



RSNA2019 骨骼肌肉影像学

梁晓青, 刘潺媛, 王婧轶, 张华月, 李小明

【摘要】 2019 年 RSNA 年会上关于肌骨关节成像研究的科学报告有 160 余篇, 主要内容包括肌肉及骨关节疾病的诊断和治疗、新技术的应用、影像组学的发展等, 本文将主要按照部位进行相关综述。

【关键词】 骨关节炎; MRI; CT; 骨质疏松; 骨折; 骨肿瘤; 肌肉; 影像组学

【中图分类号】 R741.04 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2020)01-0013-06

DOI: 10.13609/j.cnki.1000-0313.2020.01.003

肩关节

肩袖撕裂(RCT)可导致肌肉变性和萎缩, 并影响预后, 早期诊断有益于患者的临床管理, Ingham 等采用 SPHARM-PDM 工具对 RCT 进行 MR 三维形态统计分析, 发现 RCT 可导致冈上肌不均匀变小, 主要的肌肉丢失发生在肌腱交界处, 肌腹不对称增大, 而肌肉长度保持不变, 研究显示三维分析比二维分析能更准确显示肌肉病变。Kim 等进行了肩关节软骨 T₂ 值与关节脱位发生频率、唇盂撕裂位置及程度的相关性分析, 发现盂肱关节软骨 T₂ 值与关节唇撕裂的部位、程度及脱位的发生率无显著相关性。Siebert 等发现关节盂前、后部骨质丢失与肱骨头半脱位相关, 肩胛下肌脂肪浸润与前、中部关节盂损伤有关。对于肩关节损伤患者, 不同的肩关节手术可达到一定的缓解疼痛、改善预后等效果, Nabi 等证实了超声引导下的肩胛上神经射频消融术的有效性, 该法可使患者获得较长时间的疼痛缓解。Jung 等通过回顾肩袖修补术后患者资料, 发现肩袖脂肪变性程度对肩袖修复术后状态有预测价值。

肩关节造影在临床上被用于诊断肩关节关节腔、关节囊及周围某些软组织的损伤与病变, Kwag 等发现对比剂扩散受限所致的 T₁WI 上肩胛下窝的低信号是 MR 关节造影间接诊断肩关节感染性关节炎最可靠的影像学表现。Singer 等发现手术确诊的肩袖撕裂盐水造影的诊断效能不逊于钆剂, 盐水造影可减少

扫描时间及临床钆剂需求。Foti 等研究发现, 与 CTA 相比, 双源 CT 关节造影(DECTA)对于显示肩关节盂唇和肩袖撕裂更精确。

Lee 等比较了由 T₁ 高分辨率等容(3D-THRIVE)、多平面重建(MPR)、并行成像(PI)和压缩感知(CS)技术组成的超快肩部 MRI 成像与标准 2D 快速自旋回波(FSE)成像对肩关节损伤的诊断效能, 发现包含 MPR、CS 技术的超快肩部 MRI 成像与病理诊断结果的符合性极高, 因此可用 CS 和 MPR 技术实现临床上肩关节的超快 MR 成像。

腕关节、指关节

Arya 等研究发现手部骨性关节炎(OA)的存在, 尤其是腕掌关节 OA, 与纵向 MRI 所示的膝关节 OA 结构损伤相关, 手部 OA 可作为膝关节 OA 快速进展的预测指标。Manneck 等在第一掌指关节(MCP)尺侧副韧带(UCL)撕裂患者的影像学研究中发现 X 线低估了损伤的严重程度, 而 MR 图像可显示更多的细微异常, 对临床怀疑 UCL 撕裂的患者应首选 MRI 检查。Kim 等发现双层平板探测器 CT(DLCT)钙抑制成像(CaSupp)在显示和检测不完全骨折的腕部的骨髓水肿(BME)方面的表现与 MRI 相似, 有望成为显示腕部 BME 的新技术。Nam 等发现手正中神经(MN)的横截面积(CSA)、彩色多普勒成像的血管面积(CDI)、弹性成像(SWE)的硬度等超声检查指标有助于腕管综合征(CTS)的初步评估, 且这三种结果的结合能提高诊断效能。

