糖尿病足

DOI:10.13406/j.cnki.cyxb.001072

糖尿病足的磁共振表现及相关临床分析

廖　旦,程庆丰,韩永良,罗　琦,刘　义,郭油油,李咏梅
(重庆医科大学附属第一医院放射科,重庆　400016)

【摘　要】**目的**:探讨糖尿病足(diabetic foot,DF)的临床及影像学表现。**方法**:回顾性分析 62 例 DF 患者临床及影像资料、临床及 MRI 影像特点。**结果**:①临床结果:足部皮肤溃疡 59 例,足部胼胝 7 例,足部畸形 4 例;31 例 CT 血管造影术提示下肢动脉硬化,其中 9 例足背动脉闭塞。平均病程为 9.18 年,最长病程 40 年。②影像检查结果:28 例诊断为骨髓炎,21 例骨髓水肿,8 例夏科氏关节合并感染,9 例骨髓炎伴脓肿形成,4 例伴窦道形成。**结论**:MRI 能够清晰显示 DF 足部骨质及软组织病变范围及程度,结合 MRI 影像特征和临床分析,有利于监测 DF 病变发展及临床预后。

【关键词】糖尿病足;磁共振;影像诊断
【中图分类号】R587.2;R445.2　　【文献标志码】A　　【收稿日期】2016-07-15

Analysis of MRI manifestations and related clinical characteristics in patients with diabetic foot

Liao Dan, Cheng Qingfeng, Han Yongliang, Luo Qi, Liu Yi, Guo Youyou, Li Yongmei
(*Department of Radiology, The First Affiliated Hospital of Chongqing Medical University*)

【Abstract】***Objective***: To identify clinical and MRI images characteristics in patients with diabetic foot. ***Methods***: The clinical manifestation and MRI images of 62 patients with diabetic foot confirmed by the clinical comprehensive diagnosis were analyzed retrospectively. ***Results***: ① The clinical results: 59 patients had foot skin ulcer and 7 patients had foot callosity , 4 patients had foot deformity. Among 31 patients with lower limb arteriosclerosis identified by spiral CT angiography, there were 9 patients with the dorsalis pedis artery occlusion, the average duration of this disease was 9.18 years, and the longest course was 40 years. ② The image results: 28 cases was diagnosed as osteomyelitis. Among 28 cases of osteomyelitis, 9 patients had abscess, 4 cases had sinus tract, 8 cases with Charot foot associated with osteomyelitis. There were 21 cases had bone marrow edema. ***Conclusion***: MRI can clearly show the range and degree of the bone and soft tissue lesions of the diabetic foot. MRI imaging features combined with clinical analysis is conducive to monitoring the disease process and judging the patients' clinical prognosis.

【Key words】diabetes foot; magnetic resonance imaging; diagnostic imaging

糖尿病足(diabetic foot,DF)是糖尿病并发神经病变和不同程度外周血管病变而导致足部感染、溃疡形成和(或)深部组织破坏的一种严重并发症,是非外伤性截肢的首要原因[1]。随着糖尿病发病率提高,其并发症逐年增多。影像学检查对 DF 病变范围及程度的检出具有重要价值。本研究回顾性分析本院诊断的 62 例 DF 患者临床及影像资料,探讨 DF 患者的影像特点及临床表现,以提高对 DF 的诊断及鉴别诊断能力。

作者介绍:廖　旦,Email:1478730074@qq.com,
研究方向:肌骨影像学。
通信作者:李咏梅,Email:lymzhang70@aliyun.com。
基金项目:国家临床重点专科建设资助项目(编号:[2013]544)。
优先出版:http://www.cnki.net/kcms/detail/50.1046.r.20161215.1100.010.html (2016-12-15)

1　资料与方法

1.1　临床资料

收集 2013 年 10 月至 2015 年 10 月在重庆医科大学附属第一医院内分泌科住院具有完整临床及影像检查资料的 62 例 DF 患者作为研究对象。其中男性 40 例,女性 22 例,平均发病年龄 61.78 岁。最小 45 岁,最大 81 岁,平均糖尿病病程 9.18 年。所有患者均行 Wagner 分级标准[2],0 级:有足病危险因素,但无皮肤溃烂。1 级:足部皮肤表面溃疡,但无感染表现。2 级:穿透性溃疡,合并软组织感染,但无骨髓炎或深

