

医学参考报

超声医学专刊
Ultrasonic Medicine
第五期 NO.05

上海中医药大学附属曙光医院超声医学科简介

上海中医药大学附属曙光医院(以下简称“曙光医院”)是沪上一所拥有百年历史的三级甲等综合性中医院,位列上海十大综合性医院之一,系省部共建研究型中医院,全国示范中医院,全国文明单位。2001 年成为全国首家通过 ISO9001 质量管理体系认证的中医医院,多次荣获全国卫生系统先进集体荣誉和全国医院文化建设先进单位称号。在国家中医药管理局公布的 2020 年度国家三级公立中医医院绩效考核成绩榜单中,上海中医药大学附属曙光医院排名第一,评级为 A+,已连续三年夺魁。

曙光医院超声医学科成立于 1967 年,为国内最早开展超声检查的医院之一,在历届主任的领导下逐渐发展壮大,2020 年底在原来的超声一科、超声二科的基础上组建了新的超声医学科。目前科室主任郭佳教授系中华医学会超声医学分会常务委员、上海市医学会超声医学专科分会第十一届主任委员,带领学科依托张江、黄浦两个院区辐射浦江两岸,设置了 7 个亚专业组,包括:腹部学组、浅表学组、妇产学组、心脏及血管学组、肌骨学组、高强度聚焦超声(HIFU)学组和介入学组,拥有专家特需门诊、5G 超声远程会诊平台和超声医学教研室,开设腹部、浅表、心血管、妇产、肌骨神经、介入、HIFU 等多个特色专科门诊,是一个集医、教、研一体的诊疗科室,年均完成各类超声检查 40 余万人次,介入超声治疗 2 200 余人次,业务数量、质量及服务范畴均位居国内三甲医院先进水平。

多年来,科室大力开展各项超声诊疗新技术。作为上海市中医系统中最早开展介入超声的单位,内容涵盖超声引导下微创介入治疗领域绝大部分内容,包括各种超声引导下穿刺活检术、引流术,以及甲状腺、肝脏、肾脏、乳腺等肿瘤热消融术,HIFU 治疗、弹性超声、超声造影、肌骨介入超声、经直肠超声肛肠疾病诊断与介入治疗等。作为主要参与单位积极参与国内多项多中心研究,包括《超声无创定量检测中国人代谢相关脂肪性肝病(MAFLD)的

多参数研究》《颈动脉内膜厚度预测心血管事件临床研究多中心研究》《示卓安(Sonazoid)超声造影多脏器肿瘤临床应用前瞻性多中心研究》等。

曙光医院超声医学科注重人才队伍建设,目前我科拥有员工 49 人,其中医生 32 人,高级专业技术职称者 3 人,副高级职称 5 人,博士研究生导师 1 人,硕士研究生导师 2 人。作为上海市中医药大学附属教学医院,每年承担完成中医本科生、硕士及博士生的带教工作及云南中医系统的进修帮扶援建指导,带教学生近百人,教学满意度 99% 以上。另一方面,科室还作为同济大学医学院超声医学研究所胃肠超声协作组培训基地及专家会诊中心、上海市中西医结合学会超声医学专业委员会囊肿硬化治疗协作组培训基地及专家会诊中心、上海爱申科技 HIFU 技术应用示范基地、中国医师分会“5G 造影-云介入”远程超声会诊中心等为国内超声人才的培养发挥积极作用。

曙光医院超声医学科始终坚持走融合创新的学科发展之路。作为与上海张江医疗器械产业基地联合共建的医工交叉合作点,已与上海大学材料研究院、上海交通大学医疗机器人研究院等多个医工专家团队联合开展了超声人工智能、介入超声手术机器人等前沿领先的研究项目。近五年来,科室发表 SCI 论文近 10 篇,中文核心文章 20 余篇,获得多项市级基金课题资助,参与国家级超声专业领域多中心课题研究 4 项,多次主办、承办国家级介入超声、人工智能应用等学习班,科室骨干多人参加国内各级学术交流会议,进一步提升了科室的学术影响力。

在未来,曙光超声医学科还将继续围绕超声医学各领域展开全方位探索与实践,坚持探讨超声技术最前沿,共谋学术发展新方向,积极扩大上海曙光超声在全国的影响力,推动交流,建立共识,开拓视野,加深合作。为我国超声医学事业的蓬勃发展持续贡献曙光力量!

(盛建国 赵佳琦 报道)



执行主编简介



郭佳 教授

主任医师,教授,博士研究生导师。现任上海中医药大学附属曙光医院超声医学中心主任。

学术兼职:上海市医学会超声医学专科分会主任委员,中华医学会超声医学分会常务委员,上海市医师协会超声医师分会副会长,解放军超声诊断专业委员会副主任委员,解放军医学计量科学技术委员会超声专业委员会副主任委员,中国医学影像技术研究会超声分会常委,中国康复医学会医学影像与康复专业委员会副主任委员,中华医学会医疗鉴定专家。

主持军队、上海市科学技术委员会和上海市中康中心科研课题 6 项。发表 SCI 论文数篇(最高影响因子 11.459 分),核心期刊 50 余篇,主编或参编专著十余部。曾获军队科技进步三等奖 2 项,解放军军队院校育才奖银奖,荣立三等功 1 次。

导 读

- 超声造影在肝脏局灶性病变诊断及治疗中的应用2版
- 一种自适应脉冲控制技术
在肿瘤射频消融中的最新应用4版
- 糖尿病周围神经病变的多模态超声诊断6版
- 彩色多普勒超声为孕产妇健康保驾护航8版
- 同心战“疫”,共同守“沪”——记录上海市第六人民医院超声医学科抗疫点滴10版
- 基于超声图像的骨骼肌损伤修复的定量评估——1项应用计算机辅助诊断技术及改良的超声造影半定量评分系统定量评价骨骼肌损伤的动物实验研究12版

超声造影在肝脏局灶性病变诊断及治疗中的应用

上海中医药大学附属曙光医院超声医学科 高志玲

一、技术背景

超声检查是肝脏疾病筛查使用最广泛、最便捷影像手段，与放射学增强检查如增强 CT/MRI 相比，常规超声对肝脏病变定性诊断准确性有限，随着超声造影技术的出现、发展及广泛应用，极大提高了超声诊断肝脏病变的准确性。

超声造影指的是将超声造影剂注入人体，使血流与组织的回声对比得到增强，能显示肝血供及微循环，通过观察分析增强模式，能实现对肝脏病变量化诊断和鉴别诊断。超声造影具有与增强 CT/MRI 一样的敏感性，具有揭示肿瘤血流动力学特点的同时，还具有实时、动态显像的特性，在评价肿瘤微血流灌注和评估介入治疗疗效方面具有独特的优越性。

第一代造影剂是包含空气同时可经肺循环的一种较为稳定的微泡造影剂，之后选择惰性气体代替空气，微泡在人体留存时间明显提高，稳定性明显好于第一代超声造影剂，将其称之为第二代超声造影剂。第二代造影剂 SonoVue 只停留在血池中，其微气泡主要成分为氟碳类气体，外壳为脂类及多糖等，无肾毒性，也不会影响甲状腺功能。Sonazoid 是氢化卵磷脂外壳的全氟丁烷，可被 Kupffer 细胞吞噬，在血池现象后可滞留于肝内达数个小时，此时相成为“血管后期”或“Kupffer 期”。超声造

影剂发生危及生命过敏反应的概率为 0.001%，远远低于增强 CT，可能出现的不良反应主要有红斑、皮疹、注射部位发热、血压下降等。

2004 年欧洲超声生物学与医学联合会（European Federation of Societies for Ultrasound in Medicine and Biology，EFSUMB）建立肝脏超声造影剂使用规范，包括超声造影的技术特点、操作方法和图像分析等内容，并在 2008 年进行了修订。2012 年 EFSUMB 与世界超声生物学和医学联合会（World Federation for Ultrasound in Medicine and Biology，WFUMB）共同撰写和出版了涵盖超声造影成像技术、定性诊断、术中超声造影、疗效评价等内容的肝脏超声造影应用指南（2012 版）。2020 年 WFUMB 再次更新指南，对造影剂的时相给予更精准的定义，纳入更多的新的适应证，并更新了各种良恶性病变血管后相的增强模式。

超声造影在肝脏中应用广泛，对肝脏局灶性病变的检出及诊断具有重要的价值。由于肝内血管及实质增强时间不同，将肝脏超声造影分为以下几个观察时相：注射后 10 ~ 35 s 为动脉相，注射后 30 ~ 120 s 为门脉相，注射后 > 120 s 为延迟相，注射后 5 ~ 10 min 为血管后相。

肝脏超声造影主要适用于①常规超声检查或普查偶然发现声像图不典型的肝内局灶性

病变。②肝硬化患者需要明确肝内结节的性质。③恶性肿瘤患者发现肝内可疑结节的定性定量诊断。④肝内结节 CT、MRI 检查结果不一致或不明确者。⑤穿刺活检结果与临床或影像学检查结果不符合者。⑥肝血管及肿瘤血供的评估。⑦局部消融治疗术前病灶评估、术中引导及术后疗效评价及随访。

二、超声造影对肝脏局灶性病变诊断及治疗中的应用

1. 肝脏良性局灶性病变诊断

肝血管瘤是最常见的良性病变，超声造影对肝脏血管瘤诊断准确性较高，典型特征为动脉期周边结节状增强，后逐渐向中心填充，增强持续至延迟期。少数不典型病灶动脉期快速整体高增强，可能与血供丰富或异常（如动-静脉瘘）有关。部分血管瘤由于瘤内存在血栓，造影呈无增强，易误认为廓清，与恶性肿瘤相混淆。

肝局灶性结节性增生（FNH）为肝内增生性病灶，好发于中青年。CEUS 动脉期显示病灶快速高增强，多表现为由中心向外快速填充，呈离心性放射状或轮辐状，达峰时边界清晰，整体高增强，门脉期和延迟期呈高增强或等增强，部分病灶延迟期可显示中央细带状低增强瘢痕。

肝细胞腺瘤是较少见的原发性良性雌激素依赖性肿瘤，

多见于女性。CEUS 动脉期病灶多呈整体高增强，达峰时内部回声均匀，部分可见包膜下粗大血管，如合并出血坏死，局部则呈无增强，门脉期及延迟期多呈等增强。

肝脓肿根据病程阶段不同，CEUS 表现丰富多样。早期肝脏组织局部呈急性炎症反应，水肿、渗出，进一步进展形成脓腔。CEUS 动脉期病灶区域呈高增强，边界模糊不清，门脉期及延迟期无异常廓清。脓腔形成后动脉期病灶外周呈厚环状高增强，内部蜂窝样高增强和无增强，门脉期及实质期呈低增强。脓肿液化区无增强是其最大的特点。

肝脏炎性假瘤临床表现及影像学检查均难以确诊。CEUS 动脉期多表现不均匀片状增强，边界不清晰，形态不规则，门脉期及延迟期廓清为低增强，内部坏死区呈无增强表现。

肝血管平滑肌脂肪瘤是一种少见的间叶组织良性肿瘤，病理成分复杂。CEUS 动脉期多呈均匀增强，少部分不均匀高增强，门脉期呈等或稍高增强，门脉期及延迟期仍为等增强或低增强。

肝局灶性脂肪变性或缺失有时需要与肝恶性病变相鉴别，CEUS 具有较高的鉴别诊断价值。局灶性脂肪变性表现为与邻近肝实质同步增强及消退。

2. 肝脏恶性病变诊断

专家简介



高志玲 副主任医师

医学硕士，现任上海中医药大学附属曙光医院超声医学科副主任医师。

学术兼职：中国抗癌协会肿瘤超声治疗专业委员会青年委员，中国超声医学工程学会分子影像超声专业委员会青年委员，上海市社会医疗机构协会超声医学分会委员兼副秘书长。

从事超声医学工作十余年。主要研究方向是肝脏肿瘤、甲状腺肿瘤、乳腺肿瘤的超声诊断及介入性诊疗。掌握肝囊肿、肝脓肿、肾囊肿穿刺抽液治疗，以及胆囊、肾脏、膀胱造瘘口等介入手术。擅长肝脏、甲状腺、乳腺、胃部疾病的超声诊断与介入治疗工作。核心期刊共发表论文十余篇。

我国是肝炎大国，每年新发肝细胞肝癌（HCC）病例 30 余万例。≤ 3 cm HCC 血供特点为新生血管开始增加，门静脉供血逐渐减少至消失，因此动脉期高增强是重要特点，可提高小肝癌的检出率。中低分

下转第 3 版

医学参考报

超声医学专刊

理事长兼总编辑：巴德年 社长：魏海明
副理事长兼副总编辑：曹雪涛 副社长：吕春雷
理事会秘书长：周 赞 副社长：周 赞

社 址：北京市西城区红莲南路30号
红莲大厦B0403
邮 编：100055
总 机：010-63265066
网 址：www.yxckb.com

名誉主编：王威琪 陈敏华 梁 萍
主 编：胡 兵
常务副主编：郑元义
副主 编：徐辉雄 华 扬 严 昆 李安华 吴青青 张 梅
罗 燕 郑荣琴 袁丽君
常务编委：（按姓氏笔画排序）
丁云川 王 辉 吕国荣 任卫东 刘丽文 许 迪 李建初
李胜利 吴 蓉 张 波 陈亚青 武金玉 罗葆明 罗渝昆
经 翔 赵博文 姜 凡 袁建军 钱林学 郭 佳
黄品同 崔立刚 蒋天安 谢明星 詹维伟 谭旭艳 薛恩生
穆玉明 戴 莹

专家委员会

主任委员：张 运 徐智章
委 员：（按姓氏笔画排序）
李治安 张 晶 轩轶凯 周晓东 段云友 姚克纯 贾立群
毓 星

学术委员会

主任委员：王金锐 刘吉斌
副主任委员：于晓玲 王文平
委 员：（按姓氏笔画排序）
王 玲 邓又斌 朱才义 刘 政 杜联芳 杨 斌 吴长君
沈 理 陈 芸 陈文直 康春松 廖锦堂

