

高强度聚焦超声治疗结直肠癌肝转移的疗效及安全性研究

许严方, 于宁*

青岛大学附属医院腹部超声科, 山东 青岛

收稿日期: 2024年12月27日; 录用日期: 2025年1月21日; 发布日期: 2025年1月30日

摘要

目的: 探讨高强度聚焦超声即海扶刀(High-Intensity Focused Ultrasound, HIFU)在治疗结直肠癌肝转移中的疗效及安全性, 并与腹腔镜肝部分切除术和消融术进行比较。方法: 回顾性分析结直肠癌肝转移患者, 根据治疗方式分为A组海扶刀组(34例)、B组腹腔镜组(25例)和C组消融组(25例)。观察并分析三组患者的术后疾病控制率、肿瘤标志物水平(术前及术后CA19-9、CEA)、肝功能指标(术前及术后的ALT、AST)、术后并发症(发热及疼痛)以及住院天数。结果: 三组在疾病控制率和肿瘤标志物水平变化上无显著差异($P > 0.05$)。A组的术后AST水平显著低于B组和C组($P < 0.05$); A组的术后发热及疼痛发生率均显著低于B组和C组($P < 0.05$); A组的住院天数显著低于B组和C组($P < 0.05$)。结论: 海扶刀治疗结直肠癌肝转移具有良好的安全性和患者耐受性, 特别在降低术后肝功能损伤、发热、疼痛以及住院天数方面表现出明显优势, 是传统手术和消融治疗的重要补充。

关键词

高强度聚焦超声(HIFU), 结直肠癌肝转移, 腹腔镜肝部分切除术, 射频消融, 肝功能损伤, 非侵入性治疗

A Study on the Efficacy and Safety of High-Intensity Focused Ultrasound Treatment for Colorectal Cancer Liver Metastases

Yanfang Xu, Ning Yu*

Department of Abdominal Ultrasound, Qingdao University Affiliated Hospital, Qingdao Shandong

Received: Dec. 27th, 2024; accepted: Jan. 21st, 2025; published: Jan. 30th, 2025

*通讯作者。

Abstract

Objective: To investigate the efficacy and safety of high-intensity focused ultrasound (HIFU) in the treatment of colorectal cancer liver metastases and to compare it with laparoscopic liver resection and ablation therapy. **Methods:** A retrospective analysis of patients with colorectal cancer liver metastases was conducted, categorizing them into three groups based on treatment modalities: Group A (HIFU group, 34 cases), Group B (Laparoscopic group, 25 cases), and Group C (Ablation group, 25 cases). Postoperative disease control rate, tumor marker levels (preoperative and postoperative CA19-9, CEA), liver function indices (preoperative and postoperative ALT, AST), postoperative complications (fever and pain), and hospital stay duration were observed and analyzed among the three groups. **Results:** There were no significant differences in disease control rate and changes in tumor marker levels among the three groups ($P > 0.05$). Group A exhibited significantly lower postoperative AST levels compared to Groups B and C ($P < 0.05$); the incidence of postoperative fever and pain in Group A was significantly lower than in Groups B and C ($P < 0.05$); and the length of hospital stay in Group A was significantly shorter than in Groups B and C ($P < 0.05$). **Conclusion:** HIFU treatment for colorectal cancer liver metastases demonstrates good safety and patient tolerability, particularly showing significant advantages in reducing postoperative liver function damage, fever, pain, and hospital stay duration, making it an important adjunct to traditional surgery and ablation therapy.

Keywords

High-Intensity Focused Ultrasound (HIFU), Colorectal Cancer Liver Metastases, Laparoscopic Liver Resection, Radiofrequency Ablation, Liver Function Damage, Non-Invasive Treatment

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

结直肠癌(CRC)是全球范围内发病率和致死率较高的恶性肿瘤之一,其发病率仅次于肺癌和乳腺癌,是全球第三大癌症相关死亡原因[1][2]。据统计,在明确诊断为结直肠癌的患者中,约25%的患者在原发性肿瘤切除后发生肝转移,而在整个治疗过程中,近50%的患者可能发生肝转移[3]。转移性病灶的出现显著降低了患者的生存率,早期发现结直肠癌肝转移并进行根治性切除可使患者的5年生存率达到30%~57%,无法切除的患者的5年生存率不足5%,这充分说明了结直肠癌肝转移的严重性[4]-[6]。

