

•非血管介入 Non-vascular intervention•

复合 ^{125}I 粒子植入技术联合 TACE 治疗肝癌合并门静脉癌栓

王万胜, 王 晨, 沈 健, 任葆胜, 印 于, 杨 俊, 唐浩桓, 黄 鹏,
朱晓黎, 倪才方

【摘要】 目的 评估复合 ^{125}I 粒子植入技术(^{125}I 粒子螺旋系统序贯肿瘤同侧分支癌栓粒子植入术)联合 TACE 治疗肝细胞癌(HCC)合并程氏Ⅲ型门静脉癌栓(PVTT)的安全性及有效性。**方法** 对 24 例 HCC 合并Ⅲ型 PVTT 患者行门静脉主干内 ^{125}I 粒子螺旋系统植入术,随后同期行 TACE 治疗;7~10 d 后继续肿瘤同侧分支癌栓内 ^{125}I 粒子植入术。每 6~8 周行 CT 增强随访,并按需行再次 TACE 治疗。统计分析患者并发症、治疗反应率及总生存期。**结果** 所有患者均未发生 3 级以上严重并发症。门静脉主干癌栓(MPVTT)的客观反应率(ORR)与疾病控制率(DCR)分别为 54.2%及 87.5%;肝内病变的 ORR 及 DCR 分别为 29.2%及 37.5%。患者中位生存期为(9.5±1.4)(95%CI,6.7~12.3)个月。**结论** 复合 ^{125}I 粒子植入技术联合 TACE 治疗 HCC 合并Ⅲ型 PVTT 是安全可行的,该模式有望进一步改善此类患者预后。

【关键词】 肝细胞癌; 门静脉癌栓; ^{125}I 粒子螺旋系统; 复合 ^{125}I 粒子植入技术; 血管内近程放疗; 经动脉化疗栓塞术

中图分类号:R735.7 文献标志码:A 文章编号:1008-794X(2021)-07-0680-07

Complex ^{125}I seed implantation combined with transcatheter arterial chemoembolization for hepatocellular carcinoma complicated by portal vein tumor thrombus WANG Wansheng, WANG Chen, SHEN Jian, REN Baosheng, YIN Yu, YANG Jun, TANG Haohuan, HUANG Peng, ZHU Xiaoli, NI Caifang. Department of Interventional Radiology, First Affiliated Hospital of Soochow University, Suzhou, Jiangsu Province 215006, China

Corresponding author: NI Caifang, E-mail: caifangnisdfy@163.com

【Abstract】 Objective To investigate the safety and efficacy of complex ^{125}I seed implantation (sequential implantation of helical ^{125}I seed in the tumor thrombus of the main portal vein and the tumor-side portal vein branch) and transcatheter arterial chemoembolization(TACE) in treating hepatocellular carcinoma (HCC) complicated by Cheng's classification type Ⅲ portal vein tumor thrombus(PVTT). **Methods** Helical ^{125}I seed implantation in the main portal vein together with simultaneous TACE treatment was carried out in 24 patients with HCC complicated by type Ⅲ PVTT, which was followed by ^{125}I seed implantation in the tumor thrombus of the tumor-side portal vein branch after 7-10 days. The patients were followed up with enhanced CT examination every 6-8 weeks, and TACE was repeated when necessary. The incidence of complications, treatment response rate and total survival time were statistically analyzed. **Results** No complications of over grade Ⅲ were observed in all patients. The objective response rate(ORR) and disease control rate(DCR) of main portal vein tumor thrombus(MPVTT) were 54.2% and 87.5% respectively, and the ORR and DCR of the hepatic

DOI:10.3969/j.issn.1008-794X.2021.07.009

基金项目:江苏省苏州市民生科技项目(SYS2019036)、江苏省医学重点人才基金(ZDRCA2016038)、国家自然科学基金(81771945)

作者单位:215006 江苏 苏州大学附属第一医院介入科(王万胜、王 晨、沈 健、任葆胜、印 于、杨 俊、唐浩桓、黄 鹏、朱晓黎、倪才方);新疆石河子大学医学院第三附属医院介入血管科(王 晨);南京医科大学附属常州第二人民医院介入科(任葆胜)

通信作者:倪才方 E-mail: caifangnisdfy@163.com 朱晓黎 E-mail: zhuxiaoli90@163.com

lesions were 29.2% and 37.5% respectively. The median survival was (9.5±1.4) months(95%CI=6.7-12.3 months).