编 委：（按姓氏笔画排序）
丁 红 于 铭 王 燕 王兴华 王淑敏 王慧芳 牛建梅
邓学东 冉海涛 司 芩 尼玛玉珍 吕发勤 任芸芸 孙洪军
李 杰 李 锐 李凤华 杨 娅 杨秀华 吴卫华 吴松松
邱 邈 何怡华 应 涛 张玉奇 张瑞芳 陈 涛 陆永萍
陈江华 周宜宏（台湾地区） 周 琦 周 翔 周毓青 郑哲岚
姜立新 勇 强 夏 焙 夏红梅 徐 栋 郭 君 隋秀芳
景香香 舒先红 鲁 红 雷凯荣 熊 屏
企业编委：（按姓氏笔画排序）
陆林忠 冯玉红 张 鑫 郑 浩 赵旭升

第一届青年编辑委员会

主任编委：胡 兵
副主任编委：黄 瑛 白文坤
青年编委：（按姓氏笔画排序）
丁建民 马晓静 王 涌 王 雷 王庆慧 尹庭辉 卢 强
邢长洋 朱好辉 李 凡 李 佳 李世岩 李拾林 李艳红
肖晓云 何 雨 张 丽 张超学 张鹏飞 陈 重 陈志奎
林淑芝 金修才 周世崇 周建桥 赵齐羽 夏 宇 董 怡
蒋 珺

编辑部主任：申 锴 编辑部副主任：陈 磊 白文坤
编 辑：诸晨琳 贾龙洋
投 稿 邮 箱：yxckb_chaosheng@163.com

超声在男性不育症诊断中的价值

上海中医药大学附属曙光医院超声医学科 范剑锋

世界卫生组织(World Health Organization, WHO)推荐,夫妇婚后同居1年以上,未用任何避孕措施,由于男性方面的原因造成女方不孕者,称为男性不育症。国内外统计表明,男性不育症发病率有逐年增加的趋势。据WHO统计,世界发达国家5%~8%的育龄夫妇可能有不育问题,而发展中国家的某些地区可高达30%。在决定给不育患者治疗之前,应明确引起不育的综合因素(图1),只有明确病因,并针对病因进行治疗,才能收到良好效果。任何影响精子发生、成熟、排出、获能或受精的因素都可能导致男性不育,主要有无精症、弱精症、少精症等。那么,超声检查在男性不育症病因诊断中可以做些什么呢?主要包括以下几方面。

1. 睾丸 产生精子的器官

非梗阻性无精子症多数存在睾丸体积偏小、质地偏软、睾丸内血供减少等。正常成熟男性体积约25~35 ml,如睾丸体积<10 ml,预示睾丸发育不良,生精功能障碍。超声可以精确测量睾丸体积、睾丸内的血流信号,综合评估睾丸的功能,了解睾丸的生殖健康状况。

2. 附睾 精子成熟和储存的场所

附睾常见疾病有附睾发育

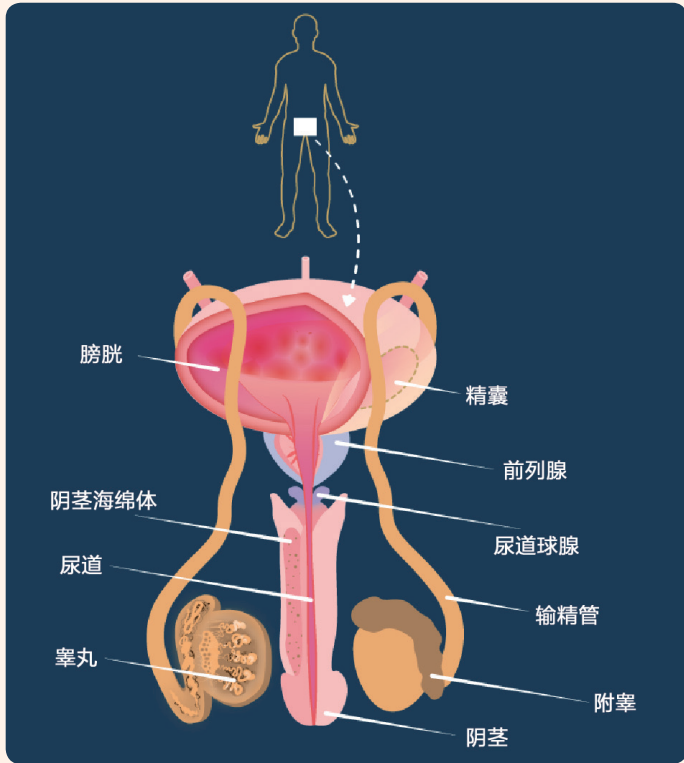


图1 男性生殖系统解剖示意图

异常、附睾炎、附睾结核、附睾梗阻、附睾肿瘤、附睾囊肿等。附睾病变导致精道梗阻,是无精症的常见病因。

3. 输精管

输精管按部位可分为睾丸部、阴囊部、腹股沟管部及盆部。浅表检查可观察睾丸部、阴囊部及腹股沟部,经直肠腔内检查可观察盆部。高分辨力彩超观察睾丸至输出小管、附睾管、输精管的细微结构,不仅可以发现梗阻的原因,还可

能找出梗阻的部位。常见病变有输精管先天发育异常造成的输精管缺如、闭塞以及手术、炎症等原因引起的输精管梗阻。

4. 精囊及射精管

精囊常见病变有先天性精囊缺如或炎症。

射精管以梗阻性病变为主,常见于先天性因素或囊肿、炎症等导致。

5. 精索静脉

精索静脉曲张是引起男性弱精的常见病因,常发生于

左侧。目前,国内外有关精索静脉曲张的超声诊断标准始终没有统一。普遍认同的标准如下。

◆亚临床型:精索静脉内径 ≥ 1.8 mm,平静呼吸时无反流,Valsalva试验时出现反流,反流时间 ≥ 800 ms。

◆临床型:平静状态下精索静脉丛中至少检测到3支以上扩张的精索静脉,其中1支血管内径 > 2 mm,或增加腹压时静脉内径明显增加,或做Valsalva试验后静脉有明显反流。

6. 阴茎血流

勃起功能障碍是男性不育的一个重要原因。

正常阴茎深动脉管径0.3~0.8 mm,阴茎松软时,阴茎深动脉收缩期峰值流速PSV:10~15 cm/s,舒张末期血流流速EDV接近0,阻力指数(RI)接近1.0。阴茎勃起时,阴茎深动脉收缩期峰值流速PSV > 35 cm/s,常可达40~60 cm/s,舒张期血流消失,阻力指数(RI)为1.0。彩色多普勒超声通过测量阴茎深动脉管径、血流,评估静脉回流,对勃起功能障碍进行诊断分型。

综上所述,超声可全面系统地评估全套男性生殖系统,且具有安全、无创、重复性高等优点,是男性不育症的首选影像学检查。

作者简介



范剑锋 主治医师

现任上海市中医药大学附属曙光医院超声中心浅表亚专业组组长。

专研方向:甲状腺、乳腺、男性生殖系统以及经直肠超声。

在相关领域核心期刊发表论文十余篇,主持及参与多项课题。

日前,随着超声医学的日益发展,各项超声新技术在男性不育症诊疗方面也在不断探索之中,例如弹性超声在评估睾丸生精功能中的应用,弹性超声及超声造影在引导取精中的应用,SMI技术在阴茎血流评估中的应用,都已取得不错的进展,期望未来有更多的新技术应运而生,能够更好地用来明确男性不育症的病因,以便有利于针对性地治疗,收到良好的效果。

上接第2版

化肝癌多呈“快进快出”模式。高分化肝癌多表现为动脉期、门脉期高增强,延迟期缓慢退出,呈“快进慢出”模式。高分化肝癌部分延迟期呈等增强,需与不典型FNH、腺瘤等良性病灶鉴别。肝硬化背景下结节多发且回声高低不等,CEUS表现多样,延迟期有廓清,仍不能排除恶性可能,CEUS观察时间应足够,可观察到肝内造影剂退出为止。肝硬化背景下 > 3 cm HCC多为进展期,常规超声图像一般较典型,3~5 cm肿瘤以强回声和弱回声多见,周边见假包膜,肿瘤内见镶嵌征或块中结节。 > 5 cm HCC多呈不规则类圆形或椭圆形,无晕征,内有不规则坏死区。弥漫性肝癌肿瘤多边界不清,常合并门静脉瘤栓。进展期HCC因动脉滋养血管不同CEUS动脉期一种表现为造影剂沿供血动脉达肿瘤周边呈高增强,瞬间充填结节呈整体增强;另一种表现为动脉期造影剂沿供血动脉直接进入肿瘤内并快速弥散,肿瘤呈整体增强。门脉期多开始廓清呈稍低增强,实质期进一步廓清呈低增强。较大肿瘤内部出现液化坏死CEUS表现为不规则低增强或不增强区。进展期HCC消退期全肝扫查确认有无卫星灶或多中心灶尤为重要,可行多次小量注射造影剂进行检查。

胆管细胞癌(ICC)近年来发病率逐步上升,多发生于肝内胆管上皮细胞。近端胆管扩张或合并钙化(结石)是较常见的间接征象。部分病例合并病毒性肝炎肝硬化或胆汁性肝硬化。ICC动脉期多表现为周边不规则环状高增强,内部均匀或不均匀,门脉期呈低增强,部分区域呈无增强。延迟期进一步廓清,增强强度低于周围肝实质。

肝脏转移瘤临床较为常见,较少合并肝硬化。通常有原发灶,肝内发现结节灶,即高度怀疑转移瘤。常规超声可呈强回声、等回声、低回声、囊实性或囊性等表现,常多发。CEUS动脉期病灶常呈环状高增强,富血供肿瘤也可呈整体增强;门脉期、延迟早期开始廓清,呈“黑洞征”表现。这一特征使转移

性肝癌在门脉期及延迟期更容易被检出,CEUS可灵敏地发现常规超声甚至CT未能显示的微小转移灶。

3. 超声造影在肝脏肿瘤介入诊疗中的应用

随着医疗技术的发展,肝肿瘤局部治疗方法越来越完善,动脉栓塞术、射频、微波消融术等广泛应用于临床。超声造影可灵敏显示肿瘤血管,界定肿瘤范围,可为治疗方案制定及精准评估肿瘤灭活范围等提供重要依据,在肝肿瘤局部消融治疗前、中、后具有重要作用。

CEUS在消融治疗中的应用包括以下几个方面:①选择适应证:CEUS可灵敏发现微小病灶,甚至0.3~0.5 cm卫星灶,可确认边界不清晰肿瘤的范围,为消融选择适应证,降低复发率,延迟患者生存期。②确定消融治疗方案:CEUS可界定肝癌浸润范围,为消融方案的制定,准确判断肿瘤灭活提供依据。CEUS能显示肿瘤边界及对周围重要脏器组织有无侵犯,有助于实施个体化消融治疗,提高灭活率并减少并发症。另CEUS能灵敏显示肿瘤负荷血管,可引导先消融血管入瘤部位,阻断主要血供,从而更完全灭活肿瘤。③消融治疗定位:微小肿瘤或复发残留肿瘤,常规超声较难显示,应用CEUS引导定位,可有效提高肿瘤灭活率。在肿瘤动脉期增强明显时或延迟期廓清明显时进针,实时双幅图像可同时显示二维成像和造影成像两种模式,确认消融针尖位置与周围脏器组织关系,实现精准布针。

CEUS在肿瘤治疗疗效评价中同样发挥重要作用。消融范围如超过原肿瘤,消融区CEUS各期呈不增强,则为肿瘤灭活表现。如消融肿瘤动脉期周边异常强化,表明残留可能。消融后5~20 min行CEUS检查,病灶周围出现环状增强为消融周围充血反应,易与残留活性混淆。消融后1个月、3个月、6个月、12个月随访,通过增强影像检查判断疗效。CEUS和增强CT对消融后评估诊

下转第12版

一种自适应脉冲控制技术在肿瘤射频消融中的最新应用

立德电子华东区 范勇

作者简介



范勇

硕士，立德电子华东区总监，毕业于电子科技大学，从事医用射频消融研发及管理工作18年，曾在《医疗装备》等医学工程杂志发表论文数篇。

射频消融（radiofrequency ablation, RFA）是目前临床指南和共识推荐的物理热消融治疗方法之一，其原理是应用特定频率区间的射频消融系统（医用射频频率通常在200 ~ 750 kHz）所产生的高频交变电流通过配套的射频消融电极针作用在人体病灶组织时，病灶组织中的极性分子和离子以与射频电流频率相同的速率高速运动振荡产生摩擦热，并传导至邻近组织，使肿瘤组织内部升温，细胞内外水分蒸发、干燥、固缩，温度达到60℃时就可使病灶组织细胞产生不可逆的凝固性坏死，以达到治疗目的。因为射频消融是单纯物理加热，所以，不会产生放化疗的毒副作用，对人体后续反应小；因为微创，可以反复进行，发现一个肿瘤做一个，实现长期带瘤生存；同时坏死组织在体内会强化人体免疫功能。

随着医学发展，实体肿瘤的治疗越来越走向微创化、介入化、精准化，射频消融在实体瘤中的应用越来越广，目前成熟用于肺癌、肝癌、肝血管瘤、胰腺癌、肾癌、腹膜后肿瘤、肾上腺肿瘤、甲状腺结节、乳腺结节、淋巴结、子宫肌瘤、胆囊息肉等良、恶性肿瘤，甚至在非肿瘤中也开始应用，如下肢静脉曲张、宫外孕、双胎输血症等。但是在临床应用中不少专家认为射频消融可控性优于微波消融，但是射频消融的速度较微波消融速度更慢，于是提高射频消融的速度成了大家共同的追求。