在晚期患者中,肝转移的发生率显著升高,肝转移的发生与肿瘤细胞的侵袭性、淋巴或血液循环的扩散以及肿瘤微环境的变化密切相关,肿瘤细胞可通过血液传播或腹腔种植转移至肝脏,形成多发性肝转移灶[7]。由于转移性肝病灶的存在,患者常因疾病负担加重、治疗难度增大导致生活质量显著下降等各种问题。因此,探索有效的局部治疗方法对于提高结直肠癌肝转移患者的生存率和改善预后具有重要意义。

当前针对结直肠癌肝转移的治疗手段概况包括腹腔镜下肝部分切除术、肝转移瘤消融术、海扶刀术。

腹腔镜技术近年来在肝脏手术中得到了广泛应用,特别是在肝转移瘤的治疗中表现出明显优势。与传统的开腹手术相比,腹腔镜下肝部分切除术通过小切口在腹壁实施操作,结合高清摄像设备和精准的手术工具,能够减少手术创伤,缩短术后恢复时间,并有效降低术后并发症的发生率。随着外科技术的进步及手术设备的改进,腹腔镜肝切除术的适应症逐渐扩大,并取得了与开腹手术相近的疗效[8]。这种

技术尤其适用于定位明确、体积较小的转移病灶[9]。

尽管腹腔镜手术创伤小且术后恢复快,但其手术复杂程度依赖于肿瘤位置和肝脏解剖结构。对于位于肝脏深部或邻近大血管的病灶,手术难度显著增加,术中可能面临更高的出血风险和并发症概率。此外,腹腔镜技术的成功实施需要经验丰富的外科团队和先进的设备支持,因此其适用性受到一定限制。随着技术进步和手术经验的积累,腹腔镜手术的适应症不断扩大,其在肝转移瘤治疗中的应用前景日益明朗。

肝转移瘤消融术:肝转移瘤消融术是一种微创的局部治疗方法,主要适用于不适合手术切除的患者,尤其是那些肝脏转移灶较多或病灶位置复杂的病例。消融术的主要优势在于创伤小、恢复快,适用于高龄或不能耐受手术的患者[10]。常用的消融技术包括射频消融(RFA)和微波消融(MWA),其核心原理是通过热能或电磁波直接破坏肿瘤组织,达到肿瘤控制的目的。

射频消融通过电极产生热能,将肿瘤局部加热至致死温度,而微波消融则利用微波能量直接加热肿瘤组织。两种技术均表现出创伤小、恢复快的特点,尤其适合小于3厘米的肿瘤。对于较大或多发性肿瘤,消融术往往需要结合化疗、靶向治疗或放疗等其他治疗手段,以提高疗效。然而,消融术的疗效通常受肿瘤位置的影响。对于深部或邻近大血管的病灶,由于“热沉效应”,局部治疗可能受到限制,并增加复发风险[11]。

海扶刀治疗:高强度聚焦超声即海扶刀(High-Intensity Focused Ultrasound, HIFU)是近年来兴起的一种非侵入性治疗技术,其通过聚焦超声波精准地对肿瘤组织进行加热,实现肿瘤细胞的凋亡或坏死(图1)。其作用机制是将体外的低强度超声波聚焦于体内特定的靶区域,形成高能量焦点,使目标组织在短时间内发生凝固性坏死,而焦点外的正常组织则不会受到显著影响。通过三维精确控制焦点的运动,海扶刀能够完成对肿瘤的适形消融治疗。

海扶刀技术的适应症广泛,特别适合直径小于5厘米的肝转移性肿瘤。与传统手术相比,海扶刀具有术后恢复快、正常肝组织损伤小、住院时间短的显著优势。此外,研究表明,海扶刀结合化疗或靶向治疗的联合应用能够进一步延长患者生存期,显著改善患者的生活质量[12]。作为一种非侵入性治疗方法,海扶刀为那些不能耐受传统手术或病灶复杂的患者提供了一种安全有效的治疗选择。

腹腔镜肝切除术、肝转移瘤消融术及海扶刀治疗在疾病控制率方面均表现出良好的疗效,但不同技术各有适用范围。海扶刀作为一种新兴的非侵入性治疗手段,特别适合身体状况较差或肝功能受限的患者,其优势在于更小的创伤、更低的并发症发生率及更快的术后恢复。然而,针对更复杂的病例,结合多学科的综合治疗策略,如联合化疗或免疫治疗,将成为未来提高疗效的重要方向。进一步的临床研究和长期随访数据将为这些治疗方法的优化提供更多证据。