Conclusion For the treatment of HCC associated with type III PVTT, combination use of complex I¹²⁵ seed implantation and TACE is clinically safe and feasible, and it is hopefully expected that this treatment pattern can further improve the prognosis of such patients. (J Intervent Radiol, 2021, 30: 680-686)

【Key words】 hepatocellular carcinoma; portal vein tumor thrombus; helical I¹²⁵ seed implantation; complex I¹²⁵ seed implantation; endovascular brachytherapy; transcatheter arterial chemoembolization

门静脉侵犯是肝细胞癌(HCC)重要的生物学行为之一,也是 HCC 患者预后不佳的独立因素;12.5%~39.7%患者在诊断时即有门静脉癌栓(PVTT)形成^[1-3]。治疗 HCC 合并 PVTT 的方法有 TACE、外放疗、靶向药物及免疫检查点抑制剂治疗等,其中 ¹²⁵I 粒子血管内近程放疗显示出较确切的 PVTT 抑制效果^[4-20]。

在 ¹²⁵I 粒子支架、粒子条联合支架、粒子条及粒子螺旋系统等血管内近程放疗技术治疗门静脉主干癌栓(MPVTT)的相关研究中,¹²⁵I 粒子辐射范围均仅覆盖主干癌栓,而不包括肿瘤侧分支癌栓。随着门静脉主干内粒子辐射剂量的衰减,肿瘤侧分支癌栓可继续向主干内延伸,最终导致主干癌栓进展^[13-17],若对主干癌栓及肿瘤侧分支癌栓同时行血管内近程放疗,可能进一步提高 MPVTT 疗效。

先前研究表明 ¹²⁵I 粒子螺旋系统可自行固定于门静脉主干内起到对 MPVTT 抑制作用,但对分支癌栓则无治疗效果^[13,21]。Huang 等^[11]研究则证实分支癌栓内粒子植入可有效抑制分支癌栓,但对 MPVTT 抑制效果不佳。因此,对于 MPVTT 的治疗,这两种不同的 ¹²⁵I 粒子植入技术之间具有潜在的互补作用;当联合 TACE 时,可能会进一步改善 HCC 合并程氏 III 型 PVTT 患者的预后。然而,目前尚无此种联合治疗模式的相关报道。为此,本研究拟评估复合 ¹²⁵I 粒子植入技术(¹²⁵I 粒子螺旋系统序贯肿瘤同侧分支癌栓粒子置入术)联合 TACE 治疗 HCC 合并 III 型 PVTT 的安全性及有效性。

1 材料与方法

1.1 临床资料

自 2017 年 1 月至 2020 年 5 月共 24 例 HCC 合并 PVTT 患者被纳入本研究。所有患者接受复合 ¹²⁵I 粒子植入技术(¹²⁵I 粒子螺旋系统序贯肿瘤同侧分支癌栓粒子置入术)联合 TACE 治疗,具体步骤为:先行门静脉主干内 ¹²⁵I 粒子螺旋系统植入术,随后同期行 TACE 治疗;7~10 d 后继行肿瘤同侧分支癌栓内 ¹²⁵I 粒子植入。患者基线特征见表 1。纳入

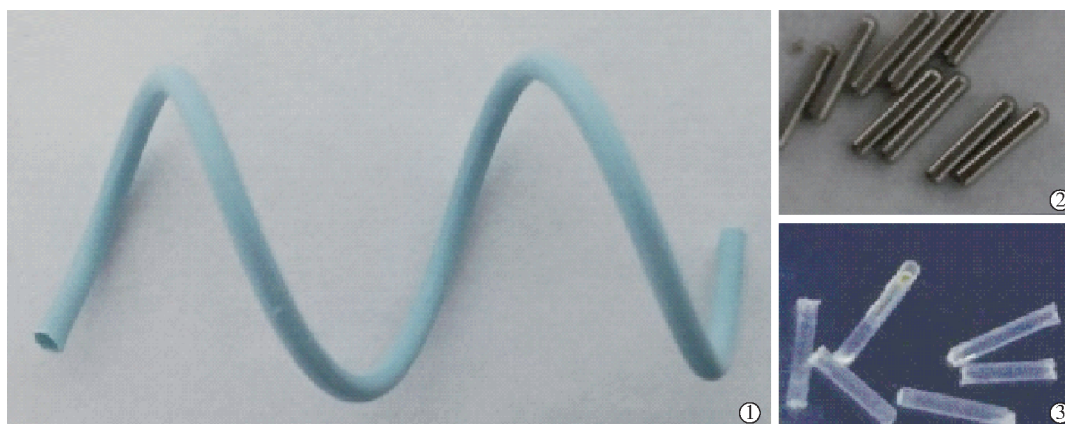
标准为:临床或病理诊断为 HCC;PVTT 程氏分型 III 型(癌栓累及到门静脉主干,尚未达到肠系膜上静脉)^[22];年龄 18~75 岁;Child-Pugh 分级 A 或 B;ECOG 评分≤2 分。排除标准为:合并肝外转移;肿瘤体积占全肝 70%及以上者;弥漫性高流量肝内动脉门静脉瘘;难治性腹水;肝性脑病;总胆红素>51 μmol/L;合并其他恶性肿瘤;合并严重的心、肺、肾、脑等重要脏器疾患;本研究过程中使用过系统治疗者。肝癌临床诊断基于国家卫健委颁布的原发性肝癌诊疗规范(2019 年版)^[23]。增强 CT 或 MRI 上表现为从肝内门静脉分支内延伸至门静脉主干低密度或低信号充盈缺损可临床诊断为 MPVTT^[24]。本研究获医院伦理委员会审查通过,所有患者签署知情同意书。

