

RSNA2016 骨骼肌肉影像学

谢如意, 张晓莉, 梁晓青, 刘宣林, 熊妍, 李小明

【摘要】 2016 年 RSNA 年会上肌骨关节成像方面的科学报告有 200 余篇, 主要内容包括骨折、肿瘤的诊断及疗效评估、肌肉骨关节疾病的定性、定量研究等。本文按照部位对相关内容进行综述。

【关键词】 骨肿瘤; 骨折; 骨髓瘤; 骨关节炎; 双能 CT; 磁共振成像

【中图分类号】 R445. 2; R814. 42; R738 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2017)03-0208-09

DOI: 10. 13609/j. cnki. 1000-0313. 2017. 03. 002

2016 年 RSNA 年会上肌骨关节方面的文献主要包括骨关节、肌肉肌腱、骨折、肿瘤及影像技术相关的内容, 具体内容如下。

颞下颌关节

焦磷酸钙沉积症(CPPD)对软骨的潜在损伤已逐渐为大家所认识, 通常会累及到透明软骨和纤维软骨。Devos 等研究了 CPPD 在颞下颌关节(TMJ)及其它关节中的发病率, 发现颞下颌关节和外周关节中 CPPD 比较常见, 发病率随年龄增加, 且女性多于男性。由于 CPPD 常导致外周关节的软骨受损, 所以它可能在 TMJ 中也有相似作用, 导致 TMJ 处的疼痛及功能紊乱。Friedman SN 等采用 MRI 作为金标准来评估超声检测颞下颌关节功能障碍的敏感度性和特异性, 认为超声是检测颞下颌关节功能障碍的敏感和特异性较高的筛查工具。

脊柱

Molier 等研究了在颈椎创伤中, 评价椎旁脂肪垫是否可以作为评价后颈部韧带复合物损伤的指标, 发现对于颈椎创伤的患者, CT 上椎旁脂肪垫的改变与颈椎后韧带复合体的损伤有关。Hong 等评估双能 CT 虚拟非钙(VNC)成像技术诊断椎骨骨髓病变的临床可行性, 结果表明双能 CT 虚拟非钙图像结合基于虚拟非钙的 CT 值测量可以显示脊柱的骨解剖细节, 并且可早期检出骨髓病变, 这种新技术具有巨大的临床意义和潜在的应用。Hu 等采用 DCE-MRI 来评估四氧嘧啶诱导的糖尿病兔的椎体微血管通透性的变化, 结果表明糖尿病兔的椎体微血管通透性的变化, DCE-MRI 可以定量评估四氧嘧啶诱导的糖尿病兔椎体微血管通透性的变化趋势。

Hua 等在活体猪模型中观察椎间盘退变的 MRI 表现与组织学改变之间的关系。将针刺入微型猪的椎

间盘内诱导了一个缓慢和进行性的椎间盘退化过程, 这种退化在 24 周内不会自发恢复。在组织学评分中发现硫酸糖胺聚糖的含量与 MRI 测量值之间有明显的相关性。Buisson 等研究了慢性腰背痛患者椎间盘注射糖皮质激素后的 Modic-1 信号演变过程, 发现接受椎间盘注射皮质类固醇激素治疗组和假手术组(即单纯椎间盘造影)的患者中, 椎体终板水肿的演变是相似的, 因此 MRI 不应作为与椎间盘病变相关的腰背痛患者的随访工具。Schleich 等应用糖胺聚糖化学交换饱和转移成像(gagCEST)评估具有小关节不对称(FT)和矢状朝向(FJ)的健康志愿者腰椎间盘(IVD)的糖胺聚糖(GAG)含量, GagCEST 分析显示具有 FT 和矢状朝向的年轻志愿者中髓核的 GAG 值显著降低, 表明 FT 和矢状方向代表了腰椎间盘早期生化改变的危险因素。Weber 等评估¹⁸F-氟脱氧葡萄糖(¹⁸F-FDG)PET-CT 用于感染性椎间盘炎的检测和定位的诊断效能, 结果显示¹⁸F-FDG PET-CT 是检测和定位化脓性脊柱炎的敏感性和准确性较高的成像方法。

骶髂关节

骶髂关节是强直性脊柱关节炎最容易且最早受累的关节。Dejesus 等使用 CT 检查观察了 1247 例炎症性肠病(IBD)患者, 发现此人群中骶髂关节炎的总体患病率为 17%, 且男性多见, 且骶髂关节炎与由血清学标志物定义的炎症性肠病的临床相关亚群之间有显著相关性。上述结果表明, 与单纯强直性脊柱炎群体相比, 骶髂关节炎和脊柱炎在炎症性肠病人中的病理过程是不同的, 具有独特的遗传风险。van Gulik 等分析了 52 例临床非活动期幼年特发性脊柱关节炎(JIA)患者的临床和 MRI 资料, 发现约 35% 的临床非活动期 JIA 患者中在 MRI 上可见滑膜炎(亚临床), 这些患者比无亚临床滑膜炎的患者年轻, 为了避免低估这一幼年儿童滑膜炎的警报信号, 应该对更年轻的患者采用 MRI 来频繁监测疾病的活动性。Smaldone Fernando 等对比评估超声与 CT 引导下类固醇和 O2/O3 混合物注射治疗 77 例年轻女性患者骶髂关节

作者单位: 430030 武汉, 华中科技大学同济医学院附属同济医院放射科

作者简介: 谢如意(1992-), 女, 湖南郴州人, 硕士研究生, 住院医师, 主要从事骨肌系统影像学诊断和研究工作。

通讯作者: 李小明, E-mail: lylyboston2002@sina. com

炎的功效、准确性和治疗反应,认为超声引导下关节内注射是一种治疗髌髌关节炎的安全且有效的方法,与 CT 引导的治疗对改善患者症状有相似效果,并且由于其更短的手术时间和无辐射剂量暴露,超声引导下的治疗方式在育龄年轻女性中受到欢迎。

在影像诊断方面,Sung 等研究分析了 92 例炎性腰背痛患者的 MR 图像(冠状面 STIR、横轴面 FS T_2 WI、冠状面及横轴面对比增强 T_1 WI 序列),认为对比增强 MRI 序列对活动性髌髌关节炎的评估与 STIR 及 FS T_2 WI 序列相比并没有额外价值,并且提出有了恰当的序列和平面,可以不需要对比增强序列来评估活动性髌髌关节炎。然而,Gentili 等同样研究了对比增强的真正额外价值,认为它可以明确地预测 SpA 累及 SIJ 的疗效反应,因此它可用于对抗 TNF 治疗反应的诊断和评价。3.0T 磁共振波谱成像对代谢物的检测是评估脊柱关节炎的一种有用方法。Lee 使用 3.0T MRS 评估脊柱关节炎,并提出 8ppm 处的肌肽峰值可能有望成为探测和追踪脊柱活动性关节炎的炎症标记物。Sawicki 等在活动性强直性脊柱炎患者的髌髌关节中,评估对其进行 ^{18}F -Fluoride PET-MRI 血池相的可行性,并对不同 AS 病变的 ^{18}F -F PET-MRI 中的血池相和标准矿化相进行对比。认为 SIJ 的两相 ^{18}F -PET-MRI 是可行的。然而,在活动性 AS 患者中,与标准矿化期 1 相比,血池相 ^{18}F -PET-MRI 不提供额外的诊断价值,因此,血池相 PET 扫描似乎并不适合作为两相 ^{18}F -PET-MRI 的一部分。

