

· 标准与讨论 ·

影像引导下复合式冷热消融治疗特殊部位 肝癌操作规范专家共识

中国医师协会介入医师分会肿瘤消融专家工作组 中国抗癌协会肿瘤消融治疗专业委员会 中国临床肿瘤学会(CSCO)肿瘤消融治疗专家委员会

通信作者: 范卫君, 中山大学肿瘤防治中心微创介入治疗科, 广州 510060, Email: fanwj@sysucc.org.cn

【摘要】 消融技术是治疗实体肿瘤的重要方法, 其中冷冻消融安全、有效、边界清、疼痛轻, 且能更好地诱发抗肿瘤免疫效应, 临床应用越来越广泛。新一代复合式冷热消融系统是由我国自主研发的集深低温冷冻消融和高强度热消融于一体的创新设备, 其疗效和安全性在肝细胞癌中得到了确切的验证。相比传统的射频、微波、冷冻等消融手段, 复合式冷热消融中影响消融治疗疗效的因素更为复杂。特别是针对肝脏特殊部位(近膈肌、肝门、肠管、胆囊、心脏等部位)肝癌复合式冷热消融风险高, 手术操作难度大。为规范影像引导下复合式冷热消融系统在特殊部位肝癌中的临床应用, 降低风险、减少并发症的发生, 中国医师协会介入医师分会肿瘤消融专家工作组、中国抗癌协会肿瘤消融治疗专业委员会、中国临床肿瘤学会(CSCO)肿瘤消融治疗专家委员会组织国内的有关专家经过多次讨论与反复征求大家意见的基础上, 制定了本操作规范专家共识。

【关键词】 肝肿瘤; 复合式冷热消融; 消融技术; 规范

基金项目: 国家重点研发计划(2023YFC2414000, 2023YFC2414002)

Expert consensus on the clinical application of co-ablation therapy for liver tumors in anatomically challenging locations

The Committee of Tumor Ablation, the Chinese College of Interventionalists; the Committee of Ablation Therapy in Oncology, Chinese Anti-Cancer Association; the Expert Committee on Ablation Therapy, Chinese Society of Clinical Oncology (CSCO)

Corresponding author: Fan Weijun, Department of Minimally Invasive Interventional Therapy, Sun Yat-sen University Cancer Center, Guangzhou 510060, China, Email: fanwj@sysucc.org.cn

【Abstract】 Ablation technology represents a fundamental approach to the management of solid tumors, with cryoablation serving as a particularly effective modality due to its established therapeutic efficacy, minimally invasive nature, lower complication rates, and broad clinical utility. China has pioneered this field through the development of a next-generation cold and hot co-ablation system that integrates low-temperature freezing with intense thermal ablation, thereby enhancing therapeutic versatility. Its efficacy and safety profile have been rigorously validated in the context of hepatocellular carcinoma. However, compared to conventional thermal ablation techniques, such as microwave, radiofrequency, and standalone cryoablation, the factors influencing the success of combined cold and hot co-ablation therapy are significantly more complex. This complexity is further intensified when targeting liver cancers situated in anatomically challenging regions, including areas adjacent to the diaphragm, hepatic hilum, gastrointestinal tract, gallbladder,

DOI: 10.3760/cma.j.cn112138-20251114-00690

收稿日期 2025-11-14 本文编辑 刘雪松

引用本文: 中国医师协会介入医师分会肿瘤消融专家工作组, 中国抗癌协会肿瘤消融治疗专业委员会, 中国临床肿瘤学会(CSCO)肿瘤消融治疗专家委员会. 影像引导下复合式冷热消融治疗特殊部位肝癌操作规范专家共识[J]. 中华内科杂志, 2026, 65(3): 256-265. DOI: 10.3760/cma.j.cn112138-20251114-00690.



and heart. To ensure the judicious application of this advanced composite ablation technology in hepatic malignancies, a comprehensive expert consensus has been meticulously established through the collaborative efforts of experts from the Committee of Ablation Therapy in Oncology, the Chinese Anti-Cancer Association, the Expert Committee on Ablation Therapy, the Chinese Society of Clinical Oncology (CSCO), and the Committee of Tumor Ablation, the Chinese College of Interventionalists.

【Key words】 Liver neoplasms; Co-ablation therapy; Ablation techniques; Benchmarking

Fund program: National Key Research and Development Program of China (2023YFC2414000, 2023YFC2414002)

中国原发性肝癌发病率及病死率分别占恶性肿瘤的第4位和第2位^[1-2],包括肝细胞癌、胆管细胞癌和肝细胞-胆管细胞混合型癌3种病理类型,其中肝细胞癌占75%~85%^[3],在本共识中“肝癌”一词特指肝细胞癌。肝癌消融治疗是一种采用物理或化学的方法直接灭活肿瘤的局部治疗手段^[4],主要包括微波消融、射频消融、激光消融、高强度聚焦超声消融、冷冻消融、不可逆电穿孔、经皮瘤内无水乙醇注射治疗等^[5-10]。早期肝癌可通过直接消融获得局部根治^[11-12],中期肝癌则基本采取肝动脉化疗栓塞联合局部消融等技术的综合治疗策略^[13]。尽管传统消融手段对于3 cm以下的肝癌有较高的局部控制率,但每种手段均有各自的局限性。相比热消融技术,冷冻消融术中疼痛轻,消融边界清晰,对于特殊部位的消融有一定的优势;但传统的冷冻消融单针消融范围小,且无法进行针道消融,出血风险相对较大。复合式冷热消融系统整合了深低温冷冻治疗与高温热疗的优点,在同一消融针中实现了宽泛的温度控制(-196~80℃),突破了既往单一冷冻消融或热消融的局限性^[11],有效扩大了冷冻消融的作用范围,同时解决了以往冷冻消融存在的不足(如针道出血及针道种植转移风险高等),具有鲜明的临床优势^[14]。近年来,复合式冷热消融系统已大量应用于肝癌、肺癌、肾癌、胰腺癌等实体肿瘤的治疗,临床疗效和安全性得到了验证^[15-16]。

特殊部位肝癌是指位于肝脏特定解剖区域、手术或局部治疗难度和风险显著增加的原发性肝癌,包括位于肝包膜下,靠近重要血管(如门静脉、下腔静脉等)、胆管或毗邻重要脏器(如膈肌、肠管、胆囊、心脏)、尾状叶等关键结构区域的肝癌。复合式冷热消融技术作为一种新兴的消融技术,兼具冷冻消融和热消融的特点,单针消融范围大,多针组合消融范围可视,对于特殊部位肝癌消融具较大优势。针对特殊部位肝癌行消融治疗需要全面考虑病灶的部位、大小以及其与邻近脏器的关系,在充分

发挥其优势的同时,要更加注意其安全性^[17-18]。为进一步规范复合式冷热消融系统在特殊部位肝癌中的应用,中国医师协会介入医师分会肿瘤消融专家工作组、中国抗癌协会肿瘤消融治疗专业委员会、中国临床肿瘤学会(CSCO)肿瘤消融治疗专家委员会组织国内的有关专家经过多次讨论与反复征求大家意见的基础上,制定本专家共识为临床提供指导和参考。

一、设备简介及治疗原理

(一)设备简介

复合式冷热消融系统是我国自主研发的集深低温冷冻治疗与高温热疗功能于一体的先进肿瘤微创治疗设备,突破液氮消融针的微细化技术瓶颈,在同一消融针中实现了宽泛的温度控制,使肿瘤组织发生不可逆坏死^[19]。

