

RSNA2014 骨骼肌肉影像学

张平, 郭瑞敏, 金腾, 冉君, 李婷

【摘要】 RSNA2014 年年会骨骼肌肉方面的文献有 60 余篇, 研究内容主要集中在肌腱与肌肉病变影像学诊断、骨显微骨小梁结构显示, 以及功能性 MRI 方法等方面。

【关键词】 骨骼; 肌腱损伤; 韧带损伤; 软组织肿瘤; 磁共振成像

【中图分类号】 R445. 2; R814. 42 【文献标识码】 A 【文章编号】 1000-0313(2015)02-0113-03

DOI:10. 13609/j. cnki. 1000-0313. 2015. 02. 003

肌腱与肌肉

Schrading 等采用超声剪切波弹性成像 (shear wave elastography, SWE) 来评价肌腱病变, 并与 B 型超声和能量多普勒成像互相补充来提高诊断准确性。B 型超声和能量多普勒超声检查是评价肌腱病变和肱骨外髁炎的常用影像学方法。B 型超声采用 15MHz 的线型探头对受检部位进行系统检查, 通过能量多普勒技术来判断新生血管。通过剪切波弹性成像可以评价组织弹性, 当肌腱的剪切波弹性值 $< 50\text{kPa}$ 时, 视为“软”肌腱, 即肌腱的弹性降低。此项研究通过对 92 例肌腱进行综合分析, 发现剪切波弹性成像结合 B 型超声和能量多普勒能够将肌腱病变的诊断敏感度提高到 85% 以上, 而仅使用 B 型超声和能量多普勒对肌腱病变进行评价, 其敏感度低于 69%。

BMedSc 等通过²³Na 磁共振成像定量分析摄入环丙沙星的健康受试者跟腱内糖胺聚糖 (glycosaminoglycan, GAG) 含量的变化。定量分析 MRI 技术包括:²³Na MRI、GAG 化学交换饱和和转移 (chemical exchange saturation transfer, gagCEST) 成像和 T_2^* mapping 图。此研究对 14 个踝关节进行跟踪 MRI 检查, 分别在服药前、服药 10d 后及服药 5 个月后进行 MRI 检查。结果发现在所有受检踝关节中服药后²³Na 成像跟腱的信号强度明显降低约 25%; 跟腱内 gagCEST 值也明显下降; 然而从形态学角度看, 在 T_2^* mapping 图上跟腱在服药前后未见明显变化。通过²³Na MRI 和 gagCEST 成像能够显示环丙沙星所致的跟腱可逆性信号改变和 gagCEST 效应, 这两种定量分析方法对于 FQ 相关肌腱病变有重要意义。

Li 等通过 3.0T MRI 分析先天性炎性肌病的多参数成像特征。成像序列包括: 水-脂肪分离、 T_1 WI、 T_2 WI、磁化传递成像 (magnetization transfer, MT) 和扩散张量成像 (diffusion tensor imaging, DTI)。结果显示先天性炎性肌病患者的脂肪分数较正常对照组升高, 磁化传递率较对照组降低, 相应的 T_1 WI 和 T_2 WI 图像上肌肉信号也较对照组增高。纤维追踪图像上可见肌炎组患者的肌纤维较对照组无序、稀疏和变短, 且大腿的股四头肌较其它肌群更易受累。Sigmund 等通过水-脂肪分离 Dixon 序列、扩散张量成像 (DTI)、体素内非相干性运动 (intra-voxel incoherent motion, IVIM) 和动态 DTI 对皮肌炎和正常对照组进行对比分析, 也得到了相似的结论: 多发性肌炎患者与

对照组相比较, 表现为病变肌肉脂肪分数明显增高, 肌肉组织内水分子扩散率升高和伪扩散率下降, 而肌肉组织的灌注分数降低, 径向扩散增大、延长。

Federau 通过体素内非相干性运动对肌肉选择性量化运动进行功能分析。对惯用右手的健康志愿者进行肱二头肌和肱三头肌选择性收缩训练, 分别在收缩前后进行单次激发 Stejskal-Tanner 扩散序列扫描。结果显示, 在收缩运动后, 肌肉的血流灌注参数相对增加, 血流灌注增加随肱三头肌收缩运动次数的增加而逐步增加。然而肱二头肌未发现明显的血流灌注增加现象。