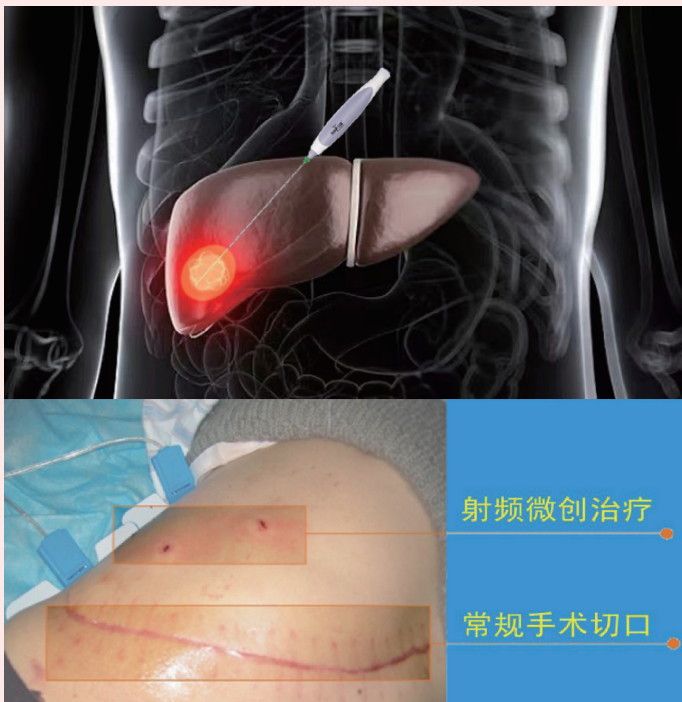
传统的射频消融产品多采用功率控制模式和温控模式，其消融时间长、消融范围一致性差、消融后组织硬化、碳化严重，单个3 cm病灶消融时间往往需要12 ~ 30 min不等。立德电子根据专家建议和临床实际需求，在传统功率模式的基础上进行了改良，经过数年的研究与验证，推出了基于阻抗和温度监控的自适应脉冲控制射频能量的消融方法——一种自适应脉冲的实现方法（专利号201510846413.6），实现阻抗高精度实时监测和自动控制射频能量输出，其消融时间快、范围大、消融病灶无硬化、无碳化、消融一致好。

自适应脉冲控制系统的原理

学术上把脉冲定义为：在短持续时间内突变，随后又迅速返回其初始值的物理量变化过程称之为脉冲。相对于连续信号（在整个信号周期内短信号中都有信号），大部分脉冲信号周期内是没有信号的，非连续信号输出。

常见的射频能量输出方式有固定脉冲控制技术和自适应脉冲技术。具体讲，就是以时间 $T=T_{ON}+T_{OFF}$ 为周期，在时间 T_{ON} 内注入射频能量，在时间 T_{OFF} 内停止注入射频能量，以非连续的射频能量输出方式。在 T_{OFF} 期间，能量以热传导方式向病灶周围扩散，由于停止了射频能量的注入，加上电极内部冷循环的作用，电极针邻近组织的温度急剧下降，电极针邻近组织的阻抗恢复至低阻区，为下个 T_{ON} 期间射频能量的注入提供了条件。为了减小对心电的影响，一般周期 T 要大于8 s，即射频输出的脉冲频率 F 要 < 0.125 Hz。

固定脉冲控制技术： T_{ON} 和 T_{OFF} 是固定不变的。其占空比 $D=T_{ON}/(T_{ON}+T_{OFF})$ 是恒定，其输出功率的平均值 $P_0=D \times P_{ON}$ ，也是固定不变的，如图1，图2所示。固定射频脉冲输出技术的问题在于，在给定治疗时间的前提下，其热损毁范围或临床消融效果，完全依赖于病灶自身的散热环境。倘若病灶的血供越丰富，则血流所带走的热量会很多，病灶内剩下的能量少，



热损毁范围小。倘若病灶的血供少，血流所带走的热量也少，病灶内剩下的能量集聚过多，在较短时间内，电极针临近组织温度迅速上升，阻抗变得很高，甚至碳化，热损毁范围也小。

自适应脉冲技术：使射频脉冲控制系统的热损毁范围不再依赖病灶自身的散热环境。将现有的固定脉冲技术，改造为自适应脉冲技术，其高电平工作时间 T_{ON} 和低电平工作时间 T_{OFF} 都是根据病灶信息自动可变的，即其占空比 D 是可根据病灶反馈回来的信息自动适应，如图3，图4所示。

当病灶的血供越丰富，占空比 D 变得越大，则输出功率越大；当病灶的血供越少，占空比 D 变得更小，则输出功率越小。在整个治疗期间，对病灶信息进行不间断的监测，并根据病灶组织反馈回来的信息，自动调整输出脉宽宽度。病灶组织血供越丰富，输出脉宽越宽，注入病灶的射频能量越多；病灶组织血供越少，输出脉宽越窄，注入病灶的射频能量越少。有效地控制了目标组织的阻抗，使电极邻近组织一直处于较低阻抗状态。热损毁范围大，并且一致性好。

自适应脉冲控制系统的临床意义

通过充分研究阻抗与温度的关系，在阻抗监测及反馈系统技术的基础上，结合冷循环射频消融电极针，实时调整射频系统的功率值输出，自动调整系统脉冲休息时间，保障整个消融过程中病灶温度不超过100℃，避免组织的过度脱水硬化甚至碳化，同时实现了能量最大范围的注入。相较于单纯固定脉冲消融3 cm病灶则则需要20 min、30 min，自适应脉冲控制系统消融不论病灶血供丰富与否，其消融时间最快6 min即可实现3 cm大小的病灶消融，同时患者疼痛较单纯功率消融轻，并发症少，在保证消融范围的同时使得病灶消融后组织吸收时间更短。

基于自适应脉冲技术的多种工作模式

为满足手术的不同位置、大小、阻抗消融需求，在自适应脉冲控制技术基础上，立德射频消融系统设计了多达4种不同特色工作模式：定时模式、直径模式、温控模式、间歇脉冲模式，医生根据手术病灶部位、大小的不同，可以选择最合适的工作模式，定时模式适合瘤体更大、位置安全肿瘤。直径模式适合靠近胃肠道、胆管、气管、血管等危险部位的肿瘤，可以精准控制消融范围。温控模式适合对温度要求高、范围要求精准的心肌消融。间歇脉冲模式适合浅表组织如甲状腺、乳腺、静脉的消融，其消融后组织无硬化、无碳化，吸收迅速。

同时，射频系统配备专用的能量适配器可以同时使用2 ~ 3根电极，在自适应脉冲系统的控制下，使得各射频电极协同作用，同时工作，热转换率高，消融速度更快，损毁范围更广，实现热能1+1 > 2的效果。可以实现更符合外科原理的无瘤No-touch消融技术。

总结

射频消融技术的发展，从单纯固定脉冲控制消融走向自适应脉冲控制系统控制消融，使射频消融速度有了极大的提升，使临床在使用的时候既能安全可控，又能快速高效。

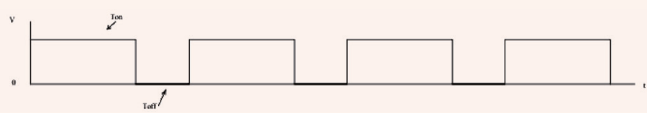


图1 固定射频脉冲控制系统的脉冲信号波形图

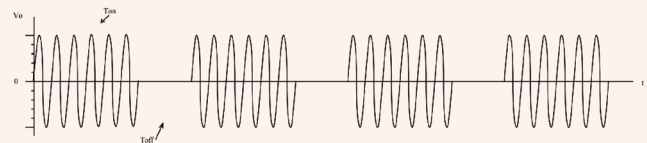


图2 为图1中所示的脉冲信号经过现有射频脉冲控制方法调整后输出的波形图

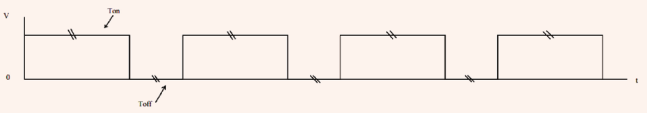


图3 自适应射频脉冲控制系统的脉冲信号波形图

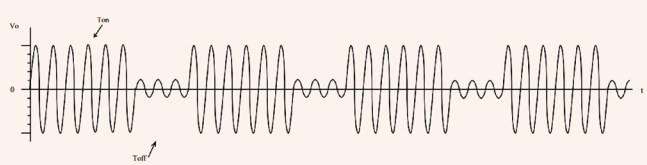


图4 为图3中所示的脉冲信号经过自适应脉冲控制方法调整后输出的波形图

心肌超声造影评价糖尿病患者心肌微循环障碍

上海中医药大学附属曙光医院超声医学科 刘怡

专家简介



刘怡 主任医师

主任医师，现任上海中医药大学附属曙光医院超声医学科副主任。主要研究方向是心血管超声诊断及治疗。主持省部级课题3项，发表核心期刊及SCI论文30余篇，参编专著4部。

社会兼职：上海市中西医结合学会超声专委会常委，中国民族卫生协会超声医学分会委员，上海市医学会超声分会心脏学组委员，中国医师协会上海超女专委会委员，上海市医师协会超声医师分会心脏学组委员，上海市社会医疗机构协会超声分会委员。

一、糖尿病患者心肌微循环功能障碍

近30年来我国成人糖尿病患病率已超过10%，其中约2/3的糖尿病患者死于心血管并发症，研究表明，心肌微循环病变和心肌代谢紊乱是糖尿病患者早期心脏病变的主要特征。糖尿病患者心肌微血管的典型病理改变包括毛细血管管周纤维化、冠状小动脉及微血管基底膜增厚、心肌细胞肥大等，可导致心肌微循环障碍。其发病机制是在高血糖、胰岛素抵抗、脂肪酸代谢增加、交感神经功能障碍等多种因素作用下，糖尿病患者发生心肌收缩蛋白糖基化增加、心肌细胞肥大、心肌间质纤维化及广泛变性坏死、微循环病变等一系列变化，从而导致早期心脏舒张的顺应性下降、心室肥大和晚期收缩功能障碍。因此，快速、准确评估糖尿病患者心肌微循环状态对预防糖尿病心肌病的发生及提高糖尿病患者的预后具有重要意义。

大量研究表明，心肌超声造影（myocardial contrast echocardiography, MCE）是评价心肌微循环灌注的重要检查方法之一，有助于提高糖尿病患者心肌病变诊断的敏感性和特异性。

二、心肌超声造影（MCE）评估心肌微循环

目前国外临床常用的声学增强剂有SonoVue、Optison、Definity、Luminity等，我国国家市场监督管理总局批准临床使用的声学增强剂是SonoVue和Sonazoid。心脏超声造影使用较多的声学增强剂是由意大利公司生产的SonoVue（商品名声诺维），这是一种低溶解度的惰性气体，由脂质、半乳糖或白蛋白等外壳包裹形成直径不足10 μm的微泡。这种低溶解微泡可作为红细胞的示踪剂并有效抵抗动脉压力，随血流通过肺循环毛细血管到达左心，因其超声特性与心肌、红细胞不同，可实现微泡心肌灌

注显像。SonoVue粉剂使用前需注入0.9%氯化钠溶液5 ml配制成悬浮液，可直接静脉推注或稀释后静脉输注。

心肌超声造影可用于评估不同程度心肌微循环功能障碍对心肌灌注的影响，主要包括定性和定量评估两个方面。

（1）定性评估：若心外膜下血管及微血管没有病变，持续匀速静脉注入微泡，可直观观察到新的微泡均匀地取代那些被高机械指数破坏的微泡。当发生不同程度心肌微循环功能障碍时，相应心肌的微泡补充速度会降低甚至缺如，可直观地将区域灌注定性为正常、减少或严重减少。定性评估简便直观，能快速辨别心肌灌注是否正常，但其易受医师主观判断的影响。

（2）定量评估：在连续增强剂输注下，心肌微泡完全饱和的最大信号强度代表毛细血管血容量，微泡破坏后再填充的速度代表毛细血管水平上的血流速度，两者乘积为心肌血

流量。破坏再填充的过程符合函数关系 $Y=A(1-e^{-\beta t})$ ，其中， A 代表微泡达平台期强度即心肌血容量， β 代表微泡再填充速率即血流速度， t 表示充盈时间， Y 为心肌血流量，由此可通过评估血流量来定量评价心肌灌注。

三、存在的问题

MCE可评价糖尿病患者静息状态下心肌微循环灌注情况，为临床早期发现糖尿病心肌病提供重要依据。但MCE检查依然存在诸多问题：①目前的超声技术不能直接使心肌微血管显影，心肌微循环病变只能通过间接测量来识别。②MCE定量分析软件各异，不同仪器不同操作者之间的重复性不高，且缺乏统一标准。③心肌微循环受诸多因素的影响，比如心率、血压、血管活性物质、心室质量、心肌收缩状态等，还存在个体差异，部分患者全面评估心肌微循环功能比较困难。

微波消融——甲状腺乳头状癌治疗的新选择

【据《Radiology》2022年4月报道】：题：甲状腺乳头状癌的微波消融与手术：更多的治疗选择，更多的争议（美国亚利桑那大学医学院放射科作者Eric vanSonnenberg、美国哈佛医学院麻省总医院放射科作者Joseph F.Simeone）

甲状腺乳头状癌（papillary thyroid carcinoma, PTC）是全世界最常见的内分泌恶性肿瘤，与患者种族无关，80%~85%的甲状腺恶性肿瘤归类为PTC。PTC在女性中的发病率是男性的3倍，而男性的预后更差。检出的患者年龄中位数为50岁，年龄较小、肿瘤直径<1.5 cm、无淋巴结转移等因素的预后较好，10年存活率超过90%。

目前，PTC治疗的许多方面都存在争议。来自美国亚利桑那大学医学院放射科的E.V博士与马萨诸塞州波士顿的哈佛医学院麻省总医院放射科的JFS博士对PTC治疗相关争议情况进行了如下评论。

1. PTC的发病率显著增加可能与“过度诊断”、超声设

备与技术的创新发展、环境因素或甲状腺切除术后更加精准的病理检测能力有关。例如，在韩国，从2001—2013年，发病率上升了10倍，从每10万人中的6.3例增加到60.1例。

