

• 头颈部影像学 •

8 通道 360 度全景眼表面线圈在 3.0T MR 成像中的应用

王世军, 鲜军舫, 姜虹, 牛延涛, 陈青华

【摘要】 目的:探讨 8 通道 360 度全景眼表面线圈在眼部 3.0T MR 成像中的应用价值。**方法:**将符合入组标准的 94 例患者随机分为头线圈组和眼表面线圈组, 每例患者依次行平扫 FSE T₁WI、FRFSE T₂WI 及常规增强扫描。由两位有经验的医师分别在平扫图像上评估眼球、眼外肌、泪腺、视神经和血管、颞肌、眶隔及病灶, 对图像质量进行主观评分, 计算各结构的信噪比(SNR), 并比较两组间的差异。**结果:**在平扫 FSE T₁WI 和 FRFSE T₂WI 上眼表面线圈组的眼球、眼外肌前 1/2、视神经前 1/2、泪腺、颞肌及病变的 SNR 显著高于头线圈组(P 值均 <0.05), 而眼外肌后 1/2、视神经后 1/2 的 SNR 在两组间的差异无统计学意义(P 值均 >0.05)。眼表面线圈组中平扫 FSE T₁WI、FRFSE T₂WI 图像上眼球、眼外肌、视神经及血管、颞肌、泪腺、眶隔及病变的显示效果的主观评分均显著高于头线圈组(P 值均 <0.05)。两位医师对各眼部结构图像质量的主观评分结果具有较高的一致性(Kappa 值为 0.621~0.950)。**结论:**应用 8 通道 360 度全景眼表面线圈能更清晰地显示眼部的解剖结构和病变特征, 并且较常规头部线圈的图像质量更高, 可作为眼部 3.0T MR 检查的首选配置。

【关键词】 眼; 磁共振成像; 头线圈; 眼表面线圈; 图像质量

【中图分类号】 R770.4; R445.2 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2019)08-0869-05

DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2019.08.008

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



The application study of the 8-channel panorama eye surface coil in 3.0T orbital MRI WANG Shi-jun, XIAN Jun-fang, JIANG Hong, et al. Department of Radiology, Tongren Hospital, the Capital Medical University, Beijing 100730, China

【Abstract】 Objective: To discuss the value of the 8-channel panorama eye surface coil in 3.0T orbital MRI. **Methods:** Ninety-four patients were randomly assigned to two groups with eye surface coil and head coil group, All underwent axial pre-contrast FSE T₁WI and FRFSE T₂WI and contrast scans. The eyeball, extraocular muscles, lacrimal gland, optic and vessels, temporalis, orbit septum, and lesions were evaluated on pre-contrast images by two experienced radiologists, independently. Signal-to-noise ratio (SNR) was measured and image quality was graded. The differences of the parameters between eye surface group and head coil group were analyzed, P values less than 0.05 was considered significant. **Results:** The SNR of eyeball, extraocular muscle anterior 1/2, optic nerve anterior 1/2, lacrimal gland, temporalis and lesion in eye surface coil group were higher than those in head coil group ($P<0.05$), and there were no significant differences in extraocular muscle posterior 1/2, optic nerve posterior 1/2 ($P>0.05$). The image quality scores of eyeball, extraocular muscles, optic nerve and vessel, temporalis, lacrimal gland and optic septum in eye surface coil group were higher than those in head coil group ($P<0.05$). The inter-observer agreement was high with K value of 0.621~0.950. **Conclusion:** The 8-channel panorama eye surface coil is superior to head coil in displaying anatomical structures and lesion features with improvement of imaging quality, which is the first choice for orbital on 3.0T MRI.

