

## Comparison on efficacy of ultrasound and MRI for diagnosing meniscal injuries: A meta-analysis

WANG Zhi<sup>1</sup>, WANG Bing<sup>1</sup>, WANG Tao<sup>2</sup>, ZHU Jun<sup>3\*</sup>

(1. Medical Team, Unit 69344 of the People's Liberation Army, Altay 836700, China;

2. Department of Clinical Laboratory, 3. Department of Ultrasound Diagnosis, the 949th Hospital of Chinese PLA, Altay 836500, China)

[Abstract] **Objective** To compare the efficacy of ultrasound (US) and MRI for diagnosing meniscal injuries using meta-analysis. **Methods** Databases including Web of Science, PubMed, Embase and Scopus were searched for studies comparing US and MRI for diagnosing meniscal injuries. Two reviewers screened the literature and extracted relative indexes. Pooled sensitivity, pooled specificity and the 95% CI were calculated using a random-effects model. The area under the curve (AUC) for the summary receiver operating characteristic (SROC) curve was obtained. **Results** Eight independent datasets from 7 studies comprising 564 patients were included. The pooled sensitivity, pooled specificity and AUC for US was 89.47% (95% CI [84.26%, 92.30%]), 87.31% (95% CI [81.28%, 91.47%]) and 0.913 (95% CI [0.879, 0.932]), respectively, while for MRI was 89.45% (95% CI [81.25%, 94.31%]), 88.48% (95% CI [82.42%, 92.66%]) and 0.928 (95% CI [0.914, 0.952]), respectively. **Conclusion** US had efficacy comparable to MRI for diagnosing meniscal injuries.

[Keywords] knee injuries; menisci, tibial; ultrasonography; magnetic resonance imaging; sensitivity and specificity; meta-analysis

DOI:10.13929/j.issn.1003-3289.2026.03.018

## 对比超声与 MRI 诊断半月板损伤效能：荟萃分析

王志<sup>1</sup>, 王兵<sup>1</sup>, 王涛<sup>2</sup>, 朱军<sup>3\*</sup>

(1. 中国人民解放军 69344 部队卫生队, 新疆阿勒泰 836700; 2. 中国人民解放军 949 医院检验科,

3. 超声诊断科, 新疆阿勒泰 836500)

[摘要] **目的** 采用荟萃分析对比超声(US)与 MRI 诊断半月板损伤的效能。**方法** 检索 Web of Science、PubMed、Embase 及 Scopus 数据库收录的 US 与 MRI 诊断半月板损伤相关研究, 由 2 名作者筛选文献并提取相关数据。采用随机效应模型计算合并敏感度及合并特异度及其 95% CI, 获取综合受试者工作特征(SROC)曲线以及曲线下面积(AUC)。**结果** 共纳入 7 篇文献, 包含 8 项独立研究, 共 564 例患者。US 诊断半月板损伤的合并敏感度、合并特异度及 AUC 分别为 89.47% [95% CI (84.26%, 92.30%)], 87.31% [95% CI (81.28%, 91.47%)] 及 0.913 [95% CI (0.879, 0.932)], MRI 分别为 89.45% [95% CI (81.25%, 94.31%)], 88.48% [95% CI (82.42%, 92.66%)] 及 0.928 [95% CI (0.914, 0.952)]。**结论** US 与 MRI 诊断半月板损伤效能相当。

[关键词] 膝损伤; 半月板, 胫骨; 超声检查; 磁共振成像; 敏感性与特异性; 荟萃分析

[中图分类号] R684; R445.1 [文献标识码] A [文章编号] 1003-3289(2026)03-0408-06

[第一作者] 王志(1991—), 男, 新疆石河子人, 硕士, 主治医师。研究方向: 骨外科疾病。E-mail: wangzhiorthopedics@126.com

