

第八部分 骨骼肌肉影像学

李锋, 高丽, 丁宁宁, 祁良, 艾飞, 张炜, 王建武

【中图分类号】R815; R814.42 【文献标识码】A 【文章编号】1000-0313(2011)03-0237-03

本年度 RSNA 年会上骨骼肌肉组论文依然按照关节的部位以及疾病的种类进行分类。各分类中既包含了新技术的应用,又包含某些特殊征象的描述。现报道如下。

肩关节

肩关节是人体最为复杂的关节之一, MRI 在肩关节疾病和损伤的检出中一直有极其重要的作用。近几年来,随着 MR 硬件和软件的不断发展,使得 MRI 亦可进行 3D 各项同性扫描。

Jung 等在 3T MRI 上利用 3D TSE-SPACE 序列进行 MR 关节造影来观察肩袖韧带撕裂,并与常规 2D MRI 扫描序列比较。结果发现在检出肩袖韧带撕裂方面, 2D 序列和 3D TSE-SPACE 序列诊断敏感度、特异度和符合率分别为 96%、92%、94%和 91%、84%、89%,差异无显著性意义。预测撕裂部位和深度的平均符合率分别为 90%和 68%。TSE-SPACE 序列易低估全层撕裂和黏液囊一侧的部分撕裂。也有学者发现,与 2D TSE 相比,SPACE 能更好地显示肱二头肌、肩胛下肌和关节软骨。虽然其检测病变的敏感度与关节镜可以媲美,但 2D 的特异度(86%)比 SPACE(81%)略高($P=0.04$)。在所有的调查结果中审阅者的一致性和阅读可信度 SPACE 为 59.4 和 71.4, 2D TSE 为 25.0 和 31.7。Rybak 等指出在解剖细节的显示方面, 1.5T 3D-SPACE 肩关节造影与标准的 2D 序列有同等效果甚至更好,在病变的检出上两者也有相似的敏感性,但前者特异性不及后者。由此可见尽管 3D TSE-SPACE 序列在某些方面的显示可能较 2D 序列更有优势,但是仍然不能完全取代 2D MRI 扫描。

MR 关节造影需要进行关节穿刺,不易为患者接受,同时也可能导致图像质量下降。Petrey 等采用关节内注射 12 ml 的钆-盐水-5%普鲁卡因(1:100:1000)混合液(A 组),并与注入 12 ml 钆-盐水(1:200)混合液(B 组)进行对照。A 组患者的疼痛中位数有明显的降低($P=0.04$),而 MRI 图像质量没有差异性($P=0.12$)。A 组和 B 组的 MRI 扫描时间无差异。

Dietrich 等探讨了 PROPELLER 技术在肩关节 MR 造影中的运用,与传统的 TSE 序列相比,此技术能够减少移动伪影,改善图像质量。

肩关节不稳和疼痛的患者,部分原因是由于三角肌的撕裂。三角肌的撕裂在 MRI 图像上表现可分 4 型。I 型:表面下的磨损;II 型:浅表的溃疡或变薄;III 型:深部的溃疡或变薄;IV 型:全层撕裂。Moser 等回顾性分析 380 例肩关节疼痛患者的 MRI 图像,发现三角肌撕裂的发生率为 9.2%(35/380),其中 I 型 7 例、II 型 17 例、III 型 10 例、IV 型 1 例,并且常常合并有肩袖撕裂(21/60),撕裂的部位常位于肩峰附着处或稍外侧。

间接 MR 关节造影检查,即由静脉注入 MR 对比剂经体循环弥散进入关节腔内,可获得与关节直接造影相似的效果。间接造影可用于判断肩袖的完整性,也可反映盂唇的损伤情况。间接法关节造影具有操作简便,患者痛苦少等优点,近年来逐渐受到学者的关注。Kwon 等研究认为,间接 MR 关节造影可

以发现粘连性关节囊炎时关节囊和滑膜增厚和强化,对粘连性关节囊炎诊断具有较好的可靠性。

肩关节不稳定的原因和种类很多,如盂肱韧带损伤、骨性及经典 Bankart 损伤、关节囊损伤松弛、肩袖损伤、上孟唇损伤、Hill-Sachs 损伤、肱二头肌腱炎或损伤、肱骨大结节骨折和肩胛骨骨折、肩盂发育不良等均可引起肩关节不稳定。不稳定因素的确定对于治疗方法的选择、手术方案的制定及预后的判断具有重要价值。O'Brien 等利用直接法 MR 关节造影回顾性分析 117 例肩关节不稳定中节前方不稳定(102 例)与 Hill-Sachs 损伤有关的盂唇损伤的关系,发现肩关节前方不稳定的患者中,59%有 Hill-Sachs 损伤,而对照组仅有 7%($P<0.001$);36%有盂唇的损伤,对照组为 8%($P<0.001$);在有 Hill-Sachs 损伤的肩关节前方不稳定中,47%有软骨的损伤,对照组为 21%($P=0.009$)。HS 缺损的大小并没有增加软骨损伤的可能性($P=0.222$),在肩关节前不稳中,Hill-Sachs 和软骨损伤的发病率明显增高。

