

不同类型和磁场强度心脏磁共振成像诊断冠状动脉疾病准确性的 Meta 分析



邵鸿生¹, 孙月², 马文娟³, 施树珍³, 苟铃珠⁴, 雷军强⁵, 田金徽^{3,6}

1. 甘肃省康复中心医院放射科(兰州 730000)
2. 兰州大学护理学院(兰州 730000)
3. 兰州大学循证医学中心, 兰州大学基础医学院(兰州 730000)
4. 兰州大学第二临床医学院(兰州 730000)
5. 兰州大学第一医院(兰州 730000)
6. 甘肃省循证医学与临床转化重点实验室(兰州 730000)

【摘要】 目的 系统评价不同类型和磁场强度心脏磁共振成像(cardiac magnetic resonance, CMR)诊断冠状动脉疾病的准确性。方法 计算机检索 PubMed、The Cochrane Library、EMbase、WanFang Data、CNKI 和 CBM 数据库, 搜集不同类型和磁场强度 CMR 诊断冠状动脉疾病的研究, 检索时限均从建库至 2017 年 5 月 15 日。由 2 名研究者独立筛选文献、提取数据并评价纳入研究的偏倚风险后, 采用 Meta Disc 1.4、RevMan 5.3 和 Stata 12.0 软件进行 Meta 分析, 计算合并后的敏感性(SEN)、特异性(SPE)、阳性似然比(+LR)、阴性似然比(-LR)、诊断比值比(DOR)等性能指标, 绘制森林图、受试者工作特征曲线(SROC 曲线)并计算 SROC 曲线下面积(AUC)。结果 共纳入 20 个诊断性试验, 包含 1 357 例患者。Meta 分析结果显示: ① 基于患者的 $Sen_{合并}$ 、 $Spe_{合并}$ 、 $+LR_{合并}$ 、 $-LR_{合并}$ 、DOR、AUC、验前概率和验后概率分别为[0.870, 95%CI (0.824, 0.905)]、[0.881, 95%CI (0.819, 0.924)]、[7.326, 95%CI (4.740, 11.323)]、[0.148, 95%CI (0.108, 0.202)]、[49.533, 95%CI (27.458, 89.357)]、[0.93, 95%CI (0.91, 0.95)]、20.00% 和 65.00%; ② 基于血管的 $Sen_{合并}$ 、 $Spe_{合并}$ 、 $+LR_{合并}$ 、 $-LR_{合并}$ 、DOR、AUC、验前概率和验后概率分别为[0.812, 95%CI (0.762, 0.854)]、[0.873, 95%CI (0.814, 0.914)]、[6.372, 95%CI (4.368, 9.297)]、[0.215, 95%CI (0.170, 0.273)]、[29.579, 95%CI (18.529, 47.220)]、[0.89, 95%CI (0.86, 0.92)]、20.00% 和 61.00%; ③ 亚组分析结果显示: 不同类型 CMR 的 AUROC 间的差异无统计学意义, 但 1.5T 和 3.0T 强度 CMR 的 AUROC 间的差异有统计学意义。结论 当前研究证实 CMR 可作为冠状动脉疾病的诊断方法之一。

【关键词】 磁共振血管造影; 冠状动脉疾病; 间接比较; Meta 分析; 诊断性试验

The accuracy of different types and magnetic field intensity of cardiac magnetic resonance in coronary artery disease diagnosis: a meta-analysis

SHAO Hongsheng¹, SUN Yue², MA Wenjuan³, SHI Shuzheng³, GOU Lingzhu⁴, LEI Junqiang⁵, TIAN Jinhui^{3,6}

1. Radiology department, Rehabilitation Center Hospital of Gansu Province, Lanzhou, 730000, P.R China
2. School of Nursing, Lanzhou University, Lanzhou, 730000, P.R China
3. Evidence-based Medicine Center, School of Basic Medical Sciences, Lanzhou University, Lanzhou, 730000, P.R China
4. The Second Clinical Medical College of Lanzhou University, Lanzhou, 730000, P.R China
5. The First Hospital of Lanzhou University, Lanzhou, 730000, P.R China
6. Key Laboratory of Clinical Translational Research and Evidence-based Medicine of Gansu Province, Lanzhou, 730000, P.R China

Corresponding author: TIAN Jinhui, Email: tjh996@163.com

【Abstract】 Objective To assess the accuracy of different types and magnetic field intensity of cardiac magnetic resonance for coronary artery disease. **Methods** PubMed, The Cochrane Library, EMbase, WanFang Data, CNKI, CBM were searched to collect the studies on different types and magnetic field intensity of cardiac magnetic resonance for

DOI: 10.7507/1672-2531.201708056

基金项目: 甘肃省循证医学与临床转化重点实验室开放基金(编号: 20130313019-3); 兰州市城关区科技局项目(编号: 2016-7-10)

通信作者: 田金徽, Email: tjh996@163.com

coronary artery disease from inception to May 15th, 2017. Two reviewers independently screened literature, extracted data and assessed the risk of bias of included studies. Then, data were synthesized by using Meta Disc version 1.4, RevMan version 5.3 and Stata version 12.0 software. The pooled sensitivity (SEN), pooled specificity (SPE), pooled positive likelihood ratio (+LR), pooled negative likelihood ratio (-LR), pooled diagnostic odds ratio (DOR) and the area under (AUC) of the summary receiver-operating characteristic curve (SROC) were used to assess the diagnostic value of different types and magnetic field intensity of cardiac magnetic resonance. **Results** Twenty diagnostic studies were included, which involved 1 357 patients. The results of meta-analysis showed that (1) based on patient: compared with the gold standard, the pooled SEN, pooled SPE, pooled +LR, pooled -LR, pooled DOR and the AUC of SROC, pre-test probability, post-test probability were (0.870, 95%CI 0.824 to 0.905), (0.881, 95%CI 0.819 to 0.924), (7.326, 95%CI 4.740 to 11.323), (0.148, 95%CI 0.108 to 0.202), (49.533, 95%CI 27.458 to 89.357), (0.93, 95%CI 0.91 to 0.95), 20.00% and 65.00%, respectively. (2) Based on blood vessels: the pooled SEN, pooled SPE, pooled +LR, pooled -LR, pooled DOR and the AUC of SROC, pre-test probability, post-test probability were (0.812, 95%CI 0.762 to 0.854), (0.873, 95%CI 0.814 to 0.914), (6.372, 95%CI 4.368 to 9.297), (0.215, 95%CI 0.170 to 0.273), (29.579, 95%CI 18.529 to 47.220), (0.89, 95%CI 0.86 to 0.92), 20.00% and 61.00%, respectively. (3) Subgroup analysis showed that there was no difference in AUROC of different types of cardiac magnetic resonance, but significant difference was found in AUROC of 1.5T and 3.0T magnetic field intensity. **Conclusion** Current evidence shows that, compared with gold standard, cardiac magnetic resonance can be regarded as an effective and feasible method for preoperative staging of breast cancer.

