专家述评

胰腺癌临床放射治疗进展与思考

王颖杰[1]，冯礼夫[2]，张　瑾[2]，任　刚[1]，毕永民[3]
1.空军特色医学中心 放射治疗科（北京 100142）；2.中国医科大学 研究生院（沈阳110122）；3.空军特色医学中心 核医学科（北京100142）

【摘　要】随着各种精准放疗技术的出现，胰腺癌放疗在放疗技术和剂量模式方面不断发展和更新。放疗在胰腺癌治疗中的疗效不仅体现在提高生活质量和提高局部控制率上，而且显著延长了病人的生存时间。本文就近年来胰腺癌放疗的文献报道，围绕着关于放疗设备技术、剂量模式、照射范围等的研究进展进行深入分析与评述，并针对放疗在胰腺癌各分期的疗效结果，提出思考。方便专业人员了解相关进展，为临床实践和科学研究提供帮助。

【关键词】胰腺癌；放射疗法；放疗设备技术；剂量模式；照射范围
【中图分类号】R735.9　　文献标志码 A　　DOI：10.3969/j.issn.2096-3351.2023.02.004

Progress and thinking of chinical radiotherapy for pancreatic cancer

WANG Yingjie[1], FENG Lifu[2], ZHANG Jin[2], REN Gang[1], BI Yongmin[3]
1.Department of Radiotherapy, Air Force Medical Center, Beijing 100142, China; 2. Graduate School, China Medical University, Shenyang 110122, China; 3. Department of Nuclear Medicine, Air Force Medical Center, Beijing 100142, China

【**Abstract**】With the emergence of various precision radiotherapy technologies, radiotherapy for pancreatic cancer has been continuously developed and updated in terms of radiotherapy technology and dose modes. The curative effect of radiotherapy in the treatment of pancreatic cancer is not only reflected in improving the quality of life and local control rate, but also significantly prolongs the survival time of patients. This paper reviewed the literature reports on radiotherapy for pancreatic cancer in recent years, analyzed in depth the problems about radiotherapy equipment technology, dose mode and irradiation range, and put forward some thoughts on the results of radiotherapy in different stage of pancreatic cancer. It was convenient for professionals to understand relevant progress and provided help for clinical practice and scientific research.

【**Keywords**】Pancreatic cancer; Radiotherapy; Radiotherapy equipment technology; Dose mode; Irradiation range



专家简介：王颖杰，博士研究生导师，中国人民解放军空军高层次科技人才。现任空军特色医学中心放射治疗科主任，主任医师，国家临床重点专科军队建设项目负责人。中华医学会放射肿瘤学分会全国委员，北京医学会放射肿瘤学分会副主任委员兼秘书长，全军放射肿瘤专业委员会常委兼秘书长，中央军委保健会诊专家。目前主要从事肿瘤的立体定向精确放疗（TOMO/γ刀）和肿瘤同步放化疗的基础和临床研究。主持在《*Int Radiat Oncol Biol Phys*》《中华肿瘤杂志》《中华放射肿瘤学杂志》等刊物上发表论文40多篇。副主编《肿瘤体部伽马刀治疗学》《放射治疗常规》《肿瘤放射外科治疗学》专著，参编多部。多次受到军队嘉奖。E-mail：wangYj@163.com

提高胰腺癌病人生存率仍是目前治疗的难点。放射治疗作为传统抗肿瘤治疗的“三驾马车”之一，是胰腺癌治疗的重要手段。随着各种精准放疗技术的出现，胰腺癌放疗在照射技术、剂量模式等方面不断的发展和更新，所带来的疗效不仅体现在改善生活质量、提高局控率，也显著延长了病人的生存时间。本文对近年来关于胰腺癌放射治疗的文献报道进行综合分析与评述，以方便广大专业人员了解胰腺癌临床放射治疗的研究进展，为临床和科研提供帮助。

1　放疗设备技术进展

胰腺癌放疗对设备和技术均要求较高，许多新放疗设备、技术功能水平的评价是以其是否能提高胰腺癌放疗照射精准性为标准的[1]。研究显示调强放疗（intensity modulated radiation therapy，IMRT）的急性胃肠道毒性较三维适形放疗（three-dimensional conformal radiation therapy，3D-CRT）减少一半[2-3]

