

# 基于 B-TACE 在肝细胞癌中的临床研究及应用价值

潘彪<sup>1,2</sup> 李国良<sup>1,2</sup> 闫军<sup>3\*</sup> 周虎<sup>4\*</sup>

1. 青海大学附属医院 青海西宁 810000
2. 青海大学 青海西宁 810000
3. 北京清华长庚医院 北京市昌平区 102218
4. 蚌埠医科大学第一附属医院 安徽省蚌埠市 233099

**摘要：**原发性肝癌（下文简称为肝癌）为临床上常见恶性肿瘤之一，原发性肝癌主要包括肝细胞癌（HCC）、肝内胆管癌（ICC）和混合型肝细胞癌-胆管癌（cHCC-CCA）三种不同病理学类型，其中HCC占75%~85%<sup>[1]</sup>，最为多见。HCC的全球发病率上升和死亡率居高不下要求我们采取紧急和创新的措施来改善患者的预后。通过治疗方式的改进、抗肿瘤药物的开发等，降低HCC患者死亡率和改善患者生活质量。球囊闭塞TACE（B-TACE）作为一种新兴的治疗概念，已在国际上引起了广泛关注。B-TACE代表了TACE技术的新趋势，在疗效和安全性方面展现出独特的优势。在本综述中，我们综合了TACE治疗的最新研究成果，涵盖了技术创新、联合治疗策略的临床证据，以及探索了B-TACE在治疗中晚期HCC的潜力。

**关键词：**球囊闭塞TACE；临床应用；肝细胞癌

## 1. 肝细胞癌的治疗方式及现状

肝细胞癌（HCC）是2020年全球第六大最常诊断的癌症<sup>[1]</sup>，也是全球癌症相关死亡的第三大原因<sup>[1, 2]</sup>。肝细胞癌面临的全球健康挑战：这一现象凸显了HCC作为一个主要的全球健康问题，其对公共卫生系统和患者个人造成的巨大负担。原发性肝癌是目前中国第4位常见恶性肿瘤及第2位肿瘤致死病因，严重威胁患者的生命和健康<sup>[3-5]</sup>。治疗肝癌常见的方法包括肝切除术、肝移植术、消融治疗、TACE、放射治疗、系统抗肿瘤治疗等多种手段，针对不同分期的肝癌患者选择合理的治疗方法可以使疗效最大化<sup>[6]</sup>。由于HCC通常在疾病晚期才发现，许多患者错过了最佳治疗时机。此外，HCC的发病与慢性肝病，尤其是乙型和丙型肝炎病毒感染密切相关，这些慢性疾病增加了治疗的复杂性。鉴于HCC的严重性和当前治疗的局限性，进一步开发和改进治疗方式显得尤为重要。

在国内外肝癌的治疗选择上，TACE是其常用的治疗方法之一。依据中国肝癌的分期方案（CNLC）：II b期、III a期建议首选TACE治疗<sup>[6]</sup>；在国外，根据巴塞罗那诊所肝癌（BCLC）分期系统，TACE是B期HCC的标准疗法<sup>[7]</sup>。不论是CNLC分期系统还是BCLC分期系统，均推荐TACE

作为一种治疗中晚期HCC的有效的局部治疗方法，已经在全球范围内得到广泛应用。特别是，cTACE和DEB-TACE已成为治疗HCC的主流技术。随着医疗技术的进步，B-TACE代表了TACE技术的新趋势，可能在疗效和安全性方面展现出独特的优势。鉴于此，对B-TACE与传统的cTACE和DEB-TACE进行比较分析，不仅具有理论价值，也对临床实践具有重要的指导意义。

在本综述中，我们将深入探讨B-TACE的技术，评估其在临床应用中的潜力，并与cTACE和DEB-TACE进行综合比较。我们的目标是医疗专业人员提供一个清晰的视角，以帮助他们在为HCC患者制定治疗方案时，能够做出更加明智的选择。通过对比分析，我们期望能够揭示B-TACE在提高治疗效果、降低副作用以及适应症选择等方面的潜在优势。同时，我们也关注B-TACE在不同患者群体中的适用性，以及在综合治疗策略中的作用。