Filippo 等利用 MSCT 多平面重组量化单侧的反复肩关节脱位患者关节盂的骨质疏松情况,在 12 例骨的 Bankart 损伤中 MPR 与关节镜的结果完全相同。应用 MPR 准确地计算了 32 例患者中 30 例关节骨质疏松(敏感度 94%)包括骨的 Bankart 损伤,2 例未观察到骨质疏松(特异度 100%),MPR 与关节镜观察者间的一致性几乎是完美的(Kappa 值 = 0.96)。MSCT MPR 技术为显示和反复定量肩关节脱位患者关节盂的骨质疏松情况提供了一种有效的手段。

肘关节、腕关节、手

随着 MRI 软硬件技术的迅速发展, MRI 在周围神经损伤及修复中的应用有很大突破。Ohana 等利用高分辨 MRI 以及纤维示踪技术(DTI)研究合成支架修复外周神经损伤,所有病例(11 例)受损神经和合成支架均得到清晰显示,并且可以进行精确地测量。在随访中,神经损伤的修复表现为合成支架逐步吸收和神经断裂处逐渐缩窄,这些修复现象可以持续 2 年以上。同时 MRI 也可观察到手术后 6~12 个月变性神经纤维的吸收以及神经纤维的再生,并且能够观察到肌腱损伤、靶肌肉的萎缩等情况。高分辨力 MRI 以及 DTI 技术可以作为观察外周神经损伤和修复的有效工具。

对于某些严重的肘关节创伤或关节炎,临床多采用人工桡骨头置换手术,术后肘关节功能的恢复、并发症的出现以及假体松动是影响手术成功与否的关键。Pescavage 等对 10 年间 265 例人工桡骨头置换术患者进行了术前及术后的 X 线观察。人工桡骨头置换术的适应证包括桡骨小头骨折(87.7%)、桡骨小头置换术失败(6%),其它包括钢板、螺钉失效和切除治疗(4.8%)。并发症包括骨移位(56.7%)、松动或骨质吸收(20.6%),桡侧的骨关节炎(28.1%),骨质疏松或糜烂(31.3%),异常倾斜(6%),假体周围骨折(4%)和双极元件脱离(8.8%)。10.3%(26/250)进行了再次手术取出人工假体。

放射科医师有必要熟悉人工桡骨头置换术后以及并发症的 X 线表现。

对近端指间关节 (PIP)、掌指关节 (MCP) 和腕掌关节 (CMC) 置换术以往少有 X 线报道。对于碳复合材料移于手时, 患者短期和长期的影像学特征以及常见的并发症, 放射科医师也缺乏足够的认识。Petersavage 等回顾性分析了接受 PIP、MCP 或者 CMC 植埋体 10 年以上的 44 例患者的影像学资料, 共计 55 个移植物, 其中有 30 个 PIP 植埋体, 17 个 MCP 植埋体, 8 个 CMC 植埋体。近端指间关节 (PIP) 掌指关节 (MCP) 和腕掌关节 (CMC) 置换术的主要适应证包括骨关节炎、外伤以及感染性关节炎等。在 X 线平片上所能见到的并发症有掌侧倾斜 (17.9%)、错位 (16.1%)、假体周围骨折 (5.3%)、骨移位 (5.3%)、半脱位 (5.3%) 和骨溶解 (3.5%)。未显示植埋体远端 2 mm (或更小) 的对称性透光区与并发症之间存在关联。影像学表现和患者的症状亦无相关性 ($P < 0.05$)。通过以上的研究表明近端指间关节、掌指关节和腕掌关节置换术的并发症是常见的, 其中掌侧的近端下沉和倾斜较常见, 约 25% 的患者需要二次手术, 而假体远端周围 2 mm 的透光区是正常表现。

