

超声衍生脂肪分数评估代谢相关脂肪性肝病 中国专家共识(2025 版)

中华医学会超声医学分会, 国家老年疾病临床医学研究中心, 国家传染病医学中心, 复旦大学超声医学与工程研究所, 上海超声诊疗工程技术研究中心, 上海市医学会超声医学分会, 上海市医师协会超声医师分会, 中国女医师协会超声专业委员会

摘 要 代谢相关脂肪性肝病是我国乃至全球慢性肝病的主要原因之一, 早期无创诊断分级和及时干预对评估病情、延缓病程进展至关重要。近年来, 基于超声的肝脏脂肪变性程度无创评估技术备受关注。超声衍生脂肪分数(UDFF)是新兴的肝脏超声脂肪定量技术, 通过分析肝组织反射的射频信号, 计算脂肪组织百分比值, 量化肝脏脂肪变性程度。该技术在评估肝脏脂肪变性方面具有显著应用潜力, 但现有应用规范推荐尚不能满足临床实际需求。为进一步规范其临床应用, 中华医学会超声医学分会、国家老年疾病临床医学研究中心、复旦大学超声医学与工程研究所等机构联合超声科、内分泌科、放射科和肝病学等全国肝病领域多学科专家, 结合当前 UDFF 技术的最新临床应用进展, 制定《超声衍生脂肪分数评估代谢相关脂肪性肝病中国专家共识(2025 版)》。本共识在明确疾病定义、理解 UDFF 技术原理基础上, 规范其临床适用范围及应用场景, 从检查前准备、操作过程、测量次数、结果表达形式、质量控制及影响因素等各个方面优化技术操作流程。同时, 本共识总结现有临床研究结果, 旨在确保 UDFF 技术在临床应用中的规范性。

关键词 代谢相关脂肪性肝病; 超声衍生脂肪分数; 肝脏脂肪变性; 专家共识

Chinese expert consensus on the use of ultrasound derived fat fraction in the assessment of metabolic dysfunction-associated steatotic liver disease (2025 Edition)

Chinese Society of Ultrasound in Medicine, National Clinical Research Center for Aging and Medicine, National Medical Center for Infectious Diseases, Institute of Ultrasound Medicine and Engineering of Fudan University, Shanghai Engineering Research Center of Ultrasound Diagnosis and Treatment, Shanghai Medical Association Ultrasound Medicine Branch, Shanghai Medical Doctor Association Ultrasound Physician Branch, Ultrasound Professional Committee of the Chinese Women Doctors Association

ABSTRACT Metabolic dysfunction-associated steatotic liver disease (MASLD) has become one of the leading causes of chronic liver diseases in China and even globally. Early non-invasive diagnosis and grading MASLD, along with timely intervention, are crucial for assessing the disease condition and slowing the disease progression. In recent years, non-invasive techniques for assessing liver steatosis content based on ultrasound have attracted significant attention. The ultrasound derived fat fraction (UDFF) is an emerging quantitative technique for liver fat assessment using ultrasound, which calculates the percentage value of the fat content by analyzing the radiofrequency signals reflected from the liver tissue, thereby quantifying the degree of liver steatosis. UDFF shows significant potential in assessing liver steatosis. However, the current application guidelines based on

基金项目: 上海市科技攻关计划 (22Y11911500); 复旦大学附属华山医院临床研究基金 (2024-YN006); 中华医学会超声医学分会第二届超新星研究基金项目 (Z-2023-49-2401); 上海市卫健委卫生行业临床研究专项临床专项面上项目 (202340087); 国家自然科学基金重点项目 (82430064)

通讯作者: 丁红, Email: ding_hong@fudan.edu.cn; 徐辉雄, Email: xu.huixiong@zs-hospital.sh.cn

本共识已在国际实践指南注册与透明化平台注册 (PREPARE-2025CN1296); 同步发表在《中华超声影像学杂志》, 2025, 34(12): 1033-1045.

DOI: 10.3760/ema.j.cn131148-20251009-00541

this technology do not yet fully meet the clinical needs. To further standardize its clinical application, institutions such as the Ultrasound Medicine Branch of the Chinese Medical Association, the National Clinical Research Center for Aging and Medicine, and the Institute of Ultrasound Medicine and Engineering of Fudan University, together with multidisciplinary experts in ultrasound, endocrinology, radiology, and hepatology from across China have formulated this “Chinese expert consensus on the use of ultrasound derived fat fraction in the assessment of metabolic dysfunction-associated steatotic liver disease (2025 edition)” based on the latest clinical application advances of the UDFF technology. This consensus standardizes the clinical scope of application and scenarios of this technology. It optimizes the technical operation process in various aspects, including pre-examination preparation, the operation process, quality control, the number of measurements, result presentation format, and influencing factors as well. Meanwhile, it summarizes current clinical research results, aiming to ensure the standardization of the UDFF technology in clinical applications.

KEY WORDS Metabolic dysfunction-associated steatotic liver disease; Ultrasound derived fat fraction; Liver steatosis; Expert consensus

代谢功能障碍相关脂肪性肝病 (metabolic dysfunction-associated steatotic liver disease, MASLD) 亦称代谢相关脂肪性肝病, 已成为中国乃至全球慢性肝病的主要病因之一。依据 2023 年最新发布的诊断标准^[1], MASLD 的诊断需满足肝脏脂肪变性伴随至少一项代谢性危险因素 (例如肥胖、2 型糖尿病、血脂异常等)。根据 2025 年版亚太肝病学会 (Asian Pacific Association for the Study of the Liver, APASL) 临床实践指南提供的数据, 亚太地区 MASLD 的患病率介于 28% ~ 40%^[2-4]。中国的一项研究报告^[5]显示 MASLD 总体患病率为 37%, 男性高于女性 (46% vs. 24%), 并且随着年龄的增长, 患病率逐渐增高。

MASLD 的存在不仅增加了肝硬化和肝细胞癌的风险, 还与心血管疾病、慢性肾脏病等肝外疾病紧密相关, 从而导致了显著的经济和社会负担^[6]。在中国, MASLD 的防控面临诊断技术普及不足、地区差异显著、数据存在缺口及公众认知度较低等多重挑战。因此, 开发无创诊断工具显得尤为关键。肝脏中脂质的积累会导致 MASLD 进展为代谢相关脂肪性肝炎 (metabolic dysfunction-associated steatohepatitis, MASH)^[7-9]、肝纤维化或肝硬化, 但随着肝纤维化发展为进展期纤维化或肝硬化时, 肝脏脂肪反而减少, 这种现象被称为“燃尽型”MASH^[10]。肝脂肪含量的变化与 MASLD 的疾病进展和预后密切相关。在进展期肝纤维化或肝硬化患者中, 脂肪变性等级低可能与肝相关事件和死亡风险增加相关^[10]。早期诊断 MASLD 并及时进行干预, 对延缓病程发展至关重要。肝脏穿刺活检是诊断的金标准, 但其为有创操作, 临床接受度受限^[11]。超声衍生脂肪分数 (ultrasound derived fat fraction, UDFF) 作为一种无创性评估肝脏脂肪变性的超声技术, 在 MASLD 的防控领域展现出巨大的应用潜力。

近年来, 中华医学会肝病学分会^[12]、APASL^[2]、欧洲肝病学会 (European Association for the Study of the Liver, EASL)、欧洲糖尿病学会 (European Association for the Study of Diabetes, EASD) 及欧洲肥胖学会 (European Association for the Study of Diabetes, EASO)^[13]相继发布了代谢相关脂肪性肝病的最新版诊疗指南 (表 1)。其中, 超声检查被认为是影像学定性诊断脂肪肝首选的检查手段。磁共振质子密度脂肪分数 (magnetic

resonance imaging proton density fat fraction, MRI-PDFF) 和磁共振波谱成像 (proton magnetic resonance spectroscopy, ¹H-MRS) 类似, 可作为无创评估肝脏脂肪含量的“金标准”替代方法, 并被推荐用于患者风险分层。受控衰减参数 (controlled attenuation parameter, CAP) 搭载于 FibroScan (EchosensTM), 通过振动控制瞬时弹性从而测量超声衰减程度, 可用于无创评估慢性肝病患者肝脏脂肪含量^[14]。MRI-PDFF 技术在诊断和定量肝脏脂肪含量方面被认为优于 CAP 技术, 然而由于其无法进行床旁检测以及成本较高, 其普及程度受到了限制。UDFF 技术作为一种新兴的肝脏脂肪定量检测技术, 通过分析肝组织反射的射频信号, 获得肝脏衰减系数和背向散射系数, 并结合专有算法, 将参考模型数据整合至超声系统中, 计算出与 MRI-PDFF 测值单位相同的百分比值, 以量化肝脏脂肪变性的程度。在评估肝脏脂肪变性方面, 现有研究表明 UDFF 具有较好的应用前景。随着 UDFF 技术在临床应用中的日益普及, 国内外出现了越来越多基于循证医学原则的高级别证据。为了进一步规范 UDFF 技术的临床应用, 中华医学会超声医学分会、国家老年疾病临床医学研究中心、国家传染病医学中心、复旦大学超声医学与工程研究所、上海超声诊疗工程技术研究中心、上海市医学会超声医学分会、上海市医师协会超声医师分会、中国女医师协会超声专业委员会联合全国肝脏领域包括超声科、内分泌科、放射科和肝病学等多学科专家, 在查阅专著文献、总结专家经验、整合 MASLD 临床诊治和最新研究进展的基础上制定《超声衍生脂肪分数评估代谢相关脂肪性肝病中国专家共识 (2025 版)》(以下简称本共识), 目标人群为 MASLD 患者, 旨在保证各级医疗机构超声科医师在临床应用中使用 UDFF 技术的规范性。本共识也将综合各方面意见定期更新, 以保证时效性和准确性。