本研究在分组设计时充分考虑了不同治疗方式的适应症,确保了各组患者在肿瘤特征上的可比性,从而更全面地展示了海扶刀在特定肿瘤类型中的治疗优势。

2. 资料与方法

2.1. 一般资料

本次研究收集到青大附院自2022年至2024年确诊结直肠癌伴肝转移患者共84例,将患者根据肿瘤特征及适应症进行分组,以确保各治疗方法的适用性与可比性。具体分组标准如下:将患者分为A、B、C三组,其中A组由34例接受海扶刀治疗的患者组成,根据临床资料(CT、MRI等影像学资料)确定该组患者的肿瘤病灶略大,位于深部或邻近大血管,传统手术和射频消融难以有效覆盖;B组25例患者接受腹腔镜下肝部分切除术,该组患者的病灶位置较浅、解剖结构清晰且易于切除;C组25例患者则经射频消融术治疗病灶,本组的病灶较小、位置相对较浅,且血供较少。患者一般资料见表1。

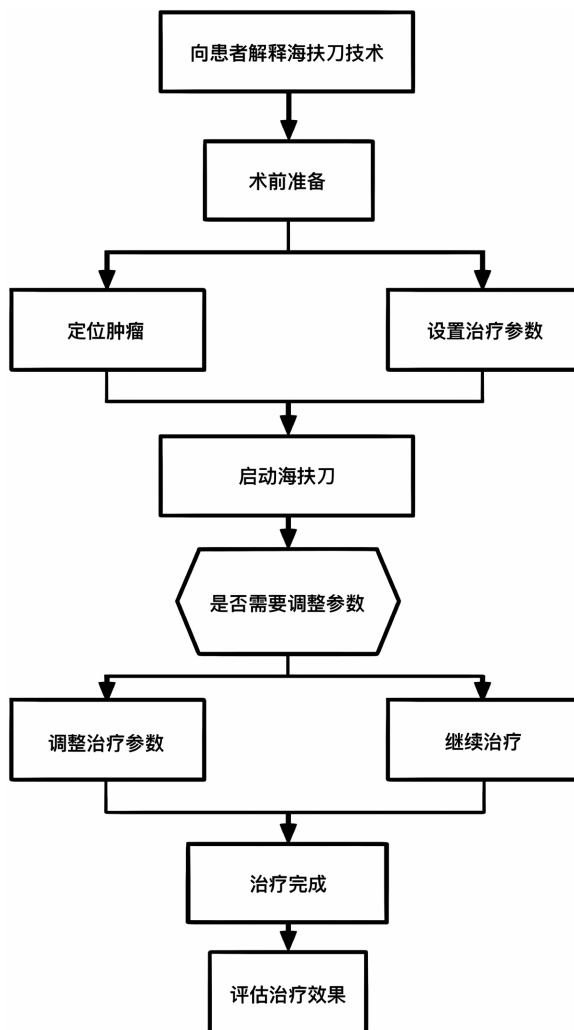


Figure 1. HIFU treatment flowchart
图 1. 海扶刀治疗流程图

Table 1. General information of patients
表 1. 患者一般资料

项目		A 组(n = 34)	B 组(n = 25)	C 组(n = 25)
性别	男	22	16	14
	女	12	9	11
平均年龄		61.44 ± 9.08	63.56 ± 9.20	67.32 ± 6.60
ECOG 评分	1	13	10	9
	2	21	15	16
原发肿瘤部位	结肠	22	17	16
	直肠	12	8	9
肝转移部位	肝左叶	9	8	7
	肝右叶	17	13	14
	全肝	8	4	4
肝转移灶直径	>3 cm	20	16	14
	≤3 cm	14	9	11

2.2. 选取标准

在对 84 例结直肠肝转移患者进行回顾分析时, 设定了如下的纳入及排除标准:

纳入标准: (1) 患者需经病理学或影像学确诊为结直肠癌肝转移; (2) 接受海扶刀治疗、腹腔镜下肝部分切除术或肝转移瘤消融术的患者; (3) 预计生存时间 > 3 个月, 且美国东部肿瘤协作组 ECOG 评分 0~2 分; (4) 骨髓造血功能良好, 无肝肾等重要器官功能衰竭; (5) 术前肝功能 Child-Pugh 评分 A 级或 B 级; (6) 术前和术后均有完整的影像学随访数据(如 CT 或 MRI); (7) 患者及其家庭成员应当对研究有充分的了解, 并已签署知情同意书, 同意参与治疗后的随访研究调查。