【Key words】 Eye; Magnetic resonance imaging; Head coil; Eye surface coil; Image quality

作者单位:100730 北京,首都医科大学附属北京同仁医院放射科(王世军,鲜军舫,姜虹,牛延涛,陈青华),眼部肿瘤临床诊疗与研究中心(王世军,鲜军舫,姜虹,牛延涛,陈青华)

作者简介:王世军(1977-),男,北京人,硕士,主管技师,主要从事头颈部医学影像技术工作。

通讯作者:鲜军舫, E-mail: cjr_xianjunfang@vip.163.com

基金项目:北京市医院管理局临床医学发展专项“扬帆”计划眼耳鼻喉影像重点医学专业(ZYLX201704);北京市高层次卫生人才学科带头人(2014-2-005)。专利:一种用于磁共振成像的眼部线圈装置获得了实用新型专利证书(ZL 201721589720.1)

眼眶容积狭小,解剖结构错综复杂,内含眼球及其附属的诸多精细结构,因此高分辨率 MRI 在眼部病变的诊疗中具有重要作用^[1-3]。目前,临床眼部 3.0T MR 扫描通常使用头颅 8 通道相控阵线圈,虽然该线圈具有良好的均匀性,但其适宜的扫描范围较大。鉴于眼部解剖结构的特殊性,迫切需要用于眼部成像的专用线圈,以满足小视野高分辨力成像要求。然而目前尚无商用 3.0T MR 适用的眼部表面线圈,更没有与此相关的文献报道,为此本研究团队设计制作了专用于 3.0T MR 的 8 通道 360 度全景眼表面线圈,旨在提高对眼部结构及病变的显示能力^[4-7]。本研究通过对比分析眼表面线圈与头线圈成像质量的差异,旨在探讨该表面线圈在眼部 3.0T MR 成像中的应用价值。

材料与方法

1. 研究对象

将 2017 年 11 月—2018 年 3 月初次就诊于本院眼科门诊的 94 例患者(纳入本研究。其中,男 45 例,女 49 例,年龄 21~66 岁,平均(46.28±11.95)岁。入组标准:①年龄≥18 岁;②临床拟诊眼部病变且需行 MRI 检查;③未经任何药物或手术治疗;④无精神疾患,意识清晰,行动自如,可积极配合检查。排除标准:①安装人工心脏起搏器、人工心脏瓣膜者;②眼内或颅内存在金属异物者;③患有幽闭恐惧症等无法适应检查环境的心理疾病者;④妊娠妇女。本研究通过本院医学伦理委员会批准,研究对象均签署了知情同意书。

2. MRI 检查方法

采用使用 GE Discovery™ 3.0T MR 扫描仪。将入选患者随机分为两组,分别采用 8 通道相控阵头线圈和本研究设计并授权苏州众志公司制作的 8 通道 360 度全景眼表面线圈 Medcoil™ EYE80 进行扫描。患者均行横轴面 MRI 平扫及常规增强扫描,具体扫描参数见表 1。在整个扫描过程中,嘱被检者闭双目并尽量不要转动眼球,以减少眼球运动伪影。

3. 图像质量评估

由两位有经验的放射科医师在不知晓患者分组信息及临床资料的情况下,分别对 MR 图像质量进行评估。主要评估内容见表 2。若患者存在双侧眼部病变,医师随机测量一侧,若为单侧眼部病变则测量病变一侧。

表 2 对眼部 MR 成像上部结构的评估内容

类别	主观评价内容	客观评价内容
眼球	双侧巩膜、视网膜脉络膜复合体、睫状体、虹膜、晶状体	晶状体、玻璃体
眼外肌	内直肌、内直肌肌止点、外直肌、外直肌肌止点	内直肌、外直肌
颞肌	颞肌	颞肌
视神经及血管	视神经、眼上静脉	视神经
泪腺	泪腺	泪腺
其它	眶隔、病变	病变

在 GE AW4.4 工作站上,选取横轴面平扫图像上各眼部结构显示最佳的层面,于晶状体、玻璃体(前 1/2、后 1/2)、视神经(前 1/2、后 1/2)、内直肌(前 1/2、后 1/2)、外直肌(前 1/2、后 1/2)、颞肌、泪腺、病变和背景噪声区分别放置大小约 2mm² 圆形感兴趣区(region of interest, ROI),测量各部位 ROI 的信号强度值(SI)及背景信号的标准差(SD)。于不同时间对同一解剖结构进行 3 次测量,取其平均值作为最终结果。按照公式(1)计算 3 个序列图像上各解剖结构的 SNR^[8]:

