

• 规范与标准 •

Expert consensus for image-guided cryoablation of pulmonary nodule (2022 Edition)

ZHANG Xiao¹, XIAO Yueyong^{1*}, LI Chengli^{2*}, Asian Society of Cryosurgery, Interventional Minimally Invasive Therapy Professional Committee of Chinese Medical Education Association, Magnetic Resonance Interventional Committee of Interventional Physicians Branch of Chinese Medical Association
(1. Department of Radiology, the First Medical Center, PLA General Hospital, Beijing 100853, China; 2. Department of Imaging Interventional Therapy, Provincial Hospital Affiliated to Shandong First Medical University, Jinan 250021, China)

[Abstract] Image-guided tumor ablation has the advantages of precise localization, precise efficacy, minimal damage and low cost for treatment of pulmonary nodular lesions, among which cryoablation is conformal and painless and widely used in clinical practice, but with high technical requirements and certain risks, such as bleeding, infection and cold shock when used for pulmonary nodules. In order to standardize image-guided cryoablation of pulmonary nodules and improve the success rate of operation and safety, relevant domestic experts were convened to discuss and formulate this consensus for clinical reference and application.

[Keywords] lung neoplasms; image-guided; cryosurgery; expert consensus

DOI:10.13929/j.issn.1672-8475.2022.01.001

影像学引导下肺结节冷冻消融专家共识(2022 版)

张肖¹, 肖越勇^{1*}, 李成利^{2*}, 亚洲冷冻治疗学会,
中国医药教育协会介入微创治疗专业委员会,
中国医师协会介入医师分会磁共振介入专委会
(1. 中国人民解放军总医院第一医学中心放射诊断科, 北京 100853;
2. 山东第一医科大学附属省立医院影像介入治疗科,
山东 济南 250021)

[摘要] 影像学引导下消融治疗肺结节具有定位精准、疗效确切、损伤微小、费用低廉等优势。其中冷冻消融可适形消融且无痛, 临床广泛应用, 但用于治疗肺结节时对技术要求较高, 且具有一定风险, 如出血、感染及冷休克等。为规范影像学引导下肺结节冷冻消融治疗技术操作、提升手术成功率和安全性, 特召集国内相关专家讨论形成本共识, 供临床参考。

[关键词] 肺肿瘤; 影像学引导; 冷冻术; 专家共识

[中图分类号] R734.2; R815 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1672-8475(2022)01-0002-05

[基金项目] 北京市科技新星计划(Z181100006218026)。

[第一作者] 张肖(1982—), 男, 河南南阳人, 博士, 副主任医师、副教授。研究方向: 影像诊断与介入治疗。E-mail: 13581990933@139.com

[通信作者] 肖越勇, 中国人民解放军总医院第一医学中心放射诊断科, 100853。E-mail: cjr.xiaoyueyong@vip.163.com

李成利, 山东第一医科大学附属省立医院影像介入治疗科, 250021。E-mail: licheng0401@sina.com

[收稿日期] 2021-09-24 **[修回日期]** 2021-12-02

随着低剂量 CT 和人工智能的普及应用,肺结节检出率显著增高,且呈现多发化、年轻化趋势^[1]。具有不同大小和影像学表现的肺结节的恶性概率不同^[2]。对亚厘米小结节,各种影像学检查鉴别其良恶性的能力均有限,临床一般予以定期观察(3~6 个月复查 CT);对影像学高度疑诊恶性或经穿刺病理证实恶性的相对较大结节(最大径>10 mm)及复查证实进展的亚厘米结节,常采用外科手术切除,但对于多发结节、微小结节和复杂区域结节,存在术后肺功能损伤明显、患者恢复慢及难以用于肺功能储备不足患者等缺点^[3]。

局部消融治疗肿瘤主要包括冷冻消融、射频消融、微波消融和激光消融等,已广泛应用于临床。影像学引导消融技术具有定位精准、疗效确切、损伤微小、费用低廉等优势,冷冻消融在肺癌微创介入治疗中应用尤其广泛^[4-5],但亦存在出血、气胸、感染、冷休克等风险^[6-7]。为规范影像学引导下肺结节冷冻消融治疗技术操作、提升介入手术的有效性和安全性,亚洲冷冻治疗学会联合中国医药教育协会介入微创治疗专委会、中国医师协会介入医师分会磁共振介入专委会召集相关领域专家讨论并制订本共识,供临床参考。