质子、重离子在放射生物效应方面优于光子，多个小样本研究提示在胰腺癌放疗中拥有较高的局部控制效果和较轻的不良反应。LIERMANN等分析了13例

基金项目：首都卫生发展科研专项（2022-2-5121）；空军军医大学学校临床研究项目（2021LC2227）
并列第一作者：冯礼夫，vonleaf@outlook.com
引用本文：王颖杰，冯礼夫，张瑾，等. 胰腺癌临床放射治疗进展与思考[J]. 西南医科大学学报，2023.46（2）：106-109.DOI：10.3969/j.issn.2096-3351.2023.02.004

接受碳离子放射治疗的术后局部复发胰腺癌（locally recurrent pancreatic cancer，LRPC）病例，其1年局部控制率达到了87.5%[4]，其另一项对21名局部晚期胰腺癌（locally advanced pancreatic cancer，LAPC）病人的回顾性研究也得出了相似的结果，1年局部控制率为89%，仅1名病人出现CTCAE Ⅲ级胃肠道反应[5]。来自RAPP等的一项Ⅱ期临床试验[6]同样佐证了质子放射疗法的耐受性，临界可切除和可切除胰腺癌病人都可能会从质子新辅助治疗中获益，其安全、可靠性将在另一项多中心临床实验中进一步得到证实。

磁共振引导的自适应立体定向放疗（stereotactic MR-guided adaptive radiotherapy，SMART）技术拥有实时磁共振图像引导、在线自适应功能，进一步提高了生物有效剂量。多项回顾性或前瞻性单臂研究显示[7-9]，SMART减少了毒性反应，有效提升了照射剂量。但同时磁共振引导下治疗时间延长，需要病人良好的配合，如何缩短治疗时间、简化流程，值得进一步探讨。

2 放疗剂量模式

放疗的疗效与肿瘤受照剂量是密切相关的，多个研究显示胰腺癌病灶受照剂量是病人长期生存时间的独立预后因素，改变常规放疗剂量模式和提高肿瘤照射剂量是改善病人预后的关键[10-13]。立体定向放疗（stereotactic body radiation therapy，SBRT）施照次数少，有利于联合全身系统治疗，方便提高照射剂量等优势，但因SBRT对设备及经验要求高，其在胰腺癌中应用率还有待提高。在印度采用SBRT治疗胰腺癌的应用率仅为37%，英国只有68%的中心能够将现有设备用于腹部SBRT[14]。

GLICKSMAN等回顾性分析单中心胰腺癌行SBRT的结果，包含各种分期的病人共计51例，其中转移性病人占17%，1年总生存期（overall survival，OS）为49%，12%的病人出现3级晚期胃肠道反应[15]。关于SBRT与常规剂量分割放疗（conventional radiation therapy，CRT）的比较，目前仍缺少前瞻性随机对照试验的依据，ARCELLI等采用病例匹配方法回顾多中心局部晚期胰腺癌接受两种剂量模式后的疗效结果，每组40例病人，SBRT组中位剂量30Gy/5次，CRT组50.4Gy/28次，中位局控时间、1年期和2年期局控率分别为：CRT组16.0个月，53.1%和40.5%，SBRT组22.0个月，80.4%和49.8%（$P=0.017$），但CRT和SBRT之间的OS在统计学上差异无意义[16]。LIU等近期发表一篇关于局部晚期或临界可切除胰腺癌接受SBRT的系统性回顾meta分析结果[17]，共计19项研究，800例病人，其中局部晚期胰腺癌中位OS 14.1个月，中位PFS 10.0个月，≥3级的早期、晚期胃肠道反应分别为2%和8%，临界可切除病人中位OS 17.5个月，中位PFS 12.2个月，≥3级的早期、晚期胃肠道反应均为0%，该研究认为采用SBRT治疗胰腺癌具有较低的副作用。

3 放疗照射范围

对于SBRT或大分割模式放疗等单次高剂量放疗，靶区勾画较CRT更加影响病人预后，靶区研讨班的学习可能有助于勾画的准确性及一致性[18]。目前一般有两种以血管为中心外扩的方法：血管计划靶区体积和Hopkins计划靶区体积[19]。辅助放疗的范围需参考术后复发的规律，原发病灶复发多见于肠系膜上动脉或腹腔干周围，而淋巴结复发主要见于肠系膜根部和主动脉旁间隙[20]。ZHU等研究发现胰腺癌病理组织的Ki-67、P53和PD-L1蛋白表达水平，与术后复发病灶和血管的距离有一定关系，因此认为根据不同蛋白水平，形成靶区体积，可以覆盖大多数复发病灶，这对于确定辅助放疗靶区范围是可行的[21]。在ZHU等的另一项研究中，回顾性分析了510名胰腺癌病例，并在计算机断层图像上绘制了腹腔干、肠系膜上动脉、脾动脉、肝门等处的局部复发图像。多变量分析表明靠近腹腔干、肠系膜上动脉和腹膜后间隙的区域是局部复发的高危区域，可能需要高剂量照射以最大限度地实现局部区域控制[22]。

