

论 著

超声耦合剂软胶袋垫衬法在睾丸磁共振成像中的应用*

揭育添^{1,*} 郝金华² 黄裕存¹
陆少范¹ 黄胜福¹

1.珠海市第五人民医院放射科

(广东 珠海 519055)

2.中山火炬开发区医院放射科

(广东 中山 528437)

【摘要】目的 探寻一种能够提高MRI睾丸成像质量,从而实现睾丸高分辨率扫描,得到图像清晰、数据稳定的成像方法。方法 随机抽取30名25~60岁男性健康志愿者。A方案:在睾丸周围垫衬超声耦合剂软胶袋;B方案:睾丸周围不垫衬任何物品,进行常规扫描。采用A、B两种不同方案对睾丸进行同序列MRI扫描。行轴位T₁WI、T₂WI、T₂WI+FS、矢状和冠状位T₂WI+FS高分辨率扫描,高b值DWI扫描,算出目标图像的SNR、CNR值,并用预先设计好的评分标准进行评分,将所得数据进行统计学分析,比较A方案、B方案所得图像质量的差异。结果 A方案所得图像质量明显优于B方案。A和B两种方案间:轴位T₂WI、T₂WI+FS的SNR、CNR、IQS间差异在统计学上均有意义(P<0.05);DWI的CNR、IQS间差异有统计学意义(P<0.05);轴位T₁WI的IQS间差异无统计学意义,但SNR和CNR间差异有统计学意义(P<0.05);矢状和冠状位T₂WI+FS的SNR差异无统计学意义,但CNR、IQS间差异有统计学意义(P<0.05)。结论 超声耦合剂软胶袋垫衬法对磁共振睾丸成像质量有明显改善,并得到清晰的高分辨率影像和稳定的扩散加权成像。

【关键词】超声耦合剂;睾丸;磁共振成像;扩散成像

【中图分类号】R445.2; R697+22

【文献标识码】A

【基金项目】佛山市科技创新项目(2016AB003263)

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2022.04.053

Application of Ultrasonic Coupler Soft Plastic Bag Padding Method in MR Image of Testicle*

JIE Yu-tian^{1,*}, HAO Jin-hua², HUANG Yu-cun¹, LU Shao-fan¹, HUANG Sheng-fu¹.

1.Department of Radiology, the Fifth People's Hospital of Zhuhai, Zhuhai 519055, Guangdong Province, China

2.Department of Radiology, the torch Development Zone Hospital of Zhongshan, Zhongshan 528437, Guangdong Province, China

ABSTRACT

Objective To explore a kind of MRI checking method which can improve MRI imaging quality of testicle, realize testicle's high resolution scan and get diffusion-weighted images with clear image and stable data. **Methods** Thirty male health volunteers with aged 25 to 60 years were randomly selected; Plan A: The testicle is padded by ultrasonic coupling agent polybag; Plan B: Don't make any handling before checking; To make MRI scanning for same series and same parameter of testicle by these two different of plans. To make high resolution and high B DWI scanning to typical series of testicle checking, the axial T₁WI, T₂WI, T₂WI+FS, sagittal and coronal T₂WI+FS, calculate SNR, CNR of every image, assess the image quality, make statistical analysis Comparing the difference of image quality. **Results** The image quality of Plan A is obvious superior to Plan B. Between these two plans, the difference of SNR, CNR, IQS of the axial T₁WI, T₂WI, T₂WI+FS had statistical significance(P<0.05); The difference of CNR, IQS of DWI had statistical significance(P<0.05); The difference of the axial T₁WI IQS didn't have statistical significance. But there was statistical significance in the difference of SNR and CNR(P<0.05). SNR of sagittal and coronal T₂WI+FS didn't have statistical significance, but there is statistical significance in the difference of CNR, IQS(P<0.05). **Conclusion** Ultrasonic coupling agent soft polybag padding method can improve MR image quality of testicle, get clear high resolution image and stable diffusion-weighted images.

