

肿瘤治疗

DOI: 10.13406/j.cnki.cyxh.002546

经导管动脉化疗栓塞术联合高强度聚焦超声在原发性巨块型肝癌合并门脉癌栓治疗中的疗效评估

谌 浩¹, 刘 曦¹, 罗小平¹, 庠 晓¹, 杨 伟¹, 周 崑²

(重庆医科大学附属第二医院 1. 放射科; 2. HIFU 肿瘤中心, 重庆 400010)

【摘要】目的:评估经导管动脉化疗栓塞术(transcatheter arterial chemoembolization, TACE)联合高强度聚焦超声(high intensity focused ultrasound, HIFU)治疗原发性巨块型肝癌(massive hepatocellular carcinoma, MHCC)合并门脉癌栓(portal vein tumor thrombosis, PVTT)的临床疗效。**方法:**回顾性分析重庆医科大学附属第二医院 81 例 MHCC 合并 PVTT 患者的临床资料,根据治疗方式,将其分为 TACE+HIFU 组(患者接受 TACE 联合 HIFU 治疗,41 例)和 TACE 组(患者仅接受 TACE 治疗,40 例)。评估 2 组患者肿瘤瘤体、PVTT 治疗有效率,分析 Karnofsky 生存质量评分变化、术后不良反应、中位生存时间,以 Pearson 相关分析 TACE 术后行 HIFU 治疗的时间间隔与术后 1 个月生存质量评分的关系。**结果:**TACE+HIFU 组肿瘤瘤体、PVTT 治疗有效率(58.5%;48.8%)明显高于 TACE 组(20.0%;17.5%),2 组差异有统计学意义($P=0.000, 0.003$);TACE+HIFU 组中位生存时间(8 个月)较 TACE 组(4 个月)延长($P=0.028$);TACE+HIFU 组术后 Karnofsky 生存质量评分较术前提高,生存质量得到改善,并且优于 TACE 组术后评分($P=0.009$)。2 组患者在术后及随访期间均没有严重手术相关并发症出现。TACE 术后行 HIFU 治疗的时间间隔与术后 1 个月生存质量评分呈低度负相关($r=-0.381, P=0.014$)。**结论:**TACE+HIFU 的联合治疗模式对 MHCC 合并 PVTT 患者可提高短期疗效,控制瘤体及 PVTT 进展,延缓生存时间,是一种安全有效的治疗手段。

【关键词】巨块型肝癌;门脉癌栓;经导管动脉化疗栓塞术;高强度聚焦超声

【中图分类号】R735.7

【文献标志码】A

【收稿日期】2019-12-12

Evaluation of efficacy of transcatheter arterial chemoembolization combined with high intensity focused ultrasound in the treatment of massive hepatocellular carcinoma complicated with portal vein tumor thrombosis

Chen Hao¹, Liu Xi¹, Luo Xiaoping¹, Kuang Xiao¹, Yang Wei¹, Zhou Kun²(1. Department of Radiology; 2. HIFU Center of Tumor Therapy,
The Second Affiliated Hospital of Chongqing Medical University)

【Abstract】Objective: To evaluate the short-term clinical efficacy of transcatheter arterial chemoembolization (TACE) combined with high intensity focused ultrasound (HIFU) in the treatment of massive hepatocellular carcinoma (MHCC) complicated with portal vein tumor thrombosis (PVTT). **Methods:** A total of 81 patients with MHCC complicated with PVTT in the Second Affiliated Hospital of Chongqing Medical University were enrolled in this retrospective study. According to the treatment methods, they were divided into the TACE+HIFU group (41 patients, received TACE combined with HIFU) and the TACE group (40 patients, only received TACE). The effective treatment rate was evaluated by comparing the imaging data of tumor lesions and PVTT in two groups, and the survival

作者介绍: 谌 浩, Email: 491015030@qq.com,
研究方向: 介入放射学研究。

通信作者: 刘 曦, Email: liuxi@cqmu.edu.cn。

基金项目: 中华医学会医学教育分会、中国高等教育学会医学教育专业委员会“2018 年医学教育研究课题”资助项目(编号: 2018B-N02149); 重庆医科大学 2018 年校级教育教学研究资助项目(编号: JY180308)。