## 2. TACE 在治疗肝细胞癌中的应用

TACE的类别包括常规TACE（cTACE）、药物洗脱微球TACE（DEB-TACE）和球囊闭塞TACE（B-TACE）<sup>[8, 9]</sup>。

### 2.1 常规TACE（cTACE）

cTACE是指采用以碘化油化疗药物乳剂为主，辅以明

胶海绵颗粒、空白微球或PVA的栓塞治疗，通常先灌注一部分化疗药物，一般灌注时间不应 $<20$  min，然后将另一部分化疗药物与碘化油混合成乳剂进行栓塞，超液化碘化油与化疗药物需充分混合成乳剂，碘化油用量一般为 $5\sim 20$  ml，最多不超过 $30$  ml，在透视监视下依据肿瘤区碘化油沉积是否浓密、瘤周是否已出现门静脉小分支显影为碘化油乳剂栓塞的终点，在碘化油乳剂栓塞后加用颗粒性栓塞剂，尽量避免栓塞剂反流栓塞正常肝组织或进入非靶器官<sup>[6]</sup>。

### 2.1.1 cTACE 相关化疗药物与栓塞剂

cTACE 常用化疗药物有蒽环类（多柔比星、表柔比星）、铂类（奥沙利铂、顺铂、洛铂等）、丝裂霉素、氟尿嘧啶、雷替曲塞、羟喜树碱等<sup>[10,11]</sup>。单一用药常用蒽环类或铂类，联合用药可选择其中 $2\sim 3$ 种。栓塞剂分两种，化疗药物碘化油乳剂即碘化油与水溶液的体积比通常为 $2:1$ ，碘化油与化疗药物应充分混合成乳剂，配置成“油包水”乳剂，提高其稳定性<sup>[12]</sup>。碘化油的用量主要取决于肿瘤大小、数目和动脉血供的丰富程度，一般单次不超过 $20$  ml<sup>[13,14]</sup>。另外一种为颗粒型栓塞剂，包括明胶海绵颗粒、空白微球、PVA颗粒等<sup>[15,16]</sup>。

### 2.2 药物洗脱微球 TACE (DEB-TACE)

DEB-TACE 是指采用加载化疗药物的药物洗脱微球为主的栓塞治疗，DEB-TACE 可以栓塞肝癌供血动脉使肿瘤缺血坏死<sup>[6,7]</sup>。DEB-TACE 推注速度推荐 $1$  ml/min，需注意微球栓塞后再分布，尽可能充分栓塞远端肿瘤滋养动脉，同时注意保留肿瘤近端供血分支，减少微球返流对正常肝组织损害<sup>[17]</sup>。

#### 2.2.1 DEB-TACE 相关化疗药物与栓塞剂

载药微球可以负载阿霉素、伊立替康等正电荷化疗药物，载药微球粒径大小主要有 $70\sim 150$   $\mu\text{m}$ 、 $100\sim 300$   $\mu\text{m}$ 、 $300\sim 500$   $\mu\text{m}$ 或 $500\sim 700$   $\mu\text{m}$ 等，应根据肿瘤大小、血供情况和治疗目的选择不同粒径的微球，常用为 $100\sim 300$   $\mu\text{m}$ 、 $300\sim 500$   $\mu\text{m}$ <sup>[17-19]</sup>。根据肿瘤大小、血供情况和治疗目的选择不同粒径的微球栓塞，对于直径 $<3$  cm的肿瘤，根据肿瘤血供情况可选用 $<300$   $\mu\text{m}$ 的微球；对于直径 $>5$  cm的肿瘤，可先使用 $100\sim 300$   $\mu\text{m}$ 的微球栓塞，再用 $300\sim 500$   $\mu\text{m}$ 的微球加强栓塞<sup>[20]</sup>。

### 2.3 球囊闭塞 TACE (B-TACE)

Irie 等学者<sup>[21]</sup>首次报道了一种称为球囊闭塞 TACE

(B-TACE)的新技术，在日本被开发出来。B-TACE 手术过程与 cTACE 大体相似，除了使用 $2.0$  fr 微球囊导管，尖端有闭塞球囊。设备和 B-TACE 程序的细节已被 Kim PH 等人描述<sup>[22]</sup>。对于选择性 B-TACE，微球囊导管尽可能靠近靶血管。当因弯曲或体积小而不能选择性置管时，将微球囊导管放置在尽可能靠近肿瘤供血动脉的位置。适当放置后，一般将微球囊充气至靶血管直径，然后在微球囊封堵靶血管的情况下灌注顺铂。碘化油 / 顺铂乳剂在微球囊闭塞下输注输注终点为碘化油在肿瘤内完全充盈，并溢入肝内侧枝通路或周围门静脉。随后，注射 $150\sim 350$   $\mu\text{m}$  明胶颗粒的栓塞剂。栓塞终点在供血动脉中密集地充满明胶颗粒，球囊放气后动脉停滞。B-TACE 期间微球囊平均充气时间为 $27$  min(范围 $19\sim 33$  min)。当导管尖端外的明胶泡沫浆液流入外周动脉时，在微球囊放气下很快注入明胶泡沫浆液，直至导管尖端外的动脉分支被明胶泡沫浆液密集填充<sup>[23]</sup>。

