·综述·

恶性胸腔积液的影像学诊断进展
Advances in Imaging Diagnosis of Malignant Pleural Effusion

刘小奇　董　悦　刘远康　徐向阳*
华中科技大学同济医学院附属梨园医院放射科 (湖北 武汉 430000)
第一作者：刘小奇，男，硕士研究生，主要研究方向：心胸影像学。E-mail：m202076533@hust.edu.cn
通讯作者：徐向阳，男，主任医师，主要研究方向：放射影像学。E-mail：1747414983@hust.edu.cn

【关键词】恶性胸腔积液；CT；MRI；超声；PET/CT；诊断
【中图分类号】R445
【文献标识码】D
DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2026.04.056

恶性胸腔积液(malignant pleural effusion, MPE)常由肺癌、乳腺癌、淋巴瘤和胃肠道等恶性肿瘤直接侵犯或转移至胸膜所致，也可由原发于胸膜的恶性肿瘤引起，表现为胸腔积液[1]。MPE以45岁以上中老年人多见，常表现为胸部钝痛、呼吸困难等症状，其中位生存期仅3-12个月，具体取决于肿瘤类型及患者本身的健康状况[2-3]。MPE的诊断对已确诊癌症患者的分期、治疗和预后有重要意义[4]。

临床上快速且准确的诊断MPE仍是难题。胸腔积液细胞学或者胸膜活检发现癌细胞或恶性肿瘤组织是检验MPE的“金标准”，但胸腔积液细胞学敏感度较低，阴性结果并不能排除MPE[5]。胸膜活检具有一定的创伤性，不适用于体质差的患者。胸膜肿瘤标志物如癌胚抗原(CEA)、糖类抗原153(CA153)、糖类抗原125(CA125)前景广阔，但其对诊断MPE敏感度较低，离临床应用尚有一定距离[6]。

作为一种无创检查方法，影像学诊断能够很好地显示病理条件下胸膜的异常改变，为MPE的诊断提供可靠依据。目前，X线诊断MPE价值有限，CT、MRI、超声和核医学，在MPE诊断中有一定应用。本文就不同影像学方法对MPE诊断的进展予以综述。

1 CT平扫和增强成像

CT成像能够诊断胸腔积液病因及其伴发的肺、纵隔和心脏疾病，检查时间短，重复性高。胸膜增厚＞1cm、环状胸膜增厚和胸膜结节是MPE最主要的影像学特征，但该征象敏感度较低[2, 7]。近期一项研究[8]通过将CT与胸腔积液细胞学结合实现MPE诊断，该方法诊断特异度接近100%，敏感度超过90%。进一步的大规模前瞻性研究有望证实此结果。由此可见，尽管MPE的CT表现具有特征性，但不能替代细胞组织学检测。Porcel 等[9]建立了基于影像学的评分系统，见表1，用于评估胸腔积液的良恶性，研究结果表明当评分≥7时，该评分系统对诊断MPE表现良好，敏感度和特异度分别为88%和94%。CT评分系统应被视为鉴定良恶性胸腔积液的辅助工具，结合胸腔积液细胞组织学来增加对MPE的诊断权重。

表1 CT评分系统预测恶性胸腔积液

CT特征	分数
胸膜异常(结节、肿块、增厚)≥1cm	5
肝转移	3
腹部肿块	3
肺肿块或肺结节≥1cm	3
无局限性包裹性积液	2
无心包积液	2
心脏轮廓无增大	2

此外，Arenas-Jiménez等[10]对 MPE患者进行CT增强扫描，研究结果显示胸膜增厚和胸膜结节在增强CT中延迟相密度显著更高(76.0 ± 25.1 HU vs 57.5 ± 20.7 HU, *P*<0.001)。作者认为，这可能是由于延迟相时足够多的造影剂渗透入胸膜组织中而形成较好的对比效果所致。因此作者建议使用延迟期来评估胸膜增厚和胸膜结节相关的MPE。