1 肺结节定义及分类

肺结节一般指影像学上最大径<3 cm 病灶,包括影像学所见实性结节和磨玻璃结节(ground glass nodule, GGN),后者又分为混合 GGN(mix GGN, mGGN)和纯 GGN(pure GGN, pGGN)^[8-9]。GGN 恶变率显著高于实性结节,其病理演进过程通常为不典型腺瘤样增生(atypical adenomatous hyperplasia, AHH)、原位癌(adenocarcinoma in situ, AIS)、微浸润腺癌(microinvasive adenocarcinoma, MIA)和浸润腺癌(invasive adenocarcinoma, IAC);恶变征象包括明显分叶、空泡、胸膜凹陷征或明显实性成分等。PET 所见 GGN 标准摄取值(standard uptake value, SUV)通常不高或轻度增高^[10],倍增时间可长达 3~5 年,极少发生远隔转移,预后良好^[11]。

2 冷冻消融基本原理及设备

目前临床所用冷冻消融设备主要包括气媒设备和液媒设备,前者指氩氦气系统,冷冻效率显著高于后者;基于焦耳-汤姆孙效应(Joule-Thomson effect),高压氩气流经小孔迅速进入低压空间后急剧膨胀,吸收周围热量后迅速降温,致局部温度迅速降至-140℃,引起肿瘤细胞坏死和微血管闭塞;高压氦气可在 20 s

内使探针温度迅速上升至 20~40℃,温差急剧变化导致细胞损伤加重;通过 2~3 次冻融循环增加消融范围,使之涵盖肿瘤组织^[12-13]。液媒冷冻消融设备一般以液氮和酒精为冷热介质,使用和运输成本更低,且可低压运行,安全可靠,便于普及。冷冻消融治疗肿瘤原理:①物理性杀伤灭活肿瘤细胞;②微血管收缩致栓塞效应;③低温和亚低温环境使肿瘤微环境改变,致肿瘤细胞坏死和凋亡并激活抗肿瘤免疫反应^[14-15]。

2.1 冷冻消融设备 目前氩气、液氮冷冻消融系统和液氮冷冻消融系统临床应用最多,均配备多种型号冷冻探针^[16-17]。

2.2 冷冻探针 各种设备均配备多种型号冷冻探针,直径多为 1.3~3.5 mm,对使用环境的要求、操作要点及形成的冰球形状和范围均有所差别,如直径 1.47 mm 超细 IceSeed 探针可于-40℃等温线形成 10.5 mm×19.0 mm 冰球,直径 1.7 mm 消融探针则可于<-40℃形成 25.0 mm×34.0 mm 冰球。肺组织管道类结构如血管、支气管丰富,尤其是 GGN 病灶,穿刺消融过程中探针过粗易造成气胸、出血等并发症,故常选用细针穿刺肺结节,以提高手术安全性^[18]。

2.3 冷冻参数 不同冷冻设备及冷冻探针的设计构型和特性不同。以气媒冷冻消融系统为例,在氩气标准压力下(≥3 100 PSI)冷冻 10~15 min 可使冰球达到最大,功率越高,冰球形成速度越快。肺内结节状体积通常较小,且病灶周围气体可形成“保温箱”效应,冷冻消融时,对多数病灶一般进行 1 次冻融循环(冷冻 12 min 后复温 3 min)后即可见周边晕征形成,2 次循环则可适当扩大消融范围,应根据术中影像学所见确定冷冻时间;对邻近大血管的结节,为减少“热池效应”影响,可提高冷冻时间和增加冻融循环次数(一般不超过 3 次)。冷冻消融过程中需采用影像学手段密切监测冰球覆盖病灶情况及其与周围重要结构的毗邻关系,适当调整冷冻功率和冷冻时间^[19],通常每隔 5 min 进行一次 CT/MR 扫描。

2.4 冷冻布针策略 目前公认冷冻消融范围应超过肿瘤边界 10 mm,使消融区温度迅速降至-40℃以下,以完全灭活肺内结节;术前和术中需根据病灶形态、位置、毗邻结构及患者一般状况进行适形布针。目前针对肺内结节一般推荐采用两种布针方式:对最大径≤1 cm 病灶采用单针穿透病灶中心方式;对>1 cm 且≤3 cm 病灶则采用双针或三针夹击病灶。GGN 包绕较大血管时,为避免因“热池效应”而致肿瘤残留,可平行于血管增加冷冻探针数目,并适当延长冷冻时间。