#### 2.3.1 B-TACE 相关化疗药物与栓塞剂

Miriplatin (米铂)<sup>[24-30]</sup>，这是最常用的；其次是顺铂<sup>[31,32]</sup>、表柔比星<sup>[33]</sup>以及盐酸多柔比星和丝裂霉素的混合物<sup>[21,34]</sup>。米铂是一种亲脂性铂复合物<sup>[35,36]</sup>，已用于 cTACE<sup>[37]</sup>。一项回顾性研究<sup>[38]</sup>显示，使用米铂进行超选择性 TACE 治疗后，局部复发率显著高于表红素和丝裂霉素。这可能归因于其高粘度，加热的米铂可能会降低其粘度，可能克服其缺点并增加其治疗效果<sup>[39,40]</sup>。因此，B-TACE 与温热的米铂在室温下可能比米铂具有更好的治疗效果。在这方面，接受米铂治疗的患者的动脉血管损伤不如接受表柔比星治疗的患者严重<sup>[41]</sup>。虽然没有随机对照试验比较抗肿瘤药物，但米铂可能适合作为 B-TACE 的抗癌药物。应进行进一步的研究。栓塞剂与 cTACE 相似。

### 3. B-TACE 与非 B-TACE 的疗效比较

#### 3.1 B-TACE 与 cTACE 的比较

B-TACE 与 cTACE 的操作过程基本相同，只是微球囊导管在栓塞过程中阻塞了供血动脉，通过阻断近端栓塞材料泄漏和改变肝内侧支动脉的局部血流动力学，使脂碘醇乳液积聚更紧密<sup>[42,43]</sup>。相较 cTACE 治疗过程而言，B-TACE 术中测量球囊闭塞动脉残端压力 (BOASP)，可依据测量值大小及时识别术中栓塞疗效，以便于及时采取干预措施<sup>[44]</sup>。Hee Ho Chu 等<sup>[23]</sup>学者的一项单中心 PSM (倾向性评分匹配分析) 研究报告表明，在 $32$ 对 PSM 队列中，B-TACE 在治

疗 HCC 的疗效明显优于 cTACE，初始完全缓解率 (CR) 显著更高 (93.8% vs 62.5%,  $p=0.005$ )。在 37 个月的中位随访期间 (范围为 12.7–46.5 个月)，13 例接受 B-TACE 的患者 (40.6%) 和 16 例 (50%) 接受 cTACE 的患者显示治疗病变后的局部肿瘤进展 (LTP)，虽然两者无明显差异，但是 (B-TACE 40.6% vs. cTACE 50%)。基于肿瘤直径大小的亚组分析中，B-TACE 组 (27 个月；95%CI, 3.9–22.1 个月) 的中位 LTP 时间明显长于 cTACE 组 (13 个月；95%CI, 3.9–22.1 个月)，( $p=0.019$ )。两组的主要并发症发生率相似。此外，根据 Rita Golfieri 等学者<sup>[43]</sup>的一项多中心 PSM 研究报告结果表明 B-TACE 组客观缓解率 (OR) 非常高 (93.2%)，并且在 PSM 之前 (cTACE 为 94.4%，B-TACE 为 90.1%) 和 PSM 之后 (cTACE 为 94.5% 和 90.1%； $p=0.405$ )，cTACE 队列的结果略好，可能是由于 cTACE 在较小病变中的有效性更好。在病变 <30 mm 中，cTACE 的完全缓解 (CR) 率略高于 B-TACE (61.9 vs. 56.3%， $p=0.680$ )，而在中等大小的 HCCs (30–50 mm) 中，B-TACE 在实现 CR 方面表现出显著优势 (分别为 72.3 vs. 54.1%； $p=0.047$ )。在较大的病变 (>50 mm) 中，cTACE 和 B-TACE 表现相同，CR 率较差 (分别为 22.6 和 23.1%； $p=1.000$ )。这些结果还使用 PSM 得到证实，接受 B-TACE 治疗的患者的再治疗率明显低于 cTACE 队列 (分别为 12.1% 和 26.9%； $p=0.005$ )。