表 1 患者临床基线特征

参数	患者数量
年龄/岁, <50/≥50	11/13
性别, 男/女	19/5
HBsAg, 阳性/阴性	20/4
Child-Pugh 分级, A/B	17/7
ECOG 评分, 0/1+2	8/16
肿瘤形态, 多灶性/弥漫性	14/10
肿瘤最大径/(cm), <10/≥10	13/11
AFP 水平/(ng/mL), <400/≥400	7/17
既往治疗, 有/无	3/21

1.2 方法

1.2.1 门静脉主干内粒子螺旋系统植入术 ¹²⁵I 粒子(宁波君安药业科技有限公司)型号为 6711,直径 0.8 mm,长度 4.5 mm,半衰期为 59.6 d,释放 35.5 keV γ 射线及 27.4 keV、31.4 keV X 射线,组织半价层 17 mm。¹²⁵I 粒子螺旋系统:螺旋形套管作为粒子螺旋系统的组件之一,由普通 4 F 血管造影导管经定型加工而成,专利名为“门静脉自固定式放射性粒子套管(专利号 ZL201621449026.5)”,定制于浙江巴泰医学科技有限公司。螺旋形套管(螺旋直径 15 mm,螺距 15 mm)与连续植入其内的多颗 ¹²⁵I 粒子(活度为 0.5~0.6 mCi),共同构成“¹²⁵I 粒子螺旋系统”(图 1),螺旋形套管两端用火封口。



①螺旋形套管;②¹²⁵I 粒子;③及隔离子

图 1 ¹²⁵I 粒子螺旋系统的构成组分

与先前研究相比,本研究中的粒子螺旋系统增加了新的组分,即“隔离子”^[13],该组分用于调节粒子螺旋系统的辐射剂量。隔离子由直径为 0.8 mm (等于粒子直径)长段塑料丝(定制于浙江巴泰医学科技有限公司)根据需要由术者剪制而成。本研究所用的粒子螺旋系统中,每个粒子与每个隔离子相互间隔排列,且隔离子的长度设定为 4.5 mm (等于粒子长度),因此每个粒子螺旋系统所需的粒子数($N/2$)与隔离子数($N/2$)之和等于按先前研究中公式^[13]计算出的粒子总数(N)。

超声引导下,经皮经肝穿刺肿瘤对侧肝脏门静脉二级分支,引入长 55 cm 的 4 F 导管鞘(Cook 公司)至门静脉主干,经导管鞘送导管至肠系膜上静脉或脾静脉行门静脉造影,明确 MPVTT 的部位及长度。调整导管鞘头端至癌栓远端门静脉,继续经导管鞘将粒子螺旋系统推送至癌栓部位,再固定扩张管并后撤导管鞘释放粒子螺旋系统,使粒子螺旋系统横跨于主干癌栓的近远端。最后用弹簧圈封堵肝内穿刺道。术后无需针对门静脉主干内植入的粒子螺旋系统进行抗凝治疗^[13]。

1.2.2 TACE 治疗 TACE 治疗于粒子螺旋系统植入术后即刻进行。经右侧股动脉穿刺置入导管鞘,应用 5 F RH 导管(Cook 公司)选择进入肝动脉或其他可能的异位供血动脉。造影明确肿瘤供血动脉之后,将 2.8 F 微导管(Renegade; Boston 公司)送入肿瘤供血动脉或肝段动脉,继续经微导管注入碘油混悬液(超液态碘化油, 480 mg I/mL; Guerbet 公司),碘油 5~15 mL,吡柔比星 20~40 mg,并应用明胶海绵颗粒加强栓塞(350~1 000 μ m; 杭州艾力康医药科技有限公司)。