2011 年《自然》杂志发表了一篇基于随机渗透屏障模型的 MRI 时间依赖性扩散成像可量化分析细胞大小和细胞膜渗透性的一篇文章。Lemberskiy 等通过时间依赖性扩散成像对外伤后腓肠肌萎缩的恢复情况进行分析。研究发现损伤后固定的胫后肌和腓肠肌内侧束, 在损伤 8 周后肌纤维的内径较对侧肌肉随时间变化不大, 而周围肌纤维内径在损伤 8 周后较对侧增粗。时间依赖性扩散成像能够对肌肉损伤后肌肉组织构建和修复提供定量分析数据, 有助于肌肉损伤后修复状况的评估。肌肉周期性麻痹是由于肌细胞内外电传导异常造成的间断性的肌肉无力。Weber 等通过 7T 氯 (³⁵Cl) 和钠 (²³Na) MRI 监测肌肉周期性麻痹患者肌肉内氯和钠含量的变化。结果发现, 在 Cav1. 1-R1239H、Cav1. 1-R528H 和 Kir2. 1 型肌肉周期性麻痹患者中比目鱼肌中部肌肉的²³Na 含量较正常对照组明显增高; 而在 Cav1. 1-R1239H、Cav1. 1-R528H 型肌肉周期性麻痹患者中, 比目鱼肌中部肌肉的³⁵Cl 含量较对照组增高, 而在 Kir2. 1 型患者中, 肌肉内³⁵Cl 含量变化不明显。与对照组比较, Cav1. 1-R1239H 和 Cav1. 1-R528H 型患者表现为肌肉水肿, 而仅 Cav1. 1-R1239H 型患者存在肌肉的脂肪变性。

骨结构与骨肿瘤

Chang 等通过建立股骨近端微结构的 3T MRI 有限元分析, 评价脆性骨折引起的骨强度降低, 并与正常组进行对照分析。检查方法包括: 标准双能 X 线吸收计量法测定骨密度, 3T MRI 三维快速小角度序列显示股骨近端显微结构, 有限元分析计算骨质弹性模量来评价骨强度。结果显示, 与对照组比较, 脆性骨折患者股骨近端骨质弹性模量降低, 但骨质密度变化在两组间差异无统计学意义; 在脆性骨折患者中, 骨质弹性模量与骨质密度间存在弱相关关系。表明基于 3T MR 高分辨率成像的有限元分析, 能够显示脆性骨折造成的骨质弹性模量降低。骨强度可以通过测量骨质弹性模量进行评价, 但是双能 X 线吸收计量法无法提供这方面的信息。此外, 骨强度还可以

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: 张平 (1985—), 女, 河北定州人, 博士研究生, 主要从事风湿免疫性疾病的放射学诊断工作。

通过多排螺旋 CT 进行评价。

在骨质疏松评价中,基于骨小梁纤维结构分析的高分辨率多排螺旋 CT 较骨密度测定方法更能反映骨强度的改变。Baum 等运用低剂量多排螺旋 CT 和迭代重建算法显示体外胸椎标本的骨小梁的纤维结构评价骨强度并与骨密度算法进行对比分析。结果显示,胸椎标本的骨密度测量值与破坏负荷间存在明显的相关关系。胸椎标本的骨小梁显微结构(多排螺旋 CT 图像经背景滤过投影或者迭代重建算法两种方案处理)与破坏负荷间存在明显的相关关系。表明经过背景滤过投影或者迭代重建算法两种方案处理的低剂量多排螺旋 CT 图像质量能够达到通过显示显微骨小梁结构来评价骨强度的目的。