Keywords: Ultrasonic Coupling Agent; Testicle; Magnetic Resonance Imaging; Diffusion Imaging

一直以来,超声由于其操作简单、价格相对便宜的特性,在睾丸疾病的检查中都是作为首选方法,但同时弊端也明显:可重复性相对不稳定,病灶对周围组织的侵犯显示不直观,容易漏诊。近年来,随着磁共振的更新换代及普及,磁共振在睾丸检查中的应用渐渐被大家所接受。磁共振由于其软组织分辨率高,并且可多序列、任意角度成像,信息量丰富。此外,磁共振在功能成像方面,比超声有着更大的优势^[1-2]。但在睾丸常规的磁共振成像中伪影颇大,信噪比低,使得磁共振各项功能得不到充分发挥^[2-4]。本实验中使用自制的超声耦合剂软胶袋(以下简称“胶袋”)垫衬睾丸周围间隙,减少睾丸周围的空气间隙,从而使局部磁场相对均匀,同时亦一定程度上抑制了睾丸的不自主运动,进而减少磁共振睾丸检查的伪影,极大地改善了睾丸成像质量,对磁共振睾丸检查发挥重要意义。

1 资料与方法

1.1 一般资料 本研究已通过医院伦理委员会批准,所有志愿者检查前均签署了知情同意书。随机抽取30名健康男性志愿者,年龄25~60岁,样本主要来源于企业业职工及体检志愿者。

纳入标准:无睾丸、附睾及其他相关男科疾患。排除标准:装有心脏起搏器等不可进行磁共振检查者;幽闭恐惧症者;对检查配合不佳或是不能完成检查者。30名志愿者进行睾丸检查时分别采用A、B两种方案:A方案为用软胶袋将阴囊前方、后方及双腿之间空隙充分填充,其它同B;B方案为常规扫描,睾丸周围不放置任何物品,患者取仰卧位,阴囊位于扫描野中心区域,同时将阴茎上提,使其紧贴于腹壁正中。实验用机为飞利浦Ingenia-1.5T磁共振机,采用腹部相控阵线圈;A、B两

【第一作者】揭育添,男,副主任医师,主要研究方向:腹部CT及MRI诊断。E-mail: jyt0707@163.com

【通讯作者】揭育添

种方案采用相同的扫描角度、序列和参数。扫描如下序列^[5]：轴位T₁WI、T₂WI、T₂WI+FS、矢、冠状位T₂WI+FS行高分辨率扫描，对轴位DWI(b=1000s/mm²)成像扫描，具体扫描参数见表1。将所得图像传至专用工作站，由3名资深影像医师对其成像质量按预先设定标准进行逐条评价，将3名医师测算的SNR、CNR数据和影像质量评分取均数，将A、B两个检查方案所得数据和评分进行统计学分析，比较A、B两种方案相应各序列的成像质量差异。

1.2 胶袋制作 胶袋选择：15寸无色乳胶气球，医用超声耦合剂。胶袋制作：往气球内灌注量约为胶袋无扩容情况下容量30%~50%的医用超声耦合剂，并将胶袋内气体尽可能的排出，以免产生伪影，最后将胶袋封口。

1.3 评价内容 (1)信噪比(signal to noise ratio, SNR)，公式： $SNR=SI_{\text{睾丸}}/SD_{\text{背景}}$ 。(2)对比噪声比(contrast to noise ratio, CNR)，公式： $CNR=|SI_{\text{睾丸}}-SI_{\text{附睾}}|/SD_{\text{背景}}$ 。(3)成像质量评分(image quality score, IQS)。