(二)治疗原理

复合式冷热消融破坏肿瘤细胞的作用机制主要包括^[20-22]:(1)细胞内外冰晶形成的时间差异导致细胞内外渗透压的改变,诱发细胞膜和细胞器损伤,从而使肿瘤细胞死亡;(2)冷冻诱发微血栓形成,导致肿瘤组织缺血坏死;(3)低温诱发细胞凋亡;(4)激发免疫,产生远隔抑瘤效应。

二、适应证和禁忌证

(一)适应证^[23-24]

1. 直径≤5 cm的单发肿瘤,或多发肿瘤(≤3个)且最大直径≤3 cm;不伴有血管、胆管及邻近器官侵犯,无肝外转移,复合式冷热消融治疗可作为根治性治疗。

2. 针对单发大肝癌(直径>5 cm),或最大直径>3 cm的多发肿瘤,复合式冷热消融可作为综合治疗的一部分,推荐消融联合经动脉化疗栓塞、动脉灌注化疗及靶向、免疫治疗等综合治疗方案。

3. 针对特殊部位肝癌,具备安全穿刺路径,必要时采用辅助措施可达到消融目的,复合式冷热消融治疗可作为优选方案。



(二)禁忌证^[25]

1. 一般情况差(ECOG>2 分),或合并主要脏器严重的功能障碍。

2. 肝功能 Child-Pugh C 级,经积极护肝治疗后无改善。

3. 不可纠正的凝血功能障碍:血小板计数(PLT)<70×10⁹/L,凝血酶原时间(PT)延长>3 s。

4. 意识障碍、顽固性大量腹水或恶病质。

5. 活动性感染,尤其合并胆管系统感染。

三、术前准备

(一)设备和材料

包括复合式冷热消融系统,超声、CT等影像引导设备,心电监护仪,手术相关器材,急救设备及药品,全身麻醉需配备呼吸机和相关设备。

(二)术前检查^[26]

1. 详细询问病史和全面体格检查:尤其注意有无高血压、心脏病、糖尿病等既往史、药物食物过敏史。

2. 术前检验:血常规、肝肾功能、凝血功能、电解质、血糖水平,肿瘤标志物,传染病筛查,血型鉴定,尿粪常规。

3. 术前检查:心电图,2周之内上腹部增强CT或MRI。

(三)患者准备^[27]

1. 患者和/或家属(被委托人)签署知情同意书。

2. 局部麻醉术前禁食4 h、全身麻醉术前禁食6 h,禁饮2 h^[28]。

3. 建立静脉通道。

4. 患者术前教育。

5. 消融前推荐贝伐珠单抗停药2周,抗血管生成TKI、抗血小板药及抗凝药停5~7 d。

四、操作步骤

根据肿瘤的大小和位置选择合适的治疗体位、皮肤穿刺点、穿刺路径及消融探针数目;手术区域消毒、铺巾;选择合适的麻醉方式,一般多采用局部麻醉^[29],必要时采用全身麻醉;在超声或CT等影像设备的引导下,将单根或多根复合式冷热消融探针准确穿刺至肿瘤内,在穿刺过程中应当避免对肝脏内的主要血管和胆管造成损伤^[30-32]。

按预先设定方案进行复合式冷热消融:冷冻过程一般在达到最低温(-196℃)后持续10~15 min,冷冻结束后进行复温,可采用加热复温或自然复温,持续3~5 min,1次冷冻和1次复温为1个冻融循

环;根据肿瘤情况确定冻融循环次数,一般采用2~3个循环;消融范围应超出肿瘤边缘5~10 mm,治疗过程中需监测消融范围及与邻近器官的变化,并根据消融范围调整消融参数或终止治疗^[33];消融结束后建议针道消融,并观察肝周及腹腔有无积液、积血等改变。

五、特殊部位肝癌复合式冷热消融治疗的原则^[34]

术前对患者一般身体情况、重要脏器功能、肿瘤特征等进行全面评估,明确治疗目标;特殊部位的肝癌由于其位置的特殊性,需要针对其部位特点选择合适的引导方式,确定穿刺路径、布针方案以及消融参数设置,必要时采用多重模态影像方式引导^[35],以及适当的辅助手段,实施个体化消融治疗;消融过程中应密切监控患者的生命体征变化,根据患者情况及时调整治疗方案和处置措施,在灭活肿瘤的同时降低对邻近结构或脏器的损伤,特别是降低严重并发症的发生率;术后及时发现和治疗可能发生的并发症和合并症^[36]。

(一)邻近大血管肝癌的消融治疗策略

肝脏具有双重血供,肝内管道系统丰富(肝静脉系统及Glisson系统)。肝大血管内血流速度快,冷、热沉降效应明显,使得邻近大血管的肿瘤消融术后残留复发率高^[37-39],特别是消融区内存在直径大于3 mm的血管,与肿瘤的局部进展有着明显关联^[40-42];对邻近大血管的肝癌行复合式冷热消融治疗时应采取的策略:(1)采用CT/超声等设备引导时,术前需要行增强扫描或超声造影以明确肿瘤与周边血管的关系;(2)穿刺时应尽量平行于大血管进针,并采用循序渐进的方法逐步进针;(3)对于受冷、热沉降效应明显可能导致肿瘤残留的病灶,可采用3个冻融循环,并延长每个循环至15 min。

(二)邻近胆囊肝癌的消融治疗策略

胆囊位于胆囊窝内,其上方与肝脏相连,下方与结肠肝曲和十二指肠上曲相邻。胆囊壁内脏神经丰富,对邻近胆囊的肝癌进行消融治疗时,胆囊易受到穿刺过程中的牵拉以及消融治疗过程能量刺激的影响导致胆心反射,同时消融治疗过程中的损伤可导致急性胆囊炎甚至胆囊穿孔等并发症,严重时可危及生命。

对邻近胆囊的肝癌行复合式冷热消融治疗时应采取的策略:(1)消融过程中,应注意密切观察胆囊壁厚度的改变,一旦出现胆囊壁增厚应该及时停止治疗;(2)必要时可采取胆囊窝注水或者胆囊穿



刺置管注水的措施,以减少胆囊损伤^[43]; (3) 消融过程中严密监测患者生命体征变化,一旦出现胆心反射导致的心率、血压下降应立即终止治疗,并依据患者的情况采取相应的处理措施,在评估处理效果后决定是否继续行消融治疗; (4) 采用静脉注射胆囊收缩素在一定程度上能提高胆囊附近肝癌的消融安全性^[44-45]。

(三) 邻近膈肌肝癌的消融治疗策略

膈肌的肌纤维起自胸廓下口周缘,终止于中心腱,周围是肌性部,中心为腱性部。邻近膈顶的肝癌位置较高,穿刺路径常需经过肺组织以及膈肌,消融范围容易累及膈肌以及邻近的肺底,从而使得邻近肌性部分肿瘤消融时容易出现横膈损伤^[46],严重者可出现膈疝、膈肌穿孔及胆管支气管瘘等并发症,严重影响患者生活质量^[47-48],甚至危及患者生命^[49-50]。

对邻近膈肌的肝癌行复合式冷热消融治疗时应采取的策略: (1) 布针时尽量远离膈肌,可采用从足往头的进针路径^[51-52]; (2) 可采用人工气胸、人工胸水、人工腹水等辅助方式以减少膈肌损伤^[53-54]; (3) 密切观察消融范围与膈肌的关系,必要时及时调整消融参数或终止消融。