一、文献检索策略及推荐意见形成方法

检索 PubMed、Embase、Cochrane Library 等国际权威医学文献数据库及循证医学资源, 以 “ultrasound derived fat fraction” “metabolic dysfunction-associated fatty liver disease” “steatotic liver disease” 和 “ultrasound” 等英文关键词进行文献检索。为确保检索结果的准确性和全面性, 检索中国知网、万方数据库等

表1 MASLD临床实践指南中超声相关内容

指南名称	作者	超声评估相关内容
代谢相关(非酒精性)脂肪性肝病防治指南(2024年版) ^[12]	中华医学会肝病学分会	常规超声是影像学诊断脂肪肝以及筛查和监测肝细胞癌的首选方法;瞬时弹性成像检测的CAP和肝脏弹性值可用于慢性肝病患者脂肪肝和肝纤维化的无创诊断与评估
2020 APASL代谢相关脂肪性肝病临床实践指南 ^[2]	Eslam M, Fan JG, Yu ML, 等	推荐腹部超声作为 MASLD 影像学检查的一线诊断方法,通常足以检测肝脂肪变性;振动控制瞬时弹性成像测量的CAP若可用,可能比超声检查更敏感
2024年EASL/EASD/EASO临床实践指南:代谢相关脂肪性肝病的管理 ^[13]	EASL, EASD, EASO	超声是脂肪肝影像学检查的首选诊断方法,适用于中度和重度肝脂肪变性。肝纤维化筛查推荐采用多步骤策略,首先采用无创血清学评分,如Fibrosis-4指数(FIB-4);随后在高危人群中,使用影像学技术如肝弹性成像进一步明确肝纤维化分期诊断

MASLD:代谢功能障碍相关脂肪性肝病;APASL:亚太肝病学会;EASL:欧洲肝病学会;EASD:欧洲糖尿病学会;EASO:欧洲肥胖学会;CAP:受控衰减参数

中文文献数据库,采用主题词与自由词相结合的检索模式,关键词包括“超声衍生脂肪分数”“代谢相关脂肪性肝病”和“超声”等。检索时限为建库至2025年6月30日,初步筛选相关文献后,通过审查标题和摘要排除不相关文献,并对剩余文献进行全文审阅,依据文献的质量、可靠性和实用性进行进一步筛选和评估。最终,选择符合共识编写标准、具有代表性和价值的文献进行深入分析,形成证据总结表,结合证据总结与临床实际起草推荐意见。本共识的形成是基于对现有文献的综合分析,并结合编写组专家长期的临床实践经验。推荐意见的形成采用了专家投票机制,具体流程:每位专家对每条意见进行投票,可选择同意、不同意或弃权;计算同意票数占比,若>95%,则视为一致同意;若为75%~95%,则视为广泛同意。本共识以GRADE为核心框架^[15],以《牛津循证医学中心分级2011版》为补充参考确定证据分级和推荐意见制定,对推荐意见赋予相应的推荐强度(附表1,2)。

二、MASLD的名称演变

自1980年Ludwig等^[16]首次提出非酒精性脂肪性肝病(non-alcoholic fatty liver disease, NAFLD)以来,该病逐渐成为全球范围内慢性肝脏疾病的主要原因之一。NAFLD以肝脂肪变性为特征,排除了酒精和其他已知的肝损伤因素。然而,该

命名存在局限性,未能充分揭示疾病的核心驱动机制——代谢功能障碍。2020年初,国际专家小组提出将NAFLD更名为代谢功能障碍相关脂肪性肝病(metabolic dysfunction-associated fatty liver disease, MAFLD),并发布了关于MAFLD新定义的国际专家共识声明和诊断标准^[17]。MAFLD的诊断标准是肝细胞脂肪聚集(肝脂肪变性),以组织学(肝活检)、影像学及血液生物标志物为证据,并且满足以下3项条件之一:超重/肥胖、2型糖尿病、代谢功能障碍。相比NAFLD,MAFLD更强调脂肪肝合并代谢问题,从一种排除性疾病转变为一种肯定性疾病诊断。2023年以美国肝病协会为首的多学会声明建议将MAFLD(F: fatty, 肥胖的)更名为MASLD(S: steatotic, 脂肪变性)。将脂肪性肝病(steatotic liver disease, SLD)根据是否存在心脏代谢风险因素或其他可识别的病因进行区分,强调了代谢异常在疾病发生和发展中的关键作用,特别是心脏代谢风险因素^[1,18]。根据中华医学会肝病学分会建议,英文术语MAFLD和MASLD均翻译为“代谢相关脂肪性肝病”,三者区别见表2。肝脂肪变性是MASLD疾病的初始阶段,应用影像学手段早期无创识别肝脂肪变性有助于早期筛查MASLD,及时干预,从而降低后续治疗成本。此外,提升早期诊断的简便性与精确性,结合无创长期动态监测技术,是MASLD防治的关键环节。

表2 NAFLD、MAFLD和MASLD的区别

名称	命名时间	命名核心逻辑	诊断标准	临床意义
NAFLD	长期使用的传统命名	以“排除酒精因素”为前提(饮酒量男性<140 g/周,女性<70 g/周)	需满足:①排除过量饮酒;②存在肝脏脂肪变性(影像学或组织学证据);③排除其他肝病病因	可能遗漏合并少量饮酒但存在代谢问题的患者,且“非酒精”标签可能导致对疾病与代谢关联的忽视
MAFLD	2020年专家共识首次提出,2023年欧洲肝病学会正式确立	以“代谢异常”为核心诊断标准,无需排除酒精因素	允许合并其他肝病(如病毒性肝炎、过量饮酒),需满足肝脏脂肪变性证据以及任何1项代谢条件:①超重/肥胖(BMI≥25 kg/m ²);②2型糖尿病;③代谢综合征(如腰围、血脂、血压、血糖异常等)	扩大了疾病覆盖范围,更利于早期识别合并代谢异常的患者(如糖尿病、肥胖人群),推动临床从“排除诊断”转向“主动筛查代谢因素”,优化干预策略
MASLD	提出时间晚于MAFLD,与MAFLD本质一致,为同一疾病代谢相关脂肪性肝病不同译名,部分文献中更强调“代谢功能障碍”的核心机制	与MAFLD同义,更突出“代谢功能障碍”是疾病发生的根本驱动因素,两者临床特征和预后方面具有高度一致性	基于肝脏脂肪变性,合并5项心脏代谢危险因素中的任何1项(包括超重/肥胖、高血压、糖尿病前期或2型糖尿病、血脂异常等)诊断为MASLD。将MASLD合并酒精相关性肝病分类为“MetALD”(代谢功能障碍与酒精相关性肝病)。	与MAFLD相同,通过强调“代谢功能障碍”,引导临床更关注疾病的代谢根源,促进综合管理(如控制血糖、血脂、体质量等)

NAFLD:非酒精性脂肪性肝病;MAFLD:代谢功能障碍相关脂肪性肝病;MASLD:代谢功能障碍相关脂肪性肝病;BMI:体质指数

三、超声评估肝脏脂肪变性的技术

超声检查具有无创、便捷、实时、普及性高等优势,目前已被各大临床实践指南^[2,12-13]推荐为评估 MASLD 首选影像学检查方法。超声用于评估肝脂肪变性的技术可分为定性、半定量及定量三种类型。定性检查主要依据图像的特征(肝回声强弱、后方回声衰减程度、肝脏和肾皮质回声的对比、肝内血管、胆管及膈肌的清晰度)进行判断,并可分为轻、中、重三级。但其不足之处在于容易受仪器和操作人员主观因素影响,重复性受限,且对于轻度肝脂肪变性敏感度低。在半定量评估方法中肝肾指数(hepatorenal index, HRI)最为常用,该指数通过计算同一深度的肝实质和肾实质的感兴趣区(region of interest, ROI)回声强度的比值而得出,虽一定程度上可以避免因操作人员的主观因素影响,但由于仪器调节、增益补偿、测量深度等不同,对脂肪变性的诊断阈值结果仍有差异^[19]。

近年来,超声定量检测技术发展迅速,主要包括测量衰减系数的技术、基于背向散射系数的技术和测量声速变化的技术。其中测量衰减系数的技术分为基于 FibroScan 系统(无可视引导)的 CAP 和基于超声成像系统的衰减系数,后者包括超声衰减分析(ultrasound attenuation analysis, USAT)、衰减成像(attenuation imaging, ATI)、衰减系数(attenuation coefficient, ATT)等。这些技术所获取的测量结果与病理学金标准和 MRI-PDFF 具有较高的相关性,且在不同操作人员间和操作人员内都具有较高的可重复性,因此适用于临床研究的纵向随访。然而,这些技术的测量结果以 $\text{dB} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{MHz}^{-1}$ 单位展示,由于各技术所用探头频率等不同,不同衰减技术的测值不能直接比较,目前也无公认的诊断推荐值,且与无创替代金标准的 MRI-PDFF 测值的单位也不一致,因此在临床医师及患者理解方面、与金标准的对标比较等方面均受到限制^[20]。新一代定量超声脂肪评估技术通过综合分析回波射频信号中的衰减系数和背向散射系数,得出直接反映肝脏脂肪含量的声学脂肪分数(即 UDFE)。该参数与 MRI-PDFF 测值单位相同且呈线性相关,便于进行诊断和对照分析。目前,采用该联合方案得到超声脂肪分数的技术包括定量超声脂肪分数(ultrasound-based fat fraction, USFF)技术和 UDFE 技术,其中 UDFE 技术使用更为广泛。