$$SNR = \frac{SI}{SD} \tag{1}$$

两位医师按照 5 分制评分方法对患者眼部各结构的显示效果进行评分(0~4 分),取两者的平均分作为当前扫描条件下该结构的主观评分。评分标准如下。4 分:各解剖结构清晰可见,边界锐利光滑;有病变者,病变与正常组织之间的边界清晰,结构关系明确;3 分:各解剖结构显示较清晰,边界略欠锐利光滑;有病变者,病变边界欠清晰,与诸结构的关系不十分清晰明确;2 分:以上解剖结构显示欠清晰,边界较毛糙;有病变者,病变边界较毛糙,与诸结构的关系不清晰明确;1 分:各解剖结构观察不清;图像完全不能用于观察。

4. 统计学分析

表 1 眼部 MRI 各序列扫描参数

参数	表面线圈			头线圈		
	平扫		增强	平扫		增强
	FRFSE T ₂ WI	FSE T ₁ WI	FSE T ₁ WI	FRFSE T ₂ WI	FSE T ₁ WI	FSE T ₁ WI
TR(ms)	2620	586	400	2589	576	400
TE(ms)	97	8	6	102	8	6
视野(cm ²)	12×12	12×12	12×12	16×16	16×16	16×16
层厚(mm)	3	3	3	3	3	3
层间距(mm)	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
矩阵	384×256	384×256	384×256	384×256	384×256	384×256
激励次数	4	4	1	4	4	1
扫描时间	1min19s	1min 48s	2min15s	1min18s	1min46s	2min15s

统计学分析采用 SPSS 17.0 软件完成。所有计量资料以均值±标准差的形式进行描述。采用两独立样本 *t* 检验对两组图像的 SNR 进行比较。主观评分的组间比较选择两独立样本秩和检验(Mann-Whitney *U*)。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,依据 Kappa 值将一致性分为 5 级: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。

结 果

1. 患者的基本临床特征

本研究共入组患者 94 例,其中表面线圈组 46 例,头线圈组 48 例。两组患者的基本临床特征见表 3。

表 3 两组患者的基本临床特征

指标	表面线圈组 (n=46)	头线圈组 (n=48)	统计量	<i>P</i> 值
性别			0.568	0.451
男性	20	25		
女性	26	23		
年龄(岁)	48.13±12.68	44.33±11.36	1.291	0.207
眼部疾病				
眼球内肿物	15	12		
肌锥内、外间隙肿块	6	6		
泪腺肿物	10	12		
泪腺炎	8	8		
其它疾病	7	10		

2. 客观评估结果

表面线圈组和头线圈组眼部各结构的 SNR 值及组间比较见表 4~5。在平扫 T₂WI 和 T₁WI 上表面线圈组中眼球、眼外肌前 1/2、视神经前 1/2、泪腺、颞肌及病变的 SNR 显著高于头线圈组(*P* 值均 < 0.05),眼外肌后 1/2、视神经后 1/2 的 SNR 在两组间的差异无统计学意义(*P* 值均 > 0.05)。

表 4 两组 T₂WI 上各眼部结构 SNR 的比较

眼部结构	表面线圈	头线圈	<i>t</i> 值	<i>P</i> 值
眼球				
晶状体	13.43±1.38	9.22±1.35	14.90	0.000
玻璃体前 1/2	64.73±2.73	43.33±1.45	47.69	0.000
玻璃体后 1/2	50.90±10.49	39.22±6.72	6.45	0.000
眼外肌				
内直肌前 1/2	15.79±2.49	11.29±4.64	5.83	0.000
内直肌后 1/2	14.46±4.71	12.57±5.20	1.85	0.067
外直肌前 1/2	15.02±2.03	11.76±4.94	4.15	0.000
外直肌后 1/2	12.51±2.63	12.25±1.98	0.54	0.590
颞肌	14.97±1.85	6.13±1.93	22.66	0.000
视神经				
视神经前 1/2	12.45±2.56	10.90±3.48	2.44	0.016
视神经后 1/2	12.00±2.59	11.91±2.48	0.19	0.852
泪腺	15.51±3.59	10.43±4.05	6.43	0.000
病变	15.86±3.87	11.58±3.91	5.33	0.000