优先出版: <https://kns.cnki.net/kcms/detail/50.1046.R.20200618.1533.002.html>
(2020-06-19)

quality Karnofsky score, postoperative adverse reactions and median survival time were analyzed. Pearson correlation was used to analyze the relationship between time interval of HIFU treatment after TACE and Karnofsky score one month after operation. **Results:** The tumor lesion and PVTT effective rate in the TACE+HIFU group (58.5%; 48.8%) was significantly higher than that in the TACE group (20.0%; 17.5%), and the difference between the two groups was statistically significant ($P=0.000$,

0.003). The median survival time in the TACE+HIFU group was 8 months, which was longer than that in the TACE group (4 months) ($P=0.028$). The Karnofsky score one month after operation in the TACE+HIFU group was higher than that before operation; the quality of life was improved, which was better than that in the TACE group ($P=0.009$). There were no serious complications in both groups during the postoperative and follow-up period. The time interval of HIFU treatment after TACE showed a low negative correlation with Karnofsky score one month after operation ($r=-0.381, P=0.014$). **Conclusion:** For patients with MHCC and PVTT, the pattern of TACE+HIFU is a safe and effective combination therapy, enhancing the short-term curative effect. It not only can prolong survival time, but also control the progression of the tumor lesion and PVTT at the same time.

[Key words] massive hepatocellular carcinoma; portal vein thrombosis; transcatheter arterial chemoembolization; high intensity focused ultrasound

肝细胞肝癌发病率及死亡率不断攀升, 现已成为我国癌症主要死因之一, 同时也是一个重大公共卫生问题^[1]。手术切除和肝移植是肝细胞肝癌的可能治愈方案, 但因肝癌起病隐匿, 就诊时间晚, 约 80% 的肝癌患者失去手术切除机会^[2]。在这类患者中, 巨块型肝癌 (massive hepatocellular carcinoma, MHCC) 较为常见, 且常合并门静脉癌栓 (portal vein tumor thrombosis, PVTT), 导致肝内转移、复发、肿瘤破裂及门静脉高压等风险增加, 使得病情进展加快, 预后极差。

文献报道, HCC 合并 PVTT 的中位生存期仅 2.7~4.0 个月^[3]。根据巴塞罗那 (Barcelona Clinic Liver Cancer, BCLC) 分期, 该类患者多处于进展期, 推荐服用索拉非尼等分子靶向药物作为一线治疗方案^[4]。但结合我国现有国情及肝癌治疗领域专家多年临床综合经验, 根据我国原发性肝癌诊疗规范, 针对此类型肝癌, 推荐经导管动脉化疗栓塞术 (transcatheter arterial chemoembolization, TACE) 联合其他局部治疗手段的综合治疗方案^[5]。

针对此类肝癌的治疗, 文献报道可以通过经皮肝穿刺门静脉粒子植入、射频消融等方式治疗门静脉癌栓, 但是这些有创治疗增加了大出血及肝内播散转移的风险, 疗效有限; 而高强度聚焦超声 (high intensity focused ultrasound, HIFU) 作为一种无创的肿瘤治疗方式已经被证实对 HCC 具有疗效。李传行等^[6]报道 TACE+HIFU 在大于 5 cm 的 HCC 中是安全有效的。本研究进一步针对 ≥ 10 cm 合并 PVTT 的 MHCC 作出 TACE+HIFU 治疗的疗效评估。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选择重庆医科大学附属第二医院 2014 年 1 月至 2019 年 1 月收治的 MHCC 合并 PVTT 患者 81 例纳入本研究。其中 41 例接受联合治疗患者为 TACE+HIFU 组, 40 例仅接受 TACE 治疗患者为 TACE 组。术前将 PVTT 分布情况进行分型: I 型, PVTT 累及二级及二级以上门静脉分支者; II 型, PVTT 累及一级门静脉分支者; III 型, PVTT 累及门静脉主干者^[7]。

1.2 纳入标准与排除标准

纳入标准: 经病理组织确诊或符合原发性肝癌诊疗规范临床诊断标准者 (2017 年版)^[8], 且肿瘤直径 ≥ 10 cm; CT、MRI 诊断 PVTT 形成者; Child-Pugh A、B 级者; 已失去外科手术机会者。

排除标准: 接受了其他肝脏肿瘤治疗 (包括手术切除、射频消融等); 合并有其他部位肿瘤; 严重的凝血功能异常者; 影像学资料不全或图像质量差无法进行对比者; 肝功能 Child-Pugh C 级者。