【Key words】 Cardiac magnetic resonance; Coronary artery disease; Indirect comparison; Meta-analysis; Diagnostic test

冠状动脉疾病 (coronary artery disease, CAD) 是负责心肌供血的冠状动脉的狭窄或阻塞引起的疾病^[1], 是发病率和病死率较高的疾病之一^[2], 我国 CAD 的发病率呈逐年增加趋势, 也成为发病率及致死率最高的疾病之一^[3]。CAD 的正确诊断是临床治疗的基础, 只有不断提高 CAD 的诊断水平, 才能保证制定合理、有效的干预方案。传统的介入性冠状动脉造影 (coronary angiography, CA) 仍是目前 CAD 诊断的金标准, 能清晰地显示冠脉病变与狭窄程度, 但 CA 无法判断因缺血而引发的心肌损害程度及范围, 同时属有创性检查, 且有引起并发症的风险^[4]。随着磁共振设备及其新技术的不断开发和进展, 心脏磁共振成像 (cardiac magnetic resonance, CMR) 凭借其高空间分辨率、时间分辨率以及在心脏解剖结构、心肌活性、心肌缺血等方面的显著诊断优势受到越来越多的关注并广泛应用于临床^[5]。为了评价 CMR 诊断 CAD 的准确性, 本研究采用 Meta 分析从基于患者和血管两个方面对 CMR 诊断 CAD 的准确性进行全面评价, 同时, 采用间接比较的方法分析灌注 CMR、增强 CMR 和延迟增强 CMR 等不同 CMR 类型以及 1.5T 和 3.0T 等不同磁场强度之间在基于患者和血管方面的诊断差异, 以期为 CAD 准确诊断、治疗及预后评估提供依据。

1 资料与方法

1.1 纳入与排除标准

1.1.1 研究类型 有关 CMR 诊断 CAD 的诊断性试验。

1.1.2 研究对象 疑似或确诊有 CAD 的患者。

1.1.3 诊断标准 待评价试验为 CMR, 无磁场强度和类型限制。诊断金标准为 CA。

1.1.4 结局指标 合并敏感度 (sensitivity, SEN)、合并特异度 (specificity, SPE)、合并阳性似然比 (positive likelihood ratio, +LR)、合并阴性似然比 (negative likelihood ratio, -LR)、合并诊断比值比 (diagnostic odds ratio, DOR)、验前概率 (pre-test probability)、验后概率 (post-test probability)、综合受试者工作特征 (summary receiver operating characteristic, SROC) 曲线下面积 (area under the curve, AUC) 等。

1.1.5 排除标准 ① 无法提取数据; ② 对照组采用非金标准的诊断试验; ③ 重复发表; ④ 文献类型为综述和评论等。

1.2 文献检索策略

计算机检索 PubMed、The Cochrane Library、EMbase、WanFang Data、CNKI 和 CBM 数据库, 搜集不同类型和磁场强度 CMR 诊断 CAD 的研究, 检索时限均从建库至 2017 年 5 月 15 日。此外, 追溯纳入研究的参考文献, 同时尽可能与作者取得联系, 以补充获取相关文献。参考《The Bayes Library of Diagnostic Studies and Reviews》^[6]的检索方法, 将

检索词分目标疾病、待评价试验、诊断准确性指标三部分,并根据具体数据库调整。所有检索采用主题词与自由词相结合的方式,所有检索策略均通过多次预检索后确定,并根据各数据库特点对检索式进行调整。以 PubMed 为例,其具体检索策略见框 1。

1.3 文献筛选、数据提取和纳入研究的偏倚风险评价

由 2 名研究者独立筛选文献、提取资料并交叉核对,如遇分歧,则咨询第三方协助判断,缺乏的资料尽量与作者联系予以补充。文献筛选时首先阅读文题和摘要,在排除明显不相关的文献后,进一步阅读全文,以确定最终是否纳入。资料提取内容主要包括:作者、年代、国家、研究时间、纳入对象(代表性、入组方法、数量、性别和年龄等)、待评价试验(名称、磁场强度、部位、生产厂家、序列、通道数量、对比材料剂量和评价者情况等)、金标准(名称和生产厂家等)、结果(SEN、SPE、真阳性数、假阳性数、假阴性数、真阴性数)等。纳入研究的偏倚风险评价参考 QUADAS-2(评价诊断性研究文献质量的工具)量表^[7]进行。

1.4 统计分析

采用卡方检验分析各研究间的统计学异质性,检验水准设为 $\alpha=0.05$,并结合 I^2 值定量判断异质性的 大小,若 $I^2 \leq 50\%$ 则认为异质性较小,反之认为异质性较高。采用二元箱线图判断敏感度和特异度阈值效应水平。若 $P>0.1$,则不存在阈值效应,则利用固定效应模型进行合并分析,反之则构建 SROC 曲线,并分析异质性来源,根据不同 CMR 类型和磁场强度进行亚组分析。采用 Meta Disc 1.4、RevMan5.3 和 Stata 12.0 软件分别计算基于患者和血管的 $Sen_{合并}$ 、 $Spe_{合并}$ 、 $+LR_{合并}$ 、 $-LR_{合并}$ 、验前概率、验后概率,绘制 SROC 并计算 AUC 值。采用 RevMan5.3 软件呈现不同 CMR 方式和磁场强度的 SROC 曲线下面积的相对值。通过 Stata 12.0 软件绘制 Deeks 漏斗图分析纳入研究的发表偏倚。

2 结果

2.1 文献筛选流程及结果

初检共获得相关文献 814 篇,导入 Endnote X7 软件进行去重后剩余 589 篇,通过阅读文题和摘要后获得可能相关文献 55 篇,进一步阅读全文最终纳入 20 个诊断试验^[8-27],文献筛选流程及结果见图 1。

2.2 纳入研究的基本特征和偏倚风险评价结果

纳入研究的基本特征和偏倚风险评价结果见表 1,不同类型 CMR 的星型结构网状关系图见图 2。

2.3 Meta 分析结果

2.3.1 基于患者 共纳入 20 篇文献^[8-27]包括 26 组数据。随机效应模型 Meta 分析结果显示: $Sen_{合并}$ 、 $Spe_{合并}$ 、 $+LR_{合并}$ 、 $-LR_{合并}$ 、DOR 分别为 $[0.870, 95\%CI(0.824, 0.905)]$ 、 $[0.881, 95\%CI(0.819,$

框 1 PubMed 检索策略

```
#1 "Coronary Artery Disease"[Mesh] OR coronary Artery disease*[Title/Abstract] OR coronary arteriosclerosis [Title/Abstract] OR coronary arteriosclerose*[Title/Abstract] OR coronary atherosclerose*[Title/Abstract] OR coronary atherosclerosis[Title/Abstract]
#2 "Magnetic Resonance Angiography"[Mesh] OR MRI Angiograph*[Title/Abstract] OR magnetic resonance angiographie*[Title/Abstract] OR perfusion magnetic resonance imaging[Title/Abstract] OR perfusion weighted MRI[Title/Abstract] OR cardiacmagnetic resonance[Title/Abstract] OR wholeheart magnetic resonance coronary[Title/Abstract] OR coronary magnetic resonance angiography[Title/Abstract] OR magnetic resonance coronary angiography [Title/Abstract]
#3 "Sensitivity AND Specificity"[Mesh] OR "False Positive Reactions"[Mesh] OR "False Negative Reactions" [Mesh] OR "ROC Curve"[Mesh] OR "Predictive Value of Tests"[Mesh] OR sensitivity[Title/Abstract] OR specificity[Title/Abstract] OR receiver operating characteristic[Title/Abstract] OR receiver operator characteristic[Title/Abstract] OR predictive value* [Title/Abstract] OR roc[Title/Abstract] OR pre-test odds[Title/Abstract] OR pretest odds[Title/Abstract] OR pre-test probability*[Title/Abstract] OR pretest probability*[Title/Abstract] OR post-test odds[Title/Abstract] OR posttest odds[Title/Abstract] OR post test probabilit*[Title/Abstract] OR posttest probabilit* [Title/Abstract] OR likelihood ratio*[Title/Abstract] OR positive predictive value*[Title/Abstract] OR negative predictive value*[Title/Abstract] OR false negative*[Title/Abstract] OR false positive*[Title/Abstract] OR true negative*[Title/Abstract] OR true positive*[Title/Abstract] OR fn[Title/Abstract] OR fp[Title/Abstract] OR tn[Title/Abstract] OR tp [Title/Abstract]
#4 #1 AND #2 AND #3
```

