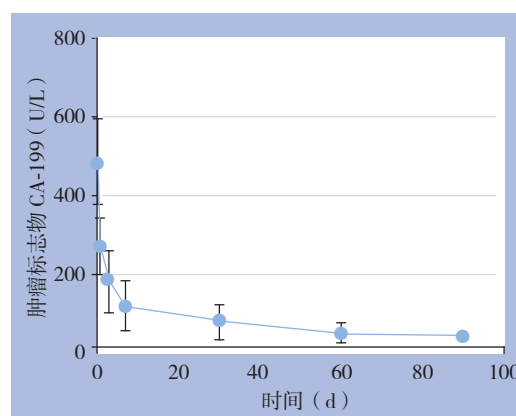


图 3 治疗前后 CA19-9 水平的变化

Table 3 Changes in CA19-9 level before and after treatment

2.3.2 生活质量与健康状况分析 应用肿瘤患者生活质量量表 (EORTC QLQ-C30 V3.0 中文版) 和 KPS 评分 [8] 分析所有患者术前、术后不同时间生活质量评分及 KPS 评分情况, 将原始数据通过加权平均和线性转换使其得分在 1~100 之间, 并将不同时间生活质量评分与 KPS 评分进行组间比较, 差异均有统计学意义 ($F = 48.340$ 、 45.293 , 均 $P < 0.01$) (表 2)。

表 2 治疗前后生活质量评分及 KPS 评分情况 ($\bar{x} \pm s$)

Table 2 The scores for quality of life and KPS before and after treatment ($\bar{x} \pm s$)

项目	术前	术后				F	P
		1 周	1 个月	2 个月	3 个月		
生活质量评分	44.83 ± 3.49	48.21 ± 4.02	53.19 ± 9.20	67.29 ± 2.90	80.12 ± 6.32	48.340	<0.01
KPS 评分	54.53 ± 7.81	63.29 ± 2.09	69.67 ± 4.98	76.43 ± 5.22	89.10 ± 6.02	45.293	<0.01

2.3.3 影像学评估 术后 2 周与 1、2 个月复查增强 CT, 可见消融区域边界明细, 周围大血管结构清晰, 无损伤, 肿瘤区域呈均匀低密度, 无强化, 3 个月后再复查可见周围坏死组织吸收完全, 胰

周无明显渗出 (图 4)。依据 EORTC 标准, 18 例患者中 CMR 2 例, PMR 10 例, SMD3 例, 剩余 3 例为 PMD; ORR 为 67%, DCR 为 83%。