肩关节、肘关节

在肩关节病变的影像与临床相关性研究中,Djebbar 等研究小儿关节盂裸区的影像学特征,重新评估在小儿关节盂裸区的患病率和 MRI 表现,结果表明,10~15 岁儿童关节盂裸区的发病率显著高于大龄儿童和已报道的成人发病率;与大龄儿童相比,年轻者的 BA 范围也更大;其结果可用关节盂骨化的向心模式解释。Yun 等研究发现 MRI 上肩关节肱骨头后移与后滑膜增生显著相关。Lund 等观察了 31 例患者的肩关节盂软骨的泪滴状(GLAT)病灶,GLAT 是最近才被认识的关节镜相关性 MRI 特征,具有特征性表现和位置,它与盂肱关节的不稳定性有关。Okamoto 等解读了青年棒球运动员在 MRI 上可见的无症状性肘关节内侧副韧带损伤(MCL),他们认为这种表现可能是向适应性改变的过渡期,也可能逐渐发展为有症状性 MCL 损伤。Wanner 等研究了肱骨小头剥脱性骨软骨炎(OCD)与肱骨远端鱼尾状畸形的关系(FTD),首次发现肱骨小头剥脱性骨软骨炎常发生于肱骨远端鱼尾状畸形的患者中,但是 FTD 在影像上并

不少见。Alaia 等在一个学术型肌骨放射学部门中研究 MRI 诊断粘连性关节炎的精准性,结果表明预先发现的与粘连性关节囊炎相关的影像表现多出现于临床无症状患者。同时该学者研究了以喙突为基础的骨骼成熟以及生长板的应力性损伤的 MRI 特点。

MRI 和超声是用于诊断肩肘关节疾病并进行疗效评估的重要影像手段。Friedman 等对行肩部肌肉骨骼超声检查的 912 例患者(共 1037 次检查)进行回顾性分析,评价肩部肌骨超声对临床决策的影响,认为肌肉骨骼肩部超声是一种经过验证的诊断方法,可用于评估肩袖的病理改变,且对临床决策和患者管理有重要影响。Roedl 等评估不同关节间隙阈值在应力超声诊断棒球运动员尺侧副韧带(UCL)撕裂中的应用,肘关节应力超声是一种新兴技术,其所提供的阈值将有助于放射科医师诊断 UCL 撕裂。Subhas 等比较了由多平面 2D FSE 序列组成的快速 5 分钟肩部 MR 成像方案与标准肩部 MR 成像方案,发现二者评估肩部损伤具有类似的一致性和准确性,使用快速肩部 MR 方案可提高效率,从而降低肩部 MR 成像的成本,而不牺牲诊断质量。Krepkin 等研究了 T_2/T_2^* -mapping 和剪切波超声弹性成像(SWE)在评估冈上肌肌腱力学性能间的相关性,结果显示 T_2/T_2^* -mapping 和超声剪切波弹性成像潜在相关,可以改善 MRI 对冈上肌腱的定量评估。Jeon 等研究比较了保守治疗和关节镜手术治疗的肱骨外上髁炎患者的 MR 成像和临床表现,研究发现在肱骨外上髁炎中,纵向平面上的常见伸肌腱异常等级、MRI 上肌肉信号增加和持续疼痛这些因素可能与需要手术治疗相关。

腕关节、手

MRI 可以清楚地显示腕关节及手部软组织的结构。Silvia Bernardo 等研究了手部和腕部 MRI(T_1 3D SE 序列)用于评估骨龄和生长迟缓的可行性,认为它可以作为一种评估骨龄以及对腹泻儿童随访的有价值的检查手段。Kim 等研究认为标准 3T MR 成像联合 DTI 技术可提高对腕管综合征的诊断准确性。标准 MR 成像序列应增加 DTI,有助于诊断腕管综合征。Eunsun 等对比分析了三维各向同性 FSE T_1 WI MR 关节成像和二维 MR 关节成像对腕关节病变的诊断性能,结果显示在三角形纤维软骨(TFC)中心穿孔、腕关节韧带和月三角背侧韧带撕裂的诊断中,二者的诊断准确性相似,3D 各向同性 FSE T_1 WI MR 关节成像可以作为选择性的方法。Farahani 等对比分析了 1.5T MRI、3.0T MRI 和 MR 关节成像在诊断性关节镜检查前诊断舟月骨间韧带损伤的成本效益,结果表明,在行关节镜检查前采用 3.0T MRI 或 MR 关节成

像来诊断骨间韧带损伤具有一定的临床价值。Kox 等运用新的 MRI 技术(包括质子密度加权成像、3D WATSc 和 T₁WI、T₂WI Dixon 序列)探测年轻体操运动员的远端放射状生长板的早期应力性损伤,这项研究的最初结果发现,生长板体积和干骺端含水率测量是量化腕关节生长板应力损伤的有效且无创性方法。Roberts 等研究了伴数字减影和图像融合的 MRA 对手部滑膜炎的评估,认为对比动力学的时间分辨成像(TRICKS)是一种非常实用的序列,不会明显增加扫描时间,并且使用当前的技术和设备是可行的。将这些 MRA 序列融合到显示解剖结构的图像上,可增加血管成像序列的空间定位准确性。Guberina 等评估了¹⁸F-Fluoride PET-MRI 在手部银屑病性关节炎所致的活动性炎症中的作用,发现 PET-MRI 能够提供关于早期及晚期银屑病性关节炎活动性和关节炎形态学特征的双重信息。

CT 对腕关节和手部其它小关节的位置、骨质形态的显示有其特有的优势。Nejad 等研究分析了旋前-旋后运动中远端桡尺关节(DRUJ)的正常运动模式,并且确定观察者应用四维 CT 采集单侧腕部疼痛患者无症状侧腕关节中的图像进行测量的性能。结果发现,4D-CT 扫描腕关节,应用改良桡尺线法分析无症状侧远端桡尺关节力学,旋前位发现掌侧尺关节半脱位的概率要高于旋后位,而应用中心法分析时,二者无明显差别。阅片者应用两种方法都显示出很高的观察者间一致性。4D-CT 扫描联合 MPR 技术评估功能态远端桡尺关节较为可靠。另外,Nejad 等也研究了 4D CT 动态评估与桡腕关节骨性关节炎相关的舟月不稳定性的附加价值,结果表明,动态 CT 评估相较于静态 CT 测量可显著提高在桡腕关节骨性关节炎的预测中舟月不稳定性的发现率,动态 CT 评估具有显著的额外价值。Neubauer 等评估和比较了锥形束 CT(CBCT)及 X 线诊断舟骨骨折的准确性,结果显示在诊断舟骨骨折时,CBCT 较 X 线摄影具有更高的诊断准确性。Werncke 等在仿真体模上对传统 CT 和超高分辨率 C 臂 CT 腕关节造影在辐射剂量和图像质量方面进行比较,发现在辐射剂量相当的情况下,与普通 CT 关节成像相比,腕关节超高分辨率 C 臂 CT 关节成像可更好地显示解剖结构。

超声可用于腕部及手的神经、肌腱成像,评估神经及肌腱相关的疾病。Turpini 等应用剪切波弹性成像评估正中神经,评估“骨邻近”硬化伪影和观察者间一致性的影响,他们发现正中神经的僵硬从前臂到其远端部分逐渐增加,此处神经接近骨表面。因此,当评估神经病理时,僵硬必须与对侧神经的相同部分相比较,而不是比其近端或远端部分,以避免可能的“骨