脊柱

近年来脊柱成像技术不断优化, Bratke 等发现使用新型加速压缩感知技术(CS)进行预扫描, 可以在诊

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: 梁晓青(1992-), 女, 河南郑州人, 博士研究生, 主要从事骨肌系统影像诊断和研究工作。

通讯作者: 李小明, E-mail: lilyboston2002@sina.com

基金项目: 国家自然科学基金重点项目(31630025)

断准确性及图像整体质量不变的情况下,极大地缩短脊柱矢状位 T₂WI 的扫描时间。Hong 等发现联合使用超短回波时间序列(UTE)和常规 MRI 可以提高对脊柱关节病的诊断敏感性。Roller 等的回顾性分析表明,在腰椎减压手术患者的腰椎 MRI 中,利用矢状位图像来进行自动分级可取得与放射科医生报告和最终手术水平一致的结果。Yan 等研究表明,脊柱侧弯手术的术前 CT 检查的辐射剂量可减少到 50%,且不会影响脊柱各结构的尺寸测量。

髋关节、髋髂关节

了解婴儿骨盆正常生长模式是识别先天性骨盆异常的关键,Tsai 等基于横断面影像学资料分析了婴幼儿骨盆解剖形态的空间和时间变化,研究表明,从出生到 3 个月,骨盆的整体尺寸增长最快,从 3 个月到 1 岁,增长速度稳步下降,且男孩和女孩的生长模式相似。

发育性髋关节发育不良(DDH)是儿童最常见的肌肉骨骼疾病,其解剖基础是髋臼较浅或发育不良,常伴股骨头脱位或半脱位,Schmaranzer 等进行了一项为期 10 年的随访研究,使用 MRI 评估 DDH 手术复位后的髋关节形态和复位质量,发现髋关节外侧软骨的增厚可能是区分髋部重塑和持续 DDH 的重要因素。并研究了 DDH 复位后 MRI 灌注成像评估股骨头灌注情况对股骨近端生长障碍的预测价值,结果表明复位后 MRI 整体灌注减少不能可靠地预测 DDH 患者股骨近端生长障碍,DDH 治疗后股骨生长障碍的病因可能是一个多因素的问题。Vanessa 等测量了健康儿童髋关节内的液体体积,其平均液体量为 2mL,略低于已报道的无症状成人髋部的 2.7mL,这有助于避免儿童髋部积液的误诊。

West 等回顾性研究了髋臼撞击征(FAI)患者行关节镜手术前的髋关节 CT,发现男性、高 BMI 和进行规律体育运动的人群更易出现股骨头的软骨损伤。Varada 等探讨了 FAI 患者运动性耻骨痛的 MRI 表现,发现男性、有运动史者及股骨头病变者的发病率较高,进一步证实了耻骨痛与 FAI 间存在病理生理的相互作用。坐骨股骨撞击征(IFI)表现为与坐骨结节和股骨小转子间隙变窄相关的髋部疼痛,Arvin 等研究发现髋外展肌功能不全可能在老年人 IFI 的病理生理中起一定作用,以加强外展肌为中心的物理治疗可能成为治疗 IFI 的一线非侵入性治疗方法。

膝关节

确定膝关节不同病变的最佳影像检查技术有利于疾病检出和改善预后,Falkowski 等比较了 US 和

MRI 评估膝关节内侧半月板膨出的表现,并分析了半月板膨出和撕裂的相关性,发现 US 和 MRI 对内侧半月板膨出的评估性能是相当的,且与无半月板撕裂相比,半月板撕裂的存在并未导致内侧半月板膨出增加。Ditzler 等发现首次发生髌骨脱位的儿童更容易发生需手术治疗的膝关节损伤,因此发生急性髌骨脱位的儿童应立即进行 MRI 检查,以确定诊断并帮助做出最佳的手术决策。缩短扫描时间而不降低图像质量是提高 MRI 效率的关键,Ali 等的前瞻性研究表明,4 倍加速的 SMS-PI 2D FSE 序列扫描可使得膝关节 MRI 检查无伪影,2 倍加速的 2D FSE 序列扫描具有更高的图像质量和更好的解剖结构可视性,二者联合使用可更容易地检测膝关节软骨缺损和半月板撕裂。Lin 等的研究表明,3D CS-MATRIX(CS 矩阵)序列比传统的 2D 序列具有更快的膝关节成像速度,且其成像质量与 2D T₂-FS 序列相差无几,在评估软骨、骨髓、半月板和交叉韧带病变方面的诊断价值也与 2D 序列相当。