(四) 邻近心脏肝癌的消融治疗策略

心脏位于胸腔中纵隔内,其下缘介于膈面与胸肋面之间。消融治疗邻近心脏的肝癌,应避免穿刺损伤心包、心肌以及邻近的膈肌组织。

对邻近心脏的肝癌行复合式冷热消融治疗时应采取的策略: (1) 采用经胸骨旁或者肋骨下路径进针,尽量远离心脏; (2) 术中采用薄层增强扫描明确心脏边缘与肿瘤的关系,采用沿心包切线位的方向渐进式进针,必要时可以采用人工腹水辅助,隔离心脏与肝肿瘤,以降低并发症的发生^[55-56]; (3) 超声引导可实时观察肿瘤与心脏的关系,采用横切、纵切、斜切等不同超声切面进行探测,有利于选择相对安全的穿刺平面^[57]。

(五) 邻近肝门区肝癌的消融治疗策略

肝脏的肝门区是解剖结构复杂且功能关键的区域,主要包括第一肝门、第二肝门和第三肝门。第一肝门区内含肝动脉、胆管、门静脉及神经,第一肝门区肝癌消融治疗过程中容易损伤周边的神经和管道系统,从而出现术中疼痛加剧、出血等并发症,术后也容易引起感染、胆汁瘤、胆管梗阻形成等并发症; 第二、第三肝门区内为肝静脉与下腔静脉血管汇集区,肝门区域血管纵横交错,增加了穿刺

难度和出血风险,当有癌栓或血栓存在时,消融治疗存在诱发异位栓塞的风险。同时肝门区肝癌的消融治疗受到血流的影响,易导致消融不彻底,术后复发率高^[58]。

对邻近肝门区的肝癌行复合式冷热消融治疗时应采取的策略: (1) 术前应行增强扫描,明确肿瘤与周围血管、胆管的关系,选择平行血管的进针路线; (2) 穿刺过程中当针尖行进中遇到胆管或肝门区血管时会有明显的阻力感,患者可能会有明显的疼痛,此时不建议进一步进针,应采取CT扫描明确针尖的具体位置,调整角度后再进针; (3) 采用超声引导时,可在超声多普勒血流显像下观察针尖与肝门血管的毗邻关系,实时调整进针角度和深度,避免损伤重要管道系统^[59]; (4) 为避免肝门部胆管的损伤,可采用多模态影像引导技术联合PTCD内灌注法来提高肝门部肿瘤消融的安全性^[60-61]。

(六) 肝尾状叶肝癌的消融治疗策略

肝尾状叶位于肝门后方,静脉韧带裂与腔静脉沟之间; 位置深在,周边管道系统丰富,如下腔静脉、门静脉、肝总管等。消融治疗尾状叶肿瘤穿刺路径长、穿刺难度大,穿刺过程需有效避开肝内大血管及胆管; 而且由于受到周围血流的影响,尾状叶肿瘤消融术后肿瘤残留复发率高^[62-64]。

对肝尾状叶肝癌行复合式冷热消融治疗时应采取的策略: (1) 影像引导下尾状叶穿刺进针方式主要分经左肝穿刺和经右肝穿刺。经左肝穿刺路径往往较短,经过的正常肝组织少,穿刺路径存在胃肠道和静脉韧带裂等结构,且3次突破肝包膜,手术过程中存在肝包膜划伤出血及相关胃肠损伤的风险; 经右肝穿刺路径长,穿刺过程中需找准门静脉与下腔静脉之间缝隙,并采用循序渐进的方法逐步调针,尽量避免损伤血管或胆管^[65-66]; (2) 布针前应行增强扫描以明确肿瘤与周边血管、胆管的位置关系,并依据肿瘤邻近器官的不同选择合适的进针路线; (3) 消融过程中注意邻近的十二指肠壁及胃窦壁的变化,以免导致肠壁和胃壁的损伤或穿孔。

(七) 肝包膜下肝癌的消融治疗策略

肝脏表面除了膈面后部外全被两层包膜包裹,肝包膜内神经纤维丰富,对冷热刺激敏感; 另外对于突出于肝表面的肿瘤,穿刺及消融过程导致肿瘤破裂出血的风险相对较高,需引起足够的重视^[67-68]。

对肝包膜下肝癌行复合式冷热消融治疗时应采取的策略: (1) 建议先行TACE治疗减少肿瘤血

供,尤其是对于突出肝脏表面的肿瘤;(2)在穿刺过程中穿刺路径应经过正常肝组织,避免直接穿刺肿瘤,以降低出血的风险;(3)当消融过程中发生出血时,可采用高温加热模式及时止血,必要时采用介入栓塞或外科止血^[69]。

(八)邻近胃肠道肝癌的消融治疗策略

肝脏脏面毗邻结构复杂,与十二指肠水平部、幽门、胃小弯侧及结肠肝曲紧邻。邻近胃肠道肝癌消融治疗过程中消融能量场易覆盖至周围胃肠道,造成胃肠道损伤甚至穿孔;尤其是对于外科术后肠道粘连的患者,应高度警惕消融损伤周边肠管的风险^[70]。

对邻近胃肠道肝癌行复合式冷热消融治疗时应采取的策略:(1)术前应该做好充分的肠道准备,清洁胃肠道,术中影像扫描要认真评估计划穿刺路径上的各类组织结构,需特别警惕间位结肠的损伤风险;(2)对于靠近胃部的肿瘤,术前可留置胃管,排空胃内容物,使肿瘤与胃壁分离,必要时可胃管持续注入温水降低胃壁的冷冻损伤;(3)对于邻近肠道显示不清者,术前需口服对比剂以明确肠管的具体位置,必要时可采用人工腹水技术辅助隔离肠道与肝脏;(4)消融术后建议禁食 24 h,观察是否有消化道损伤的征象出现;若无相关体征出现,先流质饮食观察再改为普通饮食。

(九)邻近肾及肾上腺肝癌的消融治疗策略

肾脏是腹膜后脏器,其表面由平滑肌纤维和结缔组织构成的肌纤维膜包被,它与肾实质紧密粘连,不可分离,对肾脏起到固定及保护的作用。右侧肾上腺位于右肾的上端,腹膜之后,呈三角形。

肝脏 S6/7 与右肾及右侧肾上腺关系密切,对邻近肾脏肝癌行复合式冷热消融治疗时应采取的策略:(1)选择合适的进针路线,注意避免损伤膈肌、肾实质及肾盂;(2)邻近肾上腺组织的肝癌消融时需要严密监测患者的血压变化,警惕高血压或高血压危象的发生,一旦出现,应及时处理^[71];(3)对于邻近肾实质的肝癌消融时,应警惕冷、热能量辐射对肾盂的损伤,术后应注意有无血尿的发生。

六、术后管理和随访

术后常规禁食、密切监测生命体征。对于不同部位的肿瘤,消融后应针对邻近脏器的不同,密切观察邻近组织、器官可能出现的损伤以及相应的症状和体征,必要时行相应的影像学检查和评估。

七、并发症及处理

复合式冷热消融并发症分级参考美国介入放

射学协会(SIR)标准^[72]。主要并发症包括:穿刺出血、上消化道出血、感染、胆管损伤、肝功能衰竭、邻近脏器损伤等。

(一)穿刺出血

穿刺出血包括肝包膜下出血、腹腔内出血和胆管出血等情况^[73]。肝包膜下出血多表现为患者的肝区疼痛,大部分情况下,出血会自行停止;少量出血的症状可能不明显,但大量出血时,常会出现腹胀、腹痛和休克症状;胆管出血主要表现为呕血和便血,有时候伴有胆绞痛。确诊出血后,应积极止血并对症治疗,必要时进行输血和抗休克治疗。对于内科保守治疗效果不佳者,应及时进行介入栓塞止血^[74]或外科手术止血。预防出血措施包括:(1)严格掌握适应证;(2)减少穿刺次数,避免损伤大血管;(3)通过针道消融降低出血风险。