3 引导与监测方式

冷冻治疗肺结节过程中,常规以 CT 或 MRI 进行引导,亦可采用各种导航系统辅助引导穿刺。CT 具有较高的密度分辨率和空间分辨率,成像速度快且可实时三维重建,清晰显示病灶及肺内组织结构,及时发现气胸、出血、气体栓塞等并发症^[20]。CT 图像上,冰球在含气肺组织的对比下表现为边界清楚的密度增高影,首次冻融循环后肺组织渗出,再次冷冻时显示更为清楚;拔除冷冻探针后,冰球完全融化前,针道清晰可见。MRI 可多方位实时成像,有利于准确显示冰球范围和消融区域周围组织结构、有效避免冷冻损伤并发症;可在穿刺过程中实时监测进针角度和方向,以提高手术安全性。

4 适应证与禁忌证

4.1 适应证 ①病灶最大径 ≤ 3 cm,每次消融病灶数 ≤ 5 个;②患者全身状况及重要脏器功能无法耐受全身麻醉或外科手术;③体内存在金属植入物,或病灶邻近神经、大血管等重要脏器,无法安全实施射频、微波等消融治疗;④因病灶位置或肺功能储备等无法实施外科切除,或外科切除术后局部出现新发或复发病灶;⑤肺内多发病灶,无法全部以手术切除;⑥经其他方法治疗后病灶稳定或缩小,需通过消融治疗巩固疗效;⑦患者自愿接受消融治疗^[21]。

4.2 禁忌证 ①全身状况差,如多器官衰竭、肺功能差(严重肺气肿、慢性阻塞性肺疾病、肺纤维化、气胸等)、严重贫血及严重凝血功能异常;②无安全穿刺路径;③应用抗凝、抗血小板聚集、抗血管生成等药物,短期内无法停药。

5 术前准备

5.1 术前检查及评估 ①影像学检查:行胸部 CT,对微小病灶行薄层扫描、多方位图像重建;②实验室检查:血、尿、大便常规,血生化,凝血功能,肿瘤标记物,血型等;③完善心肺功能检查;④评估全身状况:对伴基础疾病者行联合会诊^[13,22]。

5.2 病理学诊断 患者一般情况较好时,术前可通过经皮或经支气管活检获得病理学诊断。如影像学检查高度疑诊肿瘤,尤其是 GGN,且术前评估病灶穿刺出血风险较大,可在患者和/或其家属知情同意前提下直接行冷冻消融,术中可联合活检或不进行活检。

5.3 主要设备及器械 ①冷冻消融系统及不同型号冷冻探针,氩气、氦气、液氮及无水乙醇等;②影像学引导设备,一般采用 CT 或 MR 系统;③生命体征监护装置;④治疗相关器材、急救及抢救设备(药品:麻醉和镇

痛药物、巴曲酶(止血药)、凝胶海绵、降压药、糖皮质激素等;设备:除颤仪、呼吸机等);⑤配套恒温毯等。

5.4 患者准备 ①停用抗凝、抗血小板聚集及抗血管生成药物至少 1 周以上;②告知患者及家属治疗风险,并嘱其签署知情同意书;③术前 6 h 禁食水,可常规服用抗高血压和治疗糖尿病药物,宜控制血压于 140/90 mmHg 以下、血糖 < 10 mmol/L^[13];④建立静脉输液通路,并可给予立止血等药物;⑤进行心理疏导,避免因紧张引起不适^[23]。

6 手术操作步骤及方法

6.1 合理选择患者体位 根据病灶位置及患者情况规划穿刺路径,并合理选择体位,包括仰卧位、侧卧位及俯卧位,可采用真空垫协助固定。仰卧位、侧卧位对呼吸、血压影响较小,且利于观察患者一般状况,发生并发症时便于及时抢救。

6.2 生命体征监护 术中常规实时监测血压、血氧饱和度及心电图等,发现异常及时进行对症处理。

6.3 保温 必要时可采用恒温毯或温水袋保持患者体温,并予持续低流量(氧流量 1~3 L/min)吸氧。

6.4 术前定位 常规以行胸部 CT 扫描观察肺部病灶及其毗邻组织结构,确定皮肤穿刺点和穿刺路径,根据结节形态、位置和大小选用冷冻探针型号和数量,避开血管、气管、神经、膈肌等重要组织结构规划进针路径、角度和深度^[24];对微小结节建议采用 1.5~3.0 mm 薄层 CT 扫描明确其位置。双下肺膈肌附近病灶易受呼吸运动影响,建议术前对患者进行呼吸训练,于其平静呼吸或平静呼气末屏气时进行穿刺。