膝关节 OA 造成了巨大的社会经济负担,早期诊断及疗效检测是影像学检查的一项挑战。Xue 等使用超短回波时间(UTE-MT MRI)序列进行全膝关节 OA 的 MR 成像,并根据全膝关节磁共振成像评分系统(WORMS)对膝关节软骨进行分级,发现 UTE-MT MRI 技术是检测 OA 早期退变和监测治疗效果的有效方法。Bas 等的研究表明定量动态增强 MRI(DCE-MRI)可作为揭示 OA 病理生理某些特性的方法。Mei 等认为快速水弛豫率(Ff)对魔角效应的敏感性要低于 T₂、T₂s 和 T₂f 值,可以为早期 OA 提供更准确的诊断。

在膝关节量化评分方面,Trattinig 等在原来的 MOCART 评分基础上提出了一个新的 MOCART 2.0 膝关节评分,该评分可为软骨修复手术提供标准化的形态学评估,并将改善临床常规软骨修复 MR 检查的结构化报告。Jarraya 等提出了一种新的膝关节内钙化的评分系统 BUCKS,对了解钙结晶在膝关节 OA 中的作用具有潜在意义。Naveen 等的研究表明,临床应用的 MRI 分级系统与半定量分级系统在预测关节镜下半月板部分切除术术后结局方面具有相似的能力。

Fagbongbe 等调查了髌骨脱位术后患者发生软骨、交叉韧带或半月板损伤的频率,以确定最常见的影像学遗漏,结果显示儿童髌骨脱位 MRI 检查的漏检率为 26%,最常见漏诊包括胫骨平台外侧软骨损伤、内侧沟内游离体和半月板损伤。Arya 等的纵向 MRI 研究表明,未分化关节炎(UA)在未出现膝关节积液或滑膜炎时,仍可能存在膝关节 OA 典型的软骨缺损。

在治疗方面,Alexander 等发现前交叉韧带的前

外侧韧带损伤的严重程度与远端髁胫束 Kaplan 纤维异常显著相关,所以在重建术前使用 MRI 对远端髁胫束 Kaplan 纤维损伤进行评估可优化手术计划。Philip 等的前瞻性研究表明,影像引导下的膝神经射频消融术可安全地治疗经保守治疗无效的中、重度膝关节炎。Scott 等发现前交叉韧带(ACL)重建术后,移植物的 T_2^* 值随时间逐渐增加,并向原始 ACL 的值回归。Asako 等通过定量 MRI 对减轻膝关节负荷支具的疗效进行了评价,证实了减荷支具治疗膝关节 OA 的可行性。Ryland 等的回顾性研究发现,全膝关节置换术后 15 天及更长时间的 X 线片上出现的软组织积气提示假体的早期感染。

踝关节、足

Gunio 等使用一种新型的 MRI 应力设备对脚施加多维载荷以模拟承重,对 Lisfranc 关节损伤进行了动态成像技术评估,结果表明该 MRI 压力设备在评估 Lisfranc 关节的生理状况方面明显优于传统的静态 MRI 检查。Delaram 等对单侧踝关节受伤的患者在受伤 12 周后进行了负重和非负重的双侧锥束 CT(CBCT)成像,发现在负重与非负重模式下,骨折侧踝关节的胫腓骨联合运动量与对侧无症状踝关节均存在显著差异。Wang 等对胫腓远端联合损伤(DTSI)患者进行了 CT 平扫和 MR 检查,发现与 MRI 相比,轴向 CT 所示的胫腓重叠(TFO)和胫腓重叠与腓骨宽度的比值(TFO/FW)对 DTSI 的诊断更有意义。Delaram 等对踝关节距骨软骨损伤(OLT)的 MRI 诊断性能的荟萃分析得出,MRI 在检测正常软骨异常方面具有较高的特异性,但对排除距骨软骨病变的敏感性不高。Akatsuka 等对中立位、最大背屈位和最大跖屈位的踝关节分别进行了 3D 快速 MRI 成像(3D FIES-TA-C),发现在所有体位中,跟骨韧带(CFL)均以腓骨肌腱为支点进行弯曲,当足跖屈最大时,CFL 弯曲角度较小,在诊断 CFL 损伤和评估治疗结果时,应考虑这些情况。Schillizzi 等比较了超声剪切波弹性成像和压缩弹性成像在评估足底筋膜炎的体外冲击波疗法(ESWT)治疗中的作用,发现超声剪切波弹性成像技术可以更准确地评估软组织的硬度,提供了比压缩弹性成像更客观的结果,可能会提高超声诊断足底筋膜炎的准确性,并且可能是一种评估 ESWT 功效的重要工具。