1.2.3 肿瘤侧分支癌栓内粒子植入术

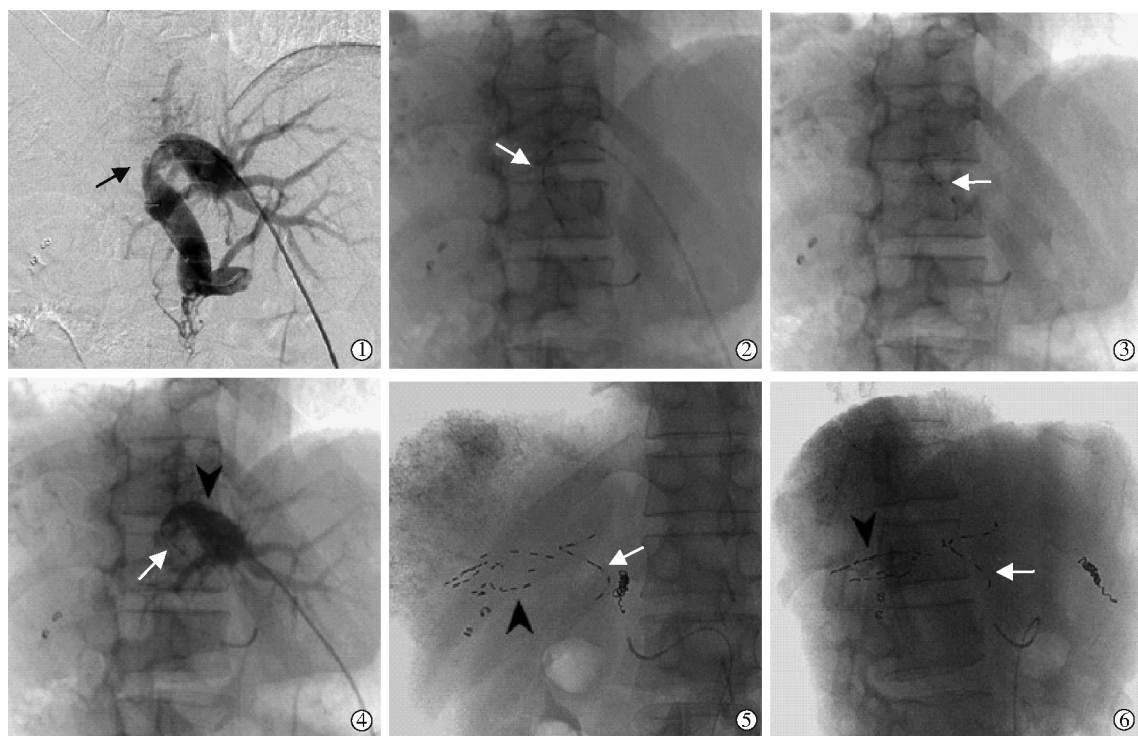
本中心的粒子植入的术前三维放射治疗计划

系统(TPS)计划和术中引导均是基于 CT 进行的,粒子植入不便与 DSA 引导下的 TACE 治疗及粒子螺旋系统植入术同期进行。因此,参照了 Huang 等^[11]的研究,将肿瘤侧分支癌栓内粒子植入术延期至 TACE 治疗之后 7~10 d 进行,此时患者肝功能基本恢复至 TACE 治疗之前的水平。术前行 TPS (FtzyPlan1.3.118, 北京飞天兆业科技有限公司)计划以确定植入所需粒子(活度为 0.6~0.8 mCi)的数目、位置及路径,并沿着肿瘤侧分支癌栓纵轴方向设计穿刺路径。粒子植入的靶区为肿瘤侧一级与二级门静脉分支内癌栓,处方剂量设定为 100 Gy。CT 引导下,按照预先设计的路径经皮经肝将 18 G 穿刺针置入肿瘤侧分支癌栓内,使用粒子专用植入枪进行粒子植入。最后用明胶海绵颗粒封堵肝内穿刺道。

1.2.4 TPS 剂量验证及术后随访 应用上述 TPS 系统进行粒子植入术后的放射剂量验证。勾画门静脉主干及分支癌栓的轮廓及范围,确定粒子位置及数目,设置粒子活度及处方剂量,生成剂量体积直方图(DVH),计算出 90%靶区体积剂量(D90)。术后随访问隔时间为 6~8 周,并进行相关实验室及胸腹部增强 CT 检查。由两名 15 年以上工作经验的放射科医师根据 mRESIST 标准分别评价术后 MPVTT 及肝内病变客观反应率(ORR)与疾病控制率(DCR)^[25]。所有不良反应根据美国国家癌症研究所 CTCAE 5.0 进行分级评估。

1.3 统计学处理

分类变量以频数表示,连续性变量以均数 \pm 标准差表示。总生存期定义为从 ¹²⁵I 粒子螺旋系统植入到患者死亡或最后随访的时间。应用 Kaplan-Meier 进行生存分析。双侧 $P < 0.05$ 认为差异具有显著性意义。SPSS 软件 19.0 用于本研究所有统计分析。



①经皮经肝穿刺左侧门静脉分支建立操作通路,导管造影示门静脉主干内充盈缺损(MPVTT,黑箭);②经 4 F 长鞘送入粒子螺旋系统,该系统在鞘内被压缩呈二维线形状态(白箭);③粒子螺旋系统释放后呈三维螺旋状态(白箭);④粒子螺旋系统释放后造影示,该系统呈螺旋状自行固定于门静脉内癌栓旁(白箭),黑箭头所示为门静脉左支;⑤⑥粒子螺旋系统植入术后第 2 次 TACE 时,透视下显示复合 ^{125}I 粒子植入技术的整体形态,白箭所示为植入门静脉主干内粒子螺旋系统,黑箭头所示为肿瘤侧(右侧)分支癌栓内植入的粒子,⑤为正位投影,⑥为侧位投影