[通信作者] 朱军, 中国人民解放军 949 医院超声诊断科, 836500。E-mail: zhujun16@126.com

[收稿日期] 2025-09-22 [修回日期] 2026-02-02

半月板损伤为下肢常见损伤类型<sup>[1]</sup>,也是影响基层部队官兵健康的主要原因之一<sup>[2]</sup>。目前关节镜检查是诊断半月板损伤的金标准,但具有侵入性且费用高昂<sup>[3]</sup>,使其临床应用有限。MRI 软组织分辨率高,应用较为广泛<sup>[4]</sup>,但设备在基层诊疗机构尚未完全普及,且不适用于体内有金属植入物者<sup>[5]</sup>。近年骨骼肌肉超声(ultrasound, US)在运动系统疾病中的应用日益增多<sup>[6]</sup>。影像学诊断半月板损伤研究大多利用 US 或 MRI 进行独立评估<sup>[7-9]</sup>,或单纯对一种方法的准确性进行汇总分析<sup>[10]</sup>,鲜见系统比较 US 与 MRI 诊断效能的研究。本文通过荟萃分析比较 US 与 MRI 诊断半月板损伤的效能。

### 1 资料与方法

遵循 Cochrane 综述文章研究流程及方法,并依照 PRISMA checklist 写作。本研究已在 PROSPERO 国际系统综述注册平台完成注册(注册号:CRD420251036696)。

1.1 检索文献 在 PubMed、Embase、Web of Science 及 Scopus 数据库中检索自建库以来至 2025 年 4 月 15 日的相关文献,检索词包括“Meniscus”“Magnetic Resonance Imaging”“Ultrasonography”“Diagnosis”,以及各主题词的自由词;采用主题词与自由词相结合的方式进行搜索。由 2 名作者筛选文献并提取相关数据。

1.2 纳入及排除标准 纳入标准:①直接比较 US 与 MRI 诊断半月板损伤的前瞻性原始研究;②以关节镜检查或手术结果为金标准;③提供可提取的真阳性(true positive, TP)、假阳性(false positive, FP)、真阴性(true negative, TN)、假阴性(false negative, FN)四格表数据。排除标准:①个案报告、动物研究或人工智能(artificial intelligence, AI)辅助相关研究;②未提供完整诊断数据;③无法获取全文。

1.3 提取数据 包括标题、第一作者、发表年份、国家、研究类型、样本量、设备参数、接受金标准检查与待评价方法的间隔时间,以及 TP、FP、FN 和 TN 例数等<sup>[11]</sup>。

1.4 评价文献质量 采用

RevMan 5.3 软件中的 QUADAS-2 量表对纳入文献的质量进行评价,主要指标包括病例选择、待评价试验、金标准、病例流程及进展情况等。

1.5 统计学分析 采用 Stata 17 进行荟萃分析。以随机效应模型计算合并敏感度、合并特异度及其 95%CI,并以森林图形式呈现结果;采用  $I^2$  统计量评估研究间的异质性。获取综合受试者工作特征(summary receiver operating characteristic, SROC)曲线及其曲线下面积(area under the curve, AUC),并将 AUC 分为 3 个等级:<0.7 为低、0.7~0.9 为中等、>0.9 为高。构建 Fagan 列线图评估先验、后验概率。绘制 Deek 漏斗图,以评估发表偏倚。

### 2 结果

2.1 文献检索结果 初期检索共获取 538 篇文献,通过“滚雪球”法另外获得 3 篇文献;最终纳入 7 篇文献<sup>[5,12-17]</sup>,包括 8 项独立研究、共 564 例患者(图 1)。纳入研究的具体特征见表 1。

2.2 风险偏倚评价 QUADAS-2 量表评价结果显示,纳入文献在患者选择方面存在一定偏倚风险:7 篇文献中,1 篇提及关节镜手术医师操作前已知晓 MRI 结果;2 篇纳入对象为内侧或外侧半月板受伤患者,具有潜在偏倚风险(图 2)。