四、UDFE 技术原理

UDFE 技术集成于常规超声诊断系统中,实现了对肝脏脂肪含量的无创量化评估。在超声波穿透人体组织的过程中,其与组织的相互作用产生的回波信号包含丰富的信息。UDFE 技术通过对肝脏组织回波射频信号进行深入分析,提取出包括衰减系数和背向散射系数等关键信息,这些参数反映了肝脏组织的成分特征。衰减系数描述了超声波在传播过程中的能量递减现象,该现象与组织的物理特性紧密相关。在肝脏组织中,脂肪含量的增加会导致超声波衰减系数的升高。背向散射系数则描述了超声波在遇到组织中不同结构和成分时产生的背向散射现象。肝脏中的脂肪细胞等成分会引起特定的背向散射,且该散射程度与脂肪含量呈正相关,背向散射系数亦会随脂肪含量的增加而增大。UDFE 技术通过对肝脏组织中衰减系

数和背向散射系数进行综合分析,并结合特有的专利算法,将衰减系数与背向散射系数通过线性最小二乘拟合算法,最终计算出精确反映肝脏脂肪含量的 UDFE,该值以百分比形式展现,直观反映了肝内脂肪在肝脏组织中的比例。UDFE 随着肝内脂肪含量的增加而升高,与 MRI-PDFF 呈线性关系,而衰减系数、背向散射系数单独分析时,与 MRI-PDFF 并非完全呈线性关系^[21-22]。UDFE 与 MRI-PDFF 在判断肝脏脂肪变性程度方面具有相似的临床价值,且具有使用场景灵活、操作简便和经济实惠等优势。

五、UDFE 技术的适用范围

(一)临床实践指南推荐肝脂肪定量的应用场景

结合最新临床实践指南^[2,12-13],对进行肝脂肪含量检测评估的对象均聚焦于代谢风险较高的人群,包括 2 型糖尿病患者、超重/肥胖($\text{BMI} \geq 25 \text{ kg/m}^2$)、具有代谢综合征(腰围、血压、血脂异常等)或肝功能异常(丙氨酸氨基转移酶和天冬氨酸氨基转移酶水平超过正常参考范围上限)者,旨在通过筛查高风险个体实现疾病早诊断、早干预(表 3)。2025 年美国糖尿病协会(American Diabetes Association, ADA)发布的“糖尿病合并 MASLD 筛查和早期干预共识报告”^[23]建议对所有血糖异常(包括糖尿病前期和 2 型糖尿病)患者,尤其是合并超重/肥胖的个体进行 MASLD 筛查。APASL 指南^[2]和 ADA 指南^[23]均指出无创评估技术(例如 CAP 技术)的灵敏度优于灰阶超声,可作为常规超声的有效补充检测手段;EASL-EASD-EASO 联合指南^[13]明确其可定量检测肝脏脂肪含量并分级,用于制定个体化方案;中华医学会肝病学会指南^[12]则强调其在评估疾病进程中的价值。各大指南均认可 CAP 技术在肝脏脂肪含量检测中的重要性,尤其适用于需要更精准量化或超声敏感性不足的情况。UDFE 技术与 CAP 技术同属于脂肪定量技术,已有研究^[21-22]对比了 UDFE 技术与 CAP 技术,证实了 UDFE 与 MRI-PDFF 的相关性更强,在不同程度的肝脂肪变性中展现了更卓越的诊断能力。Wang 等^[24]以 MRI-PDFF 为参考标准,发现 UDFE 在诊断轻度($\geq \text{S1}$)、中度($\geq \text{S2}$)和重度(S3)肝脂肪变性中的曲线下面积(area under curve, AUC)分别为 0.99、0.96 和 0.97,均优于 CAP。

推荐意见 1:常规腹部超声作为筛查脂肪肝的首选影像学定性诊断方法,适用于中度和重度肝脂肪变性患者(推荐强度:A. 强烈推荐)。

推荐意见 2:建议对 2 型糖尿病患者、肥胖患者等具有代谢综合征风险的人群、不明原因肝功能异常患者进行肝脂肪变性的超声筛查,推荐使用 UDFE 技术定量评估肝脂肪变性的程度(推荐强度:B. 中等强度推荐)。

(二)UDFE 技术推荐的应用场景

1. 临床诊断领域

(1)MASLD 筛查:全球范围内, MASLD 等肝脏脂肪变性疾病的发病率较高。UDFE 技术能够实现快速、无创的肝脏脂肪含量评估,辅助医生在早期阶段识别肝脏脂肪变性,例如在常规体检或因其他疾病就诊时,对疑似肝脏脂肪问题的患者进行

表3 临床实践指南中建议进行肝脂肪含量筛查的评估对象

指南名称	推荐评估对象	推荐筛查指标	一线诊断方法	推荐无创评估技术	无创评估技术(金标准)
代谢相关(非酒精性)脂肪性肝病防治指南(2024年版) ^[12]	建议对肥胖者、2型糖尿病患者、具有代谢综合征组分的人群以及无症状性转氨酶增高者等高风险群体进行筛查	强调基于血清生物标志物和影像学技术的无创检测方法对评估疾病进程的重要性,提及FIB-4用于肝纤维化评估	推荐腹部超声作为筛查脂肪肝的首选方法	强调振动控制瞬时弹性成像等技术的价值,但未明确CAP分级	未明确提及相关金标准的临床常规应用建议
2020 APASL代谢相关脂肪性肝病临床实践指南 ^[2]	未明确单独列出评估对象,聚焦于肝脏脂肪变性的检测手段适用场景	未明确推荐特定筛查指标,提及血清生物标志物和评分[如脂肪肝指数(fatty liver index, FLI)]可作为替代方法	推荐腹部超声仍是识别肝脏脂肪变性的首选工具	若瞬时弹性成像可行,CAP技术可作为比超声更敏感的检测手段	基于磁共振成像的技术(如MRI-PDFF技术)是量化肝脏脂肪的金标准,但不推荐用于常规临床实践,在早期临床试验中价值重要
2024年EASL/EASD/EASO临床实践指南:代谢相关脂肪性肝病的管理 ^[13]	推荐对2型糖尿病,或腹部肥胖且合并≥1个其他代谢危险因素,或肝功能检查异常的个体进行筛查	建议测量2型糖尿病患者的FIB-4,尤其是患有代谢综合征者,将其纳入常规检查	超声是脂肪肝影像学检查的首选一线诊断方法,适用于中度和重度脂肪变性	CAP技术可定量检测肝脏脂肪含量,分为S1(248 dB/m)、S2(268 dB/m)、S3(280 dB/m)3个等级	MRI-PDFF技术是MASLD肝脏脂肪量化的非侵入检测金标准,用于量化肝脏三酰甘油含量

FIB-4:肝纤维化指数-4;CAP:受控衰减参数;APASL:亚太肝病学会;EASL:欧洲肝病学会;EASD:欧洲糖尿病学会;EASO:欧洲肥胖学会;MRI-PDFF:磁共振成像质子密度脂肪分数;MASLD:代谢功能障碍相关脂肪性肝病

筛查,有助于及时发现早期的脂肪肝患者。

(2)疾病诊断辅助和分级:对于疑似患有MASLD等肝脏疾病的患者,UDFF技术可作为有效的辅助诊断工具。结合患者的病史、临床症状、体征以及其他检查结果,如肝功能指标、血脂等,更精确地评估和分级肝脏脂肪变性的程度,有助于明确诊断。

2. 疾病监测与管理领域

(1)治疗效果评估:在对肝脏脂肪变性患者实施治疗后,例如通过生活方式干预(饮食调整、运动等)、药物治疗等,UDFF技术可用于定期监测肝脏脂肪含量的变化,以评估治疗方案的有效性。例如患者在经过一段时间的减肥和饮食控制后,通过UDFF检查可直观地观察肝脏脂肪含量是否降低,从而调整治疗方案。

(2)病情进展监测:对于已经确诊为肝脏脂肪变性或相关肝脏疾病的患者,UDFF技术可以根据临床建议定期监测肝脏脂肪含量,了解病情的进展情况。如观察肝脏脂肪含量是否持续增加,也可联合超声弹性成像等技术判断是否出现了向肝纤维化、肝硬化等严重阶段发展的趋势,以便及时采取相应的治疗措施。

(3)代谢性疾病的综合管理:UDFF技术通过定量评估肝脏脂肪含量,为代谢性疾病的多器官协同管理提供切入点。肝脏脂肪变性作为MASLD的起始及贯穿全程的病理特征,其含量的变化与糖尿病等代谢相关性疾病的进展和预后密切相关。UDFF技术可快速无创定量识别肝脂肪变性个体,显著提升对疾病高危人群的识别效率。UDFF技术的便捷性和经济性在公共卫生资源配置方面也具有显著优势。这种“筛查-评估-干预”的闭环管理模式,可有效将代谢性疾病的早期干预窗口提前,降低肝硬化、心血管事件等终末期并发症的发生率。

3. 科研研究领域

(1)流行病学研究:在大规模的流行病学研究中,UDFF技术可用于快速、准确地筛查及评估人群的肝脏脂肪含量,了解肝脏脂肪变性在不同人群中的分布情况、患病率及影响因素

等,为制定公共卫生政策和预防措施提供科学依据。

(2)临床试验:在针对肝脏脂肪变性及相关疾病的临床试验中,UDFF技术可作为重要的评估指标,用于观察试验药物或治疗方法对肝脏脂肪含量的影响,评估其疗效和安全性。

推荐意见3:推荐应用UDFF技术:①结合患者的病史、临床症状以及其他检查结果,更精确地对肝脏脂肪变性进行诊断、评估和分级(推荐强度:A.强烈推荐);②可用于定期监测肝脏脂肪含量的变化,以监测疾病进展、评估治疗方案的有效性以及辅助代谢性疾病的综合管理(推荐强度:B.中等强度推荐)。