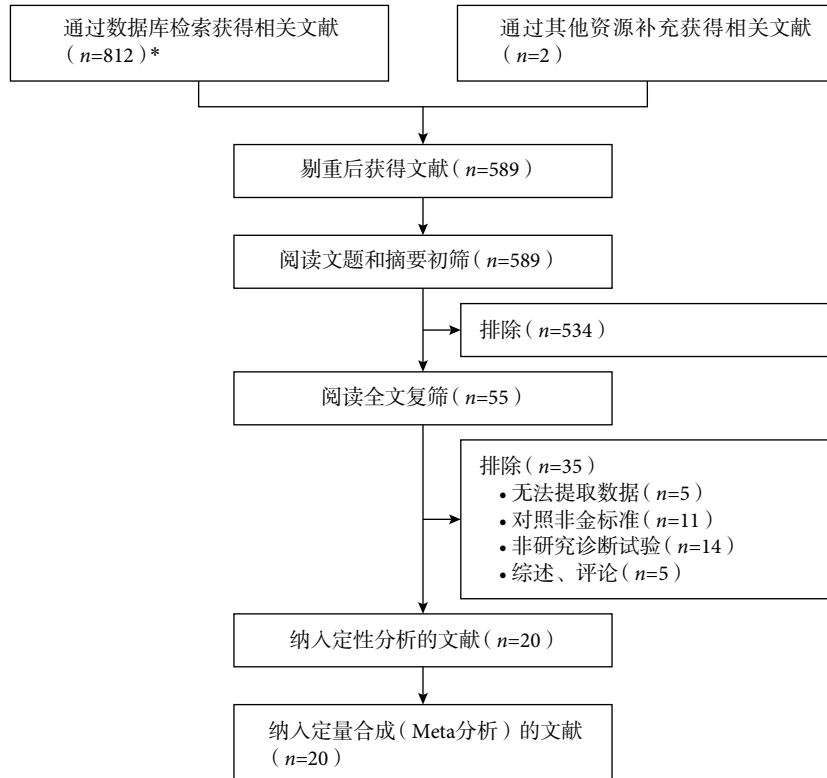


图1 文献筛选流程及结果

*所检索的数据库及检出文献数具体如下：PubMed (n=557)、The Cochrane Library (n=23)、EMbase (n=168)、WanFang Data (n=25)、CNKI (n=30)、CBM (n=9)

0.924)、[7.326, 95%CI (4.740, 11.323)]、[0.148, 95%CI (0.108, 0.202)]和[49.533, 95%CI (27.458, 89.357)] (图3~5)。验前概率和验后概率分别为20.00%和65.00% (图6), AUC为[0.93, 95%CI (0.91, 0.95)] (图6)。HSROC模型的阈值(beta)为-0.215 656 4 [95%CI (-0.699 644 3, 0.268 331 4)] (Z=1.79, P=0.074), 提示SROC对称; 形状参数(Lamda)为3.989 779 [95%CI (3.397 055, 4.582 503)], 提示CMR诊断准确性较高 (图6)。

2.3.2 基于血管 共纳入10篇文献^[10, 13-18, 20, 26, 27]包括14组数据。随机效应模型Meta分析结果显示: Sen_{合并}、Spe_{合并}、+LR_{合并}、-LR_{合并}、DOR分别为[0.812, 95%CI (0.762, 0.854)]、[0.873, 95%CI (0.814, 0.914)]、[6.372, 95%CI (4.368, 9.297)]、[0.215, 95%CI (0.170, 0.273)]和[29.579, 95%CI (18.529, 47.220)] (图7~9)。验前概率和验后概率分别为20.00%和61.00% (图9), AUC为[0.89, 95%CI (0.86, 0.92)] (图10)。HSROC模型的阈值(beta)为0.758 105 8 [95%CI (-0.174 483 6, 1.690 695)] (Z=1.59, P=0.111), 提示SROC对称; 形状参数(Lamda)为3.454 529 [95%CI (2.881 336, 4.0277 21)], 提示CMR具有准确性 (图10)。

2.4 基于患者和血管的CMR类型和磁场强度亚组分析

亚组分析结果见表2。

2.5 不同CMR类型和磁场强度的间接比较

2.5.1 患者 CMR、灌注CMR、增强CMR和延迟增强CMR的AUROC分别为: 0.932 6±0.012 2、0.930 6±0.017 4、0.880 0±0.098 2和0.928 3±0.143 3, 磁场强度1.5T和3.0T的AUROC分别为: 0.8987±0.0151和0.9610±0.0150。以CA作为共同的诊断措施, 计算不同CMR类型AUROC相对值, 结果显示不同CMR类型AUROC之间的差异无统计学意义 (P>0.05); 计算不同磁场强度AUROC相对值, 结果显示1.5T和3.0T的AUROC之间的差异有统计学意义 (P<0.000 1), 提示3.0T CMR的诊断准确性高于1.5T (图11)。

2.5.2 血管 CMR、灌注CMR和增强CMR的AUROC分别为: 0.905 4±0.022 2、0.831 1±0.135 4和0.890 9±0.059 5; 磁场强度1.5T和3.0T的AUROC分别为: 0.888 0±0.019 2和0.972 0±0.013 2。以CA作为共同的诊断措施, 计算不同CMR类型AUROC相对值, 结果显示不同CMR类型AUROC之间的差异无统计学意义 (P>0.05); 计算不同磁

