❖骨骼肌肉影像学

MRI and MR arthrography in detecting rotator cuff tear with different degrees: Meta-analysis

YE Siting, ZENG Xuwen*, LIANG Zhiping
(Department of Radiology, Guangzhou Red Cross Hospital, Medical College, Jinan University, Guangzhou 510220, China)

[**Abstract**] **Objective** To evaluate MRI and MR arthrography (MRA) in diagnosing rotator cuff (RC) tear with different degrees by Meta-analysis. **Methods** The articles were searched in the databases such as Cochrane Library, Embase and PubMed, Wanfang, VIP, CNKI. The characteristics of the included articles were appraised and extracted. Data were analyzed with Metadisc and STATA software. **Results** Totally 36 articles met the inclusion criteria, 33 were including full thickness tears and 25 were including partial-thickness. The subjects and methods of the articles were different and existed heterogeneity. The summary sensitivity, specificity and area under curve (AUC) of MRI and MRA for diagnosing RC full thickness tears were 0.88 (95%CI [0.85, 0.90]), 0.95 (95%CI [0.93, 0.96]), 0.973 3, 0.93 (95%CI [0.91, 0.95]), 0.96 (95%CI [0.93, 0.97]), 0.981 4. For diagnosing RC partial-thickness tears were 0.70 (95%CI [0.64, 0.76]), 0.92 (95%CI [0.89, 0.94]), 0.824 3, 0.82 (95%CI [0.77, 0.86]), 0.94 (95%CI [0.92, 0.95]), 0.937 6. No significant differences were found in the AUC between the two groups. **Conclusion** The accuracy of RC tear avulsion for MRA are higher than that for MRI, but the differences without significance. When there is unclear of RC avulsion using MRI, MRA can be used for diagnosis.

[**Key words**] Magnetic resonance imaging; Arthrography; Shoulder; Meta-analysis
DOI: 10.13929/j.1003-3289.2016.10.027

MRI 与 MR 关节造影诊断肩袖不同程度撕裂准确性的 Meta 分析

叶思婷，曾旭文*，梁治平
（广州市红十字会医院 暨南大学医学院附属广州红十字会医院放射科，广东 广州　510220）

[**摘　要**] **目的**　通过 Meta 分析评价 MRI 和 MR 关节造影（MRA）对肩袖不同程度撕裂的诊断价值。**方法**　检索 Cochrane 图书馆、Embase、PubMed、万方、维普及 CNKI 等数据库，收集符合纳入标准的文献，并对文献进行评价和筛选。应用 Metadisc 及 STATA 软件对纳入的试验结果进行分析。**结果**　共获取符合纳入标准的文献 36 篇，其中包含全层撕裂文献 33 组数据、部分撕裂文献 25 组数据。各研究间存在异质性。MRI 及 MRA 诊断肩袖全层撕裂的汇总加权敏感度、特异度、SROC 曲线下面积（AUC）分别为 0.88[95%CI(0.85,0.90)]、0.95[95%CI(0.93,0.96)]、0.973 3、0.93[95%CI(0.91,0.95)]、0.96[95%CI(0.93,0.97)]、0.981 4。MRI 及 MRA 诊断肩袖部分撕裂的汇总加权敏感度、特异度、SROC 曲线下面积分别为 0.70[95%CI(0.64,0.76)]、0.92[95%CI(0.89,0.94)]、0.824 3、0.82[95%CI(0.77,0.86)]、0.94[95%CI(0.92,0.95)]、0.937 6 。两种检查手段对诊断肩袖不同程度撕裂的 AUC 差异无统计学意义。**结论**　虽然 MRA 诊断肩袖撕裂的准确率高于 MRI，但两者无显著差异。常规 MRI 诊断肩袖撕裂不明确时，可考虑采用 MRA 进一步检查。

[**基金项目**] 国家自然科学基金（30973067）、广州市医药卫生科技项目（2014A011020）。
[**第一作者**] 叶思婷（1990—），女，广东惠州人，在读硕士。研究方向：骨肌诊断。E-mail：276773033@qq.com
[**通信作者**] 曾旭文，广州市红十字会医院放射科，510220。E-mail：13926190802@163.com
[**收稿日期**] 2016-03-17　[**修回日期**] 2016-08-03