(二)上消化道出血

上消化道出血的主要原因包括食管胃底静脉曲张破裂出血、急性胃黏膜出血以及应激性溃疡出血。对于存在门静脉高压伴食管胃底静脉曲张的患者,术前建议预防性止吐药物治疗,术后应给予胃黏膜保护剂。如果出现严重呕吐,应及时处理,以避免诱发食管胃底静脉曲张破裂出血。如果出现出血,应根据食管胃底静脉曲张破裂出血的处理原则进行诊治^[75]。急性胃黏膜出血和应激性溃疡出血主要通过内科止血和胃黏膜保护剂来治疗,必要时根据出血的情况采用内镜下止血或介入栓塞止血。

(三)感染

消融后感染大多是由胆管内定植的细菌引起的,如果合并胆管损伤和胆汁积聚,容易发展为肝脓肿^[76]。预防措施包括术中严格遵守无菌操作,对于高危患者(如合并胆管结石、既往接受胆肠吻合术、胆管支架植入术等),围手术期建议预防性使用抗生素。一旦发生肝脓肿,应积极采取抗感染治疗,并对脓肿区进行引流与冲洗。

(四)皮肤冻伤

针对邻近肝脏表面肝癌行消融时可出现皮肤冻伤。预防措施主要包括:(1)在穿刺局部使用温水袋控温;(2)持续无菌温盐水冲刷冷冻区皮肤表面;(3)可皮肤下注射无菌生理盐水增大皮肤与消融区的距离,达到保护皮肤的效果^[77]。

(五)肝功能衰竭

肝硬化程度重、肝功能差以及消融后出现严重并发症(如感染、出血等)是术后发生肝功能衰竭的主要原因^[78]。预防肝功能衰竭的措施主要包括:



(1) 严格掌握复合式冷热消融的适应证; (2) 围手术期注意肝功能的监测; (3) 加强护肝, 积极预防感染及对症支持治疗。

(六) 空腔脏器损伤

空腔脏器损伤主要指穿刺或冷冻消融损伤胆囊、胃肠道等空腔脏器, 严重时可能造成穿孔, 甚至危及生命^[79]。对于治疗邻近上述部位的肿瘤, 应尽可能采取措施对邻近的脏器进行隔离保护。消融时应注意观察冷冻范围与邻近脏器的关系, 特别警惕邻近器官损伤相关症状和体征的出现, 一旦怀疑发生损伤, 应及时终止消融并进行相应的处理, 必要时请外科医生协助治疗。

(七) 冷休克

冷休克是冷冻消融后罕见但致命的全身炎症反应综合征^[80]。其典型症状包括低血压、急性呼吸窘迫综合征(ARDS)、弥散性血管内凝血(DIC)、血小板减少、肝肾功能衰竭等。冷休克的发病机制尚未完全明确, 主要与冷冻消融后大量坏死组织及细胞内物质释放入血, 触发全身炎症风暴相关。冷休克的预防及处理原则强调早期识别与多学科协作: (1) 对高风险患者(如大肿瘤、邻近肝包膜或大血管者)采用分阶段消融; (2) 术中及术后 24 h 密切监测生命体征、凝血功能及生化指标(如肌酐、转氨酶); (3) 一旦发生冷休克, 应及时应用血管活性药物治疗, 并采取器官支持(如机械通气、血液净化)及液体复苏等处理措施。

(八) 血小板降低

复合式冷热消融后血小板减少可能由多种机制引起, 包括低温直接损伤、DIC 的发生以及免疫介导破坏等, 一般在术后第 1 天开始下降, 第 2~3 天降至最低。肝癌复合式冷热消融后应密切关注血小板的变化, 尤其对于大范围消融或合并肝功能异常者。若患者血小板 $<50 \times 10^9/L$ 或有出血倾向, 可输注血小板; 如出现 DIC 或凝血功能异常, 需抗凝治疗或补充凝血因子^[81]。

(九) 膈肌与膈神经损伤

肝顶部肝癌常紧贴膈肌, 复合式冷热消融过程中低温效应可直接扩散至膈肌, 造成膈肌局部冻伤或炎症反应。同时, 复合式冷热消融可能间接刺激膈神经, 引发膈肌痉挛或功能障碍。对于靠近膈肌的肝癌, 应通过影像学明确肿瘤与膈肌的毗邻关系, 合理调整进针路径, 选择合适的消融参数。术中实时监测冰球的大小, 避免消融范围累及膈肌; 术后若出现顽固性呃逆、胸痛或呼吸困难, 给予镇

痛、糖皮质激素、针灸等处理措施。对于慢性膈肌功能障碍者, 建议呼吸训练及物理治疗以改善其功能^[82]; 对于膈肌穿孔者, 及时请外科医生会诊。

八、疗效评估及随访

(一) 局部疗效评估

消融治疗后 1 个月左右进行肝脏动态增强 CT、MRI 或超声造影, 以评估治疗效果: (1) 完全消融, 肿瘤消融区域内未见异常强化灶, 提示肿瘤完全坏死; (2) 不完全消融, 肿瘤消融区域内局部有不规则强化, 提示有肿瘤残留。

(二) 随访

消融后应定期随访复查, 通常消融后前 3 个月每月复查超声、MRI 或 CT、肿瘤标志物(甲胎蛋白、异常凝血酶原等), 以便及时发现肝内残余病灶或新发病灶。完全消融后 3 个月至 2 年期间建议 3 个月复查 1 次; 连续 2 年未复发者复查频率可延长到每半年 1 次^[83]。

九、展望

特殊部位的肝癌因其位于肝脏特定解剖区域, 毗邻肝内与肝外的结构或器官复杂, 显著增加了消融的难度, 而复合式冷热消融作为我国自主研发的新一代的创新医疗消融设备, 在特殊部位肝癌的消融治疗中具有显著优势。为规范此项技术在特殊部位肝癌消融治疗中的应用, 制定此共识, 以供在临床实践中参考。由于该技术在临床的应用仍处于初步阶段, 目前循证医学证据相对较少, 本共识的制定难免存在许多不足之处, 需要在今后的临床实践中不断修订与完善。我们相信随着循证医学证据的不断积累, 本共识将会在指导临床实践中发挥着越来越重要的作用。

执笔专家: 沈露俊; 王立刚

共识编写专家(按姓氏汉语拼音排序): 敖建(广州医科大学附属第五医院肝胆胰血管外科); 蔡立业(三明市中西医结合医院肿瘤综合治疗科); 常世川(重庆大学附属三峡医院肿瘤中心); 程笑(南方医科大学南方医院增城分院感染内科); 曹飞(中山大学肿瘤防治中心微创介入治疗科); 戴文燕(广州现代医院医学肿瘤中心); 董小锋(广西壮族自治区人民医院肝胆胰脾外科); 范伯强(江苏省人民医院超声医学科); 范立维(广西医科大学附属肿瘤医院介入治疗科); 范应方(南方医科大学第三附属医院肝胆外科); 范宇飞(北京燕化医院肿瘤科); 付冬伟(暨南大学附属顺德医院肿瘤科); 付荣(齐齐哈尔医学院第一附属医院肿瘤科); 高嵩(北京大学肿瘤医院介入治疗科); 郭建海(北京大学肿瘤医院内蒙古医院介入治疗科); 贡桔(上海交通大学医学院附



