

· 腹部影像学 ·

体素内不相干运动扩散加权成像中分子扩散系数值对前列腺癌诊断价值的 Meta 分析

周蕾, 彭俊红, 胡浩, 阮学广, 周利华

【摘要】 目的:采用 Meta 分析评估体素内不相干运动扩散加权成像 (IVIM-DWI) 参数中分子扩散系数 (D) 值对鉴别诊断前列腺癌与前列腺良性病变的价值。**方法:**检索 Pubmed、Embase、中国知网、万方、维普数据库中自建库至 2018 年 11 月关于 IVIM-DWI 诊断前列腺癌的中英文文献。按照诊断试验的纳入和排除标准筛选文献, 进行质量评价并提取特征信息, 数据分析采用 Meta-Disc 1.4 软件和 Stata 14.0 软件, 根据异质性检验结果选择相应效应模式汇总效应量, 并绘制受试者工作特征曲线 (SROC)。**结果:**共纳入中英文文献 13 篇, 共纳入研究的患者 835 例, 病灶 945 个, 不存在发表偏倚 ($P > 0.05$)。汇总后的前列腺癌组与前列腺良性病变组的 D 值的标准化均数差 (SMD) 为 -2.09 (95% CI: $-2.37 \sim -1.80$) ($P < 0.01$); 汇总后的敏感度、特异度、阳性似然比、阴性似然比、诊断比值比及其 95% 可信区间 (95% CI) 分别为 0.91 (95% CI: $0.88 \sim 0.94$)、 0.84 (95% CI: $0.80 \sim 0.87$)、 5.35 (95% CI: $3.56 \sim 8.05$)、 0.12 (95% CI: $0.08 \sim 0.20$)、 63.83 (95% CI: $30.67 \sim 132.85$), 汇总 SROC 的曲线下面积 (AUC) 为 0.95 。**结论:**体素内不相干运动扩散加权成像的 D 值对鉴别诊断前列腺癌与前列腺良性病变有极高的诊断效能, 可作为无创性筛查前列腺癌的有效指标。

【关键词】 前列腺; 前列腺肿瘤; 前列腺病变; 体素内不相干运动; 扩散加权成像; Meta 分析

【中图分类号】 R737.25; R445.2 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2019)09-1007-06

DOI: 10.13609/j.cnki.1000-0313.2019.09.015

开放科学 (资源服务) 标识码 (OSID):



The diagnostic value of molecular diffusion coefficient of intravoxel incoherent motion diffusion-weighted imaging for prostate cancer: a meta-analysis ZHOU Lei, PENG Jun-hong, HU Hao, et al. Department of Radiology, the Wuhan Fourth Hospital, Puai Hospital Affiliated to Tongji Medical College, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430033, China

【Abstract】 Objective: To evaluate the differential diagnostic value of molecular diffusion coefficient (D) of intravoxel incoherent motion diffusion-weighted imaging (IVIM-DWI) for prostate cancer (PCa) and benign prostate lesions by meta-analysis. **Methods:** The databases of PubMed, Embase, CNKI, Wanfang and VIP were searched from establishment to November 2018 on IVIM-DWI in the diagnosis of PCa. The literature was selected according to the inclusion and exclusion criteria of the diagnostic test, the quality evaluation was carried out and the characteristic information was extracted. The data analysis was performed by Meta-Disc 1.4 and Stata 14.0 software. Based on the results of heterogeneity test, the corresponding effect model was selected to calculate the pooled diagnostic effect quantity, and summary receiver operating characteristic (SROC) curve was obtained. **Results:** A total of 13 Chinese and English literatures were enrolled, including 835 patients and 945 lesions. There was no publication bias ($P > 0.05$). The pooled normalized mean difference (SMD) of the D-values between the PCa group and the benign prostate lesion group was -2.09 (95% CI: $-2.37 \sim -1.80$) ($P < 0.01$). The pooled sensitivity, specificity, positive likelihood ratio, negative likelihood ratio and diagnostic odds ratio in the diagnosis of PCa were 0.91 (95% CI: $0.88 \sim 0.94$), 0.84 (95% CI: $0.80 \sim 0.87$), 5.35 (95% CI: $3.56 \sim 8.05$), 0.12 (95% CI: $0.08 \sim 0.20$) and 63.83 (95% CI: $30.67 \sim 132.85$), respectively, and the pooled area under the curve (AUC) was 0.95 . **Conclusion:** D value of IVIM-DWI has a very