1.4 成像质量评分标准 非功能成像评分标准：(1)图像伪影较大，睾丸变形比较明显，局部结构无法区分，信号欠均匀，睾丸、附睾特征难以区分，图像质量不能满足诊断需求，1分。(2)图像有轻度伪影，睾丸仅有轻度变形，能区分睾丸和附睾解剖结构，组织结构界限相对欠清晰，但基本上可以区分各组织信号，信号欠均匀，图像质量不能满足诊断需求，2分。(3)图像有伪影，睾丸未见变形，睾丸和附睾结构清晰，能正确体现局部特征，中心区域信号相对均匀，边缘区域信号欠均匀，图像质量基本能满足诊断需求，3分。(4)图像无伪影，睾丸未

见变形，睾丸及附睾结构清晰，中心、边缘区域信号均匀，图像质量完全能满足诊断需求，4分。

扩散加权成像(DWI)评分标准：(1)睾丸明显变形，信号高低不匀，边缘不清晰，图像质量不能满足诊断需求，1分。(2)睾丸有轻度变形，大致轮廓体现，信号不均匀，图像质量不能满足诊断需求，2分。(3)睾丸无变形，轮廓较清晰，睾丸内部信号均匀，仅边缘区信号不均匀，图像质量基本能满足诊断需求，3分。(4)睾丸无变形，轮廓锐利清晰，睾丸内部和边缘区信号均匀，图像质量完全能满足诊断需求，4分。

1.5 统计学分析 使用SPSS 20.0统计软件，计量资料均以 $(\bar{x} \pm s)$ 表示，配对t检验比较A、B两种方案各序列两组睾丸影像SNR、CNR间差异，采用Wilcoxon配对符号秩和检验比较两组睾丸成像质量评分间差异， $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

A方案图像质量明显优于B方案，轴位DWI和轴位T₂WI、T₂WI+FS表现最明显。按影像图像质量差异大小排列依次为轴位DWI、轴位T₂WI+FS、轴位T₂WI、冠状位T₂WI+FS、矢状位T₂WI+FS、轴位T₁WI。A、B两种不同检查方案，轴位T₂WI、T₂WI+FS的SNR、CNR、IQS之间差异均有统计学意义；DWI的CNR、IQS之间差异有统计学意义；轴位T₁WI的IQS之间差异无统计学意义，但SNR和CNR间差异有统计学意义；矢、冠状位T₂WI+FS之间SNR差异无统计学意义，但CNR、IQS间差异有统计学意义(表2、表3)。

表1 实验测试所用各扫描序列具体参数(轴位DWI, b=1000s/mm²)

扫描序列	FOV	序列	TR(ms)	TE(ms)	带宽(kHz)	层厚/层距(mm)	矩阵	相位编码方向	NEX
轴位T ₁	18	FSE	260	最短值	41.67	3/0	320×224	前后	4
轴位T ₂	18	FRFSE	2000	68	62.5	3/0	320×224	前后	4
轴位T ₂ 抑脂	18	FRFSE	2000	68	62.5	3/0	320×224	前后	4
冠状T ₂ 抑脂	18	FRFSE	2000	85	31.25	3/0	320×224	上下	4
矢状T ₂ 抑脂	18	FRFSE	2000	85	31.25	3/0	320×224	前后	4
轴位DWI	30	SE-EPI	4000	88	默认值	3/1	256×192	前后	6

表2 A、B两种方案睾丸DWI检查的图像质量客观评价指标

方向序列	轴位T ₁ WI		轴位T ₂ WI		轴位T ₂ WI+FS		DWI	冠状位T ₂ WI+FS		矢状位T ₂ WI+FS	
	SNR	CNR	SNR	CNR	SNR	CNR	SNR	SNR	CNR	SNR	CNR
测试参数 A	4.12±0.68	0.70±0.26	7.19±3.58	1.21±0.65	4.23±2.08	0.61±0.19	108.5±20.89	5.89±1.95	3.26±1.05	7.62±3.01	2.91±0.89
B	3.61±0.59	0.56±0.23	3.39±2.18	0.49±0.51	2.29±1.81	0.23±0.12	45.86±24.70	5.31±1.65	2.39±1.21	6.80±2.65	2.51±0.61
t	-2.658	-2.759	-5.613	-4.64	-3.595	-8.398	-10.598	-1.895	-2.685	-1.795	-2.589
P	0.010	0.010	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.059	0.010	0.071	0.012