骨髓、骨质

在骨质成像方面,CT 具有很大的优势,Shoji 等研究发现年龄与股骨头 HU 值呈负相关,BMI 与 HU 值呈正相关,表明 HU 值对股骨头骨密度检查有一定的

参考价值。而 Andrew 等的回顾性研究表明,不同制造商生产的 CT 扫描仪 HU 值存在系统误差,了解这些误差可能有助于协调不同厂商的 HU 值以优化骨质疏松症(OP)诊断的准确性。Nogueira 等以 microCT 为参考,评估了新兴技术 vibro-acustography(VAC)诊断骨质疏松症的潜力,结果显示 VAC 具有较高的检测骨质损害的灵敏度,此外 VAC 和 microCT 评估之间呈正相关。Wang 等研究发现第三代双能 CT(DECT)虚拟骨密度(VBD)成像对脊柱外伤后骨质疏松症具有可靠的诊断价值。

利用 MRI 不同的成像序列也可以评价骨质改变情况,可用于疾病的检出与鉴别。Saeed 等发现应用三维超短回波时间 MRI 成像技术(3D Cones UTE-MRI)获得的定量磁敏感成像参数(QSM)与皮质骨骨密度(BMD)密切相关,该项无辐射的快速 UTE-MRI QSM 扫描在未来将可能应用于临床皮质骨 BMD 的测量。Jerban 等采用 2 成分(2-com)和 3 成分(3-com) T_2^* UTE MR 成像,研究人体皮质骨内结合水、孔隙水的含量与骨力学性能的相关性,结果表明 3-com T_2^* 拟合 UTE-MRI 考虑脂肪信号的影响,可以更准确估计结合水、孔隙水的比例与骨力学性能的相关性。Liang 等使用 3D Cones UTE-MRI 序列对皮质骨进行体外和体内的 3D-UTE 双组分 T_2^* 分析,更准确地绘制了皮质骨中结合水、孔隙水 T_2^* s 及相关组分的分数。Amit 等量化并比较了系统性红斑狼疮(SLE)、因 SLE 而使用糖皮质激素导致继发性骨质疏松症(GIO)和绝经后骨质疏松症患者的脂肪酸分布情况,结果表明化学位移编码的磁共振成像(CSE-MRI)可以评估皮下组织、肌肉和骨髓中的脂肪酸分布,可检测脂肪组成和数量的区域变化,并识别骨质疏松症和红斑狼疮的疾病特异性脂质。

骨折

骨折的放射学检查及诊断往往伴随着较高的经济成本,选择合适的影像学检查技术十分重要。小儿桡骨远端骨折十分常见,可能产生引起骨生长障碍的骨桥,对于有桡骨远端骨折的无症状儿童,常常通过延迟的影像学检查来评估骨桥发展情况。Deborah 等回顾性分析发现桡骨远端单纯性 Salter-Harris 2 型(SH2)骨折儿童在延迟放射摄影片中发现无骨桥是罕见的,因此对可疑桡骨远端骨折的儿童应尽早进行影像学检查。Chellathurai 等比较发现 MRI 较 CT 能更准确地检测纤维型骨桥和干骺端骨桥,而骨化型骨桥的 MRI 检测精度与 CT 相当。急诊中 X 线诊断舟骨骨折的准确性有限,Rua 等比较了对疑似舟骨骨折患者使用 X 线和立即使用 MRI 的临床成本,发现 MRI 明显提高