Takasu 等通过显微骨小梁结构显示和基于 CT 的有限元分析预测多发性骨髓瘤患者脊柱椎体病理性骨折情况。据统计,大约 60% 的多发性骨髓瘤患者会发展为病理性骨折,主要发生于脊柱和肋骨。由于多发骨髓瘤常伴随骨质疏松症,造成显示病理性骨质的难度增大。有研究者基于多排螺旋 CT 三维图像计算骨密度、骨小梁参数、力学性能等指标,来综合评价病理性骨折的情况。结果显示,病理性骨折与溶骨损伤、骨小梁间隙、结构模型指数、骨密度容积、破坏载荷、硬度等指标存在明显的相关关系。并且,破坏载荷和骨密度容积对于预测病理性骨折的能力优于通过显示溶骨损伤来评价病理性骨折的方法。

股骨近端骨强度的生物力学测量是诊断和评估骨质疏松发生骨折风险的重要组成部分。Yang 等通过多排螺旋 CT 对股骨标本采用目前较先进的积分几何纹理特征功能技术来显示骨小梁结构。骨小梁显微结构作为新颖的局部解剖结构特征向量与骨密度值进行对比,分析其评价骨强度的能力。结果显示,通过显示骨小梁局部显微解剖学结构能够提高对股骨近端生物力学状况的评价效果。

Pottecher 等通过三种影像手段(X 线平片、双能 X 线吸收测定仪、定量 CT)来预测股骨近端骨质疏松引起的髌关节骨折。定量 CT 参数通过专门的三维图像分析工具(股骨医学图像分析框架 MIAF—Femur)和有限元模型(FEM)来获得。在 X 线平片上测量一些几何参量:长度、角度、皮质厚度;通过双能 X 线吸收图像计算骨密度值;通过定量 CT 三维图像分析工具测量骨密度值以及骨皮质和骨松质的几何参量(股骨长度、皮质厚度、容积、转动惯量)。结果显示,定量 CT 能够提供几何参量和骨密度参数两方面的信息来反映股骨近端的损伤荷载情况。

高分辨率 3T MRI 能够用于松质骨生物标记成像的后处理和量化分析。然而,由于松质骨固有的不异质性使得图像的解析比较复杂。Bayarri 等通过活体 MRI 获得活动骨质的急性性能参数并与显微 CT 获得的骨质形态学、曲度和机械性能等参数进行对比分析。对离体人桡骨进行显微 CT,显微 CT 的空间分辨率为 $34\mu\text{m}$ 。并对活体桡骨远端干骺端进行 3T MRI 扫描,选用三维 T_1 梯度回波序列,各向同性分辨率为 $180\mu\text{m}$ 。形态学算法用于计算骨体积与总体积分数(BV/TV)、骨小梁厚度和骨小梁间隔。Euler-Poincare 特性用于分析骨小梁结构的连续性和弯曲度,并将三维容积数据转换为有限元网格,用以模仿单轴受压和计算弹性模量。结果显示,基于 3T-MRI 的骨松质相关测量参数(骨容积分数、延展性、弯曲度、Z 弹性模量等)与

显微 CT 的不同参数对于评价骨质特性的权重相近,证实 MRI 也能够对骨质疏松的骨特性进行全面的量化分析。

Park 等将周围扩散加权序列(DWI)增加到常规 3T MRI 检查中,用于鉴别多发性骨髓瘤与转移瘤,采用的参数为 ADC 均值、最小 ADC 值和 ADC 直方图中的 ADC 面积。结果显示,多发性骨髓瘤的 ADC 均值、最小 ADC 值和 ADC 直方图中的 ADC 面积均小于转移瘤。常规 MRI 结合 DWI 能够明显提高对多发性骨髓瘤和转移瘤的诊断敏感性、特异性和准确性。

椎体骨髓脂肪含量是椎体骨髓是否正常的一个重要指标,Chen 等通过 IDEAL IQ 和磁共振波谱成像(MRS)两种方法测量椎体脂肪含量并进行对比分析。结果显示,由于 T_2 和 T_2^* 效应对 MRS 的影响,其脂肪分数测量值的准确性受到一定程度的影响。然而,IDEAL IQ 序列通过应用 T_2^* 校正和脂肪频谱模型使得所测量的脂肪分数的准确性高于 MRS。两种测量方法所测得的骨髓脂肪分数具有明显的统计学相关性。并且,IDEAL IQ 序列还能够显示椎体骨髓内脂肪的分布情况和轴向椎体脂肪分布的个体差异。