1.3 治疗方法

1.3.1 TACE 使用 X 射线机 INFINIX-8000V (日本东芝公司), 采用改良 Seldinger 法经右侧股动脉透视下穿刺入鞘, 选用 5F RH 导管、2.7F 微导管、碘比醇 (300 mg/mL), 插管至肝总动脉及病灶可疑侧支动脉, 造影明确瘤体及 PVTT 的责任动脉 (肝动脉各亚段及分支、右侧膈下动脉、右肾上腺上动脉、右肾包膜上动脉等); 若造影后发现肝动脉-门静脉瘘则根据分流程程度选择合适大小的聚乙烯醇微粒 (PVA 微粒) 及适量化疗药物对载瘤动脉进行栓塞, 待再次造影确认分流明显减少或消失后行后续操作。再以 2.7F 微导管尽最大可能实施超选插管获得成功注入化疗药物 (洛铂 30 mg、吡柔比星 10~20 mg) 进行灌注化疗 (灌注时间不少于 15 min), 再

以混悬剂(洛铂 20 mg+吡柔比星 10~20 mg+罂粟乙碘油或碘化油 10~20 mL)透视下注入,最后配合适宜大小的明胶海绵微粒或 PVA 微粒对责任动脉超选栓塞。根据术后 1、3、6、12 个月影像资料评估有无复发及患者有无手术绝对禁忌证,再行下次单独 TACE 治疗。

1.3.2 HIFU TACE+HIFU 组在 TCAE 术后根据患者耐受情况 9~35 d 后行 HIFU 术。使用聚焦超声肿瘤治疗系统 JC200 (中国重庆海扶有限公司),术前完善患者皮肤及肠道准备,采用全身麻醉或硬膜外间隙阻滞麻醉,待麻醉满意后,取合适体位,参考术前影像资料及术中利用机载超声确定瘤体及 PVTT 的治疗靶区,选择合适治疗头型号、治疗时间、平均功率等治疗参数,在监测下进行由点-线-面-体的治疗,治疗时仔细辨别瘤体及 PVTT 与周围组织器官关系,如皮肤、肋骨等,且治疗层面相互交叉重叠,最大化地治疗瘤体及癌栓。若病灶邻近膈顶或边缘区域,因肺部气体及肋骨的干扰,采用全身麻醉,术中注入适量人工胸水,并通过呼吸机控制患者呼吸,显露被干扰的病灶,最大化治疗瘤体及 PVTT。根据术后 1、3、6、12 个月影像资料评估有无复发及患者有无手术绝对禁忌证,再行下次 TACE+HIFU 联合治疗。

1.4 观察指标与疗效评价

1.4.1 治疗前后定期随访 患者血清 AFP、肝功能、血常规等指标;术前 1~2 周及术后 1、3、6、12 个月行 CT 及 MRI 了解瘤体、PVTT 变化情况;术后不良反应;治疗前后 Karnofsky 生存质量评分。通过住院、门诊病历、放射科 PACS 系统及电话随访了解患者的生存状况,随访至患者死亡或 2019 年 10 月 31 日。

1.4.2 肿瘤瘤体 按照 mRECIST 标准^[9]评估术后 1 个月瘤

体短期疗效:瘤体完全缓解(complete response, CR;动脉期瘤体无强化);瘤体部分缓解(partial response, PR;动脉期瘤体强化总直径缩小,且缩小范围 $\geq 30\%$);瘤体进展(progressive disease, PD;动脉期瘤体强化总直径扩大,且扩大范围 $\geq 20\%$ 或出现新病灶);瘤体稳定(stable disease, SD;动脉期瘤体强化范围介于 PR 和 PD 之间);有效率=(CR+PR)/总例数 $\times 100\%$ 。

1.4.3 PVTT 通过术前、术后 1 个月 MRI、CT 影像资料进行对比,以 WHO 实体瘤疗效评价标准(1979 年)对 PVTT 疗效判定,将 PVTT 疗效分为:PVTT 完全缓解(CR, PVTT 完全消失,血流完全通畅);PVTT 部分缓解(PR, PVTT 部分缩小,血流部分通畅);PVTT 稳定(SD, PVTT 及血流基本无变化);PVTT 进展(PD, PVTT 范围变大,血流变少或无血流),有效率=(CR+PR)/总例数 $\times 100\%$ 。

