

论 著

不同线圈在3.0T MR颈动脉颅外段血管壁成像中的应用价值

林 港 王 虹 李奕均
杨 艺 唐 兴 郑建民
常英娟*

空军军医大学西京医院放射诊断科
(陕西 西安 710032)

【摘要】目的 探讨不同射频线圈在颈动脉颅外段高分辨率磁共振血管壁成像(HRMR-VWI)中的应用价值。**方法** 将符合入组标准的30例患者,分别使用12通道头颈线圈和8通道表面线圈行斜冠状位CUBE T₁WI序列扫描,同时获得两组图像。客观测量并计算出双侧颈动脉颅外各分段管腔中心和胸锁乳突肌的信噪比(SNR),比较两组间各段SNR的统计学差异;由两位高年资医生采用双盲法对图像质量进行主观评分,统计两位医生的评分kappa值。**结果** 表面线圈组检查成功率96.6%(29/30)优于头颈组90%(27/30);表面线圈组在颈总、颈动脉窦、颈动脉C1段、胸锁乳突肌各段的SNR均显著高于头颈线圈组($P<0.05$);两位医生对头颈线圈组和表面线圈组各分段图像质量评估的Kappa值分别为0.402、0.683。**结论** 应用8通道表面线圈能更清晰的显示颈动脉颅外段血管壁的解剖结构和病变特征;表面线圈组在图像质量和患者配合度方面都优于头颈线圈组,因此表面线圈可作为3.0T MR颈动脉颅外段血管壁检查首选。

【关键词】 磁共振;颈动脉;头颈线圈;表面线圈

【中图分类号】 R445.2

【文献标识码】 A

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2023.09.016

Application of Different Coils in MR Imaging of Extracranial Carotid Artery Wall at 3.0T

LIN Gang, WANG Hong, LI Yi-jun, YANG Yi, TANG Xing, ZHENG Jian-min, CHANG Ying-juan*.
Department of Radiology, Xijing Hospital, Air Force Military Medical University, Xian 710032, Shaanxi Province, China

ABSTRACT

Objective To investigate the application value of different radiofrequency coils in high-resolution magnetic resonance vessel wall imaging (HRMR-VWI) of extracranial carotid artery. **Methods** A total of 30 patients who met the inclusion criteria were divided into 12 head and neck coils and 8 surface coils at the same time for oblique coronal CUBE T₁ sequence scanning. The image quality was evaluated by two senior physicians by double-blind method, and the signal-to-noise ratio (SNR) of the luminal center of bilateral carotid artery and sternocleidomastoid muscle in each segment was calculated, and the differences between the two groups were compared. According to the clarity of vessel wall structure displayed in the analyzed imaging sequence, the image quality was divided into four levels: level 2-4 could meet the diagnosis, and level 1 could not meet the diagnosis. The Kappa value of the two doctors was calculated. **Results** The success rate of surface group examination was 96.6% (29/30) > 90% (27/30) in head and neck group; The SNR of the common neck, carotid sinus, carotid artery C1 segment and sternocleidomastoid muscle in the CUBE T₁ sequence surface group were significantly higher than those in the head and neck group ($P<0.05$); The Kappa values of each segment image quality assessment of head and neck and surface group were 0.402 and 0.683, respectively. **Conclusion** The application of the 8-channel surface coil can show the anatomical structure and lesion characteristics of the extracranial segment of carotid artery more clearly, and has higher image quality and patient cooperation than the head and neck coil. It can be used as the first choice for MR examination of the extracranial segment of carotid artery at 3.0T.

Keywords: Magnetic Resonance; Carotid Artery; Head and Neck Coil; Surface Coil

颅外段动脉粥样硬化是导致卒中的重要原因, 占有缺血性卒中的15%-20%, 随着近年来颈动脉狭窄患者药物治疗的进展, 无症状颈动脉狭窄患者发生卒中的风险已下降到1%^[1]。然而, 由于核磁共振动脉血管壁的图像质量和效果受到磁场强度、线圈类别、成像模式、检查序列等软硬件条件和扫描参数的影响, 不同医院之间的MR软硬件配置和序列参数设置均存在一定的差异, 缺乏依据不同血管分段、病变位置的规范化成像技术方案, 难以实现临床医生对图像进行标准化判读分析^[2]。因此接收射频(RF)脉冲信号线圈的规范化选取, 对管壁影像结构分析和临床准确评估起到极其重要的作用^[3]。