2. PTC的治疗方案 全甲状腺切除术、半甲状腺切除术、放射性碘治疗或热消融治疗。也有学者提出对于偶然发现的小病变可以采取主动监测。

3. PTC相关的病因及相关的因素 ①辐射暴露是最值得关注，比如，暴露于切尔诺贝利灾难辐射的个体患PTC概率增加了3~75倍。②较高的碘摄入量是更常见的危险因素之一，有研究表明世界上碘摄入量高的地区PTC的发病率更高。③环境污染、吸烟、促甲状腺激素持续升高、桥本甲状腺炎、硝酸盐和肥胖均与PTC的发生相关。④罕见的家族性PTC更具侵袭性，例如家族性腺瘤性息肉病、Gardner综合征、Werner综合征（成人发病、早衰样表现）和Carney复合体1[皮肤色素沉着、黏液瘤和内分泌肿瘤（包

括PTC）发病率增加]与PTC发病率增加也有关。

4. 超声检测和超声引导的抽吸活检提供了PTC诊断的依据。典型的超声表现是甲状腺内肿块，边缘不规则，偶尔可见微钙化（砂砾体）。2017年美国放射学会甲状腺成像报告和数据系统（thyroid imaging reporting and data system, TI-RADS）引入了基于超声甲状腺结节外观的甲状腺结节管理指南。在引入TI-RADS之前，2015年美国甲状腺协会成年甲状腺结节和分化型甲状腺癌患者管理指南指出，低风险、直径小、非转移性PTC可以采取主动监测。有学者甚至提出了“癌前肿瘤”以减轻患者心理负担。

5. PTC热消融治疗 介入放射学（interventional radiology, IR）治疗常用来治疗合并其他严重疾病的PTC患者，而其他方案，如手术，可能带来较高的并发症发生率和死亡率。IR治疗手段用途广泛，例如，经皮微波消融（microwave ablation, MWA）是一种微创IR手术，使用影像引导（US、CT或MRI）将针状

探针放置到肿瘤中，用于治疗无症状的PTC患者。

在同期的《Radiology》杂志刊用的文章中，Wei等人展示了使用经皮MWA对其他健康患者进行PTC的IR治疗。在此项回顾性研究中，他们比较了1029例接受MWA（ $n=404$ ）或手术切除（ $n=625$ ）的孤立性T1N0M0 PTC患者，中位随访期为25个月。通过对比显示MWA与标准手术的效果相当，有时甚至更佳，且对于拒绝手术或有手术禁忌证的患者更加适用。作者没有发现两组的PTC病情进展之间存在统计学显著差异的证据（两组均为4.0%； $P=0.97$ ），两组的并发症无显著差异（MWA为5.4%，手术切除为6.3%； $P=0.75$ ），MWA组的失血更少（2 ml vs 10 ml），手术时间更短（23分钟 vs 72分钟），住院时间更少（1天对2天）。喉神经损伤引起的永久性声音嘶哑仅发生在手术组。作者使用即时对比增强超声来评估完全消融。

本文的两位专家认为：作为一项回顾性、单中心研究，

中位随访时间约为2年，这对于惰性疾病过程来说，研究持续时间可能太短。抽吸活检标本的病理分型通常是不精准的。为了验证MWA并推断其在PTC中的进一步用途，需要进行较长随访时间的大型多中心试验来检测新的病变或淋巴结转移以及T1a和T1b肿瘤患者之间的差异。

最终，PTC评估和治疗的进展将继续影响患者管理。利用基因组突变（尤其是BRAF V600E突变）进行分子检测可能有助于明确诊断不确定结节，活检组织标本有助于将已有一定程度恶性转化的结节鉴别出来。血清甲状腺球蛋白是一个有价值的后续随访标志，其值在术后（包括MWA治疗）应该非常低。

随着诊疗管理的进步，PTC的诊断和治疗将继续存在争议。除了那些拒绝手术或被认为手术风险过高的患者之外，微波消融治疗是否适用其他患者还有待观察。

（上海中医药大学附属曙光医院 盛建国 苏彪 编译）

糖尿病周围神经病变的多模态超声诊断

上海中医药大学附属曙光医院超声医学科 周静

作者简介



周静 主治医师

硕士，上海中医药大学附属曙光医院超声医学科主治医师。主要从事肌骨超声诊断，研究领域：糖尿病周围神经病变的超声应用、超声造影、肌肉骨骼系统超声诊断等。

社会兼职：上海市中西医结合学会超声医学专业委员会肌骨血管学组委员。

一、超声诊断糖尿病周围神经病的现状

虽然神经电生理实验是目前诊断糖尿病周围神经病变较为可靠的方法，但对细小浅表神经检出率较低，存在耗时长、具有侵入性等不足。由于超声技术具备便捷、无创、可重复等优势，越来越多地被用于评估糖尿病周围神经病变。

随着超声技术的发展，其评估糖尿病周围神经病变的价值得到了临床的广泛认可。由于彩色多普勒血流显像对细微血管低速血流信号探测的灵敏度较低，因此对神经的微循环血流显示不理想。近年来，超声超微血管显像（superb microvascular imaging, SMI）、超声造影等新技术也开始用于评估周围神经的微血流灌注情况。去年，国内也有文献报道，提出超声超分辨率微血流成像（ultrasound superresolution microcirculation imaging, USRMI）可在超分辨率水平下行微循环系统成像，改善了临床对微血管系统的认识及疾病诊疗。USRMI 技术不仅能作为诊断手段提供深部组织的生理和病理过程的微观信息，极大地加深对于微血管系统的认识，还能利用纳米级相变造影剂或普通造影剂信号波动而实现精准治疗。可以期待，如果这类超声新技术应用于评估糖尿病周围神经病变，也许能更好地了解糖尿病周围神经病变不同病理时期的血

流改变，尤其在早期评估中，将发挥更重要的作用。

二、多模态超声诊断技术在糖尿病周围神经病变中的应用

1. 二维灰阶超声在糖尿病周围神经病变的应用

糖尿病伴周围神经病变（diabetic peripheral neuropathy, DPN）的病理特点主要是神经轴突的丧失和脱髓鞘表现，是神经细胞微血管病变引起的氧化反应和高血糖诱导山梨醇的积累，造成神经细胞水分增加，以致神经弥漫性肿胀。近年来，文献中有利用超声技术测量神经及神经束的厚度、神经的平均横截面积，观察神经的形态改变，得到与神经病理改变一致的结论。主要包括：神经的厚度或直径的测量，神经横截面积的测量和周围神经内部的回声改变。

2. 超声多普勒技术在糖尿病周围神经病变的应用

利用超声多普勒技术，对糖尿病周围神经病变患者可能出现的神经血流改变进行评估。有研究人提出：2型糖尿病患者除了有神经轴突变性、脱髓鞘表现外，神经内膜微血管缺血也是周围神经鞘的重要变化；还有研究者考虑 DPN 发病机制与神经和血管受压引起的神经缺血等因素密切相关，他们对 560 例 DPN 患者进行显微手术神经减压后，改善了神经传导，恢复了肢体的感觉和运动功能。

（1）正中神经和尺神经 研究者挑选了包括糖尿病周围神经病变（DPN）在内的几类周围神经病变患者（其他几类包括：腕管综合征、麻风病、周围神经肿瘤及周围神经损伤），研究者们不仅测量了正中神经和尺神经 CSA 值，还利用彩色多普勒超声评估了神经的血流情况。研究发现，5 例糖尿病周围神经病变患者与健康对照组相比，高分辨率超声显示 DPN 患者的正中神经和尺神经 CSA 值显著增加，但没有观察到神经内壁血管的增加。他们研究的局限性是病例数太少，无法获得具统计学意义的结论，另外，他们选择的超声设备是 PHILIPS IU22 型彩色多普勒超声诊断仪，探头频率为 5 ~ 17 MHz，其超声多普勒敏感性可能较差，无法显示神经的微血流改变。

（2）胫神经 国内研究者们利用 PHILIPS IU22 型彩色多普勒超声诊断仪（探头频率为 5

~ 12 MHz），将糖尿病周围神经病变组、不伴周围神经病变糖尿病组及对照组的胫神经血流信号进行了比较，发现其差异无统计学意义（ $P > 0.05$ ）。他们挑选的糖尿病受试者是 2009 年 3 月至 2010 年 3 月的住院患者，当时使用的仪器多普勒敏感性可能不高，且研究对象的糖尿病病程普遍较长，很可能已达到神经血管硬化阶段，故胫神经血流信号在各组间无明显差异，糖尿病周围神经的细微血流变化较难通过超声多普勒显示。近年来，研究者们利用超声造影技术清晰显示了周围神经内的微血流情况，最新的研究报道显示，超声造影也能为提示 DPN 早期微循环改变提供重要的参考依据，但尚没有进一步的研究支持理论。

3. 超声弹性成像技术的应用

弹性超声成像是一种具生物力学特性的技术，用于评估内、外部刺激作用于目标组织后的弹性改变。超声弹性成像已在肝脏良、恶性病灶的区分，弥漫性甲状腺病变的评估及乳腺肿块的诊断等多个领域进行应用，并取得良好的临床经验。目前已应用评估糖尿病周围神经病变的弹性成像技术有：应变弹性（strain elastic, SE）超声、剪切波弹性（shear wave elasticity, SWE）超声、声辐射力弹性 ARFI 成像等。因无创、无电离辐射等特性，超声弹性成像已成为一种评估糖尿

病周围神经病变的新兴技术。

（1）应变弹性超声（SE）文献报道显示，研究者们选用 18 MHz 线性阵列探头，利用应变弹性成像，在受试者内踝近端 3 cm 附近横向扫描获得胫神经弹性图。他们研究认为：提示存在糖尿病周围神经病变的胫神经弹性及平均横截面积最佳截断值为 0.558 mm² 和 6.48 mm²，胫神经弹性最佳截断值对评估 DPN 有较高的灵敏度和适度的特异性，分别为 86.0% 和 69.6%。研究者们认为，长期高血糖对周围神经的改变，除了轴突变形、脱髓鞘和之后的髓鞘脱失外，还有神经内膜微血管变形导致的缺血硬化。应变弹性成像提示了糖尿病患者早期的周围神经硬度改变，对 DPN 的早期诊断有临床意义。

（2）剪切波弹性超声（SWE）有研究者运用剪切波弹性超声评价不伴周围神经病变的 1 型糖尿病患者的周围神经，在不需操作者按压的情况下，剪切波弹性超声成像客观地显示和记录了周围神经的硬度。他们的研究发现，糖尿病组的正中神经和胫后神经均较健康组更硬，并肯定了剪切波弹性超声定量评估亚临床表现 DPN 的临床价值。此外，研究者们经过多次测量，发现弹性值在纵轴上的一致性为 0.682 ~ 0.748，高于横轴（0.210 ~ 0.633），他们认为神经的纵向位置测量可能比横向更有意义。他们也提

出了研究的不足，比如缺少大样本调查，可能需要更多的数据支持这些观点。还有国内的研究者们利用超声剪切波弹性成像获得的 2 型糖尿病患者伴周围神经病变组的正中神经弹性值，同样高于正常组。另外，还有超声工作者采用了超声剪切波弹性成像技术测量胫神经弹性值（图 1），他们研究认为，除了胫神经弹性测量对 DPN 的诊断具有高度特异性之外，不伴 DPN 的糖尿病患者出现胫神经硬度增加可能提示神经受到影响，对 DPN 的早期诊断有实用价值。

（3）声辐射力弹性（acoustic radiation force impulse imaging, ARFI）成像 是一种新兴的不使用任何机械压力的应变弹性超声成像方法（图 2），利用聚焦超声波束在目标区域产生剪切波，自动计算组织硬度，得到了剪切波速的定量值，ARFI 成像中的声触诊组织量化（virtual touch tissue quantification, VTQ）技术与声触诊组织成像和量化（virtual touch tissue imaging and quantification, VTIQ）技术均可较早发现神经弹性的变化。国内专家们比较了这两种技术，并认为声触诊组织成像和量化（VTIQ）技术对 2 型糖尿病的胫神经病变诊断价值高于 VTQ 技术。他们认为，VTIQ 技术是更新型的剪切波定量分析技术，取样框选择感兴趣区域（region of interest, ROI）范围为 1 mm × 1 mm，小于 VTQ 技术的 ROI 范围（5 mm × 5 mm），并且可多点重复测量胫神经剪切波速度值，不易使取样框超过胫神经前后径，其测量阈值可达到 10 m/s，较 VTQ 技术（9 m/s）更高，敏感性更好。

三、前景与展望

随着超声技术的发展，其评估糖尿病周围神经病变的价值得到了临床的广泛认可。由于彩色多普勒血流显像对细微血管低速血流信号探测的灵敏度较低，因此对神经的微循环血流显示不理想。近年来，超声超微血管显像（superb microvascular imaging, SMI）、超声造影等新技术也开始用于评估周围神经的微血流灌注情况。去年，国内也有文献报道，提出超声超分辨率微血流成像（ultrasound superresolution microcirculation imaging, USRMI）可在超分