2 CT能谱成像

CT能谱成像的概念最早在20世纪70年代被提出，并随着CT技术的发展不断演进，其成像的原理是不同物质对于不同能量的X线吸收特性不同，以往在肺部主要集中于良恶性肺结节的研究，在胸腔积液性质中的研究较少。能谱CT通过高低电压(如80KV和140KV)的瞬时切换技术，可获取两种能量X线采样数据并进行重建，得到混合能量CT图像(KV)和(40-140KeV)的101组单能量图像及基础物质密度图。利用不同KeV条件下的单能量图像中感兴趣区CT值的变化生成能谱曲线图。再根据能谱曲线图可直接计算出感兴趣区域内部无机物的有效原子序数。

基于能谱CT多参数成像的优势，有研究尝试将其应用到MPE诊断中。Zhang等[11]对14例良性胸腔积液和15例MPE患者进行双能CT扫描，结果发现40 keV及100 keV的单能量图像CT值及有效原子序数之间差异可以有效鉴别良恶性胸腔积液。若将其与年龄和病史相结合，则可以提供更好的诊断效能，敏感度达到100%，特异度达到71.4%。此外本研究还发现良恶性胸腔积液的混合能量CT值、能谱曲线斜率及基础物质密度图差异对鉴别良恶性胸腔积液无意义。这是因为良恶性胸腔积液的细胞学成分不同，MPE有更多的CEA、血红蛋白、生长因子，这些成分对不同X线吸收不同，导致40 keV及100 keV的单能量图像CT值及有效原子序数产生差异。然而，Zhang等[12]研究发现在低能量水平下(40keV-80keV)，良恶性胸腔积液的频谱曲线的斜率有显著差异，恶性组下降比良性组更明显。两者结果的差异可能是由患者病因、感兴趣区域大小及位置不同等异常所致。

传统CT使用多束低能量X射线，在宽能谱范围内产生平均衰减,平均效应降低了对比分辨率，难以区分具有较小密度差异的物质，例如良恶性胸腔积液。与传统CT相比，能谱CT敏感度显著提高，具有一定的临床应用价值和前景，但相关研究样本量较少，且研究结果存在一定异质性，未来需要进一步加大相关研究的样本量来确认其诊断效能。

3 MRI成像

MRI具有较高的软组织分辨率，能多序列、多参数成像。与CT相比，MRI能更清楚地显示肿瘤是否侵犯胸壁或膈肌。MRI技术近年来发展迅速，多种MR功能成像将MPE诊断从简单的形态学带入到结合功能诊断的新阶段，如磁共振扩散加权成像

(Diffusion weighted imaging, DWI)、磁共振波谱成像(Magnetic Resonance Spectroscopy, MRS)、纵向弛豫时间定量(T1 mapping)等技术。

DWI是一种能够反映组织中水分子无序扩散运动快慢的MRI技术。Coolen等[13]通过DWI成像鉴别良恶性胸腔积液的敏感度和准确性分别为71.4%和87.1%。MRS是一种基于对组织代谢光谱分析的非侵入性功能成像技术，可测量组织和器官中的代谢物含量和化学成分。

质子MRS(^{1}H-MRS)是临床上最常用的MRS方法，可以通过水抑制信号来提供组织内低浓度代谢物的化学信息[14]。MRS可用于鉴别MPE和炎性、结核性胸腔积液。钟华等[15]对不同类型胸腔积液中同一类型的代谢物的波峰下面积进行比较，结果发现炎性和结核性胸腔积液的乳酸峰均较MPE高，MPE的胆碱和肌醇峰均较结核性和炎性胸腔积液高。这可能是因为良恶性胸腔积液的细胞成分的差异所致，良性胸腔积液中的白细胞脱离血浆环境后由于氧含量减少，造成无氧呼吸增加进而产生乳酸。而MPE中肿瘤细胞(细胞膜)代谢增加，反映细胞膜代谢增加的标记物胆碱及肌醇浓度会相应升高[16-17]。但目前利用^{1}H-MRS评估MPE的研究较少，良恶性胸腔积液中更有意义的生物学标识有待进一步研究。