(三)UDFF技术不推荐的应用场景

1. 非肝脏疾病诊断

UDFF技术是专门针对肝脏脂肪含量进行评估的技术,对于其他器官如心脏、肾脏、胰腺等的脂肪变性或相关疾病的诊断,UDFF技术暂不适用。例如在诊断心肌脂肪浸润时,UDFF技术无法提供准确信息,应采用心脏超声、心脏磁共振成像等专门针对心脏的检查方法。

2. 肝脏肿瘤诊断

对于肝脏肿瘤的诊断,如肝癌、肝血管瘤等,UDFF技术无法提供肿瘤的形态、大小、边界、血流等关键信息。诊断肝脏肿瘤通常需要结合肝脏超声造影、CT、MRI等影像学检查,以及肿瘤标志物检测等方法。

3. 肝脏炎症活动度评估

UDFF技术主要反映肝脏脂肪含量,不能直接反映肝脏炎症的活动度。评估肝脏炎症活动度需要结合肝功能指标、肝脏组织病理学检查等,如血清丙氨酸氨基转移酶、天冬氨酸氨基转移酶、 γ -谷氨酰转肽酶等指标,以及肝脏穿刺活检病理检查。

六、UDFF技术操作流程

(一)检查前准备

1. 患者准备

患者检查前需禁食4~6h,避免饮食、饮酒或吸烟后测量。

检查前平静休息至少10 min,避免运动后立即检查。患者取仰卧位或左侧卧位(约30°倾斜),右上肢上举置于头侧。指导训练患者平静呼气末屏气约10 s,避免Valsalva动作。

2. 操作者培训

UDFF检查应由具备一定超声检查经验的医生进行,无UDFF操作经验者应进行至少30例UDFF检查的操作培训。检查时操作者手持探头保持稳定,持握探头的手肘部应轻靠于患者或床沿固定,避免探头滑动或不自觉抖动。

(二) 检查方法

检查时先用常规腹部凸阵探头(1.0~5.0 MHz)全面扫查肝脏,评估肝脏形态、回声、质地,肝肾对比及肝内血管情况。随后,采用DAX凸阵探头(1.0~3.5 MHz)进行UDFF测量。

1. 常规超声检查

肝脏超声检查采用全方位、多角度、连续动态扫查,可先扫查肝左叶横断面及纵断面,再扫查肝右叶肋下及肋间断面,然后进行肝肾断面的检查(图1)。扫查断面如下。

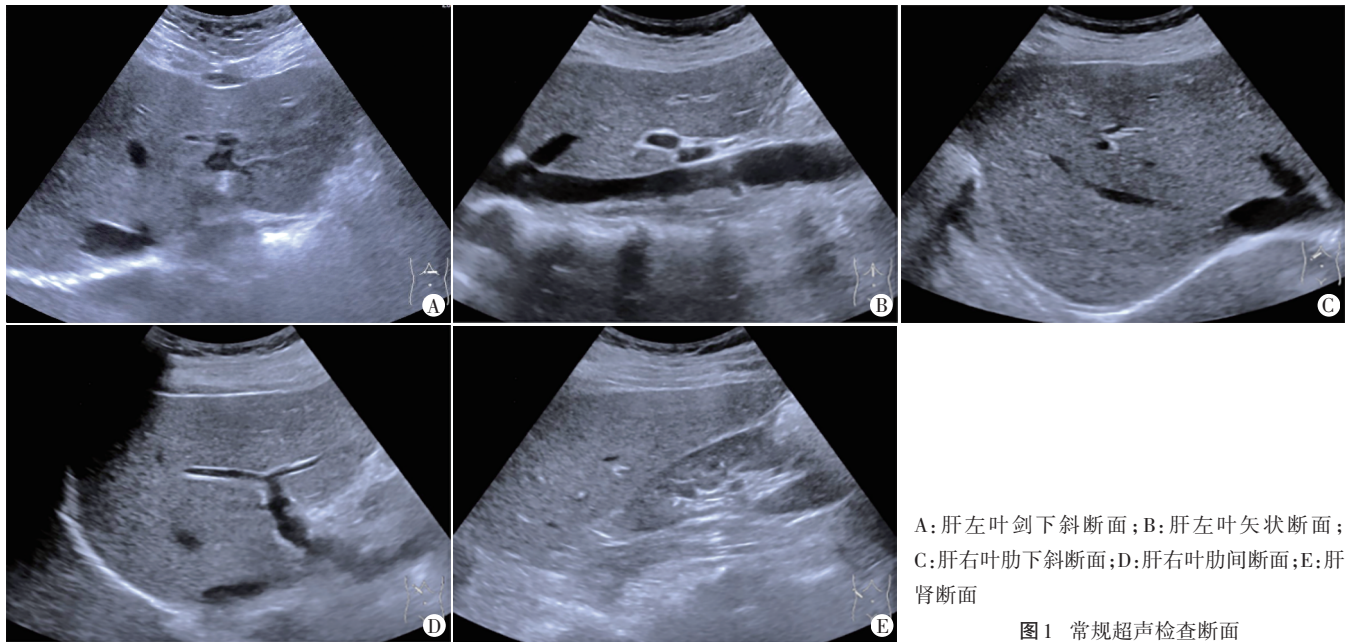
(1)肝左叶剑下斜断面:探头置于剑突下,侧面向下压,嘱患者深吸气后屏气,扫查门静脉左支“工”字形结构为特征的肝左叶,显示左外叶及左内叶斜断面。

(2)肝左叶矢状断面:探头置于剑突下,探头长轴与身体长轴平行,垂直腹壁向下压,可显示经腹主动脉和下腔静脉的肝左叶矢状断面。

(3)肝右叶肋下斜断面:探头置于右肋缘下,声束朝向患者右上方,嘱患者深吸气后屏气,缓慢扫查肝右叶,显示肝右静脉、肝中静脉、门静脉右支,亦可显示三支肝静脉汇入下腔静脉的第二肝门处,观察肝右叶形态、回声、深部膈顶及血管回声是否清晰。

(4)肝右叶肋间断面:将探头置于右肋间,探头长轴与肋间平行,垂直胸壁逐个肋间扫查肝右叶,显示肝内门静脉及其分支、肝右静脉、肝中静脉,经第一肝门显示门静脉主干及右支、胆囊及下腔静脉横断面等结构。

(5)肝肾断面:将探头向患者右下方滑动,可同时显示肝右



A: 肝左叶剑下斜断面; B: 肝左叶矢状断面; C: 肝右叶肋下斜断面; D: 肝右叶肋间断面; E: 肝肾断面

图1 常规超声检查断面

后叶与右肾的对比断面图。观察肝肾实质的回声对比情况。

2. UDFE 检查

操作者采用右侧肋间隙入路,超声探头轻放并垂直于皮肤,确保探头长轴与肋间隙平行,以避免肋骨声影干扰。操作者将3 cm×3 cm大小的ROI放置在肝右叶无伪像区域(避开血管、大胆管、强反射体及肋骨声影),确保ROI上方的定位标记线与肝包膜平行,使每次测量的ROI上缘到肝包膜的距离为1.5 cm。确定好ROI位置后,要求患者在平静呼气末屏气约10 s,启动UDFF测量。每次测量后有10~15 s的冷却(cooling)时间,结束后即可进行下一次测量(图2)。

3. 测量次数及测值表达

UDFF检查结果以百分比(%)形式显示。每例患者同一部位采集5次测量值,取中位数作为最终的测值。除UDFF外,可同时进行自动单点剪切波弹性成像(auto point-shear wave

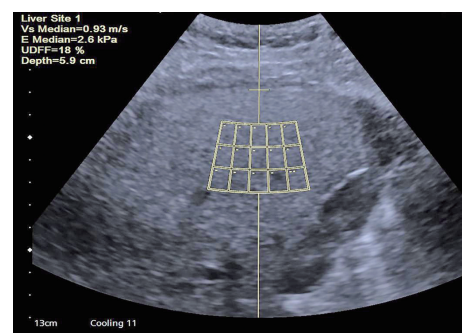


图2 UDFE测量示意图(UDFF:超声衍生脂肪分数)

elastography, Auto p-SWE)检查,获得反映肝脏弹性硬度的弹性测值p-SWE及剪切波速度,分别以kPa和m/s为单位。

4. 质量控制

进行UDFF检查时,患者屏气不佳或过于肥胖可能会导致

测量失败,出现“XXX”。可按照以下标准进行质量控制:①单独检测 UDFF 时,测量值的四分位数间距与中位数的比值(interquartile range/median, IQR/M) $\leq 30\%$ 定义为可靠;②在 UDFF 检测的同时行 Auto p-SWE 检查时,除了满足 IQR/M $\leq 30\%$ 外,15 个 p-SWE 测量框需至少出现 10 个。该标准基于现有设备验证,建议各中心在使用前进行本地验证。

5.UDFF 检查的影响因素

研究^[25-26]表明声衰减系数与背向散射系数均受到测量深度影响,随着深度的增加,声衰减系数和背向散射系数均降低。皮肤至肝包膜的距离和肝脏硬度也会影响背向散射系数。Kubale 等^[27]研究表明饮食前后对 UDFF 测值无明显影响,餐前及餐后 1、3、5 h UDFF 保持稳定。且随着肝脂肪变性程度的增加,UDFF 测值变异性增大。一项关于饮食类型对测值的影响的研究^[28]显示,高蛋白高脂饮食组与清淡饮食组 UDFF 和 Auto p-SWE 测值无明显差异,而 BMI $< 25 \text{ kg/m}^2$ 组与 BMI $\geq 25 \text{ kg/m}^2$ 组比较差异有统计学意义($P < 0.05$),表明饮食类型对 UDFF 和 Auto p-SWE 测值无影响,而 BMI 对两者均有影响。

