

肌骨超声与MRI诊断肩峰撞击综合征的结果对比研究

马玲玲 祁海亮 吴 健
石嘴山市第一人民医院 宁夏 石嘴山 753200

摘要：肩峰撞击综合征（SIS）是成人肩部疼痛常见病因，早期精准诊断对治疗和预后意义重大。本研究采用文献综述与对比分析结合的方法，系统收集关于肌骨超声（MSKUS）与磁共振成像（MRI）诊断SIS的相关研究，重点分析二者诊断敏感性等指标及操作规范、成本效益等。综合现有证据，二者均为诊断SIS有效工具，诊断效能上，对冈上肌腱全层撕裂敏感性、特异性均高，诊断部分撕裂等时高场强MRI略优，MSKUS动态实时评估有独特优势；优势与局限性上，MSKUS无创等但依赖操作者技术等，MRI图像全面客观但费用高、耗时长等；临床应用路径上，初筛阳性患者首选MSKUS，结果不明或复杂病变时行MRI。二者在SIS诊断中互补协同，临床应根据实际合理选择或序贯使用。

关键词：肩峰撞击综合征；肌骨超声；磁共振成像；肩袖损伤；对比研究

引言

肩关节解剖复杂、活动度大，日常及运动中易受损。肩峰撞击综合征（SIS）由Neer于1972年系统阐述，指肩关节上举或外展时，因肩峰下间隙狭窄，喙肩弓与肱骨头间软组织反复摩擦撞击，引发炎症等病理改变。流行病学显示，SIS占肩部疼痛病例的44% - 65%，是最常见肩痛原因。其典型表现为肩前外侧慢性钝痛，“疼痛弧”症状加重，影响日常生活，未及时干预会从水肿出血期进展至骨赘形成和肌腱断裂期，致不可逆功能障碍。准确影像学诊断对SIS管理至关重要，肌骨超声（MSKUS）和磁共振成像（MRI）是评估肩关节软组织病变主力，但二者优劣比较临床存困惑。MSKUS无创、实时、成本低，MRI软组织分辨率高，本研究将对比分析二者在SIS诊断中的表现等，为临床选影像学检查策略提供参考。

1 肩峰撞击综合征的病理生理与诊断基础

1.1 病因与发病机制

SIS发生是多种因素共同作用，分原发性和继发性。原发性撞击源于喙肩穹结构性异常，Bigliani等人按肩峰下表面形态分三型，II型和III型肩峰因下表面弧度增大或存在骨赘，减小肩峰下间隙空间，成为撞击的解剖学基础。此外，肩锁关节退行性变、骨质增生形成骨赘及喙肩韧带钙化增厚，也会压缩肩峰下间隙。继发性撞击是肩关节动力学失衡所致，肩袖肌群（尤其是冈上肌）无力或损伤，使稳定肱骨头能力下降，肩关节外展时肱骨头异常上移，增加撞击风险，常见于运动员、过顶作业工人及肩胛骨稳定性差者。最终都会导致肩峰下间隙狭窄和软组织反复微创伤，引发炎症和退行性变。

1.2 临床诊断标准

SIS诊断需综合病史、体格检查和影像学检查。病史采集重点询问疼痛相关情况。体格检查是初步筛查核心，疼痛弧征表现为主动外展60° - 120°疼痛，超过120°减轻或消失；Neer撞击试验固定肩胛骨，使患肢被动前屈上举并强制内旋，诱发疼痛为阳性；Hawkins - Kennedy撞击试验将肩关节被动前屈90°后强力内旋，诱发疼痛为阳性。满足Nikolaus五项标准中的三项（肩峰前缘压痛等）即可临床诊断。

1.3 Neer分期与Bigliani分型

Neer分期描述SIS病理演变三阶段，I期为水肿和出血期，病变可逆；II期为纤维变性和肌腱炎期，肩袖组织纤维化不可逆；III期为骨赘形成和肌腱断裂期，伴肩峰前下缘骨赘及冈上肌腱部分或完全撕裂。Bigliani分型基于肩峰形态的X线或MRI斜矢状位表现，分I、II、III型，用于评估撞击解剖学风险。

2 肌骨超声在SIS诊断中的应用

2.1 操作规范与扫查切面

患者通常取坐位或仰卧位，患肢置于易于探头扫查的位置（如手背置于同侧臀部）。使用高频线性探头（10-18MHz），通过一系列标准切面系统评估肩关节。首先，冈上肌腱长轴切面是通过将探头置于肩峰外侧缘，指向喙突来获取，该切面能够完整显示冈上肌腱自肌腹至大结节止点的全长，是评估肌腱完整性、厚度、回声及是否存在撕裂的主要切面。其次，冈上肌腱短轴切面通过将探头垂直于长轴切面获得，可观察肌腱的横截面形态及与周围滑囊的关系^[1]。此外，还需专门扫查肩峰下-三角肌下滑囊切面以评估滑囊是否增厚或积液，并