了舟骨骨折的诊断准确性,且花费较仅使用 X 线的患者低,因此建议怀疑舟状骨骨折及 X 线阴性的患者立即行 MRI 检查。Pu 等发现双能 CT 虚拟非钙化 VN-Ca 双能成像在评价隐匿性膝关节骨折时具有良好的诊断性能,与 MRI 成像具有较高的一致性。Yajun 等的研究表明 UTE-MT(超短回波时间磁化转移)模型可能成为一种检测骨力学性质和微观结构变化的新工具,未来可能在骨折风险评估的临床研究中发挥作用。

肌肉、肌腱、韧带

肌肉微观结构改变揭示了其相应的生理病理学变化,传统的 T_2 加权 MR 序列无法评估肌肉的恢复情况,Jithsa 等发现 DTI 似乎对肌肉的微观结构变化更敏感,能够检测受伤腿后肌群随时间的进程变化,潜在地反映治疗后恢复情况。Jin 等的研究表明定量 T_2 和 DTI 参数联合使用可评估耐力训练和主动运动引起的肌肉微结构变化。Sone 等证实了激励回波 Q-空间成像 STE-QSI 的有效性,发现 STE 可检测到 T_2 无法检测到的健康肌细胞的变化和微小肌肉疲劳。

肌肉及邻近脂肪的改变往往与相应的疾病相关,Anton 等研究了 CT 对经导管主动脉瓣置入术(TAVI)患者的骨骼肌数量和质量的预测价值,证实无脂肪肌肉分数(FFMF)是一个新的有前景的影像学参数,是 TAVI 患者不良预后的强预测因子,常规介入前 CT 评估可显著改善 TAVI 患者的风险分层。但 Fabian 等表示管电流、管电压、静脉对比剂注射和层厚等采集参数对 CT 定量测量脂肪有影响,所以在临床操作中,应采取统一的 CT 扫描参数,以避免系统误差。Bruno 等的定量 MRI 扫描结果显示银屑病患者的肌肉组成发生了质的变化,与病情严重程度和炎症分级有关。Daniela 等发现,MRI 所测得的骨骼肌质子密度脂肪分数(PDFF)与腰大肌体积萎缩的严重程度密切相关,且往往与 BMI 降低的严重程度也相关,表明腰大肌 PDFF 可作为癌症恶病质的发生和严重程度危险分层的生物学标记。

跟腱是人体较粗大的肌腱之一,对机体行走、站立和维持平衡有着重要的意义,Gonzalez 等使用 UTE MRI 和剪切波弹性超声成像(SWE)对健康人跟腱(AT)的微结构和力学性能进行了评估,证实这些技术可无创性地提供肌腱病理学的特定功能信息,用于评估跟腱病变和进行干预治疗。具有既往跟腱断裂史的患者中约 6% 将来会发生对侧跟腱断裂,Ivo 等通过标准问卷和 SWE 评估一侧跟腱断裂进行手术重建的患者的对侧肌腱断裂的风险,结果显示其对侧跟腱的硬度明显低于健康个体,更容易受伤,提示 SWE 能够检测出跟腱损伤风险增加的个体。Robert 等发现 US

可以可靠地诊断伸肌腱(CET)撕裂、桡侧副韧带撕裂以及量化 CET 低回声区并指导治疗,而 CET 增厚和新血管形成可能是预后不良的预测指标。Walter 等比较了儿童与成人急性胫腓骨远端联合韧带损伤的 MRI 表现,发现骨撕脱在成人中比较常见,而骨膜剥离几乎仅见于儿童患者,指出在临床儿童急性胫腓骨联合韧带损伤时伴随的胫骨骨膜剥离,不应被误诊为胫骨骨折,而应视为韧带损伤的一部分。