T1 mapping技术可定量测量组织的T1弛豫时间，从而评估组织病理学改变(如水肿、纤维化)。目前广泛地应用于心肌病中，在胸膜疾病中应用较少[18]。近期研究发现[19]T1 mapping对鉴别漏出液和渗出液具有较高的敏感度和特异度。Kuetting等[20]建立了一个体模，体模内注入来源于良恶性肿瘤患者胸腹腔积液的白蛋白液体，并进行连续性稀释(0-200g/L)，然后用1.5T T1 mapping扫描，分析液体平扫T1 mapping值与液体白蛋白浓度之间的关系，结果发现MPE的T1值更低，T1 mapping对MPE判断的准确性较高(AUC=0.89)。但是除了MPE，其他渗出性积液(如结核性，脓性)蛋白质含量也会增加。所以在临床上不能排除感染的情况下，T1 mapping的准确性将下降。

4 超声成像

4.1 超声检查 超声作为实时成像技术，简便且重复性强。胸部超声(Thoracic ultrasound, TUS)有助于确认胸腔积液的存在，并有助于鉴别胸腔积液、胸膜增厚和实变。MPE的早期胸膜增厚很难通过超声诊断，但胸膜增厚＞1cm、胸膜结节、膈肌厚度>7mm及肝转移高度提示MPE[21-22]。一项TUS对良恶性胸腔积液鉴别诊断的Meta分析显示[23]，胸部超声对诊断MPE的敏感度很低。所以，阴性的TUS结果不能用于排除MPE。但当TUS检测到胸膜结节时，可以使用超声引导介入治疗，有助于提高手术成功率及降低术中并发症[24]。

4.2 超声弹性成像 超声弹性成像技术(ultrasonic elastography, USE)最早于20世纪90年代提出，近年来得到了进一步发展和改进。它能够无创性地评估软组织的硬度，其利用软组织在特定的病理或生理过程引起的弹性变化，进而来评估组织的良恶性。目前在肝脏、乳腺、甲状腺、淋巴结和前列腺等多个器官中用于检测恶性肿瘤[25]。

剪切波弹性成像(shear wave elastography, SWE)是一种新的弹性成像技术。使用者不需要对组织进行外力加压，能够更加精确的评估组织弹性硬度。SWE通过发射声辐射对感兴趣区组织施加激励，探头通过接受感兴趣区组织内反射的剪切回波信号来计算其内的剪切波速度(shear wave velocity, SWV)[26]，恶性组织相较于良性组织硬度更高，SWV传播速度更快，故SWV值更高。Ozgokce 等[27]研究表明恶性胸膜下病变的平均SWV值显著高于良性胸膜下病变，当SWV截断值为2.47m/s时对鉴别良恶性胸膜下疾病有较高的敏感度和特异度(均为97.7%)。一项前瞻性地评估SWE在诊断恶性胸腔积液价值的研究表明[28]，当 SWE平均值设置为47.25kPa时，SWE比TUS更好的鉴别MPE和良性胸膜疾病。尽管弹性成像能提供传统超声不能获得的信息，但其对超声设备的较高要求限制了该技术在临床的普及应用。此外，除了硬度之外，介质的其他机械特性(如非线性、各向异性和粘弹性)还需进一步探索，以提高USE对接受治疗干预的MPE患者的诊断和监测能力。