排除标准: (1) 曾经患有结直肠以外其他器官的原发肿瘤; (2) 伴有严重影响生存的疾病, 如肝硬化失代偿期、严重心肺功能障碍等不适合接受手术或消融治疗的情况; (3) 术前或术后接受过其他可能影响疗效的治疗(如放疗或其他类型消融); (4) 存在广泛的肝外转移(如肺或骨转移); (5) 术后失访或随访数据缺失及其他无法定期完成所需复查的患者; (6) 术前存在未控制的全身性感染或局部炎症; (7) 妊娠或哺乳期患者, 以及术前既往存在明显的免疫系统疾病。

2.3. 方法及观察指标

回顾分析 84 例患者的临床资料, 收集整理患者的一般资料和治疗前后的各项指标。本次观察记录的内容包括疾病控制率、治疗前后血清肿瘤标志物(血清 CA199、CEA)、治疗前后肝功能指标即丙氨酸氨基转移酶(Alanine Aminotransferase, ALT)和天门冬氨酸氨基转移酶(Aspartate Aminotransferase, AST)、术后不良反应以及住院天数的情况。

疾病控制率: 按照 RECIST 1.1 标准评估疗效, 评价标准如下: (1) 完全缓解(CR): 全部肿瘤病灶消失; (2) 部分缓解(PR): 靶病灶最长径总和减少 30% 以上; (3) 疾病稳定(SD): 变化介于 PR 和 PD 之间; (4) 疾病进展(PD): 靶病灶最长径总和增加 $\geq 20\%$ 和(或)有新的病灶出现。

$$\text{疾病控制率} = (\text{SD} + \text{PR} + \text{CR}) / \text{总例数} \times 100\%。$$

不良反应方面主要观察患者术后的发热及疼痛情况。患者术后发热的评估标准为术后体温超过 38.0°C , 且持续时间超过 24 小时; 术后疼痛的评估则采用视觉模拟评分(Visual Analog Scale, VAS)工具。VAS 评分范围为 0 至 10 分, 其中 0 分表示无痛, 10 分代表无法忍受的剧烈疼痛。本研究将 VAS 评分 ≥ 4 分视为中度或以上疼痛, 并将符合此标准的患者纳入观察范围, 以评估术后疼痛的严重程度和治疗效果。

2.4. 统计学方法

本次研究采用 SPSS 24.0 软件进行数据分析, 对定量数据在检验其是否符合正态分布后选择合适的统计学分析方法, 其中正态分布的连续数据采用 $\text{Mean} \pm \text{SD}$ 表示, 多组间的比较采用方差分析, 不符合正态分布的连续数据则使用 $M(Q_1, Q_3)$ 表示, 多组间的比较采用非参数检验, 组间比较以 $P < 0.05$ 认为差异具有统计学意义; 对分类数据根据例数情况采用卡方检验或 Fisher 确切概率法, 组间比较以 $P < 0.05$ 认为差异具有统计学意义。如存在统计学差异将继续进行事后两两比较并用字母标记法描述具体差异结果。

3. 结果

本研究根据肿瘤的大小、位置及与周围血管的关系对患者进行了分组, 确保了不同治疗方式在各自适应症范围内的可比性, 从而更清晰地展示了海扶刀与腹腔镜手术、射频消融之间的疗效差异。

3.1. 三组患者疾病控制率比较

经卡方检验发现, 三组在疾病控制率方面差异无统计学意义($P > 0.05$)。见表 2。

Table 2. Patients' recent clinical efficacy**表 2.** 患者近期临床疗效

组别	例数	CR	PR	SD	PD	总有效率	统计量	<i>P</i> 值
A 组	34	2	6	11	15	19 (56%)		
B 组	25	2	4	9	10	15 (60%)	0.02	0.990
C 组	25	1	4	9	11	14 (56%)		

3.2. 三组患者治疗前后血清肿瘤标志物比较

经非参数检验发现三组患者术前及术后的 CA19-9 及 CEA 均无统计学差异($P > 0.05$)。见表 3。

Table 3. Comparison of serum tumor markers before and after treatment**表 3.** 治疗前后血清肿瘤标志物对比

组别	例数	CA19-9 (U/mL)		CEA (ng/mL)	
		治疗前	治疗后	治疗前	治疗后
A 组	34	34.01 (25.08, 102.25)	37.66 (21.73, 115.93)	18.12 (7.15, 39.23)	13.62 (6.88, 35.38)
B 组	25	59.63 (39.64, 85.34)	41.63 (33.95, 65.22)	31.85 (21.30, 42.63)	25.61 (18.94, 36.94)
C 组	25	58.94 (36.92, 81.56)	42.63 (35.77, 78.56)	31.23 (18.96, 38.74)	22.36 (17.50, 32.02)
统计量		2.98	0.60	4.42	5.41
<i>P</i> 值		0.225	0.740	0.110	0.067