6.5 消毒麻醉 术区消毒、铺无菌单,以 5~20 ml 1%利多卡因行局部麻醉;病灶邻近胸膜、椎间孔时,可采用千叶针进行局部阻滞麻醉。对多数患者无须采用静脉麻醉或全身麻醉。

6.6 选择冷冻探针及冷冻模式 根据肺部病灶形态、大小和位置合理选择冷冻探针的数量和型号。一般建议选用超细探针。对小结节(最大径 ≤ 1 cm)可采用 1 根冷冻探针;对较大病灶(最大径 1~3 cm)采用 2~3 根冷冻探针,排布于病灶边缘进行夹击冷冻,使消融范围完全涵盖全部肿瘤。

6.7 冷冻探针穿刺 先行冷冻探针测试,以观察冰球形成和融化效率。在影像学引导下行步进式穿刺,对较小病灶可采用导航设备辅助引导穿刺;根据术前规划,以冷冻探针适形穿刺并部署于病灶内部或周围,尽量避免重复穿刺而造成组织损伤;冷冻探针到达病变区域后,通过影像学检查确认其位置。建议在冷冻探

针到达病灶前行 CT 扫描, 确认进针角度无误后再穿刺到位。

6.8 冷冻消融与影像学监测 确认冷冻探针到位后, 开启冷冻模式, 冷冻 12~15 min、复温 2~5 min, 再行第 2 次冻融循环。冷冻过程中需严密监测冷冻范围, 实时调整冷冻功率, 以保证冰球在涵盖肿瘤的同时不损伤毗邻正常组织结构, 达到适形消融。影像学证实冰球边缘超过病灶 1 cm 以上时, 加热并拔出探针; 再次行影像学检查, 观察冰球消融、靶脏器及邻近组织脏器情况, 如无严重并发症出现, 压迫局部穿刺点止血 1~3 min 后结束治疗^[13]。

6.9 冷冻联合活检 如术前未能取得病理结果, 尤其对 GGN, 可待冰球融化后进行活检联合。冷冻过程中不宜切割组织。

7 术后处理

主要包括: ①术后严密监测生命体征(血压、血氧饱和度、心率等)6 h 以上; ②制动, 持续低流量吸氧, 常规禁食 6 h; ③术后 6~24 h 进行影像学复查, 观察有无迟发性气胸、出血等并发症; ④常规予止血药, 如患者年龄较大、免疫力低下或病变邻近胸膜等, 可予抗生素 1~3 天。

8 并发症处理

8.1 出血 可表现为咯血、血胸等, 少量出血亦可无明显症状。影像学检查可监测出血范围和出血状态。对少量出血可予止血药; 出现咯血时, 嘱患者采用患侧卧位并轻咳, 避免误吸; 血胸多为穿刺过程中损伤较粗动脉如肋间动脉所致, 一般需及时进行介入栓塞治疗。

8.2 发热 多为肿瘤细胞坏死释放热原或出血吸收或局部感染所致, 一般为低热(37.5~38.5℃), 需结合实验室检查结果并监测体温, 提示感染时应及时给予抗生素; 体温高于 38℃ 时, 予以口服解热镇痛药, 必要时配合物理降温如冷敷、鼓励多饮水等。

8.3 感染 伴严重肺疾病如肺气肿、间质纤维化明显增加消融后肺部出现感染概率, 可采取以下预防措施: 术前 1 天应用抗生素至术后 3 天; 对多发病灶予以分次消融; 术前控烟、改善肺功能。出现感染后, 应根据实验室培养结果及时调整用药, 如发生严重感染如肺脓肿、胸腔脓肿需及时置管引流并反复冲洗。

8.4 疼痛 冰球形成过程中局部区域张力增高, 刺激脏器被膜, 可造成轻度胀痛不适; 术中或术后出血刺激亦可引起轻-中度疼痛, 一般可予非甾体类止痛药控制疼痛。

8.5 皮肤损伤 病灶邻近皮肤、冷冻范围过大或针杆

结霜均可致皮肤冻伤, 术后需注意保护创面, 常规换药并预防感染。

8.6 冷休克 冷休克为肺结节冷冻治疗中较为罕见的并发症, 对体质较弱者、病灶邻近大血管者行冷冻治疗时, 采用保温措施维持体温可预防冷休克。临床处理冷休克的措施包括及时复温、补液及应用多巴胺等升压药。