表 5 两组 T₁WI 上各眼部结构 SNR 的比较

眼部结构	表面线圈	头线圈	<i>t</i> 值	<i>P</i> 值
眼球				
晶状体	19.78±1.38	15.19±1.44	15.78	0.000
玻璃体前 1/2	26.34±2.30	19.45±1.69	16.61	0.000
玻璃体后 1/2	21.41±2.04	16.69±1.84	11.79	0.000
眼外肌				
内直肌前 1/2	13.54±1.91	11.20±3.47	4.03	0.000
内直肌后 1/2	12.11±2.34	11.29±2.75	1.54	0.126
外直肌前 1/2	11.41±1.70	7.17±1.91	11.38	0.000
外直肌后 1/2	8.55±1.83	7.88±2.02	1.62	0.110
颞肌	14.63±3.82	6.95±1.59	21.74	0.000
视神经				
视神经前 1/2	12.71±3.21	10.48±3.72	3.11	0.003
视神经后 1/2	11.42±2.71	10.63±3.35	1.25	0.213
泪腺	18.48±1.38	10.79±2.06	21.19	0.000
病变	17.69±3.40	16.03±1.48	3.09	0.003

3. 主观评估结果

两位医师对两组中平扫 T₂WI 和 T₁WI 上眼部各结构的图像质量评分及组间比较结果见表 6 和图 1~4。在平扫 T₂WI 和 T₁WI 上,表面线圈组中眼球、眼

表 6 两组平扫图像上眼部各结构的主观评分及组间比较结果

解剖结构	T ₂ WI		<i>P</i> 值	T ₁ WI		<i>P</i> 值
	表面线圈	头线圈		表面线圈	头线圈	
巩膜	3.78±0.42	2.28±0.48	0.000	3.63±0.53	2.16±0.42	0.000
视网膜脉络膜复合体	3.86±0.35	2.26±0.47	0.000	3.74±0.44	2.23±0.45	0.000
睫状体	3.78±0.42	2.02±0.14	0.000	3.65±0.52	2.24±0.43	0.000
虹膜	3.78±0.40	2.21±0.50	0.000	3.88±0.33	2.11±0.32	0.000
晶状体	3.77±0.39	2.15±0.36	0.000	3.89±0.31	2.19±0.47	0.000
内直肌	3.89±0.31	2.16±0.37	0.000	3.82±0.42	2.16±0.39	0.000
内直肌肌止点	3.73±0.45	2.24±0.50	0.000	3.79±0.43	2.19±0.42	0.000
外直肌	3.74±0.47	2.04±0.25	0.000	3.83±0.40	2.22±0.42	0.000
外直肌肌止点	3.74±0.47	2.10±0.37	0.000	3.80±0.43	2.21±0.11	0.000
颞肌	3.79±0.41	2.17±0.48	0.000	3.76±0.52	2.01±0.10	0.000
视神经	3.66±0.50	2.09±0.33	0.000	3.68±0.47	2.11±0.35	0.000
眼上静脉	3.55±0.54	2.28±0.54	0.000	3.83±0.41	2.04±0.32	0.000
泪腺	3.76±0.45	2.20±0.40	0.000	3.79±0.66	2.07±0.36	0.000
眶隔	3.67±0.49	2.18±0.38	0.000	3.75±0.46	2.15±0.34	0.000
病变	3.63±0.49	2.27±0.47	0.000	3.68±0.51	2.03±0.16	0.000