作者单位: 430033 武汉, 武汉市第四医院, 华中科技大学同济医学院附属普爱医院放射科

作者简介: 周蕾 (1978—), 女, 技师, 湖北武汉人, 主要从事 MRI 技术工作。

通讯作者: 周利华, E-mail: 376786377@qq.com

high diagnostic power for differential diagnosis of prostate cancer and benign prostate lesions, and therefore can be used as an effective indicator for noninvasive screening of prostate cancer.

【Key words】 Prostate; Prostatic neoplasms; Prostate disease; Intravoxel incoherent motion; Diffusion-weighted imaging; Meta-analysis

近年来,前列腺癌(prostate cancer, PCa) 的患病率在世界范围内已居男性恶性肿瘤第 2 位,在男性癌症中的病死率居第 6 位,而在我国人群中其发病率和病死率也呈上升趋势^[1]。MRI 是诊断前列腺癌的最佳影像学手段,但目前常规 MRI 序列对早期 PCa 的诊断仍有局限性,单指数模型 DWI 能够无创反映活体内水分子的扩散特征,有效提高 PCa 的诊断准确性,但活体内组织信号并不随 b 值呈单指数衰减,因此 DWI 并不能真实反映体素内水分子的真实扩散特征,在鉴别前列腺良恶性病变时仍存在部分重叠。体素内不相干运动(intravoxel Incoherent Motion, IVIM) 扩散加权成像可在不注射对比剂的情况下定量评估并区分组织分子真性扩散和微循环灌注的假性扩散信息,能更准确地反映病变组织的病理生理学变化,近年来 IVIM 成像已成为鉴别病变良恶性的研究热点,国内外已有研究报道 IVIM 成像中的真性分子扩散系数(molecular diffusion coefficient, D) 值在鉴别诊断前列腺癌中有重要价值^[2], 但其准确性的报道尚不多。笔者通过 Meta 分析系统性分析目前关于 IVIM 中 D 值诊断 PCa 的研究,从而对 D 值的诊断效能做出综合、客观的评价。

材料与方法

1. 资料来源

检索的数据库有 PubMed、Embase、中国知网、万方和维普数据库。英文检索词为(“intravoxel incoherent motion” or “biexponential” or “IVIM”) and (“prostate”); 中文检索词为(“体素内不相干运动”或“IVIM”或“双指数模型”)和(“前列腺”)。检索时间均从建库截止至 2018 年 11 月。为尽量查全文献,采用网上检索和手动检索相结合的方式,并对纳入文献的参考文献进行二次检索。

2. 纳入与排除标准

文献纳入标准:①研究类型。公开发表的 IVIM-DWI 诊断前列腺癌的应用研究,限中英文。②研究对象。拟诊前列腺病变,应用 IVIM-DWI 检查诊断前列腺癌的研究,病例总数 ≥ 30 例。③金标准。穿刺活检或手术切除病理确诊。④可以直接或间接提取四格表数据包括真阳性值(true positive, TP)、假阳性值(false positive, FP)、假阴性值(false negative, FN)、真阴性值(true negative, TN)或敏感度(sensitivity,

Se)、特异度(specificity, Sp)及 D 值等指标。

文献排除标准:①重复发表的文献(保留数据最全最新的文献);②综述、评述、病例报告及文摘类研究;③动物试验。

3. 文献资料提取和质量评价

由 2 位高年资医师/技师独立进行文献筛选和资料提取,并交叉核对,如遇分歧通过讨论协商达成一致。提取的资料主要包括第一作者、发表时间、研究类型、设备类型、b 值个数及数值、扫描层厚、样本量、D 值、诊断阈值及各项研究入选病例的恶性率(癌灶数/总病灶数)等信息,提取的四格表数据信息包括 TP、FP、FN、TN 等指标。