注：因附睾在A方案中DWI图像均表现为极低信号，而在B方案中信号非常不稳定，故未对DWI序列的CNR计算。

表3 A、B两种方案各序列图像质量主观评分

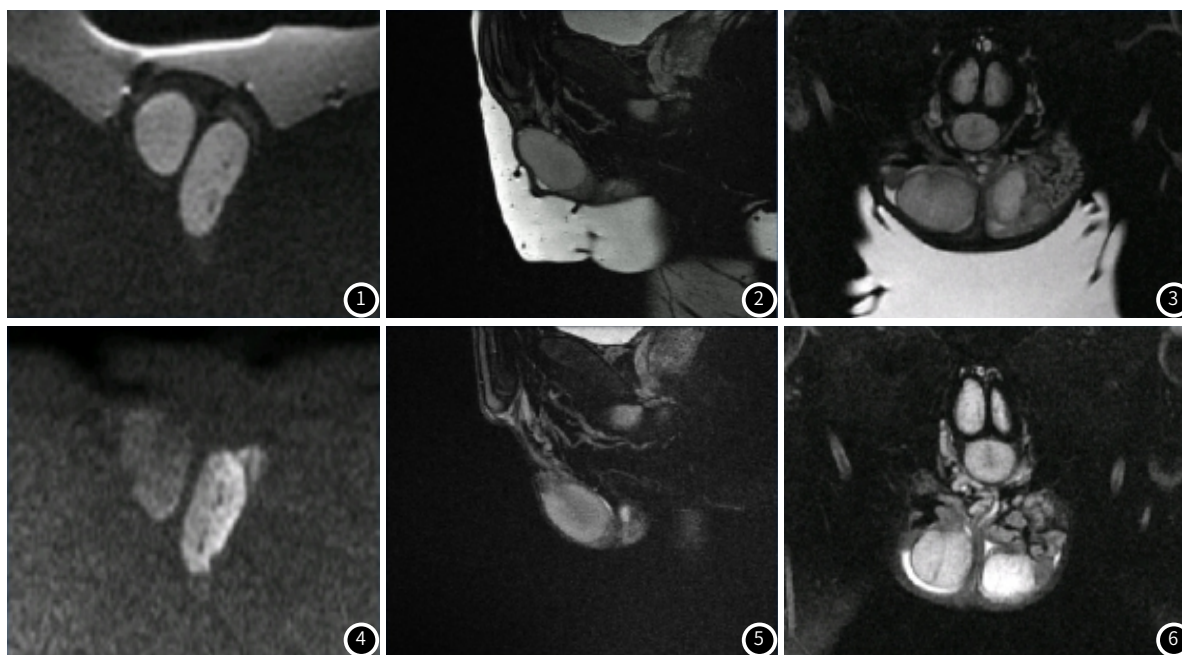
方向序列	轴位T ₁ WI	轴位T ₂ WI	轴位T ₂ WI+FS	DWI(b=1000s/mm ²)	冠状位T ₂ WI+FS	矢状位T ₂ WI+FS
测试参数 A	3.60±0.50	3.90±0.31	3.57±0.57	3.83±0.38	3.60±0.50	3.67±0.48
B	3.43±0.63	3.10±0.71	2.63±0.89	2.20±0.96	2.77±0.90	3.10±0.76
Z	-1.291	-4.347	-4.350	-4.714	-3.373	-2.748
P	0.197	0.000	0.000	0.000	0.001	0.006

