

超柔线圈联合脊柱线圈在臂丛神经 MRI 扫描的应用价值

肖遥 揭平平 张刘璐 黄冰峰 尧麒^{通信作者}

西南医科大学附属中医医院 磁共振室, 四川泸州, 646000;

摘要: 目的: 探讨超柔线圈联合脊柱线圈在臂丛神经磁共振成像 (Magnetic Resonance Imaging, MRI) 扫描中的应用价值。方法: 分别采用超柔线圈联合脊柱线圈与头颈部线圈联合脊柱线圈对 30 例健康志愿者分别进行臂丛神经 MRI 扫描, 得到实验组 (超柔线圈联合脊柱线圈) 与对照组 (头颈部线圈联合脊柱线圈) 图像。测量两组臂丛神经图像在 3D-STIR 序列中的信噪比 (Signal-to-noise ratio, SNR) 与对比噪声比 (contrast-to-noise ratio, CNR)。由两名影像诊断医师对两组图像质量进行主观评价。2 组线圈分别用联影专用水模进行 3D-STIR 序列扫描, 采集水模每层 SNR。结果: 臂丛神经 SNR 和 CNR 测量, 对照组与实验组比较, 差异均有统计学意义 ($P < 0.05$), 实验组高于对照组。主观评价方面, 对照组与实验组比较, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$), 实验组图像质量更优。水模测试中, 2 组线圈的 SNR 有统计学差异 ($P < 0.05$), 超柔线圈联合脊柱线圈组更高。结论: 在臂丛神经 MRI 扫描中, 使用超柔性线圈联合脊柱线圈获得的图像质量优于传统头颈部线圈联合脊柱线圈, 可在臂丛神经 MRI 扫描中得到推广和应用。

关键词: 臂丛神经; 磁共振成像; 线圈; 信噪比; 对比噪声比; 图像质量

The value of ultraflexible coils combined with spinal coils in MRI scanning of the brachial plexus nerves

XIAO Yao, JIE Ping-ping, ZHANG Liu-lu, HUANG Bing-feng, YAO Qi*

Magnetic Resonance Room, The Affiliated Traditional Chinese Medicine Hospital, Southwest Medical University (Sichuan 646000, P.R. China)

Abstract: Objective To investigate the value of ultraflexible coils combined with spinal coils in magnetic resonance imaging scans of the brachial plexus. Methods Brachial plexus MRI scans were performed on 30 healthy volunteers using a super flexible coil combined with a spinal coil and a head and neck coil combined with a spinal coil, respectively, to obtain images of the experimental group (super flexible coil combined with a spinal coil) and the control group (head and neck coil combined with a spinal coil). Signal-to-noise ratio (SNR) and contrast-to-noise ratio (CNR) were measured for both sets of brachial plexus images in the 3D-STIR sequence. A subjective evaluation of the image quality of the two groups was performed by two diagnostic imaging physicians. The two sets of coils were scanned in a 3D-STIR sequence with water molds separately, and the signal-to-noise ratio (SNR) of each layer of the water molds was collected. Results Brachial plexus nerve SNR and CNR measurements were statistically significant ($P < 0.05$) when comparing the control group with the experimental group, and the experimental group was higher than the control group. In terms of subjective evaluation, the difference between the control group and the experimental group was statistically significant ($P < 0.05$), and the experimental group had better image quality. There was a statistically significant difference in SNR between the 2 groups of coils in the water-mode test ($P < 0.05$), and it was higher in the group of ultrasoft coils combined with spinal coils. Conclusion In brachial plexus MRI scanning, the image quality obtained using the ultra-flexible coil combined with the spinal coil is superior to that of the conventional head and neck coil combined with the spinal coil, which can be promoted and applied in brachial plexus MRI scanning.

KeyWords: Brachial plexus; Magnetic resonance imaging; Coil; Signal-to-noise ratio; Contrast-to-noise ratio; Image quality

DOI: 10.69979/3029-2808.24.3.047

引言

臂丛神经是支配上肢的重要神经, 负责上肢感觉、运动、自主神经功能。磁共振 (Magnetic Resonance Imaging, MRI) 是臂丛神经检查的重要方法, MRI 检查可