综合考虑单中心和多中心研究的结果，在应用 PSM 方法排除了潜在的混杂因素后，B-TACE 在完全缓解率 (CR)、局部肿瘤进展 (LTP) 时间以及再治疗率等方面均显示出优于 cTACE 的趋势。Hee Ho Chu 和 Rita Golfieri 等学者的研究为临床医生提供了有力的证据，支持在特定情况下优先考虑 B-TACE 作为 HCC 的治疗方案，尤其介入术前影像诊断为中等大小的 HCCs (30–50 mm)。B-TACE 的疗效在单中心和多中心研究中均得到了验证，表明 B-TACE 在治疗肝细胞癌 (HCC) 中可能提供了更优的疗效。作为一种创新的 TACE 技术，其在治疗 HCC 方面的潜力不容忽视。对于特定患者群体，B-TACE 可能成为更优的治疗选择，值得进一步的临床研究和实践探索。

### 3.2 B-TACE 与 DEB-TACE 的比较

B-TACE 与 DEB-TACE 在操作过程各有优劣。根据 Pierleone Lucatelli 等学者<sup>[45]</sup>的一项病例对照、回顾性、单中心研究研究结果示，B-TACE 组和 DEB-TACE 组之间唯

一的统计学差异变量是与 DEB-TACE 组相比，B-TACE 组治疗的 HCC 肿瘤的中位最大直径 (27.0 mm [CI 95% 21.6–32.4] vs 19.0 mm [CI 95% 17.0–20.0]； $p<0.0001$ ；依据上述结论示 B-TACE 在治疗肿瘤最大直径中位数 27.0 mm 中疗效更具优势。两组的所有其他肿瘤和临床特征相似。两种治疗在所有时间点 (1、3–6 个月和 9–12 个月) 的改良反应评估标准评估实体瘤中 [mRECIST] 肿瘤反应相似，但 9–12 个月的客观缓解率 (ORR) 除外。B-TACE 与 DEB-TACE 在 1 个月和 3–6 个月时的 ORR [分别为 23/35 (65.7%) vs 119/191 (62.3%)、21/29 (72.4%) vs 78/136 (57.4%)] ( $p>0.05$ )。在 9–12 个月时，B-TACE 亚组的 ORR 显著高于 DEB-TACE 亚组 (15/19 [78.9%] vs 48/89 [53.9%]， $p=0.05$ )。B-TACE 亚组的 1 年时完全反应后复发时间 (TTR) 与 DEB-TACE 相比有更好的趋势 (278.0 天 [196.0–342.0] vs 219.0 天 [161.0–238.0]，或 0.68 [0.4–1.0]， $p=0.10$ )。使用 B-TACE 的球囊微导管可使复发事件的相对风险降低 0.63 [CI 95% 0.38–1.04]； $p=0.07$ )。但是不良事件 (AEs) 发生率无显著差异。

在 HCC 的治疗中，TACE 技术不断进步，其中药物洗脱微球 TACE (DEB-TACE) 和 B-TACE 已成为研究的焦点。Pierleone Lucatelli 等学者的研究显示，在肿瘤中位最大直径为 27.0 毫米的患者群体中，在 9–12 个月时 B-TACE 相比 DEB-TACE 在 ORR (78.9% vs 53.9%， $p=0.050$ ) 上表现更佳；B-TACE 亚组的 1 年时肿瘤治疗响应时间 (TTR) 与 DEB-TACE 相比有更好的趋势 (278.0 天 vs 219.0 天)。B-TACE 治疗组的 TTR 更长，复发事件的相对风险也有所降低。这一发现对于指导临床实践具有重要意义。值得注意的是，在不良事件 (AEs) 的发生率方面，B-TACE 和 DEB-TACE 之间没有显著差异，表明两种治疗方法在安全性方面是可比的。这对于患者选择治疗方案时考虑治疗风险具有参考价值。综合考虑 Pierleone Lucatelli 等学者的研究结果，B-TACE 在治疗较大肿瘤的 HCC 患者中展现出了潜在的临床优势。其较高的客观反应率、较长的治疗响应时间和较低的复发风险，使其成为值得进一步研究和考虑的治疗选项。同时，两种治疗方法在不良事件的发生率上相似，为临床医生提供了更多的治疗选择。Tomotake Shirono 等学者的一项回顾性队列研究内容及结果可见，TE4 表示 100% 的肿瘤坏死或肿瘤大小缩小 100%<sup>[46]</sup>。局部无复发 (LRF) 期是每个 TACE 程

序实现 TE4 后局部复发的时期<sup>[47]</sup>。使用 B-TACE、cTACE 和 DEB-TACE 获得的结节的 LRF 周期分别为 1180、386 和 272 天。多变量分析显示肿瘤直径 = 29 mm ( $p=0.0236$ ; HR, 0.44 [0.20 - 0.95]) 和 TACE 类型 (B-TACE;  $p=0.0003$ ; HR, 0.32 [0.16 - 0.64]) 被确定为与较长 LRF 周期相关的独立因素<sup>[46]</sup>。