[关键词] 磁共振成像;关节造影术;肩; Meta 分析
[中图分类号] R684; R445.2 [文献标识码] A [文章编号] 1003-3289(2016)10-1576-06

肩袖是一个由冈上肌、冈下肌、小圆肌和肩胛下肌组成的肌腱环,从后、上、前方围绕肩关节,维持其稳定性。肩袖撕裂是引起肩部疼痛和功能障碍的常见原因,其中 90%以上发生于冈上肌肌腱[1]。影像检查对指导肩袖撕裂的治疗有重要意义。MR 作为常规的检查手段已广泛应用于临床,对肩袖撕裂的诊断及鉴别诊断价值已得到公认[2]。MR 关节造影(MR arthrography, MRA)也被认为具有良好的诊断准确率。本研究旨在通过 Meta 分析探讨 MRI 和 MRA 对肩袖不同撕裂程度的诊断价值。

1 资料与方法

1.1 文献检索 检索数据库包括中国期刊网 CNKI、万方数据库、PubMed、EMBASE、Cochrane Library 数据库。中文关键词为"肩袖撕裂、磁共振、关节造影";英文关键词为"rotator cuff、magnetic resonance imaging、magnetic resonance arthrography、MR arthrography"。对参考引文进行二次检索。

1.2 文献选择 纳入标准:①外文限英文,为科学引文索引(Science Citation Index,SCI)收录期刊文献。中文文献限定来源于万方、维普数据库及 CNKI 数据库。②病例数≥20 例。③金标准诊断明确:通过关节镜或手术确诊。④自 1995 年至今发表的文献。⑤可直接或间接取得诊断试验的原始数据,如真阳性(true positive, TP)、假阳性(false positive, FP)、真阴性(true negative, TN)和假阴性(false negative, FN)。排除标准:①文摘、个案报道、综述类文献及会议论文。②未经"金标准"确诊的病例。③不完整的资料、数据及数据重复发表的文献。

1.3 文献资料的提取 根据 QUADAS 评分标准[3](参考 Cochrane 协作网筛查和诊断性试验方法学意见,去掉其中 3、8、9 条项目,修订后的评价标准为 11 项)进行文献质量评估。评价条目包括:疾病谱组成,选择金标准,疾病进展偏倚,部分参照偏倚,多重参照偏倚,混合偏倚,试验解读偏倚,金标准解读偏倚,临床解读偏倚,难以解释的试验结果,退出病例评价(图 1)。提取一般资料及诊断指标。

1.4 统计学分析 采用 Meta Disc 1.4 和 STATA 11.0 统计分析软件。

1.4.1 发表偏倚 通过 STATA 绘制漏斗图并计算 P 值。若纳入文献分布对称性好且 $P>0.05$ 为发表偏倚小。

1.4.2 异质性检验 对研究进行阈值效应检验,计算 *Spearman* 相关系数及 P 值。非阈值效应通过对各检验指标行 *Cochran* Q 检验,分别计算 P 值及 I^2 值。$P<0.05$为存在异质性,通过 I^2 值进行判定:I^2 值 0~25% 异质性可忽略,I^2 值 26%~50% 提示低度异质性,I^2 值>50%提示异质性较明显。若异质性不能忽略,采用随机效应模型汇总处理,反之采用固定效应模型汇总分析。

1.4.3 诊断效能评价 汇总各研究的敏感度、特异度、诊断比值比(diagnostic odds ratio, DOR),拟合受试者工作特征(summary receiver operator characteristic, SROC)曲线,并计算曲线下面积(area under the curve, AUC)及 Q^* 指数。DOR 表达诊断试验的"判别"能力,DOR 越大,判别能力越强。AUC 及 Q^* 值可评价两种技术的诊断性试验价值,AUC 及 Q^* 值越大,诊断试验准确性越好。

1.4.4 Meta 回归及亚组分析 协变量设定:区域分为亚洲组及非亚洲组。磁场场强分为≥3.0T 组及<3.0T 组。

2 结果

2.1 入选文献特征及质量评价 根据关键词检索文献题目及摘要,得到相关文献 366 篇,按照入选标准及排除标准对文献摘要进行筛选,最后共获取 36 篇文献[4-39]、58 组数据,其中全层撕裂 33 组、部分撕裂 25 组。其中田春艳等[6]包含两组 MRI 测量全层撕裂数据。见表 1 及图 1。