以清楚显示臂丛神经解剖结构, 及其与周围软组织的关系^[1]。

既往 MRI 臂丛神经扫描使用的头颈部线圈联合脊柱或联合体线圈扫描^[2, 1]。头颈部线圈与人体间有一定的

空间间隙,同时臂丛神经解剖复杂,远端神经神经结构细微,使得传统扫描方法的对臂丛神经细节显示欠佳。既往文献通过完善扫描序列或采用增强扫描^[3],但一方面会提高扫描时间,另一方面为有创性检查。超柔线圈是一种新型线圈,有报道用于肩关节扫描^[4],可有效提高图像质量。该线圈可以像毯子样紧贴人体,减小线圈与人体间间隙。既往有研究专用颈肩部柔性阵列线圈^[5],自主设计盆腔柔性线圈^[6],专用口腔内柔性线圈^[7],均有好的图像质量,但是扫描部位局限,价格昂贵。本研究使用的超柔线圈,主要应用于腹盆腔,还可应用于颈肩部、胸部等部位,适用范围广泛。

1. 资料和方法

1.1 研究对象

收集2024年3月~2024年7月在我院行MRI扫描的志愿者30名,女性15名,男性15名,年龄为19~61岁,平均年龄 33.2 ± 11.8 岁。纳入标准:1.无颈肩部外伤、手术病史;2.无MRI检查禁忌症(有心脏起搏器、幽闭恐惧症等)。本研究经过本院伦理委员会批准,检查前均征得检查者知情同意。

1.2 检查方法

1.2.1 人体测试:

采用联影uMR670 1.5T MRI,分别采用24通道超柔线圈联合脊柱线圈、24通道头颈部线圈联合脊柱线圈对同一志愿者进行扫描(图1)。(1)行超柔线圈联合脊柱线圈扫描。脊柱线圈置于检查床上,患者躺下后,柔性线圈完全覆盖住颈肩部并固定。仰卧位头先进,双手自然放于身体两侧,足尖向前。扫描范围覆盖臂丛神经及其远端神经束。MRI扫描方位及序列:冠状位3D-STIR序列(TR:3200ms,TE:346ms),层厚1.2mm,FOV340mm×340mm,得到实验组图像。(2)行头颈部线圈联合脊柱线圈扫描。脊柱线圈、头颈部线圈下半部分置于检查床上,志愿者躺下后,放置头颈部线圈上半部分线圈。扫描体位、范围、方位、序列及其参数同超柔线圈联合脊柱线圈扫描,得到对照组图像。

1.2.2 水模测试

采用联影uMR670 1.5T MRI,分别采用24通道超柔线圈联合脊柱线圈、24通道头颈部线圈联合脊柱线圈,对联影专用水模行3D-STIR序列扫描,水模水平位于线圈中心。MRI扫描方位及序列:横断位3D-STIR序列(TR:3200ms,TE:346ms),层厚1.5mm,FOV340mm×340mm,层数30层。得到两组图像(组1与组2)。

1.3 临床及图像分

1.3.1 客观评价

由1名工作5年以上的影像技师,在联影uWS R005后处理工作站上对图像进行测量。分别在实验组及对照

组同层面图像上,右侧臂丛神经中干、右侧胸锁乳突肌肌腹中心,右上角背景中心区域勾画感兴趣区(Region of Interest, ROI),ROI大小约0.5cm²,避开钙化、病变、肌腱、伪影,记录SI神经、SI肌肉、SD背景。计算各个ROI的信噪比(Signal-to-noise ratio, SNR)和对比噪声比(contrast-to-noise ratio, CNR)。计算公式如下:右侧臂丛神经中干SNR=SI神经/SD背景。右侧臂丛神经中干CNR=(SI神经-SI肌肉)/SD背景。(图2)

1.3.2 主观评价:

采集的图像均传入PASC工作站。由2名工作5年以上的影像诊断医师,采用双盲法对图像进行评价,采用5分评分法。打分:5分,显示佳,无伪影,神经显示清楚锐利,脂肪得到充分抑制;4分,显示较好,神经显示较清楚锐利,脂肪得到较好抑制;3分,显示中等,神经大部分显示清楚或脂肪得到大部分抑制;2分,显示尚可,有伪影但不影响诊断,神经少部分显示清楚或脂肪得到少量抑制;1分,神经显示不清楚,伪影较严重或脂肪无抑制。

1.3.3 水模测试评价:

在水模中心,选取水模约75%区域作为ROI,测量水模信号SI水模。选取图像外背景区域四个角作为ROI(ROI大小均约为1.0cm²),分别测量信号标准差,最后选取四个角的平均值作为SD背景。SNR=0.665×SI水模/SD背景。水模每层ROI的位置和大小均一致。(图3)

1.4 统计学方法

采用SPSS 25.0软件进行统计学分析。不同医师对两组图像的主观评价,采用Cohen's Kappa一致性检验,Cohen's Kappa系数值<0.25为一致性差,0.25—0.50为一致性中等,0.50—0.75为一致性较好,≥0.75为一致性非常好。符合正态分布的计量资料采用均数±标准差表示,不符合正态分布的计量资料采用中位数(四分位间距)表示。实验组与对照组比较、主观图像质量及水模测试比较,符合正态分布采用配对样本t检验,不符合正态分布采用两样本秩和检验。以P<0.05表示差异有统计学意义。