图 2 ^{125}I 粒子螺旋系统植入过程及复合 ^{125}I 粒子植入技术的整体形态

2 结果

2.1 复合 ^{125}I 粒子植入技术情况

每例患者门静脉主干内各植入 1 枚粒子螺旋系统,24 例患者共植入 24 枚粒子螺旋系统;粒子螺旋系统植入门静脉后呈螺旋状自行固定于主干癌栓旁,其长度覆盖主干癌栓近远端(图 2);主干癌栓接受的平均 D90 为 (40.2 ± 3.6) Gy。肿瘤侧分支癌栓内粒子植入后, ^{125}I 粒子位于分支癌栓内,并沿着分支癌栓的纵轴方向排列(图 2⑤⑥,图 3);分支癌栓接受的平均 D90 为 (84.5 ± 7.1) Gy。

2.2 TACE 治疗情况

随访过程中,如果肿瘤出现残留或复发,则再次行 TACE 治疗;如果患者出现肝功能 Child-Pugh 分级 C 级,或 ECOG 评分 >2 分,则不再 TACE 治疗,而仅对症支持治疗。本研究期间,TACE 平均次数分别为 (2.9 ± 1.7) 次。

2.3 并发症

所有患者均未出现腹腔大出血、急性门脉血栓形成、放射性肝炎、放射性胃肠炎、急性肝功能衰竭、胆脂瘤、肝脓肿等 3 级以上严重并发症。TACE

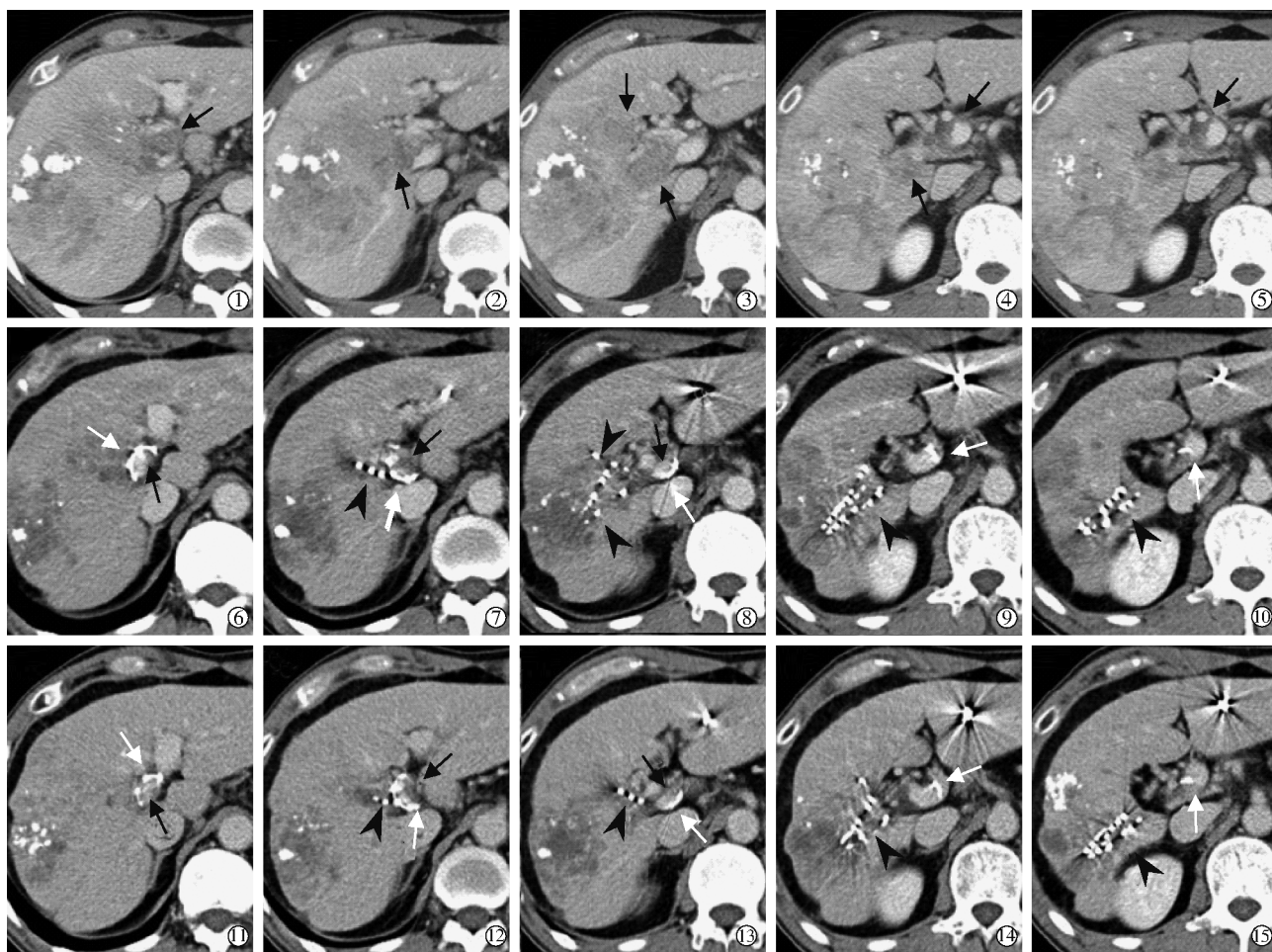
术后 3~7 d 内,两组大多数患者出现不同程度的栓塞后综合征(上腹疼痛、恶心、呕吐或发热)及肝功能异常,均为 1~2 级,对症治疗后缓解。