肿瘤与血液系统疾病

肿瘤的鉴别诊断影响患者的治疗及预后,Kaspar 等发现自动 CT 后处理软件生成无折叠肋骨图像模式在肋骨病变检测方面明显优于其他模式,可提高临床诊断工作中肿瘤患者肋骨良恶性病变的检出率。He 等的研究表明,双源 CT 在鉴别恶性骨岛与成骨转移方面具有较高的诊断准确性。Nan 等发现基于 CT 和 mpMRI(多参数磁共振成像)特征的临床放射组学可用于术前鉴别骶骨脊索瘤与骨巨细胞瘤。Andrew 等的回顾性研究表明,CT 引导下的经皮肋骨穿刺活检安全、有效,可获得较高的诊断率,尤其是伴有相关软组织肿块的、大的、溶骨性病变。Anna 等的回顾性研究表明,脊柱原发性肿瘤的椎体和健康椎体的 T_1 VIBE Dixon 的相对脂肪分数(rFF)值与 T_2 TSE Dixon 的 rFF 值存在显著差异。

Soma 等回顾了急性髓性白血病(AML)患者的 CT 检查结果,发现 AML 患者髂骨 CT 衰减值升高。多发性骨髓瘤(MM)是血液系统常见的恶性疾病,最近的研究着重于影像学检查技术的优化,Robert 等评估发现 MM 的全身低剂量 CT 的有效辐射剂量高于 X 线骨骼显像,但低于腰椎、腹部和骨盆的诊断性 CT,全身低剂量 CT 在 MM 患者中的附加诊断价值超过了相对有限的附加辐射剂量。Jin 等分析了 68 例多发性骨髓瘤(MM)患者骨髓浸润的全身扩散加权成像(WB-DWI),发现 ADC 值与髂骨骨髓浸润程度呈负相关,相比治疗前,治疗后的 ADC 值增加,WB-DWI 在多发性骨髓瘤患者髓内病变的评估中非常重要。

超声成像简便快捷,在骨肌系统中也有很好的应用。Shroads 等确定了可靠的区分良性脂肪瘤与其他病变的超声特征,为软组织病变特别是浅表病变提供了可靠预测指标,有助于良性脂肪瘤的诊断,并可以减少时间和费用成本。Adam 等验证了超声对复发性软组织肉瘤的检测效能与 MRI 相似,由于复发性软组织肉瘤患者可能需要长期复查随访,利用超声诊断可以降低成本并减少钆暴露。Matsubara 等比较了年轻血友病患者关节炎的超声和放射影像学表现,发现在血友病患者关节异常的检测中,超声检查优于放射学检

查。

在介入和治疗方面, Martel 等认为 CT 引导下经皮热消融术是一种安全的治疗方法, 可用于除骨样骨瘤外的良性骨肿瘤。Jeremiah 等回顾性研究表明, 影像引导下的骨髓穿刺活检术是一种可以安全进行的、治疗严重血小板减少症的手术。Pierre 等在评价经皮穿刺冷冻消融(CA)治疗腹外晚期难治性硬纤维瘤的疗效和安全性中发现, 在进行性、难治性和症状性硬纤维瘤患者中, CA 是产生持久治疗反应的有效治疗方法, 其最常见的副作用是术后第 2 天水肿和暂时性疼痛加重。

减少金属伪影

减少金属伪影是骨关节 CT 扫描中的一项重要任务, Simone 等研究表明, 相应的硬件工具、软件工具或两者结合对于减少金属伪影非常重要。Song 等发现使用虚拟单色光谱和金属伪影减少软件可减少骨或软组织恶性肿瘤患者进行髋关节置换后 CT 的金属伪影。Christin 等研究发现, 全身低剂量 CT (WBLDCT) 骨骼检查中, 强度为 4 的自适应迭代金属伪影减少算法在改善临床工作流程的同时, 还可明显减少多种植入物的金属伪影。Sung 等研究表明, 各种金属伪影减少算法中, O-MAR 在髋关节假体的评估中有最好的图像质量, 但也会诱导产生新的伪影, 所以在应用中, 应该知道如何选择最合适的算法, 并了解算法产生的新伪影。Eun 等发现团块状伪影在没有选择性光子屏蔽 (SPS) 技术的双源 CT (DECT) 中很常见, 当最小 HU 值设置为 150 而不是 130 时, 块状伪影的频率和体积会减少, 而在 DECT 中插入 SPS 时, 则不会出现块状伪影。