4 各期胰腺癌临床放疗进展与思考

4.1 可切除胰腺癌

根治性放疗是手术切除的替代疗法，2022年CSCO胰腺癌诊疗指南推荐对于拒绝手术或医学原因不耐受手术切除的可切除胰腺癌病人，可进行根治性放疗。但放疗在可切除胰腺癌新辅助及术后辅助治疗当中的作用仍有争议。HAN等回顾分析SEER数据库中14 977例Ⅰ-Ⅱ期可切除胰腺癌数据，非放疗组、新辅助放疗组及辅助放疗组的中位OS分别为20个月、24个月及23个月（$P<0.0001$），但是在Ⅰ期病人中非放疗组OS明显长于新辅助放疗组或辅助放疗组（56月 vs 27月 vs 37月，$P=0.0039$），Ⅱ期病人新辅助放疗组或辅助放疗组OS明显长于非放疗组（24月 vs 22月 vs 17月，$P<0.0001$），多因素分析显示辅助放疗是Ⅱ期病人预后良好的影响因素（HR = 0.904，$P<0.001$，95% CI: 0.861 ~ 0.950）[23]。LIN等也得出类似结果，他们收集SEER数据库中3 219例Ⅰ期至Ⅱ期行手术切除的病人，倾向得分匹配法（propensity score matching，PSM）后分析显示行术后辅助放疗的生存时间明显延长（中位OS：26个月 vs 23个月；2年OS：51.7% vs 46.7%；5年OS：23.3% vs 17.4%，$P=0.006$），亚组分析显示仅有Ⅱb期病人受益（$P<0.001$），这是由于淋巴结阳性病人的死亡率降低了23.4%（$P<0.001$）[24]。因此，推测在可切除胰腺癌当中，分期较晚、伴淋巴结转移的病人，可能

更适合接受围手术期的放疗。

4.2 临界可切除胰腺癌

临界可切除胰腺癌接受放疗的适应症范围更广，尤其是在新辅助治疗中，较可切除胰腺癌的循证医学证据更高。YASUTA等回顾性收集29例临界可切除胰腺癌病人，行S1同步常规放疗，术前评价10%部分缓解，31%仍有血管侵犯，但术后病理提示93% R0切除率，因此，该团队认为临界可切除病人接受术前放化疗后，除外进展外，建议行手术切除[25]。TAKAHASHI等进行了关于临界可切除胰腺癌新辅助治疗的一项多中心、前瞻性Ⅱ期临床试验，采用S1联合CRT，41例病人中63%接受了R0切除，术后3～4级毒副反应占7.5%，2年生存率58%，中位生存时间30.8个月[26]。近期PREOPANCⅢ期临床试验的长期结果显示放疗（36Gy/15分次）联合吉西他滨作为新辅助放化疗方案，较直接手术组，延长了病人总生存时间（15.7个月 vs 14.3个月），5年生存率分别为20.5%和6.5%[27]。目前采用多药联合的强化疗方案联合SBRT的试验正在进行中[28]。此外，有学者认为术中放疗是对临界可切除胰腺癌的一种有效的局部治疗模式，通过术中直视精准确定靶区，更高的等效生物照射剂量，达到更高的局部控制率[29-31]。