1 资料与方法

1.1 临床资料 选取本院2022年1月至2022年8月有磁共振颈动脉检查需求的患者30例, 其中患者年龄19~70岁(48.1±13.5), BMI 23.97±3.42, 男性16例, 女性14例。神经内科入院诊断为15例大脑中动脉狭窄, 9例高血压三级、二型糖尿病(5例高血压焦虑抑郁者), 6例脑梗。所有患者进入磁体间前均进行检查流程的宣教并签署磁共振扫描知情同意书。

1.2 MR检查方法 采用GE750 3.0T MR扫描仪, 将入组患者同时分别采用12通头颈线圈和8通表面线圈行斜冠状位Cube T₁WI序列扫描, 扫描参数为: TR 800ms, TE 30ms, FOV 16x16, 成像模式3D, 分辨率0.6x0.6mm², 层厚0.6mm, 矩阵大小为256x256, 激励次数3次。扫描定位中心于C4水平层面, 表面线圈较小, 摆位时需贴近体表。成像质量与动脉管壁距离线圈中心的距离成正相关, 并尽量将相应成像区域靶血管摆放于扫描野中心的部位, 同时将人体长轴方向与成像区域视野的矢状方位平行, 嘱患者保持平静呼吸并不要有吞咽口水动作^[4]。

1.3 图像质量评估 由两名高年资放射科医生采用双盲4分制法对两组扫描图像进行独立评分, 根据所分析的成像序列中管壁结构是否清晰显示的程度, 将图像质量分为4个等级: 1级, 血管腔和血管外壁边界显示不清, 存在严重伪影, 管壁的信号特征无法判读分析; 2级, 血管腔和血管外壁的部分边界显示清晰, 存在少许伪影, 但管壁的信号特征无法判读分析; 3级, 血管腔和血管外壁的边界显示清晰, 存在少许伪影, 血管壁的信号特征可以判读分析; 4级, 血管腔和血管外壁的边界显示清晰, 无伪影, 血管壁的信号特征可以判读分析^[5]。

在GEAW4.6工作站上, 对患者双侧颈总动脉、颈动脉窦、颈动脉C1段、胸锁乳突肌和背景噪声区分别放置大小约8mm²圆形感兴趣区(region of interest, ROI), 测量各部位ROI信号强度(SI)及背景噪声(SD), 按公式 $SNR=SI/SD$ ^[6]计算, 对两组双侧共60根血管180个测量位点取双侧平均值加减标准差作为最终结果。

1.4 统计学分析 采用SPSS 26.0软件进行相应的统计学分析。所有计量资料以($\bar{x} \pm s$)的形式进行描述。正态分布的计量资料均数比较采用独立样本t检验, 非正态分布的计量资料均数采用威尔科克森符号秩检验, 组间计数资料采用卡方检验。主观评分的组间比较利用Kappa一致性检验分析两位医师对图像质量评价的一致性; Kappa值将一致性分为5级:

【第一作者】林 港, 男, 初级技师, 主要研究方向: 磁共振心血管成像。E-mail: 492424048@qq.com

【通讯作者】常英娟, 女, 副主任技师/副教授, 主要研究方向: 磁共振成像技术。E-mail: ying307@163.com

0.00~0.20, 微弱; 0.21~0.40, 弱; 0.41~0.60, 中等; 0.61~0.80, 高度; 0.81~1.00, 极强。以 $P<0.05$ 为差异具有统计学意义^[7]。

2 结 果

本研究入组患者30例, 男性16例, 女性14例, 表面线圈组和头颈线圈组480个测量位点SNR值可见表1。Cube T₁WI序列的图像中测得: 颈总动脉、颈动脉窦、颈动脉C1段SNR采用威尔科克森

符号秩检验(P 值 <0.05), 有统计学意义。胸锁乳突肌处SNR采用独立样本T检验(P 值 <0.05), 有统计学意义。8通表面线圈组各个测量位点SNR显著大于12通头颈线圈组。两位医生对两组线圈扫描所得图像的主观评级可见表2~3, 表面线圈组的Kappa值为0.683, 头颈线圈组的Kappa值为0.402。头颈线圈组对同一组病例双侧60根颈动脉斑块检出率为73.3%, 头颈联合表面线圈组对双侧60根颈动脉斑块检出率为88.3% ($\chi^2=4.357$, P 值=0.037)(图3A-图3B)。