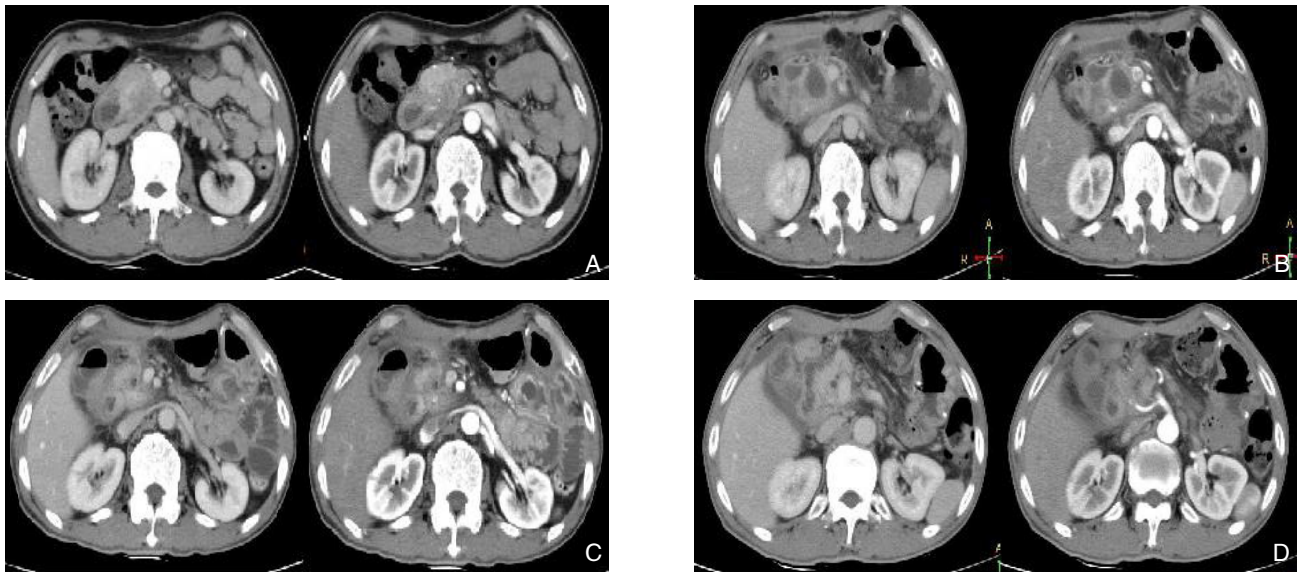


图4 治疗前后肿瘤变化情况 A: 术前(胰头部肿块,约4 cm×4 cm); B: 术后2周(胰周渗出明显,肿块密度明显降低,中心呈液性暗区); C: 术后1个月(低密度区域缩小,形成囊性包裹,周围血管结构清晰); D: 术后3个月(坏死组织完全吸收,完全无强化,血管无损伤)

Figure 4 Changes in tumor imaging profiles A: Preoperative image (a tumor with size of 4 cm×4 cm in the head of the pancreas); B: Postoperative 2-week image (obvious peripancreatic exudates, reduced density of the tumor, with fluid dark area in the center); C: Postoperative one-month image (shrinking of the low density area, and cystic capsule formation, with clear vascular structure); D: Postoperative 3-month image (complete absorption of the necrotic tissue with on enhancement and vascular injury)

3 讨论

胰腺癌是临床中常见的一种恶性肿瘤,恶性程度高,患者预后差。据报道^[9],胰腺癌患者平均生存期仅为6~12个月。目前胰腺癌的临床治疗仍是以手术切除为主,联合局部消融、化疗、放疗等多种方法综合治疗,但手术切除率低,术后胰瘘(postoperative pancreatic fistula, POPF)、胆瘘、出血等严重并发症发生率高^[10-12],此外,既往传统局部消融诸如射频、冷冻等安全性低,并发症多,总之,目前胰腺癌整体治疗效果仍较差。

近年来,随着电脉冲技术的不断发展,IRE逐渐成熟,并应用于工业、分子生物、医疗等多个行业。在医学应用中,IRE可直接使细胞发生不可逆性凋亡而不借助化疗药物,并最终达到有效治疗肿瘤目的,这就有效避免了化疗药物的副作用。基于此,一种新型的局部消融技术——纳米刀消融术便应运而生,并逐渐应用于临床肿瘤治疗,2011年5月美国FDA批准其应用于临床实体肿瘤消融治疗。纳米刀消融术是在心肌电生理绝对不应期内释放高压(2 500~3 000 V)电脉冲作用于肿瘤细胞,使细胞膜通透性增大,脂质双

分子层发生纳米级穿孔,且随着电场强度、作用时间、及脉冲周期的变化,这种纳米级穿孔是不可逆的,最终导致肿瘤细胞坏死、凋亡,随后凋亡细胞被吞噬细胞吞噬,组织再生修复^[13-14]。研究^[15-16]显示,与传统“热”消融或“冷”消融相比,纳米刀消融术通过高压电场作用“选择性击穿”肿瘤细胞膜,进而达到治疗肿瘤目的,不仅能够彻底破坏肿瘤细胞,而且能够有效保护周围重要管道结构,减少术后并发症发生。我国CFDA于2015年6月正式批准其用于胰腺癌及肝门部胆管癌的临床消融治疗。本组18例患者,所有患者术中心率、血压等各项生命体征均平稳,无心律失常等发生,术后心肌酶指标均未见明显异常,提示纳米刀高压电脉冲并未对患者心肌电生理造成影响,这也印证了纳米刀是在心肌绝对不应期内放电的工作原理。此外,术后有2例患者发生胰腺炎,淀粉酶重度升高,5例患者血淀粉酶明显增高,表明纳米刀消融术后可导致部分患者发生胰腺炎,但积极对症治疗均能较快好转,并未对术后恢复造成明显影响,这与Martin等^[17]的研究报道相似。再者,术后仅有少数患者发生恶心呕吐等轻微不良反应,随访3个月无出血、胆