按照 Cochrane 协作网推荐的诊断准确性研究质量评价(Quality Assessment of Diagnostic Accuracy Study, QUADAS)工具^[3]由 3 位评价员独立评价纳入文献的质量,对 14 个评价条目做出“是”(低度偏倚或适用性好)、“否”(高度偏倚或适用性差)或“不清楚”(缺乏相关信息或偏倚情况不确定)的判断,满足“是”的条目 ≥ 10 条的纳入文献被视为质量较高的文献。

4. 统计学分析

采用 Meta-Disc 1.4 和 Stata14.0 软件进行统计学分析。通过 Stata14.0 软件以标准化均数差(standardized mean differences, SMD)比较 PCa 与良性病变的 D 值差异;采用 Cochran-Q 检验及 I^2 值进行异质性检验,若 $I^2 < 50\%$ 可认为研究结果间有较低异质性,采用固定效应模型合并 SMD、Se、Sp、阳性似然比(positive likelihood ratio, LR+)、阴性似然比(negative likelihood ratio, LR-)、诊断比值比(diagnostic odds ratio, DOR)等效应量,汇总受试者工作特征曲线(summary receiver operating characteristic curve, SROC)的曲线下面积(area under the curve, AUC);若 $I^2 \geq 50\%$ 则提示存在高度异质性,采用随机效应模型合并效应量。通过 Spearman 相关系数检验有无阈值效应(Spearman 相关系数呈高度正相关且 $P < 0.05$ 即提示存在阈值效应)引起的异质性。若存在高度异质性则进一步进行亚组及回归分析探讨异质性来源。采用 Egger 检验分析 D 值的发表偏倚,采用 Deeks 漏斗图检验分析 D 值诊断效能的发表偏倚,若 $P < 0.05$ 则提示存在明显发表偏倚。

结 果

1. 文献检索结果

通过初步检索获得可能相关的文献 78 篇,经过阅读标题、摘要及全文逐层严格筛选排除,最终纳入 13 篇文献^[4-16],其中英文 2 篇,中文 11 篇。共纳入研究的患者 835 例,病灶 945 个;前列腺癌组患者 402 例,病灶 438 个;良性病变组患者 433 例,病灶 507 个。纳入研究的基本特征及诊断参数见表 1、2。

2. 纳入文献的质量评价

按照诊断试验的设计特征,主要评价标准共计 14 项(表 3)。共计 3 篇文献满足 14 条评价标准,6 篇满足 13 条标准,4 篇满足 12 条标准,提示纳入的 13 篇文献均具有较高质量。

3. 发表偏倚检验结果

对纳入的 13 篇文献采用 Egger 检验分析 D 值的发表偏倚(图 1),采用 Deeks 漏斗图检验 D 值诊断效能的发表偏倚(图 2),结果显示 P 值分别为 0.12 和

表 1 纳入研究的基本特征

研究者	发表时间	设备类型	研究类型	b 值 个数	最大 b 值 (s/mm ²)	层厚 (mm)	金标准	患者年龄 (岁)	病例数 (例)	病灶数 (个)	恶性率 (病灶数/总病灶数)
Liu X ^[4]	2013	GE 3.0T	前瞻性	11	3000	5	病理	40~70	57	57	51%
万红燕 ^[5]	2015	西门子 3.0T	回顾性	8	800	3	病理	53~85	58	62	79%
冷晓明 ^[6]	2016	GE 3.0T	回顾性	10	1500	4	病理	69±9.5	52	99	32%
张杨贵 ^[7]	2016	飞利浦 3.0T	回顾性	10	800	3	病理	69±11	36	36	56%
孙美玉 ^[8]	2016	GE 3.0T	回顾性	10	1200	5	病理	51~90	72	72	44%
孔晓勤 ^[9]	2016	西门子 3.0T	回顾性	7	600	2	病理	50~92	107	154	43%
Bao J ^[10]	2017	西门子 3.0T	前瞻性	7	1000	3	病理	未知	63	66	45%
何永胜 ^[11]	2017	GE 1.5T	回顾性	9	1000	5	病理	50~84	73	73	36%
张利祥 ^[12]	2018	GE 3.0T	回顾性	11	3000	4	病理	52~83	48	48	58%
张景忠 ^[13]	2018	西门子 3.0T	回顾性	8	800	3	病理	53~86	120	129	53%
王睿 ^[14]	2018	GE 3.0T	回顾性	16	3500	5	病理	69±9.8	53	53	43%
徐曦 ^[15]	2018	GE 3.0T	回顾性	15	3000	4	病理	54~88	45	45	53%
莫树群 ^[16]	2018	GE 3.0T	回顾性	11	1200	4	病理	50~84	51	51	59%