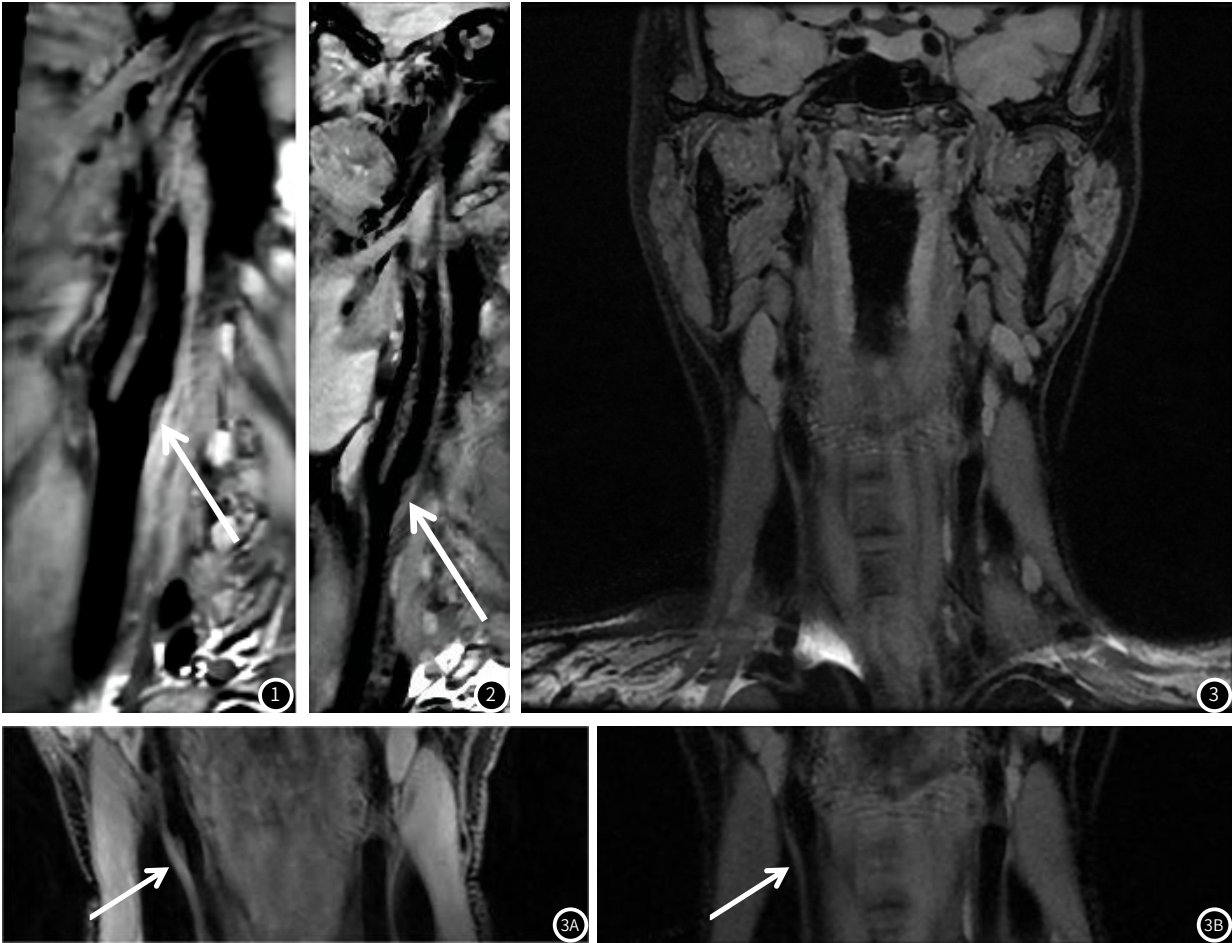


图1~图2 同一患者, 表面线圈组(图1)对于左侧颈内动脉起始处管壁斑块大小显示清楚, 血管腔和血管外壁边界显示清晰, 无伪影。
图3 同一患者原始图像, 表面线圈组(图3A)对于右侧血管管壁增厚, 斑块显示清楚, 边界清晰; 头颈线圈组(图3B)对于相同部位显示不清, 影像可见右侧颈动脉窦管壁增厚。

表1 两组Cube T₁序列各分段结构SNR比较

	12通头颈线圈组	8通表面线圈组	t/Z值	P值
颈总动脉	6.80±2.33	9.16±4.04	Z=-3.062	P=0.002
颈动脉窦	6.26±2.51	8.29±3.31	Z=-3.408	P=0.001
颈动脉颈段	7.28±3.04	9.57±3.58	Z=-3.809	P<0.05
胸锁乳突肌	36.66±14.65	93.33±17.33	t=-19.334	P<0.05