邻近”硬化伪影。Loizides 等评估在糖尿病患者中用常规超声(US)测量腕管综合征(CTS)是否可靠,提出超声不应该用于评估糖尿病患者的 CTS,因为其在该类患者中的鉴别能力非常低。Garcia 等研究青少年竞技攀岩者手指适应性改变和过度使用改变的超声评估,探讨高强度攀岩对青少年手指健康和发育的影响。与对照组相比,参与高强度攀岩活动的青少年形成生理性适应,有明显屈肌部位软组织的明显肥大以及骨重建。53%的攀岩者也表现出过度使用所造成的损伤,可能是由于反复的创伤和机械力的不平衡造成的。Lim 等研究儿童扳机指的超声诊断特点和定量评估,超声在儿童扳机指中的诊断和分型上很有效。在两只手肌腱的平均厚度上,差异是常见的。扳机指的病理生理机制目前还不清楚,但通过试验结果,他们推测 A1 滑车的增厚是远端型儿童扳机指的原因;推测在近端型中包括屈肌腱、掌板和 A1 滑车在内的不成比例的空间增长为病因。

髋关节

虽然典型的髋关节发育不良的影像学表现被明确定义,但对于具有边界形态缺损和临床不稳定性而 X 线片显示为“正常”髋关节的患者缺乏诊断标准。Wong 等在研究中描述了一种在临床不稳定性髋关节中可见的新的影像发现——向上倾斜的眉形样(up-sloping lateral sourcil)表现。将这一发现与髋关节疼痛的常规检查联合应用将能更早、更准确地确定高危患者,并有助于指导临床转诊和治疗。

髋关节撞击综合征是指由于股骨头和髋臼解剖形态异常,在髋关节运动过程中引起孟唇和髋臼边缘的软骨损伤。Schmaranzer 等研究与非手术治疗的患者相比,施行髋关节撞击综合征外科手术的患者一年后 T1 值是否发生改变,且这种改变是否与临床短期结果有关。发现对 FAI 施行手术后,尽管临床表现有显著改善,但 1 年后 MRI 上可观察到软骨成分的减低。这种减低可能由于术后炎症所致和/或反映出软骨内的生物力学压力的改变。Rakhra 等用 T1-cho MRI 探测凸轮型髋关节撞击综合征(cam-FAI)手术治疗后的软骨改善,发现骨软骨成形术后 T1-cho 弛豫值有明显减低,受累区域为前上部即 cam-FAI 所致的软骨疾病好发的部位。T1-cho 的改变提示蛋白多糖含量的增加,等价于软骨健康的改善。Wong 等研究应用 3D 打印模型在股骨髋臼撞击综合征术前计划,研究结果表明,3D 打印模型可以改变在 FAI 手术中需要的股骨手术和髋臼成形术的预期程度。它们可能对于具有较大凸轮损伤且没有交叉征兆的情况特别有用。Lerch 等研究发现超过一半的髋关节异常扭转患者符合关节

保留治疗的条件。虽然股骨扭转对患者的症状和结局的确切贡献目前还不清楚,股骨扭转应在符合髌关节保留手术的患者中测量。

膝关节

膝关节炎是疼痛且致残的疾病,影响着三分之一的超过 65 岁的人群。Omoumi 等评估了在基线水平无临床或放射学膝骨关节炎表现的高危人群中,基线水平的半月板推挤与 6.6 年后膝关节处骨关节炎(OA)的发病率是否有联,他们根据研究结果提出基线水平半月板推挤独立地影响膝关节 OA 的进展。Roemer 等认为前交叉韧带损伤两年后的 MRI 定义的关节内炎症标志物的存在会增加 5 年后胫股关节炎的风险。X 线定义的 OA 只在疾病晚期表现出结构改变,故 MRI 定义的 OA 可能有助于对不利结果的患者进行早期诊断。Crema 等进行的一项多中心的骨关节炎研究表明,通过评估伴放射学上进行性关节间隙狭窄的萎缩性胫股骨关节炎与 MRI 定义的软骨损害进展之间的关系,发现膝关节炎萎缩表型与疾病的加速进展无关。Joseph 等研究表明,将 MRI 数据添加到基线临床和人口统计数据改进了对 8 年以上症状性或放射性膝关节炎的预测准确性。Nguyen 等研究了 FDG PET-CT 对评估症状性骨关节炎的预后和诊断价值,认为 FDG PET-CT 上的标准摄取值(SUV)测量可能有助于评估膝盖和髌部以及肩膀的症状性 OA,膝关节 PET-CT 上 FDG 摄取的增加可以预示 OA 的进展。Hirschmann 等评价用 SPECT-CT 得到的膝关节软骨下骨示踪剂摄取(BTU)与 MRI 上半月板病变之间的相关性。发现在膝关节的 SPECT-CT 扫描中,保留有软骨的膝关节中软骨下 BTU 显著高于半月板变性、撕裂以及半月板挤压者。SPECT-CT 能够识别骨关节炎发展风险增加的患者。

对于膝关节炎的病理机制的解释尚未完善。Kogan 等联合应用 PET 和 MRI 来评估膝关节炎的新陈代谢异常和骨结构异常,PET-MRI 能帮助我们更好地理解骨改变在骨关节炎发病机制中的作用。另外,¹⁸F-Na-F PET-MRI 可能发现在 MRI 上不可见的膝关节异常,这可能更有利于发现骨关节炎的早期新陈代谢改变。Ariyachaipanich 等采用 3D 高分辨率 PD CUBE MRI 评估正常半月板和半月板撕裂尸体的膝关节中胫骨软骨下骨小梁的形态和密度,发现软骨下骨密度的改变与半月板病理改变一致,半月板的完整性影响软骨下骨小梁密度的分布,定量分析骨小梁与半月板病理改变的关系,可能对骨改造以代替半月板力轴提供深刻理解,且对骨关节炎由内而外的理论提供深刻见解。Omoumi 等应用了一种基于 CT 的方

法,对胫骨和股骨进行 3D 测量,这是首次能够定量测量股骨骨密度的方法。他们发现膝关节炎中股骨和胫骨的 sBMD 增加,它可能与骨髓生物力学的适应性改变相一致。Jarraya 等进行的一项基于 MR 的多中心骨关节炎研究,表明上外侧 Hoffa's 脂肪垫(SHFP)水肿和 Hoffa 滑膜炎与髌股(PF)和胫股(TF)关节结构改变(软骨损伤和骨质损伤)有关。滑膜炎是全关节疾病的标志物,SHFP 水肿只是局部外侧 PF 关节疾病的代替物。SHFP 水肿可能是机械碰撞和轨迹不良的结果,它们可以导致诸如软骨和骨质改变的局灶性结构异常。

对于膝关节骨关节炎患者,软骨下成形术(SCP)是一种新兴的微创骨科手术,它是通过将磷酸钙骨替代物注入骨髓水肿区域的软骨下骨中,旨在作为一种介于保守治疗和关节置换之间的缓解疼痛的替代治疗方案。Lall 等研究了 34 例患者的术前及术后 MR 成像特征,发现在接受软骨下成形术的患者中,可以看到与膝关节炎性关节相关的疼痛减轻,然而,尚没有证据表明 MR 成像能预测该术的疗效。Agten 等研究描述膝关节软骨下成形术后的影像学发现,术后成像中,注射磷酸钙软组织污染可以被观察到,不应该被误认为与创伤相关或异位骨化。Roemer 等经过 48 个月对行膝关节置换患者的随访研究表明,髌股关节中的骨质破坏灶更常见于在基线时已有轻度 OA 的膝盖中。