Matcuk 等进行腰椎骨髓细胞结构的 MRI 半定量测量,并与髂嵴骨髓活检所观察到的骨髓结构进行对比分析。MRI 半定量测量指标为 T_1 WI 上骨髓信号强度的均值,细胞结构的计算公式为 $(SI_{\text{骨髓}} - SI_{\text{脑脊液}})/(SI_{\text{皮下脂肪}} - SI_{\text{脑脊液}})$ 。结果显示,组织学上观察到的骨髓细胞结构与 MRI 半定量法计算的骨髓细胞结构间存在明显的统计学相关性,且自骶 1 至胸 11 椎体,随着椎体水平的上升,骨髓的细胞结构逐渐减少;随着年龄的增長骨髓细胞结构呈逐渐减少的趋势。

肩关节

Hill-sachs 损伤是指肱骨头压缩性骨折,当肩关节前脱位时,因与关节盂前缘撞击可导致肱骨头后外侧发生压缩性骨折。Gyftopoulos 等通过测量改良后的肱二头肌角来评价 Hill-sachs 损伤的位置。肱二头肌角即肱二头肌压迹与 Hill-sachs 损伤的内侧边缘所形成的夹角。由于外展外旋,Hill-sachs 损伤往往损伤关节孟唇。研究结果显示,体格检查提示符合 Hill-sachs 损伤的患者较体格检查不符合 Hill-sachs 损伤患者的肱二头肌角明显变大。当肱二头肌角 $>149^\circ$ 时,其诊断准确性最高,敏感度和特异度分别为 70% 和 67%。

Maehringer-Kunz 等通过在 3T MRI 肩关节造影检查中增加外展外旋体位检查序列,发现增加外展外旋体位检查序列后,MRI 能够提供更多的诊断信息,特别是在显示关节孟上唇、关节囊附着处和肩袖损伤时,增加外展外旋体位明显优于仅行常规体位序列的 MRI。Kneeland 等采用 $T_1\rho$ MRI 序列评价肩关节脱位急性期肩胛盂肱骨关节软骨损伤。结果显示,亚急性性肩关节脱位患者的肱骨关节软骨和肩胛盂关节软骨的 $T_1\rho$ 值较无症状的对照组明显增加,这与软骨退变所引起的软骨基质内粘多糖大分子变性有关。

Yang 等采用间接 MRI 关节造影反映原发性黏连性关节囊炎的预后,并与临床指标进行对比分析。间接 MRI 关节造影的主要观察值为腋下关节囊的厚度和强化程度、肩袖间隙的软组织厚度。临床评分系统主要采用简单肩关节检查、Contant 评分和 ASES 评分系统。结果发现,原发性黏连性关节囊炎患者的腋下关节囊的厚度和强化程度、肩袖间隙的软组织厚度明显

比正常对照组增加;关节囊厚度、肩袖间隙软组织厚度与临床评分间未见明显的统计学相关关系,而关节囊强化程度与临床评分间存在密切的相关关系,表明关节囊的强化程度与临床症状的严重程度间存在很好的相关性。

Park 等对关节边缘冈上肌肌腱部分撕裂后关节镜修复术后患者和保守治疗患者的磁共振关节造影特点进行对比分析。评价的主要指标有冈上肌肌腱撕裂的纵向分级、横向位置、肩峰形态、并存的其它肩袖撕裂、肱二头肌肌腱病、钙化性肌腱病、SLAP 损伤、黏液囊炎、Bankart 损伤和骨关节炎。结果显示,磁共振关节造影在诊断关节边缘冈上肌肌腱部分撕裂方面的敏感度和特异度分别为 77.3%和 88.4%;关节边缘冈上肌肌腱部分撕裂的垂直分级和并发其他肩袖撕裂是主要的磁共振关节造影诊断征象;而且在磁共振肩关节造影检查中,垂直分级为 3 级和并存其它肩袖撕裂征象的患者需进行外科手术治疗的可能性比较大。