4.3 核医学成像 正电子发射断层扫描(positron emission tomography, PET)是一种广泛应用于诊断恶性肿瘤和寻找转移瘤的无创性功能成像技术。^{18}F-FDG是其最常用的显像剂，恶性肿瘤相较于正常组织葡萄糖酵解代谢增高，故能浓集^{18}F-FDG。PET/CT将PET和CT融为一体，可以同时提供病灶的解剖定位和功能代谢等分子信息。胸膜形态异常、胸膜和胸腔积液^{18}F-FDG摄取增加是鉴别良恶性胸腔积液最主要的PET/CT参数[29]。一项通过PET/CT半定量分析鉴别良恶性胸腔积液的meta分析表明[30]，PET/CT对鉴别良恶性胸腔积液的敏感度和特异度均较低(81%和74%)，阳性似然比和阴性似然比分别为3.22和0.26，这可能是因为感染性病变及胸膜炎性疾病也可以引起^{18}F-FDG摄取增加。因此作者不建议PET/CT半定量分析在鉴别良恶性胸腔积液中常规使用。最近一项研究[31]将PET与PET/CT结合进行Meta分析，结果发现综合PET/CT的视觉/定性图像分析优于半定量分析，其诊断MPE的阳性似然比为9.9，阴性似然比为0.1。该结果虽然高度提示PET/CT的视觉/定性图像相对半定量分析在临床上诊断MPE存在较大的应用价值；然而由于相关研究纳入人群的高度异质性，该结论的可信度不高。此外，Yang等[32]开发了一个基于多个PET/CT参数的评分系统，见表2，用来验证^{18}F-FDG摄取在预测恶性胸腔积液的价值，研究结果显示当评分≥4分时，对预测恶性胸腔积液表现良好，敏感度和特异度分别为83.3%和92.2%，AUC=0.949。^{18}F-FDG PET/CT是肿瘤患者分期和评估疗效的常规检查方法，在^{18}F-FDG PET/CT上预测恶性胸腔积液有助于临床医生有效地治疗和管理患者，但相关研究较少，且不同研究之间纳入的研究人群及图像分析方法具有高度异质性，未来需要更大的前瞻性研究来验证该技术的诊断性能。

表2 PET/CT评分系统预测恶性胸腔积液

参数	分数
单侧肺结节和/或肿块18F-FDG摄取增加(SUVmax≥2.5)	3
肺外恶性肿瘤(原发性/转移性)	3
胸膜增厚伴^{18}F-FDG摄取增加(TBR＞1.8)	2
多发结节或肿块(单侧或双侧肺)伴18F-FDG摄取增加(SUVmax≥2.5)	1
胸腔积液^{18}F-FDG摄取增加(TBR＞1.1)	1

5 小 结

MPE是临床常见疾病，虽然病理组织学检查仍是诊断MPE的金标准，但由于其较低的敏感度和创伤性限制了临床应用。以往使用CT及超声成像显示MPE局限于胸膜的形态学改变。在此基础上，CT能谱成像、MRI、USE、PET/CT等新技术不断应用于临床，其根据胸腔积液及胸膜的功能性变化而不是特异性较低的形态学标准去评估MPE，能够提高诊断MPE的准确性，从而有助于临床医生决定下一步的治疗方案和防止不必要的检查，提高患者的生活质量。

目前MPE的诊断仍需病理学确认，但影像学诊断应被视为MPE诊断的重要辅助工具，结合临床特征来提高对MPE的诊断率，从而为MPE患者提供更多更准确的管理及预后指导。随着影像学技术的不断发展，有望发现更多MPE的影像学特征。

参考文献

[1]Walker S,Mercer R,Maskell N,et al.Malignant pleural effusion management:keeping the flood gates shut[J].The Lancet Respiratory medicine,2020,8(6):619-618.
[2]Porcel J M,Gasol A,Bielsa S,et al.Clinical features and survival of lung cancer patients with pleural effusions[J].Respirology,2015,20(4):654-659.
[3]Fysh E T H,Bielsa S,Budgeon C A,et al.Predictors of clinical use of pleurodesis and/or indwelling pleural catheter therapy for malignant pleural effusion[J].Chest,2015,147(6):1629-1634.