膝关节外伤常常累及交叉韧带和半月板,二者可同时发生也可单独发生。Anderson 等研究回顾了 75 例有急性后交叉韧带损伤的膝关节 MRI 病例,发现在后交叉韧带损伤中,常伴有肌肉和韧带损伤。Taneja 等研究了后交叉韧带(PCL)和股骨髁间窝(IN)大小对前交叉韧带(ACL)撕裂的影响,研究表明,与没有撕裂的受试者相比,前交叉韧带撕裂的受试者表现出规模更大的后交叉韧带以及髁间窝宽度增加。二者不管是单独还是联合,都可以被视为前交叉韧带撕裂的风险因素。Nejad 等通过病例对照研究,发现基于 MRI 的胫骨斜率测量值的增加与前交叉韧带黏液样变性的呈线性相关,外侧胫骨斜率中这种关联性更大,且与受试者的年龄,性别,体重指数和内侧胫股间隔损伤无关。Kwee 等探讨 600 例受试者在 3T MR 成像上前交叉韧带黏液变性在与 X 线平片上内侧胫股关节间隙狭窄相关性。结果表明,前交叉韧带粘液样变性与内侧胫股(MTFC)关节间隙狭窄的 2 年进展相关,对于关节间隙狭窄有所进展的患者,它很可能是一个危险因素。Huang 等研究用纵向 PET-MRI 评估前交叉韧带移植物的愈合进程,结果表明 ACL 移植术后行纵向同步膝关节 PET MR 检查可以发现愈合进程中的形态学和生理学数据。

半月板损伤与膝关节软骨缺损、韧带损伤之间的关系尚在研究。Alessandro Vidoni 等运用形态学 (PD、SE T_1 WI、PD CUBE)、定量标准 (T_2 CUBE) 以及 UTE T_2^* 技术探究在尸体样本和无症状志愿者中根韧带形态学与定量磁共振特征之间的联系,发现形态学上与定量 MRI 对后角半月板根韧带的评估能发现与软骨退变相联系的结构改变。Guimaraes 等研究体重改变与半月板变性进展之间的联系,发现有半月板内物质变性的受试者中,体重增加明显有更高风险发展为半月板退变性撕裂。同样,这些受试者中体重减低者可能有一定保护作用,并且降低了发展为半月板撕裂的风险。Choi 等用超短重复时间的 T_2^* (UTE T_2^*) 和标准 T_2 -mapping MRI 技术定量评估半月板变性,他们认为标准 T_2 组和 UTE T_2^* 组对于发现半月板退行性改变均是敏感的,且能用于定量描述患者的半月板变性,且可能预测半月板变性的进展和半月板撕裂的发展。Coninck 等研究了半月板完整性与软骨形态及生物化学之间的关系,UTE 和 qMRI (T_2 、 T_2^*) 序列用于描述半月板和软骨的生物化学状态,结果表明半月板的病理类型与机械轴改变的程度和位点相关(半月板撕裂邻近的软骨/半月板退变中央的软骨),说明软骨完整性的丧失。软骨评估有作为替代来判断半月板的机械轴完整性的潜能。Sharma 等回顾性分析了 102 例无外伤患者膝关节 MRI 资料,发现髌骨失稳与后内侧角病理过程有关,且髌骨失稳的严重程度能作为内侧半月板推挤加重的预测因子。后内侧角区域的病理状态能预示髌骨失稳,反之亦然。Rutigliano 等评估超声筛查在鉴定不稳定半月板撕裂中的潜在作用,发现承重和非承重的动态超声可用于区分不稳定性和稳定性(或慢性)撕裂。

滑膜炎是关节炎症的一个重要表现。Barendregt 等比较动态对比增强 MRI (DCE) 和 DWI 来定量评估有幼年特发性关节炎 (JIA) 患者的膝关节滑膜炎,结果发现与 DCE 参数类似,无创性 DWI 衍生的 ADC 值可以区分膝关节活动性 JIA 及非活动性 JIA,炎性滑膜的 ADC 值比非炎性滑膜要高,这可能将使对比增强 MRI 变得多余。Son 等应用双向翻转恢复序列 (DIR) 评价膝关节的滑膜,并与对比增强脂肪饱和图像比较,发现在评估膝关节滑膜方面二者具有良好的相关性。Yun 等通过与对比增强 MRI 影像的进行关联性研究,确定用基于外侧膝关节 X 线片的髌下脂肪垫 (IPFP) 不透明度分级来评估膝关节滑膜炎的可靠性。发现基于外侧膝关节 X 线片的 IPFP 不透明度改变的分级是用于评估膝关节滑膜炎严重性潜在的筛查和简易的工具。

在用于膝关节的影像技术方面,Neubert 等运用

了三个序列 (SPACE、VIBE、True-FISP) 建立基于 MRI 的膝关节骨模型,并且同时运用手动和自动的分割技术,将其与基于 CT 的金标准模型进行对比,他们提出 MRI 可成功的建立 3D 骨模型,且能对膝关节全面评估和自动建模提供临床优势,并且可以降低患者暴露于 CT 电离辐射。Lee 等比较了压缩感知各向同性 3D FSE Cube 序列与常规 Cube 序列用于膝关节 MRI,研究发现,在减少扫描时间的情况下,膝关节压缩感知 MRI 序列显示较好的图像质量。可以用具有优化加速因子的压缩感知 (CS) 序列代替膝关节 MR 成像中的常规序列。Kinner 等基于 MRI,探讨无急性外伤史的膝关节疼痛患者的发生率以及病变类型,发现不到一半的儿童非创伤性膝关节痛患者在 MRI 上有异常改变,并且仅 10% 的患者需要接受手术治疗。因此, MRI 可能在这一方面被过度应用了。Zhang 等在常规 MRI 方案中增加 T_2 -mapping 序列来评估儿童血友病患者膝关节及踝关节软骨改变,结果表明 T_2 -mapping 可以在儿童血友病患者出现软骨形态改变之前早期检测到软骨的退变。因此, T_2 -mapping 可用于监督血友病患儿软骨损伤的进展情况,进而有助于改善患者治疗方案的选择。Alexandra 等研究发现二型糖尿病 (DM) 的存在及严重性与 3T MRI T_2 弛豫时间测量的软骨基质变性有关。与对照组相比,糖尿病患者表现出显著更高的软骨 T_2 值,且疾病越严重则 T_2 值越高,软骨生化降解程度更重,因此,膝软骨 T_2 的测量能监测糖尿病对关节健康的影响。Hajdu 等尝试用基于双能 CT 的分子成像来测量色素沉着绒毛结节滑膜炎 (PVNS) 中的含铁血黄素含量,并且用其区分局灶性和弥漫性 PVNS。结果表明,与局部型 PVNS 相比,弥漫型 PVNS 的血铁黄素体积更大,DECT 可用于对软组织肿块内铁含量进行定量分析。Nesbitt 等研究 MRI 对于预测膝关节特发性骨坏死临床预后的作用,发现 MRI 结果可能有助于识别有高风险发展为不良临床预后的那部分膝关节特发性骨坏死患者。

iBalance 高位胫骨截骨术 (iHTO, Arthrex Inc, Naales Florida) 是近来被引进用于对膝内翻对线不良进行矫正的手术方式。iHTO 利用聚醚醚酮树脂 (PEEK) 植入体和骨诱导化合 (OIC) 物,其术后 X 线表现易与感染相混淆。Alaia 等对 24 例行膝关节 iBalance 高位截骨术的病例进行回顾分析,描述 iHTO 的 X 线表现和并发症,提出 iHTO 在 PEEK 骨界面表现出的典型的椭圆形透亮区不应被误认为是感染。Sikandar 认为 FDG PET-CT 对于发现下肢假体移植所造成的感染是一个非常有用的影像方法,与其它方法相比,具有更高的诊断准确性。