9 疗效评价

评价冷冻消融肺结节的疗效以影像学标准为主, 主要依据为根据 WHO 实体瘤疗效评价标准(response evaluation criteria in solid tumors, RECIST)改良的肺结节冷冻消融评价标准^[25]。

9.1 冷冻消融术中影像学所见 消融结节状病灶时, 受肺内气体影响, 低密度冰球在肺内显示欠佳, 可根据冰球周围的高密度环晕征判定消融范围, 一般认为消融范围超过病灶边缘 10 mm 以上即为完全消融。在 MR 图像中, 冰球为边界清晰的低信号区域, 可通过测温序列显示消融区内温度变化情况。

9.2 完全消融征象 术后初期(术后 1~3 个月)冷冻消融区域稍大于原病灶范围; 病灶彻底消融后逐步呈坏死吸收或纤维化改变, 并缩小为边界清楚的无强化区或纤维条索。

9.3 不完全消融或复发征象 大部分恶性肿瘤经冷冻消融后于短期内坏死; 随病程延长, 残留细胞可发生增殖, 表现为冷冻消融区域或坏死区域边缘出现新生肿瘤组织, 影像学常表现为局部结节状强化或花边状强化, 此时 PET/CT 检查有助于了解瘤体代谢情况并判定肿瘤组织细胞坏死及其程度^[13, 26]。

10 影响疗效的因素

10.1 病灶本身因素 冷冻消融疗效与病灶位置、大小、形态、与周围重要脏器的毗邻关系及 TNM 分期均有关。冷冻消融属无选择性物理消融, 以低温直接杀死各种类型肿瘤细胞。对于大部分结节状病灶, 特别是 GGN, 冷冻消融可获得与外科手术切除相近的疗效。对毗邻结构复杂的病灶, 如邻近神经、血管及支气管者, 应在影像学引导下进行精准适形消融, 在保证安全的前提下最大限度地灭活肿瘤组织。

10.2 “热池效应” 冷冻消融邻近大血管(直径 > 3 mm)的病灶时, 受血流影响, 消融区内温度难以迅速降低, 难以达到彻底消融, 可致病灶残留或复发; 且“热池效应”可致全身体温降低, 严重时可发生冷休克。

10.3 技术因素 冷冻消融过程中, 为避免大出血, 一般采用超细探针进行适形穿刺; 术前合理制定方案、术

中按照计划进行精准穿刺并及时调整冷冻功率有助于最大限度灭活肿瘤。发生严重并发症,如大量气胸、出血、气体栓塞及冷休克等,应及时采取措施对症治疗。

11 肺结节冷冻消融后的综合个体化治疗

肺癌多学科专家共识提出,GGN 消融术后复查显示疗效满意时,可无需进行化学治疗、靶向治疗等全身治疗,但对已出现邻近组织侵犯或远隔转移的晚期原发性肺癌或肺转移癌,仍需在控制局部病灶的基础上予以全身综合性诊治;应根据肿瘤病理学类型制定治疗方案并进行全身综合干预,以控制肿瘤进展,提高患者生存质量,延长总体生存期。

[参考文献]