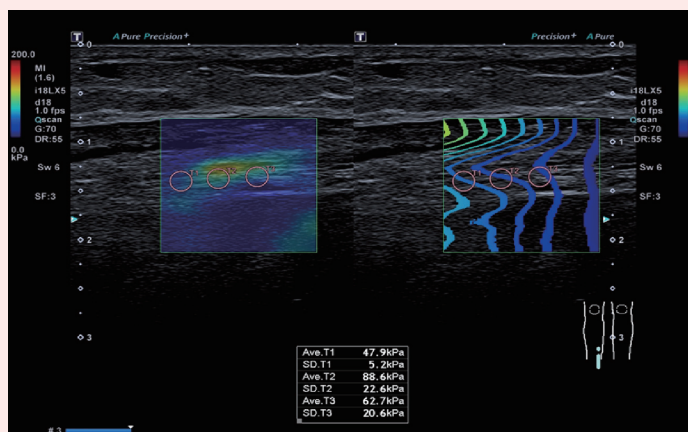


图 1 右侧胫神经弹性值约 66.4 kPa（糖尿病组）

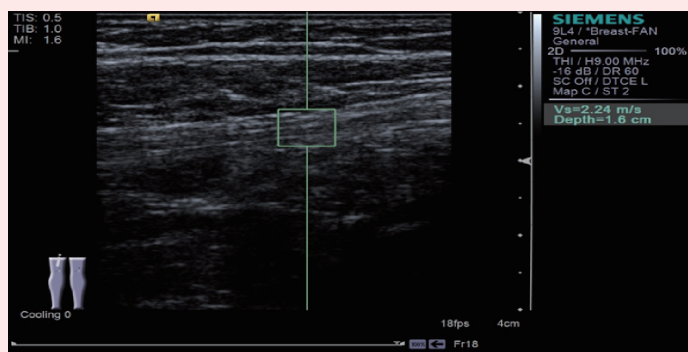


图 2 超声 ARFI 成像技术纵断面测量胫神经弹性值

高强度聚焦超声技术在中晚期肝癌治疗的应用进展

上海中医药大学附属曙光医院超声医学科 吴凡

专家简介



吴凡 副主任医师

医学硕士。现任上海中医药大学附属曙光医院超声医学科教学秘书、高强度聚焦超声(HIFU)及肌骨超声亚专业组组长。

主要研究方向: 关节、涎腺、甲状腺疾病的多模态超声诊断与介入治疗, HIFU 肿瘤治疗。

学术兼职: 中国康复医学会疼痛康复专业委员会超声介入学组常委, 中国研究型医院协会肿瘤介入专委会青年委员会委员, 上海市社会医疗机构协会超声医学分会介入与重症超声专委会委员。

一、HIFU 单独治疗

我国最常用的 HIFU 治疗系统是采用超声图像引导模式提供空间定位和实时监测消融过程, 灵活的定位方法与实时监测功能提高了 HIFU 治疗的应用范围和安全性。随着 HIFU 在肿瘤消融领域的广泛应用, 越来越多研究发现肝癌患者可以从获益, 患者的生存时间及生活质量均得到改善。一项针对 940 例 HIFU 治疗肝癌患者的 meta 分析结果显示 HIFU 应用于肝癌是安全、可行的。

曙光医院超声医学科自 2020 年以来已完成 200 余例中晚期肝癌患者 HIFU 治疗并取得较好的临床反馈(图 3、图 4)。需要注意的是, HIFU 在治疗肝右叶肿瘤时易受到患者肋骨及呼吸运动对超声通道的影响, 因此具备安全的声通道是肝肿瘤 HIFU 治疗的前提条件。常

高强度聚焦超声(high-intensity focused ultrasound, HIFU)是我国具有原创性、领先性的非侵入性消融治疗方法, 治疗原理是利用超声波热效应和机械效应, 超声聚焦后精准到达肿瘤组织, 肿瘤组织吸收超声能量后温度升高到 60℃以上, 从而引起蛋白质变性和凝固性坏死, 从而实现肿瘤的消融目的(图 1, 图 2)。

肝癌是全球最常见的疾病之一, 包含原发性肝癌和转移性肝癌, 中国的原发性肝癌的发病率为全球最高, 约 60% 的患者初诊时已处于中晚期。转移性肝癌比原发性肝癌更为多见, 约占所有转移性疾病的 25%, 手术切除是原发性 and 继发性肝癌的首选治疗方式, 然而, 只有 20% ~ 30% 的患者有机会进行手术切除。如今, 肝癌治疗已进入多学科综合治疗的诊疗模式, 但总体而言疗效有限。HIFU 技术经过 20 多年的发展, 以其无创、安全、无辐射、重复性好和适形治疗等优势在中晚期肝癌中取得不错效果。



图 1 上置式探头的 HIFU 治疗设备

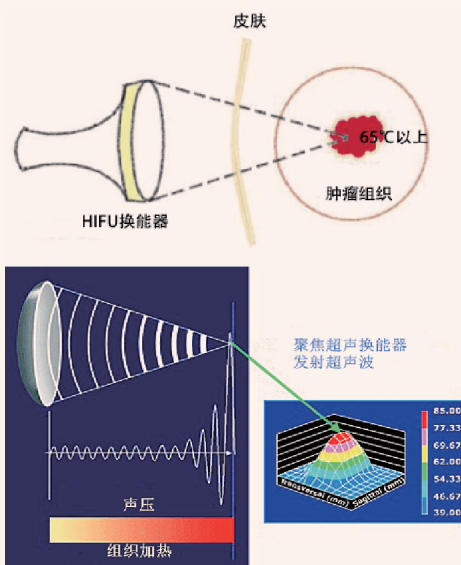


图 2 HIFU 治疗原理示意图

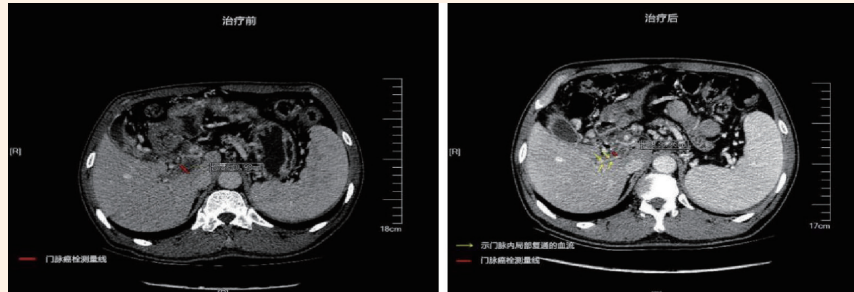


图 3 增强 CT 影像(我科就诊的结肠癌肝转移患者 HIFU 治疗后门静脉瘤栓较前缩小, 局部血流复通)

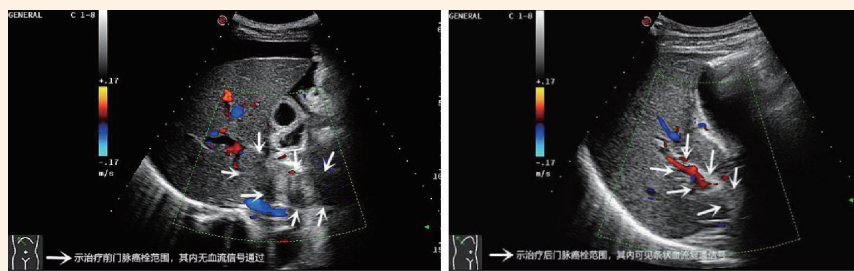


图 4 超声影像(我科就诊的结肠癌肝转移患者 HIFU 治疗后门静脉瘤栓范围较前减小, 血流复通)

见不良反应包括发热、疼痛等, 经过对症处理后均能很快痊愈, 未曾出现其他严重并发症。同时, 对于肿瘤较大、数量多, 邻近大血管的中晚期肝癌患者, HIFU 作为一种姑息性治疗方式, 疗效有限, 还需联合其他治疗手段协同提高疗效。

二、HIFU 联合介入治疗

经动脉化疗栓塞(trans arterial chemoembolization, TACE)是常用的肝癌介入方法, 主要通过栓塞供血动脉引起细胞缺氧、坏死和化疗药物的直接细胞毒性起作用。然而, TACE 治疗后可能形成新生血管, 使得残留肿瘤细胞复发和转移。HIFU 与 TACE 联合则能达到协同增效的目的, TACE 治疗使肿瘤组织血供减少, 从而减少因血液流动引起的 HIFU 靶点能量损失, 同时肿瘤组织中沉积的碘油又能提高 HIFU 靶区的能量累积, 从而提高联合治疗的疗效, 与单一 TACE 相比患者的获益更大, 且未增加不良反应发生率, 值得进一步研究其临床价值。

三、HIFU 联合分子靶向和免疫治疗

以索拉非尼、纳武利尤单抗为主的分子靶向和免疫治疗药物得到临床广泛应用, 已成为肝癌综合治疗的重要组成部分。但对于中晚期肝癌患者, 单一分子靶向治疗或免疫治疗往往效果有限, 为进一步提高肝癌的治疗效果, 针对不同患者制定差异化的联合治疗方案已成为研究热点和现实需求。

研究表明 HIFU 在肿瘤治疗中可诱导免疫反应, 抑制肿瘤的活性和下调肿瘤标志物。动物实验发现与单独 HIFU 治疗相比, HIFU 联合索拉非尼治疗可抑制肝癌移植瘤的生长, 在破坏肿瘤细胞的同时还能抑制肿瘤细胞的增殖。但在临床上将 HIFU 与分子靶向或免疫治疗相联合的方案是否能增加中晚期肝癌的总体疗效, 还需要进一步探索。

四、HIFU 联合传统医学治疗

在我国, 中医药在恶性肿瘤的综合治疗中一直发挥着重要的作用。研究显示, 中医药具有抗肿瘤血管生成、诱导肿瘤细胞凋亡, 免疫调节等作用。HIFU 与中医药联合可治疗包括肝癌在内的多种恶性肿瘤。一项针对 128 例中晚期肝癌患者的研究结果显示, 使用 HIFU 联合复方苦参注射液治疗的患者, 其总体有效率要显著高于单纯使用 HIFU 治疗组。中医药与 HIFU 技术都诞生于我国, 两种方法联合在缓解中晚期肝癌患者的临床症状和延长生存时间上优于单一疗法。

五、HIFU 联合增效剂

在临床实践中, 利用 HIFU 治疗较大肿瘤或血供丰富的肿瘤时需提高治疗功率, 延长治疗时间, 但长时间高功率治疗会增加患者疼痛和不良反应发生率。使用超声增效剂可改变组织声场环境, 提高空化效应, 从而提高 HIFU 消融效率。传统微泡造影剂在体内代谢快且增效能力需要进一步提升。近年的动物模型证实, 多种新型的增效剂不仅可提高 HIFU 的消融能力, 其携带的抗肿瘤药物还可杀灭残留肿瘤细胞, 且生物相容度高, 为临床运用提供了一定的理论支撑, 但还需进行更深入、更广泛的研究以期早日应用于临床。

六、总结与展望

HIFU 作为一种无创、可重复性高、安全性好的肿瘤消融技术, 能局部灭活肿瘤组织, 增强人体免疫系统抗肿瘤能力, 且其与介入、靶向、免疫、中医药联合治疗可延长患者的生存期, 提高晚期患者的生活质量。同时, HIFU 须克服的问题包括声窗通道和气体的影响, 呼吸运动对精确定位的影响, 治疗焦域无法实时测温等。随着计算机技术、生物工程、人工智能、5G 技术的日新月异, 必将使得 HIFU 技术在中晚期肝癌患者综合治疗中发挥更大的作用。

上接第 6 版

分辨率下行微循环系统成像, 改善了临床对微血管系统的认识及疾病诊疗。USRMI 技术不仅能作为诊断手段提供深部组织的生理和病理过程的微观信息, 极大地加深对于微血管系统的认识, 还能利用纳米级相变造影剂或普通造影剂信号波动而实现精准治疗。可以期待, 如果这类超声新技术应用于评估糖尿病周围神经病变, 也许能更好地了解糖尿病周围神经病变不同病理时期的血流改变, 尤其在早期评估中, 将发挥更重要的作用。

四、小结

超声神经检查因其非侵入性、简便, 正越来越多地用于评估糖尿病周围神经病变。超声可以测量神经及神经束的厚度、神经的横截面积, 观察神经的形态改变;还可以运用超声弹性成像技术半定量、定性、定量了解神经的硬度, 观察不同病理时期周围神经的弹性改变。同时, 超声微血流成像、超声造影、超声超分辨率微血流成像等新技术的应用, 能够评估组织不同病理时期的微血流改变, 可能为临床定量评估周围神经弹性提供一种新的替代方法。

彩色多普勒超声为孕产妇健康保驾护航

上海中医药大学附属曙光医院超声医学科 陈薇 张燕

一、彩色多普勒超声的概念及应用现状

随着彩色多普勒血流显像（俗称“彩超”）的普及应用，给广大孕产妇健康提供了安全保障。彩色多普勒技术的发展，推动了妇产科超声进入对胎儿、胎盘及其他妇产科疾病的形态学观察和血流动力学检测“双功能”联合诊断阶段，且具有简便、无创、无可替代的影像学检查优势。多普勒超声可以提供血流动力学信息：血流方向、血流速度、血流速度的变量。目前临床较多使用在胎儿生长评估、备孕女性卵泡监测、妇科肿瘤性疾病诊断等方面。随着近年来生育年龄延迟，不孕及优生优育需求增加，通过彩色多普勒测量胎盘、胎儿的血流动力学参数，监测胎盘-胎儿循环灌注，预测妊娠结局成为国内外研究的热点。

二、彩色多普勒超声在产科领域的应用价值

1. 评估子宫动脉及卵巢动脉血流的临床价值

子宫动脉起自髂内动脉前干，在腹膜后沿骨盆侧壁向前向下走行，于子宫颈水平分为上、下两支。上支较粗，称宫体支，其沿子宫侧缘迂曲上行沿途进入子宫壁形成弓形动脉，至内膜形成螺旋动脉；下支较细小，称宫颈-阴道支。卵巢动脉多来着腹主动脉，左侧可源自左肾动脉，经骨盆漏斗韧带、卵巢系膜进入卵巢门，其末梢与子宫动脉上行的卵巢支吻合（图1）。

子宫内膜是培育胎儿的土壤，而子宫动脉及其分支则为子宫和内膜提供血流营养，对胚胎植入及胎儿的生长发育起重要作用。子宫动脉灌注不足可增加胚胎停育、习惯性流产、反复种植失败，甚至妊娠高血压综合征（简称妊高征）、胎儿生长受限及羊水过少等风险。若能及时纠正，则可显著改善妊娠结局。卵巢动脉血流指数可作为评估卵巢储备功能的重要指标。子宫及卵巢动脉血流的多普勒频谱特征随年龄、月经周期和孕程而变化，测量获得搏动指数（pulsatility index, PI）、阻力指数（resistance index, RI）及收缩期峰值与舒张末期流速的比值（S/D）参数是反映相