推荐意见 4:UDFF 检查时患者配合(尤其是呼吸配合)至关重要,操作者需具备超声检查资质,经过 30 例以上超声 UDFF 检查专业培训,并遵守 UDFF 操作流程和规范(推荐强度:B.中等强度推荐)。

七、UDFF 的临床应用

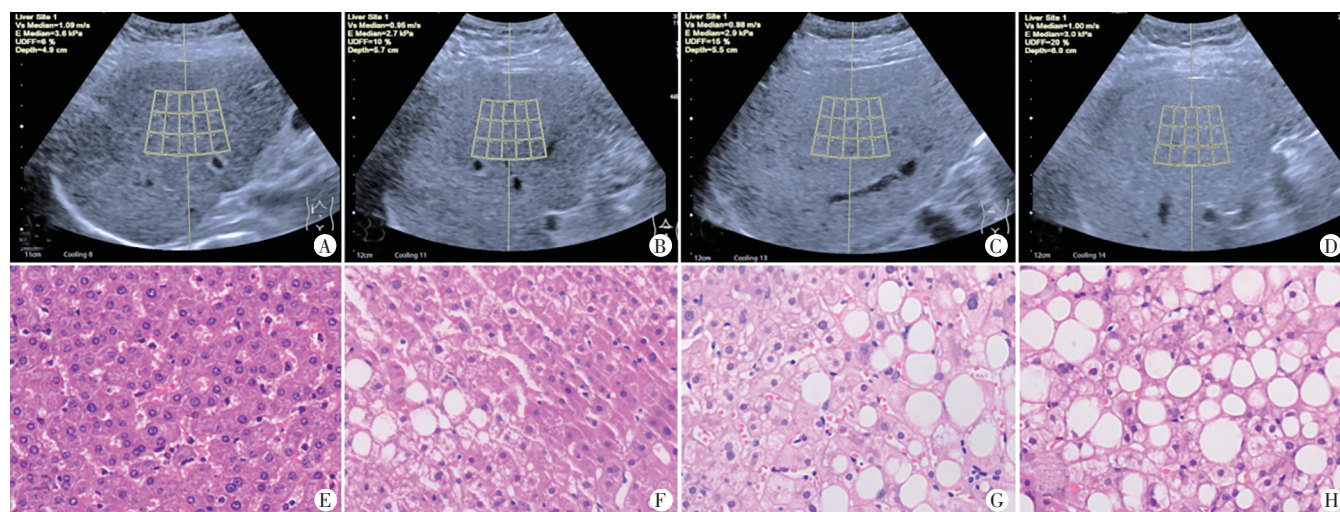
(一)UDFF 的可靠性及稳定性

UDFF 可重复性较高,操作者内部和操作者之间的一致性

较好,组内相关系数(intraclass correlation coefficient, ICC)均 ≥ 0.94 ^[29-31]。肝脏 S8 段、呼气末、仰卧位和空腹状态的 UDFF 变异性最小^[29]。餐前及餐后 5 h 内测值均保持稳定($P = 0.21$)^[27],且操作者内重复性优异(ICC = 0.98 ~ 0.99)^[30],但需注意随脂肪变性程度加重,UDFF 变异性可能增大(Bland-Altman 一致性界限 -11.0% ~ 14.0%)。随着 BMI 升高,UDFF 变异性稍增大^[31],BMI $\geq 23 \text{ kg/m}^2$ 组 UDFF 的 ICC 较 BMI $< 23 \text{ kg/m}^2$ 组稍减小(0.876 vs. 0.888),平均误差稍增大(1.45% vs. 0.73%)。综合以上结果,UDFF 在脂肪肝定量评估中兼具技术稳定性与临床适用性。

(二)UDFF 与诊断金标准的一致性

在一项前瞻性多中心研究中^[31],纳入 342 例以穿刺活检病理诊断为金标准的 MASLD 患者,UDFF 与肝脂肪变性病理结果的一致性较好($r = 0.798$)。见图 3。Nakamura 等^[32]评估 73 例以穿刺病理为金标准的研究中,UDFF 与病理的相关性较好($r = 0.774$),Bland-Altman 平均误差 2.384%。MRI-PDFF 和磁共振波谱成像(¹H-MRS)因其准确性可以媲美病理结果,常被用作评估肝脂肪变性程度的诊断标准。Xue 等^[31]研究纳入 396 例以 MRI-PDFF 为诊断金标准的 MASLD 患者和 52 例以 ¹H-MRS 为金标准的患者,UDFF 测值与 MRI-PDFF ($r = 0.847$, ICC = 0.900)、¹H-MRS ($r = 0.819$, ICC = 0.856)均具有较好的相关性。Qi 等^[33]纳入 191 例以 MRI-PDFF 为金标准的 MASLD 患者,UDFF 与 MRI-PDFF 的相关系数为 0.899。此外,Tavaglione 等^[34]以常规超声 Hamaguchi 评分及 FibroScan 的 CAP 检查结果作为诊断标准,显示 UDFF 与二者均呈显著正相关($\rho = 0.79, 0.73$, 均 $P < 0.001$)。



A、E:UDFF=6%,肝脏脂肪变性病理分级 S0;B、F:UDFF=10%,病理分级 S1;C、G:UDFF=15%,病理分级 S2;D、H:UDFF=20%,病理分级 S3。UDFF:超声衍生脂肪分数

图3 各级肝脂肪变性UDFF测值与病理结果对照

推荐意见 5:UDFF 技术评估肝脂肪变性程度稳定性好,与肝穿刺活检病理和 MRI-PDFF 诊断一致性好,是无创、定量评估肝脂肪变性程度的可靠方法(推荐强度:B.中等强度推荐)。

(三)UDFF 评估肝脂肪变性诊断效能

UDFF 对 MASLD 患者肝脂肪变性程度的无创评估具有较高的诊断效能,在 176 例以 MRI-PDFF 为金标准的研究中,其诊断 $\geq S1$ 、 $\geq S2$ 和 $S3$ 肝脂肪变性的 AUC 为 0.851 ~ 0.948^[33]。一项

多中心前瞻性研究^[35]中,300 例受试者以 MRI-PDFF 为诊断标准,UDFF 诊断各级肝脂肪变性的 AUC 均 > 0.90 ,且 BMI、甘油三酯和糖化血红蛋白是 UDFF 的主要影响因素。一项 85 例以肝活检为金标准的研究^[36]表明,UDFF 与组织学分级呈显著正相关($r = 0.531$),诊断 $\geq S2$ 肝脂肪变性的 AUC 为 0.82。欧洲一项研究^[34]纳入 302 例高危 MASLD 患者,UDFF 诊断肝脂肪变性的 AUC 可达 0.92。一项纳入 1150 例患者的 Meta 分析^[37]汇总结果

显示,UDFF 诊断肝脂肪变性的合并敏感度为 90.4%(95%CI: 84.0~94.4%),特异度为 83.8%(95%CI: 75.1~89.8%),汇总 AUC 为 0.93(95%CI: 0.83~0.95),且研究间异质性低($I^2=22.2\%$)。这些研究综合证实 UDFF 无创诊断肝脂肪变性的准确性。

(四)UDFF 的诊断界值

目前关于 UDFF 评估各级肝脏脂肪变性的诊断界值尚无统一标准。截至目前最大规模研究是基于国内 14 家大型医院的多中心临床研究^[31]。该研究共纳入 790 例 MASLD 患者,其中 342 例以病理诊断为金标准、396 例以 MRI-PDFF 为金标准、52 例以 $^1\text{H-MRS}$ 为金标准,结果显示 UDFF 诊断 $\geq\text{S1}$ 、 $\geq\text{S2}$ 和 S3 肝脂肪变性的推荐临界值分别为 8%、14% 和 20%。在一项以病理结果作为诊断标准的研究^[36]中($n=85$),UDFF 诊断 $\geq\text{S2}$ 和 S3 肝脂肪变性的推荐临界值分别为 20.5% 和 23.5%。另一项以病理为金标准的研究^[25]中($n=73$),UDFF 诊断 $\geq\text{S1}$ 、 $\geq\text{S2}$ 和 S3 肝脂肪变性的临界值分别为 6%、13% 和 20%。在以 MRI-PDFF 为金标准的多中心研究^[35]中($n=300$),UDFF 诊断 $\geq\text{S1}$ 、 $\geq\text{S2}$ 和 S3 肝脂肪变性的临界值分别为 7.6%、15.9% 和 22.3%;另一项以 MRI-PDFF 为金标准的研究^[22]($n=56$)诊断 $\geq\text{S1}$ 肝脂肪变性的临界值为 5%,其敏感度为 94.1%,特异度为 63.6%。一项针对 115 例 MASLD 患者的研究^[24]以 MRI-PDFF 为金标准,结果显示 UDFF 诊断 $\geq\text{S1}$ 、 $\geq\text{S2}$ 和 S3 肝脂肪变性的最佳截断值分别为 6%、15% 和 23%。一项以 MRI-PDFF 为金标准的研究^[33]($n=176$)显示 UDFF 诊断 $\geq\text{S1}$ 、 $\geq\text{S2}$ 和 S3 肝脂肪变性的临界值分别为 5.5%、15.5% 和 17.5%。需要注意的是,在以 MRI-PDFF 为诊断金标准的各项研究中,其诊断阈值也略有不同。综合现有的研究报道并基于最大样本研究(Xue 等^[31], $n=790$),本共识建议 UDFF 诊断 $\geq\text{S1}$ 、 $\geq\text{S2}$ 和 S3 肝脂肪变性的临时推荐临界值分别为 8%、14% 和 20%,此界值尚需更多研究进一步验证。