踝关节、足

附件前外侧距骨小面(AALTF)是最近被描述为顽固性疼痛性扁平足的潜在原因的发育实体。Alqahtani 等研究了与跗骨联合相关的附件前外侧距骨小面的发病率和横截面特征,结果表明,AALTF 是常见的并且与距骨联合相关。当确定联合时,应尤其注意评估其它相关病变。如果只对联合进行治疗而没有识别出 AALTF 可能导致症状仍然存在。Hayden 等在前足 MRI 上发现趾骨内异常骨髓信号,我们试图确定这个以前未被报道的发现的发病率、关联和临床意义,发现这个不寻常“白色脚趾”征的发生率低,其病因和意义仍然不清楚,但似乎患者并没有特定的症状。白色脚趾的发现可以提示潜在的局部或系统性病变,可能需要进一步接受临床检查。

Law 等研究用手指线圈在 MR 成像时对踝关节进行牵引并探究关节间隙宽度、对比剂扩散情况、软骨及距骨骨软骨损伤的情况。在评估骨软骨损伤方面,这是第一项在踝关节 MR 成像(采用手指线圈)中进行牵引并评估其效果的研究。对于发现潜在的骨软骨病变,使用 MR 踝关节牵引能更好的评估软骨病变。

He 等研究了糖尿病足溃疡中肌肉组织缺氧的 MRI 生物学标记,初步的研究表明,在糖尿病足溃疡患者足部区域性肌肉缺氧中,使用多体素 MRS 和足 qBOLD 作为 MRI 生物标志物的是可行的。糖尿病足溃疡患者表现出增加的肌肉与肌外细胞脂质比值(IMCL / EMCL)比以及升高的氧摄取分数(OEF)和横向弛豫率(R_2^*)。糖尿病足溃疡患者中 IMCL/EMCL 水平升高与从小腿肌肉中报道的由线粒体功能障碍引起的胰岛素抵抗相关的研究结果一致。

X 线片通常用于全踝关节置换物(TAA)的矢状位平衡对准测量,但是易于旋转失准。相比之下,MRI 可以使得距骨植入物的真正矢状平面和解剖学位置的得到对准。Netto 等对 23 例患者行踝关节 SEMAC MRI 及 X 线检查,进行全踝关节成形术置换物的矢状平衡评估,二者显示出高度的相关性和相似性。对全踝关节成形术的患者,SEMAC MRI 可以精确测量关节的矢状平衡,表现出更高的观察者间的一致性,因此比标准化 X 线片的测量更准确。

肌肉、肌腱

在肌营养不良中,骨骼肌的扩散张量成像(DTI)仍然具有挑战性,因为这些病症通常伴随着肌肉脂肪百分比的增加,从而降低了成像的信噪比。Keller 等研究了基于 DTI 的肌病和骨骼肌营养不良的纤维素示踪成像,结果表明肌肉组织选择性 DTI 定量技术在

低信噪比中更能抵抗偏倚效应,从而减少扩散参数的人工位移,对肌肉微结构进行更敏感的评价。Xiao 等应用水脂分离法(IDEAL-IQ)技术在杜氏肌营养不良患者中评估大腿肌肉的脂肪浸润程度,结果表明 IDEAL-IQ 技术可用于评估杜氏肌营养不良患者的大腿肌肉脂肪浸润水平,MR 测量的脂肪浸润程度与临床数据间具有相关性。Kovacs 等研究在不同程度肌病患者的大腿 MRI 中自动量化肌间脂肪组织,建立一个可以量化严重肌病患者的大腿肌肉、皮下(SAT)和肌间脂肪组织(IMAT)的体系。他们证实了这个自动且有效的方法可以用来区分大腿 SAT 和 IMAT,进而可以运用这个方法量化不同的组织类型而不受疾病严重程度的影响。上述系统可以提供一致的大腿组织成分的定量测量,并且可以用于有效地研究和追踪肌病。

在肌萎缩和肌减少症的诊断和应用方面,Bolog 等研究了腰椎椎管狭窄患者的体质指数(BMI)与椎旁肌萎缩间的关联,高 BMI 和高程度的肌肉萎缩之间的正相关性意味着超重是椎旁肌肉萎缩合腰椎椎管狭窄患者的重要潜在性发病因素。Davina Mak 等研究了单侧髋关节置换后腰大肌萎缩,以确定有单侧髋关节植入物后,是否有显著性的腰大肌萎缩和脂肪浸润,研究表明,在髋关节置换术后患者的患侧和健侧中,腰大肌在 T1 轴位水平图像上的横截面积具有显著性差异;在腰大肌脂肪浸润程度上,二者无显著性差异。McMahon 等研究通过骨骼肌和肌肉质量的进行性下降来预测大肠癌患者的生存状况,与大肠癌患者诊断初始时相比,1 年后骨骼肌数量和质量的下降提示较差的总体生存期和无进展生存期。Karlsson 等研究通过 MRI 定量大腿瘦的肌肉组织容积来确定性别特异性的肌肉减少症的检测阈值。

在肌肉功能代谢的分子成像方面,Scotti 等应用新兴的高分辨率成像方法——Cr 化学交换饱和转移(Cr-CEST)MRI 来分析不同工作肌肉中 Cr 的表达水平,从而定量测量能量恢复率,一个反映肌肉疲劳的指标,该方法相较于 ^{31}P -MRS 的 PCr 检测,成像的空间和时间分辨率都有所提高。Yamamura 等研究应用 ^{31}P -MRS 测量死后大鼠肌肉内磷代谢物的瞬时状态,发现磷代谢物具有特征性的死后时间模式,尤其是由于 α -ATP/Pi 比率与死后时间呈明显的指数模型,因此 ^{31}P -MRS 可以被用作法医工具,有助于确定死亡时间。

MRI 是诊断肌、肌腱疾病常用的影像检查方法。Crema 等使用 MRI 评估急性腓绳肌损伤,发现肌-肌腱联合处(MTJ)肌腱受累情况与腓绳肌损伤时后韧性和强度的减低水平具有相关性,尤其当腓绳肌损伤表现为肌腱的不连续时。临床上,当急性腓绳肌损伤后出现韧性和强度减低时,可能存在 MTJ 处肌腱受

累,这可能最终导致恢复时间的延长。Wilson 等在无症状人群中定量分析了临床相关亚区内腓骨短头肌和长头肌腱的 T_2^* 值,发现离外踝尖端较远的区域的 T_2^* 值明显高于那些离外踝尖端较近的区域 T_2^* 值,这可能在临床上与腓肌腱撕裂有关,腓肌腱撕裂常始发于邻近外踝处、第五跖骨、下方韧带以及骰骨。正常跟腱的 T_2/T_2^* 只有 5~10ms,因此在常规 DTI(TE 大约 60-80ms)时其信噪比很低。He 等研究并评估一项新的应用短 TE 的 DTI 方案,即激励回波高分辨率追踪跟腱纤维(STE-RESOLVE)(大约 20ms)的可行性和可靠性,结果表明它可以评估跟腱病患者跟腱断裂的风险,可作为跟腱微结构改变的非侵入性检查的一项敏感工具。

超声可以通过剪切波弹性成像(SWE)对肌肉肌腱进行弹性评估,也可以作为肌腱介入治疗的辅助工具。Orlandi 等进行了一项为期三年的纵向研究,以 MRI 作为参考,评估实时(RTE)和剪切波(SWE)超声检查在运动员大腿肌肉损伤随访中的作用,结果表明超声的动态特征,结合 RTE 和 SWE 技术,能够提供定性和定量的损伤肌肉愈合过程中的弹性评估。Dirrichs 等研究应用 SWE 比较分析专业运动员和非运动员的肌腱刚度,发现二者之间的肌腱僵硬显著不同,运动员在跟腱中表现出显著更高的 SWE 值,也就是说它们具有更僵硬的肌腱。这可能是由反复的训练效应引起的。该研究强调了不同人群和年龄之间的个体间差异。Bruno 等研究超声引导肌腱切断术的缝合对治疗慢性肌腱疾病的功效,发现超声引导的经皮肌腱切断术作为独立的方法在降低无并发症的慢性肌腱病患者的疼痛方面是有效的,同时也证实了该治疗在矫正肌腱形态方面的效果。