部脓肿。3 级：深部溃疡常影响骨组织，有深部脓肿或骨髓炎。4 级：缺血性溃疡并坏疽，合并神经病变，坏死组织的表面可有感染。5 级：坏疽影响整个足部，病变广泛严重，部分发展迅速。排除足部外伤、手术、肿瘤、风湿性关节炎等患者。

1.2 MRI 检查

所有患者均接受足部 MRI 扫描，采用 GE Signa Horize 1.5T MRI 成像系统，使用足部烟囱线圈进行扫描，根据足部病变部位分别行矢状位、冠状位、横断位扫描，MRI 具体扫描方案如下：矢状位 STIR：TR/TE 5225/55 ms；层厚 3 mm，间隔 1 mm，视野 25 cm × 25 cm，矩阵 288 × 224，NEX 1.0；冠状位 FS T2WI：TR/TE 2180/68 ms；回波链长度 10，层厚 3 mm，间隔 1 mm，FOV 25 cm × 25 cm，矩阵 320 × 224，NEX 3.0；横断位 FS T2WI：TR/TE 2400/42 ms，回波链长度 9，层厚 4 mm，间隔 1 mm，视野 18 cm × 18 cm，矩阵 288 × 224，NEX 2.0，横断位 FSE T1WI：TR/TE 560/12 ms，回波链长度 2，层厚 4 mm，间隔 1.5 mm，视野 18 cm×18 cm，矩阵 288 × 224，NEX 2.0。26 例患者做钆喷酸葡胺（Gd-DTPA）增强检查，对比剂以剂量 0.1 mmol/kg 肘静脉 2mL/s 的速度注射，增强检查使用快速扰相梯度回波序列进行扫描：TR/TE 250/5.5 ms，扫描视野、层厚和间距与平扫各序列相同。

1.3 资料分析

所有患者均由重庆医科大学附属第一医院内分泌科医师对临床资料进行分析，分析项目包括软组织病变、血管性病变、伴随症状、病程与分级。由 2 位 2 年以上工作经验的影像诊断医师共同对所有病例图像进行评估。分别于矢状位、冠状位、横断位评估及记录骨关节及软组织病变部位及数目。当 2 位医师评估结果不一致时，由另一位 5 年以上工作经验的 MRI 诊断医师进行判断，并得出最终结论。

2 结 果

2.1 临床结果

单足病变 41 例，双足病变 21 例，均有不同程度下肢麻木、触觉减退或消失、长袜状感觉、无痛性肿胀。①软组织病变：足部胼胝 7 例，足部畸形 4 例，59 例有足部皮肤溃疡伴明显疼痛。溃疡面积最大 8.2 cm × 8.0 cm，并出现窦道及脓肿。②血管性病变：51 例足背动脉搏动减弱，11 例搏动消失，患病骨关节均缺乏明确外伤史。31 例 CT 血管造影术（spiral CT angiography，CTA）提示下肢动脉硬化，伴胫前后动脉及足背动脉狭窄，其中 9 例足背动脉闭塞。③伴随症状：47 例患者血糖控制差，伴高血压病 33 例，伴冠心病 12 例，伴脑血管病 10 例。7 例患者经内科治疗无效，转外科截肢。④病程与分级：平均病程为 9.18 年，其中病程<10 年 34 例（54.6%），病程 10~20 年 22 例（35.5%），病程>20 年 6 例（9.9%），最长病程 40 年。Wagner 分级结果为 0 级 1 例，1 级 21 例，2 级 11 例，3 级 16 例，4 级 10 例，5 级 4 例。

2.2 影像检查结果

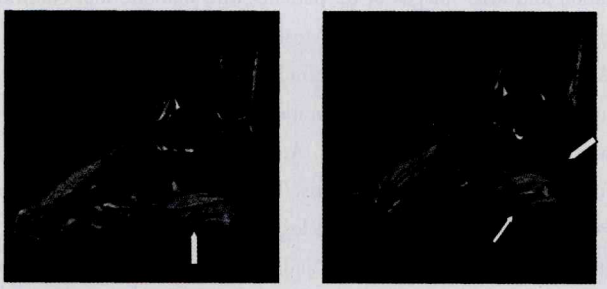
62 例患者中，28 例诊断为骨髓炎（图 1A），骨髓炎是继发于邻近组织溃疡（图 2A）和窦道的骨质感染性病变（图1B），T1WI 呈等或低信号，T2WI 呈高信号，增强扫描明显强化（图 2B）。9 例骨髓炎伴脓肿形成，4 例伴窦道形成。脓肿表现为 T1WI 低信号、T2WI 高信号，增强扫描呈环形强化。窦道表现为软组织内长 T1、长 T2 信号，增强扫描呈轨道状强化。21 例诊断为骨髓水肿（图 3B），呈等 T1、长 T2 信号，增强扫描未见强化。骨髓水肿及骨髓炎的发生部位见表 1。8 例夏科氏关节（图 3A）合并骨髓炎患者除骨及软组织信号异常外，可见关节脱位、畸形、舟状足形成，以及关节腔积液等表现。DF 伴随影像学表现统计结果见表 2，其中溃疡发生率最高，隐匿性骨折发生率最低。