痿、胰痿等治疗相关性并发症。与胰十二指肠切除术 (pancreatoduodenectomy, PD) 及 RFA、HIFU 等相比, 明显减少了术后胰痿、出血等严重并发症发生率, 极大提高了手术安全性^[18-21]。疗效评估中, 15 例患者术后肿瘤标志物 CA19-9 均显著降低, 其中 2 例术后第 10 天 CA19-9 降至正常, 且 3 个月内无再升高, 与术前存在显著差异。此外, 在临床结局中, 患者术后生活质量较术前明显提高, KPS 评分及生活质量评分均较术前差异显著, 患者疼痛症状明显好转, 甚至消除, 这说明纳米刀治疗后能够显著改善胰腺肿瘤患者的生活质量。术后影像学评估中, 获得 CMR 2 例, PMR 10 例, SMD 3 例, 客观有效率 (ORR) 为 67%, 大部分患者病情得到有效控制, 且进一步行 PET/CT 检查发现, 随着观察时间的延长, 大部分患者 18F-FDG 摄取率逐渐降低, 且均明显低于术前, 这提示纳米刀消融术肿瘤细胞逐渐坏死凋亡, 肿瘤代谢降低。Paiella 等^[22]研究纳米刀消融术治疗局部进展期胰腺癌, 发现患者中位生存期 7.5 个月, 但由于本研究随访时间短, 病例资料较少, 尚未依据 18F-FDG PET SUV 的变化值 (Δ SUV) 观察患者中位生存期, 作者将继续深入研究, 增加病例数及随访周期, 随访 PFS 及总生存 (overall survival, OS), 从而提供更多的参考价值。

查阅国内外相关文献, 并结合本课题研究结果, 作者总结纳米刀消融术在局部晚期不可切除胰腺癌治疗中有以下优势^[23-24]: (1) 术后并发症少、手术安全性高。只引起消融区内细胞膜的“选择性损伤”, 有效减少了术后胰痿、胆痿、出血等严重并发症发生率。(2) 精准定位、精确控制。可在超声、CT 等影像学导航下, 准确把握探针位置、消融区域大小, 实时了解消融程度;(3) 无热沉效应。纳米刀依靠高压电脉冲原理, 与 RFA 相比, 有效避免了热沉效应, 疗效显著提高。(4) 消融区域再生修复。凋亡细胞释放免疫物质, 有利于激活机体免疫系统, 吞噬细胞吞噬, 消融区域快速再生修复, 进而恢复正常功能。

总之, 纳米刀消融术的问世, 不仅能够彻底消融肿瘤, 而且能很好保证围手术期安全, 临床应用价值广阔, 前景广泛, 值得进一步推广。

参考文献

[1] 李国平, 龚高全, 王建华, 等. 不可切除的胰腺癌 TAI/TACE 治疗

后回顾性生存分析[J]. 介入放射学杂志, 2015, 24(2):118-123.

Li GP, Gong GQ, Wang JH, et al. Retrospective survival analysis of patients with unresectable pancreatic carcinomas after receiving transarterial infusion chemotherapy and transarterial chemoembolization treatment[J]. Journal of Interventional Radiology, 2015, 24(2):118-123.

[2] 何勇, 张辉, 王正峰, 等. 两种减压管放置方法对胰十二指肠切除术后胰痿的影响分析[J]. 中国普通外科杂志, 2016, 25(3):407-412.

