

MRI 影像组学方法诊断重度肝纤维化准确率的 Meta 分析

曹郴旺 李梅芳^{通讯作者}

长沙医学院 湖南 长沙 410219

摘要:目的:采用 Meta 分析的方法,系统评价磁共振成像(Magnetic Resonance Imaging, MRI)影像组学方法诊断肝纤维化且 METAVIR 病理分期 F3 期及以上患者中的真阳准确率情况,以期为临床理解该技术的应用现状提供数据参考。方法:计算机系统检索 PubMed、Embase、Cochrane Library、Web of Science、中国知网、万方医学网及维普期刊数据库关于 MRI 影像组学诊断肝纤维化分级的相关文献。通过 I^2 检验及 Cochran Q 检验评估研究间的异质性,同时采用敏感性分析和 Egger 检验评估结果的稳健性及发表偏倚。结果:纳入 7 篇文献,共 561 例患者。各研究间存在中高度异质性 ($I^2=69.7\%$)。合并真阳性检出率为 38.9% [95%CI (31.6%, 46.3%)]。敏感性分析示结果稳健, Egger 检验未见明显发表偏倚 ($P=0.305$)。结论: MRI 影像组学检出重度肝纤维化真阳性比例约 38.9%,可作为无创筛查参考,其全面诊断效能尚待标准化研究验证。

关键词:肝纤维化;磁共振成像;影像组学;发生率;Meta 分析

各类慢性肝脏疾病往肝硬化、肝癌进展的关键病理转归阶段,就是肝纤维化,把握临床干预时机、开展预后评估及预防并发症,核心前提是准确识别 METAVIR 评分系统 F3 期及以上的肝纤维化^[1]。肝穿刺活检是传统的诊断标准,有创、存在采样误差和潜在并发症风险,很难作为常规动态监测手段在广泛的患者群体中开展。高准确性、可重复的无创诊断技术的探索与发展,一直是肝脏病学及影像医学领域的研究热点^[2]。近年医学图像处理技术发展迅速,影像组学属于新兴的定量分析方法,受到了学界的广泛关注。影像组学可从计算机断层扫描(Computed Tomography, CT)、磁共振成像(Magnetic Resonance Imaging, MRI)等医学图像中高通量提取肉眼无法分辨的深层纹理特征、形状特征及直方图参数,可呈现组织内部的潜在异质性针对肝纤维化评估开展的研究中,基于 MRI 的影像组学相关成果已初步显现临床潜力,研究者多采用扩散加权成像(Diffusion-weighted imaging, DWI)、磁共振弹性成像(Magnetic Resonance Elastography, MRE)及钆塞酸二钠增强 MRI 等多种序列,分析图像灰度分布模式的变化,可间接呈现肝脏内部纤维间隔的增生程度^[3]。单中心研究已多次证实特定 MRI 序列的纹理参数与肝纤维化等级存在相关性,不过不同研究在设备场强(1.5T 与 3.0T)、扫描方案、图像后处理软件(如 MaZd、TexRAD、AK)以及感兴趣区(Region of interest, ROI)勾画方法上存在明显差异,让各研究报道的“检

出率”或“诊断符合率”存在比较大的波动区间^[4]。这种异质性会限制该技术从实验室研究向临床实践的转化进程。目前还没有研究针对 MRI 影像组学在真实世界人群中识别重度肝纤维化的能力,完成系统性数据整合。本研究采用 Meta 分析的方法,严格筛选、定量整合国内外已发表的相关文献,目的是明确 MRI 影像组学方法在肝纤维化人群中检出重度肝纤维化的总体真阳性构成比情况。梳理不同研究间的异质性来源、计算合并数据后,本研究可给临床医师提供基于当前证据水平的宏观数据概览,为后续研究方向的制定提供循证参考。

1 研究方法

1.1 文献检索策略

根据系统评价和 Meta 分析的 PRISMA 声明进行本研究的分析和报告^[5]。采用主题词与自由词相结合的方式,计算机检索 PubMed、Embase、Cochrane Library、Web of Science、中国知网、万方医学网和维普期刊数据库。检索时限均为建库至 2025 年 10 月 30 日。中文检索词包括:肝纤维化、MRI、影像组学、纹理分析等。同时,追溯纳入文献的参考文献以补充获取相关研究。