4.3 局部晚期胰腺癌病人放疗

放疗在局部晚期胰腺癌的治疗中占有重要地位。SUKER等进行了一项前瞻性、多中心、单臂Ⅱ期临床试验，8周期FOLFIRINOX化疗后接受40Gy/8次放疗，共55例局部晚期胰腺癌病人入组，78%的病人接受SBRT治疗，结果1年OS和PFS分别为64%和34%，12%的病人接受之后的手术切除，其中两例为病理完全缓解[32]。PASSARDI等纳入42例不能切除的局部晚期胰腺癌病人进入Ⅱ期临床试验，GEMOX方案4周期后，行35Gy/7次模式放疗后再行4周期GEMOX方案，手术切除率为25%，R0切除率为12.5%，中位无进展生存期9.3月（95%可信区间6.2～14.9月），总生存期15.8月[33]。CONKO007试验在2022年ASCO会议上报道了初步结果，诱导化疗后CRT同步吉西他滨组（169例）较单独化疗组（167例），提高了R0切除率（69% vs 50%，$P = 0.0418$），亚组分析显示手术组较非手术组明显提高了5年生存率（17.5% vs 0%，$P < 0.001$）。局部晚期胰腺癌放化疗后总体疗效好于单独化疗，但放疗的使用比例仍处于低值，韩国某医院报道在该院局部晚期胰腺癌病人中接受放疗比率仅占17.1%[34]。

IWAI等回顾性研究年龄≥75岁的老年局部晚期胰腺癌病人接受大分割放疗对预后的影响，15例病人体质状态0～1，放疗按照48Gy/15次模式，联合每周吉西他滨，中位OS 20.4个月，1年OS 80%，3例病人出现3级非血液学反应[35]。SHAIB等回顾NCDB中仅接受放疗的局部晚期胰腺病人，中位年龄73.5岁，SBRT 64例，CRT 416例，两组中位OS分别为8.6和6.7个月，明显长于非放疗病人的3.4个月（$P < 0.001$）[36]。可见即使体质差、高龄的局部晚期胰腺癌病人，不耐受化疗，仍可以从放疗中获益。

4.4 转移性胰腺癌病人放疗

放疗同样也可以参与转移性胰腺癌治疗中，在对疼痛、梗阻病人起减症治疗疗效基础上，局部疗效甚至可转化为延长病人生存。JI等回顾性分析34例胰腺癌仅伴肝转移病人SBRT联合化疗的疗效，采用PSM方法统计分析，与单独化疗的55例病人相比，虽然在OS、PFS方面无差异，但对于胰头癌及体质状态佳的病人，SBRT联合化疗组的OS、局控时间长，明显缓解腹背痛，毒副反应可接受[37]。LEE等回顾性分析三个中心共76例胰腺癌肝转移病人接受肝转移病灶消融剂量放疗的预后结果，68%为异时性肝转移，放疗前43%为化疗后进展，结果显示1年局控率66%，1年OS为38%，多因素分析显示体质状态好、化疗后病灶稳定、CA19-9低值的病人更能从中获益[38]。TUNG等统计了1 621名不可切除胰腺癌病人中有219名（13.5%）接受了放疗，放疗后疼痛评分下降73.4%，而910名病人中688名（75.6%）接受了阿片类药物治疗，阿片类药物治疗后疼痛评分下降62.1%[39]。

5 小结与展望

近年来，随着胰腺癌临床放射治疗向着精准治疗进一步发展，未来质子、重离子技术，核磁图像引导加速器放疗设备等在临床上的广泛使用，将有助于降低放射毒性反应，提高放疗疗效。随着设备的更新进步，放疗剂量模式向着单次剂量高、治疗次数少发展，照射范围也逐渐精细化。放射治疗在胰腺癌临床各个阶段都将起到积极的治疗作用，甚至对于体质差、高龄、转移性胰腺癌病人，都可以从放疗中获益。

6 参考文献

[1] ARUMUGAM S, PAVEY D, OAR A, *et al*. The first real-time intrafraction target position monitoring in pancreas SBRT on an Elekta linear accelerator[J]. Phys Eng Sci Med, 2021, 44(3): 625-638.

[2] LEE KJ, YOON HI, CHUNG MJ, *et al*. A comparison of gastrointestinal toxicities between intensity-modulated radiotherapy and three-dimensional conformal radiotherapy for pancreatic cancer[J]. Gut Liver, 2016, 10(2): 303-309.

[3] GOTO Y, NAKAMURA A, ASHIDA R, *et al*. Clinical evaluation of intensity-modulated radiotherapy for locally advanced pancreatic cancer[J]. Radiat Oncol, 2018, 13(1): 118.

[4] LIERMANN J, BEN-JOSEF E, SYED M, *et al*. Carbon ion radiotherapy as definitive treatment in locally recurrent pancreatic cancer[J]. Strahlenther Onkol, 2022, 198(4): 378-387.

[5] LIERMANN J, NAUMANN P, WEYKAMP F, *et al*. Effectiveness of carbon ion radiation in locally advanced pancreatic cancer[J]. Front Oncol, 2021, 11: 708884.