关动脉血管床阻力的指标，可间接反映局部组织的血液灌注情况。

（1）非孕期血流评估的应用 子宫动脉频谱通常呈双峰波形，收缩期起始段较陡，而舒张期流速随月经周期而变化：卵泡早期，舒张期血流可缺如；卵泡晚期和排卵前，舒张期血流开始出现；黄体中期，舒张期流速达到最大；黄体晚期，舒张期流速逐渐降低。因而，子宫动脉阻力指数、搏动指数在月经周期呈规律性改变。子宫动脉在彩色多普勒上显示血流稀少、纤细或增宽、连续性差、色暗可显示血流异常。黄体期RI明显 >0.84 可提示子宫血流异常，子宫动脉阻力高，使得子宫血流灌注不足，是不孕原因之一。

通常卵巢动脉在月经第9天无舒张期血流，9天后出现舒张期血流，第21天达最高值，阻力指数可 <0.5 ；优势卵泡侧阻力指数较对侧低，血流相对增多；排卵后形成黄体时呈低阻力血流；黄体后期激素水平下降，血流阻力增加。研究显示排卵障碍患者最整个排卵周期始终呈现低振幅、高阻力、血流纤细表现，与月经周期无相关规律；通过监测卵巢动脉血流动力学，判断卵泡发育情况，旨在提高患者卵泡成

熟率及受孕成功率，并为临床诊断及药物治疗提供重要依据。

（2）孕期血流监测的应用 妊娠期，母体子宫动脉血流产生变化，以满足胚胎着床、胎盘发育的需要。研究表明，子宫动脉血流异常与妊娠不良结局密切相关，包括胚胎停育、习惯性流产、反复种植失败，甚至妊高征、胎儿生长受限及羊水过少等风险。若能及时发现，经临床用药纠正可显著改善妊娠结局。

妊娠使身体处于高凝状态，凝血功能异常孕妇可导致子宫螺旋动脉或绒毛血管血栓形成，导致子宫和胎盘灌注不足，而导致流产。早孕期子宫动脉血流速度增加，为高速低阻状态，阻力随孕周增加而逐渐降低，舒张早期切迹逐渐变浅甚至消失（图2）。子宫动脉血流频谱在妊娠早期可作为产前监测胎儿宫内生长和供氧情况的指标，子宫动脉血流动力学变化可作为早期筛查妊高征的理想方法。

胎儿发生宫内缺氧的时候，首先出现的是胎儿宫内生长迟缓，然后才出现脐动脉多普勒异常，接着出现静脉多普勒的异常，最后才出现心功能的异常。而子宫动脉是最先出现异常的。胎儿缺氧早期血流再分配，子宫动脉血流RI、PI

值增加。子宫动脉血流参数可预测孕妇发生妊高征。妊高征时，子宫动脉阻力不再呈现由高逐渐变低的下降趋势，甚至会有升高。以下可作为孕晚期妊娠期高血压疾病时子宫动脉血流波形异常的指标：①任意一侧RI >0.58 。②两侧平均S/D >3.0 。③两侧S/D值差 >1.0 。④孕26周后舒张期波形仍可见切迹。发现早期子宫动脉血流异常，通过临床治疗，如肝素、阿司匹林、激素等，可以降低不良妊娠结局发生率。

2. 评估脐动脉、大脑中动脉、静脉导管的临床价值

（1）脐动脉血流检测的应用 脐血流动脉是胎儿髂内动脉分支，是胎儿时期存在的特殊血管分支，将胎儿的低氧血流输回胎盘。正常妊娠时，脐动脉-胎盘血流阻力随着妊娠进展而降低，舒张末期血流增高。在胎盘发育不全时，胎盘内血管血流阻力增高，表现为多普勒超声波形异常，如舒张期血流消失或反向，多普勒参数异常增高。多普勒超声的应用，充分改善了新生儿的预后，降低了围产期死亡率。

（2）大脑中动脉血流检测的应用 大脑中动脉是胎儿颈内动脉的分支，是大脑血液供应的主要血管之一。随着孕周增长，大脑中动脉血流阻力降低，血流速度增高。在胎儿出现缺氧和贫血时，大脑中动脉血流阻力降低，血流速度增加，以保证大脑血流供应。这种生理性改变，可以通过多普勒超声监测到，显示血流速度增高，阻力指数、搏动指数、S/D比值均降低。

（3）静脉导管血流检测的应用 静脉导管是胎儿期的特殊血管，将脐静脉内富氧血导入下腔静脉，至右心房，再经卵圆孔进入左心房，供应心脏、大脑等重要器官。多普勒超声监测静脉导管可

专家简介



张燕 副主任医师

现任上海中医药大学附属曙光医院超声中心心脑血管学组组长、妇产学组组长。从事超声医学工作近二十年，主要研究方向是复杂心脑血管疾病的超声诊断，复杂妇产科疾病的超声诊断。近五年参与国家自然科学基金常规面上项目1项，参与省部级、上海科委及市局级课题共6项，以第一作者或通讯作者发表核心期刊论文8篇。

学术兼职：上海医学会超声专委会委员，上海市医师协会超声医师分会浅表与血管专业亚组组长，上海市中西医结合学会超声专委会会员，上海市中西医结合学会超声专委会卒中超声学组委员。

直接反映胎儿的心功能。在临床中用于评估各种影响胎儿心功能的病变，例如胎儿贫血、心律失常和严重胎盘功能不全等。

三、结语

彩色多普勒超声作为第二次超声医学技术革命，在妇产科领域的应用较为成熟，对孕产期保健具有无可替代的临床价值。在非孕期采用彩色多普勒技术测量子宫动脉血流，可以预测子宫的内膜容受性，评估卵巢功能；子宫动脉阻力升高和反复流产也有一定的关系，建议反复流产者都应检查子宫动脉，以便尽早临床干预。

孕期监测子宫动脉血流动力学参数，可以作为一种非侵入性检查方法，间接反映子宫胎盘血流阻力，预测子痫前期及胎儿宫内生长受限。胎儿血管的多普勒超声监测可早期对胎儿作出全面、准确的评估，为临床提供客观、可靠参考依据，使胎儿得到早期干预，获得最佳预后。

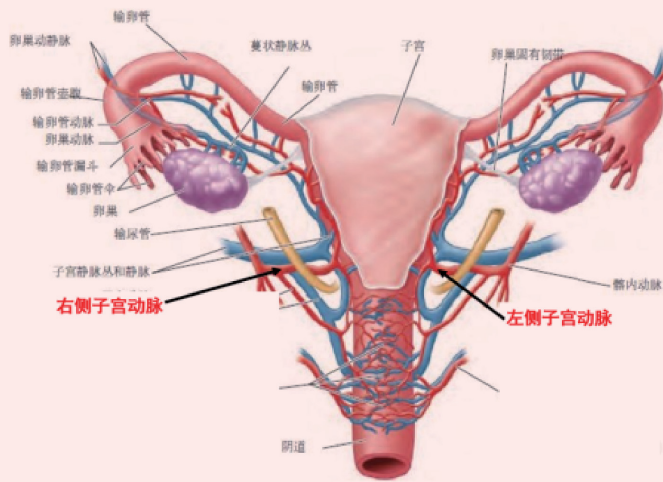


图1 子宫及卵巢血管解剖

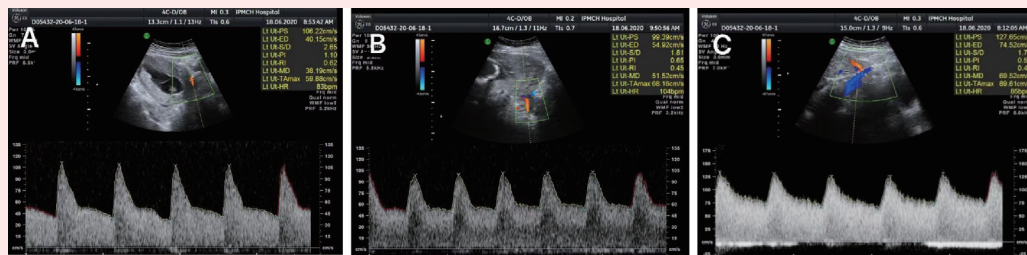


图2 孕期子宫动脉血流参数变化

A. 早孕期子宫动脉多普勒；B. 中孕期子宫动脉多普勒；C. 晚孕期子宫动脉多普勒

超声实时联合弹性成像技术在无创性诊断和定量评估慢性肝病肝脏纤维化中的作用

上海中医药大学附属曙光医院超声医学科 郑一君 郭佳

背景回顾

慢性肝病是指由于代谢异常、炎症、寄生虫、淤血性疾病等引起的肝脏持续性或间歇性炎症反应，临床如缺乏有效治疗，将引起肝脏进行性纤维化，最终导致肝硬化。目前在我国，病毒性肝炎仍是造成肝硬化的主要原因，但随着社会经济的迅速发展，生活方式的快速转变，非酒精性脂肪肝渐渐有取代病毒性肝炎，成为第一大肝病趋势。尽早发现肝脏纤维化，评估肝脏纤维化程度对阻止后期肝硬化的发生有重要的临床意义和社会价值。

几十年来，肝活检一直被用作肝纤维化分期的金标准。然而，肝活检是一种有创的检查方法，早期患者无法接受，而且需住院观察，费用较高，并存在一些风险。另外，由于可能存在采样误差，诊断精度受到一定限制，无法在早期肝脏损害的患者中广泛进行。因此，探索无创性评估肝纤维化的检查方法一直是近些年来临床研究的热点。

超声检查作为肝脏疾病诊断的重要工具，经过数十年的发展，已从最初的形态学成像发展到了分子生物学成像。其中超声弹性成像利用对感兴趣区施加一个内部（包括自身的）或外部的动态或者静态/准静态的激励，记录感兴趣区组织对该激励产生的回应，如位移、应变、速度的改变，从而间接或直接反映感兴趣区组织内部的弹性变化。众所周知，慢性肝病的肝脏内炎症细胞浸润、肝细胞坏死及肝脏纤维化是最主要的几个病理学特征，都会造成肝脏硬度的改变。因此，超声弹性成像被认为是目前最有希望用来无创性评估弥漫性肝纤维化，动态监测疗效的超声成像技术。

超声实时联合弹性成像技术的研究进展

目前基于横波的超声弹性成像方法主要有瞬态弹性成像(TE) (图1)、应变式实时组织弹性成像(RTE)和二维剪切波弹性成像(2D-SWE)等。在临床的实际应用中，他们各有优势，又各有不足。其中，TE为一维成像，对肝脏实质无法观察；RTE通过检测杨氏模量，反映组织的相对弹性应变，因

其需要施加外力或者被检测组织周围自身的心脏搏动、呼吸运动所产生的压力变化进行检测，所以目前该技术主要运用于表浅组织病变；2D-SWE作为众多指南中推荐的无创性评估肝脏纤维化的方法，虽然受到临床认可，但对慢性肝病患者肝脏同时存在的多种病理变化，测量结果的稳定性、可重复性及其效能还需进一步验证。另外，该方法在评估早期肝硬化的作用还不明确。因此，临床亟须一种全面、高效、简便、可重复性好、无创的全新弹性成像技术来实现对慢性肝病肝脏病理状况的评估。

新兴的超声实时联合弹性成像技术将 RTE 与 2D-SWE 两种弹性技术联合应用，有望利用应变力和横向剪切波这两种弹性成像技术的优点，降低肝脏间质炎症、细胞坏死及脂肪变性等病理变化对横向剪切波速在肝内传播时的影响，同时能很好地解决肝脏应变力弹性成像中应变力及形变量化的问题，理论上实现了一次弹性成像，就能为临床提供多项弹性指标检测的目标，如：剪切波传播速度(Vs)、衰减系数(ATT)、纤维化相关指数(F)和炎症相关指数(A) (图2、表1)。超声实时联合弹性成像通过多频率、多点位等技术追踪剪切波在慢性肝病肝脏中的传播速度，通过多种算法，反

复校正肝内炎症、细胞坏死及脂肪变性对传播途中剪切波速的影响，为临床提供一个可靠、客观、有价值的肝脏纤维化信息。该技术将有助于肝脏纤维化的早期诊断和治疗，对临床肝病治疗中的动态评估也有着重要意义。

超声实时联合弹性成像在慢性乙型肝炎肝硬化中的应用

虽然在“预防为主，防治结合”的指导下，我国乙型肝炎病毒的发病率得到了有效的下降，但仍是一个“乙肝大国”。据报道全球每三个HBsAg携带者中，就有一个是中国人，每年我国因原发性肝癌死亡的人数占全球55%。因此，病毒性肝炎仍是影响我国人群健康的主要疾病。常规二维肝脏超声检查是目前乙肝患者临床随访病情发展，发现早期肝癌的最常见手段，但对发现早期肝脏纤维化作用有限。一般认为正常肝脏弹性杨氏模量值为2.4~7.0 Kpa，该数值越大，提示肝脏质地越硬，纤维化程度越严重。但目前正常肝脏剪切波速度值(SWV值)还没有统一标准，但肝脏纤维化不同分期的限值如下：(1.079±0.150) m/s (F0-F1)，(1.504±0.895) m/s (F2)，(1.520±0.575) m/s (F3)，(2.552±0.782) m/s (F4)。已有不少研究证实了2D-SWE在评估乙肝肝硬化中的作用。但

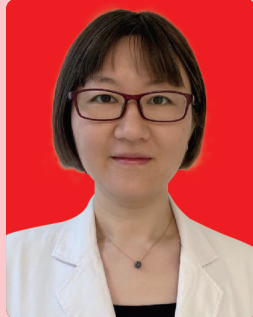
本研究团队及其他研究者均发现肝内炎症和细胞水肿会影响感兴趣区SWV值的测量——高估肝脏纤维化程度，如果联合实验室相关检查能提高临床对乙型肝炎早期纤维化的检出率。但2D-SWE检测结果的不稳定性及检测结果对操作者的依赖性，仍是影响了它在临床的广泛应用的重要因素。本研究团队利用超声实时联合弹性成像检测时发现，联合弹性成像所得数据较为稳定，可重复性也较高。临床SWV应用限值如下：<1.36 m/s (F0-F1)，1.36~1.50 m/s (F2)，1.50~1.67 m/s (F3)，>1.75 m/s (F4)时，预实验结果与病理结果具有较好的相关性。另外，联合弹性超声所提供的F值的可靠性，A值与乙型肝炎炎症程度存在一定的相关。