Lee 等利用 3D-THRIVE 序列 (各向同性容积 T_1 扫描) 与 MR 直接法关节造影 (MRA) 相结合, 探讨其在水腕韧带和三角纤维软骨复合体 (SLL) 撕裂中的诊断价值。结果表明, 常规 MRI 和 3D-MRA 对 TFCC 检测的敏感度分别为 47.2% 和 86.1%, 检测 SLL 的敏感度分别为 47.4% 和 94.7%, 检测 LTL 撕裂的敏感性分别为 25.0% 和 75.0%。常规 MRI 和 3D-MRA 对韧带和 TFCC 撕裂检测特异度均为 100%。3D MRA 对病变的显示较常规 MRI 明显要高。3D THRIVE 梯度序列可以准确地评价韧带和 TFCC 撕裂, 3D-THRIVE 的 MPR 像具有最佳的分辨力和信噪比, 它可以最优化地显示韧带和 TFCC, 且不延长扫描时间。

髋关节

在运动性耻骨痛中, 耻骨联合的骨及软骨损伤很常见。软骨骨突是由软骨内骨化成熟而来, 形成耻骨联合关节面。Zoga 等对 131 例运动型耻骨痛的患者 (男: 女 = 121: 10) 进行 MRI 检查, 结果表明耻骨联合的骨及软骨骨突的不对称水肿与软组织病变关系密切。骨突骨化大约 18 岁左右, 但仍可不完整, 可能与不稳定的损伤有关。

金属髋关节置换术后疼痛有时可能是由于炎症引起的, 临床上常采用检测血清中 C 反应蛋白 (CPR) 来决定是否进行进一步的修正手术。但是在破坏的早期阶段可能为无菌性炎症, 血清中 CPR 未必会升高, 因此英国整形外科协会最近推荐应用 MARS MRI 来发现这种早期的炎症。在最新的一项研究中, 97 例有疼痛症状的金属髋关节置换术后患者, 34 例出现 CPR 升高, 其中 88% 的患者 MARS MRI 发现病变; 63 例 CRP 正常的患者中 53% MARS MRI 发现病变。用 CRP 预测 MRI 显示的病变的敏感度及特异度分别是 59% 和 48%。在正常 CRP 和升高 CRP 组中病变出现率差异无统计学意义。在所有疼痛、无感染的金属髋关节置换术后的患者中均发现 CRP 升高。然而 CRP 升高并不一定在 MARS MRI 上显示有邻近软组织损害的表现。这项研究表明在疼痛、无感染的金属髋关节置换的患者中 CRP 水平与软组织损害的表现没有必然联系。

髋关节撞击综合征 (FAI) 是由于股骨近端和髋臼孟缘间解剖的异常, 或解剖正常但长期不正常外力作用于髋关节, 导致两者长期不正常接触、碰撞, 产生反复的微型创伤致使关节孟缘和关节软骨退变, 从而引起一系列临床症状。Schaeffeler 等利用 MR 关节造影 (MRA) 测量股骨头骨骺扭转角 (ET), 认为临床怀疑的 FAI 患者的 ET 角度明显大于健康志愿者。ET 角度显示了很好的一致性, 在髋关节 MRA 的斜位像上很容易测量。 $>20^\circ$ 可被认为是病变。病理性 ET 角可能是由幼年时代无临床症状的股骨骨骺向背侧移位造成, 对早期发现髋关节内病变有一定的临床意义。

Cam 畸形是引起 FAI 的一种原因, 由于股骨近端的解剖异常而引起的碰撞。临床上常利用 MRI 测量 α 角用以定量描述股骨头颈交界处凹陷。Rakhras 等利用平片测量 α 角, 并与 MRI 进行对照, 认为诊断 Cam 畸形中, 与 MRI 作为参考标准比较, 平片 Dunn 氏蛙式位测得的 α 角有很高的敏感度、特异度、阳性预测值、阴性预测值和准确性。不同观察者间具有很好的可靠性。与 MRI 测得的 α 角有很高的一致性。利用 X 线蛙式体位测得的 α 角来诊断 Cam 畸形是经济有效的。

利用 MSCT 及各种后处理技术不仅能够观察 FAI 形态学的异常, 而且可以进行各种数据的测量。Narayanaswamy 等采用 CT 在观察青年无症状 FAI 患者的形态学异常。观测指标主要包括利用径向重组图像在股骨头颈外上象限的 4 个层面测量 α 角, 利用斜轴位测量 α 角和股骨头颈偏置距, 髋臼角, 利用骨盆 3D 重组模型分析头臼指数、CE 角和髋臼后缘。结果显示径向平面图像比斜轴位图像对发现异常的 α 角更敏感。