2.2 统计分析

2.2.1 发表偏倚检验 绘制 Deeks 漏斗图进行检验,数据基本沿回归线对称分布,发表偏倚无统计学意义($P=0.13$,图 2)。

2.2.2 异质性检验 全层撕裂组中,MRI 及 MRA 的 *Spearman* 相关系数较小,P 值均>0.05,提示无阈值效应。非阈值效应检验中,MRI 及 MRA 的多项检验指标 P 值提示存在异质性,但 I^2 值均<25%,异质性可忽略,采用固定模型对数据进行汇总处理。部分撕裂组中,MRI 及 MRA 的 *Spearman* 相关系数及 P 值提示无阈值效应。非阈值效应检验中,MRA 异质性可

表 1　纳入文献一般特征及诊断信息

第一作者	发表时间(年)	国家	研究类型	中位年龄	磁场强度	检查方法	撕裂程度	例数	TP	FP	FN	TN
Magee T[4]	2014	美国	回顾	55	3.0	MRI	全层	150	113	0	6	31
						MRA	全层	150	119	0	0	31
Hitachi S[5]	2011	日本	前瞻	58	1.5	MRI	全层	68	35	0	5	28
						MRA	全层	39	11	0	12	16
田春艳[6]	2010	中国	回顾	37	1.5	MRI	全层	264	53	5	7	199
						MRI	全层	264	57	10	3	194
Adams CR[7]	2010	美国	回顾	56	—	MRI	全层	90	16	0	28	46
Lambert A[8]	2009	法国	前瞻	—	3.0	MRI	全层	48	32	0	1	15
						MRI	部分	48	12	1	1	34
Lannotti JP[9]	2005	美国	前瞻	—	1.5	MRI	全层	99	40	7	2	50
						MRI	部分	99	27	6	10	56
Teefey SA[10]	2004	美国	前瞻	59	1.5	MRI	全层	71	46	8	0	17
						MRI	部分	71	12	1	7	51
邓霞[11]	2004	中国	前瞻	72.2	1.0	MRI	全层	40	6	1	0	33
						MRA	全层	40	6	1	0	33
						MRI	部分	40	13	2	8	17
						MRA	部分	40	19	1	2	18
Chang CY[12]	2002	中国台湾	回顾	52	1.5	MRI	全层	43	27	0	4	12
Martín-Hervás C[13]	2001	西班牙	前瞻	—	0.5	MRI	全层	61	21	1	5	34
						MRI	部分	61	4	13	4	40
Yamakawa S[14]	2001	日本	前瞻	57	0.5	MRI	全层	75	46	1	8	20
						MRI	部分	75	5	8	1	61
郑卓肇[15]	2001	中国	前瞻	43.6	1.5	MRI	全层	32	11	3	3	15
						MRA	全层	32	14	1	0	17
朱庆生[16]	2000	中国	前瞻	50	0.2	MRI	全层	46	20	0	2	24
						MRA	全层	46	21	3	1	21
Blanchard TK[17]	1999	英国	前瞻	50.6	1.5	MRI	全层	38	9	6	2	21
Balich SM[18]	1997	美国	回顾	45	1.5	MRI	全层	222	41	6	4	171
						MRI	部分	141	11	8	15	107
Lee JH[19]	2015	韩国	回顾	55.9	3.0	MRA	全层	150	70	7	10	63
						MRA	部分	150	30	13	13	94
Stoppino LP[20]	2013	意大利	前瞻	52.7	1.5	MRA	全层	108	6	1	0	101
						MRA	部分	108	27	1	3	77
Park SY[21]	2014	韩国	前瞻	39.5	3.0	MRA	全层	86	39	2	1	44
						MRA	部分	86	15	5	5	61
Choo HJ[22]	2012	韩国	回顾	57.9	3.0	MRA	全层	49	16	2	1	30
						MRA	部分	49	15	4	3	27
Sipola P[23]	2010	芬兰	前瞻	57	1.5	MRA	全层	75	50	1	7	17
						MRA	部分	75	5	8	2	60
Magee T[24]	2009	美国	回顾	31	3.0	MRI	部分	150	22	0	10	118
Kang CH[25]	2009	韩国	前瞻	55.6	3.0	MRA	全层	50	39	1	1	9
						MRA	部分	50	4	2	1	43
Magee T[26]	2007	美国	回顾	39	3.0	MRA	全层	67	41	0	0	26
						MRA	部分	67	9	0	0	58
Herold T[27]	2006	德国	前瞻	47	1.5	MRA	全层	51	17	0	3	31
						MRA	部分	51	11	3	3	34
Mohtadi NG[28]	2004	加拿大	前瞻	46.2	1.5	MRA	全层	58	10	4	0	44
Binkert CA[29]	2001	瑞士	前瞻	51	1.0	MRA	全层	30	11	1	1	17
郑卓肇[30]	2001	中国	前瞻	43.6	1.5	MRA	全层	32	14	1	0	17
Loew R[31]	2000	德国	回顾	48	1.5	MRA	全层	27	12	0	0	15
Modi CS[32]	2013	英国	前瞻	30	3.0	MRA	部分	78	5	1	4	68
Jy J[33]	2012	韩国	回顾	52	3.0	MRA	部分	54	26	2	2	24
Jung JY[34]	2010	韩国	回顾	45	1.5	MRA	部分	44	21	4	3	16
Chun KA[35]	2010	韩国	回顾	54	3.0	MRA	部分	202	9	2	11	180
Vlychou M[36]	2009	希腊	前瞻	53.7	1.5	MRI	部分	56	44	4	7	1
Stetson WB[37]	2005	美国	前瞻	—	1.5	MRA	部分	50	21	4	2	23
Meister K[38]	2004	美国	回顾	35.2	1.5	MRA	部分	67	26	5	2	34
Yagci B[39]	2001	土耳其	前瞻	52	1.0	MRA	部分	24	5	2	0	17