[6] RAPP CT, RUTENBERG MS, MORRIS CG, *et al*. Dose-escalated proton therapy with elective nodal irradiation and concomitant chemotherapy for unresectable, borderline resectable, or medically inoperable pancreatic cancer: a phase II trial[J]. J Gastrointest Oncol, 2022, 13(3): 1395-1401.
[7] SIM AJ, HOFFE SE, LATIFI K, *et al*. A practical workflow for magnetic resonance-guided stereotactic body radiation therapy to the pancreas[J]. Pract Radiat Oncol, 2023, 13(1): e45-e53.
[8] STANESCU T, SHESSEL A, CARPINO-ROCCA C, *et al*. MRI-guided online adaptive stereotactic body radiation therapy of liver and pancreas tumors on an MR-linac system[J]. Cancers (Basel), 2022, 14(3): 716.
[9] MICHALET M, BORDEAU K, CANTALOUBE M, *et al*. Stereotactic MR-guided radiotherapy for pancreatic tumors: dosimetric benefit of adaptation and first clinical results in a prospective registry study[J]. Front Oncol, 2022, 12: 842402.
[10] REYNGOLD M, O'REILLY EM, VARGHESE AM, *et al*. Association of ablative radiation therapy with survival among patients with inoperable pancreatic cancer[J]. JAMA Oncol, 2021, 7(5): 735-738.
[11] REN G, XIA T, DI Y, *et al*. Hypofractionated and simultaneous integrated boost radiation therapy for locally advanced pancreatic cancer with helical tomotherapy[J]. Int J Radiat Oncol Biol Phys, 2015, 93(3): E149-E150.
[12] 任刚, 夏廷毅, 王颖杰. 如何发挥放疗在胰腺癌治疗中的作用[J]. 肿瘤防治研究, 2021, 48(11): 989-993.
[13] 秦青, 任刚, 李晶, 等. 高剂量少分次放疗模式治疗胰腺癌对病人生活质量的影响[J]. 中华放射肿瘤学杂志, 2018, 27(7): 656-660.
[14] BROCKLEHURST A, BARKER CL, MUKHERJEE S, *et al*. Stereotactic ablative body radiotherapy for locally advanced unresectable pancreatic cancer: current views of the public and professionals[J]. Clin Oncol, 2021, 33(3): e198.
[15] GLICKSMAN RM, CHUNG H, MYREHAUG S, *et al*. Stereotactic radiotherapy for pancreatic cancer: a single-institution experience[J]. Cureus, 2020, 12(9): e10618.
[16] ARCELLI A, BUWENGE M, MACCHIA G, *et al*. Stereotactic body radiotherapy vs conventionally fractionated chemoradiation in locally advanced pancreatic cancer: a multicenter case-control study (PAULA-1)[J]. Cancer Med, 2020, 9(21): 7879-7887.
[17] LIU S, LIU Y, YANG J, *et al*. Survival outcome after stereotactic body radiotherapy for locally advanced and borderline resectable pancreatic cancer: a systematic review and meta-analysis[J]. Transl Oncol, 2021, 14(8): 101139.
[18] SLEVIN F, BEASLEY M, SPEIGHT R, *et al*. Evaluation of clinician contouring for pancreatic stereotactic ablative radiotherapy during a contouring workshop organised by the royal college of radiologists[J]. Clin Oncol, 2021, 33(3): e196-e197.
[19] BLUEMEL TS, KHAROFA J. Comparison of radiation treatment volumes for borderline resectable pancreatic cancer in contemporary clinical trials[J]. Am J Clin Oncol, 2020, 43(9): 648-653.
[20] BRUNNER TB, HAUSTERMANS K, HUGUET F, *et al*. ESTRO ACROP guidelines for target volume definition in pancreatic cancer[J]. Radiother Oncol, 2021, 154: 60-69.
[21] ZHU XF, CAO YS, JU XP, *et al*. Personalized designs of adjuvant radiotherapy for pancreatic cancer based on molecular profiles [J]. Cancer Sci, 2021, 112(1): 287-295.
[22] ZHU XF, JU XP, CAO YS, *et al*. Patterns of local failure after stereotactic body radiation therapy and sequential chemotherapy as initial treatment for pancreatic cancer: implications of target volume design[J]. Int J Radiat Oncol Biol Phys, 2019, 104(1): 101-110.