3.3. 三组患者治疗前后肝功能结果

通过非参数检验发现三组患者的术后 AST 及术后 ALT 均存在显著统计学差异(术后 AST 的 $P < 0.05$, 术后 ALT 的 $P < 0.05$)。见表 4。

Table 4. Comparison of ALT and AST before and after treatment among the three patient groups**表 4.** 三组患者治疗前后 ALT、AST 的比较

组别	例数	ALT (U/mL)		AST (U/mL)	
		治疗前	治疗后	治疗前	治疗后
A 组	34	29.52 (20.64, 43.85)	30.60 (23.44, 45.06) ^b	28.64 (24.79, 37.70)	32.91 (26.62, 46.31) ^b
B 组	25	33.76 (22.85, 46.82)	51.23 (39.24, 67.21) ^a	29.54 (27.85, 42.58)	52.33 (41.63, 66.85) ^a
C 组	25	46.18 (29.49, 49.65)	54.19 (40.16, 62.31) ^{ab}	31.05 (29.17, 39.95)	48.16 (36.85, 55.68) ^a
统计量		3.21	15.18	2.14	21.70
<i>P</i> 值		0.201	<0.001	0.343	<0.001

注: 表格中的上标字母(如 a、b 等)用于标示组间差异的统计显著性。具体来说, 如果两组之间的上标字母相同(如“a”和“a”或“a”和“ab”), 则表示这两组之间的结果比较无显著统计学差异; 如果上标字母不同(如“a”和“b”), 则说明这两组之间的结果比较具有显著统计学差异。本文其余表格中的字母标记同理。

字母标记法事后两两比较结果: 进一步的事后比较表明, 组 A 与组 B 之间术后 ALT 及术后 AST 均存在显著性差异, 组 A 与组 C 之间术后 AST 存在显著性差异; 组 A 与组 C 之间术后 ALT 差异无统计学意义, 组 B 与组 C 之间术后 ALT 及术后 AST 差异均无统计学意义。

3.4. 三组患者接受手术治疗后的发热及疼痛情况

经卡方检验, 三组患者在术后发热及疼痛的发生率均存在统计学差异($P < 0.05$)。见表 5。

Table 5. Comparison of postoperative fever and pain occurrence among the three patient groups

表 5. 三组患者术后发热及疼痛发生情况的比较

组别	例数	术后发热人数	术后疼痛人数
A 组	34	5 (14.71) ^b	3 (8.82) ^b
B 组	25	11 (44.00) ^a	9 (36.00) ^a
C 组	25	8 (32.00) ^{ab}	5 (20.00) ^{ab}
统计量		6.26	6.59
<i>P</i> 值		0.044	0.037

字母标记法事后两两比较结果: 组 A 与组 B 之间在术后发热及疼痛方面存在统计学差异, 而组 A 与组 C、组 B 与组 C 之间的术后发热及疼痛发生的差异均无统计学意义。

3.5. 三组患者住院时间比较

经卡方检验, 三组患者的住院天数差异有统计学意义($P < 0.05$)。见表 6。

Table 6. Comparison of hospital stay duration among the three patient groups

表 6. 三组患者住院天数的比较

组别	例数	住院天数	统计量	<i>P</i> 值
A 组	34	7.00 (5.00, 8.75) ^b		
B 组	25	11.00 (9.00, 13.00) ^a	18.67	<0.001
C 组	25	9.00 (8.00, 11.00) ^a		

字母标记法事后两两比较结果: 组 A 与组 B 之间、组 A 与组 C 之间在住院天数方面存在统计学性差异, 而组 B 与组 C 之间的住院天数差异无统计学意义。

4. 讨论

本研究评估了海扶刀、腹腔镜下肝部分切除术以及消融治疗在结直肠癌肝转移中的短期治疗效果。通过对疾病控制率、肿瘤标志物水平、肝功能指标及术后并发症的比较分析, 初步探讨了海扶刀技术的疗效及其相较于传统手术和消融治疗的优势。

本研究在分组时充分考虑了不同治疗方式的适应症: HIFU 适用于肿瘤病灶较大、位置较深或邻近大血管的病灶, 腹腔镜手术则更适用于解剖结构清晰、病灶位置较浅的患者, 而射频消融则更适合小体积肿瘤的局部控制。因此这种分组设计能够在不同肿瘤特征下更清晰地展现各治疗方式的优势, 避免因肿瘤特征的混杂而影响结果的解释。