上述研究结果一致表明, B-TACE 在提高肿瘤直径大小 30-50 mm 的中晚期 HCC 患者的治疗效果方面具有显著优势。B-TACE 在延长局部复发时间 (LRF) 周期方面明显优于其他两种 TACE 方式<sup>[47]</sup>。这项发现对于评估不同 TACE 技术在 HCC 治疗中的长期效果具有重要意义。无论是与 cTACE 还是 DEB-TACE 相比, B-TACE 在多个疗效指标上均展现出了较好的预后。此外, B-TACE 的安全性也得到了初步验证, 不良事件的发生率与其他 TACE 技术相当。鉴于 B-TACE 在现有研究中显示出的积极结果, 临床医生在为肿瘤直径大小 30-50 mm 的中晚期 HCC 患者选择 TACE 术式时, 建议将 B-TACE 作为首选方案。然而, 为了进一步验证 B-TACE 的长期疗效和安全性, 未来的研究需要在更大样本量和多中心环境中进行, 甚至可能需要随机对照试验 (RCT) 来提供更确凿的证据。

#### 4. B-TACE 的局限性

尽管现有研究通过倾向得分匹配 (PSM) 或倾向得分加权 (IPTW) 等方法对 B-TACE 与其他 TACE 技术进行了比较, 但所涉及的样本量相对较小。为了更全面地评估 B-TACE 的疗效和安全性, 需要进行更大样本量的研究。此外, 多中心研究和随机对照试验 (RCT) 将为 B-TACE 的临床应用提供更有力的证据。这些研究将有助于进一步验证 B-TACE 在不同患者群体和不同医疗环境中的疗效, 以及其在治疗 HCC 中相对于其他 TACE 技术的潜在优势。

#### 5. B-TACE 的展望

根据本综述中所呈现的证据, B-TACE 在与 cTACE 和 DEB-TACE 的比较中, 在完全缓解率 (CR)、局部肿瘤进展 (LTP)、客观反应率 (ORR)、治疗响应时间 (TTP)、局部复发时间 (LRF) 周期以及再治疗率等多个疗效指标上均显示出优势。这些结果为临床实践提供了重要的参考, 特别是在为肿瘤直径中等大小的中晚期 HCC (30-50 mm) 患者的经动脉化疗栓塞 (TACE) 术式选择时, B-TACE 可以作为一个优先考虑的治疗方案。尽管 B-TACE 在现有研究

中显示出了积极的治疗前景, 但为了在临床实践中更广泛地推广其应用, 未来的研究需要克服现有研究的局限性, 通过更大规模、更严格的研究设计来进一步证实其疗效和安全性。这将有助于为 HCC 患者提供更加个性化和有效的治疗选择。

#### 6. 结语

B-TACE 在现有研究中显示出了积极的治疗前景, 但为了在临床实践中更广泛地推广其应用, 未来的研究需要克服现有研究的局限性, 通过更大规模、更严格的研究设计来进一步证实其疗效和安全性。本综述的目标是为临床医生和研究人员提供一份全面的参考, 帮助他们在面对 HCC 治疗决策时, 能够做出更加科学和个性化的选择。通过深入分析 TACE 的最新进展, 我们期望能够为 HCC 患者提供更完善的治疗方案, 从而提高治疗效果和患者的生活质量。

#### 参考文献:

- [1] Bray F, Ferlay J, Soerjomataram I, et al. Global cancer statistics 2018: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries[J]. CA Cancer J Clin, 2018,68(6):394-424.DOI: 10.3322/caac.21492.
- [2] Sung H, Ferlay J, Siegel R L, et al. Global Cancer Statistics 2020: GLOBOCAN Estimates of Incidence and Mortality Worldwide for 36 Cancers in 185 Countries[J]. CA Cancer J Clin, 2021,71(3):209-249.DOI: 10.3322/caac.21660.
- [3] 李永奇, 刘婷婷, 贾中芝. 《原发性肝癌诊疗指南(2024年版)》更新要点解读[J]. 手术电子杂志, 2024,11(3):20-26.DOI: 10.3969/j.issn.2095-8331.2024.03.007.
- [4] Chen W, Zheng R, Baade P D, et al. Cancer statistics in China, 2015[J]. CA Cancer J Clin, 2016,66(2):115-132.DOI: 10.3322/caac.21338.
- [5] Zhou M, Wang H, Zeng X, et al. Mortality, morbidity, and risk factors in China and its provinces, 1990-2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017[J]. Lancet, 2019,394(10204):1145-1158.DOI: 10.1016/S0140-6736(19)30427-1.
- [6] 中华人民共和国国家卫生健康委员会. 原发性肝癌诊疗指南(2022年版)[J]. 肿瘤综合治疗电子杂志, 2022,8(2):16-53.DOI: 10.12151/JMCM.2022.02-04.
- [7] Reig M, Forner A, Rimola J, et al. BCLC strategy

for prognosis prediction and treatment recommendation: The 2022 update[J]. *J Hepatol*, 2022,76(3):681–693.DOI: 10.1016/j.jhep.2021.11.018.