He Y, Zhang H, Wang ZF, et al. Effects of two different decompression tube placement methods on pancreatic fistula after pancreaticoduodenectomy[J]. Chinese Journal of General Surgery, 2016, 25(3):407-412.

[3] 吉王明, 周丁华. 胰腺癌的局部消融治疗现状[J]. 中国医学工程, 2011, 19(4):171-172.

Ji WM, Zhou DH. Local ablation for pancreatic cancer: current status[J]. China Medical Engineering, 2011, 19(4):171-172.

[4] 陈锦, 陈群林, 林征宇, 等. 射频消融治疗肝脏恶性肿瘤急性热损伤的 MRI 表现及疗效判定[J]. 中国介入影像与治疗学, 2013, 10(12):713-716.

Chen J, Chen QL, Lin ZY, et al. MRI findings of acute thermal radiofrequency ablation damage and effect assessment after of malignant hepatic tumors[J]. Chinese Journal of Interventional Imaging and Therapy, 2013, 10(12):713-716.

[5] Young H, Baum R, Cremerius U, et al. Measurement of clinical and subclinical tumour response using [18F]-fluorodeoxyglucose and positron emission tomography: review and 1999 EORTC recommendations. European Organization for Research and Treatment of Cancer (EORTC) PET Study Group[J]. Eur J Cancer, 1999, 35(13):1773-1782.

[6] Dunki-Jacobs EM, Philips P, Martin RC 2nd. Evaluation of resistance as a measure of successful tumor ablation during irreversible electroporation of the pancreas[J]. J Am Coll Surg, 2014, 218(2):179-187.

[7] Trotti A, Colevas AD, Setser A, et al. CTCAE v3.0: development of a comprehensive grading system for the adverse effects of cancer treatment[J]. Semin Radiat Oncol, 2003, 13(3):176-181.

[8] 刘敏, 张璐, 孙丽华, 等. 辽宁省肿瘤化疗患者 KPS 评分情况分析[J]. 中国肿瘤, 2013, 22(8):635-637.

Liu M, Zhang L, Sun LH, et al. An Analysis on KPS Score for Chemotherapy Patients with Cancer in Liaoning Province[J]. Bulletin of Chinese Cancer, 2013, 22(8):635-637.

[9] 谢铮铮, 梁瑶, 孙路路. 厄洛替尼联合吉西他滨治疗胰腺癌有效性和安全性的 Meta 分析[J]. 中国临床药理学杂志, 2016, 32(8):746-748.

Xie ZZ, Liang Y, Sun LL. Meta analysis of the efficacy and safety of erlotinib plus gemcitabine for pancreatic cancer[J]. The Chinese