表3 两位医生对8通道表面线圈组主观评级

甲诊断评级* 乙诊断评级 交叉表					
表面组	甲评级				总计
	2级	3级	4级		
乙评级	2级	2	0	0	2
	3级	0	4	3	7
	4级	0	1	20	21
总计	2	5	23	30	

表2 两位医生对12通道头颈线圈组主观评级

甲诊断评级* 乙诊断评级 交叉表					
头颈组	甲评级				总计
	1级	2级	3级	4级	
乙评级	1级	1	0	0	1
	2级	0	2	1	3
	3级	0	4	8	13
	4级	0	2	4	7
总计	1	8	13	8	30

表4 对双侧60根血管的斑块检出率($\chi^2=4.357$, P 值=0.037)

组别	有斑块	无斑块	合计	检出率(%)
头颈组	44	16	60	73.3
头颈+表面组	53	7	60	88.3
总计	97	23	120	80.8

3 讨 论

复杂的非狭窄性颈动脉斑块是隐源性卒中的病因,以往检查者的射频线圈选取不针对特殊体型患者、病变解剖区域等因素进行改变的影像学检查方法有一定的局限性,无法高效、清楚将动脉管壁的壁内结构细微改变显现出来,进而会影响临床医生判断相应血管闭塞的病因,会耽误患者的进一步诊疗^[8]。

对于颈动脉不同分段选取不同扫描方案,便于颈动脉斑块成分的分型和定性。应用8通道表面线圈可有效获取较高图像质量的颈动脉颅外段血管壁的解剖结构和病变特征(图1-图2),为颈内动脉近端极重度狭窄导致远端管腔改变提供直观全面的影像学信息。在临床上对于颅内血管管壁成像的影像学检查中,3.0T磁共振因其较高的软组织对比,可为颈部动脉血管管壁结构改变的相关疾病的诊断提供直接影像学依据,已经被大量应用于颈部血管疾病的临床诊断和术前评估中。然而随着临床医生对于清晰图像和高质量报告的需求越来越高,进一步提高颈部不同解剖分区动脉血管壁磁共振成像^[9](VW-MRI)的规范化检查流程和成像技术规范显得尤为迫切。

众所周知,信噪比是使用者进行客观评价图像质量的重要数值指标,与线圈的敏感度、品质因子、填充因子以及有效范围等因素密切相关。然而上述因素对于一般使用者而言都是不可自行调节的。由于图像信噪比与线圈的通道数,扫描时间和扫描范围等因素有关^[10],为最大程度保证检查的一致性,两组扫描对象和扫描序列的几何参数、序列参数完全一致。因此,图像质量的高低就体现在检查者针对性对于不同临床检查需求的患者所进行的射频线圈选取^[11]。

表面组线圈较头颈组线圈可最大限度的贴近患者双侧被检测部位,使填充因子增加,并且线圈尺寸和射频探测深度与颈动脉颅外段范围大小相当,从而可以产生良好空间分辨率的影像,更好的显示管腔、管壁、斑块和肌肉等细微结构。本组测量数据中表面线圈组对患者双侧胸锁乳突肌的测量位点信号强度(SI)约为头颈线圈组的2.6倍($P<0.05$),有明显统计学差异。而文献^[12]指出, T_1WI (抑脂)序列若斑块内出现高信号时,1.6倍相邻肌肉的信号强度阈值对斑块内出血(intraplaque hemorrhage, IPH)的检测和定量更准确。此外相关研究结果表明检测IPH的最佳信号强度数值阈值为胸锁乳突肌的1.0倍、相邻肌肉的1.6倍、感兴趣区内的中位的2.2倍,如果斑块的信号强度在至少两个连续层面上测量数值大于胸锁乳突肌2倍以上则称为“MPRAGE阳性”^[13]。此外表面线圈组图像较高的信噪比^[14]可以用来获取较高的空间分辨率,减少容积效应,还可使用曲面重建(CPR)、多平面重建(MPR)等后处理方法进行任意角度展现血管壁斑块形态、累积范围。因此在扫描序列参数一致、同一患者时,不同射频线圈选取对于颈部相邻组织间信号强度差别,对于相关量化诊断,形成统一标准具有临床意义^[15]。