1.5 统计学处理

采用 SPSS 25.0 对数据进行统计学处理。计量资料以 $M_d(P_{25}, P_{75})$ 表示,组间通过 U 检验对比;计数资料组间采用卡方检验对比;采用 Kaplan-Meier 法分析患者生存时间,组间通过 log-rank 法检验对比;采用 Pearson 相关分析 TACE 术后行 HIFU 治疗的时间间隔与术后生存质量评分的关系。检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 一般资料

患者一般资料(性别、年龄、瘤体直径、初始 AFP 水平等指标)差异均没有统计学意义($P>0.05$)(表 1)。

表 1 2 组患者一般资料对比 [$M_d(P_{25}, P_{75}), n$]

观察指标	TACE+HIFU 组	TACE 组	χ^2/Z 值	P 值
性别			0.099	0.753
男	36	36		
女	5	4		
年龄/岁	51.0 (44.0, 60.0)	51.5 (46.3, 56.8)	-0.421	0.674
瘤体直径/cm	11.4 (10.5, 12.4)	10.8 (10.3, 12.0)	-0.852	0.394
初始 AFP/(mg·L ⁻¹)			0.305	0.581
<400	12	14		
≥ 400	29	26		
PVTT 分型			1.550	0.461
I	10	6		
II	18	17		
III	13	17		
Child-Pugh 分级			0.330	0.566
A	14	10		
B	27	30		
TACE 治疗次数	1 (1, 2)	1 (1, 2)	-0.364	0.716

2.2 瘤体、PVTT 短期疗效

第一次术后对比,TACE+HIFU 组瘤体(CR:4 例,PR:20 例,SD:12 例,PD:5 例)、PVTT(CR:0 例,PR:20 例,SD:13 例,PD:8 例)、治疗有效率(58.5%、48.8%)高于 TACE 组(瘤体为 CR:0 例,PR:8 例,SD:14 例,PD:18 例;PVTT 为 CR:0 例,PR:7 例,SD:9 例,PD:24 例;治疗有效率分别为 20.0%、17.5%),2 组差异有统计学意义(瘤体: $\chi^2=12.58, P=0.000$; PVTT: $\chi^2=8.92, P=0.003$)。

2.3 生存时间

失访者、至 2019 年 10 月 31 日仍存活者均作为删失值处理。TACE+HIFU 组中位生存时间(8 个月)明显优于 TACE 组(4 个月),组间用 log-rank 法检验比较($\chi^2=4.84, P=0.028$) (图 1)。

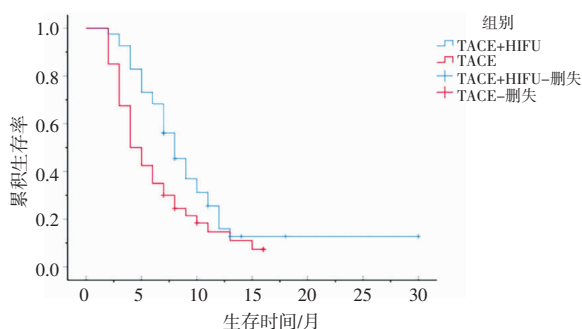


图 1 2 组患者生存曲线比较

2.4 Karnofsky 生存质量评分、联合治疗时间间隔与术后评分关系

TACE+HIFU 组术后 1 个月 Karnofsky 生存质量评分较术前提高,生存质量得到改善,并且高于 TACE 组术后评分($P=0.009$) (表 2)。TACE 术后行 HIFU 治疗的中位间隔时间为 15(12.0, 26.5) d,且联合治疗时间间隔与术后 1 个月 Karnofsky 评分呈低度负相关($r=-0.381, P=0.014$)。

2.5 不良反应

2 组患者治疗后 1 周内转氨酶升高、消化道反应、肝区疼痛及发热等术后常见不良反应差异均没有统计学意义($P>$

0.05) (表 3)。常规应用保肝、抗感染、抑酸护胃及必要时镇痛等对症支持治疗处理后,以上症状改善或消失。HIFU 术后均有不同程度的治疗区域皮肤轻度水肿,无须特殊处理,另有 3 例患者出现肋骨骨折,但不影响正常生活,未行特殊处理。2 组患者术后及随访期间均未出现肿瘤破裂出血、脏器穿孔等手术相关严重并发症。