[8] Shao G, Zou Y, Lucatelli P, et al. Chinese expert consensus on technical recommendations for the standard operation of drug-eluting beads for transvascular embolization[J]. *Ann Transl Med*, 2021,9(8):714.DOI: 10.21037/atm-21-1678.

[9] Lucatelli P, Burrel M, Guiu B, et al. CIRSE Standards of Practice on Hepatic Transarterial Chemoembolisation[J]. *Cardiovasc Intervent Radiol*, 2021,44(12):1851–1867.DOI: 10.1007/s00270-021-02968-1.

[10] Boulin M, Hillon P, Cercueil J P, et al. Idarubicin-loaded beads for chemoembolisation of hepatocellular carcinoma: results of the IDASPHERE phase I trial[J]. *Aliment Pharmacol Ther*, 2014,39(11):1301–1313.DOI: 10.1111/apt.12746.

[11] Guiu B, Chevallier P, Assenat E, et al. Idarubicin-loaded Beads for Chemoembolization of Hepatocellular Carcinoma: The IDASPHERE II Single-Arm Phase II Trial[J]. *Radiology*, 2019,291(3):801–808.DOI: 10.1148/radiol.2019182399.

[12] Tzeng W S, Wu R H, Chang S C, et al. Ionic versus nonionic contrast media solvents used with an epirubicin-based agent for transarterial chemoembolization of hepatocellular carcinoma[J]. *J Vasc Interv Radiol*, 2008,19(3):342–350.DOI: 10.1016/j.jvir.2007.10.021.

[13] Wu G C, Chan E D, Chou Y C, et al. Risk factors for the development of pulmonary oil embolism after transcatheter arterial chemoembolization of hepatic tumors[J]. *Anticancer Drugs*, 2014,25(8):976–981.DOI: 10.1097/CAD.000000000000113.

[14] 国家卫生健康委办公厅. 原发性肝癌诊疗指南(2022年版)[J]. *中华外科杂志*, 2022,60(4):273–309.DOI: 10.3760/cma.j.cn112139-20220217-00068.

[15] Daniels J R. Overall survival after transarterial lipiodol infusion chemotherapy with or without embolization for unresectable hepatocellular carcinoma: propensity score analysis[J]. *AJR Am J Roentgenol*, 2011,196(2):W220.DOI: 10.2214/AJR.10.4558.

[16] Raoul J L, Forner A, Bolondi L, et al. Updated use of TACE for hepatocellular carcinoma treatment: How and

when to use it based on clinical evidence[J]. *Cancer Treat Rev*, 2019,72:28–36.DOI: 10.1016/j.ctrv.2018.11.002.

[17] 郭志, 滕皋军, 邹英华, 等. 载药微球治疗原发性和转移性肝癌的技术操作推荐[J]. *中华放射学杂志*, 2019,53(5):336–340.DOI: 10.3760/cma.j.issn.1005-1201.2019.05.002.

[18] Varela M, Real M I, Burrel M, et al. Chemoembolization of hepatocellular carcinoma with drug eluting beads: efficacy and doxorubicin pharmacokinetics[J]. *J Hepatol*, 2007,46(3):474–481. DOI: 10.1016/j.jhep.2006.10.020.

[19] Fuchs K, Duran R, Denys A, et al. Drug-eluting embolic microspheres for local drug delivery – State of the art[J]. *J Control Release*, 2017,262:127–138.DOI: 10.1016/j.jconrel.2017.07.016.

[20] Lencioni R, de Baere T, Burrel M, et al. Transcatheter treatment of hepatocellular carcinoma with Doxorubicin-loaded DC Bead (DEBDOX): technical recommendations[J]. *Cardiovasc Intervent Radiol*, 2012,35(5):980–985.DOI: 10.1007/s00270-011-0287-7.

[21] Irie T, Kuramochi M, Takahashi N. Dense accumulation of lipiodol emulsion in hepatocellular carcinoma nodule during selective balloon-occluded transarterial chemoembolization: measurement of balloon-occluded arterial stump pressure[J]. *Cardiovasc Intervent Radiol*, 2013,36(3):706–713.DOI: 10.1007/s00270-012-0476-z.