2.3 荟萃分析 US 诊断半月板损伤

2.3.1 合并效应量 US 诊断半月板损伤的合并敏感度为 89.47%[95%CI(84.26%,92.30%)],异质性  $I^2=47.69%$ ;合并特异度为 87.31%[95%CI(81.28%,

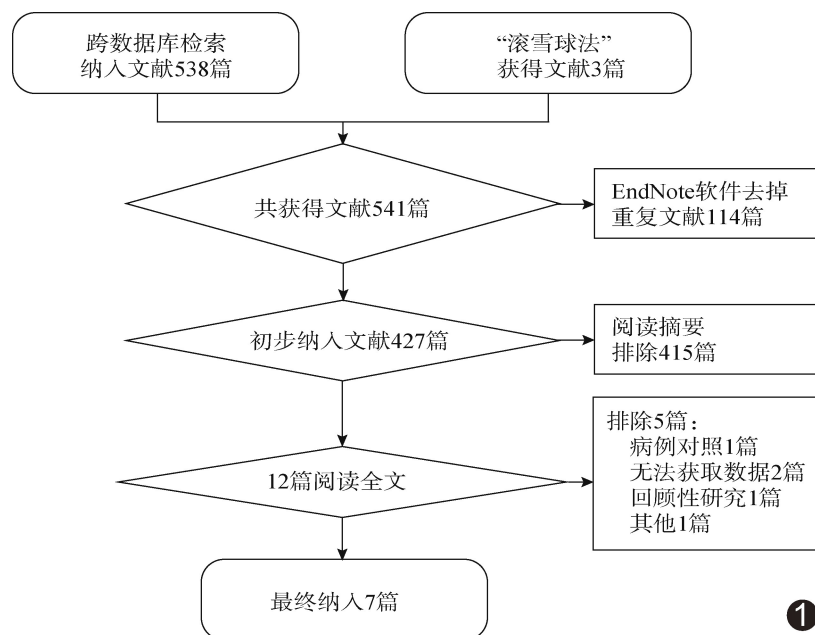


图 1 文献检索流程图

表 1 纳入文献特征

文献序号	第一作者	国家	例数	诊断方法	US 探头频率/ MRI 场强	金标准检查期待 评价诊断方法时间	TP (例)	FP (例)	FN (例)	TN (例)
1	ELSHIMY A <sup>[5]</sup>	埃及	60	US	9~15 MHz	未知	39	2	3	16
				MRI	1.5 T	未知	38	3	4	15
2	SHETTY A A <sup>[12]</sup>	英国	35	US	5~13 MHz	未知	19	4	3	9
				MRI	未知	未知	19	0	3	13
3	ALIZADEH A <sup>[13]</sup>	伊朗	74	US	14 MHz	3 天内	53	3	5	13
				MRI	1.5 T	3 天内	57	2	1	14
4	AHMADI O <sup>[14]</sup>	伊朗	157	US	5~12 MHz	2 周内	79	7	10	61
				MRI	未知	术前	83	5	6	63
5	TIMOTIJEVIC S(acute) <sup>[15]</sup>	塞尔维亚	66	US	5 MHz, 7.6 MHz	未知	24	5	10	27
				MRI	1.5 T	未知	23	4	11	28
6	TIMOTIJEVIC S(chronic) <sup>[15]</sup>	塞尔维亚	41	US	5 MHz, 7.6 MHz	未知	17	2	3	19
				MRI	1.5 T	未知	15	1	5	20
7	COOK J L <sup>[16]</sup>	美国	71	US	10~14 MHz	未知	54	2	5	10
				MRI	1.5 T	未知	54	4	5	8
8	KHAN Z <sup>[17]</sup>	沙特	60	US	7.5 MHz	3 周内	37	2	3	18
				MRI	1.5 T	3 周内	34	4	6	16

91.47%)], 异质性  $I^2 = 0$  (图 3); 其 SROC 曲线(图 4)的 AUC 为 0.913 [95% CI(0.879, 0.932)]。