忽略，故采用固定效应模型汇总。而 MRI 中多项检验指标 P 值及 I^2 值提示存在较大异质性，故采用随机效应模型进行汇总处理（表 2）。

2.2.3 诊断效能评价　全层撕裂组和部分撕裂组通过两种检查方法得到的诊断效能指标汇总见表 3，SROC 图见图 3～6。全层撕裂组：MRI 及 MRA 两种检查手段的汇总敏感度、特异度、AUC 及 Q^* 分别为 0.88［95% CI（0.85，0.90）］、0.95［95% CI（0.93，0.96）］、0.973 3、0.925 3，0.93［95% CI（0.91，0.95）］、0.96［95%CI(0.93,0.97)］、0.981 4、0.9399。

表 2　不同撕裂程度的两种检查方法异质性检验结果

撕裂程度	Spearman 分析		敏感度		特异度		阳性似然比		阴性似然比		诊断比值比		
	r 值	P 值	χ^2 值	P 值	χ^2 值	P 值	Q^* 值	P 值	Q^* 值	P 值	Q^* 值	P 值	I^2(%)
全层													
MRI	0.206	0.44	98.26	<0.01	56.99	<0.01	61.45	<0.01	194.23	<0.01	19.61	0.19	23.5
MRA	0.062	0.81	75.95	<0.01	23.83	0.09	11.91	0.75	96.08	<0.01	16.72	0.40	4.3
部分													
MRI	0.067	0.86	23.07	<0.01	55.26	<0.01	83.50	<0.01	15.76	0.046	23.85	<0.01	66.5
MRA	0.175	0.52	38.01	<0.01	48.39	<0.01	23.37	0.08	38.82	<0.01	19.80	0.18	24.2

表 3　不同撕裂程度的两种检查方法诊断价值汇总分析

撕裂程度	敏感度(95%CI)	特异度(95%CI)	阳性似然比(95%CI)	阴性似然比(95%CI)	诊断比值比(95%CI)	AUC	Q^*
全层							
MRI	0.88(0.85,0.90)	0.95(0.93,0.96)	14.54 (7.91,26.71)	0.12(0.06,0.24)	162.10(89.90,292.28)	0.973 3	0.925 3
MRA	0.93(0.91,0.95)	0.96(0.93,0.97)	13.59 (9.62,19.20)	0.07(0.03,0.15)	197.01(105.17,369.06)	0.981 4	0.939 9
部分							
MRI	0.70(0.64,0.76)	0.92(0.89,0.94)	7.50 (2.68,21.02)	0.41(0.30,0.56)	21.67(7.73,60.71)	0.824 3	0.757 4
MRA	0.82(0.77,0.86)	0.94(0.92,0.95)	9.21 (6.53,13.00)	0.21(0.14,0.31)	53.43(31.59,90.34)	0.937 6	0.874 5