超声实时联合弹性成像在诊断早期非酒精性脂肪性肝炎(NASH)中的作用

由于我国乙型肝炎预防措施得力，母婴获得性HBsAg携带者明显减少，代谢性肝病的患者日益增多，特别是非酒精性脂肪性肝病(NAFLD)的发病率明显增高，约为29.2%。NAFLD作为全球最常见的慢性肝病，是西方国家肝移植的最主要原因。

NAFLD疾病谱包括单纯性脂肪肝(SS)、非酒精性脂肪性肝炎(NASH)、肝硬化及肝细胞癌。NAFLD的进展缓慢，病程常超过10年，早期NASH是临床治疗的关键时期，因此，早期、准确、简便地发现NASH，评估肝细胞脂肪变性程度和损伤对NAFLD的管理非常重要。因肝细胞脂肪变性及受试者皮下脂肪增厚，这些均会对传统超声弹性成像对NAFLD的检测效能产生不利影响。本研究团队的前期研究已证实虽然肝脏纤维化是影响NASH肝脏SWV值的重要因素，但脂肪肝的程度及肝脏内的炎症对它的影响还未明确，值得临床进一步探讨。超声实时联合弹性成像除了利用检测横向剪切波传播速度外，还联合了RTE计算感兴趣区形变率的方法，可以得到一定区域组织的整体弹性特征，有望较好地克服局部肝细胞脂肪变性及小叶间、汇管区炎症浸润对剪

专家简介



郑一君 副主任医师

现任上海中医药大学附属曙光医院超声中心主任助理。

主要研究方向：超声新技术在无创性诊断慢性肝病中的作用；超声新技术在异位妊娠诊断及治疗中的作用。

以第一作者或通讯作者在国内核心期刊及SCI发表论文10余篇，实用新型专利1项。

社会兼职：上海市社会医疗机构协会超声医学分会AI及远程超声专委会委员。

切波传播的影响，得到一个整体的检测结果，同时能为临床医生提供Vs、ATT、F和A等多项有效数值，为NAFLD的脂肪肝分度和疾病谱分期等提供了无创、简便、客观的检测手段。进一步验证这些数据在临床诊断和随访评估中的价值和意义，是本研究团队目前正在进行的重要工作。

超声实时联合弹性成像技术临床应用前景展望

简便、准确、无创、可重复性好、对操作者依赖性小是临床对一种检查方法美好期待。慢性肝病患者及临床医生都企盼联合了RTE和2D-SWE的联合超声弹性成像能充分利用这两种弹性成像的优势，综合2D-SWE从线上得到的剪切波数据及RTE从感兴趣区所得到的整体检测数据，为临床提供有价值的诊断信息。本研究团队期望联合弹性成像在将来能代肝脏穿刺活检成为诊断肝脏纤维化，评估肝脏炎症程度，发现早期NASH的金标准，并真正地做到：一次无创检查，获得多项有效检测参数的目的。这一目标的实现不仅能为慢性肝病患者减轻身心痛苦，而且能减少患者住院时间，缓解社会医疗资源紧张的局面，创造较好的经济和社会效益。

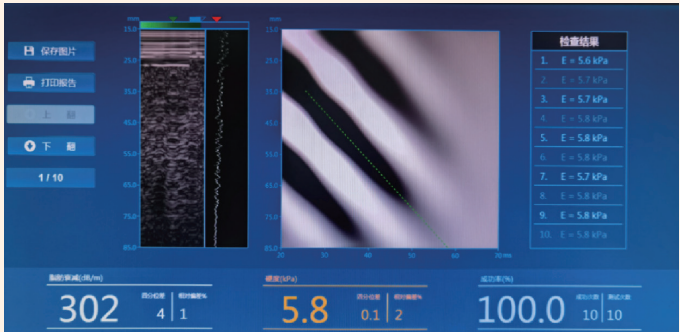


图1 肝脏瞬时弹性成像(Fibroscan)

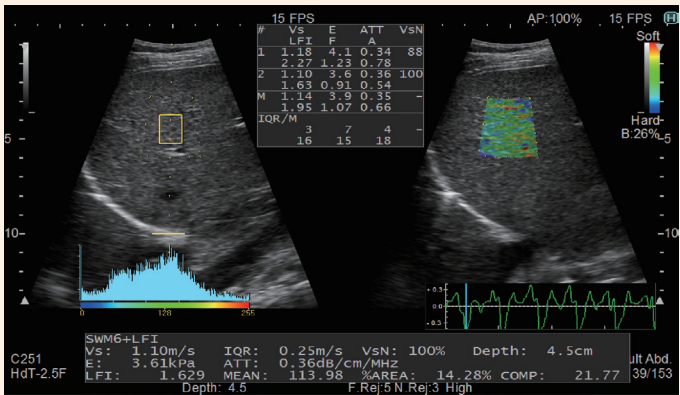


图2 联合两种弹性成像模式，快速实时同屏显示多类别肝脏弹性测算指标

同心战“疫”，共同守“沪” ——记录上海市第六人民医院超声医学科抗疫点滴



2022年的冬天疫情再次在上海卷土重来，在这场与时间赛跑、与病毒较量的战“疫”中，一双双坚定有力的手，温暖了被疫情“冰冻”的上海。这场战役里守望相助的每一个人，在他们共同努力下，“沉睡”着的上海终于“苏醒”，回归正常。

在口罩和防护服之下的

他们中，有这样一个群体，也许你在众多身影里唤不出他的姓名，但他们都有一个共同的身份——上海市第六人民医院超声医学科的医务

工作者。

当战役号角再次吹响，上海六院超声医学科医护工作者迅速集结，积极投身抗疫一

线，用行动诠释了六院人关键时刻大爱无私的奉献精神。徐汇院区派出多名医技人员前往方舱支援，大家不畏辛劳，一心抗疫，其中不乏党员同志，最终圆满完成任务，现已回到各自岗位继续工作。除此以外，徐汇院区超声医学科的同仁在应涛主任带领下，排除困难，积极救治每一位在院患者。



胡兵从事临床超声的诊断和研究工作，擅长泌尿科、胰腺肿瘤、甲状腺等疑难病症的诊断。现任上海超声医学研究所所长，上海市医师协会超声医师分会会长，中国超声医学工程学会介入超声专委会主任委员。历任中华医学会超声专业委员会副主任委员，中国医师协会超声医师分会副会长，中国超声医学工程学会副会长等。作为上海市第六人民医院（以下简称“六院”）超声医学学科带头人，同时也作为中国“超声之父”周永昌教授的传人，他不仅继承了周老严谨、踏实、务实的“超声文化”，还不断钻研治疗技术，将六院超声品牌辐射到长三角和云南等边缘地区，设身处地为患者着想，也正是因为他对患者的用心、对技术的专心，收获了患者及

同行一波又波的好评和认可。

医生的作用就是让老百姓恢复健康
“手灵巧，手术精致，对患者好。”

他的学生陈磊医生是这样评价他：老师艺高人胆大，前列腺癌激光消融手术一般都要2个医生配合着做，但是他一个人就能独立完成还游刃有余。他做的手术都偏“高精尖”。

“我是医生，为医而生。我排查每个潜在风险，愿为老百姓健康站岗放哨。”

“凉不凉啊，您稍微忍忍，一会儿就好了……”这句话他一说就说了几十年了。

“每天的工作很忙碌，但很充实。重复于每一件平凡小事，用心做好细节，我们的工作就会因为这些平凡而变得充满意义。”医生这个特殊的职业让他没

有过多的休息时间，他说：“患者和家属知道我在，也会安心些。”

在创新的道路上，他从未停下脚步

在临床医学界和社会上，六院腹部超声尤其是泌尿超声介入诊疗，拥有较高声誉，吸引全市、全国的疑难杂症患者纷至沓来。面对不同年龄段患者，他经过不断摸索，研究出了一套多指标评价尿道狭窄病情的方法，为手术方案的合理选择提供了依据，也给临床手术提供了新思维。他与引进的国家自然科学基金杰出青年获得者郑元义教授一起牵头与华中科技大学大合作，研发了国际首台套四肢断层超声成像诊断仪并进入临床研究应用，将其命名为UT（Ultrasound Tomography），有望在六院超声团队研发的中国第一台诊断超声的基础上，再创辉煌。

他常说：“只有熟稔传统的精髓，才

能全面继承；只有创新，才有更好的发展。只有为患者、为临床解决实际问题，超声才有价值。”他所做的一切，只为能治愈更多的患者。因为“医生”这个称谓，要用一生的仁爱、专业、执着去阐释。

每一次患者的“疼痛”，对于他来说就是一次新的“挑战”；每一次穿刺手术，对他来说就是一场“考验”。医者仁心，因为在意每一位患者，所以每次总能由病看到人，再由人回到病，将超声技术发挥到极致，为临床补充了很多可贵的治疗手段。

不忘初心 绽放荣耀之花

2022年8月16日下午，由上海市医师协会主办、上海市卫生健康委员会指导的上海市医师协会第二届第四次会员代表大会暨第二届理事会第六次全体理事会议 & 庆祝中国医师节颁奖大会在上海科学会堂顺利召开，他也受邀其中，并荣获第四届“仁心医者·上海杰出专科医师奖”荣誉称号。

这不仅是对他医德医风的肯定、医疗技术的肯定，更是对医院疗效的肯定，日后我们也将进一步提升医疗技术与服务，努力做到让每一位就诊的患者满意而归。

（上海市第六人民医院 诸晨琳 报道）



人工智能在甲状腺超声中的临床应用

上海中医药大学附属曙光医院超声医学科 陈蕊 海军军医大学附属长征医院超声科 赵佳琦

一、超声人工智能的研究现状

人工智能（artificial intelligence, AI）是研究开发用于模拟、延伸和扩展人类智能的理论、方法、技术与应用系统的交叉学科，旨在让机器能够像人一样学习、推理和自我修整。随着 AI 技术的日臻成熟和医学影像数字化的发展，AI 在医学领域得到了广泛的应用，主要包括疾病诊断、疗效评估、预后预测等方面。

在推动医学研究和 AI 的融合实践中，高度依赖机器操控和海量信息数据采集处理的医学超声影像学因其独有的实时动态特点，数据更为庞大和复杂，人工分析数据的工作量巨大且准确性易受人为主观因素影响。新兴的云存储、机器学习、语音和医学图像处理、卷积神经网络等计算机技术的飞速发展，推动了现代超声影像医学向智能医学的迈进，有望促进数字医疗发展，构建新的智能医疗模式。

在心脏超声方面，有研究显示 Heart model 自动分析软件的准确性接近心脏磁共振成像数据，且大大缩短了测量耗时。S-detect 技术在甲状腺结节、乳腺结节良恶性超声鉴别及局灶性乳腺病变评估中显示出较好的诊断性能，可用于协助超声医师做出合适的临床决策。迁移学习深度 CNN 模型在评估 B 型超声图像的肝脏脂肪变性方面显示出较高的灵敏度、特异度和准确度。在泌尿系统超声方面，有研究利用定量超声技术配合人工智能算法评估肾梗阻程度，结果显示 ROC 曲线下面积达到 0.942，灵敏度达 100%。除外常规超声人工智能应用，采用基于 AI 的放射组学策略，研究表明超声造影和 B 型超声图像经过深度学习分析能够准确预测肝细胞肝癌对经导管动脉化疗栓塞（transcatheter arterial chemoembolization, TACE）的治疗反应。因此，人工智能技术在超声各亚专业领域应用广泛。

二、人工智能在甲状腺超声诊断的应用现状

1. 甲状腺结节的诊断现状

超声检查是目前临床上筛查甲状腺病变的首选方法。无论是触诊发现，还是其他影像学提示的“甲状腺结节”均应行颈部超声检查了解病灶有无，还应明确病灶的数目、解剖位置、形态学特点、血供状态、与周围组织毗邻关系，以及是否有颈部淋巴结转移等。有研究表明，实性、低回声、边缘不规则、无晕环、微钙化、中央血管化、孤立性结节、不均匀、纵横比 >1 等均与甲状腺结节恶性特征显著相关，其中微钙化、边缘不规则、纵横比 >1 具有较高的诊断特异性（87.8%、83.1%、96.6%）。为规范甲状腺超声诊断，通过建立标准化用语词典及相应超声特征的运算规则，以甲状腺影像报告和数据系统（thyroid imaging reporting and data system, TI-RADS）分类标准提示甲状腺结节的良恶性，然而这种分类方法的准确度与医生的主观经验密切相关。即使通过细针穿刺抽吸（fine needle aspiration, FNA）、粗针组织穿刺活检（core needle biopsy, CNB）可获得相应病理结果，但仍存在一定的假阳性与假阴性，FNA 尚不能区分甲状腺滤泡状癌和滤泡细胞瘤等，CNB 虽然诊断效能优于 FNA，但未被纳入临床指南常规推荐，考虑原因在于 CNB 更易引起出血、针道转移等相关并发症。因此，甲状腺 AI 有望作为一种无创安全的辅助诊断工具，在甲状腺结节良恶性快速评估中发挥重要作用。

2. 目前临床用于甲状腺超声诊断的主要 AI 工具

（1）基于静态超声图片的计算机辅助诊断系统 计算机辅助诊断（computer-aided diagnosis, CAD）系统可以结合影像学、医学图像处理技术及其他可能的生理、生化手段，通过计算机分析辅助发现病灶，从而提高诊断准确率。CAD 大致可分为 4 个步骤：图像预处理、特征提取、分类器选择和输出结果。从传统机器学习到人工神经网络，再到深度学习网络（deep learning, DL），从数十到数百层的神经网络构建，CAD 系统越发高效、智能化。

