1055



显微线圈腕关节 MRI 成像实验研究

杨明,余建明,柳曦,赵虎,刘定西

【摘要】目的:探讨 47 mm 显微线圈(MC)在腕关节成像中的应用价值。方法:选取成人尸体腕关节 5 个,分别使用 矩形表面小线圈(CP flex small coil)、47 mm 显微线圈,利用 Siemens Magnetom Verio 3.0T 磁共振扫描仪检查,MR 序列 包括快速自旋回波 T₁ 加权(TSE T₁WI)和质子密度加权(PDW),对扫描所得图像信噪比进行测量,并由 3 位高年资放射 科医生进行评分,比较其成像质量有无差异。结果:对扫描所得图像中心层面的骰骨、月骨和桡骨信噪比进行测量,同时 分别对两种线圈所得图像进行评分:不能满足诊断要求为 0 分;满足诊断要求为 1 分;图像质量好为 2 分,并对评分进行 配对资料的符号秩和检验。结果显示 47 mm MC 图像质量明显优于矩形表面小线圈组图像,不同线圈扫描时图像质量有 显著性差异(P < 0.05)。结论:47 mm 显微线圈能更加清晰的显示腕关节解剖结构,可作为腕关节检查的常规方法。

【关键词】 腕关节;磁共振成像;研究

【中图分类号】R445.2; R684 【文献标识码】A 【文章编号】1000-0313(2011)11-1055-03

The research of micro-coil MR imaging of wrist joint YANG Ming, YU Jian-ming, LIU Xi, et al. Department of Radiology, Xiehe Hospital, Tongji Medical College, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430022, P. R. China

[Abstract] Objective: To study the value of 47mm Micro-coil (MC) MR high resolution technology in the diagnosis of wrist joint. Methods: Five adult cadaver wrists were chosen and examined with Siemens Magnetom Verio 3. 0T MR scanner, CP flex small coil and 47mm microscopy coil were used separately. The MR sequences included TSE T_1 WI and FS PDWI, the signal-noise ratio (SNR) of images were measured and rated by three senior radiologist, the image quality were compared. Results: Of the images acquired by the 2 different coils, the SNR of the cuboid bone, lunate bone and radius bone were measured and the image quality were scored. The images which were unsatisfactory for diagnosis were scored as 0; fulfilled the requirement of diagnosis were scored as 1 and excellent as 2. Wilcoxon Signed Rank Test was done, the results showed that the image quality of 47mm MC were significantly superior to that of flex small coil (P < 0.05). Conclusions: The anatomy of the wrist could be clearly displayed by 47mm micro-coil, which could be used as routine approach of wrist imaging.

[Key words] Wrist Joint; Magnetic resonance imaging; Research

材料与方法

选择成人尸体腕关节尸体标本 5 个,由华中科技 大学同济医学院解剖学教研室提供。

采用德国 Siemens Magnetom Verio 3.0T a Tim System 超导磁共振扫描仪,分别使用矩形表面小线 圈、47 mm MC 对尸体标本进行扫描。扫描体位为俯 卧位,手掌向下,平伸,矩形表面小线圈覆盖于手背上, 47 mm 显微线圈放置于手掌之下,线圈中心均对准腕 关节,以掌横纹为中心并与 Z 轴平行,行沙袋固定。 扫描序列采用 T₁WI 和 FS PDWI,扫描方位为冠状面 和横断面,扫描时为避免床面脊柱线圈(Spine Coil)干 扰,仅开启表面线圈,成像参数见表 1。

图像分析:对扫描所得图像中心层面的月骨信噪 比进行测量,运用感兴趣区(region of Interest, ROI) 技术,取样范围为 5 mm² 的椭圆形区域,测量其信号

通讯作者:余建明, E-mail: yujianming3210@ sohu. com

表1 序列扫描参数

序列	$T_1 WI$	PDWI		
TR(ms)	821	3000		
TE(ms)	30	29		
层厚(mm)	2.0	2.0		
层间距(mm)	0.2	0.2		
FOV(mm)	100×100	100×100		
Matrix	448×360	448×360		
NEX	2.0	2.0		
体素(mm)	$0.2 \times 0.2 \times 2.0$	$0.2 \times 0.2 \times 2.0$		
BW(Hz/Px)	260	199		

平均强度 S 与背景噪声的信号强度的标准差 SD,根据 公式:

$$SNR = \frac{S}{SD}$$

计算两种线圈的信噪比,同时由3位高年资放射 科医师对图像进行分析,如有不一致时讨论解决。腕 关节图像质量的评价:选取三角纤维关节软骨复合体 (TFCC)、舟月韧带(Scapholunate Ligament)、骰骨 (Cuboid Bone)及其周围结构的显示逐一进行评分,参 考 Bonel HM 等^[1]的方法将图像质量按3级评分:0 分不能满足诊断要求,1分满足诊断要求,2分图像质