骨折

骨折的危险因素一直受到人们的关注。肥胖被认为能保护骨健康;然而,近来研究发现儿童期的肥胖与更高的前臂骨折发生率有关。Stanford 等应用 3D HR-pQCT 评估桡骨远端骨小梁和骨皮质微结构,而身体成分包括内脏脂肪组织(VAT)质量的估算采用 DXA 法(Discovery A; Hologic, Bedford, MA, USA)。结果显示,在病态肥胖的青少年中,瘦组织质量对骨小梁完整性是积极的预测因素,而内脏脂肪组织对骨皮质完整性是负向的预测因子。Pang 等研究了婴幼儿不明原因骨折与血清维生素 D 的相关性/不相关性,结果表明,X 线检查对诊断骨密度减少和佝偻病的观察者间可信度范围从较高到非常高。这项研究证实了当 X 线上缺少骨密度减少和/或佝偻病的证据时,低维生素 D 不应被解释为在 2 岁以下的儿童中不明原

因骨折的原因。Graffy 等回顾性分析了 214 例 65 岁以上成年人的横轴面腹部 CT 图像,发现 L_1 椎体骨小梁稀疏能高度预测椎体骨折。因此,在常规腹部 CT 横轴面图像上,当 L_1 椎体测量值为 90~100HU 或更小时,应当进行矢状面图像重组,仔细观察是否存在椎骨压缩性骨折。

骨折在创伤患者中并不少见,选择正确的影像方法对不同类型的骨折诊断是重要的。Sammur 等回顾性分析了隐性髌关节骨折的横轴面成像,结果表明 CT 是诊断隐匿性髌部骨折的有效方法,在仍然有症状的患者和年轻人群中,当 CT 扫描为阴性结果时应考虑 MRI 检查。Muly 等研究用第三代双源 CT 技术评估急性胸腰段脊髓损伤中的骨髓水肿,结果表明三代双源 CT 检测骨髓水肿有助于识别微小骨折,并在区分急性和慢性骨折上具有很高的敏感性和准确性。Petritsch 等研究以 MRI 作为参考标准,前瞻性的评估双能量 CT(DECT)虚拟非钙(VNC)技术在椎体压缩性骨折的骨髓水肿的诊断性能,结果表明双能量 CT 具有准确诊断椎体压缩性骨折的骨髓水肿的潜力,可揭示骨折的急性性质。Weber 等研究了连续 CT 扫描在评估和监测老年骨盆骨折中的临床相关性,他们认为常规 X 线平片不足以检测老年患者的骨盆脆性骨折。Christoph Weber 等研究评估全脊柱 MRI 在诊断椎体骨折中的诊断准确性,并评估其对老年患者的手术治疗(椎体/椎体后凸成形术,脊椎固定术等)的影响。结果表明 MRI 的观察者一致性比 CR 更好,他们认为在老年患者椎体骨折检测以及选择椎体骨折外科手术方式上, MRI 是首选方法。Jeong 等研究基于 MRI 的腰大肌和椎旁背部肌肉的水肿分级是否有助于诊断腰椎横突骨折,发现肌肉水肿程度与横突骨折强烈相关,他们提出,腰大肌和脊椎背部肌肉的在轴位 T_2 WI 中的水肿分级,可以用于预测相邻横突骨折。

除了选择合适的影像方法外,对骨折的治疗及预后评估也是至关重要的。Mauri 等研究了应用弹性高分子材料(弹性粘膏或弹性绷带)行影像引导下椎体成形术的安全性和结果,结果表明该术式是由有经验的操作者执行的一个安全和有效的程序,并具有降低二次骨折次数的潜力。Pose 等研究发现可以通过 CT 和透视引导经皮椎体成形术对伴有后椎管壁受累的肿瘤性脊柱骨折进行成功地、安全地治疗。Pusceddu 等研究发现经皮椎弓根螺钉固定术和骨水泥成形术是一个安全有效的操作,它可以稳定骨折并预防病理性骨折,并使疼痛得到很大程度的缓解,行走能力也得到很好的恢复。Zhong 等研究建立了一个有效的新的诺模图来预测骨质疏松性压缩骨折患者经皮椎体成形术后

椎间盘内结合剂渗漏,结果表明,更大的骨折严重程度、终板表层破裂、Kummell's 病的不存在以及更高的 CT 值是椎间盘水泥渗漏的独立危险因素。Roux MS 等研究通过 CTA 评估伴发急性动脉损伤对创伤性下肢骨折愈合的意义,结果表明创伤性下肢骨折的延迟愈合与当时伴发的急性动脉损伤有关,其时间大约是完成骨折愈合所需平均时间的两倍。

肿瘤

MRI 常用于骨关节及肌肉软组织肿瘤的诊断。Pei 等用两点 Dixon 技术重建得到的脂肪分数图来定量分析多发骨髓瘤患者早期脂肪浸润情况,并且将其与单体素磁共振波谱进行比较,评估这些定量参数间的联系。他们发现两点 Dixon 技术和单体素 MRS 均为检查椎骨骨髓脂肪的有效方法,二者间存在好的关联性。Singh 等评估了四种 Dixon 图像类型对[同相位(IP),反相位(OP),水相(WO)和脂相(FO)]骨髓瘤的检出率。研究表明,与单独使用同相位 T_1 WI 相比,使用 Dixon 成像改善了病变检测率和观察者信心。他们建议在多发性骨髓瘤的 WB-MRI 方案中,应优先使用 Dixon 成像而非单独 T_1 WI。Chang 等研究富含脂质的粘液样脂肪肉瘤的患病率并描述其 MRI 表现,发现一小部分脂质丰富的粘液样脂肪肉瘤可以有高脂肪含量,伴有非典型脂肪瘤样肿瘤的 MRI 表现。Breda 等在基于人数的中年女性大型队列中研究膝关节偶发的内生性软骨瘤 MRI 的自然进程,结果表明,偶发的内生性软骨瘤占目前膝关节 MRI 扫描的 2.9%,超过 5 年的病例中 4.3% 显示出尺寸增加。在中年女性的膝关节 MRI 偶发的内生性软骨瘤中 <1 cm、位于干骺端的无骨内膜扇形样变不需要转诊,因为他们在 5 年内没有进展。Roller 等回顾性研究了病理确诊的骨外骨肉瘤的临床、病理和放射学特征。发现骨外骨肉瘤是罕见的,通常是高度恶性肿瘤,常常转移到肺和骨。低度肿瘤和那些没有转移的肿瘤具有良好的预后。MRI 外观是非特异性的 T_2 高信号和不均匀强化。与常规骨肉瘤相反,钙化是罕见的。没有任何钙化的软组织肿瘤可以与骨外骨肉瘤相一致。在 CT、MRI 或病理学上表现有中心坏死的预后较差的预后。

Wang 等用表观扩散系数的纹理分析探测骨髓瘤的骨髓浸润,发现用 ADC 图的纹理分析可以鉴别骨髓瘤浸润的骨髓与非浸润的骨髓,可以作为传统的用于区分骨髓中骨髓瘤浸润和非浸润 DWI MRI 的补充。Ji Hyun Hong 等研究 3T 的 MR 扩散加权成像评估软组织肉瘤的肿瘤边缘浸润,结果表明在标准的 3T MR 成像基础上增加 DWI 可以改善对软组织肉瘤的肿瘤边缘浸润的评估。Youn 等研究扩散加权 MR

