

适温消融技术的临床应用及发展趋势

宁永球

兰溪永球医院 浙江 兰溪 321100

摘要: 适温消融技术作为一种新兴微创治疗技术, 依靠精准温控实现组织选择性凝固碳化, 具有创伤小、止血效果好、恢复快等优势。当前在局限性病变、高危患者外科干预及局部小病灶处理等领域已获得初步应用, 疗效与安全性逐步得到验证。随着温控系统智能化升级、微创治疗领域不断拓展及术式标准体系建设推进, 适温消融技术未来有望在多学科临床治疗中发挥更大作用。本文就适温消融技术的基本原理、临床应用现状及发展趋势进行综述分析。

关键词: 适温消融技术; 微创治疗; 高危患者; 局部病灶

DOI:10.12417/2982-3838.25.01.002

1 引言

随着微创技术在外科治疗领域的不断发展, 如何在保证治疗效果的基础上最大限度降低手术创伤与并发症风险, 成为临床关注的方向。适温消融技术依托温度精准控制机制, 在组织定向破坏与局部止血方面展现出独特优势, 特别适用于凝血功能异常、高龄体弱等手术高危患者。近年来, 适温消融技术已在浅表软组织肿物、甲状腺良性结节、乳腺纤维腺瘤及部分早期肝胆系统病变的治疗中获得实际应用经验。本文旨在基于现有临床研究, 梳理适温消融技术在不同领域的应用现状, 并探讨未来技术优化与应用拓展的发展趋势, 为后续规范化推广提供参考依据。

2 适温消融技术的基本原理

适温消融技术是一种基于精准温控理念的微创治疗技术, 主要应用于软组织病变的消融与止血。其原理是利用特定能量设备, 将组织加热至既能实现蛋白质变性、细胞坏死, 经过精准调控消融区域的温度, 既有效破坏病变组织, 又最大限度保留周围正常结构, 降低术中出血和术后感染风险。

3 适温消融技术的临床应用

3.1 适温消融技术的优势特点

3.1.1 精准控温

适温消融技术在技术层面利用内置智能控温模块, 结合高灵敏度温度传感器, 实现对消融区域温度的实时监测与动态调控。系统根据组织阻抗变化及局部热传导特性, 自动调整能量输出功率, 保持治疗温度稳定在预设范围内 (一般为 60℃~500℃) 相比传统热消融依赖经验 (60℃~120℃) 功率大大提高, 适温消融技术以数据反馈为核心进行闭环控制, 使得治疗过程更加可控、可预测, 从而提高了手术的精确性。

3.1.2 高效止血

对于中西医治疗都非常棘手, 或无法治疗有合并症等的晚期癌症病人, 如肿瘤合并血小板减少、凝血功能障碍; 肿瘤组织巨大, 表面溃烂、出血、渗出、恶臭; 肿瘤术后复发再手术难度极大, 在临床上很难解决这些问题。而适温消融技术的应用与成功实践则为肿瘤治疗迎来了一大开创性技术成果。采用适温消融技术, 不仅能够予病人以精准治疗, 而且因用此法治疗时无出血, 视野清, 不易产生并发症及后遗症, 能够使晚期溃烂恶臭的癌症病人生活质量得到改善, 能够使其有尊严的活着。

适温消融技术经过精准调控局部组织温度, 促使血管壁胶原纤维与蛋白质结构定向变性, 进而实现血管闭合与止血效果。不同于传统电切术中依靠机械压迫, 适温消融技术采用高中低能量密度输出, 在控制组织凝固而避免碳化的同时, 有效封闭直径 1~3mm 的小血管。技术上, 消融探头末端集成了实时阻抗检测模块, 可在探测到局部阻抗上升提示组织脱水凝固时, 自动调节能量强度, 进一步增强止血的针对性和稳定性。在实际操作中利用点状多次接触消融, 可形成连续性微凝块带, 减少出渗血风险。适温消融技术在凝血功能异常或血小板减少患者中表现出良好的术中止血控制, 显著降低术后出血并发症发生率。

其技术特点:

①创伤小

适温消融技术能够精确地作用于病变组织而对周围正常组织的损伤极小。这意味着患者在接受治疗后能够更快地恢复, 减少了治疗带来的不适感。

②无需缝合

由于该技术在治疗过程中能够保持创面的完整性, 因此无需进行缝合处理。这不仅减少了患者的痛苦, 还避免了因缝合可能带来的并发症。

③出血少

治疗创面在适温消融技术的作用下会迅速形成一层固化膜，这层膜能够有效止血，使治疗过程中的出血量大大减少。

④无需植皮

该技术能够使治疗创面自行形成一层保护膜从而避免了植皮的需要。这不仅简化了治疗流程，还减轻了患者的经济负担。

⑤无需包扎

由于治疗创面能够自行形成保护膜，因此无需进行包扎。这不仅方便了患者的生活，还免除了他们频繁跑医院换药的负担，节约了时间和费用。

⑥用水冲洗创面

经过适温消融技术处理的治疗创面，其组织凝固形成的薄膜具有良好的防水性能，每天2次温水冲洗。愈合快、不感染的原因可能与渗透压有关。用此冲洗疗法，通过十余年的临床观察，未发现一例感染。

⑦不易感染

由于治疗创面能够迅速形成一层保护膜，并且这层膜具有防水和抗菌的特性，因此患者无需担心创面被感染。这大大降低了因感染导致的并发症风险，

⑧疗效显著

适温消融技术能够迅速去除病变组织，治疗效果立竿见影。患者在接受治疗后能够很快看到明显的改善，提高了治疗的满意度。

3.2 适温消融技术的主要临床应用领域

3.2.1 微创治疗中的新选择

适温消融技术依托精准温控与组织选择性凝固碳化机制，近年来在多种疾病的微创治疗中得到临床应用验证。在眼科领域，有血小板减少并合并化脓性泪囊炎的患者采用适温消融技术进行泪囊摘除，术中通过中低温能量使局部组织蛋白凝固封闭血管，实现顺利止血与病灶清除。以一例71岁女性患者为例，血小板水平仅 $26 \times 10^9/L$ ，伴有肝硬化和脑血管病史，传统手术存在较高出血风险，采用适温消融技术完成泪囊摘除，术后恢复良好，四天出院，无术中大出血及术后感染发生。此病例显示，适温消融技术为凝血功能障碍患者提供新手术解决方案，相较传统射频消融，术后并发症发生率明显下降。当前，适温消融技术的临床应用集中在局限性浅表病变与高出血风险人群，及晚期肿瘤溃烂、恶臭、中西医无法治疗的病症中并已在临床形成较为成熟的治疗方法。

3.2.2 高危患者手术风险的有效应对

传统的消融技术，在肝胆外科、甲状腺手术、泌尿系统、

血液系统疾病患者、心功能不全及抗凝治疗的患者中，及各种妇女生殖系统及其他疾病等的治疗中，往往没有更多、更好的办法。适温消融技术在高危患者群体中的实践应用，依靠其温度精准控制与低创伤机制，有效降低了传统手术中的出血及并发症风险。从而为未来相关学科，特别是危重病人的治疗方面提供了研究实践思路和技术发展路径。而适温消融技术在这些方面的大量临床成功经验，治疗的明显效果。特别是适温消融技术凭借精准止血、创伤小、术后恢复快的特点，已建立了较为明确与成功的临床应用实践，未来一定会成为高危人群外科治疗中的辅助方式。

4 适温消融技术应用的未来发展趋势

4.1 温控精度的智能化提升

现代和未来消融技术的发展趋势，将主要取决于消融设备和温控系统的智能化发展，尤其在医疗设备高质量发展，新质生产力大力推动未来医疗科技发展的今天，这是一种必然趋势。为使适温消融技术能够更好地在医疗创新、技术创新的实践中更好地发挥作用，担当重任，智能化的创新、改革、发展、实践，同样是一件非常重要和刻不容缓的紧迫任务。