2.3.2 发表偏倚 漏斗图显示不存在明显发表偏倚 ( $P = 0.540$ ), 见图 5。

2.3.3 后验概率 Fagan 列线图见图 6。

2.4 荟萃分析

MRI 诊断半月板损伤

2.4.1 合并效应量

MRI 诊断半月板损伤的合并敏感度为 89.45% [95% CI (81.25%, 94.31%)], 异质性  $I^2 = 74.10%$ ; 合并特异度为 88.48% [95% CI (82.42%, 92.66%)], 异质性  $I^2 = 39.67%$  (图 7); 其 SROC 曲线(图 8)的 AUC 为 0.928 [95% CI (0.914, 0.952)]。

2.4.2 发表偏倚

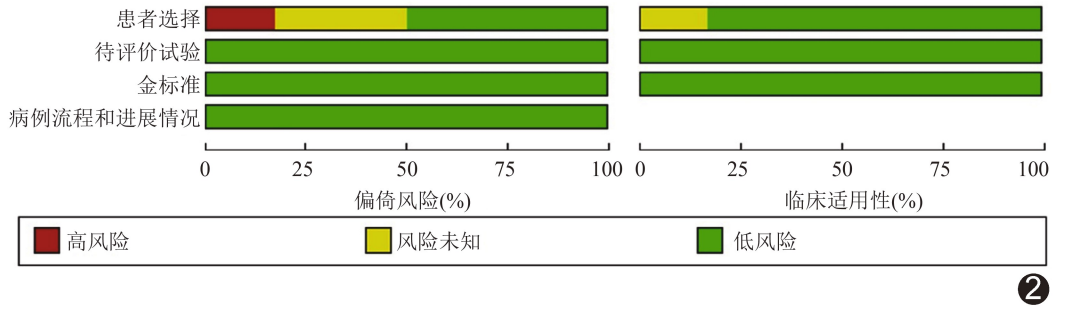


图 2 文献质量评价偏倚风险图