属瑞金医院放射介入科);胡鸿涛(河南省肿瘤医院微创介入科);黄蔚(上海交通大学医学院附属瑞金医院放射介入科);黄职妹(中山大学肿瘤防治中心微创介入治疗科);侯昌龙(中国科学技术大学附属第一医院介入科);蒋圣军(北京市垂杨柳医院微创肝胆外科);金栋(宁夏医科大学总医院肝胆外科);金桂云(海南医科大学第一附属医院介入血管外科);李波(空军军医大学唐都医院介入疼痛科);李晓光(北京医院微创介入科);李超杰(上海交通大学医学院附属瑞金医院放射介入科);李旺(中山大学肿瘤防治中心微创介入治疗科);林征宇(福建医科大学附属第一医院介入科);林乐涛(中山大学肿瘤防治中心微创介入治疗科);刘凌晓(复旦大学附属中山医院介入治疗科);栾晓峰(大连理工大学附属中心医院肝胆外科);陆建勋(广西中医药大学第一附属医院肿瘤科);马士辉(中山市人民医院乳腺中心);孟志强(复旦大学附属肿瘤医院中西医结合科);聂芳(兰州大学第二医院超声医学中心);牛立志(广州复大肿瘤医院肿瘤微创治疗中心);潘小平(内蒙古自治区国际蒙医医院肿瘤介入血管外科);沈晔华(复旦大学附属肿瘤医院中西医结合科);沈露俊(中山大学肿瘤防治中心微创介入治疗科);沈永奇(广西科技大学第一附属医院肿瘤血液内科);双剑博(第四军医大学第一附属医院肝胆外科);宋飞雪(兰州大学第二医院肿瘤内科);苏占华(大同市第二人民医院放疗科);首峰(简阳市人民医院肿瘤科);谭盛强(南宁市第九人民医院肝胆腺体外科);唐平太(龙岩市第一医院放射科);唐喆(浙江大学医学院附属第二医院肝胆胰外科);王忠敏(上海交通大学医学院附属瑞金医院放射介入科);王福安(江苏省苏北人民医院介入科);王磊(首都医科大学附属北京世纪坛医院介入治疗科);王立刚(烟台毓璜顶医院介入治疗科);王兴东(甘肃省肿瘤医院介入治疗科);徐栋(浙江省肿瘤医院超声医学科);徐寅(上海交通大学医学院附属瑞金医院放射介入科);杨坡(哈尔滨医科大学附属第四医院介入血管外科);杨武威(解放军总医院第五医学中心肿瘤内科);杨银山(云南省肿瘤医院微创介入科);杨正强(中国医学科学院肿瘤医院介入治疗科);叶欣(山东第一医科大学第一附属医院肿瘤微创科);朱旭(北京大学肿瘤医院介入治疗科);张诚胜(海南医科大学第二附属医院肿瘤医学中心);张华堂(中山市中医院肿瘤科);张伟(西安大兴医院肝病科);赵昌(广西医科大学附属肿瘤医院介入治疗科);赵中伟(丽水市中心医院肝胆胰中心);郑琳(河南省肿瘤医院微创介入科);周立志(联勤保障部队九六二医院普通外科);祝宝让(解放军总医院第五医学中心肿瘤内科)

利益冲突 所有作者声明无利益冲突

参 考 文 献

[1] Konyn P, Ahmed A, Kim D. Current epidemiology in hepatocellular carcinoma[J]. Expert Rev Gastroenterol

Hepatol, 2021, 15(11): 1295-1307. DOI: 10.1080/17474124.2021.1991792.

- [2] 郝运, 李川, 文天夫, 等. 全球及中国的肝癌流行病学特征: 基于《2022 全球癌症统计报告》解读[J]. 中国普外基础与临床杂志, 2024, 31(7): 781-789. DOI: 10.7507/1007-9424.202405099.
- [3] 汤钰宏, 范松松, 曹俊, 等.《原发性肝癌诊疗指南(2024 年版)》更新要点[J]. 肝胆胰外科杂志, 2024, 36(10): 583-588. DOI:10.11952/j.issn.1007-1954.2024.10.002.
- [4] Yang JD, Hainaut P, Gores GJ, et al. A global view of hepatocellular carcinoma: trends, risk, prevention and management[J]. Nat Rev Gastroenterol Hepatol, 2019, 16(10): 589-604. DOI: 10.1038/s41575-019-0186-y.
- [5] Meng ZW, Cai XR, Lin CZ, et al. The Islanding effect-a special method of percutaneous peritumor ethanol injection for hepatocellular carcinoma: 15-year follow-up outcome[J]. Medicine (Baltimore), 2021, 100(3): e24365. DOI: 10.1097/MD.00000000000024365.
- [6] Weis S, Franke A, Berg T, et al. Percutaneous ethanol injection or percutaneous acetic acid injection for early hepatocellular carcinoma[J]. Cochrane Database Syst Rev, 2015, 1: CD006745. DOI: 10.1002/14651858.CD006745.pub3.
- [7] Poggi G, Tosoratti N, Montagna B, et al. Microwave ablation of hepatocellular carcinoma[J]. World J Hepatol, 2015, 7(25): 2578-2589. DOI: 10.4254/wjh.v7.i25.2578.
- [8] Gough-Palmer AL, Gedroyc WM. Laser ablation of hepatocellular carcinoma-a review[J]. World J Gastroenterol, 2008, 14(47): 7170-7174. DOI: 10.3748/wjg.14.7170.
- [9] De Maio A, Alfieri G, Mattone M, et al. High-intensity focused ultrasound surgery for tumor ablation: a review of current applications[J]. Radiol Imaging Cancer, 2024, 6(1): e230074. DOI: 10.1148/rycan.230074.
- [10] Bailey CW, Sydnor MK. Current state of tumor ablation therapies[J]. Dig Dis Sci, 2019, 64(4): 951-958. DOI: 10.1007/s10620-019-05514-9.
- [11] Llovet JM, Zucman-Rossi J, Pikarsky E, et al. Hepatocellular carcinoma[J]. Nat Rev Dis Primers, 2016, 2: 16018. DOI: 10.1038/nrdp.2016.18.
- [12] Crocetti L, Bargellini I, Cioni R. Loco-regional treatment of HCC: current status[J]. Clin Radiol, 2017, 72(8): 626-635. DOI: 10.1016/j.crad.2017.01.013.
- [13] Brar G, Kesselman A, Malhotra A, et al. Redefining intermediate-stage HCC treatment in the era of immune therapies[J]. JCO Oncol Pract, 2022, 18(1): 35-41. DOI: 10.1200/OP.21.00227.
- [14] 中国抗癌协会肿瘤介入专业委员会, 中国医师协会介入医师分会, 中国临床肿瘤学会(CSCO)放射介入治疗专家委员会, 等. 冷热多模态消融治疗肝脏恶性肿瘤操作规范专家共识[J]. 中国介入影像与治疗学, 2021, 18(1): 23-27. DOI: 10.13929/j.issn.1672-8475.2021.01.006.
- [15] 中国抗癌协会肿瘤介入专业委员会, 中国医师协会介入医师分会, 中国临床肿瘤学会(CSCO)放射介入治疗专家委员会, 等. 经皮穿刺冷热多模态消融治疗肺部恶性肿瘤操作规范专家共识[J]. 中国介入影像与治疗学, 2020, 17(12): 705-710. DOI: 10.13929/j.issn.1672-8475.2020.12.001.
- [16] Yang W, An Y, Li Q, et al. Co-ablation versus cryoablation for the treatment of stage III-IV non-small cell lung cancer: A prospective, noninferiority, randomized, controlled trial (RCT) [J]. Thorac Cancer, 2021, 12(4):