- Journal of Clinical Pharmacology, 2016, 32(8):746-748.
- [10] 肖卫东,李勇,蔡军,等.基于统一定义分析胰十二指肠切除术后腹部并发症的危险因素[J].中国现代医学杂志,2012,22(6):61-64.
- Xiao WD, Li Y, Cai J, et al. Analysis of risk factors of intra-abdominal complications after pancreaticoduodenectomy based on an uniform definition[J]. China Journal of Modern Medicine, 2012, 22(6):61-64.
- [11] 林天生,陈博滔.快速康复外科在胰十二指肠切除术围手术期的应用[J].中国普通外科杂志,2015,24(3):418-425.
- Lin TS, Chen BT. Use of enhanced recovery in perioperative care of pancreaticoduodenectomy[J]. Chinese Journal of General Surgery, 2015, 24(3):418-425.
- [12] 李连顺,李玉民,焦作义.胰十二指肠切除术后胰胃吻合和胰肠吻合安全性与疗效的Meta分析[J].中国普通外科杂志,2015,24(3):319-326.
- Li LS, Li YM, Jiao ZY, et al. Safety and efficacy of pancreaticogastrostomy and pancreaticojejunostomy after pancreaticoduodenectomy: a Meta-analysis[J]. Chinese Journal of General Surgery, 2015, 24(3):319-326.
- [13] Mao E, Ivorra A, Leor J, et al. The effect of irreversible electroporation on blood vessels[J]. Technol Cancer Res Treat, 2007, 6(4):307-312.
- [14] Rubinsky B, Onik G, Mikus P. Irreversible electroporation: a new ablation modality--clinical implications[J]. Technol Cancer Res Treat, 2007, 6(1):37-48.
- [15] Scheffer HJ, Melenhorst MC, Vogel JA, et al. Percutaneous irreversible electroporation of locally advanced pancreatic carcinoma using the dorsal approach: a case report[J]. Cardiovasc Intervent Radiol, 2015, 38(3):760-765.
- [16] 宁周雨,王鹏,陈颢,等.兔胰腺移植瘤纳米刀、冷冻、射频的对比研究[J].第二军医大学学报,2016,37(1):10-16.
- Ning ZY, Wang P, Chen H, et al. A comparative study of nanoknife, cryoablation, and radiofrequency ablation for treatment of pancreatic cancer xenograft in rabbits[J]. Academic Journal of Second Military Medical University, 2016, 37(1):10-16.
- [17] Martin RC 2nd, McFarland K, Ellis S, et al. Irreversible electroporation therapy in the management of locally advanced pancreatic adenocarcinoma[J]. J Am Coll Surg, 2012, 215(3):361-369.
- [18] 高顺良,陈健,王涌,等. Whipple术后胰肠吻合口大出血的急诊手术治疗[J].中华急诊医学杂志,2007,16(8):870-871.
- Gao SL, Chen J, Wang Y, et al. Emergency operation for pancreaticojejunostomy anastomotic bleeding after Whipple surgery[J]. Chinese Journal of Emergency Medicine, 2007, 16(8):870-871.
- [19] Savic LJ, Chapiro J, Hamm B, et al. Irreversible electroporation in interventional oncology: where we stand and where we go[J]. Rofo, 2016, 188(8):735-745.
- [20] 张肖,肖越勇,何晓锋,等. CT引导下经皮纳米刀消融术在不可切除胰腺肿瘤中的临床应用[J].中国介入影像与治疗学,2015,12(10):583-587.
- Zhang X, Xiao YY, He XF, et al. Clinical application of CT-guided percutaneous Nanoknife ablation in unresectable pancreatic carcinoma[J]. Chinese Journal of Interventional Imaging and Therapy, 2015, 12(10):583-587.
- [21] Akinwande O, Ahmad SS, Van Meter T, et al. CT findings of patients treated with irreversible electroporation for locally advanced pancreatic cancer[J]. J Oncol, 2015:680319. doi: 10.1155/2015/680319.
- [22] Paiella S, Butturini G, Frigerio I, et al. Safety and feasibility of Irreversible Electroporation (IRE) in patients with locally advanced pancreatic cancer: results of a prospective study[J]. Dig Surg, 2015, 32(2):90-97.
- [23] Lu DS, Raman SS, Limanond P, et al. Influence of large peritumoral vessels on outcome of radiofrequency ablation of liver tumors[J]. J Vase Interv Radiol, 2003, 14(10):1267-1274.
- [24] Melenhorst MC, Scheffer HJ, Vroomen LG, et al. Percutaneous irreversible electroporation of unresectable hilar cholangiocarcinoma (klatskin tumor): a case report[J]. Cardiovasc Intervent Radiol, 2016, 39(1):117-121.

(本文编辑 宋涛)

本文引用格式:刘少朋,李晓勇,程冰冰.纳米刀消融术治疗局部晚期不可切除胰腺癌安全性及疗效评价[J].中国普通外科杂志,2016,25(9):1259-1265. doi:10.3978/j.issn.1005-6947.2016.09.006
Cite this article as: Liu SP, Li XY, Cheng BB. Safety and efficacy of nanoknife ablation for locally advanced unresectable pancreatic cancer[J]. Chin J Gen Surg, 2016, 25(9):1259-1265. doi:10.3978/j.issn.1005-6947.2016.09.006