A方案图像背景噪声降低, 睾丸运动伪影消失, 睾丸、附睾、睾丸附件显示清楚, 解剖结构边缘锐, 不同组织间分界清晰(图1~3)。睾丸为均质的等T₁稍长T₂信号, 边缘白膜呈锐利清晰的线样低信号。附睾内部微小的管状结构清晰可辨, 管状结构间混有少量脂肪信号, 附睾DWI呈低信号。睾丸附件为椭圆形均匀稍短T₂信号, DWI呈低信号。睾丸纵隔和阴囊纵隔显示清晰, 为低信号。睾丸鞘膜内少量生理性液体, 呈长T₁长T₂信号。

B方案背景噪声较大, 背景表现为较粗大颗粒状噪声信号, 虽然睾丸和附睾正常形态已显示, 但内部解剖细节分辨不

清, 组织边缘虽然已显示, 但不够锐利, 睾丸附件与附睾分界不清。DWI睾丸明显变形, 受磁化率伪影的影响睾丸信号明暗不均匀, 双侧睾丸信号不等, 附睾局部可表现为假性高信号, 不能正确体现出睾丸及附睾自身信号特征(图4~6)。

A、B方案系列图组对比, 软胶袋对检查部位未产生附加伪影。耦合剂呈稍长T₁长T₂信号, DWI信号强度与睾丸相似, 胶袋与组织交接界面未见化学位移伪影产生, 在磁场的震动情况下未见波动伪影产生。实验中检查部位填充胶袋及捆扎线圈时志愿者无任何不适感。



上、下相邻两幅图片为同一志愿者、同序列、同层对比图。图1~3为A方案图像。睾丸和附睾分界清晰, 阴囊纵隔清晰可见, 附睾区脂肪与附睾结构对比清晰。图4~6为B方案图像。睾丸和附睾混为一团, 边界难以分辨。

3 讨论

随着磁共振应用的推广, 人体各组织器官的检查也相对成熟, 但本研究查阅国内近年关于睾丸磁共振影像研究资料发现^[3-4,6-8]: 绝大部分所引用图片质量多不理想, 缺点比较明显, 主要表现如下几方面: (1)压脂不均匀; (2)睾丸由于不自主运动所产生的伪影较大; (3)DWI磁化伪影明显; (4)T₂WI、DWI序列信号欠均匀; (5)SNR及CNR低。图像综合质量差, 无法实现高分辨率扫描, 得不到稳定的扩散加权成像(DWI), 不能提供真实稳定的ADC值数据, 从而限制了磁共振在睾丸检查中的应用。有研究者采用改良后的序列来扫描睾丸、前列腺及头颈部, DWI影像质量有所改善, 但睾丸变形及周围信号不均等问题仍然存在^[2-4]。也有学者为提高睾丸成像质量, 在睾丸下方垫衬毛巾或用胶布使其固定, 确实减少了睾丸的不自主运动, 同时双侧睾丸可对称显示, 即使如此, 磁化率伪影所导致的图像问题依然存在^[1-6]。李鹏等^[9]自制一种肩颈部空隙填充袋, 解决了局部磁场不均导致的磁化率伪影和压脂不均问题, 使臂丛神经成像质量得到了明显提高。由于目前并无专用线圈用于睾丸的检查, 临床实际工作中基本都是采用腹部相控阵线

圈^[5,10]。

磁共振睾丸成像产生伪影的主要因素分析: (1)睾丸所处位置特殊, 表面形态不规整, 形成一相对气体与软组织夹杂的受检整体, 导致局部磁场不均匀, MRI磁化率伪影大, 如睾丸或附睾有肿块, 则促使局部检查部位形态更加不规则; (2)呼吸和提睾肌引起的睾丸不自主运动, 使得运动伪影大; (3)检查组织与线圈空隙大, MRI回波信号在空气中损耗大, 睾丸影像信号不均匀。如果想得到睾丸高质量MRI影像解决以上三方面问题是关键。受以上相关研究和理论基础的启发, 本研究将耦合剂注入适当尺寸的乳胶袋内, 并将其内气体排空后封口。检查前用胶袋将睾丸周围空隙及睾丸与线圈间空隙充分填充, 从而人为地创造局部磁场相对均匀并能抑制睾丸不自主运动的环境, 进而减少磁共振睾丸检查的伪影、提高磁共振睾丸成像质量。