1.2 文献纳入与排除标准

纳入标准:①研究对象为临床明确诊断的肝纤维化患者;② MRI 影像组学研究;③以肝纤维化等级 ≥ 3 。

排除标准:①综述、会议摘要、病例报告、动物实验等研究;②重复发表或数据雷同的文献;③无法获

表 1 纳入研究文献的基本资料整理

第一作者	发表年份	国家	MRI 厂家	影像组学方法	组学参数提取软件	图像	病例数	肝纤维化分级	TP	FP	FN	TN
Yang ZX	2016	中国	Siemens	3.0T 直方图	MaZd	SWI	53	F ≥ 3	24	0	14	15
Bahl G	2012	美国	Siemens	1.5T 纹理分析	MaZd	双重增强 MRI	68	F ≥ 3	34	5	3	26
Fujimoto K	2011	日本	Siemens	1.5T 直方图	Not clear	DWI	55	F ≥ 3	20	5	3	27
Park HJ	2019	韩国	Siemens	3.0T 影像组学	ImageJ	平扫和肝胆期	107	F ≥ 3	45	9	12	41
Cannella R	2019	美国	GE	1.5T 纹理分析	TexRAD	T1WI	54	F ≥ 3	13	5	7	29
Yang Z	2019	中国	Siemens	3.0T 直方图	MR OncoTreat	DWI	84	F ≥ 3	40	9	10	25
Lan G Y	2019	中国	GE	3.0T 影像组学	Analysis Kit (AK)	MRE	140	F ≥ 3	41	6	4	89

取全文或数据不完整，且联系作者无果的文献。

1.3 文献筛选与资料提取

由 2 名研究人员独立根据纳入与排除标准进行文献筛选。首先阅读文题和摘要进行初筛，再对可能合格的文献阅读全文进行复筛，确定最终纳入文献。如有分歧，通过讨论或由第 3 名研究者介入。

1.4 统计分析

整理完毕的数据库采用 Stata 18.0 与 Review Manager 5.4 进行统计分析。分析前预先采用 I^2 检验和 Cochran Q 检验评估异质性，根据异质性大小选择效应模型，高异质性 ($P < 0.05$, $I^2 > 50%$) 选择随机效应模型；低异质性 ($P \geq 0.05$, $I^2 \leq 50%$) 选择固定效应模型。通过逐一剔除法评估文献逐一剔除后所得结果是否具备稳健性

(95% 可信区间包含 1 则缺乏稳健性；95% 可信区间不包含 1 则有较好的稳健性)。通过绘制漏斗图进行定性分析，并通过 Egger 检验进行定量分析 ($P < 0.05$ 表示存在发表偏倚，若 $P > 0.05$ 提示不存在发表偏倚)。

2 结果

2.1 文献检索结果

根据预先制定的检索策略共检索到 256 篇文献，剔除重复文献或资料不全剩余 151 篇、删除 127 篇无关文献，进一步筛选符合要求的文献后，最终纳入 7 篇文献。

2.2 纳入研究文献的基本资料整理

经过严格筛选，本次研究共纳入 7 篇文献。共纳入 561 例患者。见表 1。

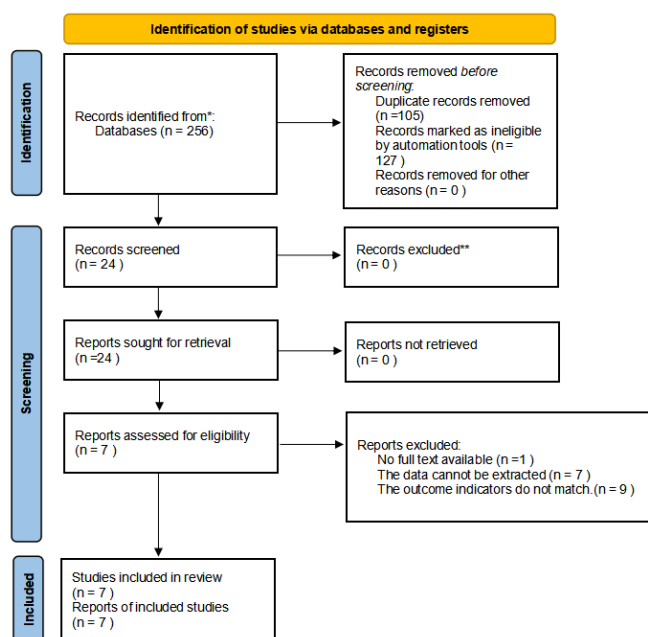


图 1 文献筛选流程与结果

2.3 Meta 分析结果

重度肝纤维化准确率的分析：7 篇文献均报道了 TP 发生率，各研究之间存在异质性 ($I^2=69.7%$, $P=0.003$)，采用随机效应模型进行 Meta 分析，结果显示发生率为 38.9% [95%CI (31.6%, 46.3%)], $P < 0.001$ 。进行敏感性分析和偏倚分析，敏感性分析提示结果有较好稳定性，剔除其余各文献后对研究结果无显著影响，漏斗图和 Egger 检验显示：在漏斗图上总体显示对称，没有发表偏倚 ($t=1.14$, $P=0.305$)。见图 2。

3 讨论

本文整理 7 项独立研究涵盖的 561 例肝纤维化患者临床资料，完成 Meta 分析后，首次针对 MRI 影像组学检出重度肝纤维化 ($\geq F3$ 期) 的真阳性表现开展系统