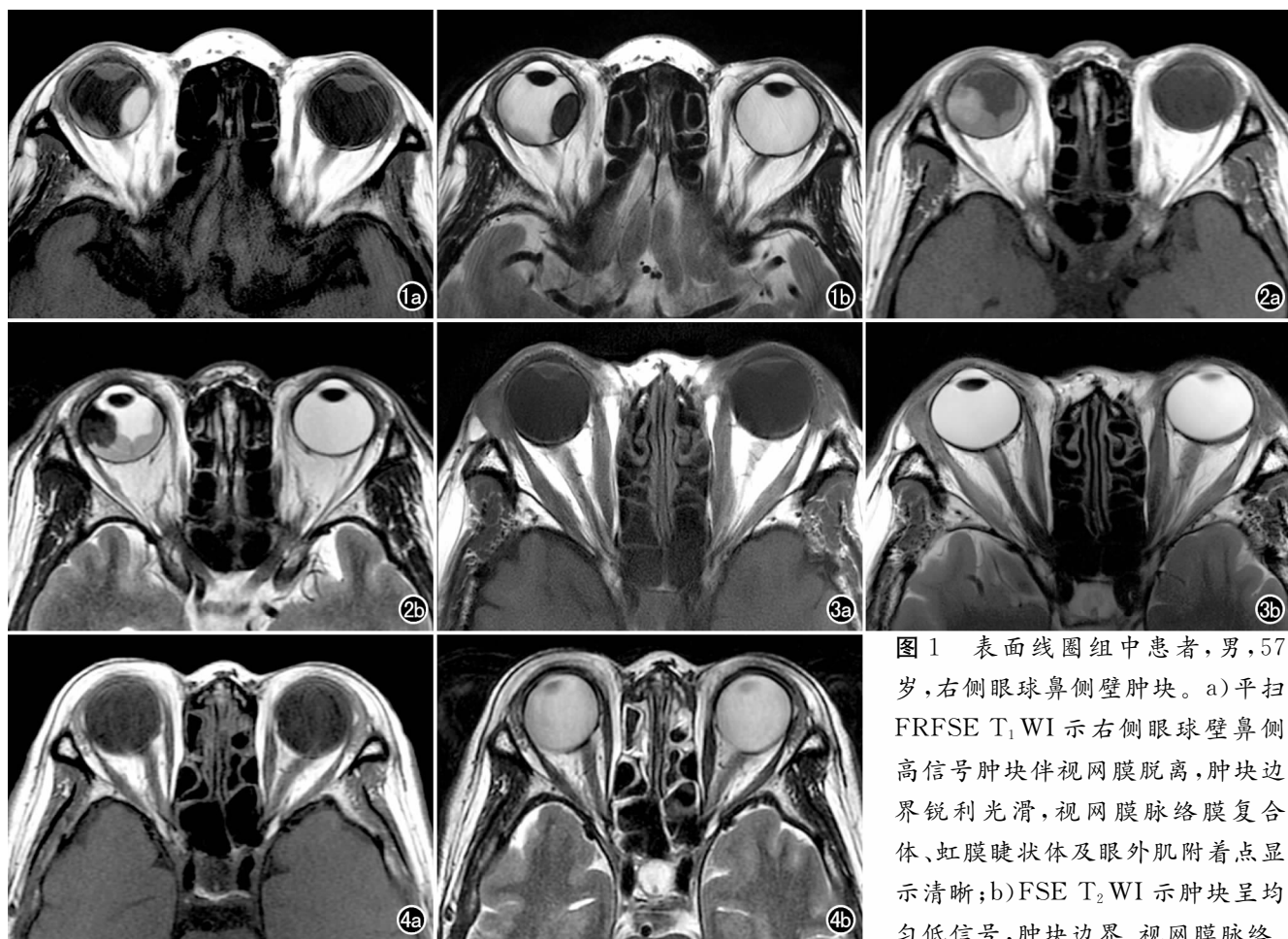


图 1 表面线圈组中患者,男,57 岁,右侧眼球鼻侧壁肿块。a)平扫 FRFSE T_1 WI 示右侧眼球壁鼻侧高信号肿块伴视网膜脱离,肿块边界锐利光滑,视网膜脉络膜复合体、虹膜睫状体及眼外肌附着点显示清晰;b)FSE T_2 WI 示肿块呈均匀低信号,肿块边界、视网膜脉络