表 1 纳入研究的基本特征和偏倚风险评价结果

纳入研究	国家	例数 (例)	性别 (女/男)	年龄 (岁)	CMR 类型	强度	基于患者(例)				基于血管(例)				偏倚风险分析结果			适用性			
							TP	FP	FN	TN	TP	FP	FN	TN	A	B	C	D	A	B	C
Thiele 2004 ^[8]	德国、英国、荷兰	60	21/11	47.0~80.0	灌注 CMR	1.5T	21	1	7	31	-	-	-	-	U	U	L	L	U	U	U
Klem 2006 ^[9] a/b	德国	92	45/47	58.0±11.5	延迟增强 CMR	1.5T	36/18	18/1	8/26	30/47	-	-	-	-	U	U	L	L	L	L	L
Cheng 2006 ^[10] a/b	中国、美国、意大利	28	23/5	63.0±12.0	CMR	1.5T	-	-	-	-	19/20	7/7	10/13	114/115	L	U	L	L	U	L	L
McCarthy 2007 ^[11]	美国	33	22/11	38.0~73.0	CMR	1.5T	13	6	2	8	-	-	-	-	L	L	L	L	L	L	L
Cheng 2007 ^[12]	英国	61	46/15	64.0±8.0	CMR	3.0T/1.5T	36/39	6/7	2/4	8/14	-	-	-	-	L	L	L	L	L	L	L
Yang 2009 ^[13]	中国、美国	62	30/32	61.0±11.0	增强 CMR	3.0T	32	3	2	23	61	10	5	158	L	U	L	L	L	L	L
Kato 2010 ^[14]	日本	127	86/41	67.0±9.0	CMR	1.5T	49	20	7	51	62	30	13	276	L	L	L	L	L	L	L
Wagner 2011 ^[15] a/b	德国	27	-	-	增强 CMR	1.5T	16/17	3/2	2/1	6/7	17/17	25/22	5/5	60/63	L	L	L	L	L	L	L
Wagner 2011 ^[15] a/b	德国	27	-	-	CMR	1.5T	18/17	1/1	0/1	8/8	21/17	31/35	1/5	54/40	L	L	L	L	L	L	L
Jogiya 2012 ^[16]	英国、瑞士	53	41/12	63.5±10.8	灌注 CMR	3.0T	29	4	4	16	37	9	10	103	U	L	L	L	L	L	L
Bettencourt 2013 ^[17]	葡萄牙、英国	103	68/35	62.0±8.0	灌注 CMR	1.5T	37	10	5	51	51	25	14	219	L	U	L	L	L	L	L
Heer 2013 ^[18]	德国	96	59/37	59.7±13.0	CMR	1.5T	26	6	4	23	37	27	5	163	U	L	L	L	L	U	L
Salerno 2014 ^[19]	美国	41	28/13	62.0±9.0	CMR	1.5T	25	2	3	11	-	-	-	U	U	L	L	L	L	L	
Ramos 2014 ^[20]	葡萄牙、英国、德国	101	68/33	62.0±8.0	灌注 CMR	1.5T	39	5	7	50	58	15	15	215	L	U	L	L	L	L	L
Mordt 2014 ^[21]	澳大利亚	82	53/29	56.5±7.8	CMR	1.5T	24	6	10	42	-	-	-	-	L	U	L	L	L	U	L
刘劭坤 2014 ^[22]	中国	32	19/13	39.0~75.0	延迟增强 CMR	3.0T	66	3	4	400	-	-	-	-	U	U	L	L	U	U	U
Ponte 2014 ^[23]	英国、葡萄牙	95	49/46	62.0±8.1	CMR	1.5T	36	6	5	48	-	-	-	-	L	U	L	L	L	L	L
Greulich 2015 ^[24]	德国	159	104/55	71.1±10.0	CMR	1.5T	49	22	19	69	-	-	-	-	U	L	L	L	U	L	L
Namba 2016 ^[25] a/b/c	日本	24	14/10	62.2±16.4	CMR	3.0T	25/27/13	2/5/9	3/3/4	215/252/138	-	-	-	-	L	L	L	L	L	L	L
Ripley 2016 ^[26]	英国	42	-	-	CMR	3.0T	20	5	2	15	36	9	6	75	L	L	L	L	L	L	L
He 2016 ^[27]	中国、美国	39	30/9	57.0±10.0	增强 CMR	3.0T	18	4	5	12	26	11	8	109	L	L	L	L	L	L	L

CMR: 心脏磁共振成像; -: 未报告; A: 病例选择; B: 待评价诊断试验; C: 金标准试验; D: 病例流程和进展情况; L: 低偏倚风险; H: 高偏倚风险; U: 不清楚。

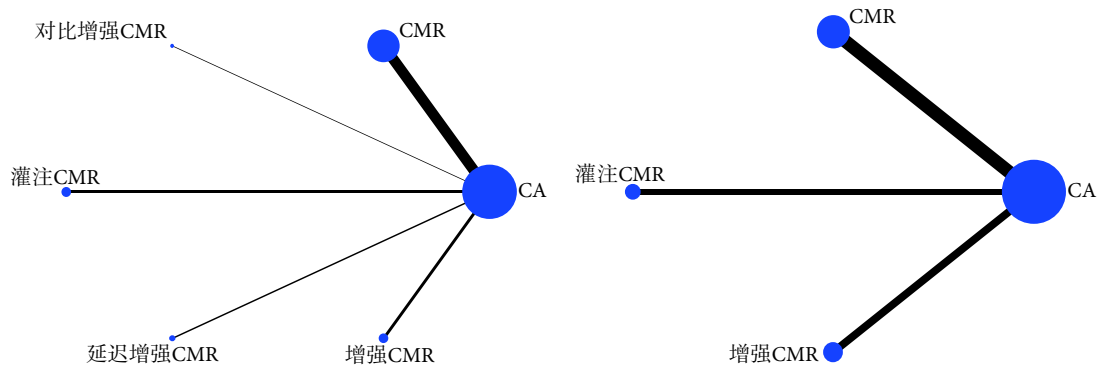


图 2 基于患者和血管的不同类型心脏磁共振成像的网状关系图

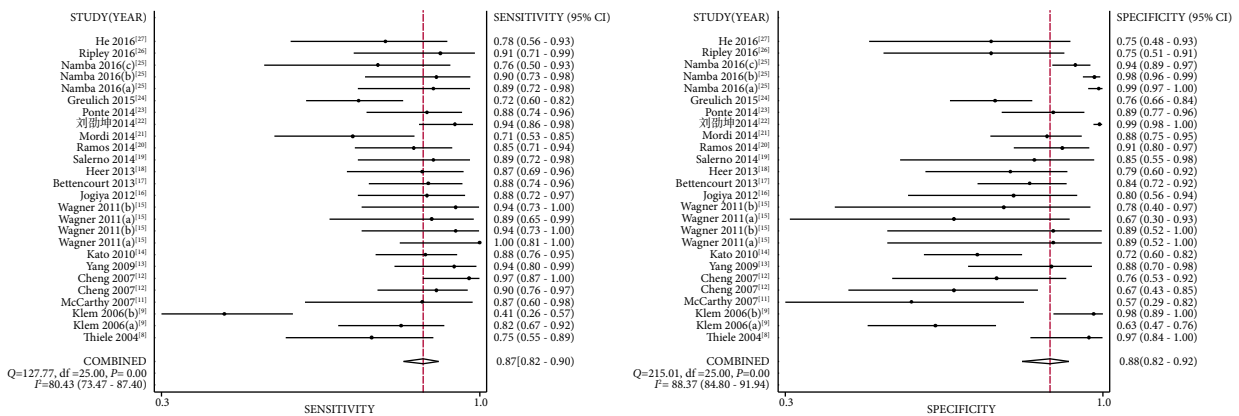


图 3 心脏磁共振成像诊断冠状动脉疾病的敏感度和特异度 (基于患者)