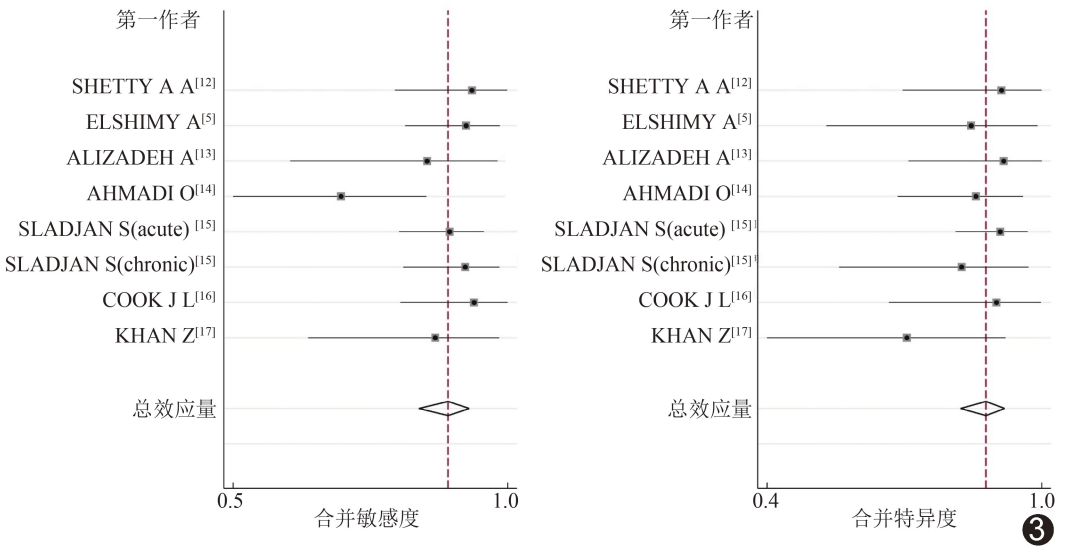


图 3 US 诊断半月板损伤的合并敏感度及合并特异度

9)显示不存在明显发表偏倚 ( $P = 0.370$ )。

2.4.3 后验概率 Fagan 列线图见图 10。

2.5 对比 US 与 MRI 诊断半月板损伤效能 二者的

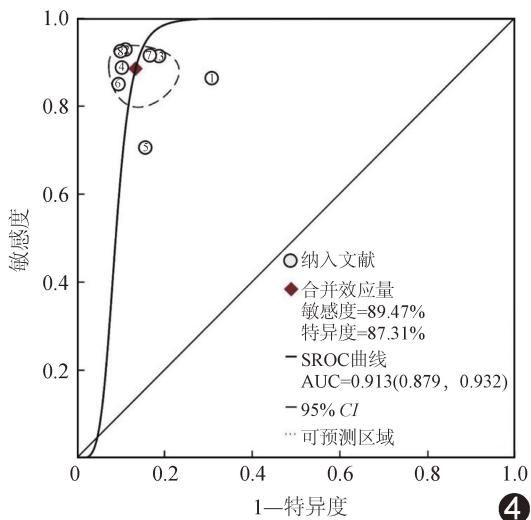


图 4 US 诊断半月板损伤的 SROC 曲线

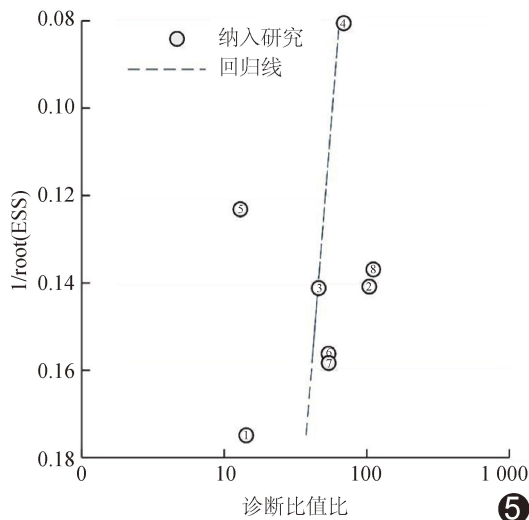


图 5 评价 US 诊断半月板损伤的发表偏倚

诊断敏感度异质性检验  $I^2=0$  ( $P=1.000$ )、特异性异质性检验  $I^2=0$  ( $P=0.790$ )，差异均无统计学意义；其 AUC 亦相似，异质性检验  $I^2=33.30\%$  ( $P=0.221$ )。