4.2 微创治疗领域的拓展应用

社会在进步，医学科学在飞速发展，消融技术也将快速跟进。未来消融技术有望更多地应用于肝胆胰疾病的治疗中，特别是有望应用于小型胆囊良性病变，局部胆管内狭窄性病灶的处理及利用中低温范围内的局部凝固消融，以减少传统手术对胆道系统的广泛干预，从而降低术后胆漏及感染风险。而在消化道疾病方面，消融技术结合内镜操作，有望实现食管早期癌变、胃腺瘤等浅表病变的局部消融，取代部分黏膜切除术（EMR）或黏膜下剥离术（ESD），从而减少穿孔及出血等并发症。另外，在呼吸系统微小病变如早期肺小结节的处理上，消融技术利用经支气管超声（EBUS）引导局部消融，能够在避免开胸手术的同时精准治疗，提高术后肺功能保留率。神经外科领域亦存在潜在拓展空间，而针对癫痫病灶、低级别胶质瘤等局部小病灶，则可在术中影像引导下实施适温消融，减少开颅范围，从而降低神经功能区损伤风险。随着微创技术在各专科融合发展，适温消融技术凭借其精准控温、组织保护良好、不出血、不易感染等多项特点，将进一步成为深部小病灶微创干预的重要补充手段，从而不断拓宽微创治疗的临床边界。适温消融技术的不断创新和发展，广泛应用与实践，迎来了广泛发展的大好机遇。

4.3 消融技术的标准化体系方向

医疗发展很快，标准化的发展体系和机制，也必然是消

融技术和适温消融技术的发展方向。目前,国内已有部分专科领域,开始针对局部热消融技术探索操作规范。例如,中国抗癌协会发布的《肝癌局部消融治疗专家共识(2022版)》中,明确提出肝脏局部热消融手术的能量设定、消融边界要求及术后评估标准,从而为消融技术在肝脏小病灶治疗中的规范化应用提供依据。参考这一模式,未来消融技术标准化应涵盖术前病变评估流程、术中温度控制指标及术后影像随访体系等。术前应依据病变大小、深度及周边血流情况制定消融方案,建立以病灶直径、组织类型为分类基础的适应证与禁忌证分级标准。术中操作方面,应根据不同组织特性设定温控范围,如浅表软组织病灶宜控制在 $60^{\circ}\text{C}\sim 80^{\circ}\text{C}$,深部脏器病变控制在 $80^{\circ}\text{C}\sim 100^{\circ}\text{C}$,并引入实时阻抗监测与影像导航辅助判定消融边界,确保治疗完整性与安全性。术后则需依据《中国微波消融治疗术后影像随访共识(2021版)》中的随访时间节点与影像判定标准,规范复查流程,动态评估局部疗效与远期复发风险。随着多中心大样本数据的积累,适温消融技术在不同器官系统中的术式标准体系将进一步完善,从而推动微创治疗领域的整体规范化发展。

5 结语

适温消融技术凭借精准温控、低创伤及良好止血效果,在多领域临床治疗中展现出独特优势,特别是在治疗局限性病变、高危患者微创治疗中已经形成的实际应用经验,疗效与安全性逐步验证。未来,随着温控系统智能化、微创治疗领域拓展及术式标准体系和机制的建立,适温消融技术必将在更多疾病的治疗与干预中发挥更大的作用,从而有力推动

微创治疗技术不断向前发展。

参考文献:

- [1] 路璐. 序贯微波消融术联合新辅助免疫治疗 NSCLC 的临床疗效 [J]. 新疆医学, 2025, 55 (04): 456-459+472.
- [2] 王晓旭, 彭佩云. NLR 联合 LAD 对心房颤动射频消融术后早期复发的预测价值 [J]. 现代医药卫生, 2025, 41(04): 853-857.
- [3] 余正雷. 心肺康复运动对心房颤动患者射频消融术后生活质量的影响分析 [J]. 中国医药指南, 2025, 23 (12): 92-94.
- [4] 蔡陈凯, 李荣华, 修仰皓, 等. 超声引导子宫肌瘤化学消融临床应用与研究 [J]. 中国医药指南, 2025, 23 (12): 105-107.
- [5] 刘芬. 超声引导下微波消融联合聚桂醇硬化对甲状腺良性囊实性结节的疗效及生活质量的影响 [J]. 罕少疾病杂志, 2025, 32 (04): 30-32.
- [6] 范培培, 杨超, 王刚. 超声引导下微波消融与甲状腺腺叶切除术治疗甲状腺良性结节的效果及预后影响因素 [J]. 介入放射学杂志, 2025, 34 (04): 385-389.
- [7] 罗仕云, 付堂清, 肖童. 替雷利珠单抗联合射频消融术治疗中晚期非小细胞肺癌的疗效 [J]. 介入放射学杂志, 2025, 34 (04): 393-397.
- [8] 丁小龙, 李斌, 唐旭霞, 等. 朱祥成基于“烧烫伤”辨治扁桃体消融术后急性期经验 [J]. 浙江中西医结合杂志, 2025, 35 (04): 298-300.