在减少 MRI 金属伪影方面, Joohee 等采用光偶像调制的金属伪影减少序列 (MAVRIC-SL), 可显著提高图像质量, 减少扫描次数。Hong 等对手术假体患者各向同性 MAVRIC-SL PD 和 MAVRIC-SL STIR 上的匹配冠状位图像进行定性和定量分析, 发现各向同性 MAVRIC-SL PD 显示出明显的病灶和较少的金属伪影, 用 1.3 mm 的各向同性切片成像, 可降低整体的金属伪影及噪声。Wang 等采用 syngo-WARP 序列和简单参数调整序列对 3 个假体模型和关节置换术后恶性骨肿瘤患者进行 MR 扫描发现, Syngo-WARP 序列比简单的参数调整序列能更有效地减少金属伪影。John 等的研究表明, 对于髋关节和膝关节置换植入物, 加速金属伪影校正的层面编码 (SEMAC) 序列在 3T 和 1.5T MRI 中有相似的金属伪影减少能力和对假体周围异常的检测能力, 并可获得更高分辨率的 MR 图像。William 等的研究表明,

髋关节置换术的金属伪影消减序列的射频脉冲椭圆极化有替代圆极化的潜力, 可提供更低伪影、更高质量的图像。

影像组学及人工智能

随着计算效率的增长和算法的改进, 人工智能及影像组学在骨肌系统的研究也越来越多, 可以应用于图像分割、数据分析、疾病诊断和帮助临床决策等诸多方面。

肩关节、肘关节: Tatiane 等使用基于二维深度卷积神经网络 (DCNN) 的深度学习评估了全自动肱骨头和关节盂分割术, 发现使用 CNN 可以在 MRI 上准确分割肱骨头和关节盂, 有助于 Hill-Sachs 损伤和关节窝骨质丢失的自动诊断和定量分析。Tae 等的 DCNN 可以准确地识别肩关节置换术的存在, 并区分具体的手术类型。

脊柱: Domenico 等比较了不同软件机器学习算法对脊柱病变分类的准确性, 发现这些算法有良好的准确性, 且不同软件结果具有一致性。Slotman 等的研究表明, 基于深度学习的、结合 CT 的颈椎 MRI 扫描 (BoneMRI) 可在无电离辐射的情况下提供骨成像, 并可在一次检查中同时提供有关软组织和骨组织结构信息。Makoto 等利用生成对抗网络 (GANs) 从 CT 图像中生成腰椎 T₂ 加权虚拟 MR 图像, 且虚拟和实际磁共振图像在定量评价方面无显著差异, 该方法可能对因疼痛、植入物、幽闭恐惧症或其他原因而无法接受 MRI 检查的患者有价值。Roberto 等的研究表明集合了增强现实 (AR) 和人工智能 (AI) 的新型引导技术引导下的经皮椎体成形术是可行、准确且安全的, 并可降低辐射剂量。

髋髌关节: 确定髋髌 OA 的急慢性变化的病因十分困难, Florian 等的回顾性研究表明纹理分析可能有助于髋髌 OA 的诊断。Von 等开发并验证了对髋关节 OA 进行分级的多任务深度学习模型, 该模型的髋关节 OA 分级可行且可靠, 可帮助放射科医生改善工作流程。

膝关节: Subhas 等的研究显示新型 DCNN 重建的高度加速膝关节 MRI 的诊断效能与标准膝关节 MRI 相当, 并可大幅缩减 MRI 的扫描时间, 可能使检查费用降低。Vishwa 等的研究表明基于人工智能的膝关节脂肪抑制磁共振成像对检测膝关节内病变具有良好的敏感性, 对软骨和骨髓异常的评估具有中等的特异性, 为膝关节快速成像提供了一种新的选择。Li 等开发了一种应用于膝关节 X 线 OA 进展的 CNN, 该体系可高效自动检测图像变化, 将来有可能应用于涉及多个时间点成像的任何疾病 (如癌症, 血管成像)。

Giuseppe 等所提出的一种新型 DCNN 能够以完全自动化的方式检测内侧和外侧半月板的撕裂,其诊断性能与放射科医师相当。

骨质疏松:椎体小梁衰减在骨质疏松症筛查中具有重要意义,David 等使用基于深度学习的全自动腰椎分割和椎体骨小梁体积衰减测量方法获得腰椎小梁体积衰减,在骨质疏松症患者的筛查中很有价值。Marly 等的研究发现基于小波特征、AdaBoos 和局部几何约束的人工智能算法可以成功测定骨密度,筛查骨质疏松症,且与双能 X 线密度仪(DEXA)具有良好的相关性,可能有助于实现基于单次胸部扫描的综合预防保健。