2.4 肿瘤治疗反应及总生存期

本研究随访时间为 1.4~34.2 个月。MPVTT 的 ORR 和 DCR 分别为 54.2%(13 例部分缓解)和 87.5%(13 例部分缓解,8 例稳定);肝内病变 ORR 和 DCR 分别为 29.2%(7 例部分缓解)和 37.5%(7 例部分缓解,2 例稳定)(图 3)。中位生存期为 (9.5 ± 1.4) 个月(95%CI, 6.7~12.3 个月)。

3 讨论

近年来,随着对 HCC 认识的深入及微导管技术的发展,HCC 合并 MPVTT 患者在无金属支架开通门静脉主干的情况下,TACE 治疗仍被证实是安全可行的^[11,14-17,26-27]。其中,TACE 联合 ^{125}I 粒子螺旋系统治疗此类患者的安全性及可行性已由先前的研究予以证实^[13]。 ^{125}I 粒子螺旋系统呈螺旋状立体结构,可自行固定于门静脉主干内起到对 MPVTT 近程放疗作用;由于粒子螺旋系统并不具有类似支架



①~⑤:术前,右叶 HCC 侵犯门脉右支,并延伸至门脉主干及左支,门静脉周围见侧支循环;⑥~⑩:术后 2 个月门脉主干癌栓缩小,达到部分缓解(PR);⑪~⑮:术后 6 个月 MVTT 与术后 2 个月时相比,基本保持稳定。黑箭所示为癌栓,黑箭头所示为肿瘤侧(右侧)分支癌栓内植入的粒子,白箭所示为粒子螺旋系统

图 3 复合 ^{125}I 粒子植入技术联合 TACE 治疗前后的门脉期增强 CT 对比(与图 2 为同一患者)

的血管开通作用,因此门静脉主干基本保持该系统植入前状态^[13]。TACE 可用于此类患者,其安全性:首先,基于微导管技术的超选择性 TACE 技术的广泛应用,最大程度上避免了对正常肝组织动脉血供的阻断;其次,当癌栓导致门静脉主干狭窄不严重时,肿瘤对侧半肝的门静脉血供受到的影响程度不大;再次,癌栓导致的门静脉主干狭窄至闭塞是一个渐进过程,在此过程中大多数患者门静脉周围可逐步建立起侧支循环,从而在一定程度上保证了门静脉主干闭塞患者肝脏的门静脉血供。然而,对 HCC 合并 MPVTT 患者行 TACE 治疗时,仍应根据门静脉主干狭窄的程度、侧支循环开放程度及肝内病变具体情况,进行精准而适度的栓塞,以避免过度栓塞而可能导致的急性肝功能衰竭^[26-27]。本组患者均未出现因 TACE 而导致的急性肝功能衰竭。

TACE 治疗虽然有助于控制肝内病灶,但对 MPVTT 的治疗有效率却很低,因此 HCC 合并程氏

Ⅲ型 PVTT 患者往往死于癌栓进展而致的各种并发症^[4-5,11,14,16]。MPVTT 形成的主要方式:肝内肿瘤首先侵入门静脉小分支,并以此作为基底沿门静脉系统生长,并逐步延伸至一级分支及门静脉主干,最终形成 MPVTT^[22,24-25]。因此,对于 MPVTT 的治疗,不仅需针对主干内癌栓,而且需同时治疗向门静脉主干内不断延伸的分支癌栓,方能达到最大程度的 MPVTT 抑制效果。然而,目前报道的所有治疗 MPVTT 的 ^{125}I 粒子血管内近程放疗技术,均未将主干癌栓及分支癌栓同时设定为靶目标^[13-17,28]。其中,粒子条支架或粒子支架置入术的靶目标仅为主干癌栓;在这两种模式下,由于主干癌栓受到支架压迫,因而难以评估其癌栓的治疗反应,但支架的通畅性可间接反映其主干癌栓的进展情况;随着支架旁粒子活度的衰减,分支癌栓会继续向主干内生长延伸,最终导致部分患者出现支架狭窄或闭塞^[15-17,28]。粒子植入术的靶目标仅为分支癌栓,其对 MPVTT 抑