成像在软组织肉瘤患者术前的癌周对比度增强评价中的价值,发现将 DWI 添加到标准 3T MR 成像中改善了术前软组织肉瘤患者的肿瘤侵入的评估。Lee 等研究 MR 和 DWI 成像特征作为腹外纤维瘤病人的预后指标的可行性,发现 MRI 特征中,边界不清、不规则或针样外形和更高比例的内部低信号强度可以用作预示复发或进展的不良预后因素。整体肿瘤的较低平均 ADC 值也可以表明复发或进展的可能性较大。Kim 等研究了全肿瘤体积的 ADC 直方图分析在分辨恶性肿瘤与良性软组织肿瘤是否优于 3T 上的单层平均 ADC,认为 3T MR 成像单层平均 ADC 在区分恶性与良性软组织肿瘤方面比全肿瘤体积的 ADC 直方图分析更可靠和准确。

PET 及其与 CT、MRI 的融合成像技术在评估肿瘤患者的术前评估、治疗疗效及预后方面是至关重要的。Sagiyama 等尝试用 PET-MRI 系统中基于体素的标准摄取值和 ADC 分析评估软组织肿瘤的治疗效果,证实了该方法的可行性。PET-MR 系统中基于体素的 SUV(标准摄取值)和 ADC 分析提供了独特的生物标志物,如 SUV-ADC 相关系数和 SUV/ADC 的斜率用于早期测定肿瘤反应。Gatidis 等认为 PET-MR 可以在儿科肿瘤学中进行全面的肿瘤学成像,可能优于常规成像模式,可以改善对儿科肿瘤的影像诊断特异性,尤其是用于治疗后的疗效评估。Taylor 等比较全身 MRI(WB-MRI)和常规调查对儿童霍奇金淋巴瘤分期和治疗反应监测的作用,提出 WB-MRI 有希望代替应用电离辐射的常规分期模式。Mayerhoefer 等研究了通过 18 F-FDG-PET-MR 对非霍奇金淋巴瘤的超早期治疗反应进行评估的可行性。结果表明,在非霍奇金淋巴瘤中,葡萄糖代谢和细胞密度的显著变化早在基于利妥昔单抗的免疫化疗的第一周期开始后 48~72h 发生,并且可以被 18 F-FDG-PET-MR 捕获。因此, 18 F-FDG-PET-MR 能够在治疗开始后的前 72h 内评估治疗反应。Raja 等回顾分析了 37 例淋巴瘤患者的 PET 资料,研究三期[初期(basP),中期(intP)和终末(endRxP)]FDG-PET 在淋巴瘤(HL 和 DLBCL)中的作用,结果表明中期 PET 在处理 HL 和 DLBCL 中的作用很有前途。

Winn 等通过 Meta 分析发现,PET-CT 在区分良性和低度软骨形态肿瘤与中度/高级软骨肉瘤方面表现出良好的辨别能力,并且可在这些肿瘤的治疗中起重要作用。Im 等认为儿童骨肉瘤患者基线 FDG PET 上的肿瘤结构特征可以预测存活率,基线 FDG PET 结构特征可能是儿童骨肉瘤患者风险分层的重要参数,需要进一步验证。Kairemo 等使用 18 F-NaF PET-CT 和 18 F-FDG PET-CT 对 18 例患有高风险复发性成

骨性骨肉瘤(NCT01833520)的患者进行骨成像,来评价镭-223 治疗的 I 期临床试验中的治疗反应,他们还开发了一种类似于 PERFIST 的分析 NaF-PET 反应的方法,称为 NAFCIST。他们认为 NAFCIST 可能是一种新的可用于评估高风险骨肉瘤治疗疗效的成像方法,且结果表明,NaF-PET 是骨肉瘤分期的重要检查手段,NaF PET 和 FDG PET 在评估骨肉瘤中的作用是互补的。Sachpekidis 等研究使用¹⁸F-FDG PET-CT 和¹⁸F-NaF PET-CT 对接受大剂量化疗和自体干细胞移植的多发性骨髓瘤患者进行疗效评估,发现 FDG PET-CT 在多发性骨髓瘤的治疗反应评价中表现出令人满意的结果,另一方面,至少在早期,NaF PET-CT 似乎对经受高剂量化疗以及自体干细胞移植的多发性骨髓瘤患者的疗效评估没有显著作用。Lim 等研究了 PET 参数在多发性骨髓瘤疗效反应评估中的作用。结果表明,PET 阳性与自体干细胞移植后第 100 天再分期的无进展生存期显著相关,标准摄取值峰值(SUV_{peak})在 PET 阳性病例中显示最高的相关性。

Gulati 等研究了对比增强超声(CEUS)在软组织肉瘤(STS)的诊断、评估和管理方面的作用,将其与 CT/MRI 比较。结果表明,CEUS 可帮助 STS 的初始诊断、评估和治疗监测。Takasu 等研究了多层 CT 扫描技术评估自体干细胞移植对多发性骨髓瘤患者的骨密度和骨强度的影响。与标准化疗后的患者相比,接受 ASCT 的骨髓瘤患者没有发现 BMD 较少。骨质疏松症似乎不是 ASCT 的长期并发症。McMahon 等应用 CT 在基线水平和一年后分别测量直肠癌患者腰大肌和椎旁肌肉骨骼肌指数(SMI)以及平均 HU,研究表明骨骼肌指数改变和肌肉密度可以作为结直肠癌预后生物标志物。

磁共振引导下聚焦超声术

磁共振引导下聚焦超声术(MRgFUS)是指在 MRI 引导下应用聚焦超声热消融技术选择性破坏靶目标病变组织,从而达到治疗目的,其应用范围不断扩展。Napoli 等进行的一项两中心的前瞻性研究,采用 MRgFUS 治疗非症状性椎体骨样骨瘤,研究其中长期疗效,获得了高的手术成功率,证实其安全性和可行性。另外,Napoli 等研究同时也研究了 MRgFUS 对疼痛性骨转移的姑息治疗,发现 MRgFUS 可以安全有效地用于治疗疼痛性骨转移,缓解患者疼痛症状。Boni 等研究对 44 例疼痛抑制药物和放射治疗无反应的非椎体骨转移疼痛患者进行 MRgFUS 治疗,也证实其可以缓解患者疼痛症状,因此提出对于常规治疗无反应的疼痛性骨转移患者可引入 MRgFUS 作为常

规治疗。

在评估 MRgFUS 疗效方面,Noce 等通过与视觉模拟评分(VAS)评估的临床结果相比较,评价动态对比增强 MRI 扫描(DCE-MRI)对 MRgFUS 治疗骨骼转移的疗效评估,发现 K_{trans} 阴性修饰($-\Delta K_t$)可反映超声消融过程的有效性,并且可以作为减少肿瘤细胞代谢的直接表达,它与临床反应正相关。DCE-MRI 反映了 MRgFUS 治疗骨转移的临床效果。可以将灌注参数引入到常规 MRgFUS 规划和随访中。

技术方面,在骨肿瘤的 MRgFUS 消融中的一个挑战是将消融的深度扩展到会快速衰减声音的皮层表面之外。有趣的是,为了实现更好渗透,将会降低超声频率或增加超声处理持续时间。