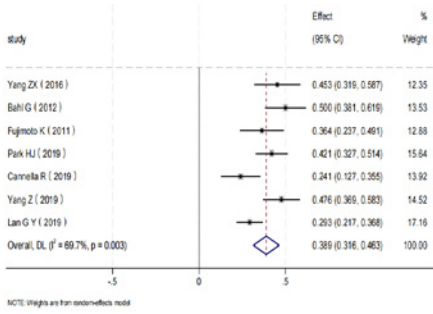


图 2-1 森林图

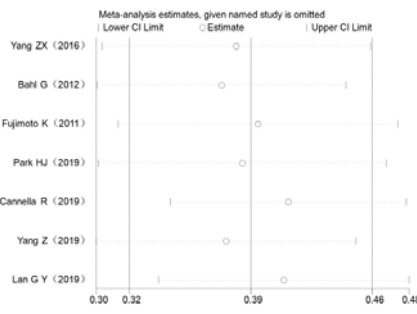


图 2-2 敏感性分析图

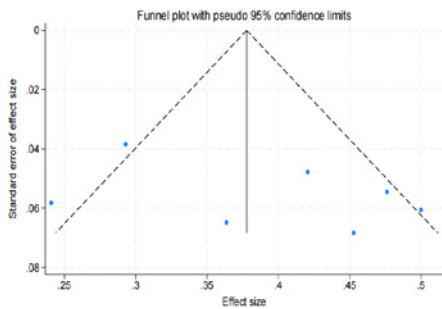


图 2-3 漏斗图

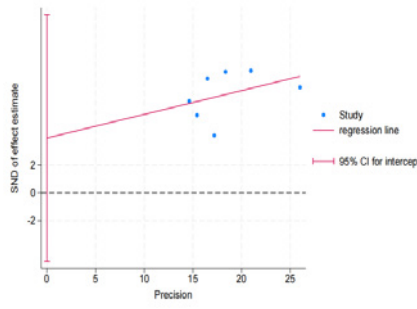


图 2-4 Egger 检验图

可作为临床初步分流、判断是否需开展后续有创检查的初始阈值依据。对纳入文献开展 Egger 线性回归检验，得到的 P 值为 0.305，高于 0.05 的显著性水平，肉眼观察漏斗图也呈现基本对称的分布特征，本次纳入的 7 篇文献受发表偏倚影响的概率较低，研究结果可较为客观地呈现该领域已发表的阳性、阴性数据分布特征。本文仅从真阳性检出比例的维度完成初步汇总，得到的结果仍能明确说明 MRI 影像组学作为无创肝纤维化评估工具，具备比较大的应用潜力。后续相关研究可重点关注两个方向①数据报告内容的规范，研究人员发表相

性评估。对纳入的有效数据完成汇总分析后，采用随机效应模型合并计算的真正阳性检出率为 38.9% (95% CI: 31.6% ~ 46.3%) 该统计结果可作为 MRI 影像组学应用于肝纤维化筛查、初步诊断环节的基础流行病学参考数据合并统计结果对应有临床研究的人群构成，这一数值代表用该技术检出阳性病例的频数占总样本的比例。即便只看这一组数值，其临床参考意义也十分明确：和纳入研究样本特征相近的患者群体中，约四成受检者可经 MRI 影像组学方法直接判定为重度纤维化高危状态，

关论文时，要完整上报诊断性四格表数据 (TP、FP、FN、TN)，方便后续研究开展涵盖敏感度、特异度的全面 Meta 分析②技术执行流程的标准化，推进建立统一的多中心 MRI 图像采集协议、开源的图像预处理算法以及标准化的特征定义库，降低技术异质性，优化 MRI 影像组学模型的可重复性与泛化能力。人工智能与深度迁移学习算法的逐步应用，可借助端到端的特征学习突破传统手工提取纹理特征的限制，最终达成基于 MRI 影像组学的精准肝纤维化分期诊断目标。

参考文献：

[1] 宋宇震, 俞晓芳, 吴昇辰. 肝纤维化临床分期对抗肝纤维化治疗效果的预测价值研究 [J]. 中国现代药物应用, 2024, 18(24): 54-57.

[2] 李俊纓, 程笑, 朱幼芙, 等. 超声引导下经皮经肝穿刺肝活检组织长度的影响因素 [J]. 肝脏, 2025, 30(10): 1406-1409.

[3] 包媛媛, 潘燚琪, 麦筱莉. 磁共振成像技术在肝

纤维化分级诊断中的研究进展 [J]. 磁共振成像, 2025, 16(03): 196-200.

[4] 鲍远杰, 冯济业. 磁共振成像及人工智能影像组学在肝纤维化诊断中的应用进展 [J]. 中国现代医生, 2025, 63(03): 98-101.

[5] 佩特森, 周宇彤. 卫生领域质性 Meta 研究: Meta 分析和 Meta 综合实践指南 [M]. 北京大学医学出版社, 2013.

作者简介：

曹郴旺 (2006-)，男，汉族，湖南郴州，本科在读；
通讯作者：李梅芳，长沙医学院教师。