目前有少量关于 UDFF 诊断脂肪变性的双界值研究。Xue 等^[31]的多中心研究中,以灵敏度 $\geq 90\%$ 的低界值为排除界值,以特异度 $\geq 90\%$ 的高界值为确诊界值,得出诊断 $\geq\text{S1}$ 肝脂肪变性的排除与确诊界值为 6% 与 10%,诊断 $\geq\text{S2}$ 肝脂肪变性的排除与确诊界值为 12% 与 18%,诊断 S3 肝脂肪变性的排除与确诊界值为 16% 与 22%。以 UDFF 和临床常用的血清学诊断模型肝脏脂肪变性指数(hepatic steatosis index, HSI)进行序贯两步法分析,在 $\text{BMI} \geq 23 \text{ kg/m}^2$ 组采用两步法诊断肝脂肪变性可在保证高阳性预测值(95.8%)的前提下降低不确定区域,提高诊断准确性。

(五)UDFF 与其他无创评估方法比较

Sun 等^[36]研究 UDFF 的诊断效能与其他临床预测模型进行比较,包括脂肪肝指数(fatty liver index, FLI)、HSI、ZJU 指数(ZheJiang University index)和脂质蓄积指数(lipid accumulation product, LAP),结果显示在诊断 $\geq\text{S2}$ 肝脂肪变性中,UDFF 的 AUC 高于 FLI 和 LAP;在诊断 S3 肝脂肪变性中,UDFF 的 AUC 高于 FLI、ZJU index 和 LAP (均 $P < 0.05$)。Wang 等^[24]比较了 UDFF 与 CAP 和肝肾指数(HRI)诊断脂肪变性的效能,显示 UDFF 诊断 $\geq\text{S1}$ 、 $\geq\text{S2}$ 和 S3 肝脂肪变性的 AUC 均高于 CAP 和 HRI。Xue

等^[31]研究显示 UDFF 在诊断各级肝脂肪变性的效能优于无创模型 HSI 和 FLI。韩佳豪等^[38]研究表明 UDFF (AUC=0.983) 诊断 MASLD 患者肝脂肪变性的效能优于 FibroTouch 技术获得的超声衰减参数(ultrasound attenuation parameter, UAP)和基于二维超声的半定量分级(AUC=0.925、0.898)。

(六)UDFF 评估脂肪性肝病合并病毒性肝炎

关于 UDFF 诊断脂肪性肝病合并病毒性肝炎效能的研究较少,Liang 等^[39]针对 221 例脂肪性肝病患者和 38 例脂肪性肝病合并病毒性肝炎患者的研究显示,UDFF 评估肝脂肪变性的诊断效能不受病毒性肝炎的影响,诊断 $\geq\text{S1}$ 、 $\geq\text{S2}$ 和 S3 肝脂肪变性的 AUC 分别为 0.94、0.88 和 0.91。单独 Auto p-SWE 诊断 $\geq\text{F2}$ 肝纤维化的 AUC 为 0.65,整合临床和实验室指标建模后 AUC 升高至 0.80。

(七)UDFF 评估脂肪性肝病合并其他疾病

UDFF 在肝豆状核变性(Wilson's disease, WD)患者肝脂肪变性评估中具有良好可重复性(观察者内差异 1.1%~5.7%)。WD 患者的肝脂肪变性与 BMI 无显著关联($r=0.08$, $P=0.478$),但与 UDFF 呈强正相关($r=0.71$, $P < 0.001$)。UDFF 诊断肝脂肪变性的截断值为 4.5%(AUC 0.80, 灵敏度 90%, 特异度 80%),为 WD 提供了有效的脂肪变性质量化工具^[40]。此外,针对肥胖多囊卵巢综合征(polycystic ovary syndrome, PCOS)的研究^[41]显示:124 例肥胖 PCOS 患者脂肪肝患病率显著高于 106 例 BMI 匹配的单纯肥胖者(51.61% vs. 40.57%, $P < 0.05$);UDFF 诊断 $\geq\text{S1}$ 、 $\geq\text{S2}$ 和 S3 肝脂肪变性的 AUC 分别为 0.935、0.951 和 0.916。Logistic 回归进一步明确 UDFF 是肥胖 PCOS 患者脂肪变性的独立预测因素,且其预测价值随病变程度加重而递增。

(八)UDFF 评估儿童脂肪性肝病

一项针对 46 例儿童的脂肪肝研究^[42]证实,UDFF 与 MRI-PDFF 呈强相关($\text{ICC}=0.92$),平均偏差仅 0.64%(95%一致性界限: -5.3%~6.6%)。以 MRI-PDFF $\geq 6\%$ 作为肝脂肪变性诊断标准时,UDFF 诊断脂肪变性的 AUC 达 0.95,最佳截断值为 6%,灵敏度为 90%,特异度为 94%,充分证实 UDFF 对儿童肝脂肪变性具有优异的诊断价值。

推荐意见 6: UDFF 技术无创评估肝脂肪变性程度具有较高的诊断效能,优于常规超声及目前临床常用的血清学模型(推荐强度:A. 强烈推荐)。

推荐意见 7: 其他疾病(病毒性肝炎、WD、PCOS 等)合并肝脂肪变性的患者中,UDFF 技术对于其肝内脂肪含量的评估具有一定价值(推荐强度:B. 中等强度推荐)。

上述 7 条推荐意见专家投票结果及推荐等级见表 4。

八、UDFF 局限性和未来展望

目前关于 UDFF 技术的临床研究报道仍相对有限,其诊断性能验证所采用的“金标准”存在一定异质性,包括肝穿刺活检病理、MRI-PDFF、 $^1\text{H-MRS}$ 、常规超声 Hamaguchi 评分及 FibroScan 的 CAP 参数等。值得注意的是,在以 MRI-PDFF 作为参照标准的研究中,不同研究所采用的 MRI-PDFF 诊断界值亦

表4 专家投票形成推荐意见一览表

序号	推荐意见	推荐等级	专家投票 ^a
1	常规腹部超声作为筛查脂肪肝的首选影像学定性诊断方法,适用于中度和重度肝脂肪变性患者	A.强烈推荐	93/0/3(97%)
2	建议对2型糖尿病患者、肥胖患者等具有代谢综合征风险的人群、不明原因肝功能异常患者进行肝脂肪变性的超声筛查,推荐使用UDFF技术定量评估肝脂肪变性的程度	B.中等强度推荐	95/0/1(99%)
3	推荐应用UDFF技术: ①结合患者的病史、临床症状以及其他检查结果,更精确地对肝脏脂肪变性进行诊断、评估和分级 ②可用于定期监测肝脏脂肪含量的变化,以监测疾病进展、评估治疗方案的有效性以及辅助代谢性疾病的综合管理	A.强烈推荐 B.中等强度推荐	93/1/2(97%) 94/1/1(98%)
4	UDFF检查时患者配合(尤其是呼吸配合)至关重要,操作者需具备超声检查资质,经过30例以上超声UDFF检查专业培训,并遵守UDFF操作流程和规范	B.中等强度推荐	95/0/1(99%)
5	UDFF技术评估肝脂肪变性程度稳定性好,与肝穿刺活检病理和MRI-PDFF诊断一致性好,是无创、定量评估肝脂肪变性程度的可靠方法	B.中等强度推荐	91/0/5(95%)
6	UDFF技术无创评估肝脂肪变性程度具有较高的诊断效能,优于常规超声及目前临床常用的血清学模型	A.强烈推荐	92/1/3(96%)
7	其他疾病(病毒性肝炎、WD、PCOS等)合并肝脂肪变性的患者中,UDFF技术对于其肝内脂肪含量的评估具有一定价值	B.中等强度推荐	84/3/9(88%)

^a表示同意/不同意/弃权的例数比(同意率)。UDFF:超声衍生脂肪分数;WD:肝豆状核变性;PCOS:多囊卵巢综合征

存在差异,也可能影响到UDFF最佳诊断界值的确定与可比性。因此,目前文献中报道的UDFF诊断界值呈现一定程度的分散性。另外,对于儿童等特殊人群的研究有限,需更多研究验证。未来亟须开展更多的多中心、大样本的系统研究,结合统一的参考标准与分层分析方法,以获得更具广泛适用性和临床可操作性的UDFF诊断阈值,为脂肪肝的精准诊断和风险分层提供更坚实的循证依据。

UDFF技术在定量评估肝脂肪变性程度及监测疾病进展方面表现出较高的准确性与可靠性,能够为临床提供客观、可量化的数据支持。其无创性、操作简便性及低成本等优势,有望成为肝活检或MRI-PDFF的替代选择。另外,高风险MASH是指脂肪性肝炎伴有显著肝纤维化,其进展为肝硬化和肝癌的风险更高。UDFF技术在评估MASH及高风险MASH中的价值有待进一步研究。未来,随着多中心研究的深入,UDFF技术将在脂肪肝的早期筛查、疗效评估及人群健康管理中发挥更加广泛且核心的作用。

利益冲突 所有作者声明不存在利益冲突

共识编写组成员

指导专家:梁萍(解放军总医院第五医学中心介入超声科);李建初(北京协和医院超声医学科);郑元义(上海交通大学医学院附属第六人民医院超声科);张文宏(复旦大学附属华山医院感染科)

编写组长:丁红(复旦大学附属华山医院超声医学科);徐辉雄(复旦大学附属中山医院超声科);于杰(解放军总医院第五医学中心介入超声科)