膜复合体、虹膜睫状体及眼外肌附着点显示清晰。图 2 头线圈组患者,男,46 岁,右侧眼球壁颞侧肿块。

a)平扫 FRFSE T_1 WI 示肿块呈低信号,边界略毛糙,可见视网膜脱离,视网膜脉络膜复合体、虹膜睫状体及眼外肌附着点等细微结构显示欠佳;b)FSE T_2 WI 示肿块呈低信号,视网膜脉络膜复合体、虹膜睫状体和眼外肌附着点等细微结构显示欠清晰。

图 3 表面线圈患者,女,44 岁,Graves 眼病。a)平扫 FRFSE T_1 WI 示右侧内直肌和外直肌肌腹肥大,边界光滑,视神经显示清晰;b)FSE T_2 WI 示右侧内直肌、外直肌及视神经显示清晰,与眶内脂肪分界清楚。图 4 头线圈组患者,女,39 岁,Graves 眼病。a)平扫 FRFSE T_1 WI 示右侧内直肌、外直肌肌腹肥大,边界欠光滑,视神经与眶内脂肪分界模糊;b)FSE T_2 WI 示内直肌、外直肌及视神经边缘毛糙。

外肌、颞肌、视神经及血管、泪腺、眶隔及病变的图像质量评分均显著高于头线圈组($P < 0.05$)。两位医师的主观评分结果具有达到高度至极强的一致性(Kappa 值为 0.621~0.950)。

讨论

眼部空间较小,内部结构精细复杂,导致临床和影像诊断难度大、手术风险高。在临床上诸多影像学检查中,3.0T MRI 凭借优越的软组织对比,可为眶内占位病变的诊断提供直接的循证医学依据,已经广泛地应用于眼部疾病的临床诊断和术前评估中。然而随着对诊疗技术的精准性要求越来越高,进一步提高眼部 MRI 图像质量显得尤为迫切。众所周知,信噪比是评

价图像质量的重要指标,同时也是评估射频线圈的主要指标,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^[9-11]。然而对于一般使用者而言,上述因素都是不可自行调节的。因此,图像质量的高低就体现在对不同射频线圈的正确选择上^[12]。目前眼部 MRI 检查中常规应用头线圈,其优点是具有良好的均匀性、能提供较大视野,但其获得的图像 SNR 较低,图像分辨率受限,有时候难以准确判断眼部病灶的特征及邻近结构的受累情况^[13]。针对头线圈的不足,本研究中专门设计制作了用于 3.0T MR 扫描仪的 8 通道 360 度全景眼表面线圈,旨在提高图像质量,更好地满足临床需要。

为了比较两种线圈的成像差异,最大程度上保证

扫描参数的一致性,两组扫描中矩阵、层厚及层间隔完全一样,差别仅在于视野。这是因为两组使用相同小视野,则头线圈的图像信噪比不能满足诊断需要,所以适当扩大了头线圈组的视野。结果显示,即使头线圈组采用较大的视野,其 T_1WI 和 T_2WI 上眼球、眼外肌前半部分、颞肌、视神经前半部分、泪腺和颞肌的 SNR 仍是明显低于眼表面线圈组,同时眼表面线圈组中眼球、眼外肌、视神经及血管、泪腺及眶隔的图像质量评分亦显著高于头线圈组,这更加凸显了眼表面线圈的绝对优势。而眼外肌后半部分和视神经后半部分的 SNR 在两组间的差异无统计学意义,这也与陈青华等^[13]在 1.5T MR 仪上的研究结果相似。这是由于,表面线圈最大限度地接近被检部位,使填充因子增加,并且线圈尺寸与成像区域大小相当,可以获取较高的信噪比,从而产生良好的空间分辨率的图像,更好地显示视网膜脉络膜复合体、虹膜睫状体、眼外肌附着点等眼球细微结构;而眼外肌后半部和视神经后半部远离表面线圈,因此与头线圈图像的 SNR 间无显著差异。但需要注意到,以往应用中低场(如 1.5T)MR 扫描仪的眼表面线圈绝大多数为 4 通道线圈,视野较小、探测深度受限,对于球后部分的显示能力较差,无法满足对视神经及眶尖结构的显示要求。而本研究中使用的是应用于 3.0T MR 扫描仪的 360 度 8 通道全景眼表面线圈,对眼球和眼眶包括视神经的显示能力都要优于以往的眼表面线圈和 8 通道头线圈。