[23] HAN D, GAO F, LIU JL, *et al*. Analysis of radiotherapy impact on survival in resected stage I/II pancreatic cancer patients: a population-based study[J]. BMC Cancer, 2021, 21(1): 560.
[24] LIN ZB, SONG JY, LI AC, *et al*. The benefit of adjuvant radiotherapy on overall survival in resected stage I to II pancreatic cancer: a propensity-adjusted analysis[J]. PLoS One, 2020, 15(12): e0243170.
[25] YASUTA S, KOBAYASHI T, AIZAWA H, *et al*. Relationship between surgical R0 resectability and findings of peripancreatic vascular invasion on CT imaging after neoadjuvant S-1 and concurrent radiotherapy in patients with borderline resectable pancreatic cancer[J]. BMC Cancer, 2020, 20(1): 1184.
[26] TAKAHASHI S, OHNO I, IKEDA M, *et al*. Neoadjuvant S-1 with concurrent radiotherapy followed by surgery for borderline resectable pancreatic cancer: a phase II open-label multicenter prospective trial (JASPAC05) [J]. Ann Surg, 2022, 276(5): e510-e517.
[27] VERSTEIJNE E, VAN DAM JL, SUKER M, *et al*. Neoadjuvant chemoradiotherapy versus upfront surgery for resectable and borderline resectable pancreatic cancer: long-term results of the Dutch randomized PREOPANC trial[J]. J Clin Oncol, 2022, 40(11): 1220-1230.
[28] JANSSEN QP, VAN DAM JL, BONSING BA, *et al*. Total neoadjuvant FOLFIRINOX versus neoadjuvant gemcitabine-based chemoradiotherapy and adjuvant gemcitabine for resectable and borderline resectable pancreatic cancer (PREOPANC-2 trial): study protocol for a nationwide multicenter randomized controlled trial[J]. BMC Cancer, 2021, 21(1): 300.
[29] 张建伟, 王成锋. 胰腺癌术中放疗专家共识解读[J]. 中国医刊, 2020, 55(12): 1298-1301.
[30] 翟医蕊. 术中放疗在交界可切除胰腺癌中的应用[J]. 中华肝胆外科杂志, 2022, 28(8): 572-575.
[31] 李珊, 赵春波, 乔文波. 术中放疗在胰腺癌中的应用进展[J]. 实用肿瘤学杂志, 2019, 33(3): 280-283.
[32] SUKER M, NUYTTENS JJ, ESKENS FALM, *et al*. Efficacy and feasibility of stereotactic radiotherapy after folfirinox in patients with locally advanced pancreatic cancer (LAPC-1 trial)[J]. EClinicalMedicine, 2019, 17: 100200.
[33] PASSARDI A, SCARPI E, NERI E, *et al*. Chemoradiotherapy (Gemox plus helical tomotherapy) for unresectable locally advanced pancreatic cancer: a phase II study[J]. Cancers (Basel), 2019, 11(5): 663.
[34] KUBO K, WADASAKI K, KOMICHI D, *et al*. A single institution experience of the treatment of pancreatic ductal carcinoma: the demand and the role of radiation therapy[J]. PLoS One, 2019, 14(12): e0227305.
[35] IWAI T, YOSHIMURA M, ASHIDA R, *et al*. Hypofractionated intensity-modulated radiotherapy with concurrent chemotherapy for elderly patients with locally advanced pancreatic carcinoma[J]. Radiat Oncol, 2020, 15(1): 264.
[36] SHAIB WL, ZAKKA K, SHAHIN AA, *et al*. Radiation as a single-modality treatment in localized pancreatic cancer[J]. Pancreas, 2020, 49(6): 822-829.
[37] JI XQ, ZHAO YL, HE CL, *et al*. Clinical effects of stereotactic body radiation therapy targeting the primary tumor of liver-only oligometastatic pancreatic cancer[J]. Front Oncol, 2021, 11: 659987.
[38] LEE G, KIM DW, OLADERU OT, *et al*. Liver metastasis-directed ablative radiotherapy in pancreatic cancer offers prolonged time off systemic therapy in selected patients: data from a multi-institutional retrospective study[J]. Pancreas, 2021, 50(5): 736-743.
[39] TUNG S, COBURN NG, DAVIS LE, *et al*. Population-based study of the prevalence and management of self-reported high pain scores in patients with non-resected pancreatic adenocarcinoma[J]. Br J Surg, 2019, 106(12): 1666-1675.

(利益冲突:无)

(收稿日期:2022-11-15;修回日期:2022-12-25)