足和踝

痛风是临床常见的一种代谢性骨病, 痛风患者血液中的尿酸常常在骨内和软组织内形成尿酸盐结晶。利用双能 CT (DECT, 80 和 140 kV) 可以无创地检出关节内及关节周围的尿酸盐结晶。Glazebrook 等在最新的一起研究中发现两位阅片者的敏感度分别为 92% (11/12) 和 100%, 特异度分别为 89% (17/19) 和 79% (15/19)。2 位阅片者有很好的一致性 (κ 值 = 0.81)。DECT 对痛风患者提供了立体评估, 对于大多数临床疑似痛风患者, DECT 可能最终会代替有创的关节穿刺抽液。

为了更好地反映关节生理状态下的功能, 在 X 线摄影中常常需要拍摄负重位。但由于设备的限制, 常常难以实现负重位 MRI 扫描。Seebauer 等与 Telos 合作设计出一种与磁共振兼容的压力设备, 并测试了其在磁共振设备中的安全性及适应性, 获得了良好的效果。加压 MRI 扫描为关节不稳定提供了一种新的扫描方法。

Hoffmann 等对 45 例跟腱损伤的患者进行 MRI 检查时发现, 跟腱损伤患者存在小腿肌肉的水肿 (40%) 和脂肪萎缩 (25%)。这种现象未出现在跟腱正常的人群中。

膝关节

Jung 等研究认为, 诊断半月板放射状和桶柄状撕裂, 3D TSE-SPACE 抑脂序列比常规二维序列具有更高的准确性, 尤其是在横轴面重组图像上。Yoon 等比较了两种不同的 3D 各项同性扫描序列 (3D VISTA 与 3D FFE) 在膝关节中的应用价值, 认为 3D VISTA 序列在图像伪影及液体-软骨、液体-半月

板和液体-韧带组织对比度方面优于 3D FFE 序列, 3D VISTA 序列可应用于膝关节半月板和韧带的评价。

Janka 等发现健康志愿者在进行物理治疗后 1 h, 其内侧副韧带水平可见水肿, 24 h 后这种水肿表现更为明显, 类似于损伤。认识理疗后软组织正常的 MRI 表现, 有助于避免把这类软组织水肿误诊为软组织损伤。骨性关节炎以及外伤都可引起内侧副韧带周围水肿, 外伤后内侧副韧带损伤造成的韧带周围水肿多集中在近端三分之一, 而与半月板损伤有关的韧带周围水肿多集中在中间三分之一或半月板旁区域内。同样地, 与非外伤性退行性膝关节相比, 外伤所致韧带水肿导致内侧副韧带增厚也表现在近端三分之一。依据水肿的部位可以鉴别内侧副韧带水肿的相关病因。

半月板股骨韧带(MFL)起自外侧半月板后角, 止于股骨内髁的外侧面, 紧邻后交叉韧带的股骨附着点。在后交叉韧带带缺陷时, 半月板股骨间韧带可以帮助加固膝关节。位于后交叉韧带前方者称为 Humphrey (aMFL) 韧带, 位于其后者称为 Wrisberg (pMFL) 韧带。Gupte 首次把 MFL 的 MRI 表现与关节镜检查结果进行对照, MRI 识别 aMFL 的敏感度和特异度分别为 84% 和 71%。

骨质疏松

骨质疏松症已成为近几年来骨放射学研究的热点。本次大会上骨质疏松的研究主要集中在以下几个方面: ①骨矿物质密度(BMD)的定量分析; ②肥胖与骨质疏松症的关系; ③骨质疏松症患者发生骨折的危险性评估等。

数字 X 线成像可以利用 X 线的吸收率来测量骨的 BMD, Wilczek 等利用腕和手标准 X 线片预测髋关节骨折的危险性, 结果发现在骨质疏松患者中腕部骨折常较髋骨骨折先发生。骨质疏松症患者最严重的并发症是发生椎体骨折。怎样预测骨质疏松症患者发生椎体骨折的危险性, 是目前影像学研究的热点。Valerie 等提出在做骨矿物质密度测定的同时加做椎骨骨折评估有利于两者间的互补, 它能够发现 22% 的隐匿性骨折, 并且改变了将近 1/6 病例的诊断性危险分级。

Bredella 等的研究表明, 内脏性肥胖与骨小梁容积(BMD)呈负相关, 与骨髓脂肪呈正相关。提示内脏性肥胖对骨健康的损伤效应部分是由骨髓脂肪的集聚所介导的。