执笔人:薛立云(复旦大学附属华山医院超声医学科);朱宇莉(复旦大学附属中山医院超声科)

专家组成员(按姓氏汉语拼音排序):白文坤(同济大学附属同济医院超声科);蔡叶华(复旦大学附属华山医院超声医学科);陈宝定(江苏大学附属医院超声科);陈坤(复旦大学附属

华山医院超声医学科);陈莉(南昌大学第一附属医院超声科);陈林(复旦大学附属华东医院超声科);程广文(复旦大学附属华山医院超声医学科);程文(哈尔滨医科大学附属肿瘤医院超声科);崔立刚(北京大学第三医院超声医学科);崔新伍(华中科技大学同济医学院附属同济医院超声科);董凤林(苏州大学附属第一医院超声科);董玲(复旦大学附属中山医院消化科);杜尊国(复旦大学附属华山医院病理科);樊韵玲(复旦大学附属中山医院超声科);高鑫(复旦大学附属中山医院内分泌科);郭佳(上海中医药大学附属曙光医院超声科);何年安(中国科学技术大学附属第一医院超声科);花荣(复旦大学附属华山医院普外科);黄斌(浙江医院超声科);黄品同(浙江大学医学院附属第二医院超声科);黄岩(南京中医药大学附属南京中医院超声科);黄瑛(中国医科大学附属盛京医院超声科);韩红(复旦大学附属中山医院超声科);姜立新(上海交通大学医学院附属仁济医院超声医学科);蒋栋(海军军医大学第三附属医院超声科);蒋天安(浙江大学医学院附属第一医院超声科);经翔(天津市第三中心医院超声科);李杰(山东大学齐鲁医院超声科);李婕(南京大学医学院附属鼓楼医院超声科);李嘉(东南大学附属中大医院超声科);李攀(重庆医科大学附属第一医院超声科);李颖嘉(南方医科大学南方医院超声科);李小龙(上海市老年医学中心超声科);林宁(福州大学附属省立医院超声科);凌文武(四川大学华西医院超声医学科);刘广健(中山大学附属第六医院超声科);卢漫(四川省肿瘤医院超声科);陆录(复旦大学附属华山医院普外科);陆清(复旦大学附属中山医院厦门医院超声科);马喆(山东第一医科大学第一附属医院超声诊疗科);倪雪君(南通大学附属医院超声科);钱林学(首都医科大学附属北京友谊医院超声科);乔晓慧(复旦大学附属华山医院超声医学科);邱邈(四川大学华西医院超声科);任杰(中山大学附属第三医院超声科);任新平(上海交通大学医学院附属瑞金医院超声科);饶圣祥(复旦大学附属中山医院放射科);沈文(复旦大学附属中山医院超声科);孙惠川(复旦大学

附属中山医院肝外科);孙丽萍(上海市第十人民医院超声医学科);孙晓峰(吉林大学第一医院超声科);夏明峰(复旦大学附属中山医院内分泌科);夏宇(北京协和医院超声医学科);谢晓燕(中山大学附属第一医院超声医学科);徐栋(浙江省肿瘤医院超声科);徐晓红(广东医科大学附属医院超声科);汤伟军(复旦大学附属华山医院放射科);王淑敏(北京大学第三医院超声医学科);王茵(同济大学附属上海市肺科医院超声科);吴猛(武汉大学中南医院超声科);吴蓉(上海交通大学医学院附属第一人民医院超声科);许世豪(温州医科大学附属第一医院超声科);严昆(北京大学肿瘤医院超声科);杨红(广西医科大学第一附属医院超声科);杨薇(北京大学肿瘤医院超声科);杨叶虹(复旦大学附属华山医院内分泌科);姚静(南京大学医学院附属鼓楼医院超声科);叶红英(复旦大学附属华山医院内分泌科);叶新华(南京医科大学第一附属医院超声科);尹豪豪(复旦大学附属中山医院超声科);应涛(上海交通大学医学院附属第六人民医院超声科);张波(中日友好医院超声医学科);张德智(吉林大学第一医院超声科);张会萍(华东师范大学附属妇幼保健院超声科);张继明(复旦大学附属华山医院感染科);张连仲(河南省人民医院超声科);张梅(山东大学齐鲁医院超声科);张巍(首都医科大学附属北京天坛医院超声科);张瑶(首都医科大学附属北京地坛医院超声科);赵佳琦(同济大学附属上海市第四人民医院超声医学科);周建华(中山大学肿瘤防治中心超声科);周平(中南大学湘雅三医院超声科);周秀玲(复旦大学附属华山医院超声医学科);朱好辉(河南省人民医院超声科)

秘书组:梁静(复旦大学附属华山医院超声医学科);李雪齐(复旦大学附属华山医院超声医学科);马姣姣(中日友好医院超声医学科)

参考文献

- [1] Rinella ME, Lazarus JV, Ratziu V, et al. A multisociety Delphi consensus statement on new fatty liver disease nomenclature[J]. J Hepatol, 2023, 79(6):1542-1556. DOI: 10.1016/j.jhep.2023.06.003.
- [2] Eslam M, Fan JG, Yu ML, et al. The Asian Pacific association for the study of the liver clinical practice guidelines for the diagnosis and management of metabolic dysfunction-associated fatty liver disease [J]. Hepatol Int, 2025, 19(2):261-301. DOI: 10.1007/s12072-024-10774-3.
- [3] Sarin SK, Kumar M, Eslam M, et al. Liver diseases in the Asia-Pacific region: a Lancet Gastroenterology & Hepatology Commission [J]. Lancet Gastroenterol Hepatol, 2020, 5(2):167-228. DOI: 10.1016/S2468-1253(19)30342-5.
- [4] Chan SL, Sun HC, Xu Y, et al. The Lancet Commission on addressing the global hepatocellular carcinoma burden: comprehensive strategies from prevention to treatment [J]. Lancet, 2025, 406(10504):731-778. DOI: 10.1016/S0140-6736(25)01042-6.
- [5] Chang M, Shao Z, Shen G. Association between triglyceride glucose-related markers and the risk of metabolic-associated fatty liver disease: a cross-sectional study in healthy Chinese participants [J]. BMJ Open, 2023, 13(5):e070189. DOI: 10.1136/bmjopen-2022-070189.
- [6] Liang J, Xu H, Li X, et al. Demographic and clinical characteristics of MASLD and Met-ALD patients: insights from NHANES 2017-2020 [J]. Ann Hepatol, 2025, 30(2):101944. DOI: 10.1016/j.aohep.2025.101944.
- [7] Huang TY, Li ZY, Tian J, et al. Metabolic dysfunction-associated steatotic liver disease at quantitative US: international prospective study [J]. Radiology, 2025, 316(1):e242564. DOI: 10.1148/radiol.242564.
- [8] 李雪齐, 程广文, 乔晓慧, 等. 多参数超声定量评估高风险脂肪性肝炎的临床价值[J]. 中华肝脏病杂志, 2024, 32(9):820-827. DOI: 10.3760/cma.j.cn501113-20240320-00146.
- [9] Liu F, Bi M, Jing X, et al. Multiparametric US for identifying metabolic dysfunction-associated steatohepatitis: a prospective multicenter study [J]. Radiology, 2024, 310(3):e232416. DOI: 10.1148/radiol.232416.
- [10] Tamaki N, Ajmera V, Loomba R. Non-invasive methods for imaging hepatic steatosis and their clinical importance in NAFLD [J]. Nat Rev Endocrinol, 2022, 18(1):55-66. DOI: 10.1038/s41574-021-00584-0.
- [11] Li XQ, Cheng GW, Akiyama I, et al. Attenuation imaging: diagnostic differences in hepatic steatosis for chronic hepatitis B vs metabolic dysfunction-associated steatotic liver disease patients [J]. World J Gastroenterol, 2025, 31(11):102795. DOI: 10.3748/wjg.v31.i11.102795.
- [12] 中华医学会肝病学分会. 代谢相关(非酒精性)脂肪性肝病防治指南(2024年版)[J]. 中华肝脏病杂志, 2024, 32(5):418-434. DOI: 10.3760/cma.j.cn501113-20240327-00163.
- [13] European Association for the Study of the Liver (EASL), European Association for the Study of Diabetes (EASD), European Association for the Study of Obesity (EASO). EASL-EASD-EASO Clinical Practice Guidelines on the management of metabolic dysfunction-associated steatotic liver disease (MASLD) [J]. J Hepatol, 2024, 81(3):492-542. DOI: 10.1016/j.jhep.2024.04.031.
- [14] Guan X, Chen YC, Xu HX. New horizon of ultrasound for screening and surveillance of non-alcoholic fatty liver disease spectrum [J]. Eur J Radiol, 2022, 154:110450. DOI: 10.1016/j.ejrad.2022.110450.
- [15] Guyatt GH, Oxman AD, Vist GE, et al. GRADE: an emerging consensus on rating quality of evidence and strength of recommendations [J]. BMJ, 2008, 336(7650):924-926. DOI: 10.1136/bmj.39489.470347.AD.
- [16] Ludwig J, Viggiano TR, McGill DB, et al. Nonalcoholic steatohepatitis: Mayo Clinic experiences with a hitherto unnamed disease [J]. Mayo Clin Proc, 1980, 55(7):434-438.
- [17] Eslam M, Newsome PN, Sarin SK, et al. A new definition for metabolic dysfunction-associated fatty liver disease: an international