### 3 讨论

MRI 诊断半月板损伤的价值已得到广泛认可，但设备在偏远、欠发达地区的普及率低、可及性差，

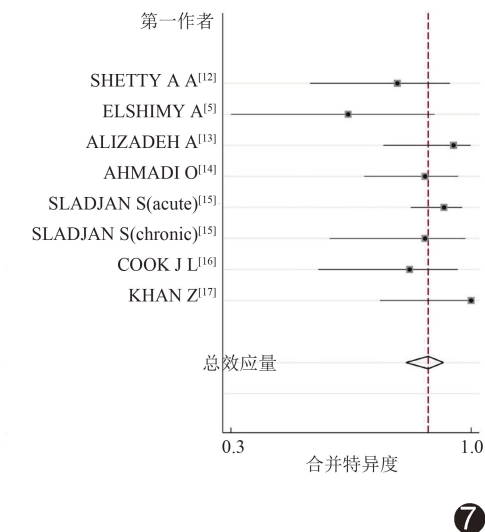
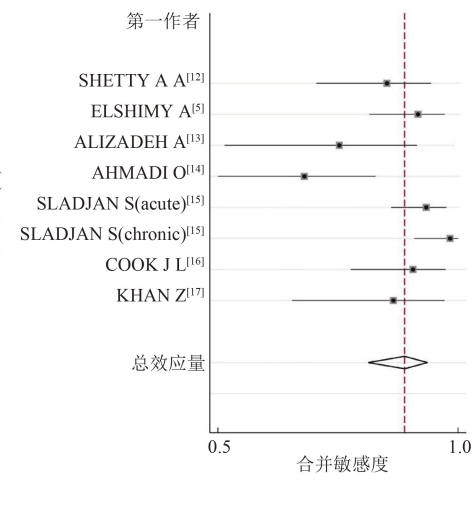
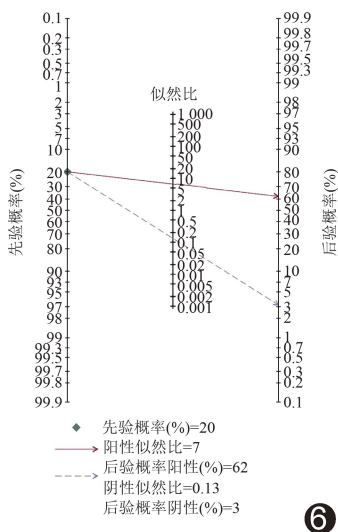
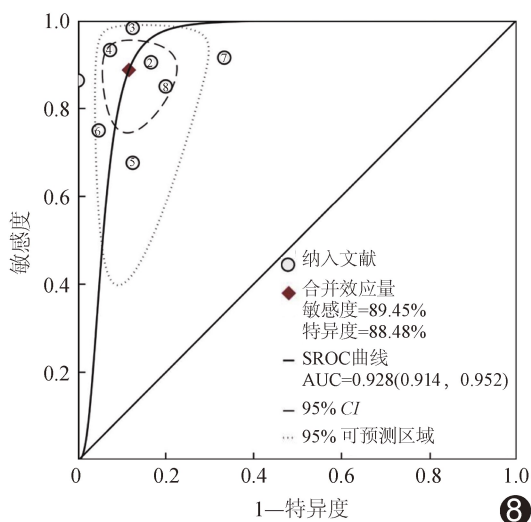
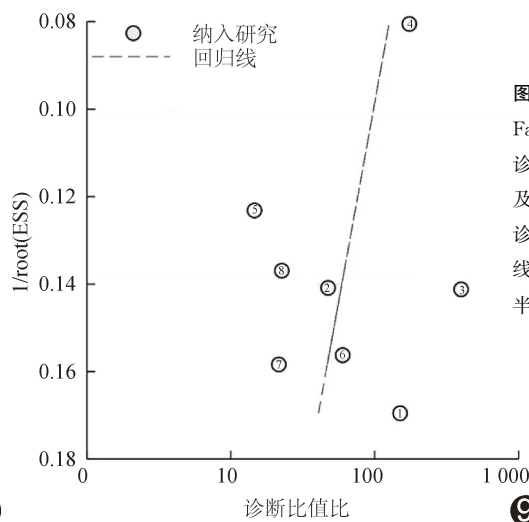


图 6 US 诊断半月板损伤的 Fagan 列线图 图 7 MRI 诊断半月板损伤的合并敏感度及合并特异性 图 8 MRI 诊断半月板损伤的 SROC 曲线 图 9 评价 MRI 诊断半月板损伤的发表偏倚