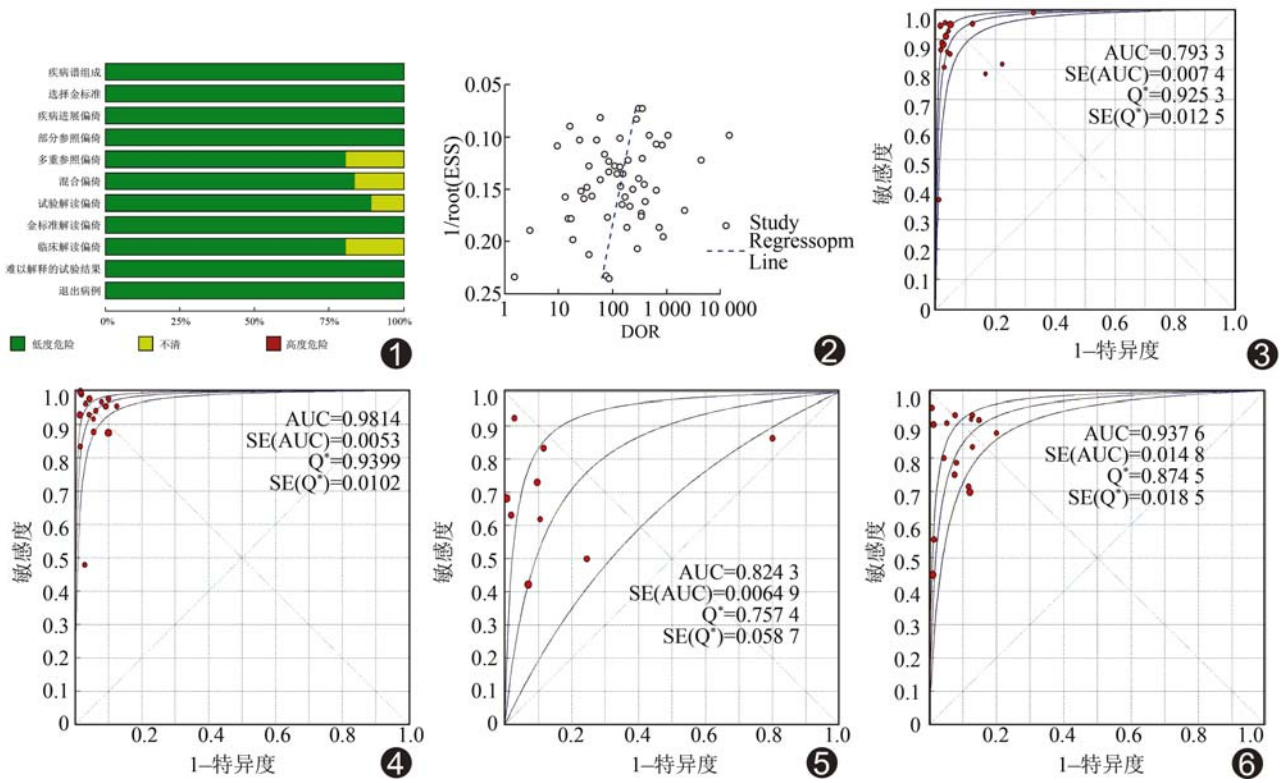


图 1　QUADAS 质量评价结果　**图 2**　Deeks 漏斗图　**图 3**　MRI 诊断肩袖全层撕裂的 SROC 曲线　**图 4**　MRA 诊断肩袖全层撕裂的 SROC 曲线　**图 5**　MRI 诊断肩袖部分撕裂的 SROC 曲线　**图 6**　MRA 诊断肩袖部分撕裂的 SROC 曲线

两种方法的诊断方法准确率差异无统计学意义（$Z=0.91$，$P>0.05$）。部分撕裂组：MRI 及 MRA 两种检查手段的汇总敏感度、特异度及 AUC 及 Q^* 分别分为 0.70［95% CI（0.64，0.76）］、0.92［95%CI(0.89，0.94)］、0.824 3、0.757 4，0.82［95% CI（0.77，0.86）］、0.94［95%CI(0.92，0.95)］、0.937 6、0.874 5。两种方法的诊断准确率差异无统计学意义（$Z=1.90$，$P>0.05$）。