降低辐射剂量和减少伪影

减少辐射剂量和伪影是影像医生和技师致力研究和解决的问题,其技术的进步将使患者和医生都受益匪浅。SEMAC MRI 提供强大的金属抑制,但是耗时。基于 K 空间稀疏性的加速数据采样,提供 8 倍加速的 SEMAC 采集,扫描时间减少 50%~70%。Jan Fritz 等研究压缩感知加速 SEMAC 金属伪影减少的磁共振成像用于对复杂肢体肿瘤挽救性重建后的假体肿瘤复发的评估,发现压缩感知加速 SEMAC MRI 可以更准确和有效地评估肿瘤重建术后的关注领域。高度的金属伪影抑制提高了我们检测局部复发和诊断不同状态的能力。Jan Fritz 等研究比较压缩传感加速 SEMAC MRI 与常规高带宽 MRI 在踝关节关节成形术移植术中的应用。结果表明相同扫描时间下 CS-SEMAC MRI 在金属伪影减少程度以及沿着骨-移植界面和胫距关节线水平的异常情况的可见性和诊断方面优于高 BW MRI,可用于诊断换关节成形术患者的移植术周围异常。

Subhas 等将专用的 CT 金属伪影减低算法(iMAR)应用于关节成形术的成像,旨在减少辐射剂量。他们应用迭代金属伪影减低技术(iMAR)、新的 CT 重建技术以及标准滤波反投影技术(FBP),比较阅片者在不同放射剂量下发现邻近 CT 硬件设备处病变的能力。他们发现在所有剂量中,iMAR 均显著改善了阅片者发现邻近 CT 硬件设备处病变的能力,且半放射剂量的 iMAR 的精确性等价于标准和双倍放射剂量的 FBP 的精确性。当评估做过关节成形术的患者时,用 iMAR 重建技术能提高阅片者发现邻近 CT 硬件设备处病变的能力,并且比起标准的 FBP 重建技术,它能显著降低放射剂量。Yamamura 等用虚拟单色双能 CT 在不同金属种植体中进行减少金属伪影的量化和优化。研究发现,对不同金属移植术来说,在

DECT 成像时裁剪的单色能量是至关重要的,它可以用于减少由于金属伪影所造成的软组织和骨的波动以及误差。Ding 等发现对膝关节肿瘤定制假体患者,在 320 排 MDCT 容积扫描中应用单能金属伪影消除算法能提高容积图像质量。

除外金属伪影,其它伪影同样也给临床工作带来了诸多不便。颈胸段信号的评估常常受限于射线硬化和散射线伪影。先前的研究已显示双能 CT (DECT) 的应用可减少这种伪影并应用单能算法 (Mono+) 提高图像质量。Muly SR 等采用第三代双能 CT 技术的改善颈胸联合处脊柱的信号与图像质量,发现采用 Mono+ 算法的 DECT 评估显示出颈胸段脊柱伪影明显减少,阅片者评估结构的可信度增加,且不增加放射剂量。他们的研究显示在接近于 130keV 的能量水平的基于 mono+ 的图像重建提供了最佳的具有更低的射线硬化伪影与噪声水平的图像质量。体积较大或者患者体位偏移中心将会导致截断伪影,极大地降低 CT 图像质量和诊断价值。传统的用于减少截断伪影的方法是基于确定的之前的假定来推算出被截断的投影数据。

在降低辐射剂量方面,在保证良好的图像质量的前提下,低剂量锡过滤器高 kVp 腰椎 CT 使得辐射剂量大幅度减少。Kaup 等对 100 个患者行腰椎行低剂量锡过滤器高 kVp CT 和标准双能 CT 扫描,结果表明,腰椎的低剂量锡过滤器高 kVp CT 可提供良好的骨结构的可视化,与标准双能 CT 相比,辐射暴露降低了 85%,标准双能 CT 扫描的放射剂量接近两个常规 X 线检查的剂量。Clark 等也研究了急性创伤患者腰椎的 140kVp 能谱过滤 CT,发现与常规的 120kVp CT 相比,有锡过滤器的 140kVp CT 没有遗漏骨折或者软组织损伤,虽然在统计学上图像质量有所降低,但所有参数都在可接受的范围内,这些结果表明在特定情况下,可以在常规剂量的 1/3 下进行超低剂量腰椎成像方案。Chung 等提出通过迭代重建算法应用预先知识和对称性来重建抽样不足的数据从而减少锥形束 CT 的辐射剂量,同时保持图像质量。

其它

MRI 水脂分离技术可以使被脂肪信号掩盖的病理过程可视化。Suzuki 等研究了基于交换和恢复的水-脂质分离成像 (SPLIT) 的超混合定量 MRI。在 3.0T MR 上, SPLIT 成像与单次扩散回波平面成像 (SSD-EPI) 一起使用,并且向 SSD-EPI 添加反转脉冲,用优化的扫描参数来消除水和脂质图像之间在相位编码方向上的重叠,这种方法有可能同时获得扩散、灌注、弛豫时间和脂质分数等的定量值,而无需使用其它

的特殊脉冲序列。Stinson 等研究了双回波 Dixon 图像在高的不均匀场强中的应用,阐述新的基于成本的、图像切割指导最优化原则的双回波 Dixon 成像技术,它可以在高的 B0 不均匀场强中成功地分离出水相和脂相。Yoo 等研究使用改良的 (经 T_2^* 校正后) Dixon 序列 (mDixon) 得出的脂肪分数信号图用于区分良性和恶性骨损伤,结果证实了其可行性,且可以用来估计局灶性骨髓异常的脂肪含量。在自动重建的脂肪分数信号图上测量的脂肪分数可以用于常规临床应用上。

为了与临床相关联, T_1 测量应该更有效并且有可知的准确性及重复性。Antolak 等应用 NIST 可示踪的 MR 系统虚拟来评估增加不同偏转角下 T_1 -mapping 技术的准确性、可重复性及有效性,发现当应用平行图像以及 3 个偏转角时,可以获得高度可重复性 T_1 弛豫时间的测量,这可以极大改善 T_1 测量的有效性。平行成像增加 2 个加速因子,对可重复性和准确性的影响最小。Octavia Bane 等进行的一项多中心模型研究表明用于 DCE-MRI 的 T_1 定量方法存在高平台间变异性,用于 DCE-MRI 定量的 T_1 图谱的标准化可能提高药代动力学参数的可靠性,潜在地提高例如基于这些参数的治疗计划和监测的准确性。

Varghese 等评价慢性骨髓炎病变的临床病程与随访期间 MRI 上的变化之间的相关性。发现骨髓水肿和骨膜反应的变化是与慢性骨髓炎病变的临床反应最佳相关的 MRI 发现。MRI 还可用于鉴定临床上无症状的病变。Rondina 等研究对类风湿关节炎患者通过 MRI 评估其疾病活动与关节进展之间的关系,发现尽管疾病活动评分系统评估为临床缓解, MRI 评估为疾病仍处于持续的活动状态。证明 MRI 可以是有助于处理 RA 患者治疗的有效工具。

由于存在许多影响因素以及可能的伪影, MR 图像质量高度可变。图像质量的自动评估可以使 MRI 的获得得到有效的优化。Gatidis 等实施并且评估一个机械学习框架对自动分析全身 MRI 数据的价值,发现运用机械学习方法来自动评估 MR 图像质量是可行的,这种方法有很高的分类准确性,或者有助于图像的获得及读取并且有可能改善诊断准确性。

Karaman 等研究应用 2D RF 脉冲减小视野来减少 fMRI 各个方位成像的图像失真,结果表明被推荐的 rFOV (减小视野) ssEPI 序列比常规 ssEPI 序列更有优势,尤其在非轴位成像方面,过多的失真常使基于 EPI 的 fMRI 应用受限,而这项 rFOV 技术可以灵活选择获取多平面成像而不受过多的失真的影响,使 fMRI 能在一个具有最佳匹配的激活区域内进行平面成像。