[4]Fitzgerald D B, Koegelenberg C F N, Yasufuku K, et al. Surgical and non-surgical management of malignant pleural effusions[J]. Expert Rev Respir Med, 2018, 12(1): 15-26.
[5]Arnold D T, De Fonseka D, Perry S, et al. Investigating unilateral pleural effusions: the role of cytology[J]. Eur Respir J, 2018, 52(5): 1801254.
[6]Porcel J M, Civit C, Esquerda A, et al. Utility of CEA and CA 15-3 measurements in non-purulent pleural exudates in the diagnosis of malignancy: A single-center experience[J]. Arch Bronconeumol, 2017, 53(8): 427-431.
[7]Hallifax R J, Haris M, Corcoran J P, et al. Role of CT in assessing pleural malignancy prior to thoracoscopy[J]. Thorax, 2015, 70(2): 192-193.
[8]Basso S M M, Lumachi F, Del Conte A, et al. Diagnosis of Malignant Pleural Effusion Using CT Scan and Pleural-Fluid Cytology Together. A Preliminary Case-Control Study[J]. Anticancer Res, 2020, 40(2): 1135-1139.
[9]Porcel J M, Pardina M, Bielsa S, et al. Derivation and validation of a CT scan scoring system for discriminating malignant from benign pleural effusions[J]. Chest, 2015, 147(2): 513-519.
[10]Arenas-Jiménez J J, García-Garrigós E, Escudero-Fresneda C, et al. Early and delayed phases of contrast-enhanced CT for evaluating patients with malignant pleural effusion. Results of pairwise comparison by multiple observers[J]. The British journal of radiology, 2018, 91(1089): 20180254.
[11]Zhang X, Duan H, Yu Y, et al. Differential diagnosis between benign and malignant pleural effusion with dual-energy spectral CT[J]. PLoS One, 2018, 13(4): e0193714.
[12]Zhang T, Wu C, Li Z, et al. CAMPO Precision128 Max ENERGY Spectrum CT Combined with Multiple Parameters to Evaluate the Benign and Malignant Pleural Effusion[J]. J Healthc Eng, 2021, 2021: 5526977.
[13]Coolen J, De Keyzer F, Nafteux P, et al. Malignant pleural disease: diagnosis by using diffusion-weighted and dynamic contrast-enhanced MR imaging--initial experience[J]. Radiology, 2012, 263(3): 884-892.
[14]van de Weijer T, Schrauwen-Hinderling V B. Application of Magnetic Resonance Spectroscopy in metabolic research[J]. Biochimica et biophysica acta Molecular basis of disease, 2019, 1865(4): 741-748.
[15]钟华, 代海洋, 李丽红, 等. 1.5T磁共振¯1H-MRS鉴别良恶性胸腔积液的初步研究[J]. 国际放射医学核医学杂志, 2015, 39(04): 292-294, 299.
[16]Husarova V, Bittsansky M, Ondrejka I, et al. Correlations of ADHD symptoms with neurometabolites measured by 1H magnetic resonance spectroscopy[J]. Bratislavske lekarske listy, 2014, 115(10): 635-642.
[17]Haris M, Cai K, Singh A, et al. In vivo mapping of brain myo-inositol[J]. Neuroimage, 2011, 54(3): 2079-2085.
[18]Taylor A J, Salerno M, Dharmakumar R, et al. T1 Mapping: Basic Techniques and Clinical Applications[J]. JACC Cardiovasc Imaging, 2016, 9(1): 67-81.