- 475-483. DOI: 10.1111/1759-7714.13779.
- [17] Chen J, Peng K, Hu D, et al. Tumor location influences oncologic outcomes of hepatocellular carcinoma patients undergoing radiofrequency ablation[J]. *Cancers (Basel)*, 2018, 10(10): 378. DOI: 10.3390/cancers10100378.
- [18] Yang BS, Liu LX, Yuan M, et al. Multiple imaging modality-guided radiofrequency ablation combined with transarterial chemoembolization for hepatocellular carcinoma in special locations[J]. *Diagn Interv Radiol*, 2020, 26(2): 131-139. DOI: 10.5152/dir.2019.18540.
- [19] 曹晓萌, 高嵩, 朱旭, 等. 复合式冷热消融系统治疗肿瘤的 Mini-卫生技术评估[J]. *中国药物经济学*, 2022, 17(8): 51-55. DOI: 10.12010/j.issn.1673-5846.2022.08.008.
- [20] Chu KF, Dupuy DE. Thermal ablation of tumours: biological mechanisms and advances in therapy[J]. *Nat Rev Cancer*, 2014, 14(3): 199-208. DOI: 10.1038/nrc3672.
- [21] You J, Wang S, Zhu Y, et al. Natural killer cells reprogram myeloid-derived suppressor cells to induce TNF- α release via NKG2D-ligand interaction after cryo-thermal therapy [J]. *Int J Mol Sci*, 2024, 25(10): 5151. DOI: 10.3390/ijms25105151.
- [22] Zhu J, Zhang Y, Zhang A, et al. Cryo-thermal therapy elicits potent anti-tumor immunity by inducing extracellular Hsp70-dependent MDSC differentiation[J]. *Sci Rep*, 2016, 6: 27136. DOI: 10.1038/srep27136.
- [23] Crocetti L, de Baère T, Pereira PL, et al. CIRSE standards of practice on thermal ablation of liver tumours[J]. *Cardiovasc Intervent Radiol*, 2020, 43(7): 951-962. DOI: 10.1007/s00270-020-02471-z.
- [24] Mahnken AH. Guideline-based thermal ablation of hepatocellular carcinoma[J]. *Radiologe*, 2022, 62(3): 219-224. DOI: 10.1007/s00117-021-00960-x.
- [25] Ozen M, Raissi D. Current perspectives on microwave ablation of liver lesions in difficult locations[J]. *J Clin Imaging Sci*, 2022, 12: 61. DOI: 10.25259/JCIS_126_2022.
- [26] 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]. *传染病信息*, 2020, 33(6): 481-500. DOI: 10.3969/j.issn.1007-8134.2020.06.001.
- [27] 中国抗癌协会肝癌专业委员会, 中国抗癌协会临床肿瘤学协作专业委员会, 中华医学会肝病学会分会肝癌学组. 原发性肝癌局部消融治疗的专家共识[J]. *临床肿瘤学杂志*, 2011, 16(1): 70-73. DOI: 10.3969/j.issn.1009-0460.2011.01.018.
- [28] 中国抗癌协会肿瘤微创治疗专业委员会, 中国抗癌协会肿瘤消融治疗专业委员会, 史瑞平等. 复合式冷热消融系统治疗原发性肝癌中国专家共识(2023)[J]. *介入放射学杂志*, 2023, 32(10): 949-953. DOI: 10.3969/j.issn.1008-794X.2023.10.001.
- [29] 牛树国, 柴文晓. 肿瘤温度消融围手术期疼痛及管理研究进展[J]. *中国介入影像与治疗学*, 2023, 20(6): 372-375. DOI: 10.13929/j.issn.1672-8475.2023.06.013.
- [30] Minami Y, Kudo M. Ultrasound fusion imaging technologies for guidance in ablation therapy for liver cancer[J]. *J Med Ultrason* (2001), 2020, 47(2): 257-263. DOI: 10.1007/s10396-020-01006-w.
- [31] Carriero S, Della Pepa G, Monfardini L, et al. Role of fusion imaging in image-guided thermal ablations[J]. *Diagnostics (Basel)*, 2021, 11(3): 549. DOI: 10.3390/diagnostics11030549.
- [32] Ju JX, Zeng QJ, Xu EJ, et al. Intraprocedural contrast-enhanced ultrasound-CT/MR fusion imaging assessment in HCC thermal ablation to reduce local tumor progression: compared with routine contrast-enhanced ultrasound[J]. *Int J Hyperthermia*, 2019, 36(1): 785-793. DOI: 10.1080/02656736.2019.1640899.
- [33] Izaaryene J, Draï M, Deniel C, et al. Computed tomography-guided microwave ablation of perivascular liver metastases from colorectal cancer: a study of the ablation zone, feasibility, and safety[J]. *Int J Hyperthermia*, 2021, 38(1): 887-899. DOI: 10.1080/02656736.2021.1912413.
- [34] Koch G, Cazzato RL, Caudrelier J, et al. Image-guided tumor ablation[J]. *Prog Urol*, 2017, 27(15): 853-864. DOI: 10.1016/j.purol.2017.07.244.
- [35] Kim JH, Lee JY, Yu SJ, et al. Fusion imaging-guided radiofrequency ablation with artificial ascites or pleural effusion in patients with hepatocellular carcinomas: the feasibility rate and mid-term outcome[J]. *Int J Hyperthermia*, 2023, 40(1): 2213424. DOI: 10.1080/02656736.2023.2213424.
- [36] Knavel EM, Brace CL. Tumor ablation: common modalities and general practices[J]. *Tech Vasc Interv Radiol*, 2013, 16(4): 192-200. DOI: 10.1053/j.tvir.2013.08.002.
- [37] Shen Q, Wang N, Wu PP, et al. Comparison of percutaneous microwave ablation with radiofrequency ablation for hepatocellular carcinoma adjacent to major vessels: A retrospective study[J]. *J Cancer Res Ther*, 2022, 18(2): 329-335. DOI: 10.4103/jcrt.jcrt_1466_21.
- [38] Chen X, Saidel GM. Mathematical modeling of thermal ablation in tissue surrounding a large vessel[J]. *J Biomech Eng*, 2009, 131(1): 011001. DOI: 10.1115/1.2965374.
- [39] Boregowda G, Mariappan P. Effect of high blood flow on heat distribution and ablation zone during microwave ablation-numerical approach[J]. *Int J Numer Method Biomed Eng*, 2024, 40(8): e3835. DOI: 10.1002/cnm.3835.
- [40] Chiang J, Cristescu M, Lee MH, et al. Effects of microwave ablation on arterial and venous vasculature after treatment of hepatocellular carcinoma[J]. *Radiology*, 2016, 281(2): 617-624. DOI: 10.1148/radiol.2016152508.
- [41] Thanos L, Mylona S, Galani P, et al. Overcoming the heat-sink phenomenon: successful radiofrequency thermal ablation of liver tumors in contact with blood vessels[J]. *Diagn Interv Radiol*, 2008, 14(1): 51-56.
- [42] Lu DS, Raman SS, Limanond P, et al. Influence of large peritumoral vessels on outcome of radiofrequency ablation of liver tumors[J]. *J Vasc Interv Radiol*, 2003, 14(10): 1267-1274. DOI: 10.1097/01.rvi.0000092666.72261.6b.
- [43] Garnon J, Koch G, Caudrelier J, et al. Hydrodissection of the Gallbladder Bed: A Technique for Ablations Located Close to the Gallbladder[J]. *Cardiovasc Intervent Radiol*, 2019, 42(7): 1029-1035. DOI: 10.1007/s00270-019-02218-5.
- [44] Tewari SO, Petre EN, Osborne J, et al. Cholecystokinin-assisted hydrodissection of the gallbladder fossa during FDG PET/CT-guided liver ablation[J]. *Cardiovasc Intervent Radiol*, 2013, 36(6): 1704-1706. DOI: 10.1007/s00270-013-0692-1.
- [45] Margron MJ, Hoffer EK. Cholecystokinin to enhance the safety of ablation of liver tumors adjacent to the gallbladder[J]. *J Vasc Interv Radiol*, 2024, 35(3): 437-441.