关节炎与关节软骨

常规 MRI 通常在软骨发生缺损后才能发现软骨损伤, 但那时病变已不可逆转。新的 MRI 技术对软骨的糖胺聚糖甘油氨基聚糖(GAG)成分敏感, 可能对那些尚未出现软骨缺损的早期骨性关节炎的诊断有价值。这些新的 MRI 技术包括软骨的磁共振延迟增强扫描、TIP Mapping 技术、糖胺聚糖化学交换, 饱和转移成像技术以及 Na 离子成像技术。用于发现胶原纤维构架紊乱的技术, 如 DWI 也可能对研究早期病变有作用。

糖胺聚糖化学交换饱和转移和 Na⁺ 磁共振成像具有对粘多糖(GAG)含量敏感的对比度, 使之可以用于软骨的评价。Schmitt 等在配备 28 通道 Tx/Rx 膝关节线圈(QED)的 7.0T 全身磁共振系统上, 利用一种修改后的三位扰相梯度回波序列

进行糖胺聚糖化学交换饱和转移和 Na⁺ 磁共振成像, 结果显示在健康志愿者中, 水的共振(GAG-OH 基团的共振)位移为 1.7 ppm 时, 平均的 CEST 信号强度为 $(8.2 \pm 0.4)\%$ 。与正常对照组相比, 移植术后的信号强度明显降低 $(-5.9 \pm 3\%)$, 而且在相同的图像上, 与正常表现的软骨相比, 信号强度也降低 $[(5.3 \pm 0.6)\%]$ 。CEST 和 Na⁺ 成像有良好的相关性。该研究表明软骨修复组织较自体的软骨组织含有更低的粘多糖成分, 这可能导致持续的功能性损伤。

MRI 场强的提高也使我们能够获得更多的有关软骨的生理和功能的信息。Garnov 等利用 7.0T 全身磁共振系统观察软骨内分层以及胶原网状结构, 可获得胶原纤维排列分布的定量参数, 并且能够评价成人软骨放射区的厚度。

Horng 等利用 3.0T MRI 研究无症状的中年受试者膝关节形态异常和关节软骨 T₂ 值的改变以及评价股外侧肌/股内侧肌横截面积比例在膝关节亚临床骨性关节炎中的作用。研究显示股外侧肌/股内侧肌横断面比例失调, 可能先于早期的骨性关节炎。关节软骨 T₂ 值与软骨形态改变相关, 并可能作为亚临床骨性关节炎的生物标记。

Yoo 等把完整分离的 20 只新鲜猪的髌软骨经胰蛋白酶处理后分别置入阴离子碘对比剂[碘曲西(Ioxaglate), 40%]和中性碘对比剂[碘普罗胺(Iopromide), 35%]中浸泡 2h (另 20 只做为对照组)。然后行 MSCT 扫描, 通过测量 X 线的衰减值来确定软骨内对比剂的浓度。与正常软骨相比, 粘多糖减少的软骨能更大程度的吸收碘曲西 ($P=0.01$); 而碘普罗胺的渗透在正常软骨和粘多糖减少的软骨之间无明显差异 ($P=0.1$)。胰蛋白酶化后的软骨粘多糖的丢失均通过 Safranin-O 染色的组织切片在显微镜下证实, 二甲基亚甲基蓝检测显示 X 线的衰减值与粘多糖的含量呈明显的负相关关系。表明关节软骨的 CT 对比增强扫描可以用于定量评价软骨内粘多糖的含量。软骨内粘多糖的含量和阴离子碘对比剂渗透进入软骨的浓度呈明显负相关关系。

骨与软组织肿瘤及脊柱

在 T₁ WI 上椎体内脂肪信号的缺失是诊断骨转移的重要征象, 然而传统 CT 图像对于椎体内脂肪的评价却非常困难。快速切换 kVp 所得到的一系列 CT 图像则有可能鉴别骨矿物质与椎体内脂肪, 而且能够利用这一系列的图像重组出骨/脂分离图像和脂像, 从而有利于骨转移的检测。

3T DWI 技术可以帮助显示外周神经, 有助于明确肢体软组织肿瘤与主要神经之间的关系。神经纤维完全中断, 局部 FA 值降低提示恶性肿瘤侵犯神经。ADC 图也是肿瘤评价方面有效的工具, 良性软组织肿瘤的平均 ADC 值 (1.50 ± 0.27) 显著低于恶性软组织肿瘤 (1.33 ± 0.62) 。

Pache 等利用双源 CT 及系统自带的 Liver VNV 程序观察创伤后骨髓水肿, 结果与 MRI 具有良好的一致性。双源 CT “虚拟无钙”技术可以消除骨松质中的钙, 以利于骨髓的评价, 使 CT 也可以用来观察创伤后的骨髓水肿。

(同济医院放射科)