研究结果显示, 三组的疾病控制率以及术后 CA19-9 和 CEA 肿瘤标志物水平上无显著统计学差异, 这表明在结直肠癌肝转移的局部控制方面及降低或控制肿瘤标志物方面, 三种治疗方法均表现出相似的疗效。尽管疾病控制率和肿瘤标志物的短期变化不显著, 海扶刀作为一种非侵入性治疗手段, 其效果能与腹腔镜手术和消融术相媲美, 在一定程度上表明其在疾病控制上具有可行性及有效性。

肝脏功能方面, 三组患者在术前的肝功能指标(ALT, AST)上无显著差异, 表明患者在治疗前的肝功

能状况基本一致, 然而术后 3 天海扶刀组的 AST 显著低于腹腔镜下肝部分切除术组和消融组。这一结果提示海扶刀技术对肝脏的损伤小于其他两种治疗方法。临床上选择手术治疗时需要根据患者的病情以及肿瘤的转移位置、大小及其数目与范围选择手术方式[13]。腹腔镜手术作为一种微创手术, 虽然切口较小, 但仍需要对肝脏进行部分切除, 导致术后肝功能的短暂下降。消融术通过将电极插入目标区域后利用热量来诱导肿瘤细胞凝固性坏死[14], 虽然对肝脏的创伤相对较小, 但其局部加热的特性可能会引起一定的肝损伤[15]。相比之下, 海扶刀通过非侵入性的超声波能量聚焦, 在不破坏正常肝组织的情况下有效消融肿瘤, 显著减少了对肝功能的损害。这一优势尤其适合那些术前肝功能较差的患者, 降低了术后肝功能衰竭的风险。

通过表 4 我们可以得出海扶刀组术后发热人数显著低于腹腔镜下肝部分切除术组, 同时海扶刀组的术后发热及疼痛的发生人数也显著低于其他两组。这两项结果表明海扶刀治疗在术后并发症的控制上具有显著优势。首先, 发热通常与术后炎症反应有关, 腹腔镜手术由于需要进行组织切除, 可能引发较为强烈的炎症反应, 导致患者的发热率较高, 而海扶刀作为一种无创的治疗方式, 不直接切割组织, 减少了炎症反应的发生, 从而降低了术后发热的发生率; 其次, 术后疼痛的显著减少也反映了海扶刀治疗的非侵入性优势。腹腔镜手术和消融术均涉及皮肤切口或穿刺, 可能引发不同程度的疼痛, 而海扶刀治疗无需开刀或穿刺, 可以使患者的术后恢复更加舒适。海扶刀能够在数秒内通过完整的皮肤将超声波精准聚焦于深部目标组织区域, 并使焦点处的组织温度迅速升高至蛋白质变性阈值以上, 从而导致目标组织发生热损伤并被破坏, 同时, 超声波的高精度特性确保焦点外的组织和皮肤层几乎不受影响, 从而实现精准、安全的治疗效果[16]。

尽管三组在疾病控制率方面无显著差异, 但我们需要考虑到对于许多晚期转移性癌症患者而言, 较差的身体状况常使他们难以承受侵入性的切除手术。对于无法切除的结直肠癌肝转移患者, 热消融治疗已显示出积极的临床效果, 使射频消融或微波消融成为可行的替代治疗方法[17]。然而, 对于体积较大、位置困难、毗邻大血管的转移癌灶则不适合经皮穿刺针热消融[18]。海扶刀的优势在此背景下尤为突出, 通过影像引导, 海扶刀可以对肿瘤进行三维定位和靶向治疗, 同时保护周围健康组织。对于毗邻大血管的病灶, 海扶刀可通过精准能量控制避免“热沉效应”, 提高治疗安全性[19]。而且对大体积病灶的适用性也更强: 海扶刀能逐步分次消融较大肿瘤, 而不受穿刺路径和针数的限制, 适用于较大或不规则病灶的治疗[20]。另有研究显示治疗, HIFU 增强了有效的免疫反应。应与免疫治疗相辅相成, 以提高抗肿瘤治疗的有效性[21]。

作为一种非侵入性治疗手段, 海扶刀能够精准消融肿瘤, 不涉及外科切口, 避免了因针路径或误伤血管、胆管等引发的术后出血、胆瘘等并发症, 而且术后恢复更快, 尤其适用于高龄或伴有其他合并症的患者。此外, 本次研究结果显示海扶刀组在术后肝功能损伤、发热率和术后疼痛方面均显著优于其他两组, 进一步证明了其安全性和患者耐受性。这对于那些无法耐受传统手术或消融治疗的患者来说, 提供了一种有效且更加温和的治疗选择。