沿结节间沟扫查肱二头肌长头腱的长轴和短轴切面，评估其稳定性、形态及腱鞘情况。整个检查过程中，动态扫查是不可或缺的环节，在患者主动或被动外展肩关节时进行实时扫查，可以直观地观察到肌腱在肩峰下被挤压、卡压的动态过程，这构成了MSKUS区别于其他影像学方法的独特优势。

2.2 影像学表现与诊断价值

在正常情况下，冈上肌腱在超声下呈均匀的低回声纤维结构，边界清晰，而肩峰下-三角肌下滑囊作为一个潜在腔隙，通常不可见或仅见一薄层无回声。当发生SIS时，超声可呈现出一系列特征性改变。在肌腱炎或肌腱病阶段，肌腱会表现出增厚，内部回声减低且不均匀。对于部分撕裂，超声图像上可见肌腱内出现局灶性的无回声或低回声缺损，但肌腱的连续性并未完全中断。而全层撕裂则表现为肌腱连续性的完全中断，断端回缩，其间隙常被滑囊脂肪或积液填充。肩峰下滑囊炎在超声上表现为滑囊明显增厚（通常大于2mm）或出现无回声积液。此外，对于钙化性肌腱炎，超声能够清晰地显示出肌腱内强回声伴声影的钙化灶。研究表明，经验丰富的超声医师诊断冈上肌腱全层撕裂的敏感性和特异性可高达90%以上。MSKUS在检出滑囊炎和钙化灶方面甚至优于MRI。然而，其对部分撕裂的诊断准确性相对较低，且诊断结果高度依赖于操作者的技术水平和所用设备的性能。

3 MRI 在 SIS 诊断中的应用

3.1 扫描序列与参数

MRI检查通常在1.5T或3.0T高场强扫描仪上进行，并使用专用的肩关节表面线圈以获得最佳的信噪比。患者采取仰卧位，患肢置于身体一侧并轻度外旋。常规的扫描方案包含三个关键方位：斜冠状位、斜矢状位和轴位。斜冠状位平行于冈上肌腱的长轴，是评估肩袖肌

腱（尤其是冈上肌）及其肌肉萎缩、脂肪浸润的最佳方位。斜矢状位垂直于冈上肌腱长轴，对于评估肩峰形态（Bigliani分型）、测量肩峰下间隙宽度（A-H间距）以及观察肩袖的整体轮廓至关重要。轴位则主要用于评估肱二头肌长头腱、肩胛下肌腱及关节盂唇^[2]。在这些方位上，关键的扫描序列包括质子密度加权成像（PDWI）和T2加权成像（T2WI），并且通常辅以脂肪抑制技术（FS），以便高亮显示水肿、炎症和液体信号，从而更清晰地揭示病变。

3.2 影像学表现与诊断价值

在MRI图像上，正常的肩袖肌腱在所有序列中均呈现为低信号结构，肩峰下间隙清晰，滑囊无增厚或积液。SIS的MRI表现可分为间接征象和直接征象。间接征象反映了撞击发生的解剖学基础，例如在斜矢状位上清晰显示的II型或III型肩峰形态，以及测量得到的最短肩肱间距（A-H间距）小于7mm，这都提示肩峰下间隙存在狭窄。肩峰下滑囊炎则表现为滑囊在PDWI/FS或T2WI/FS序列上呈高信号。直接征象则对应于Neer分期的病理变化：在I-II期，冈上肌腱内会出现T1WI等或稍高信号，而在PDWI/FS上则呈高信号，但肌腱轮廓保持完整，无明显变薄或中断；进入III期后，部分撕裂表现为肌腱内高信号累及肌腱的关节侧或滑囊侧，但未贯穿全层；而全层撕裂则表现为肌腱连续性完全中断，T2WI/FS上高信号的关节液贯穿肌腱全层，并常伴有肌肉挛缩、体积减小和脂肪浸润。MRI能够无创、全面地评估SIS的所有病理要素，从解剖变异到软组织损伤，再到肌肉的继发性改变，为临床分期和治疗决策提供了极其详尽的信息，因此被公认为术前评估的金标准。

4 肌骨超声与 MRI 的对比分析

4.1 诊断效能对比

表1 诊断效能对比

特征/病变	肌骨超声(MSKUS)	磁共振成像(MRI)
冈上肌腱全层撕裂	敏感性/特异性 > 90%	敏感性/特异性 > 90%
冈上肌腱部分撕裂	敏感性中等 (~70-80%)，特异性较高	敏感性较高 (~80-90%)，特异性高
肌腱炎/早期水肿 (Neer I-II)	可显示肌腱增厚、回声减低，但特异性有限	能清晰显示T2/PD高信号，敏感性更高
肩峰下滑囊炎	优势：能清晰显示滑囊增厚和积液	能清晰显示滑囊高信号
钙化性肌腱炎	优势：强回声伴声影，显示极佳	钙化呈低信号，易被忽略
肩峰形态 (Bigliani分型)	可评估，但不如MRI/CT直观全面	优势：斜矢状位是评估金标准
肌肉萎缩/脂肪浸润	可评估，但定量困难	优势：Goutallier分级，评估精准
动态功能评估	核心优势：可实时观察撞击过程	无法进行动态评估