3 讨论

PVTT 作为 HCC 的危险因素之一^[9],往往意味着病情进展快和预后差。对于出现 PVTT 的肝癌治疗手段一直处在争议之中。既往有学者认为,此期肝癌为 TACE 治疗禁忌证之一。对于病灶范围更大且常合并侧支血供丰富、动静脉瘘等诸多不良因素的 MHCC 更是如此。但是对于能够耐受手术的 Child-Pugh A、B 级患者,通过 TACE 治疗或联合其他治疗的手段仍然有较好的短期疗效及生存期。Silva JP 等^[10]认为,TACE 对于合并 PVTT 的肝癌是一种安全的治疗措施,且主干癌栓虽相对于分支癌栓患者预后差,但主干癌栓患者已并非 TACE 的绝对禁忌证。本研究针对 MHCC 合并 PVTT 将 TACE+HIFU 治疗与单一 TACE 治疗对比,得到联合治疗在瘤体及 PVTT 有效率、中位生存时间、术后 1 个月 Karnofsky 评分优于单一治疗,且差异均有统计学意义。

TACE 通过阻断瘤体、PVTT 血供及局部缓慢且持续的化疗药物作用来治疗,再加上栓塞剂的使用,可对病灶及其周围肝实质产生强烈的缺血反应,因此其关键在于准确超选插管、彻底栓塞^[11]。对于伴行的肝动脉-门静脉瘘的处理,针对性“堵瘘”可一定

表 2 2 组患者卡氏评分比较 [$M_d(P_{25}, P_{75})$]

组别	术前 Karnofsky 评分	术后 Karnofsky 评分
TACE+HIFU 组($n=41$)	70(60, 70)	70(70, 75)
TACE 组($n=40$)	70(60, 70)	70(60, 70)
Z 值	-0.340	-2.594
P 值	0.734	0.009

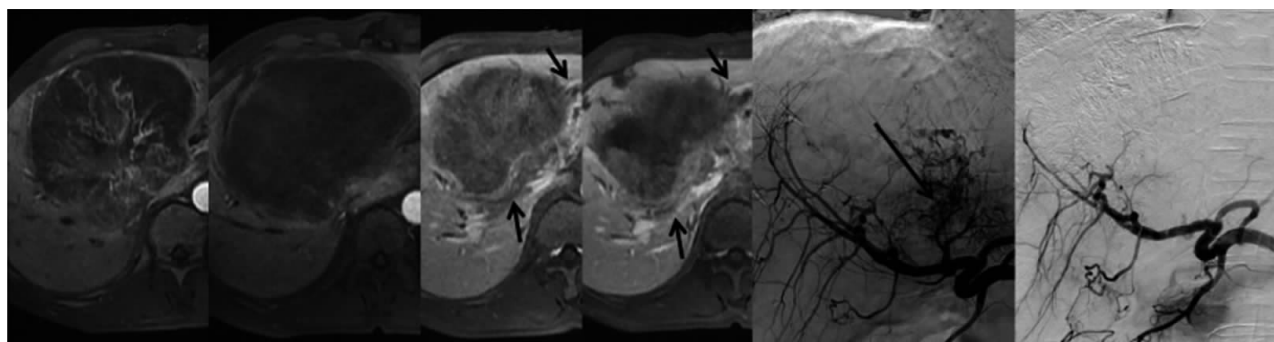
表 3 2 组患者不良反应比较 (n)

组别	转氨酶升高	消化道反应	肝区疼痛	发热
TACE+HIFU 组/例	31	13	31	21
TACE 组/例	28	8	32	23
χ^2 值	0.322	1.445	0.226	0.202
P 值	0.570	0.229	0.635	0.653

程度减轻门脉高压症状,同时可避免造成不必要的肝损伤,有效降低风险且改善预后。Xiao L 等^[12]得出用 PVA 联合化疗药物或碘油与化疗药物的混悬液处理肝动脉-门静脉瘘是安全有效的结论。但因瘤体大且非肝动脉血供丰富,加之 TACE 术后的肿瘤病灶缺血缺氧微环境易诱导原病灶内或其周边新生血管生成,致其复发或转移。本研究通过 TACE 基础上 HIFU 的补充,弥补了单一 TACE 治疗的责任动脉遗漏或无法超选插管及术后易复发等不足。