2.2.4　Meta 回归及亚组分析　MRI 诊断部分撕裂组 Meta 回归示，研究间的异质性来源主要与磁场场强相关（$P=0.02$，RDOR＝36.44），与区域未见相关（$P>0.05$）。亚组分析示，仅纳入场强＜3.0T 的文献时，有较明显异质性（$P=0.037$，$I^2=53.1\%$）；仅纳入场强≥3.0T 的文献时，无明显异质性（$P=0.91$，$I^2=0$）。

3　讨论

本研究 Meta 分析结果显示：①在肩袖全层撕裂组中，MRA 的汇总敏感度为 93%，稍高于 MRI 的 88%，表明 MRA 的漏诊率低于 MRI，较有助于肩袖撕裂的筛查。MRA 汇总特异度与 MRI 相近，表明误诊率均较小，均有助于肩袖撕裂的确定诊断。MRA 的 DOR、AUC 值及 Q^* 值均大于 MRI，表明诊断效能优于 MRI。通过 Z 检验，两检查技术的准确率无显著差异。②在肩袖部分撕裂组中，MRA 的汇总敏感度明显大于 MRI，表明 MRA 有助于肩袖撕裂的筛查，而 MRA 与 MRI 的诊断特异度相近，表明两种方法均有助于确定诊断。MRA 的 DOR、AUC 值及 Q^* 值均大于 MRI，表明 MRA 诊断效能优于 MRI。Z 检验显示两检查技术的准确率亦无显著差异。

Meta 回归分析显示 MRI 诊断肩袖部分撕裂组中异质性来源主要与磁场场强相关，3.0T 场强诊断撕裂的准确率高于 3.0T 以下场强。由于肩袖部分撕裂直接征象及间接征象较少且不典型、部分病变较隐匿导致诊出效能较低，更高场强可以提供更清晰的影像资料。相对于诊断肩袖全层撕裂，在对部分撕裂的诊断中，MRA 对比 MRI 的诊断准确率更明显。

MRI 作为一项常规的诊断技术已广泛应用于临床，对诊断肩袖撕裂有较高的价值，有研究[40]报道其准确率可达 90%以上。MRI 通过形态完整性及信号改变作为判断病变的依据，当肌腱呈中等信号改变时较难与容积效应、肌腱退变相鉴别[41]，并对撕裂口较小及肌腱无明显缩短的全层撕裂及不能确定是否存在撕裂口的部分撕裂诊断价值较低，可导致部分的假阴性及假阳性。MRA 曾被认为对肩袖不同程度撕裂的诊断均具有最高敏感度和特异度[42]，通过向关节囊内注入对比剂可显示是否存在撕裂，但当撕裂口较小、扫描层厚较厚且存在部分容积效应时，易增加诊断的假阴性[43]，且对诊断未见撕裂口、肌腱明显肿胀的全层撕裂及外层撕裂内层完好的肌腱无明显帮助。近年来，随着高场 MRI 的推广及新序列运用，MRI 的诊断特异度逐渐提高。而 MRA 由于其有创性、耗时更久、费用更高、可能引起对比剂过敏等缺点，其应用受限。虽然 MRA 的诊断效能较 MRI 高，但两者并无显著差异，且进行关节造影检查的适应证尚无明确标准。结合临床工作，应将 MRI 作为肩袖撕裂的首选检查，在有需要的情况下将 MRA 作为基于 MRI 的补充检查。

［参考文献］

［1］ Ostor AJ, Richards CA, Prevost AT, et al. Diagnosis and relation to general health of shoulder disorders presenting to primary care. Rheumatology (Oxford), 2005, 44(6): 800-805.

［2］ Polster JM, Schickendantz MS. Shoulder MRI: What do we miss? AJR Am J Roentgenol, 2010, 195(3): 577-584.

［3］ 杨克虎. 系统评价指导手册. 北京：人民卫生出版社, 2010: 191-195.

［4］ Magee T. MR versus MR arthrography in detection of supraspinatus tendon tears in patients without previous shoulder surgery. Skeletal Radiol, 2014, 43(1): 43-48.

［5］ Hitachi S, Takase K, Tanaka M, et al. High-resolution magnetic resonance imaging of rotator cuff tears using a microscopy coil: Noninvasive detection without intraarticular contrast material. Jpn J Radiol, 2011, 29(7): 466-474.