制效果不佳^[11]。粒子条植入术或粒子螺旋系统植入术也仅将主干癌栓作为靶目标；前者 MPVTT 治疗的 ORR 为 20.9%，后者 MPVTT 治疗的 ORR 及 DCR 分别为 42.3% 及 84.6%^[13-14]。本研究则在 ¹²⁵I 粒子螺旋系统治疗主干癌栓研究基础上作了进一步探索，应用 ¹²⁵I 粒子螺旋系统序贯肿瘤同侧分支癌栓粒子植入术治疗 MPVTT，首次将主干癌栓及分支癌栓同时作为近程放疗的靶目标，其治疗 MPVTT 的 ORR 及 DCR 分别为 54.2% 及 87.5%，高于粒子条或粒子螺旋系统植入术单一的主干癌栓近程放疗。此外，本研究患者的中位生存期为 9.5 个月，亦高于既往文献中行单独 TACE 或 TACE 联合单纯支架者^[14,16]。然而，由于本研究样本量较小且为单中心研究，因此上述结论尚有待大样本随机对照研究进行验证。

值得注意的是，为探索 MPVTT 治疗所需的最低放射剂量，本研究在粒子螺旋系统中加入了新组分离子以降低粒子螺旋系统的剂量，结果表明粒子螺旋系统在粒子数量减少一半的情况下，联合肿瘤同侧分支癌栓内粒子植入术亦可取得较佳的 MPVTT 疗效。因此，本研究为 MPVTT 粒子近程放疗剂量学的深入研究提供了部分实践基础。

初步临床研究结果表明，复合 ¹²⁵I 粒子植入技术联合 TACE 治疗 HCC 合并Ⅲ型 PVTT 是安全可行的，该模式有望进一步改善此类患者预后。

【参考文献】

- [1] Minagawa M, Makuuchi M. Treatment of hepatocellular carcinoma accompanied by portal vein tumor thrombus[J]. World J Gastroenterol, 2006, 12:7561-7567.
- [2] Llovet JM, Bustamante J, Castells A, et al. Natural history of untreated nonsurgical hepatocellular carcinoma: rationale for the design and evaluation of therapeutic trials[J]. Hepatology, 1999; 29:62-67.
- [3] Villa E, Moles A, Ferretti I, et al. Natural history of inoperable hepatocellular carcinoma: estrogen receptors' status in the tumor is the strongest prognostic factor for survival[J]. Hepatology, 2000, 32:233-238.
- [4] Geschwind JF, Kudo M, Marrero JA, et al. TACE treatment in patients with sorafenib - treated unresectable hepatocellular carcinoma in clinical practice: final analysis of GIDEON [J]. Radiology, 2016, 279:630-640.
- [5] Cheng AL, Kang YK, Chen Z, et al. Efficacy and safety of sorafenib in patients in the Asia-Pacific region with advanced hepatocellular carcinoma: a phase III randomised, double-blind, placebo-controlled trial[J]. Lancet Oncol, 2009, 10:25-34.
- [6] Llovet JM, Ricci S, Mazzaferro V, et al. Sorafenib in advanced hepatocellular carcinoma[J]. N Engl J Med, 2008, 359:378-390.
- [7] Kudo M, Finn RS, Qin S, et al. Lenvatinib versus sorafenib in first-line treatment of patients with unresectable hepatocellular carcinoma: a randomised phase 3 non-inferiority trial[J]. Lancet, 2018, 391:1163-1173.
- [8] Finn RS, Ryoo BY, Merle P, et al. Results of KEYNOTE-240: phase 3 study of pembrolizumab (Pembro) vs best supportive care (BSC) for second line therapy in advanced hepatocellular carcinoma (HCC) [J]. J Clin Oncol, 2020, 38:193-202.
- [9] Yau T, Park JW, Finn RS, et al. LBA38-PR-CheckMate 459: a randomized, multi-center phase III study of nivolumab (NIVO) vs sorafenib (SOR) as first-line (1L) treatment in patients with advanced hepatocellular carcinoma (aHCC) [J]. Ann Oncol, 2019, 30:v874-v875.
- [10] Zhang FJ, Li CX, Jiao DC, et al. CT guided ¹²⁵iodine seed implantation for portal vein tumor thrombus in primary hepatocellular carcinoma[J]. Chin Med J (Engl), 2008, 121:2410-2414.
- [11] Huang M, Lin Q, Wang H, et al. Survival benefit of chemoembolization plus iodine ¹²⁵ seed implantation in unresectable hepatitis B-related hepatocellular carcinoma with PVTT: a retrospective matched cohort study[J]. Eur Radiol, 2016, 26:3428-3436.
- [12] Zhang ZH, Zhang W, Gu JY, et al. Treatment of hepatocellular carcinoma with tumor thrombus with the use of iodine-¹²⁵ seed strand implantation and transarterial chemoembolization: a propensity-score analysis[J]. J Vasc Interv Radiol, 2018, 29:1085-1093.
- [13] Wang W, Shen J, Wang C, et al. Safety and feasibility of helical I-¹²⁵ seed implants combined with transcatheter arterial Chemoembolization in hepatocellular carcinomas with main portal vein tumor thrombus[J]. Cardiovasc Intervent Radiol, 2019, 42:1420-1428.
- [14] Yang M, Fang Z, Yan Z, et al. Transarterial chemoembolisation (TACE) combined with endovascular implantation of an iodine-¹²⁵ seed strand for the treatment of hepatocellular carcinoma with portal vein tumour thrombosis versus TACE alone: a two-arm, randomised clinical trial[J]. J Cancer Res Clin Oncol, 2014, 140: 211-219.
- [15] Luo J, Yan Z, Liu Q, et al. Endovascular placement of iodine-¹²⁵ seed strand and stent combined with chemoembolization for treatment of hepatocellular carcinoma with tumor thrombus in main portal vein[J]. J Vasc Interv Radiol, 2011, 22:479-489.
- [16] Luo JJ, Zhang ZH, Liu QX, et al. Endovascular brachytherapy combined with stent placement and TACE for treatment of HCC with main portal vein tumor thrombus[J]. Hepatol Int, 2016, 10: 185-195.
- [17] Lu J, Guo JH, Zhu HD, et al. Safety and efficacy of irradiation stent placement for malignant portal vein thrombus combined with transarterial chemoembolization for hepatocellular carcinoma: a single-center experience[J]. J Vasc Interv Radiol, 2017, 28: 786-794.
- [18] 胡鸿涛, 黎海亮, 郭晨阳, 等. ¹²⁵I 粒子植入联合动脉化学栓塞治疗原发性肝癌合并门静脉癌栓[J]. 中华放射学杂志, 2012, 46:552-556.
- [19] 吴林霖, 颜志平, 张雯, 等. 经动脉灌注化疗联合 ¹²⁵I 粒子条