对图像质量评分的目的和作用: 影响磁共振成像质量因素较多, 很多时候对噪声的控制都不够理想, 仅靠SNR和CNR进行分析远不能对图像作出客观评价^[11], 如: 睾丸成像有磁化率伪影时, 睾丸信号可多种多样, 可表现为高信号、低信号或者是高低混杂信号, 此时, 所测睾丸信号就不是睾丸组织内的

真实信号,进而影响SNR、CNR值的准确性,故本实验在前两者数据收集的同时,又对每一组图像质量按预定评价标准进行评分,目的是进一步缩小前两者不足造成评价标准的失实。此点在矢、冠状位T₂WI+FS时表现最明显,SNR方案A和B两者差异无统计学意义,而SNR和两者间评分差异有统计学意义。

综上,利用充填超声耦合剂的软胶袋垫衬法,在睾丸磁共振成像中有比较显著的改善,并可用小视野进行高分辨率扫描,同时能够得到稳定、精确的功能成像,进一步发挥了磁共振对睾丸及附睾的检查优势,能够为临床提供高精度的影像学资料^[12],值得临床推广。

参考文献

- [1] 李敏, 蒋涛. 睾丸肿瘤的MRI表现[J]. 中华放射学杂志, 2013, 47(9): 820-823.
- [2] 蔡杰, 王良, 邓明, 等. 采用分段读出平面回波和单次激发平面回波扩散加权成像序列对阴囊病变成像图像质量的影响[J]. 中华放射学杂志, 2016, 50(7): 513-517.
- [3] Gulum M, Cece H, Yeni E, et al. Diffusion-weighted MRI of the testis in hydrocele: A pilot study[J]. Urol Int, 2012, 89(2): 191-195.
- [4] Karakas E, Karakas O, Cullu N, et al. Diffusion-weighted MRI of the testes in patients with varicocele: A preliminary study[J]. AJR Am J Roentgenol, 2014, 202(2): 324-328.
- [5] 杨正汉, 冯逢, 壬霄英. 磁共振成像技术指南: 检查规范、临床策略及新技术应用[J]. 北京: 人民军医出版社, 2010.
- [6] 龙德云, 陈国军, 陈和平, 等. 睾丸附睾病变MRI表现及其诊断[J]. 放射学实, 2009, 24(6): 664-667.
- [7] 李德忠, 张建针, 成喜欢, 等. 睾丸精原细胞瘤MRI表现[J]. 实用放射学杂志, 2012, 28(4): 570-572.
- [8] 李国祥. 睾丸表皮样囊肿的MRI诊断[J]. 中国CT和MRI杂志, 2015, 13(5): 111-113.
- [9] 李鹏, 吕发金, 勒都晓兰, 等. 匀场辅助装置在臂丛神经成像中的应用[J]. 中国医学影像技术, 2012, 28(10): 1906-1909.
- [10] Kreydin E I, Barrisford G W, Feldman A S, et al. Testicular cancer: What the radiologist needs to know[J]. AJR Am J Roentgenol, 2013, 200(6): 1215-1225.
- [11] 龙响云, 方向军, 罗祖孝, 等. 高场磁共振成像常见伪影与消除分析[J]. 中南医学科学杂志, 2011, 39(3): 296-298.
- [12] 孙应实, 李晓婷, 张晓燕, 等. 直肠癌高分辨率磁共振成像T分期与病理T分期的对照研究[J]. 中华外科杂志, 2012, 50(3): 207-210.

(收稿日期: 2020-07-25)