- [1] 肖越勇,魏颖恬.安全有效开展肺小结节经皮穿刺活检和消融治疗[J].中国介入影像与治疗学,2021,18(1):2-3.
- [2] BARTHOLMAI B J, KOO C W, JOHNSON G B, et al. Pulmonary nodule characterization, including computer analysis and quantitative features [J]. J Thorac Imaging, 2015, 30(2): 139-156.
- [3] 张晶,张肖,张啸波,等.CT引导下多种微创技术联合治疗肺癌[J].中国介入影像与治疗学,2019,16(4):195-198.
- [4] KUMAR A, KUMAR S, KATIYAR V K, et al. Phase change heat transfer during cryosurgery of lung cancer using hyperbolic heat conduction model[J]. Comput Biol Med, 2017(84):20-29.
- [5] 肖越勇,田锦林.氩氦刀肿瘤消融治疗技术[M].北京:人民军医出版社,2010:21-25.
- [6] MAHNKEN A H, KÖNIG A M, FIGIEL J H. Current technique and application of percutaneous cryotherapy[J]. Rofo, 2018,190(9):836-846.
- [7] ZHANG X, TIAN J L, ZHAO L, et al. CT-guided conformal cryoablation for peripheral NSCLC: Initial experience[J]. Eur J Radiol, 2012,81(11):3354-3362.
- [8] 张晓菊,白莉,金发光,等.肺结节诊治中国专家共识(2018年版)[J].中华结核和呼吸杂志,2018,41(10):763-771.
- [9] 魏颖恬,肖越勇.影像学引导肺癌冷冻消融治疗专家共识 2018 版[J].中国介入影像与治疗学,2018,15(5):259-263.
- [10] CHUN E J, LEE H J, KANG W J, et al. Differentiation between malignancy and inflammation in pulmonary ground-glass nodules: The feasibility of integrated ¹⁸F-FDG PET/CT [J]. Lung Cancer, 2009,65(2):180-186.
- [11] PEDERSEN J H, SAGHIR Z, WILLE M M, et al. Ground-glass opacity lung nodules in the era of lung cancer CT screening: Radiology, pathology, and clinical management [J]. Oncology, 2016,30(3):266-274.
- [12] 张肖,张璇,肖越勇,等.MR引导下氩氦刀冷冻消融术治疗骨盆肿瘤的临床应用[J].中国介入影像与治疗学,2010,7(3):232-235.
- [13] 张肖,肖越勇,李成利,等.影像学引导肾癌冷冻消融专家共识 2019 版[J].中国介入影像与治疗学,2019,16(2):65-70.
- [14] YAKKALA C, DENYS A, KANDALAFT L, et al. Cryoablation and immunotherapy of cancer [J]. Curr Opin Biotechnol, 2020(65):60-64.
- [15] YASHIRO H, NAKATSUKA S, INOUE M, et al. Factors affecting local progression after percutaneous cryoablation of lung tumors[J]. J Vasc Interv Radiol, 2013,24(6):813-821.
- [16] ITO N, NAKATSUKA S, INOUE M, et al. Computed tomographic appearance of lung tumors treated with percutaneous cryoablation [J]. J Vasc Interv Radiol, 2012,23(8):1043-1052.
- [17] KATZMAN D, WU S, STERMAN D H. Immunological aspects of cryoablation of non-small cell lung cancer: A comprehensive review [J]. J Thorac Oncol, 2018, 13(5): 624-635.
- [18] SHUPENG L, XINHAI Z, ZILIN Q, et al. Computed tomography-guided percutaneous cryoablation for lung ground-glass opacity: A pilot study[J]. J Cancer Res Ther, 2019,15(2):370-374.
- [19] 何晓锋,肖越勇,张肖,等.CT引导下肾癌冷冻消融术后出血的防治[J].中华放射学杂志,2014,48(4):316-319.
- [20] KODAMA H, YAMAKADO K, HASEGAWA T, et al. Radiofrequency ablation for ground-glass opacity-dominant lung adenocarcinoma [J]. J Vasc Interv Radiol, 2014, 25(3): 333-339.
- [21] 张啸波,肖越勇,张肖,等.针道封堵技术预防 CT 引导下经皮穿刺肺结节射频消融同步活检出血[J].中国介入影像与治疗学,2021,18(1):13-17.
- [22] 马丽,武伟,李婕,等.CT引导下肺肿瘤微创介入治疗围术期护理[J].中国介入影像与治疗学,2020,17(4):251-253.
- [23] IGUCHI T, HIRAKI T, GOBARA H, et al. Percutaneous radiofrequency ablation of lung cancer presenting as ground-glass opacity[J]. Cardiovasc Intervent Radiol, 2015,38(2):409-415.
- [24] YANG X, YE X, LIN Z, et al. Computed tomography-guided percutaneous microwave ablation for treatment of peripheral ground-glass opacity-Lung adenocarcinoma: A pilot study [J]. J Cancer Res Ther, 2018,14(4):764-771.
- [25] KIM M N, KIN B K, HAN K H, et al. Evolution from WHO to EASL and mRECIST for hepatocellular carcinoma: Considerations for tumor response assessment [J]. Expert Rev Gastroenterol Hepatol, 2015,9(3):335-348.
- [26] RANGAMUWA K, LEONG T, WEEDEN C, et al. Thermal ablation in non-small cell lung cancer: A review of treatment modalities and the evidence for combination with immune checkpoint inhibitors [J]. Transl Lung Cancer Res, 2021, 10(6):2842-2857.