两位医生对两组图像进行的主观评级,表面线圈组Kappa值0.683显著大于头颈线圈组的Kappa值0.402,表面线圈组一致性较高(0.61~0.80)。表面线圈组对于BMI>24的肥胖患者检查成功率和舒适性也高于头颈线圈组。为了保证相关数据测量的一致性,对同一患者同时刻,分次应用头颈线圈、表面线圈对其颈部血管成像。影像结果显示(表3)表面线圈组对双侧颈动脉管壁斑块显示率为83.3%高于头颈组对双侧显示率73.3%。颈动脉狭窄与与颈动脉闭塞有关,其会导致供血区域脑组织灌注值下降,血流动力学异常,而应用表面线圈能清楚显示血管壁斑块成分,斑块出血情况等利于后续治疗。

本研究存在的局限性:入组样本量属于小样本,各个测量位点的SNR的相关性还需要通过更大样本量、更长随访时间的前瞻性研究进行证明。

综上所述,在3.0T磁共振设备上,Cube序列是临床上使用非常广泛基于FSE序列基础的3D成像序列,其采用比较长的回波链,因此具有更明显的血流留空效应。扫描血管壁采用3D-CUBE-T1黑血序列应用8通道表面线圈具有明显优势。在明确临床需求下应用8通道表面线圈能更清晰的显示颈动脉颅外段血管壁的病变征象和解剖结构;表面线圈组在图像质量和患者配合度方面都优于头颈线圈组,因此表面线圈可作为3.0T MR颈动脉颅外段血管壁检查首选。

参考文献

- [1] Baradaran H, Gupta A. Carotid Vessel Wall Imaging on CTA. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2020 Mar; 41(3): 380-386.
- [2] 中华放射学会MR分组. 颅内MR血管壁成像技术与应用中国专家共识[J]. 中华放射学杂志, 2019, 53: 1045-1059.
- [3] Hu X, Li Y, Zhang L, et al. A 32channel coil system for MR vessel wall imaging of intracranial and extracranial arteries at 3T[J]. *Magn Reson Imaging*, 2017, 36: 8692.
- [4] 葛晓乾, 李晓, 赵辉林, 等. 术前颈动脉斑块动态增强磁共振成像对支架置入后再狭窄发生的预测价值[J]. 上海交通大学学报(医学版), Vol. 40 No. 7 Jul. 2020.
- [5] Zhou Z, Li R, Zhao X, et al. Evaluation of 3D multicontrast joint intra and extracranial vessel wall cardiovascular magnetic resonance[J]. *J Cardiovasc Magn Reson*, 2015, 17: 41.
- [6] 叶鹏飞, 郭应坤, 张怡, 等. 构建兔颈总动脉粥样硬化斑块模型的新方法及评价[J]. 中国实验动物学报, 2021, (03): 301-306.
- [7] 王世军, 鲜军舫, 姜虹, 等. 8通道360度全景眼表面线圈在3.0T MR成像中的应用[J]. 放射学实践, 2019, (08): 869-873.
- [8] 钟瑜, 陈镜聪, 何国华, 等. 颈动脉闭塞使用高分辨率MRI血管壁成像技术诊断的准确性分析[J]. 影像研究与医学应用, 2021, (08): 30-31.
- [9] 杨曼存, 白小欣, 蔡军. 高分辨磁共振成像观察血管内治疗后基底动脉斑块进展: 一例病例报告[J]. 中国CT和MR杂志, 2021, (01): 175-176.
- [10] 龚志刚, 詹松华, 孔营楠, 等. 高场强头颈柔性线圈的颅脑成像质量的应用研究价值[J]. 放射学实践, 2019, (04): 555-559.
- [11] 王储呈晨, 王龙辰, 毕帆, 等. 磁共振图像质量控制中若干评价指标探讨[J]. 中国医疗设备, 2016, (07): 124-127.
- [12] 赵楠, 李俊林. 磁共振血管壁成像检测颈动脉斑块内出血的应用进展[J]. 内蒙古医学杂志, 2021, 53(09): 1084-1086.
- [13] 魏梦娇, 高阳, 郝祥程, 等. 高分辨磁共振血管壁成像技术颈动脉粥样硬化应用[J]. 放射学实践, 2021, (02): 275-278.
- [14] 杨洲博, 李忠豪, 谢国喜, 等. ApoE-/-小鼠三维DANTE-FLASH颈动脉血管壁成像: 基于7.0T磁共振技术[J]. *J South Med Univ*, 2021, 41(2): 216-222.
- [15] 张伟, 李华, 张书超. 彩色多普勒超声联合CTA检查对脑梗死患者颅外段颈动脉斑块性质的诊断价值[J]. 中国CT和MR杂志, 2022, (03): 20-23

(收稿日期: 2022-11-04)

(校对编辑: 姚丽娜)