[22] Kim P H, Gwon D I, Kim J W, et al. The safety and efficacy of balloon-occluded transcatheter arterial chemoembolization for hepatocellular carcinoma refractory to conventional transcatheter arterial chemoembolization[J]. *Eur Radiol*, 2020,30(10):5650–5662.DOI: 10.1007/s00330-020-06911-9.

[23] Chu H H, Gwon D I, Kim G H, et al. Balloon-occluded transarterial chemoembolization versus conventional transarterial chemoembolization for the treatment of single hepatocellular carcinoma: a propensity score matching analysis[J]. *Eur Radiol*, 2023,33(4):2655–2664.DOI: 10.1007/s00330-022-09284-3.

[24] Minami Y, Minami T, Chishina H, et al. Balloon-occluded transcatheter arterial chemoembolization for Hepatocellular Carcinoma: A Single-Center Experience[J].

Oncology, 2015,89 Suppl 2:27–32.DOI: 10.1159/000440628.

[25] Yoshimatsu R, Yamagami T, Ishikawa M, et al. Change in Imaging Findings on Angiography–Assisted CT During Balloon–Occluded Transcatheter Arterial Chemoembolization for Hepatocellular Carcinoma[J]. *Cardiovasc Intervent Radiol*, 2016,39(6):865–874.DOI: 10.1007/s00270–015–1279–9.

[26] Ogawa M, Takayasu K, Hirayama M, et al. Efficacy of a microballoon catheter in transarterial chemoembolization of hepatocellular carcinoma using miriplatin, a lipophilic anticancer drug: Short–term results[J]. *Hepatol Res*, 2016,46(3):E60–E69. DOI: 10.1111/hepr.12527.

[27] Asayama Y, Nishie A, Ishigami K, et al. Hemodynamic changes under balloon occlusion of hepatic artery: predictor of the short–term therapeutic effect of balloon–occluded transcatheter arterial chemolipiodolization using miriplatin for hepatocellular carcinoma[J]. *Springerplus*, 2016,5:157.DOI: 10.1186/s40064–016–1880–7.

[28] Ishikawa T, Abe S, Inoue R, et al. Predictive factor of local recurrence after balloon–occluded TACE with miriplatin (MPT) in hepatocellular carcinoma[J]. *PLoS One*, 2014,9(7):e103009.DOI: 10.1371/journal.pone.0103009.

[29] Arai H, Abe T, Takayama H, et al. Safety and efficacy of balloon–occluded transcatheter arterial chemoembolization using miriplatin for hepatocellular carcinoma[J]. *Hepatol Res*, 2015,45(6):663–666.DOI: 10.1111/hepr.12403.

[30] Kawamura Y, Ikeda K, Fujiyama S, et al. Usefulness and limitations of balloon–occluded transcatheter arterial chemoembolization using miriplatin for patients with four or fewer hepatocellular carcinoma nodules[J]. *Hepatol Res*, 2017,47(4):338–346.DOI: 10.1111/hepr.12754.

[31] Yoshimatsu R, Yamagami T, Ishikawa M, et al. Change in Imaging Findings on Angiography–Assisted CT During Balloon–Occluded Transcatheter Arterial Chemoembolization for Hepatocellular Carcinoma[J]. *Cardiovasc Intervent Radiol*, 2016,39(6):865–874.DOI: 10.1007/s00270–015–1279–9.

[32] Kakuta A, Shibutani K, Ono S, et al. Temporal variations in stump pressure and assessment of images obtained from cone–beam computed tomography during balloon–occluded transarterial

chemoembolization[J]. *Hepatol Res*, 2016,46(5):468–476.DOI: 10.1111/hepr.12579.

[33] Maruyama M, Yoshizako T, Nakamura T, et al. Initial Experience with Balloon–Occluded Trans–catheter Arterial Chemoembolization (B–TACE) for Hepatocellular Carcinoma[J]. *Cardiovasc Intervent Radiol*, 2016,39(3):359–366.DOI: 10.1007/s00270–015–1237–6.

[34] Irie T, Kuramochi M, Kamoshida T, et al. Selective balloon–occluded transarterial chemoembolization for patients with one or two hepatocellular carcinoma nodules: Retrospective comparison with conventional super–selective TACE[J]. *Hepatol Res*, 2016,46(2):209–214.DOI: 10.1111/hepr.12564.

[35] Kishimoto S, Miyazawa K, Terakawa Y, et al. Cytotoxicity of cis–[[(1R,2R)–1,2–cyclohexanediamine–N,N’] bis(myristato)]–platinum (II) suspended in Lipiodol in a newly established cisplatin–resistant rat hepatoma cell line[J]. *Jpn J Cancer Res*, 2000,91(12):1326–1332.DOI: 10.1111/j.1349–7006.2000.tb00921.x.