8



9

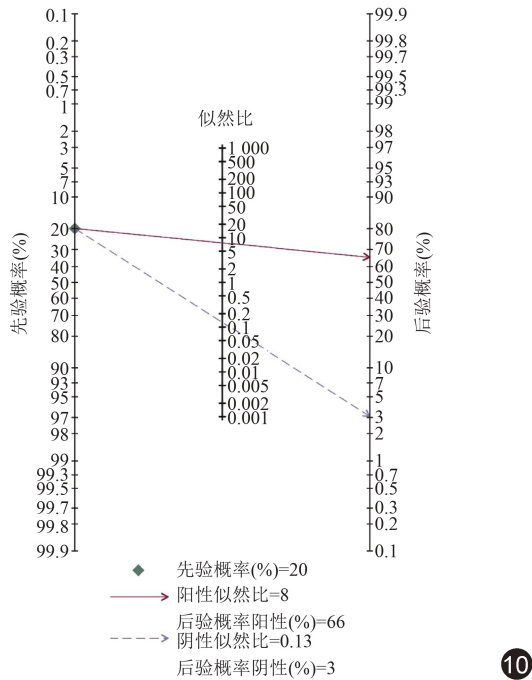


图 10 MRI 诊断半月板损伤 Fagan 列线图

亟待寻找便捷、经济且诊断效能与之相当的方法。本研究纳入的 7 篇文献中,5 篇来自发展中国家、2 篇来自发达国家的经济相对欠发达地区。

对于运动系统疾病,US 作为 MR 检查的备选手段,具有廉价、可重复、可双侧对比及操作便捷等优点,但依赖操作医师的技能水平;且 US 难以显示半月板中央部分病变,故长期仅被视为存在 MR 检查禁忌证患者的替代方案。近年来,随着骨骼肌肉 US 技术的日益成熟,其适用性逐步扩大,尤其对于偏远地区和基层部队具有显著优势<sup>[18]</sup>。笔者研究<sup>[2]</sup>表明,某基层单位 3 年内有 67 人(共 78 膝)被诊断出存在不同程度半月板损伤;考虑到基层诊疗条件受限,实际患病率可能更高。本研究结果表明,US 诊断膝关节半月板损伤的效能与 MRI 相当,提示 US 可作为初步诊断半月板损伤的筛查工具,发现存在明确严重损伤或 US 难以诊断的病例再行转诊,可大大降低成本支出、提高分级诊疗效率。

综上,US 诊断膝关节半月板损伤效能与 MRI 相当,适于在基层推广作为筛查工具。未来 AI 辅助可进一步缩小医师操作水平不同而造成的差异<sup>[19-20]</sup>,更利于 US 在基层的推广应用。本研究的主要局限性:①纳入、排除标准相对严格,导致纳入研究数量较少,可能对估计总体效应产生影响,限制了其通用性;②纳入文献中,2 篇仅纳入单侧半月板损伤患者,可能导致研究间异质性增大,造成结果解释偏倚;③对于研究时

间未设限,不排除不同时期诊断效能存在较大差别而放大偏倚;④无法完全解释高度异质性,可能影响合并结果的外推性;均有待通过后续更新方法学、利用网状荟萃分析、纳入更多间接比较研究加以改进。

利益冲突:全体作者声明无利益冲突。

作者贡献:王志查阅文献、撰写和修改文章;王兵图像处理、统计分析;王涛研究设计;朱军指导、审阅文章。

[参考文献]