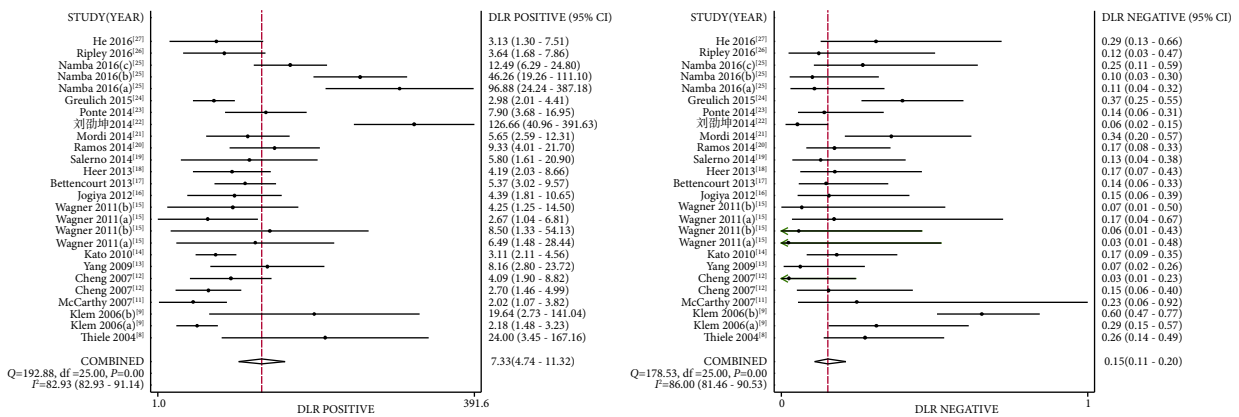


图 4 心脏磁共振成像诊断冠状动脉疾病的阳性似然比和阴性似然比 (基于患者)

场强度 AUROC 相对值, 结果显示不同 1.5T 和 3.0T 的 AUROC 之间的差异有统计学意义 ($P<0.000 01$), 提示 3.0T CMR 的诊断准确性高于 1.5T (图 11)。

2.6 发表偏倚

以有效样本量的平方根的倒数 ($1/\text{ESS}1/2$) 为横坐标, DOR ($\ln \text{DOR}$) 为纵坐标绘制漏斗图。基于患者的斜率系数分别为 $P=0.089$, 提示发表偏倚存在的可能性较小, 而基于血管的斜率系数分别为 $P=0.01$, 提示发表偏倚存在的可能性较大 (图 12)。

3 讨论

CAD 患者的冠状动脉不同程度狭窄导致心肌血流分布不均, 引起相应供血区心肌灌注降低、心肌缺血、坏死, 继而出现心功能紊乱和心电图异常, 最终导致临床症状^[4]。CMR 可一次性完成心脏结构与功能 (包括血流灌注、室壁运动、存活心肌定量等) 评估, 且无辐射损伤^[4]。本研究评价了不同类型和强度 CMR 诊断 CAD 的准确性, Meta 分析结果显示: ① CMR 诊断 CAD 的基于患者的 $\text{Sen}_{\text{合并}}$