尽管本研究为海扶刀在结直肠癌肝转移治疗中的应用提供了初步证据, 但仍存在一些局限性。首先, 研究的样本量相对较小, 可能影响结果的广泛适用性; 其次, 本研究主要聚焦于患者术后的短期疗效指标, 包括疼痛缓解、近期并发症以及肿瘤局部控制等, 由于缺乏长期随访数据, 尚无法全面评估 HIFU 治疗对患者长期生存率、肿瘤复发率以及远期生活质量的潜在影响, 另外, 观察指标之一肿瘤标志物的变化可能需要更长时间的观察才能显现出显著差异。长期随访更有助于揭示治疗后肿瘤生物学行为的变化以及患者对治疗的持续耐受性, 因此, 后续研究有必要扩展随访期限, 并纳入更具广泛性和代表性的样本群体, 以系统性地评估 HIFU 治疗在长期临床结果中的效果与优势。这将为进一步验证 HIFU 技术的疗效和安全性提供更为坚实的证据基础。

今后的研究可以更深入地探讨海扶刀与其他治疗方法联合使用的潜力, 尤其是与系统性治疗(如化疗、靶向治疗或免疫治疗)的联合方案。此外, 还可以通过进一步优化海扶刀的治疗参数, 提高其在不同肿瘤类型中的疗效, 并减少潜在并发症。最后, 探索海扶刀在个体化治疗中的应用, 基于患者的肿瘤特征和生物标志物, 制定更加精准的治疗方案, 可以作为未来的研究重点之一。

5. 结论

综上所述, 海扶刀作为一种非侵入性的治疗方法, 在结直肠癌肝转移治疗中展现了良好的疗效。其在降低肝功能损伤、减少术后并发症方面的优势, 尤其适合难以承受传统手术或消融治疗的患者。尽管仍需进一步的研究验证其长期疗效, 但海扶刀为结直肠癌肝转移患者提供了一种具有良好前景的治疗选择。

声明

该病例报道已获得病人的知情同意。

参考文献

- [1] Adam, R., De Gramont, A., Figueras, J., Guthrie, A., Kokudo, N., Kunstlinger, F., *et al.* (2012) The Oncosurgery Approach to Managing Liver Metastases from Colorectal Cancer: A Multidisciplinary International Consensus. *The Oncologist*, **17**, 1225-1239. <https://doi.org/10.1634/theoncologist.2012-0121>
- [2] Engstrand, J., Nilsson, H., Strömberg, C., Jonas, E. and Freedman, J. (2018) Colorectal Cancer Liver Metastases—A Population-Based Study on Incidence, Management and Survival. *BMC Cancer*, **18**, Article No. 78. <https://doi.org/10.1186/s12885-017-3925-x>
- [3] Reissfelder, C., Rahbari, N.N., Koch, M., Ulrich, A., Pfeilschifter, I., Waltert, A., *et al.* (2009) Validation of Prognostic Scoring Systems for Patients Undergoing Resection of Colorectal Cancer Liver Metastases. *Annals of Surgical Oncology*, **16**, 3279-3288. <https://doi.org/10.1245/s10434-009-0654-7>
- [4] Stewart, C.L., Warner, S., Ito, K., Raoof, M., Wu, G.X., Kessler, J., *et al.* (2018) Cytoreduction for Colorectal Metastases: Liver, Lung, Peritoneum, Lymph Nodes, Bone, Brain. When Does It Palliate, Prolong Survival, and Potentially Cure? *Current Problems in Surgery*, **55**, 330-379. <https://doi.org/10.1067/j.cpsurg.2018.08.004>
- [5] Norén, A., Sandström, P., Gunnarsdottir, K., Ardnor, B., Isaksson, B., Lindell, G., *et al.* (2018) Identification of Inequalities in the Selection of Liver Surgery for Colorectal Liver Metastases in Sweden. *Scandinavian Journal of Surgery*, **107**, 294-301. <https://doi.org/10.1177/1457496918766706>
- [6] Margonis, G.A., Sergentanis, T.N., Ntanasis-Stathopoulos, I., Andreatos, N., Tzanninis, I., Sasaki, K., *et al.* (2018) Impact of Surgical Margin Width on Recurrence and Overall Survival Following R0 Hepatic Resection of Colorectal Metastases: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Annals of Surgery*, **267**, 1047-1055. <https://doi.org/10.1097/sla.0000000000002552>
- [7] Tejero-Pintor, F.J., Sarmentero-Prieto, J.C., Bailón-Cuadrado, M., Blanco-Álvarez, J.I., Sánchez-González, J., Velasco-López, R., *et al.* (2019) Doble metástasis hepática de doble neoplasia de colon: Adenocarcinoma y tumor neuroendocrino. *Gastroenterología y Hepatología*, **42**, 624-625. <https://doi.org/10.1016/j.gastrohep.2019.05.004>
- [8] Wakabayashi, G., *et al.* (2015) Recommendations for Laparoscopic Liver Resection: A Report from the Second International Consensus Conference Held in Morioka. *Annals of Surgery*, **261**, 619-629.
- [9] Buell, J.F., *et al.* (2008) The Current Role of Laparoscopic Liver Resection for the Treatment of Liver Tumors. *Journal of the American College of Surgeons*, **206**, 322-331.
- [10] Gillams, A. (2013) The Use of Radiofrequency in the Treatment of Liver Metastases. *Cancer Imaging*, **13**, 102-111.
- [11] Shady, W., Petre, E.N., Gonen, M., Erinjeri, J.P., Brown, K.T., Covey, A.M., *et al.* (2016) Percutaneous Radiofrequency Ablation of Colorectal Cancer Liver Metastases: Factors Affecting Outcomes—A 10-Year Experience at a Single Center. *Radiology*, **278**, 601-611. <https://doi.org/10.1148/radiol.2015142489>
- [12] Marinova, M., Khouri, D., Küppers, J., Ramig, O., Strunk, H.M., Breuers, J., *et al.* (2024) Study Protocol of a Randomized, Two-Arm, Phase I/II Trial Investigating the Feasibility, Safety, and Efficacy of Local Treatment with Us-Guided High-Intensity Focused Ultrasound in Combination with Palliative Chemotherapy in Inoperable Pancreatic Cancer. *Journal of Clinical Medicine*, **13**, Article No. 3717. <https://doi.org/10.3390/jcm13133717>
- [13] 刘娟, 蒲晏均, 伍映鑫, 等. 结直肠癌肝转移以手术治疗为主的综合治疗效果分析[J]. 中国处方药, 2018, 16(1):