[19]Rosmini S, Seraphim A, Knott K, et al. Non-invasive characterization of pleural and pericardial effusions using T1 mapping by magnetic resonance imaging[J]. European heart journal Cardiovascular Imaging, 2021.
[20]Kuetting D, Luetkens J, Faron A, et al. Evaluation of malignant effusions using MR-based T1 mapping[J]. Scientific Reports, 2021, 11(1): 7116.
[21]Qureshi N R, Rahman N M, Gleeson F V. Thoracic ultrasound in the diagnosis of malignant pleural effusion[J]. Thorax, 2009, 64(2): 139-143.
[22]Bugalho A, Ferreira D, Dias S S, et al. The diagnostic value of transthoracic ultrasonographic features in predicting malignancy in undiagnosed pleural effusions: a prospective observational study[J]. Respiration, 2014, 87(4): 270-278.
[23]Shiroshita A, Nozaki S, Tanaka Y, et al. Thoracic ultrasound for malignant pleural effusion: a systematic review and meta-analysis[J]. ERJ Open Res, 2020, 6(4): 00464-2020.
[24]Havelock T, Teoh R, Laws D, et al. Pleural procedures and thoracic ultrasound: British Thoracic Society Pleural Disease Guideline 2010[J]. Thorax, 2010, 65 Suppl 2: ii61-76.
[25]Huang R, Jiang L, Xu Y, et al. Comparative Diagnostic Accuracy of Contrast-Enhanced Ultrasound and Shear Wave Elastography in Differentiating Benign and Malignant Lesions: A Network Meta-Analysis[J]. Front Oncol, 2019, 9: 102.
[26]Makal G B, Guvenc I. The Role of Shear Wave Elastography in Differentiating Idiopathic Granulomatous Mastitis From Breast Cancer[J]. Acad Radiol, 2021, 28(3): 339-344.
[27]Ozgokce M, Yavuz A, Akbudak I, et al. Usability of Transthoracic Shear Wave Elastography in Differentiation of Subpleural Solid Masses[J]. Ultrasound Q, 2018, 34(4): 233-237.
[28]Jiang B, Li X L, Yin Y, et al. Ultrasound elastography: a novel tool for the differential diagnosis of pleural effusion[J]. Eur Respir J, 2019, 54(2): 1802018.
[29]Sun Y, Yu H, Ma J, et al. The Role of 18F-FDG PET/CT Integrated Imaging in Distinguishing Malignant from Benign Pleural Effusion[J]. PLoS One, 2016, 11(8): e0161764.
[30]Porcel J M, Hernandez P, Martinez-Alonso M, et al. Accuracy of fluorodeoxyglucose-PET imaging for differentiating benign from malignant pleural effusions: a meta-analysis[J]. Chest, 2015, 147(2): 502-512.
[31]Fjaellegaard K, Koefod Petersen J, Reuter S, et al. Positron emission tomography-computed tomography (PET-CT) in suspected malignant pleural effusion. An updated systematic review and meta-analysis[J]. Lung Cancer, 2021, 162: 106-118.
[32]Yang M F, Tong Z H, Wang Z, et al. Development and validation of the PET-CT score for diagnosis of malignant pleural effusion[J]. Eur J Nucl Med Mol Imaging, 2019, 46(7): 1457-1467.