骨折:影像学中隐匿性髌部骨折患者需要接受额外的 CT 或 MRI 检查,Yoshiko 等开发了一个新的 DCNN,可以提高医生对 X 线片髌部骨折的诊断水平。Starosolski 等运用两阶段决策模型的 CNN 成功地将儿童长骨骨折的 X 线表现分为三类:正常骨折、急性骨折和愈合性骨折。Yang 等发现使用 ResNet 的深度学习可以在 CT 和 MRI 上获得较高的良恶性骨折鉴别准确率,但需要更多的研究来开发识别异常节段的自动检测方法。Xie 等开发了一种基于传统胸片图像的新型学习系统,可以协助放射科医生预测肋骨骨折,避免漏诊。

肌肉:在肌肉减少症研究中,Brown 等开发了一个自动量化肌肉数量和质量的 CNN,可以区分健康人与慢性肌肉减少症的患者。Young 等发现 USG 和 SWE 的放射组学和深度学习评估有利于骨骼肌减少症的诊断。Yeoh 等使用 6-Dixon 序列建立了一种基于深度学习的脂肪自动定量方法,该方法可以实现对冈上肌脂肪含量的全自动、准确评价。

肿瘤与血液系统疾病:术前预测软组织肉瘤(STS)的分级对制定治疗方案具有重要意义,Wang 等发现基于多参数影像组学特征的机器学习方法有助于 STS 的分级。Joohee 等建立的基于 MRI 的影像组学特征可预测四肢脂肪肉瘤的术前组织学分级、复发和预后的潜在影像学生物标志物,与单纯的放射学检查相比,将影像组学特征与常规放射学检查结果相结合可以更好地在术前预测复发率和总生存率。Alex-

ander 等评价了 CNN 鉴别病理证实的软组织肿瘤良恶性方面的准确性,发现使用单个序列的 CNN 对软组织良恶性肿瘤的鉴别诊断具有中等准确率,而结合常规 MRI 全部序列的 CNN 诊断准确率高。区分骨髓增生异常综合征(MDS)与再生障碍性贫血(AA)具有挑战性,Miyuki 等建立的 MRI 预测模型可鉴别 MDS 与 AA,可能有利于通过早期和适当的治疗来改善预后。

其他

Tamanna 等发现无症状糖尿病患者的超声检查显示神经形态学改变先于临床症状,高分辨率超声(HRUS)对无症状糖尿病患者的神经变化检测准确性高,观察者间一致性好。因此,它可以作为一种潜在的检测神经病变亚临床阶段的筛选工具。Walid 等的研究表明,2 型糖尿病(T2DM)患者和血管健康受损患者的深层软骨层的 T_2^* -UTE 值始终较低,这可能表明该层的矿化程度增加,而深层软骨层的矿化可能是通过抑制软骨下骨-软骨营养物质的流动而导致软骨退变的重要病理生理通路。

Ye 等通过对 11 例正常胸骨柄交界处(MSJ)标本进行 MR 成像和 CT 扫描,确定了正常 MSJ 的 6 种类型,发现侵蚀样改变和骨性强直并不都是病理改变,正常 MSJ 中也可见到,了解正常 MSJ 的最新分类可能有助于减少误诊。Sneag 等研究表明,正中神经骨间前神经束(AIN)的沙漏型收缩是自发性骨间前神经综合征(AINS)标志性影像学表现。Zhang 等研究表明,加速敏感性编码(CS-SENSE)的 MR 臂丛成像,在加速因子为 8 时可提供与其他加速因子同等的诊断质量,并减少扫描时间。

Farshad 等评估了在使用和不使用原位超声视野增强技术(AR)时,未经训练的和经验丰富的操作员进行超声引导穿刺的情况,发现 AR 可以减少基于经验的超声穿刺之间的差异,可能成为超声引导穿刺的一项潜在突破。Isabel 等研究表明声辐射力脉冲成像(ARFI)可能是一种适用于评估不同物理疗法改善组织僵硬度的工具。