由于超声诊断在一定程度上受诊断医师经验水平及知识能力的限制，工作量过大、医师疲劳状态也易造成诊断时对某些细微改变的疏漏，而 CAD 有助于纠正上述失误并弥补其不足。目前市售的甲状腺相关 CAD 系统主要

有安克侦、S-Detect、AI-SONIC™ Throid 等。其中，安克侦主要在良、恶性病变特征的预设下，通过计算机对结节区域的超声特征进行量化，从而预测结节良恶性，其诊断敏感性与具有 5 年经验的超声医师相似；S-Detect 是已被集成入超声诊断仪的 CAD 系统，诊断敏感性与资深超声医师相似，具有基础超声技能的医师联合 S-Detect 的诊断准确率可提高 6%，但其特异性较低。AI-SONIC™ Throid 是目前国内自主研发的深度学习框架所构建模型，主要基于甲状腺病变的超声特征，采用计算机技术对结节内部囊实性成分、回声强度、边界清晰度、形态规则度、钙化程度、形状、纹理异质度等进行智能化恶性风险判读，具有与高年资医师相似的诊断效能，能有效提高低年资超声医师的诊断准确率。近年来多次开展的人机竞技读片交流会上，甲状腺超声机器人辅助超声医师在短时间内诊断甲状腺结节良、恶性的准确率基本达到主治医师以上水平，表明超声机器人可以接收甲状腺超声图像，即时生成检查结果，标注结节位置和尺寸，有效识别超声影像特征，从而缓解超声医师的工作压力。

（2）基于动态超声影像的人工智能辅助诊断系统 随着 AI 技术在医疗领域的发展及应用，基于静态超声图片的 AI 超声智能辅助诊断系统的应用虽然准确、方便、快捷，但静态超声图片的采集依然受到多因素影响，新兴的动态 AI 可从多层面多角度对甲状腺结节进实时同步动态分析，对结节性质进行即时判定，进一步提高了诊断效能。有研究显示，应用动态 AI 对 346 枚甲状腺结节良、恶性进行判断，其灵敏度、特异度、准确率分别为 88.5%、76.5% 和 85.0%，与术后病理学检查结果有较高一致性（ $Kappa=0.643$, $P<0.01$ ）；在术前行 FNA 检查的 223 枚结节中，动态甲状腺超声 AI 辅助诊断系统在灵敏度（94.6%）和准确率（91.5%）已十分接近术前 FNA 检查（95.6%、94.6%），并且适用于开展 FNA 难度较大的偏远或基层医院，充分发挥出无创、高效、便捷、可重复的优势，医师学习周期短，有利于节约医疗资源及社会成本。

三、展望与不足

在日常超负荷工作量和复杂高风险的检查压力下，超声 AI 系统能优化检查流程、规范诊断标准、缩短检查与报告时间，显著提高超声医师的诊断信心和工作效率。可以预见 AI 在未来助力超声诊断与治疗技术、人才培养等方面具有广阔的创新与发展前景。但普及应用仍面临着一些问题；首先，AI 医疗的关键在于医疗数据平台的建立，做好超声图像实时数据的有效存储和管理，方能为构建诊断系统提供样本量大、利用率高的数据资料；其次，AI 若能进一步应用于甲状腺弥漫性病变之间的区分，或许能为合并弥漫性病变的甲状腺结节诊断提供更多的帮助，从而使甲状腺超声 AI 诊断领域的应用向更高准确性、更强适应性的方向发展。

专家简介



赵佳琦 副教授

医学博士，硕士研究生导师。现任上海长征医院超声科副主任医师、副教授。

主要从事浅表器官及血管等超声诊断，研究方面主要是超声人工智能应用。

在相关领域发表 SCI 及核心期刊论文 50 余篇，主持国家自然科学基金、上海自然科学基金等各类课题 8 项。

学术兼职：国家卫生健康委委员会能力建设和继续教育超声医学专家委员会急危重症组委员，中国医学装备协会超声装备技术分会战创伤与急症超声专业委员会副主任委员，中国抗癌协会肿瘤超声治疗委员会第一届青年委员会副主任委员，中国康复医学会疼痛康复专业委员会超声介入学组副组长，中华医学会超声医学分会青年委员上海市社会医疗机构协会超声医学分会常委兼人工智能级远程超声专委会主任委员，上海市医学会超声医学专科分会委员兼秘书，上海市科技专家库成员。

超声医学专刊长期合作伙伴

Canon

esaote
百胜医疗

CHISON 祥生

SUPERSONIC
imagine
声科影像

FUJIFILM



基于超声图像的骨骼肌损伤修复的定量评估 ——1 项应用计算机辅助诊断技术及改良的超声造影半定量 评分系统定量评价骨骼肌损伤的动物实验研究

【据《International Journal of Experimental Pathology》2022 年 4 月报道】题：基于二维超声的计算机辅助分析技术结合改良的超声造影半定量评分系统对骨骼肌损伤变化的定量评估——1 项挫伤模型的实验研究（中国上海海军军医大学附属长征医院 作者 Zhao Jiaqi 等）

近年来，肌骨超声在评估骨骼肌肉系统疾病中的应用日益增多。在评估骨骼肌损伤和修复方面，因其高分辨率、实

时动态、低检查成本、可重复性强及使用方便快捷等优势，明显优于其他影像学方法。已有学者尝试通过超声来对肌肉损伤做出定量诊断，但目前相关研究主要基于二维超声图像。本研究通过提取二维超声图像内的表征纹理信息，并结合改良的超声造影半定量评分系统对兔骨骼肌挫伤模型的微灌注情况进行定量评估，以期计算机辅助图像处理技术在骨骼肌损伤修复中的临床应用提供动

物实验依据。

构建兔骨骼肌挫伤模型，分别对挫伤 1 h、1 d、3 d、7 d、14 d、21 d、28 d 的挫伤模型及对照组兔子的骨骼肌进行二维超声及超声造影检查。采用多尺度斑块纹理特征的方法从二维超声图像中提取 8 个纹理特征（纹理灰度均值、纹理灰度标准差、纹理致密性、纹理基元形状不规则度、纹理基元平均大小、纹理分布均匀性、纹理分布的方向性、纹理分布的周期性），进行肌

纹理定量分析。使用改良的半定量评分系统对超声造影表现进行半定量分级（0 表示无增强，1 表示低增强，2 表示等增强，3 表示高增强）。

结果发现：挫伤后 1 h、1 d、3 d、7 d 的兔骨骼肌 8 个超声纹理特征参数明显高于对照组。挫伤后第 14 d，除纹理分布的方向性外的其他 7 个参数均明显高于对照组。挫伤后第 28 d，挫伤组的纹理灰度均值、纹理灰度标准差和纹理分布的周期性也明显高于对照组。挫

伤区的微循环在伤后的第 7 天至第 21 天有所增加，但在第 28 天有所下降。

研究结果提示：基于二维超声图像的超声纹理定量分析技术能够反映肌肉损伤修复不同时期的纹理特征差异。改良的超声造影半定量评分系统可以显示损伤区微循环的重建过程。为构建骨骼肌损伤定量分析与评价体系提供了科学依据。

（上海中医药大学附属曙光医院 赵璐璐 编译）

上接第 3 版

断价值相近。

CEUS 可确认肝肿瘤的活性区、变性或坏死区，在肝肿瘤活检中具有重要作用。超声造影引导下穿刺活检可作为鉴别良、恶性肿瘤金标准。常规超声或 CT 引导下穿刺活检存在假阴性，超声造影可引导穿刺肿瘤活性区，提高活检诊断率，减少穿刺次数，降

低出血等并发症。

三、展望

CEUS 在肝局灶性病变诊断及治疗中具有重要价值。随着医学影像技术的发展，CEUS 与 MRI 多影像融合成像及与人工智能结合等技术研究应用，使其在肝脏疾病诊断治疗中发挥更大的作用，具有广阔的应用前景。

附：

病例一：肝内胆管细胞癌超声诊断 1 例（图 1-4）

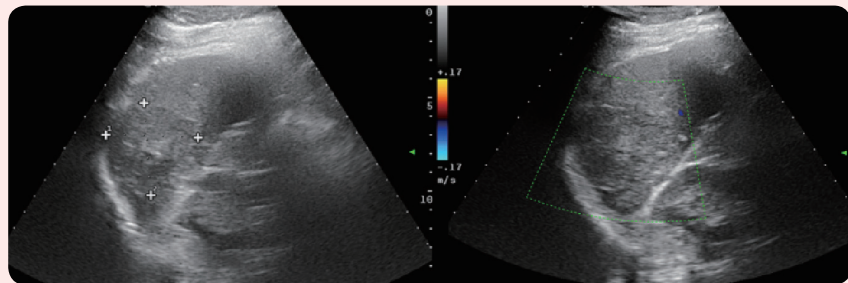


图 1 肝右叶占位灶，大小约 48.4 mm × 49.3 mm × 42.0 mm，CDFI：内未见明显血流信号

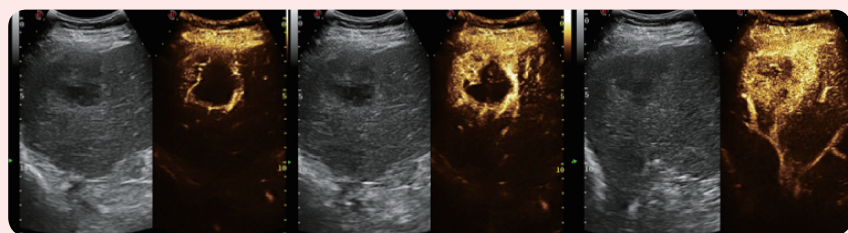


图 2 超声造影动脉期快速环状增强，门脉期及消退期消退呈低增强，内部散在无增强

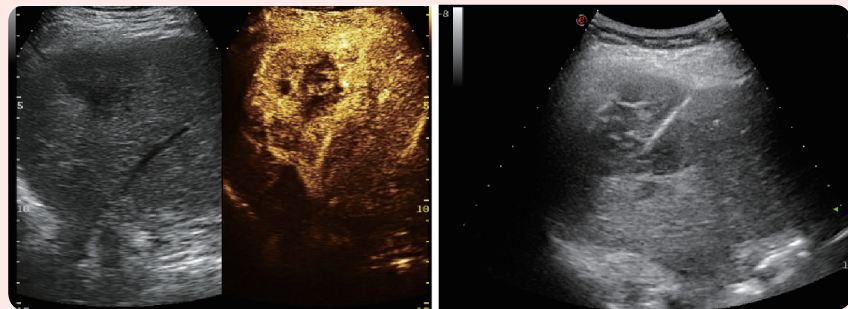


图 3 肝右叶占位灶超声造影引导穿刺活检

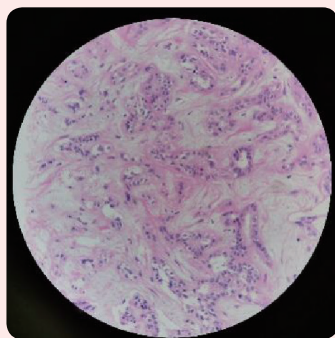


图 4 病理结果提示胆管细胞癌可能。免疫组化结果：CK7（+），CK19（+），CK20（-），P53（野生型表达），Ki-67（约 10%+），Villin（弱+），特染（酶标）结果（2021-0246）：Masson 三色（+），网状（+），普鲁士蓝（-）

病例二：超声引导下肝肿瘤射频消融治疗 1 例（图 5-7）

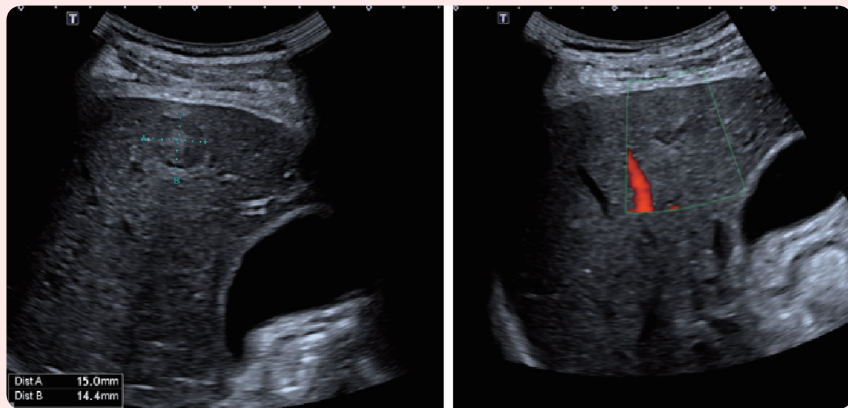


图 5 患者，男，64 岁，慢性乙型肝炎 20 年余，发现肝右叶占位灶 1 周

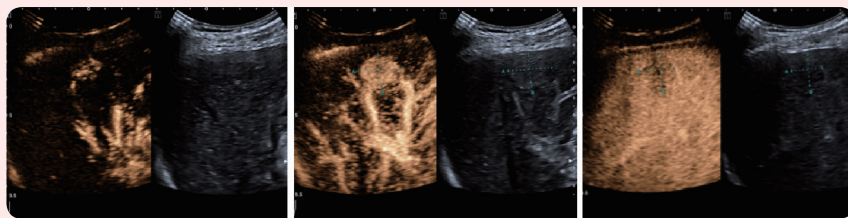


图 6 超声造影呈动脉期高增强，门脉期及延迟期消退呈低增强，考虑 HCC 可能

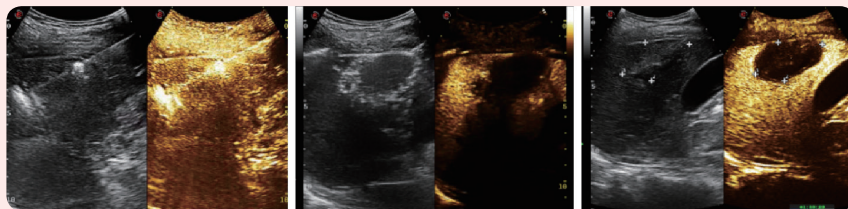


图 7 超声造影引导下肝肿瘤射频消融、术后即刻及术后 1 周超声造影评估