- expert consensus statement [J]. *J Hepatol*, 2020, 73 (1) : 202–209. DOI: 10.1016/j.jhep.2020.03.039.
- [18] 陈立, 范建高. 从国际脂肪性肝病定义的变迁看 2024 版中国指南的工作定义与特色 [J]. *中国临床医学*, 2025, 32 (3) : 321–326. DOI: 10.12025/j.issn.1008–6358.2025.20250107.
- [19] Marshall RH, Eissa M, Bluth EI, et al. Hepatorenal index as an accurate, simple, and effective tool in screening for steatosis [J]. *Am J Roentgenol*, 2012, 199 (5) : 997–1002. DOI: 10.2214/AJR.11.6677.
- [20] Ferraioli G, Berzigotti A, Barr RG, et al. Quantification of liver fat content with ultrasound: a WFUMB position paper [J]. *Ultrasound Med Biol*, 2021, 47 (10) : 2803–2820. DOI: 10.1016/j.ultrasmedbio.2021.06.002.
- [21] Labyed Y, Milkowski A. Novel method for ultrasound - derived fat fraction using an integrated phantom [J]. *J Ultrasound Med*, 2020, 39 (12) : 2427–2438. DOI: 10.1002/jum.15364.
- [22] Dillman JR, Thapaliya S, Tkach JA, et al. Quantification of hepatic steatosis by ultrasound: prospective comparison with MRI proton density fat fraction as reference standard [J]. *Am J Roentgenol*, 2022, 219 (5) : 784–791. DOI: 10.2214/AJR.22.27878.
- [23] Cusi K, Abdelmalek MF, Apovian CM, et al. Metabolic dysfunction-associated steatotic liver disease (MASLD) in people with diabetes: the need for screening and early intervention. A Consensus Report of the American Diabetes Association [J]. *Diabetes Care*, 2025, 48 (7) : 1057–1082. DOI: 10.2337/dci24–0094.
- [24] Wang P, Song D, Han J, et al. Comparing three ultrasound-based techniques for diagnosing and grading hepatic steatosis in metabolic dysfunction-associated steatotic liver disease [J]. *Acad Radiol*, 2025, 32 (4) : 1949–1957. DOI: 10.1016/j.acra.2024.09.002.
- [25] Nakamura Y, Hirooka M, Koizumi Y, et al. Diagnostic accuracy of ultrasound-derived fat fraction for the detection and quantification of hepatic steatosis in patients with liver biopsy [J]. *J Med Ultrason* (2001), 2025, 52 (1) : 85–94. DOI: 10.1007/s10396–024–01472–6.
- [26] Ferraioli G, Barr RG. Ultrasound evaluation of chronic liver disease [J]. *Abdom Radiol*, 2025 (NY), 50 (3) : 1158–1170. DOI: 10.1007/s00261–024–04568–2.
- [27] Kubale R, Schneider G, Lessenich CPN, et al. Ultrasound-derived fat fraction for hepatic steatosis assessment: prospective study of agreement with MRI PDFF and sources of variability in a heterogeneous population [J]. *Am J Roentgenol*, 2024, 222 (6) : e2330775. DOI: 10.2214/AJR.23.30775.
- [28] Cheng S, Lv W, You T, et al. Influence variables of ultrasound-derived fat fraction in liver fat content measurement: preprandial and postprandial states [J]. *Abdom Radiol* (NY), 2025, 50 (11) : 5495–5502. DOI: 10.1007/s00261–025–04909–9.
- [29] Song D, Wang P, Han J, et al. Reproducibility of ultrasound-derived fat fraction in measuring hepatic steatosis [J]. *Insights Imaging*, 2024, 15 (1) : 254. DOI: 10.1186/s13244–024–01834–1.
- [30] Yin H. Prospective multicenter study on the reproducibility of ultrasound-derived fat fraction in assessing hepatic steatosis [J]. *Insights Imaging*, 2025, 16 (1) : 243. DOI: 10.1186/s13244–025–02076–51.
- [31] Xue LY, Zhu YL, Cheng GW, et al. Ultrasound-derived fat fraction for the noninvasive quantification of hepatic steatosis: a prospective multicenter study [J]. *Insights Imaging*, 2025, 16 (1) : 237. DOI: 10.1186/s13244–025–02092–5.
- [32] Nakamura Y, Hirooka M, Koizumi Y, et al. Diagnostic accuracy of ultrasound-derived fat fraction for the detection and quantification of hepatic steatosis in patients with liver biopsy [J]. *J Med Ultrason* (2001), 2025, 52 (1) : 85–94. DOI: 10.1007/s10396–024–01472–6.
- [33] Qi R, Lu L, He T, et al. Comparing ultrasound-derived fat fraction and MRI-PDFF for quantifying hepatic steatosis: a real-world prospective study [J]. *Eur Radiol*, 2024, 35 (5) : 2580–2588. DOI: 10.1007/s00330–024–11119–2.
- [34] Tavaglione F, Flagiello V, Terracciani F, et al. Non-invasive assessment of hepatic steatosis by ultrasound-derived fat fraction in individuals at high-risk for metabolic dysfunction-associated steatotic liver disease [J]. *Diabetes Metab Res Rev*, 2024, 40 (3) : e3787. DOI: 10.1002/dmrr.3787.
- [35] Huang Y, Li J, Liu C, et al. Noninvasive quantification of hepatic steatosis using ultrasound-derived fat fraction (CHESS2303): a prospective multicenter study [J]. *MedComm* (2020), 2025, 6 (3) : e70123. DOI: 10.1002/mco.2.70123.
- [36] Sun M, Zhong M, Luo F, et al. Noninvasive assessment of hepatic steatosis grades by ultrasound derived fat fraction in metabolic dysfunction associated steatotic liver disease [J]. *Sci Reports*, 2024, 14 (1) : 32044. DOI: 10.1038/s41598–024–83606–x.
- [37] Verdan S, Torri GB, Marcos VN, et al. Ultrasound-derived fat fraction for diagnosing hepatic steatosis: a systematic review and Meta-analysis [J]. *Eur Radiol*, 2025, 35 (11) : 7421–7430. DOI: 10.1007/s00330–025–11652–8.
- [38] 韩佳豪, 李嘉, 高瑞霞, 等. 超声衍生脂肪分数对代谢异常相关脂肪性肝病的诊断效能 [J]. *中华超声影像学杂志*, 2025, 33 (8) : 703–711. DOI: 10.3760/cma.j.cn131148–20240418–00234.
- [39] Liang J, Li XQ, Cheng GW, et al. Diagnostic performance of ultrasound-derived fat fraction and automated point shear wave elastography for hepatic steatosis and fibrosis in suspected steatotic liver disease: a prospective multicenter study [J]. *Ultrasound Med Biol*, 2026, 52 (1) : 227–236. DOI: 10.1016/j.ultrasmedbio.2025.09.021.
- [40] Yan L, Fu J, Juan NJ, et al. Ultrasound-derived fat fraction: a novel approach for assessing Wilson's disease-related hepatic steatosis [J]. *BMC Gastroenterol*, 2025, 25 (1) : 465. DOI: 10.1186/s12876–025–03928–6.
- [41] Meng L, Wang J, Yang H, et al. Ultrasound-derived fat fraction to assess liver steatosis in obese patients with polycystic ovary syndrome [J]. *Clin Exp Med*, 2025, 25 (1) : 130. DOI: 10.1007/s10238–025–01635–w.
- [42] Zaleman M, Barth RA, Rubesova E. Real-time ultrasound-derived fat fraction in pediatric population: feasibility validation with MR-PDFF [J]. *Pediatr Radiol*, 2023, 53 (12) : 2466–2475. DOI: 10.1007/s00247–023–05752–0.

附表 1 循证医学证据与等级(参照 GRADE 评分系统)

证据等级 (GRADE 系统)	牛津循证医学中心 分级对应类型	定义与描述	常见研究设计与特征
高	1a/1b 类证据	进一步研究几乎不可能改变该疗效评估结果的可信度	-多个设计良好的随机对照试验(randomized controlled trial, RCT)的系统综述或 Meta 分析 -试验具有低偏倚风险、样本量大、结果一致性高,如大型多中心 RCT -单个设计严谨、执行规范的 RCT -具备明确的纳入排除标准、随机分组、盲法及恰当的统计分析
中	2a/2b/3a/3b 类证据	进一步研究很可能影响该疗效评估结果的可信度,且可能改变该评估结果	-设计良好的队列研究的系统综述 -前瞻性队列研究,长期随访且控制混杂因素较好 -单个设计良好的队列研究(如随访时间长、样本代表性强) -巢式病例对照研究 -病例 -对照研究的系统综述 -包含多个病例 -对照研究,结果具有一定一致性 -单个高质量病例 -对照研究 -匹配良好、样本量充足且数据收集全面
低	4 类证据	进一步研究极有可能影响该疗效评估结果的可信度,且该评估结果很可能改变	-病例系列研究(无对照) -基于临床实践的病例报告或小型观察性研究,缺乏严格对照和统计分析
极低	5 类证据	任何评估结果均不确定	-专家意见、观点或基于生理学原理的推理 -缺乏实际临床数据支持,仅基于理论或专家经验

附表 2 推荐强度

推荐强度	内容	依据
A. 强烈推荐	确信干预措施利大于弊	高质量的研究证据;研究结果一致性佳,几乎没有例外;对研究质量几乎没有疑虑;和(或)专家组成员同意以及其他高质量证据
B. 中等强度推荐	估计干预措施利大于弊	较好研究证据支持;研究结果一致,有轻微和(或)少数例外;对研究质量存在轻微或少量疑虑;和(或)专家组成员同意以及其他中等质量证据
C. 弱推荐	利弊不确定或利弊相当	有限的研究证据支持;研究结果较一致,但有重要的例外;对研究质量存在重要的疑虑;和(或)专家组成员同意以及其他低质量的证据

(收稿日期:2025-10-09)