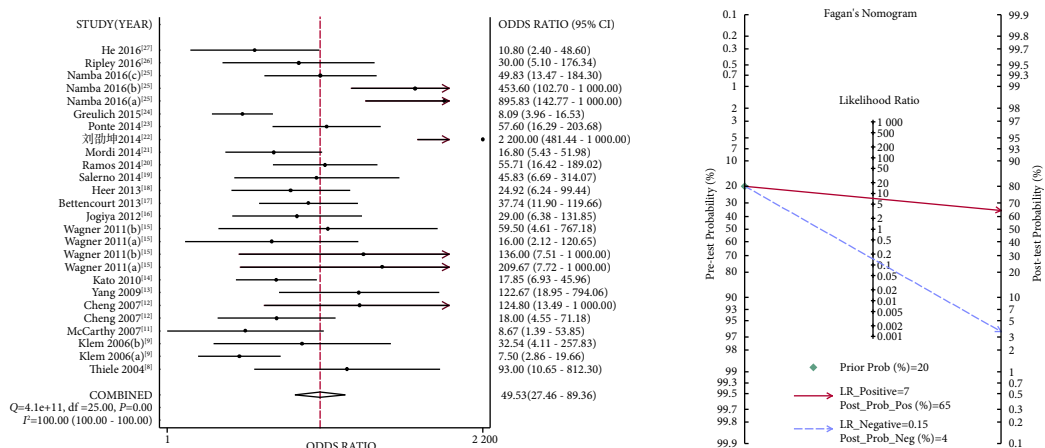


图5 心脏磁共振成像诊断冠状动脉疾病的诊断比值比、验前概率和验后概率（基于患者）

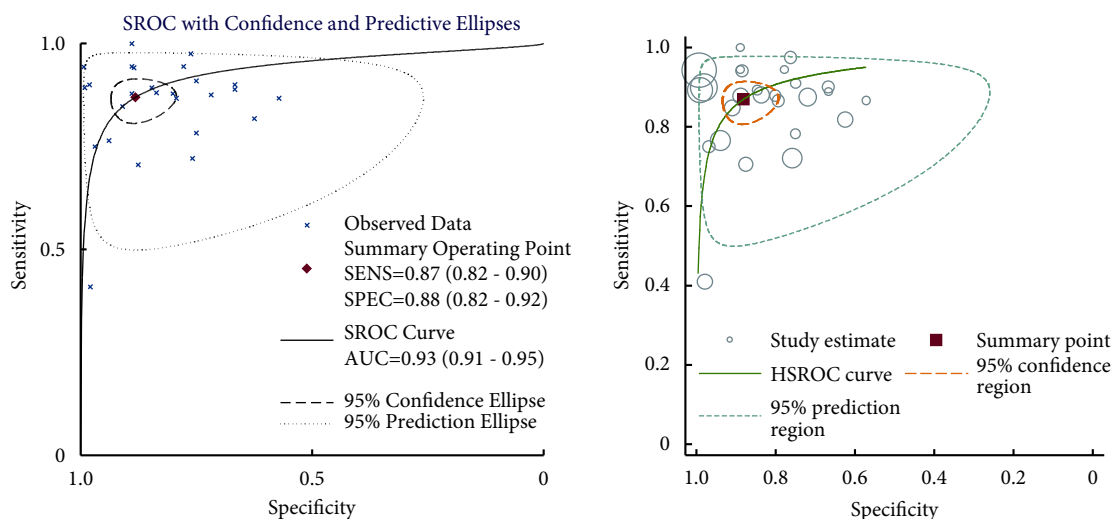


图6 心脏磁共振成像诊断冠状动脉疾病的SROC曲线和HSROC曲线（基于患者）

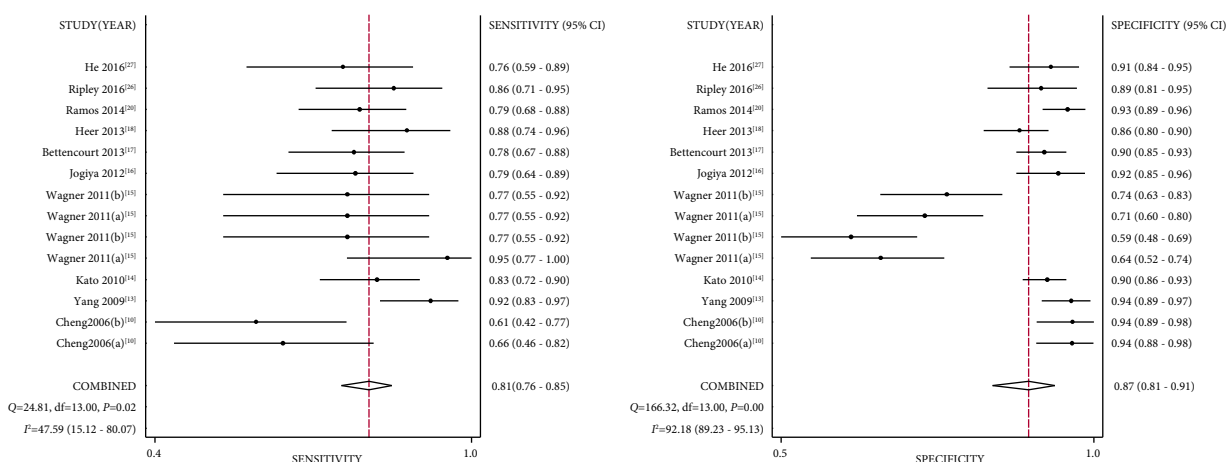


图7 心脏磁共振成像诊断冠状动脉疾病（基于血管）的敏感度和特异度

为 87%， $Spe_{合并}$ 为 88.1%，其漏诊率为 13%，误诊率为 11.9%，漏诊率和误诊率尚可；似然比是结合敏感度和特异度计算的一个综合性指标， $+LR_{合并}$ 为 7.326 $>$ 5，表明 CMR 结果为阳性时，有患 CAD 的可

能性， $-LR_{合并}$ 为 0.148 $<$ 0.2，提示 CMR 提示为阴性时，基本可以排除疑似 CAD 的可能性；CMR 的验前概率（20.00%）低于验后概率（65.00%），提示 CMR 用于诊断 CAD 基本有效。本研究结果显示，

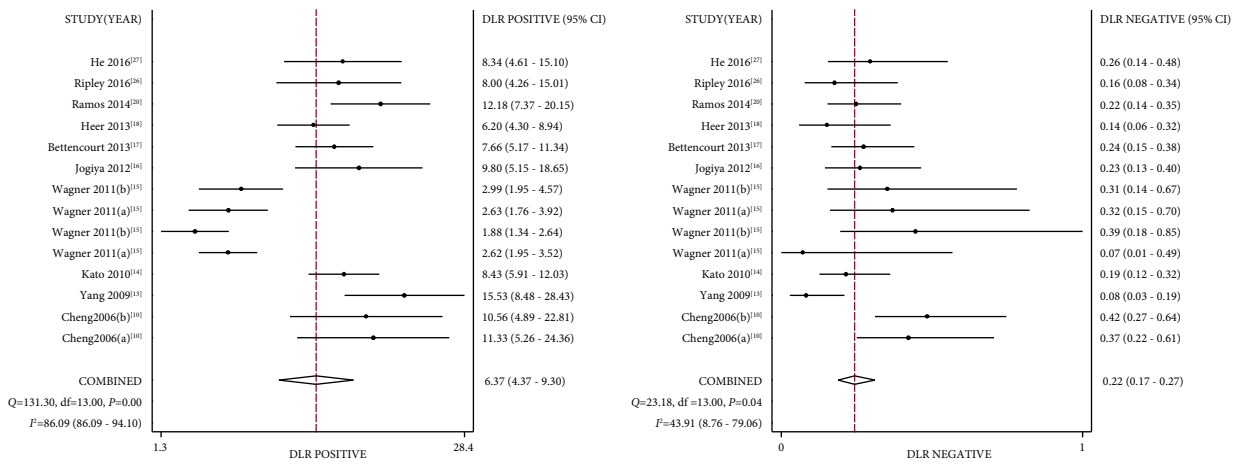


图 8 心脏磁共振成像诊断冠状动脉疾病（基于血管）的阳性似然比和阴性似然比

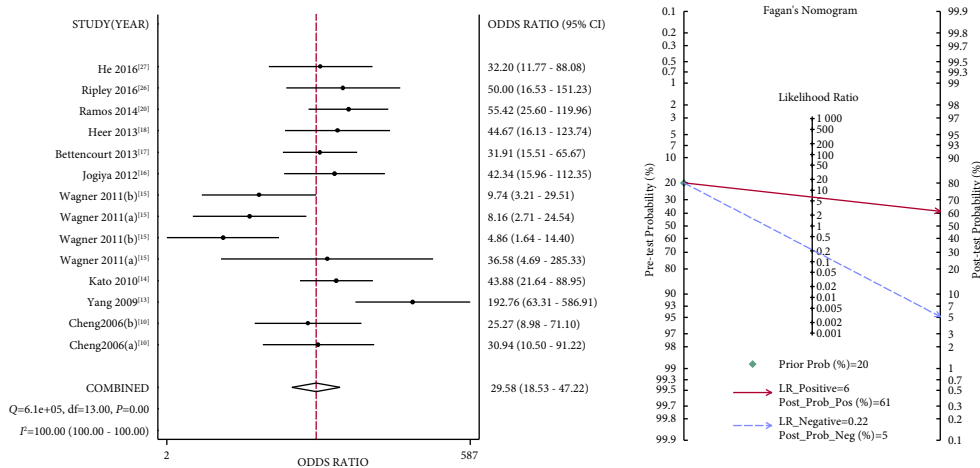


图 9 心脏磁共振成像诊断冠状动脉疾病（基于血管）的诊断比值比、验前概率和验后概率

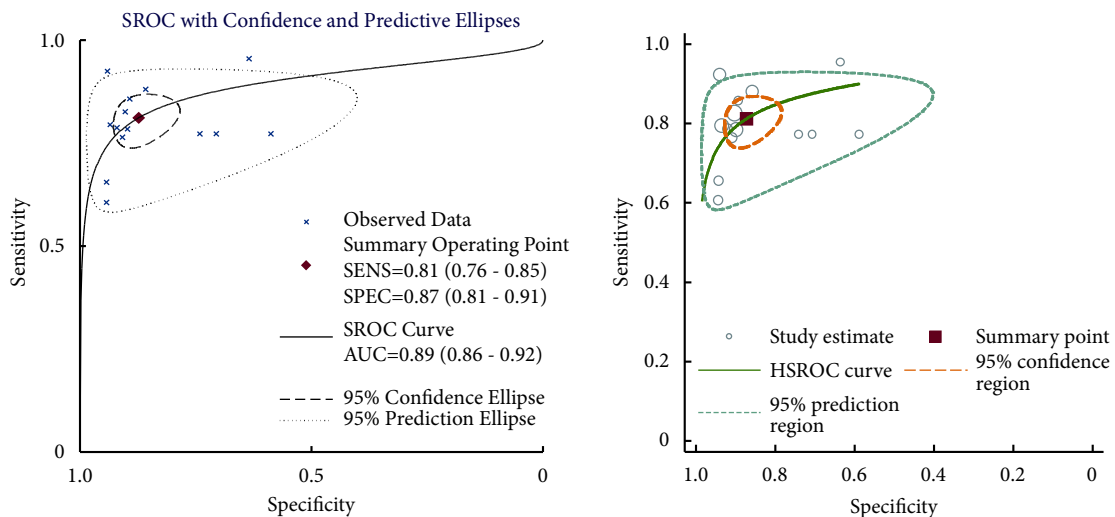


图 10 心脏磁共振成像诊断冠状动脉疾病（基于血管）的 SROC 曲线和 HSROC 曲线

CMR 诊断 CAD 的 AUROC 值为 0.93, 较接近 1, 说明 CMR 诊断效能较高。亚组分析结果显示, 不同类型 CMR 的 AUROC 差异无统计学意义, 但 1.5T