A. 横断位 FS T2WI 示第 1、2 跖骨骨髓炎伴皮肤巨大溃疡　B. 冠状位 T1WI 示多个跖骨、趾骨及周围软组织内炎症呈低信号

图 1　男性，81 岁，右足背溃疡伴皮肤坏死 20 d

Fig.1　Male，81-year-old，right foot ulcer with skin necrosis for 20 d



A. 矢状位 FS PD 右足底溃疡伴跟骨骨髓炎形成，周围软组织炎症　B. 矢状位增强 FS TIWI 右跟骨、溃疡及周围软组织出现强化

图 2　男性，44 岁，右足破溃 2 月

Fig.2　Male，44-year-old，right foot with ulcer for 2 months



A. 矢状位 T1WI 示右足夏科式关节炎伴骨髓炎形成，中足部足弓塌陷　B. FS T2WI 示足底可见巨大溃疡及窦道，周围软组织肿胀，跟骨后缘可见骨髓水肿

图 3　女性，62 岁，糖尿病足伴感染 1 月

Fig.3　Female，62-year-old，diabetic foot with infection for 1 month

表 1 骨髓炎及骨髓水肿的发生部位

Tab.1 Location of osteomyelitis and bone marrow edema

部位	趾骨	跖骨	跗骨
骨髓炎	15	8	3
骨髓水肿	9	4	2

表 2 59 例 DF 的伴随影像学特征

Tab.2 Characteristics of imaging in 59 patients with DF

病变类型	骨软骨炎	骨质破坏	关节积液	隐匿性骨折	关节脱位	腱鞘炎	脓肿	溃疡	窦道
例数	9	12	30	6	15	7	9	48	10
比例(%)	14.51	19.35	48.38	9.67	24.19	11.29	14.51	77.41	16.12

3 讨 论

3.1 DF 的临床分析

DF 症状以间歇性跛行及肢体麻木、乏力、休息痛为早期表现，病变中期表现为休息痛，多局限于足趾或趾间远端，卧位时加剧。晚期表现为肢端组织溃烂、深入肌层形成窦道，最终导致肢体坏疽。本组研究中发现 59 例患者出现皮肤溃疡伴下肢疼痛，部分患者伴发脓肿及窦道形成，表明 DF 主要以皮肤溃疡为临床表现，最终引起足部坏疽及截肢。杨立芸[3]研究发现体内高血糖等代谢紊乱可影响神经组织中钠依赖性氨基酸转运及葡萄糖醛糖还原酶转化，引起足部运动、感觉及自主神经功能障碍，最终导致 DF 并发症（如 Charot 等）发生。本研究中 47 例患者血糖控制差，部分患者伴多种心脑血管病并发症，与上述研究相似。

DF 体征主要为足背胫前后动脉及足背动脉波动减弱或消失，足部皮肤干燥、出汗减少、皮肤皲裂，感觉神经减弱，继而形成神经性溃疡。本研究中 31 例患者提示下肢动脉硬化，伴胫前后动脉及足背动脉狭窄，表明血管因素在糖尿病足发生和预后起重要作用，也是决定是否需要截肢的主要因素[4]。在 DF 的常见临床表现中，常易被误诊为类风湿关节炎、血栓闭塞性脉管等，故应重视足部皮肤及血管以及神经的检查，及时行下肢 CTA 及 MRI 检查，以便早期发现 DF 并发症并进行治疗。

3.2 DF 的影像特征分析

影像学检查是诊断 DF 最基本的检查方法，MRI 软组织分辨率高，能够提供多方位、多序列成像，可清楚显示骨关节及软组织病变部位、范围及骨质改变的病理学变化，其 MRI 影像学特征主要表现为以下几个方面。