本研究中对眼部病变的评估结果显示,眼表面线圈组的 SNR 及主观评分均显著高于头线圈组。这除了与眼表面线圈的特性有关外,还与病变的位置有关。本研究中眼球及泪腺病变占绝大部分(表面线圈组 33/46,头线圈组 32/48),病变位置靠近表面线圈,对病变的显示能力显著提高。因此,眼表面线圈对位于眼前部病变的显示更具优势。

本研究中使用的眼表面线圈也存在不足:①信号均匀性不及头线圈,对离线圈较远的海绵窦及颅内结构的显示不及眶前部病变清晰。②对眼球运动敏感,患者配合欠佳时容易产生运动伪影,影响对正常解剖结构及微小病变的观察。因此,扫描中有必要联合应用减少运动伪影的扫描技术。

总之,在眼部 3.0T MR 成像中应合理选择不同线圈,以获得高质量的图像。本研究中应用的 8 通道 360°全景眼表面线圈能更清晰地显示眼部的解剖结构和病变特征,在眼球细微结构或眼前部病变的检查中可作为首选线圈。

参考文献:

- [1] Duong TQ. Magnetic resonance imaging of the retina: from mice to men[J]. Magn Reson Med, 2014, 71(4): 1526-1530.
- [2] Berkowitz BA, Bissig D, Dutczak O, et al. MRI biomarkers for evaluation of treatment efficacy in preclinical diabetic retinopathy[J]. Expert Opin Med Diagn, 2013, 7(4): 393-403.
- [3] Christoforidis JB, Wassenaar PA, Christoforidis GA, et al. Retrobulbar vasculature using 7T magnetic resonance imaging with dedicated eye surface coil[J]. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol, 2013, 251(1): 271-277.
- [4] 李静, 李婷, 鲜军舫. 眼眶 MR 成像 IDEAL 技术脂肪抑制效果和图像质量评价研究[J]. 放射学实践, 2016, 31(8): 695-699.
- [5] 郭鹏德, 王景文, 魏立强, 等. 基于 MRI 的淋巴瘤眼眶分布特征[J]. 中国医学影像技术, 2014, 30(7): 1006-1010.
- [6] Sun B, Song L. Orbital malignant lesions in adults: multiparametric MR imaging[J]. Jpn J Radiol, 2017, 35(8): 454-462.
- [7] Bittersohl B, Huang T, Schneider E, et al. High-resolution MRI of the triangular fibro cartilage complex (TFCC) at 3T: comparison of surface coil and volume coil[J]. J Magn Reson Imaging, 2007, 26(3): 701-707.
- [8] 康立丽, 余晓镔. MRI 图像信噪比影响因素分析[J]. 放射学实践, 2001, 16(6): 404-405.
- [9] Kumar A, Bottomley PA. Optimized quadrature surface coil designs[J]. Magna (New York), 2008, 21(1-2): 41-52.
- [10] Herrick RC, Hayman LA, Taber KH, et al. Artifacts and pitfalls in MR imaging of the orbit: a clinical review[J]. Radiographics, 1997, 17(3): 707-724.
- [11] Seeger A, Schulze M, Schuettauf F, et al. Feasibility and evaluation of dual-source transmit 3D imaging of the orbits: comparison to high-resolution conventional MRI at 3T[J]. Eur J Radiol, 2015, 84(6): 1150-1158.
- [12] 张帆, 李坤成, 于春水, 等. 临床用肢端柔性表面线圈和相控阵线圈在小动物磁共振成像中的性能比较[J]. 中国医学影像技术, 2006, 22(12): 1803-1804.
- [13] 陈青华, 王振常, 鲜军舫. 头线圈与眼表面线圈对眼球 MR 成像质量影响的对比研究[J]. 磁共振成像, 2012, 3(5): 324-330.

(收稿日期: 2019-01-15 修回日期: 2019-04-10)