4-5.

- [14] Izzo, F., Granata, V., Grassi, R., Fusco, R., Palaia, R., Delrio, P., *et al.* (2019) Radiofrequency Ablation and Microwave Ablation in Liver Tumors: An Update. *The Oncologist*, **24**, e990-e1005. <https://doi.org/10.1634/theoncologist.2018-0337>
- [15] 王鹏, 任卫东. 射频消融治疗肝细胞癌的机制[J]. 临床肝胆病杂志, 2017, 33(2): 359-363.
- [16] Al-Bataineh, O., Jenne, J. and Huber, P. (2012) Clinical and Future Applications of High Intensity Focused Ultrasound in Cancer. *Cancer Treatment Reviews*, **38**, 346-353. <https://doi.org/10.1016/j.ctrv.2011.08.004>
- [17] Takahashi, H. and Berber, E. (2020) Role of Thermal Ablation in the Management of Colorectal Liver Metastasis. *Hepatobiliary Surgery and Nutrition*, **9**, 49-58. <https://doi.org/10.21037/hbsn.2019.06.08>
- [18] Hompes, D., Prevoo, W. and Ruers, T. (2011) Radiofrequency Ablation as a Treatment Tool for Liver Metastases of Colorectal Origin. *Cancer Imaging*, **11**, 23-30.
- [19] Seo, J., Koizumi, N., Mitsuishi, M. and Sugita, N. (2017) Ultrasound Image Based Visual Servoing for Moving Target Ablation by High Intensity Focused Ultrasound. *The International Journal of Medical Robotics*, **13**, e1793.
- [20] De Maio, A., Alfieri, G., Mattone, M., Ghanouni, P. and Napoli, A. (2024) High-Intensity Focused Ultrasound Surgery for Tumor Ablation: A Review of Current Applications. *Radiology: Imaging Cancer*, **6**, e230074. <https://doi.org/10.1148/rycan.230074>
- [21] Yang, X., Liao, Y., Fan, L., Lin, B., Li, J., Wu, D., *et al.* (2024) High-Intensity Focused Ultrasound Ablation Combined with Immunotherapy for Treating Liver Metastases: A Prospective Non-Randomized Trial. *PLOS ONE*, **19**, e0306595. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0306595>