3.2.1 骨质病变 骨髓炎是 DF 引起的骨结构感染，本研究中 28 例骨髓炎患者有 15 例发生于趾骨，故糖尿病足最好发的部位为趾骨，与 Roug 和 Pierre-Jerome[5]研究发现相符。骨髓水肿主要表现为趾骨受力点骨髓充血，本研究中 21 例以趾骨信号异常为主要表现。MRI 可清楚显示骨髓炎周围的骨髓水肿带，故对两者进行鉴别有助于外科术前评估清创范围。骨髓炎表现为骨皮质及骨髓信号异常，伴周围软组织感染及窦道形成，增强扫描呈明显强化。而骨髓水肿缺乏周围溃疡和窦道，孤立的 T2 高信号为其特征性表现[6]。

本研究中发现 8 例患有夏科氏关节炎，夏科氏关节炎是一种渐进性骨破坏与关节退行性病变，好发于糖尿病伴足部保护性感觉缺失患者[7]。早期主要表现为中足部、跗跖关节弥漫性骨髓水肿，晚期表现为骨质吸收、骨质硬化及足部畸形[8]。由于骨髓炎和夏科氏关节炎的临床治疗不同，故需要对两者进行鉴别：骨髓炎主要是骨质病变，而夏科氏关节炎是关节病变；骨髓炎最好发于足部第 1、5 趾骨、跟骨、骰骨承重处，常伴溃疡或窦道，而夏科氏关节炎好发于中足部、跗跖关节、跗间关节，不伴皮肤缺损[9]。慢性夏科氏关节炎如果出现足部感染，两者可合并存在。

关节脱位及半脱位表现为关节失去正常解剖关系，好发于跟骨及其组成关节，与 Fuji 等[10]研究相一致。关节腔积液主要表现为关节腔液体增多，本研究中 30 例患者关节腔内可见液体信号，可能与炎症渗出有关。骨软骨炎主要表现为关节面软骨下 T1 高信号、T2 低信号，常好发于距下关节面下。骨质破坏表现为跖趾关节周围不同程度骨质吸收与破坏，边缘模糊，关节间隙变窄[11]。本研究中 12 例患者符合上述表现。本研究中 6 例患者中足部及趾骨发生隐匿性骨折，表现为骨皮质线性低密度影，可能与足部承重有关。MRI 能早期发现隐匿性骨折，有助于早期固定，防止足部畸形。

3.2.2 软组织病变 ①糖尿病足软组织病变最常见的病因是足部溃疡，溃疡引起皮肤屏障破坏导致细菌入侵，从而继发软组织水肿、骨髓炎，伴脓肿和窦道形成[12]，主要表现为足部局部软组织缺损，T1WI 上呈低信号，T2WI 上呈等信号，增强扫描边缘强化。本研究发现，48 例 DF 患者伴足部溃疡，其好发于足

部第 1、5 跖趾关节、脚尖及脚跟承重处。Mautone 和 Naidoo[13]研究发现溃疡深度大于 3 cm 易导致骨髓炎，故当看到骨髓信号异常伴周围皮肤缺损时，应高度怀疑骨髓炎。②脓肿常发生于皮肤破损处，由于感染可沿足底间隙蔓延，故脓肿也可发生于远离皮肤溃疡处。本研究发现 9 例骨髓炎伴周围脓肿，可能与增强扫描样本量少有关[14]。③窦道是由组织坏死后形成的开口于皮肤黏膜表面的深在性盲管，常发生于溃疡及脓肿周围，本研究中 4 例骨髓炎伴窦道形成。因此，MRI 增强扫描对脓肿及窦道的显示及判断软组织病变程度具有重要价值，可用于指导临床判断清创范围[15]。④本研究中 7 例诊断为腱鞘炎，腱鞘炎是由于足部肌腱反复受力及摩擦引起的滑囊损伤及滑液渗出，主要表现为腱鞘信号增高及周围积液，部分可见滑膜增厚。