- DOI: 10.1016/j.jvir.2023.10.031.
- [46] Li M, Yu XL, Liang P, et al. Percutaneous microwave ablation for liver cancer adjacent to the diaphragm[J]. *Int J Hyperthermia*, 2012, 28(3): 218-226. DOI: 10.3109/02656736.2012.665565.
- [47] Sliwinski S, Sammons MK, Koca F, et al. Broncho biliary fistula following interventional radiology for hepatic metastases[J]. *Z Gastroenterol*, 2024, 62(8): 1211-1215. DOI: 10.1055/a-2207-7533.
- [48] Huang ZM, Zuo MX, Gu YK, et al. Bronchobiliary fistula after ablation of hepatocellular carcinoma adjacent to the diaphragm: Case report and literature review[J]. *Thorac Cancer*, 2020, 11(5): 1233-1238. DOI: 10.1111/1759-7714.13380.
- [49] Macmillan MT, Lim SH, Ireland HM. Diaphragmatic hernia: a rare complication of hepatic ablation[J]. *Scott Med J*, 2020, 65(3): 103-106. DOI: 10.1177/0036933020941498.
- [50] Nomura R, Tokumura H, Furihata M. Laparoscopic repair of a diaphragmatic hernia associated with radiofrequency ablation for hepatocellular carcinoma: lessons from a case and the review of the literature[J]. *Int Surg*, 2014, 99(4): 384-390. DOI: 10.9738/INTSURG-D-14-00025.1.
- [51] Wu B, Xiao YY, Zhang X, et al. Magnetic resonance imaging-guided percutaneous cryoablation of hepatocellular carcinoma in special regions[J]. *Hepatobiliary Pancreat Dis Int*, 2010, 9(4): 384-392.
- [52] Chen J, Lin Z, Lin Q, et al. Percutaneous radiofrequency ablation for small hepatocellular carcinoma in hepatic dome under MR-guidance: clinical safety and efficacy[J]. *Int J Hyperthermia*, 2020, 37(1): 192-201. DOI: 10.1080/02656736.2020.1728397.
- [53] Rhim H, Lim HK. Radiofrequency ablation for hepatocellular carcinoma abutting the diaphragm: the value of artificial ascites[J]. *Abdom Imaging*, 2009, 34(3): 371-380. DOI: 10.1007/s00261-008-9408-4.
- [54] Nam SY, Rhim H, Kang TW, et al. Percutaneous radiofrequency ablation for hepatic tumors abutting the diaphragm: clinical assessment of the heat-sink effect of artificial ascites[J]. *AJR Am J Roentgenol*, 2010, 194(2): W227-W231. DOI: 10.2214/AJR.09.2979.
- [55] Garnon J, Cazzato RL, Auloge P, et al. Adjunctive hydrodissection of the bare area of liver during percutaneous thermal ablation of sub-cardiac hepatic tumours[J]. *Abdom Radiol(NY)*, 2020, 45(10): 3352-3360. DOI: 10.1007/s00261-020-02463-0.
- [56] Lin XC, Yan Y, Lin L, et al. Magnetic resonance-guided thermal ablation for small liver malignant tumor located on segment II or IV abutting the heart: a retrospective cohort study[J]. *Int J Hyperthermia*, 2021, 38(1): 1359-1365. DOI: 10.1080/02656736.2021.1976851.
- [57] Cui R, Liu X, Chen Y, et al. Microwave ablation of colorectal liver metastases adjacent to the cardiophrenic angle: Parallel versus non-parallel placement of the antenna relative to the diaphragm[J]. *J Interv Med*, 2022, 5(3): 153-158. DOI: 10.1016/j.jimed.2022.04.003.
- [58] You Y, Long Y, Yan R, et al. Improving ablation safety for hepatocellular carcinoma proximal to the hilar bile ducts by ultrasound-MR fusion imaging: a preliminary comparative study[J]. *Front Oncol*, 2021, 11: 570312. DOI: 10.3389/fonc.2021.570312.
- [59] Tang Z, Fang H, Kang M, et al. Percutaneous radiofrequency ablation for liver tumors: Is it safer and more effective in low-risk areas than in high-risk areas? [J]. *Hepatol Res*, 2011, 41(7): 635-640. DOI: 10.1111/j.1872-034X.2011.00817.x.
- [60] Guo J, Liang S, Liu H, et al. Ultrasound-MR fusion imaging combined with intraductal cooling via PTCD during microwave ablation of perihilar liver tumors: a retrospective pilot study[J]. *Int J Hyperthermia*, 2024, 41(1): 2361708. DOI: 10.1080/02656736.2024.2361708.
- [61] Li X, Yu J, Liang P, et al. Ultrasound-guided percutaneous microwave ablation assisted by three-dimensional visualization operative treatment planning system and percutaneous transhepatic cholangial drainage with intraductal chilled saline perfusion for larger hepatic hilum hepatocellular (D≥3 cm): preliminary results[J]. *Oncotarget*, 2017, 8(45): 79742-79749. DOI: 10.18632/oncotarget.19275.
- [62] Dou JP, Yu J, Cheng ZG, et al. Ultrasound-guided percutaneous microwave ablation for hepatocellular carcinoma in the caudate lobe[J]. *Ultrasound Med Biol*, 2016, 42(8): 1825-1833. DOI: 10.1016/j.ultrasmedbio.2016.03.024.
- [63] Wang Z, Ouyang J, Jia B, et al. Laparoscopic liver resection versus radiofrequency ablation for caudate lobe solitary hepatocellular carcinoma: A propensity score matching study[J]. *Cancer Med*, 2024, 13(4): e7068. DOI: 10.1002/cam4.7068.
- [64] Qi E, Zhang S, Li X, et al. Comparison of percutaneous microwave ablation and surgical resection for hepatocellular carcinoma in the caudate lobe[J]. *J Cancer Res Ther*, 2022, 18(2): 378-383. DOI: 10.4103/jcrt.jcrt_1067_21.
- [65] Yan Y, Lin ZY, Chen J. Analysis of imaging-guided thermal ablation puncture routes for tumors of the hepatic caudate lobe[J]. *J Cancer Res Ther*, 2020, 16(2): 258-262. DOI: 10.4103/jcrt.JCRT_341_19.
- [66] Dong J, Li W, Zeng Q, et al. CT-guided percutaneous step-by-step radiofrequency ablation for the treatment of carcinoma in the caudate lobe[J]. *Medicine (Baltimore)*, 2015, 94(39): e1594. DOI: 10.1097/MD.0000000000001594.
- [67] Liu K, Zheng H, Sui X, et al. Microwave ablation versus surgical resection for subcapsular hepatocellular carcinoma: a propensity score-matched study of long-term therapeutic outcomes[J]. *Eur Radiol*, 2023, 33(3): 1938-1948. DOI: 10.1007/s00330-022-09135-1.
- [68] Zheng H, Liu K, Yang Y, et al. Microwave ablation versus radiofrequency ablation for subcapsular hepatocellular carcinoma: a propensity score-matched study[J]. *Eur Radiol*, 2022, 32(7): 4657-4666. DOI: 10.1007/s00330-022-08537-5.
- [69] 沈锐潮, 金昌男, 郭争捷, 等. 射频消融治疗肝穿刺后出血临床体会[J]. *肝胆胰外科杂志*, 2016, 28(4): 315-317. DOI: 10.11952/j.issn.1007-1954.2016.04.013.
- [70] Soliman AF, Abouelkhair MM, Hasab Allah MS, et al. Efficacy and safety of microwave ablation (MWA) for hepatocellular carcinoma (HCC) in difficult anatomical sites in Egyptian patients with liver cirrhosis[J]. *Asian Pac J Cancer Prev*, 2019, 20(1): 295-301. DOI: 10.31557/APJCP.2019.20.1.295.
- [71] Lee KJ, Ryu SH. A Case of Hypertensive crisis without a