和 3.0T CMR 的 AUROC 差异有统计学意义, 3.0T CMR 的准确性高于 1.5T。② CMR 诊断 CAD 的基于血管的 Sen_{合并} 为 81.2%, Spe_{合并} 为 87.3%, 其漏诊

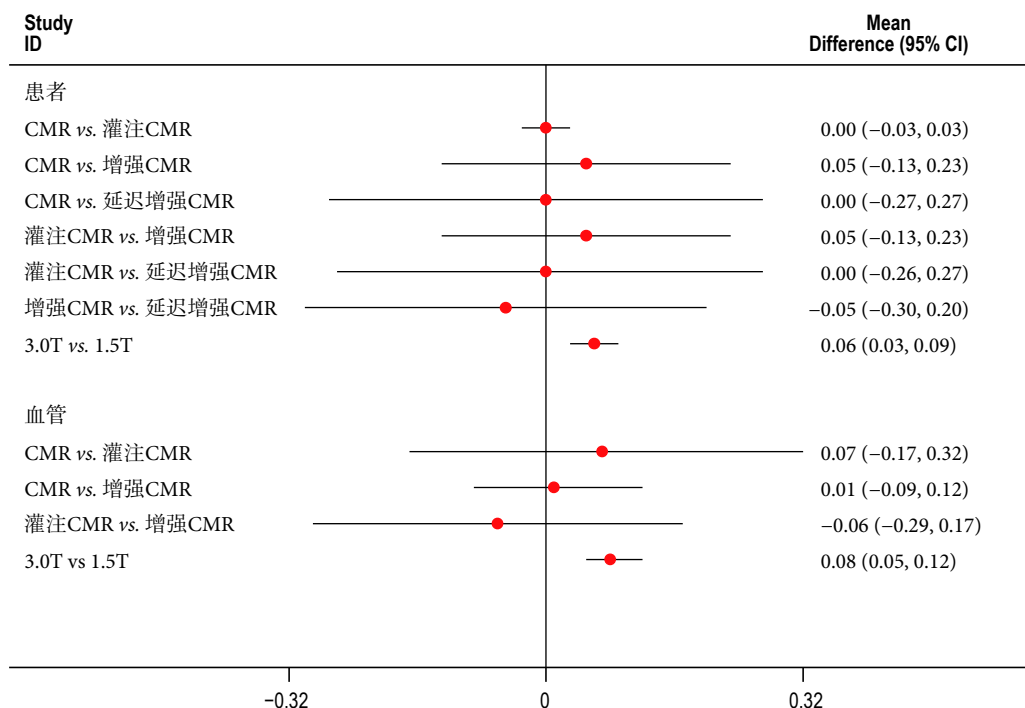


图 11 不同类型和磁场强度心脏磁共振成像间接比较的 Meta 分析结果

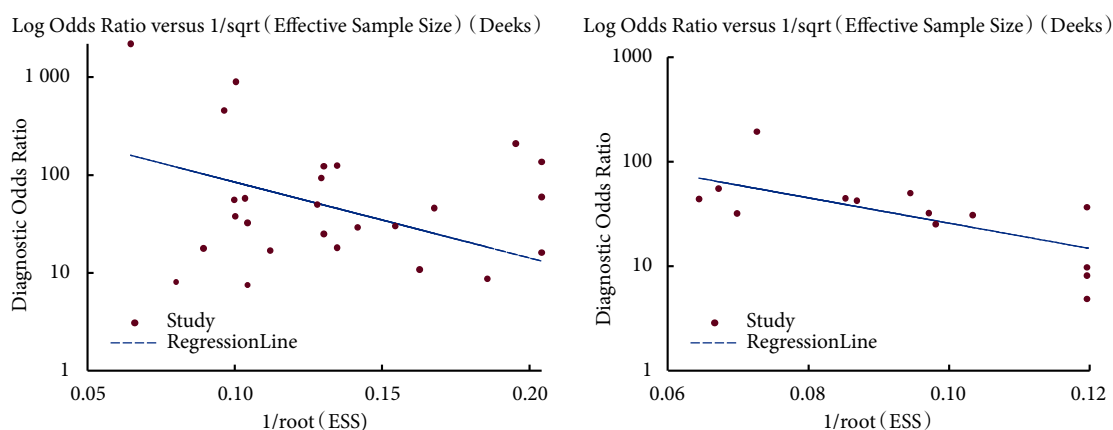


图 12 心脏磁共振成像诊断冠状动脉疾病的发表偏倚评价结果

率为 18.8%，误诊率为 12.7%，漏诊率高于误诊率。 $+LR_{合并}$ 为 $6.372 > 5$ ， $-LR_{合并}$ 为 $0.215 < 0.5$ ，CMR 的验后概率高于验前概率，CMR 诊断 CAD 的 AUC 值为 0.89，也说明 CMR 诊断效能相对较高。由此可见，基于患者的准确性高于基于血管的准确性，磁场强度越高，准确性越高。

本研究的优势：① 首次采用间接比较的 Meta 分析方法^[28, 29]分析了 CMR 不同类型和磁场强度的相对准确性；② 同时分析了基于患者和血管的数据 CMR 诊断 CAD 的准确性；③ 在呈现敏感度、特异度、似然比、诊断比值比和 SROC 曲线的基础上，还报告了验前概率、验后概率和 HSROC 曲线，定量和全面地分析了 CMR 对 CAD 的诊断效能。

但本研究存在以下局限性：① 由于心率及心律因素是严重影响 CMR 冠状动脉成像效果，纳入的原始研究中并未详细描述患者心率和心律情况，同时也未提供冠状动脉轻度、中度及重度狭窄的数据，这可能会影响研究结果的外推性；② 大多数研究未报告诊断试验检测与金标准检测间隔时间；③ 均无对试验进行样本量估计。因此建议今后研究：① 尽量遵循诊断性试验报告标准规范 (STARD)，提高诊断性试验的报告质量；② 诊断性试验和参照标准应尽量同步进行，在进行诊断时应做到“盲法”评估；③ 文献中应报告原始数据、计算有关的诊断性试验评价指标及其可信区间，以便为其实际应用和医疗决策提供参考，同时应注意报

告被排除的研究对象例数特别是因为诊断试验或参考试验不可行或结果不确定造成的排除人数；④ 应尽可能采用前瞻性研究方法，以避免回顾性偏倚的影响；⑤ 对 CMR 诊断 CAD，应该关注 CAD 患者的心率和心律，同时应当关注其安全性和成本-效果等问题。