(收稿日期：2023-04-26)　　(校对：李清芸　排版：张鸿燊)

（上接第162页）

[2]Rezaie M, Negahban H, Mostafaee N. Comparison of the physiotherapy with and without focus on the scapulothoracic joint on pain, range of motion, functional disability, quality of life, and treatment effectiveness of patients after arthroscopic shoulder rotator cuff tendon repair: a randomized controlled trial with short-term follow-up[J]. J Hand Ther, 2024, 37(3): 319-330.
[3]North D, Hones KM, Jenkins P. How common is nerve injury after reverse shoulder arthroplasty? A systematic review[J]. J Shoulder Elbow Surg, 2023, 32(4): 872-884.
[4]杨智涛, 张明涛, 周建平, 等. 肩关节上盂唇前后部损伤关节镜手术治疗进展[J]. 中国骨伤, 2023, 36(2): 193-198.
[5]Çalık M, Utlu DK, Demirtaş A. Is shoulder joint position sense affected in partial and full-thickness supraspinatus tears? [J]Int Orthop, 2023, 47(4): 1021-1029.
[6]方字文, 殴常学, 郭永飞, 等. 肩关节MRI对肩峰小骨与冈上肌和冈下肌损伤的相关性评估[J]. 中国骨伤, 2022, 35(3): 214-219.
[7]曲博, 石向明, 王成健, 等. MSCT联合MRI在肩关节损伤诊断及损伤程度判定方面的价值[J]. 河北医科大学学报, 2024, 45(1): 35-39.
[8]张光昕, 王丰哲, 陈志安, 等. 肩关节3.0T MR扫描技术的临床应用[J]. 中国医学影像技术, 2010, 26(2): 397-398.
[9]丁晓毅, 江浩, 何国祥. X线、CT和MR关节造影在外伤性肩袖撕裂中的诊断价值[J]. 中华放射学杂志, 2000, 34(9): 615-617.
[10]郭艾, 藤田健司, 水野耕作. 肩袖损伤诊断中肩关节造影和MRI的敏感性和特异性比较[J]. 中华外科杂志, 2000, 38(4): 263-265.
[11]谢晓亮, 王建伟, 闫晓辉, 等. 智能快速磁共振技术在冈上肌肌腱损伤中的应用价值[J]. 磁共振成像, 2024, 15(10): 148-152, 164.
[12]冀云聪, 许健, 康运康, 等. 关节镜下自体复合补片移植联合肱二头肌长头腱重建上关节囊治疗巨大不可修复肩袖撕裂的疗效[J]. 中华创伤杂志, 2024, 40(3): 236-242.
[13]孙晟轩, 谢晔, 沈光思, 等. 关节镜下"Chinese way"治疗老年肩关节脱位合并巨大肩袖撕裂的临床疗效[J]. 中国临床解剖学杂志, 2024, 42(3): 316-321.
[14]张伟, 陆建玉, 朱新辉, 等. 肩关节镜单排和双排缝合技术修复Lafosse Ⅲ¯Ⅴ型肩胛下肌撕裂的疗效[J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2024, 39(3): 302-306.
[15]王铭, 李海滨, 苗军. 肱二头肌长头腱"L"形转位上关节囊与肩袖索联合增强重建术治疗巨大肩袖撕裂[J]. 天津医药, 2023, 51(2): 180-185.
[16]张博, 林源, 任世祥, 等. 单纯双排缝线桥技术与双排缝线桥技术联合Ⅱ型"Chinese way"处理巨大肩袖损伤的临床效果对比[J]. 中华外科杂志, 2022, 60(12): 1076-1084.
[17]李大恩, 武亚飞, 仇尚王, 等. 三维CT重建肩胛下肌损伤的相关因素及预测效能评估[J]. 中国组织工程研究, 2023, 27(27): 4351-4356.
[18]官皓天, 曲博, 高明, 等. 双能量CT对肩腱袖撕裂的诊断及分级价值[J]. 中国CT和MRI杂志, 2023, 21(8): 158-160.
[19]张步环, 滑蓉蓉, 董玉茹, 等. MRI, MRAr及CT对外伤性肩关节盂唇损伤伴骨折的诊断效能比较[J]. 武警医学, 2023, 34(3): 198-201.
[20]陶旭. MRI及CT对肩关节损伤诊断效果对比观察[J]. 影像研究与医学应用, 2023, 7(8): 114-116.
[21]朱奕军. 肩关节损伤采用多层螺旋CT与MRI联合诊断作用探讨[J]. 现代医用影像学, 2024, 33(1): 101-103.
[22]王成, 蔡德松. MRI在肩关节撞击综合征诊断中的临床应用分析[J]. 医学影像学杂志, 2023, 33(7): 1300-1303.

(收稿日期：2024-12-12)　　(校对：李清芸　排版：张鸿燊)