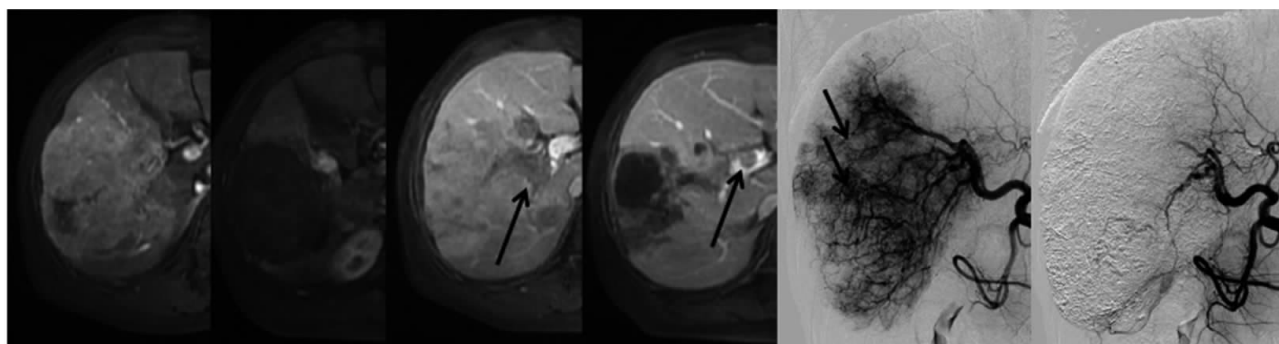
HIFU 作为一种非侵袭性治疗,通过将体外低能量超声转换成高强度超声作用于靶区,产生凝固性坏死,进而使坏死组织吸收、变小,甚至消失,具有疼痛少、对内脏功能影响小、不增加转移概率的特点。除此之外,HIFU 可适用于肝功能异常、病情相对较重、伴有腹水及无法耐受其他治疗的患者^[13]。

不良反应方面,纪岩磊等^[14]在 TACE 治疗肝癌基础上对比 HIFU 与三维适形放疗治疗 PVTT 的安全性,得出 HIFU 的不良反应明显低于三维适形放疗的结论。本研究中 TACE+HIFU 组术后未出现严重手术并发症,符合该文献报道。然而,HIFU 治疗也有一些限制:①治疗过程中的实时监测存在误差;②血管中的血液流动造成的“冷却效应”,造成热能分布不均,病灶残留;③治疗时的扫描方式和呼吸运动造成的残留^[15]。将 TACE 和 HIFU 优势互补,具有以下优势:①TACE 术后病灶的局部碘油及化疗药物的沉积加上供血动脉的栓塞使 HIFU 治疗热缺失减少。②HIFU 加强了 TACE 对目标病灶的进一步治疗,尤其是 PVTT 的二次治疗(图 2、图 3)。③HIFU 可适用于病情相对较重的患者,从而使联合治疗的患者覆盖范围较单一 TACE 治疗范围更



A. 术前瘤体动脉期图像 B. 术后瘤体动脉期图像(近期疗效:PR) C. 术前 PVTT 图像(Ⅲ级) D. 术后 PVTT 图像(主干及左支 PVTT 部分缩小,近期疗效:PR) E. TACE 首次造影图像(肝左右叶交界区肿瘤染色影,箭头处为 PVTT 染色影) F. TACE 术后造影图像(瘤体、PVTT 染色消失)

图 2 TACE 联合 HIFU 治疗图像



A. 术前瘤体动脉期图像 B. 术后瘤体动脉期图像(近期疗效:PR) C. 术前 PVTT 图像(Ⅲ级) D. 术后 PVTT 图像(主干原 PVTT 得到控制,但邻近主干新增 PVTT,近期疗效:PD) E. TACE 首次造影图像(肝右叶肿瘤染色影,箭头处为 PVTT 染色影) F. TACE 术后造影图像(瘤体、PVTT 染色消失)

图 3 仅接受 TACE 治疗图像

大^[13]。马存凯等^[16]采用 TACE 联合 HIFU 的方式治疗晚期肝癌患者,最终缩小了肿瘤瘤体,降低了 AFP 水平,并且提高了 3 年生存率,但术后 1 个月 Karnofsky 评分与对照组差异无统计学意义。本研究针对性地通过 TACE+HIFU 治疗 MHCC 合并 PVTT 进行临床疗效评估,并提高了术后 1 个月 Karnofsky 评分,且差异有统计学意义。