- [1] DUONG V, OO W M, DING C, et al. Evaluation and treatment of knee pain: A review[J]. JAMA, 2023,330(16):1568-1580.
- [2] 王志,王兵,李正强.某边防部队官兵半月板损伤情况调查及预防对策[J].创伤外科杂志,2022,24(7):490-493.
- [3] BANSAL S, FLOYD E R, A KOWALSKI M, et al. Meniscal repair: The current state and recent advances in augmentation[J]. J Orthop Res, 2021,39(7):1368-1382.
- [4] SHAKOOR D, KIJOWSKI R, GUERMAZI A, et al. Diagnosis of knee meniscal injuries by using three-dimensional MRI: A systematic review and meta-analysis of diagnostic performance[J]. Radiology, 2019,290(2):435-445.
- [5] ELSHIMY A, OSMAN A M, AWAD M E S, et al. Diagnostic accuracy of point-of-care knee ultrasound for evaluation of meniscus and collateral ligaments pathology in comparison with MRI[J]. Acta Radiol, 2023,64(7):2283-2292.
- [6] JOHNSON S E, KRUSE R C, BOETTCHER B J. The role of ultrasound in the diagnosis and treatment of meniscal injuries[J]. Curr Rev Musculoskelet Med, 2024,17(6):171-184.
- [7] YOU M, LI J, ZHANG X, et al. Diagnostic efficiency of MRI in child and adolescent lateral discoid meniscus[J]. Orthop Surg, 2025,17(3):900-908.
- [8] NAKASE J, ASAI K, YOSHIMIZU R, et al. How to detect meniscal ramp lesions using ultrasound [J]. Arthrosc Tech, 2021,10(6):e1539-e1542.
- [9] AHMADI O, MOTIFIFARD M, HEYDARI F, et al. Role of point-of-care ultrasonography (POCUS) in the diagnosing of acute medial meniscus injury of knee joint [J]. Ultrasound J, 2022,14(1):7.
- [10] PHELAN N, ROWLAND P, GALVIN R, et al. A systematic review and meta-analysis of the diagnostic accuracy of MRI for suspected ACL and meniscal tears of the knee[J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2016,24(5):1525-1539.
- [11] 陆瑶,杨秋玉,刘雅菲,等.如何制作诊断试验准确性比较的系统评价与 Meta 分析 [J]. 中国循证医学杂志, 2022, 22 (11): 1339-1347.
- [12] SHETTY A A, TINDALL A J, JAMES K D, et al. Accuracy of hand-held ultrasound scanning in detecting meniscal tears[J]. J Bone Joint Surg Br, 2008,90(8):1045-1048.

- [13] ALIZADEH A, BABAEI JANDAGHI A, KESHAVARZ ZIRAK A, et al. Knee sonography as a diagnostic test for medial meniscal tears in young patients[J]. Eur J Orthop Surg Traumatol, 2013, 23(8):927-931.
- [14] AHMADI O, MOTIFIFARD M, HEYDARI F, et al. The predictive value of point-of-care ultrasonography versus magnetic resonance imaging in assessing medial meniscal tears in patients with acute knee injury [J]. Clin Exp Emerg Med, 2024, 11(2):188-194.
- [15] TIMOTIJEVIC S, VUKASINOVIC Z, BASCAREVIC Z. Correlation of clinical examination, ultrasound sonography, and magnetic resonance imaging findings with arthroscopic findings in relation to acute and chronic lateral meniscus injuries[J]. J Orthop Sci, 2014, 19(1):71-76.
- [16] COOK J L, COOK C R, STANNARD J P, et al. MRI versus ultrasonography to assess meniscal abnormalities in acute knees[J]. J Knee Surg, 2014, 27(4):319-324.
- [17] KHAN Z, FARUQUI Z, OGYUNBIYI O, et al. Ultrasound assessment of internal derangement of the knee [J]. Acta Orthop Belg, 2006, 72(1):72-76.
- [18] AWAN F, MONDAL P, van der MERWE J M, et al. The utility of a community-based knee ultrasound in detecting meniscal tears: A retrospective analysis in comparison with MRI[J]. Healthcare (Basel), 2024, 12(20):2051.
- [19] ZHOU H, JIANG T, LI Q, et al. US-based deep learning model for differentiating hepatocellular carcinoma (HCC) from other malignancy in cirrhotic patients[J]. Front Oncol, 2021, 11:672055.
- [20] ZHAN J, ZHANG J, ZHU S, et al. Diagnostic performance of ultrasound characteristics-based artificial intelligence models for thyroid nodules: A systematic review and meta-analysis[J]. Front Oncol, 2025, 15:1614603.

## 中国学术期刊影响因子年报(2025 版) ——《中国介入影像与治疗学》

“中国学术期刊影响因子年报(2025 版)”于 2025 年 11 月由中国科学文献计量评价研究中心发布。《中国介入影像与治疗学》杂志在临床医学综合类的相关数据为：

- 1 影响力指数(CI 值):141.153;
- 2 总被引:1391;
- 3 影响因子:1.085;
- 4 他引总引比:0.88;
- 5 基金论文比:0.41;
- 6 WEB 即年下载率:95。