综上所述，全身 CMR 对 CAD 诊断有相对较高的敏感度和特异度，SROC 曲线下面积为 0.93，显示 CMR 作为非侵入性检查对 CAD 具有较高的准确性，且延迟增强 CMR 准确性高于灌注 CMR 和增强 CMR，同时磁场强度 3.0T 的准确度高于 1.5T。建议临床实践者选择 CMR 诊断 CAD 时结合 CMR 的类型和磁场强度，还需考虑 CAD 患者的心率和心律，从而做出性价比高的诊断决策。

参考文献

- 李锐洁, 李静, 陈玉成, 等. 药物洗脱支架治疗冠状动脉疾病的 Meta 分析. 中国循证医学杂志, 2005, 5(7): 519-535.
- Go AS, Mozaffarian D, Roger VL, *et al.* Executive summary: heart disease and stroke statistics --2013 update: a report from the American Heart Association. *Circulation*, 2013, 127(1): 143-152.
- 胡大一, 马长生. 心脏病学实践 (2013). 北京: 人民卫生出版社, 2013: 108-123.
- 毛光品, 黄诚意, 朱劲草, 等. 心脏磁共振多技术扫描在冠状动脉粥样硬化性心脏病心肌缺血诊断与评估预后中的应用价值. 现代实用医学, 2016, 28(5): 571-573.
- Ohyama Y, Volpe GJ, Lima JA. Subclinical myocardial disease in heart failure detected by CMR. *Curr Cardiovasc Imaging Rep*, 2014, 7: 9269.
- Battaglia M, Bucher H, Egger M, *et al.* The Bayes library of diagnostic studies and reviews. 2nd edition. 2002.
- Whiting PF, Rutjes AW, Westwood ME, *et al.* QUADAS-2: a revised tool for the quality assessment of diagnostic accuracy studies. *Ann Intern Med*, 2011, 155(8): 529-536.
- Thiele H, Plein S, Breeuwer M, *et al.* Color-encoded semiautomatic analysis of multi-slice first-pass magnetic resonance perfusion: comparison to tetrofosmin single photon emission computed tomography perfusion and X-ray angiography. *Int J Cardiovasc Imaging*, 2004, 20(5): 371-384.
- Klem I, Heitner JF, Shah DJ, *et al.* Improved detection of coronary artery disease by stress perfusion cardiovascular magnetic resonance with the use of delayed enhancement infarction imaging. *J Am Coll Cardiol*, 2006, 47(8): 1630-1638.
- Cheng LQ, Gao Y, Guaricci AI, *et al.* Breath-hold 3D steady-state free precession coronary MRA compared with conventional X-ray coronary angiography. *J Magn Reson Imaging*, 2006, 23(5): 669-673.
- McCarthy RM, Deshpande VS, Beohar N, *et al.* Three-dimensional breathhold magnetization-prepared TrueFISP: a pilot study for magnetic resonance imaging of the coronary artery disease. *Invest Radiol*, 2007, 42(10): 665-670.
- Cheng AS, Pegg TJ, Karamitsos TD, *et al.* Cardiovascular magnetic resonance perfusion imaging at 3-tesla for the detection of coronary artery disease: a comparison with 1.5-tesla. *J Am Coll Cardiol*, 2007, 49(25): 2440-2449.
- Yang Q, Li K, Liu X, *et al.* Contrast-enhanced whole-heart coronary magnetic resonance angiography at 3.0-T: a comparative study with X-ray angiography in a single center. *J Am Coll Cardiol*, 2009, 54(1): 69-76.
- Kato S, Kitagawa K, Ishida N, *et al.* Assessment of coronary artery disease using magnetic resonance coronary angiography: a national multicenter trial. *J Am Coll Cardiol*, 2010, 56(12): 983-991.
- Wagner M, Rösler R, Lembcke A, *et al.* Whole-heart coronary magnetic resonance angiography at 1.5 Tesla: does a blood-pool contrast agent improve diagnostic accuracy? *Invest Radiol*, 2011, 46(3): 152-159.
- Jogiya R, Kozerke S, Morton G, *et al.* Validation of dynamic 3-dimensional whole heart magnetic resonance myocardial perfusion imaging against fractional flow reserve for the detection of significant coronary artery disease. *J Am Coll Cardiol*, 2012, 60(8): 756-765.
- Bettencourt N, Chiribiri A, Schuster A, *et al.* Cardiac magnetic resonance myocardial perfusion imaging for detection of functionally significant obstructive coronary artery disease: a prospective study. *Int J Cardiol*, 2013, 168(2): 765-773.
- Heer T, Reiter S, Höfling B, *et al.* Diagnostic performance of non-contrast-enhanced whole-heart magnetic resonance coronary angiography in combination with adenosine stress perfusion cardiac magnetic resonance imaging. *Am Heart J*, 2013, 166(6): 999-1009.
- Salerno M, Taylor A, Yang Y, *et al.* Adenosine stress cardiovascular magnetic resonance with variable-density spiral pulse sequences accurately detects coronary artery disease: initial clinical evaluation. *Circ Cardiovasc Imaging*, 2014, 7(4): 639-646.
- Ramos V, Bettencourt N, Silva J, *et al.* Noninvasive anatomical and functional assessment of coronary artery disease. *Rev Port Cardiol*, 2015, 34(4): 223-232.
- Mordi I, Stanton T, Carrick D, *et al.* Comprehensive dobutamine stress CMR versus echocardiography in LBBB and suspected coronary artery disease. *JACC Cardiovasc Imaging*, 2014, 7(5): 490-498.
- 刘劭坤, 田秀峰. 3.0T 磁共振对比增强冠状动脉成像的应用价值探讨. 实用医学影像杂志, 2014, 15(4): 301-302.
- Ponte M, Bettencourt N, Pereira E, *et al.* Anatomical versus functional assessment of coronary artery disease: direct comparison of computed tomography coronary angiography and magnetic resonance myocardial perfusion imaging in patients with intermediate pre-test probability. *Int J Cardiovasc Imaging*, 2014, 30(8): 1589-1597.
- Greulich S, Steubing H, Birkmeier S, *et al.* Impact of arrhythmia on diagnostic performance of adenosine stress CMR in patients with suspected or known coronary artery disease. *J Cardiovasc Magn Reson*, 2015, 17: 94.
- Namba Y, Fuke S, Kashihara Y, *et al.* Diagnostic accuracy of three different protocols for 3.0T coronary magnetic resonance angiography. *Int Heart J*, 2016, 57(5): 535-540.
- Ripley DP, Nezafat M, Foley JR, *et al.* Diagnostic accuracy of Dixon water fat suppression coronary artery magnetic resonance angiography at 3.0 Tesla. *J Cardiovasc Magn Reson*, 2016, 18(Suppl 1): Q11.

- 27 He Y, Pang J, Dai Q, *et al.* Diagnostic performance of self-navigated whole-heart contrast-enhanced coronary 3-T MR angiography. *Radiology*, 2016, 281(2): 401-408.
- 28 吴景玲, 葛龙, 张俊华, 等. 多个诊断性试验准确性的比较: 网状 Meta 分析方法介绍. *中国循证医学杂志*, 2017, 17(8): 987-992.
- 29 田金徽, 陈耀龙, 杨克虎, 等. SR/MA 研究进展与挑战. *兰州大学*

学报 (医学版), 2016, 42(1): 42-47.

收稿日期: 2017-08-15 修回日期: 2018-03-10

本文编辑: 樊斯斯