本研究存在一些局限:单中心、回顾性研究,存在选择偏差,且样本量偏少,需要多中心、大样本数据来进一步验证。在未来研究中应加入索拉菲尼组进行对比研究。此外,本研究中联合治疗时间间隔与术后 1 个月 Karnofsky 评分呈低度负相关,因样本量偏少且目前缺少此项相关文献对比,仍需进一步研究。

综上所述,MHCC 合并 PVTT 较一般肝癌进展快且生存期短,对于无绝对手术禁忌证的患者,联合治疗是目前针对此期肝癌的主流治疗方式,未来也将是必然趋势。本研究表明,TACE+HIFU 的联合治疗模式对于此类患者提高瘤体及 PVTT 短期疗效、延长生存期、改善短期生存质量等方面具有一定优势,且无严重并发症,是一种协同、安全有效的联合治疗手段,值得在临床应用及推广。后续仍需进一步研究序贯治疗及寻找 TACE+HIFU 基础上再联合其他治疗的治疗方式,最大化地提高临床疗效。

参 考 文 献

- [1] Chen W,Zheng R,Baade PD,et al. Cancer statistics in China, 2015[J]. CA Cancer J Clin,2016,66(2):115-132.
- [2] 薛宏元. 原发性肝癌患者综合介入治疗的研究进展[J]. 影像研究与医学应用,2017,1(8):2-4.
- [3] 张学文,戴朝六. 肝细胞癌合并门静脉癌栓治疗现状与展望[J]. 临床肝胆病杂志,2019,35(4):899-904.
- [4] European Association for the Study of the Liver. EASL clinical practice guidelines:management of hepatocellular carcinoma[J]. J Hepatol,2018,69(1):182-236.
- [5] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. 原发性肝癌诊疗规范(2017 年版)[J]. 临床肝胆病杂志,2017,33(8):1419-1431.
- [6] Li C,Zhang W,Zhang R,et al. Therapeutic effects and prognostic factors in high-intensity focused ultrasound combined with chemoembolisation for larger hepatocellular carcinoma[J]. Eur J Cancer,2010,46(13):2513-2521.
- [7] 程树群,李楠,吴孟超. 门静脉癌栓分型与治疗选择[J]. 中国普外基础与临床杂志,2012,19(3):240-242.
- [8] Forner A,Reig ME,de Lope CR,et al. Current strategy for staging and treatment:the BCLC update and future prospects[J]. Semin Liver Dis,2010,30(1):61-74.
- [9] Le Y,Shen JX,Zhang YF,et al. Transarterial chemoembolization related to good survival for selected patients with advanced hepatocellular carcinoma[J]. J Cancer,2019,10(3):665-671.
- [10] Silva JP,Berger NG,Tsai S,et al. Transarterial chemoembolization in hepatocellular carcinoma with portal vein tumor thrombosis:a systematic review and meta-analysis[J]. HPB (Oxford),2017,19(8):659-666.
- [11] Miyayama S,Matsu O. Superselective conventional transarterial chemoembolization for hepatocellular carcinoma:rationale,technique, and outcome[J]. J Vasc Interv Radiol,2016,27(9):1269-1278.
- [12] Xiao L,Liu Q,Zhao W,et al. Chemoembolisation with polyvinyl alcohol for advanced hepatocellular carcinoma with portal vein tumour thrombosis and arterioportal shunts:efficacy and prognostic factors[J]. Clin Radiol,2018,73(12):1056.e17-1056.e22.
- [13] 高艳,朱辉. 高强度聚焦超声治疗门静脉癌栓的研究进展[J]. 重庆医学,2014,43(13):1641-1643.
- [14] 纪岩磊,韩真,李云凌,等. 高强度聚焦超声与三维适形放疗治疗门静脉癌栓的对比研究[J]. 肿瘤防治研究,2014,41(10):1120-1124.
- [15] 张映林,陈蛟,吴涯昆,等. 高强度聚焦超声不完全消融对体外培养肝癌细胞的影响[J]. 第三军医大学学报,2015,37(3):261-266.
- [16] 马存凯,郭应兴. 经肝动脉化疗栓塞术联合高强度超声聚焦刀治疗中晚期肝癌临床疗效观察[J]. 重庆医科大学学报,2013,38(2):179-182.

(责任编辑:冉明会)