［6］ 田春艳，郑卓肇. 肩袖全层撕裂：肩关节 MRI 评价. 临床放射学杂志，2010，29(11)：1508-1511.

［7］ Adams CR, Schoolfield JD, Burkhart SS. Accuracy of preoperative magnetic resonance imaging in predicting a subscapularis tendon tear based on arthroscopy. Arthroscopy, 2010, 26(11): 1427-1433.

［8］ Lambert A, Loffroy R, Guiu B, et al. Rotator cuff tears: value of 3.0T MRI. J Radiol, 2009, 90(5 Pt 1): 583-588.

［9］ Lannotti JP, Ciccone J, Buss DD, et al. Accuracy of office-based ultrasonography of the shoulder for the diagnosis of rotator cuff tears. J Bone Joint Surg Am, 2005, 87(6): 1305-1311.

［10］ Teefey SA, Da RB, Middleton WD, et al. Detection and quantification of rotator cuff tears. Comparison of ultrasonographic, magnetic resonance imaging, and arthroscopic findings in seventy-one consecutive cases. J Bone Joint Surg Am, 2004, 86(4): 708-716.

［11］ 邓霞，许建荣，华佳，等. MRI 和 MR 关节腔造影诊断肩袖撕裂的实验研究. 放射学实践，2004，19(7)：522-525.

［12］ Chang CY, Wang SF, Chiou HJ, et al. Comparison of shoulder ultrasound and MR imaging in diagnosing full-thickness rotator cuff tears. Clin Imaging, 2002, 26(1): 50-54.

[13] Martín-Hervás C, Romero J, Navas-Acién A, et al. Ultrasonographic and magnetic resonance images of rotator cuff lesions compared with arthroscopy or open surgery findings. J Shoulder Elbow Surg, 2001,10(5):410-415.

[14] Yamakawa S, Hashizume H, Ichikawa N, et al. Comparative studies of MRI and operative findings in rotator cuff tear. Acta Med Okayama, 2001,55(5):261-268.

[15] 郑卓肇,谢敬霞,范家栋,等.肩袖损伤的影像学诊断方法.中华骨科杂志,2001,21(7):412-416.

[16] 朱庆生.信原克哉.肩关节造影及 MRI 诊断肩袖损伤.中国医学影像学杂志,2000,8(2):86-90.

[17] Blanchard TK, Bearcroft PW, Constant CR, et al. Diagnostic and therapeutic impact of MRI and arthrography in the investigation of full-thickness rotator cuff tears. Eur Radiol, 1999,9(4):638-642.

[18] Balich SM, Sheley RC, Brown TR, et al. MR imaging of the rotator cuff tendon:Interobserver agreement and analysis of interpretive errors. Radiology, 1997,204(1):191-194.

[19] Lee JH, Yoon YC, Jee S. Diagnostic performance of indirect MR arthrography for the diagnosis of rotator cuff tears at 3.0 T. Acta Radiol, 2015,56(6):720-726.

[20] Stoppino LP, Ciuffreda P, Rossi M, et al. Lesions of the rotator cuff footprint:Diagnostic performance of MR arthrography compared with arthroscopy. Musculoskelet Surg, 2013, 97(Suppl 2):S197-S202.

[21] Park SY, Lee IS, Park SK, et al. Comparison of three-dimensional isotropic and conventional MR arthrography with respect to the diagnosis of rotator cuff and labral lesions: Focus on isotropic fat-suppressed proton density and VIBE sequences. Clin Radiol, 2014,69(4):e173-e182.

[22] Choo HJ, Lee SJ, Kim OH, et al. Comparison of three-dimensional isotropic T1-weighted fast spin-echo MR arthrography with two-dimensional MR arthrography of the shoulder. Radiology, 2012,262(3):921-931.

[23] Sipola P, Niemitukia L, Kröger H, et al. Detection and quantification of rotator cuff tears with ultrasonography and magnetic resonance imaging-a prospective study in 77 consecutive patients with a surgical reference. Ultrasound Med Biol, 2010,36(12):1981-1989.

[24] Magee T. 3T MRI of the shoulder: Is MR arthrography necessary? AJR Am J Roentgenol, 2009,192(1):86-92.