[36] Hanada M, Baba A, Tsutsumishita Y, et al. Intra–hepatic arterial administration with miriplatin suspended in an oily lymphographic agent inhibits the growth of tumors implanted in rat livers by inducing platinum–DNA adducts to form and massive apoptosis[J]. *Cancer Chemother Pharmacol*, 2009,64(3):473–483. DOI: 10.1007/s00280–008–0895–3.

[37] Okusaka T, Okada S, Nakanishi T, et al. Phase II trial of intra–arterial chemotherapy using a novel lipophilic platinum derivative (SM–11355) in patients with hepatocellular carcinoma[J]. *Invest New Drugs*, 2004,22(2):169–176.DOI: 10.1023/B:DRUG.0000011793.72775.d1.

[38] Miyayama S, Yamashiro M, Shibata Y, et al. Comparison of local control effects of superselective transcatheter arterial chemoembolization using epirubicin plus mitomycin C and miriplatin for hepatocellular carcinoma[J]. *Jpn J Radiol*, 2012,30(3):263–270.DOI: 10.1007/s11604–011–0043–6

[39] Seko Y, Ikeda K, Kawamura Y, et al. Antitumor efficacy of transcatheter arterial chemoembolization with warmed miriplatin in hepatocellular carcinoma[J]. *Hepatol Res*, 2013,43(9):942–949.DOI: 10.1111/hepr.12041.

- [40] Kora S, Urakawa H, Mitsufuji T, et al. Warming effect on miriplatin-lipiodol suspension as a chemotherapeutic agent for transarterial chemoembolization for hepatocellular carcinoma: preliminary clinical experience[J]. *Cardiovasc Intervent Radiol*, 2013,36(4):1023-1029.DOI: 10.1007/s00270-012-0537-3.
- [41] Iwazawa J, Hashimoto N, Ohue S, et al. Chemoembolization-induced arterial damage: Evaluation of three different chemotherapeutic protocols using epirubicin and miriplatin[J]. *Hepatol Res*, 2014,44(2):201-208.DOI: 10.1111/hepr.12104.
- [42] Matsumoto T, Endo J, Hashida K, et al. Balloon-occluded arterial stump pressure before balloon-occluded transarterial chemoembolization[J]. *Minim Invasive Ther Allied Technol*, 2016,25(1):22-28.DOI: 10.3109/13645706.2015.1086381.
- [43] Golfieri R, Bezzi M, Verset G, et al. Balloon-Occluded Transarterial Chemoembolization: In Which Size Range Does It Perform Best? A Comparison of Its Efficacy versus Conventional Transarterial Chemoembolization, Using Propensity Score Matching[J]. *Liver Cancer*, 2021,10(5):522-534.DOI: 10.1159/000516613.
- [44] Hatanaka T, Arai H, Kakizaki S. Balloon-occluded transcatheter arterial chemoembolization for hepatocellular carcinoma[J]. *World J Hepatol*, 2018,10(7):485-495.DOI: 10.4254/wjh.v10.i7.485.
- [45] Lucatelli P, De Rubeis G, Trobiani C, et al. In Vivo Comparison of Micro-Balloon Interventions (MBI) Advantage: A Retrospective Cohort Study of DEB-TACE Versus b-TACE and of SIRT Versus b-SIRT[J]. *Cardiovasc Intervent Radiol*, 2022,45(3):306-314.DOI: 10.1007/s00270-021-03035-5.
- [46] Kim B K, Kim S U, Kim K A, et al. Complete response at first chemoembolization is still the most robust predictor for favorable outcome in hepatocellular carcinoma[J]. *J Hepatol*, 2015,62(6):1304-1310.DOI: 10.1016/j.jhep.2015.01.022.
- [47] Shirono T, Iwamoto H, Niizeki T, et al. Durable complete response is achieved by balloon-occluded transcatheter arterial chemoembolization for hepatocellular carcinoma[J]. *Hepatol Commun*, 2022,6(9):2594-2604.DOI: 10.1002/hep4.2016.

#### 作者简介:

潘彪(1996.05—)、男、汉族、贵州省黔西市、硕士研究生、初级职称、研究方向:肝胆胰外科。

李国良(1995.05—)、男、汉族、河南省林州市、硕士研究生、初级职称、研究方向:肝胆胰外科。

闫军(1974.10—)、男、汉族、北京市、博士研究生、高级职称、研究方向:肝胆胰外科。

周虎(1989.02—)、男、汉族、安徽省蚌埠市、博士研究生、中级职称、研究方向:肝胆胰外科。