- 治疗原发性肝癌合并门脉癌栓的疗效分析[J]. 介入放射学杂志, 2015, 24:776-780.
- [20] 杨亮, 顾玉明, 徐浩, 等. 门静脉 ^{125}I 粒子条联合肝动脉化疗栓塞治疗原发性肝癌合并门静脉癌栓的疗效[J]. 中华肝胆外科杂志, 2019, 25:885-889.
- [21] Wang C, Wang W, Shen J, et al. Feasibility of helical I-125 seed implant in the portal vein[J]. Cardiovasc Intervent Radiol, 2019; 42:121-129.
- [22] Shuqun C, Mengchao W, Han C, et al. Tumor thrombus types influence the prognosis of hepatocellular carcinoma with the tumor thrombi in the portal vein[J]. Hepatogastroenterology, 2007, 54: 499-502.
- [23] 中华人民共和国国家卫生健康委员会医政医管局. 原发性肝癌诊疗规范(2019年版)[J]. 临床肝胆病杂志, 2020, 36:277-292.
- [24] Chung JW, Park JH, Han JK, et al. Hepatocellular carcinoma and portal vein invasion: results of treatment with transcatheter oily chemoembolization[J]. AJR Am J Roentgenol, 1995, 165:315-321.
- [25] Lencioni R, Llovet JM. Modified RECIST(mRECIST) assessment for hepatocellular carcinoma[J]. Semin Liver Dis, 2010, 30:52-60.
- [26] Zhang YF, Guo RP, Zou RH, et al. Efficacy and safety of preoperative chemoembolization for resectable hepatocellular carcinoma with portal vein invasion: a prospective comparative study[J]. Eur Radiol, 2016, 26:2078-2088.
- [27] Kothary N, Weintraub JL, Susman J, et al. Transarterial chemoembolization for primary hepatocellular carcinoma in patients at high risk[J]. J Vasc Interv Radiol, 2007, 18:1517-1526.
- [28] Yu TZ, Zhang W, Liu QX, et al. Endovascular brachytherapy combined with portal vein stenting and transarterial chemoembolization improves overall survival of hepatocellular carcinoma patients with main portal vein tumor thrombus[J]. Oncotarget, 2017, 8:12108-12119.
- (收稿日期:2020-09-04)
(本文编辑:俞瑞纲)

欢迎投稿 欢迎订阅 欢迎刊登广告
《Journal of Interventional Medicine》
网址: www.keaipublishing.com/JIM
邮箱: j_intervent_med.@163.com