作者单位:430022 武汉,华中科技大学同济医学院附属协和医院放射科(杨明、余建明、柳曦、刘定西);430030 武汉,华中科技大学同济医学院解剖学教研室(赵虎)

作者简介:杨明(1981一),男,四川绵阳人,技师,主要从事磁共振 技术工作。

量好。

统计学分析:使用 SAS11.0 软件进行统计分析, 对各组图像主要结构的评分进行配对资料的符号秩和 检验(Wilcoxon Signed Rank Test),设定 P<0.05 差 异具有统计学意义。

结 果

对 5 个腕关节解剖中心层面的月骨信号强度、周围噪声强度的标准差进行测量,取样面积为 5 mm²,并根据公式 SNR=S/SD,得到结果(表 2)。

表 2 两种线圈扫描图像 SNR

线圈	PDWI	$T_1 WI$		
47 mm MC	11.85 ± 1.33	47.75±3.59		
表面线圈	6.36±1.02	29.36 \pm 2.96		

47 mm MC 图像 SNR 明显优于矩形表面小线圈 图像,不同线圈扫描时图像质量有显著性差异 (*P*<0.05)。

47 mm MC 组各序列图像能清晰分别显示 TF-CC、舟月韧带和骰骨及周围结构,评分均为 2 分(图 1);矩形表面小线圈组各序列对骰骨及周围结构显示 尚可,评分为1 或 2 分,但对 TFCC 和舟月韧带显示欠 佳,评分为0 或 1 分(图 2),图像评分结果见表 3~5。 在对 TFCC 和舟月韧带的显示中,47 mm MC 组质量 明显高于矩形表面小线圈组,差异有统计学意义,P<0.05;在对骰骨及周围结构显示中,两组图像质量差别 无统计学意义(P>0.05)。

表 3 两种线圈对 TFCC 显示图像质量比较

化国	TFCC				
纹图	1	2	3	4	5
47 mm MC	2	2	2	2	2
表面线圈	1	0	1	1	0

表4 两种线圈对舟月韧带显示图像质量比较

사 교	舟月韧带				
线圈	1	2	3	4	5
$47 \ \mathrm{mm} \ \mathrm{MC}$	2	2	2	2	2
表面线圈	1	0	0	1	0

表 5 两种线圈对骰骨及其周围结构的显示图像质量比较

线圈 -	骰骨及其周围结构				
	1	2	3	4	5
47 mm MC	2	2	2	2	2
表面线圈	1	2	1	2	1

讨 论

1. 显微线圈的优势及使用范围

显微线圈(Microscopy coil)是一种只有接收功能的表面线圈,体积明显小于目前临床常用线圈,按照



图 1 47 mm 显微线圈扫描图像。a) PDWI 图像、TFCC、舟月韧带、关节软骨及关节间滑液清晰显示(箭); b) T₁WI 图像示腕 关节组成诸骨骨小梁结构清晰显示。 图 2 矩形表面小线圈扫描图像。a) PDWI 图像、TFCC、舟月韧带、关节软骨及关节间 滑液欠清晰(箭),信噪比较图 1 明显降低; b) T₁WI 图像示腕关节组成诸骨骨小梁结构显示欠佳。 图 3 23 mm 显微线圈扫 描 PDWI 图像。a) 近线圈侧图像质量尚可; b) 远离线圈侧图像质量明显降低,不能满足诊断要求。

内径分为大型线圈(47 mm)及小型线圈(23mm)两种。与常规 MR 扫描相比,显微线圈优势在于由于线 圈固有的基础分辨力提高,从而可以将扫描图像的体 素减小、空间分辨率提高,适用于对信噪比及空间分辨 率要求较高的表浅结构的小 FOV 成像,如小关节、皮 肤、眼睛、表面血管等。在骨肌系统 MR 检查中,目前 国外已有将显微线圈应用于指间关节、肘关节、内侧髌 股韧带高分辨成像的报道^[25]。腕关节位置表浅,解剖 结构细微,适于显微线圈检查,与常规 MR 扫描相比, 使用 显 微 线 圈 体 素 最 小 可 减 小 到 0.08 mm × 0.10 mm×1.00 mm。

在主磁场强度不变时使用的线圈体积越小接收到 的噪声越低^[6],在体素减小的情况下可以保证图像的 信噪比。但线圈体积的缩小在提高信噪比的同时局限 了成像的范围及深度^[7],在试验时我们曾尝试使用 23 mm显微线圈用于腕关节成像,但在扫描时我们发 现由于其覆盖范围的局限性,其最大 FOV 仅为 60 mm×60 mm,不能完整显示成人的腕关节,而且其 靠近线圈侧和远离线圈侧的图像质量差别非常大(图 3);47 mm 显微线圈由于其体积较 23 mm 更大,可以 覆盖更大的扫描范围,其最大 FOV 为 120 mm× 120 mm,足以显示一个完整的腕关节,靠近线圈侧和 远离线圈侧的图像质量均可满足诊断要求。