3.3 鉴别诊断

糖尿病足并发症复杂多样，需要与其他病因所致骨关节病变相鉴别：①血管性病变：如血栓闭塞性脉管炎，常以中小动静脉节段性、非化脓性炎症和动脉腔内血栓形成为特征，较少发生足部感染，而本病以小动脉管腔狭窄、闭塞及钙化为主要特征，常伴有足部感染[16]。②神经性病变：梅毒、麻风等导致的神经性关节病常导致关节骨质吸收、碎裂，进而引起关节结构及功能丧失，且骨破坏更早、更严重，DF 骨质破坏好发于足部承重处及骨端，临床上特殊病史有助于其鉴别[17]。③类风湿关节炎：以慢性、进行性、侵袭性关节滑膜炎为特征的全身性自身免疫性疾病，好发于四肢小关节，DF 好发于中足部及周围关节，与免疫无关。

本研究尚有一些不足之处，如样本数量小、增强扫描病例数目少、未进行有效统计学分析，且目前国内对于夏科氏关节炎的诊断有限。总之，MRI 软组织分辨率高，能早期发现骨髓信号改变，可鉴别 DF 的病变情况如夏科氏关节炎、骨髓水肿及骨髓炎。早期对患者进行 MRI 检查可清楚显示糖尿病足病理变化特点，能敏感、准确地显现软组织水肿、感染、溃疡及窦道、骨髓水肿、骨髓炎、神经性骨关节病等一系列变化，从而为临床选择治疗方案提供更加有效的依据，对提高患者的生活质量和减轻家庭负担、降低致残率具有重大的临床意义。

参 考 文 献

[1] Naves CC. The diabetic foot:a historical overview and gaps in current treatment[J]. Adv Wound Care,2016,5(5):191-197.

[2] Huang Y,Xie T,Cao Y,et al. Comparison of two classification systems in predicting the outcome of diabetic foot ulcers:the Wagner grade and the Saint Elian Wound score systems[J]. Wound Repair Regen,2015,23(3):379-385.

[3] 杨立芸. 糖尿病足发病机制、分级及治疗[J]. 社区医学杂志，2013,11(15):11-13.

[4] Zhang L,Liu X,Fan Z,et al. Noncontrast MRA of pedal arteries in type II diabetes:effect of disease load on vessel visibility[J]. Acad Radiol,2015,22(4):513-519.

[5] Roug IK,Pierre-Jerome C. MRI spectrum of bone changes in the diabetic foot[J]. Eur J Radiol,2012,81(7):1625-1629.

[6] Low KT,Peh WC. Magnetic resonance imaging of diabetic foot complications[J]. Singapore Med J,2015,56(1):23-33.

[7] Ertugrul BM,Lipsky BA,Savk O. Osteomyelitis or Charcot neuro-osteoarthropathy? Differentiating these disorders in diabetic patients with a foot problem[J]. Diabet Foot Ankle,2013,5(5):4-12.

[8] Chantelau EA,Richter A. The acute diabetic Charcot foot managed on the basis of magnetic resonance imaging—a review of 71 cases[J]. Swiss Medical Weekly,2013,143:w13831.

[9] 郭 丽，齐 心，李 玮，等. 糖尿病足的 MRI 诊断价值[J]. 放射学实践，2016,31(2):133-138.

[10] Fuji M,Armstrong DG,Terashi H. Efficacy of magnetic resonance imaging in diagnosing diabetic foot osteomyelitis in the presence of ischemia[J]. J Foot Ankle Surg,2013,52(6):717-723.

[11] 李明亮，刘忠岐，陈 军，等. 糖尿病性足病影像诊断及临床分析[J]. 中国临床研究，2012,25(3):279-280.

[12] Viswanathan V,Kumpatla S,Rao VN. Radiographic abnormalities in the feet of diabetic patients with neuropathy and foot ulceration[J]. J Assoc Physicians India,2014,62(11):30-33.

[13] Mautone M,Naidoo P. What the radiologist needs to know about Charcot foot[J]. Med Imaging Radiat Oncol,2015,59(4):395-402.

[14] Loredo R,Rahal A,Garcia G,et al. Imaging of the diabetic foot diagnostic dilemmas[J]. Foot Ankle Spec,2010,3(5):249-264.

[15] Game FL. Osteomyelitis in the diabetic foot:diagnosis and management[J]. Med Clin North Am,2013,97(5):947-956.

[16] 唐 博，罗文军. 血栓闭塞性脉管炎发病机制的研究进展[J]. 国外医学(外科学分册)，2004,31(5):295-298.

[17] 兰国宾，戴士林，郝泽普，等. 夏科氏关节病的 CT 及 MRI 特征表现分析[J]. 中国临床医学影像杂志，2015,26(5):374-377.

（责任编辑：唐秋姗）