Choi 等评价了磁共振关节造影和超声检查两种检查方法对诊断肩胛下肌肌腱撕裂的准确性。肩胛下肌肌腱撕裂的分级标准:0 级为正常或肌腱病,1 级为轻度肌腱部分撕裂,2 级为轻度关节囊部分撕裂,3 级为严重部分或完全撕裂。结果显示,磁共振关节造影与关节镜检查对肩胛下肌肌腱撕裂的诊断一致性和敏感性方面略胜一筹,而超声医师整体对肩胛下肌肌腱撕裂的诊断敏感性较磁共振关节造影高。

Lee 等采用 3T MRI 的 Dixon IDEAL 序列对肩袖韧带撕裂牵拉肩胛上神经所致的肌肉萎缩进行评价和分析,发现重度肩袖周围肌肉萎缩的患者冈下肌撕裂较轻度萎缩患者发生率高,而肩胛下肌撕裂的发生率降低。重度肌肉萎缩患者因肩胛上神经损伤造成肌萎缩,肌肉脂肪浸润不仅发生在冈上肌,还发生于冈下肌和肩胛下肌。由于小圆肌是由腋神经支配,其脂肪浸润的发生率较低。

Gupta 等采用去金属伪影迭代算法 (Iterative Metal Artifact Reduction, IMAR) 和滤过反向投影法 (filtered back projection FBP) 这两种 CT 去金属伪影方法来评价肩关节成形术后情况。结果显示,去金属伪影迭代算法的图像上条形伪影较少,且对关节成形术后各结构的诊断信心得分高于滤过反向投影法。去金属伪影迭代算法的术后金属周围组织的 X 线吸收率较滤过反向投影法更接近于术前组织 X 线吸收率。

评价习惯性肩关节脱位所致肩关节盂骨骨质缺损主要通过和健侧对比或者简单的评估关节盂形状。Ghodadra 等采用统计形状模型对肩关节盂缺损进行重建。结果显示,主成分分析得到肩关节盂形态的五种主要评价参数:①关节盂后半部的半径;②关节盂前半部半径;③关节盂前部的大小或者曲度;④关节盂的深度;⑤关节盂下的前上部曲度。通过统计形状模型能够成功的重建肩胛盂的轮廓,这可以为肩胛盂缺损的外科修复提供重要的参考数据。

欢迎订阅 2015 年《放射学实践》

《放射学实践》是由国家教育部主管,华中科技大学同济医学院主办,与德国合办的全国性影像学学术期刊,由国内著名影像专家郭俊洲教授担任主编,创刊至今已 30 周年。本刊坚持服务广大医学影像医务人员的办刊方向,关注国内外影像医学的新进展、新动态,全面介绍 X 线、CT、磁共振、介入放射及放射治疗、超声诊断、核医学、影像技术学等医学影像方面的新知识、新成果,受到广大影像医师的普遍喜爱。

本刊为国家科技部中国科技论文核心期刊、中国科学引文数据库统计源期刊,在首届《中国学术期刊(光盘版)检索与评价数据规范》执行评优活动中,被评为《CAJ—CD 规范》执行优秀期刊。

主要栏目:论著、继续教育园地、专家荐稿、研究生展版、图文讲座、本刊特稿、实验研究、传染病影像学、影像技术学、外刊摘要、学术动态、请您诊断、病例报道、知名产品介绍、信息窗等。

本刊为月刊,112 页,每册 15 元,全年定价 180 元。

国内统一刊号:ISSN 1000-0313/CN 42-1208/R 邮政代号:38-122

电话:(027)83662875 传真:(027)83662887

E-mail:fsxsjzz@163.com 网址: <http://www.fsxsj.net>

编辑部地址:430030 武汉市解放大道 1095 号 同济医院《放射学实践》编辑部