2. 显微线圈在腕关节病变中的作用

三角纤维软骨复合体(TFCC):TFCC位于腕的尺侧,尺骨远端与月骨、三角骨之间,其主要成分有腕关节盘、关节盘同系物、桡尺原侧掌韧带、背侧韧带、尺侧腕深肌腱鞘、尺侧囊、尺三角韧带等,主要功能是缓冲腕部尺侧压力并维持远侧尺桡关节及腕骨、腕关节尺侧的稳定性。Yoshioka等在研究中对比了内径为80 mm、47 mm 线圈对 TFCC的显示情况,结果显示两种线圈均可以显示关节盘、半月板同系物、尺月韧带、尺三角韧带及三角韧带,但 47 mm 显微线圈图像质量明显优于80 mm 内径线圈,在 TFCC 线圈现实中具有优势^[2]。TFCC 损伤是腕部疼痛的主要原因,既往认为关节镜为诊断 TFCC 损伤的金标准,但也有研究指出部分 TFCC 损伤与关节镜下表面未见异常,而 MRI能通过信号改变反应组织内部的形态学变化^[8],在 TFCC 损伤检查中具有优势。

舟月韧带:舟月韧带位于舟、月骨相对关节面之间,连接关节面的掌侧缘、近侧缘和背侧缘,其粗短、覆盖面大、形状不规则,呈三角形者占90%、呈直线形者占10%^[9],共分成掌侧部、近侧部和背侧部3部分。 高分辨 MRI 扫描可通过韧带信号的改变反应组织内 部形态学的变化,结合临床表现,Smith 等^[9]提出舟月 骨韧带撕裂的诊断标准:韧带不显影,T₂WI上通过韧 带显示为液体信号,形态学上的变形和扭曲。

3. 研究的局限性

虽然结合冠状面和横断面可以清晰的显示腕关节 及其主要结构,但对于更加细微的结构,如腕掌侧固有 动脉供应关节分支、关节囊背侧包含的纤维软骨板等 未能显示,在后续工作中仍需深入研究。此外,人体腕 关节标本为福尔马林液长期浸泡,不能完全真实的反 应各组织的信号情况,标本也未能按照扫描层面逐层 切片加以对比。

综上所述,47 mm 显微线圈在保证图像质量的前提下大幅度提高了图像的空间分辨率,适用于浅表组织的高分辨成像。综合考虑图像质量和检查时间,体素大小为 0.20 mm×0.20 mm×2.0 mm,可应用于临床检查。

参考文献:

- [1] Bonel HM, Jäger L, Frei KA, et al. Optimization of MDCT of the wrist to achieve diagnostic image quality with minimum radiation exposure[J]. AJR, 2005, 185(3):647-654.
- [2] Yoshioka H, Ueno T, Tanaka T, et al. High resolution MR imaging of triangular fibrocartilage complex (TFCC): comparison of microscopy coils and a conventional small surface coil[J]. Skeletal Radiol, 2003, 32(10): 575-581.
- [3] Tan AL, Toumi H, Benjiamin M, et al. Combined high-resolution magnetic resonance imaging and histological examination to explore the role of ligaments and tendons in the phenotypic expression of early hand osteoarthritis [J]. Ann Rheum Dis, 2006, 65 (10):1267-1272.
- [4] Nakamura T, Mikata A. The proximal ligaments component of the triangular fibrocartilage complex. Function anatomy and three-dimensional changes in length of the radioulnar ligament during pronation and supination[J]. J Hand Surg Br,2000,25(5):479-486.
- [5] Iwama Y, Fujii M, Shibanuma H, et al. High resolution MRI using a microscopy coil for the diagnosis of recurrent lateral patellar dislocation[J]. Radiat Med, 2006, 24(5): 327-334.
- [6] 刘敏,孟俊非,孙海兴,等.显微线圈在近侧指间关节 MRI 中应用 的初步研究[J].中华放射学杂志,2009,43(8),867-871.
- [7] Kneeland JB, Hyde JS. High-resolution MR imaging with local coils[J]. Radiology, 1989, 171(1):1-7.
- [8] Totterman SM, Miller RJ, McCance SE, et al. Lesions of the triangle fibrocartilage complex: MR finding with a three-dimensional gradient-recalled-echo sequence[J]. Radiology, 1996, 199(4):227-232.
- [9] Smith DK. MR imaging of normal and injured wrist ligaments[J].MRI Clin North Am, 1995, 3(1): 229-248.

(收稿日期:2011-07-18 修回日期:2011-08-16)