2. 结果

2.1 两组线圈对臂丛神经成像的客观评价

臂丛神经MRI扫描,对照组与实验组比较,实验组SNR优于对照组,差异有统计学意义(P<0.05)。实验组CNR优于对照组,差异有统计学意义(P<0.05)。(表1)

2.2 两组线圈对臂丛神经成像的主观评价

A、B两个医师对图像的主观评价,对照组:Kappa

值为 0.547, 其一致性较好。实验组: Kappa 值为 0.792, 其一致性非常好。

两个医师对实验组主观评分均优于对照组, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。(表 2)。

2.3 两组线圈水模测试

超柔线圈联合脊柱线圈组 (组 1) 与头颈部线圈联合脊柱线圈组 (组 2) 比较, 两组间 SNR 的差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。(表 3)

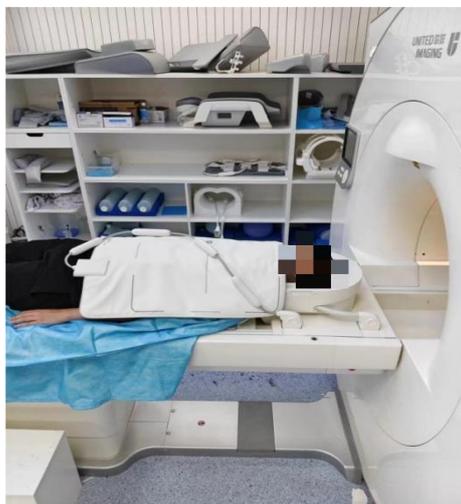


图 1A



图 1B

图 1: 同一志愿者, 男, 35 岁, 分别使用 24 通道超柔线圈联合脊柱线圈 (图 1A) 和 24 通道头颈部线圈联合脊柱线圈 (图 1B) 摆位示意图。

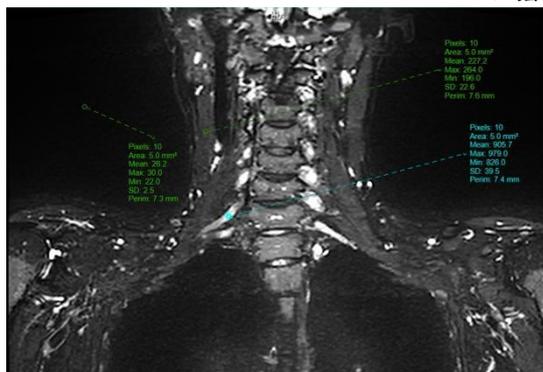


图 2A



图 2B

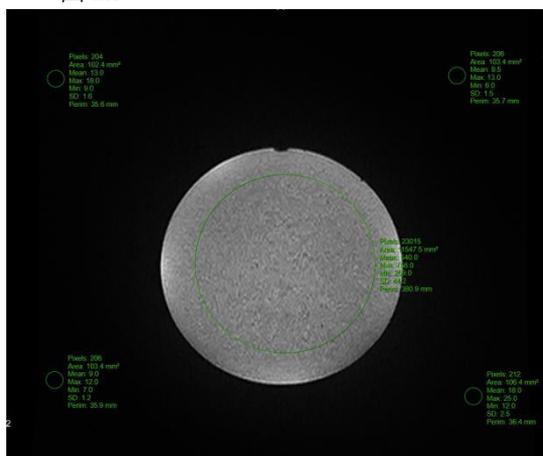


图 3A

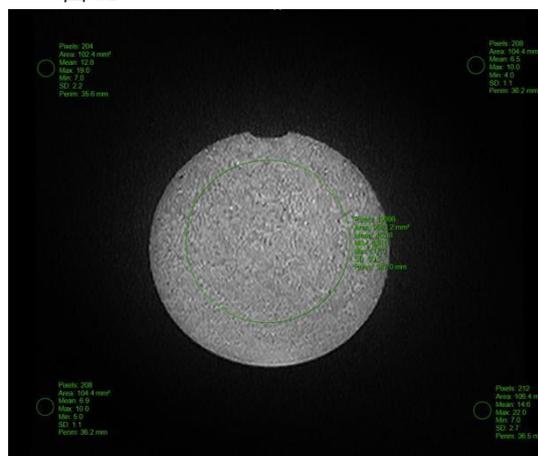


图 3B

图 2: 同一志愿者, 男, 27 岁, 分别为 24 通道超柔线圈联合脊柱线圈 (图 2A) 和 24 通道头颈部线圈联合脊柱线圈 (图 2B), 在冠状位 3D-STIR 序列上, 右侧臂丛神经中干、右侧胸锁乳突肌肌腹中心, 右上角背景中心区域 ROI 选取。