4.2 经济成本与卫生经济学考量

从卫生经济学角度看，MSKUS具有显著的成本效益

优势。其设备购置和维护成本远低于MRI, 单次检查费用通常仅为MRI的几分之一。对于需要反复随访评估治疗效果的SIS患者, 选择MSKUS可以大大减轻患者的经济负担。此外, MSKUS引导下的精准介入治疗(如肩峰下滑囊注射)可以提高疗效, 减少无效治疗和并发症, 从长远来看也具有良好的经济效益^[3]。而MRI虽然单次成本高, 但其提供的全面信息有助于避免误诊和不必要的手术, 对于复杂病例的诊疗决策具有不可估量的价值。

5 讨论

5.1 两种技术的优势与局限性再认识

MSKUS的优势在于“动态”与“精准介入”。它如同一个高倍的“动态放大镜”, 能够让医生亲眼看到患者在做特定动作时, 肌腱是如何被卡压的。这种动态信息是静态的MRI无法提供的, 对于解释患者的症状、验证体格检查的阳性发现具有直接证据价值。同时, 其引导下的介入治疗实现了“可视化”操作, 极大提升了治疗的安全性和有效性。MRI的优势在于“全面”与“深度”。它如同一张详尽的“三维地图”, 不仅描绘了地表(肌腱、滑囊), 还揭示了地下(肌肉、骨髓)的情况。对于评估疾病的严重程度(如肌肉脂肪浸润)、发现伴随的隐匿性病变(如盂唇损伤、骨髓水肿)以及为手术规划提供精确的解剖学信息, MRI的作用是决定性的。两者的局限性也同样明显。MSKUS高度依赖操作者的经验和手法, 存在一定的主观性, 且无法评估肌肉质量和骨髓状态。MRI则存在检查时间长、费用高、有禁忌症、无法动态观察等缺点。

5.2 临床实践中的整合应用策略

基于上述分析, 我们提出以下整合应用策略: (1) 一线筛查与动态评估: 对于初诊的肩痛患者, 尤其是临床高度怀疑SIS者, 应首先考虑MSKUS检查。它可以快速、经济地确认是否存在肩袖肌腱病变和滑囊炎, 并通过动态扫查验证撞击的存在, 为启动保守治疗(如物理治疗、药物)提供依据。(2) 术前全面评估与复杂病例诊断: 当保守治疗无效、考虑手术干预, 或临床怀疑存

在复杂病变(如巨大肩袖撕裂、合并盂唇损伤、肌肉严重萎缩)时, 必须进行MRI检查。MRI提供的全面信息是制定手术方案(如是否需要肩峰成形、肌腱修复方式选择)不可或缺的^[4]。(3) 治疗随访与介入引导: 在保守治疗过程中, MSKUS是理想的随访工具, 可用于评估治疗效果(如滑囊积液是否吸收、肌腱水肿是否改善)。更重要的是, 在进行肩峰下滑囊注射、钙化灶抽吸等介入治疗时, 必须在MSKUS引导下进行, 以确保药物精准送达靶点, 避免损伤周围重要结构。

6 结语

肌骨超声与MRI是诊断肩峰撞击综合征的两种重要且互补的影像学工具。MRI以其无与伦比的软组织分辨率和全面的解剖信息, 是术前评估和复杂病例诊断的“金标准”。而肌骨超声凭借其独特的动态实时成像能力、无辐射、低成本及可引导精准介入治疗等优势, 在SIS的初步筛查、动态功能评估和治疗随访中扮演着不可替代的角色。临床医生应深刻理解两种技术的原理、优势与局限, 摒弃非此即彼的观念, 根据患者的具体情况, 灵活、智慧地选择单一或联合应用的策略, 以实现SIS的精准诊断和个体化治疗, 最终改善患者的预后和生活质量。

参考文献

- [1]江昊.超声组学建立肩峰撞击综合征诊断预测模型的临床研究[D].广西医科大学,2022.DOI:10.27038/d.cnki.ggxyu.2022.000057.
- [2]郑春红,胡剑波,谭敬安,等.肩袖损伤合并肩峰下撞击综合征的MRI及CT分析.中国CT和MRI杂志,2023,21(3):163-165.
- [3]黄彦,吴润柏,陈桂武,等.肌骨超声与磁共振成像诊断肩袖撕裂的对比分析.中国CT和MRI杂志,2024,22(10):158-161.
- [4]董振林,杨晓林,温鹏臻,等.肌骨超声引导精准可视化介入联合Mulligan动态关节松动术治疗肩峰下撞击综合征患者的效果分析.中国伤残医学,2024,32(13):116-118.