[25] Kang CH, Kim SS, Kim JH, et al.Supraspinatus tendon tears: Comparison of 3D US and MR arthrography with surgical correlation. Skeletal Radiol, 2009,38(11):1063-1069.

[26] Magee T. Can isotropic fast gradient echo imaging be substituted for conventional T1 weighted sequences in shoulder MR arthrography at 3 Tesla? J Magn Reson Imaging, 2007,26(1):118-122.

[27] Herold T, Bachthaler M, Hamer OW, et al. Indirect MR arthrography of the shoulder:Use of abduction and external rotation to detect full-and partial-thickness tears of the supraspinatus tendon. Radiology, 2006,240(1):152-160.

[28] Mohtadi NG, Vellet AD, Clark ML, et al. A prospective, double-blind comparison of magnetic resonance imaging and arthroscopy in the evaluation of patients presenting with shoulder pain. J Shoulder Elbow Surg, 2004,13(3):258-265.

[29] Binkert CA, Zanetti M, Gerber C, et al. MR arthrography of the glenohumeral joint: Two concentrations of gadoteridol versus ringer solution as the intraarticular contrast material. Radiology, 2001,220(1):219-224.

[30] 郑卓肇,谢敬霞,范家栋,等.肩袖撕裂的肩关节 MR 造影评价.中华放射学杂志,2001,35(8):584-587.

[31] Loew R, Kreitner KF, Runkel M, et al. MR arthrography of the shoulder: Comparison of low-field (0.2 T) vs high-field (1.5 T) imaging. Eur Radiol, 2000,10(6):989-996.

[32] Modi CS, Karthikeyan S, Marks A, et al. Accuracy of abduction-external rotation MRA versus standard MRA in the diagnosis of intra-articular shoulder pathology. Orthopedics, 2013,36(3):e337-e342.

[33] Jy J, Jee WH, Park MY, et al. Supraspinatus tendon tears at 3.0T shoulder MR arthrography: Diagnosis with 3D isotropic turbo spin-echo SPACE sequence versus 2D conventional sequences. Skeletal Radiol, 2012,41(11):1401-1410.

[34] Jung JY, Jee WH, Chun HJ, et al. Magnetic resonance arthrography including ABER view in diagnosing partial-thickness tears of the rotator cuff:Accuracy, and inter-and intra-observer agreements. Acta Radiol, 2010,51(2):194-201.

[35] Chun KA, Kim MS, Kim YJ. Comparisons of the various partial-thickness rotator cuff tears on MR arthrography and arthroscopic correlation. Korean J Radiol, 2010,11(5):528-535.

[36] Vlychou M, Dailiana Z, Fotiadou A, et al. Symptomatic partial rotator cuff tears: Diagnostic performance of ultrasound and magnetic resonance imaging with surgical correlation. Acta Radiol, 2009,50(1):101-105.

[37] Stetson WB, Phillips T, Deutsch A. The use of magnetic resonance arthrography to detect partial-thickness rotator cuff tears. J Bone Joint Surg Am, 2005,87(Suppl 2):81-88.

[38] Meister K, Thesing J, Montgomery WJ, et al. MR arthrography of partial thickness tears of the undersurface of the rotator cuff: an arthroscopic correlation. Skeletal Radiol, 2004,33(3):136-141.

[39] Yagci B, Manisali M, Yilmaz E, et al. Indirect MR arthrography of the shoulder in detection of rotator cuff ruptures. Eur Radiol, 2001,11(2):258-262.

[40] Sahin-Akyar G, Miller TT, Staron RB, et al. Gradient-echo versus fat-suppressed fast spin-echo MR imaging of rotator cuff tears. AJR Am J Roentgenol, 1998,171(1):223-227.

[41] Brady KH. MD and Tudor H. MBBS, FRCR. Imaging of the rotator cuff. Sports Med Arthrosc Rev, 2011,19(3):296-297.

[42] Tudisco C, Bisicchia S, Savarese E, et al. Single-row vs. double-row arthroscopic rotator cuff repair: Clinical and 3 Tesla MR arthrography results. BMC Musculoskelet Disord, 2013, 14(43):141-144.

[43] Palmer WE, Brown JH, Rosenthal DI. Rotator cuff: Evaluation with fat-suppressed MR arthrography. Radiology, 1993, 188(3):683-687.