图 3: 水模测试, 分别为 24 通道超柔线圈联合脊柱线圈 (图 3A) 和 24 通道头颈部线圈联合脊柱线圈 (图 3B), 在横断位 3D-STIR 序列上 ROI 选取。

表 1 客观评价

参数	对照组	实验组	Z/t 值	P 值
SNR	200.48 (116.62)	321.29 ± 133.20	-3.341	0.001
CNR	159.42 ± 66.15	241.08 ± 102.97	-5.454	0.000

表 2 主观评价

评分	医师 A		医师 B	
	对照组	实验组	对照组	实验组
5 分/例	16	24	17	25
4 分/例	10	3	9	2
3 分/例	2	3	3	2
2 分/例	2	0	1	1
1 分/例	0	0	0	0
Z 值	-2.024		-2.017	
P 值	0.043		0.044	

表 3 水模测试

参数	组 1	组 2	t 值	P 值
SNR	234.42 ± 12.22	164.91 ± 10.34	22.67	0.000

3. 讨论

3.1 臂丛神经

臂丛神经位于颈肩部, 近端从颈椎、上胸椎椎间孔发出, 沿颈部、肩部软组织间隙走行, 主要部分为上干、中干和下干, 远端到达肩关节。由于臂丛神经复杂的解剖, 当颈肩部外伤时, 常合并臂丛神经的损伤, 致残率增高。既往臂丛神经的检查主要依靠神经电生理检查、超声、CT 脊髓造影, 均有一定的局限性。MRI 能过直观的显示臂丛神经结构, 为臂丛神经临床检查提供帮助。

3.2 磁共振线圈及序列

磁共振线圈种类多样, 针对每一个部位的扫描, 传统硬质线圈往往不能做的通用性, 往往一个部位配备一个线圈, 尤其是小关节和特殊部位, 比如臂丛神经、膝关节、腕关节的扫描。

3.3 两组线圈在臂丛神经扫描、水模测试的比较

本研究分别采用 24 通道超柔线圈联合脊柱线圈 (实验组)、24 通道头颈部线圈联合脊柱线圈 (对照组) 扫描进行对比分析, 发现实验组的 SNR、CNR 均高于对照组, 主观图像质量比较也是实验组更优。水模测试比较, 超柔线圈组的 SNR 更高。既往有研究扫描肩关节^[4]、膝关节、足踝部等部位, 均提示超柔线圈有更好的信噪比、图像质量与人体舒适性, 与本研究结果相近。

综上所述, 在臂丛神经 MRI 扫描中, 使用超柔性线圈联合脊柱线圈可以获得的好的图像质量, 具有一定的临床价值, 值得推广。

[1]江茜, 王国松, 黄锦金, 等. MR 3D-SPACE-STIR 与 3D-DESS 序列显示锁骨上臂丛神经[J]. 中国医学影像技术, 2023, 39(3): 440-443.

[2]张小燕, 于彤, 臧丽莉, 等. 新生儿分娩性臂丛神经麻痹的 MR 扫描方案优化研究[J]. 临床放射学杂志, 2022, 41(12): 2320-2323.

[3]陈思, 赵梦寒, 尤贺泽, 等. 注射单倍和半倍剂量钆贝葡胺对臂丛神经增强 MRI 的对比研究[J]. 医学影像学杂志, 2023, 33(10): 1769-1773.

[4]叶飞, 温喜喜, 应伟峰, 等. 肩关节 MRI 硬质线圈与柔性线圈的成像质量比较[J]. 中国中西医结合影像学杂志, 2022, 20(5): 474-478.

[5]Abel F, Tan ET, Lunenburg M, et al. Flexible array coil for cervical and extraspinal (FACE) MRI at 3.0 Tesla. *Phys Med Biol*. 2023;68(21): 10.1088/1361-6560/ad0217. Published 2023 Oct 26.

[6]王晓, 郑福玲, 陆晓平, 等. 自主研发高分辨盆腔专用线圈在 3.0 T 磁共振设备成像价值的评估[J]. 磁共振成像, 2024, 15(1): 158-162, 178.

[7]Tesfai AS, Vollmer A, Özen AC, et al. Inductively Coupled Intraoral Flexible Coil for Increased Visibility of Dental Root Canals in Magnetic Resonance Imaging. *Invest Radiol*. 2022;57(3):163-170.

参考文献