- surge in adrenal hormones after radiofrequency ablation as a treatment for primary hepatocellular carcinoma[J]. Korean J Gastroenterol, 2017, 70(4): 198-201. DOI: 10.4166/kjg.2017.70.4.198.
- [72] Khalilzadeh O, Baerlocher MO, Shyn PB, et al. Proposal of a New Adverse Event Classification by the Society of Interventional Radiology Standards of Practice Committee [J]. J Vasc Interv Radiol, 2017, 28(10): 1432-1437.e3. DOI: 10.1016/j.jvir.2017.06.019.
- [73] Huang Q, Xu E, Tan L, et al. Thermal ablation of hepatocellular carcinoma in patients with abnormal coagulation function[J]. Int J Hyperthermia, 2018, 34(7): 1038-1043. DOI: 10.1080/02656736.2017.1390787.
- [74] Carrafiello G, Laganà D, Ianniello A, et al. Bleeding after percutaneous radiofrequency ablation: Successful treatment with transcatheter embolization[J]. Eur J Radiol, 2007, 61(2): 351-355. DOI: 10.1016/j.ejrad.2006.10.001.
- [75] Park MK, Lee YB. Diagnosis and management of esophageal and gastric variceal bleeding: Focused on 2019 KASL Clinical Practice Guidelines for Liver Cirrhosis [J]. Korean J Gastroenterol, 2021, 78(3): 152-160. DOI: 10.4166/kjg.2021.113.
- [76] Yin G, Zhang N, BuHe A, et al. Risk factors of secondary infection/recurrence after ablation for liver cancers: A systemic review and meta-analysis[J]. J Cancer Res Ther, 2022, 18(5): 1352-1359. DOI: 10.4103/jcrt.jcrt_291_21.
- [77] Maybody M, Tang PQ, Moskowitz CS, et al. Pneumodissection for skin protection in image-guided cryoablation of superficial musculoskeletal tumours[J]. Eur Radiol, 2017, 27(3): 1202-1210. DOI: 10.1007/s00330-016-4456-6.
- [78] Mala T. Cryoablation of liver tumours-a review of mechanisms, techniques and clinical outcome[J]. Minim Invasive Ther Allied Technol, 2006, 15(1): 9-17. DOI: 10.1080/13645700500468268.
- [79] Fico V, Altieri G, Di Grezia M, et al. Surgical complications of oncological treatments: A narrative review[J]. World J Gastrointest Surg, 2023, 15(6): 1056-1067. DOI: 10.4240/wjgs.v15.i6.1056.
- [80] Kolck J, Schulze D, Brönnimann M, et al. Percutaneous cryoablation in the liver: A meta-analysis and review of safety with a focus on incidence of cryoshock and major complications[J]. Cardiovasc Intervent Radiol, 2024, 47(11): 1471-1484. DOI: 10.1007/s00270-024-03869-9.
- [81] Sarantou T, Bilchik A, Ramming KP. Complications of hepatic cryosurgery[J]. Semin Surg Oncol, 1998, 14(2): 156-162. DOI: 10.1002/(sici)1098-2388(199803)14: 2<156::aid-ssu7>3.0.co;2-4.
- [82] Ma J, Wang F, Zhang W, et al. Percutaneous cryoablation for the treatment of liver cancer at special sites: an assessment of efficacy and safety[J]. Quant Imaging Med Surg, 2019, 9(12): 1948-1957. DOI: 10.21037/qims.2019.11.12.
- [83] Liu W, Zheng Y, Zou R, et al. Impact of follow-up interval on patients with hepatocellular carcinoma after curative ablation[J]. BMC Cancer, 2018, 18(1): 1186. DOI: 10.1186/s12885-018-5069-z.

·读者·作者·编者·

本刊对来稿中统计学处理的有关要求

1. 统计研究设计: 应交代统计研究设计的名称和主要做法。如调查设计(分为前瞻性、回顾性或横断面调查研究); 实验设计(应交代具体的设计类型, 如自身配对设计、成组设计、交叉设计、析因设计、正交设计等); 临床试验设计(应交代属于第几期临床试验, 采用了何种盲法措施等)。主要做法应围绕4个基本原则(随机、对照、重复、均衡)概要说明, 尤其要交代如何控制重要非试验因素的干扰和影响。

2. 资料的表达与描述: 用 $\bar{x} \pm s$ 表达近似服从正态分布的定量资料, 用 $M(Q_1, Q_3)$ 表达呈偏态分布的定量资料; 用统计表时, 要合理安排纵横标目, 并将数据的含义表达清楚; 用统计图时, 所用统计图的类型应与资料性质相匹配, 并使数轴上刻度值的标法符合数学原则; 用相对数时, 分母不宜小于20, 要注意区分百分率与百分比。

3. 统计学分析方法的选择: 对于定量资料, 应根据所采用的设计类型、资料所具备的条件和分析目的, 选用合适的统计学分析方法, 不应盲目套用 t 检验和单因素方差分析; 对于定性资料, 应根据所采用的设计类型、定性变量的性质和频数所具备的条件以及分析目的, 选用合适的统计学分析方法, 不应盲目套用 χ^2 检验。对于回归分析, 应结合专业知识和散点图, 选用合适的回归类型, 不应盲目套用简单直线回归分析, 对具有重复实验数据的回归分析资料, 不应简单化处理; 对于多因素、多指标资料, 要在一元分析的基础上, 尽可能运用多元统计学分析方法, 以便对因素之间的交互作用和多指标之间的内在联系进行全面、合理的解释和评价。

4. 统计结果的解释和表达: 当 $P < 0.05$ (或 $P < 0.01$)时, 应说明对比组之间的差异有统计学意义, 而不应说对比组之间具有显著性(或非常显著性)的差别; 应写明所用统计学分析方法的具体名称(如: 成组设计资料的 t 检验、两因素析因设计资料的方差分析、多个均数之间两两比较的 q 检验等), 统计量的具体值(如 t 值, χ^2 值, F 值等)应尽可能给出具体的 P 值; 当涉及总体参数(如总体均数、总体率等)时, 在给出显著性检验结果的同时, 再给出95%可信区间。