表 2 纳入文献的 D 值的基本诊断参数及诊断阈值

研究者	前列腺癌组		前列腺良性病变组		诊断阈值 (×10 ⁻³ mm ² /s)	TP	FP	FN	TN
	病灶数 (个)	D 值 (×10 ⁻³ mm ² /s)	病灶数 (个)	D 值 (×10 ⁻³ mm ² /s)					
Liu X ^[4]	29	0.51±0.17	28	0.78±0.22	0.54	26	11	3	17
万红燕 ^[5]	49	0.83±0.14	13	1.30±0.23	0.893	49	4	0	9
冷晓明 ^[6]	32	0.75±0.18	67	1.06±0.12	0.989	29	2	3	65
张杨贵 ^[7]	20	0.75±0.16	16	1.27±0.26	0.95	19	2	1	14
孙美玉 ^[8]	32	0.711±0.249	40	1.265±0.181	1.003	28	2	4	38
孔晓勤 ^[9]	46	0.86±0.16	108	1.24±0.20	0.869	42	11	4	97
Bao J ^[10]	30	0.94±0.39	36	1.44±0.45	0.488	21	8	9	28
何永胜 ^[11]	26	0.745±0.170	47	1.031±0.211	0.488	23	11	3	36
张利祥 ^[12]	28	0.43±0.13	20	0.73±0.21	0.44	27	6	1	14
张景忠 ^[13]	69	0.85±0.15	60	1.29±0.25	0.87	69	20	0	40
王睿 ^[14]	23	0.481±0.092	30	0.699±0.093	0.675	20	2	3	28
徐曦 ^[15]	24	0.471±0.080	21	0.665±0.070	0.566	23	2	1	19
莫树群 ^[16]	30	0.689±0.183	21	1.132±0.125	0.891	23	1	7	20

表 3 诊断性试验质量评价标准 QUADAS 工具评价汇总(篇)

条目	研究设计特征	是	否	不清楚
1	病例谱是否包含了各种病例及易混淆的疾病病例?	13	0	0
2	研究对象的选择标准是否明确?	13	0	0
3	金标准是否能准确区分有病、无病状态?	13	0	0
4	金标准和待评价试验检测的间隔时间是否足够短,以避免出现疾病病情的变化?	12	1	0
5	是否所有的样本或随机选择的样本均接受了金标准试验?	13	0	0
6	是否所有病例无论待评价试验的结果如何,均接受了相同的金标准试验?	13	0	0
7	金标准试验是否独立于待评价试验(即待评价试验不包含在金标准中)?	13	0	0
8	待评价试验的操作是否描述得足够清楚且可进行重复?	13	0	0
9	金标准试验的操作是否描述得足够清楚且可以进行重复?	13	0	0
10	待评价试验的结果判读是否是在不知晓金标准试验结果的情况下进行的?	4	6	3
11	金标准试验的结果判读是否是在不知晓待评价试验结果的情况下进行的?	9	0	4
12	当解释试验结果时可获得的临床资料是否与实际应用中可获得的临床资料一致?	13	0	0
13	是否报告了难以解释/中间试验结果?	13	0	0
14	对退出研究的病例是否进行解释?	13	0	0

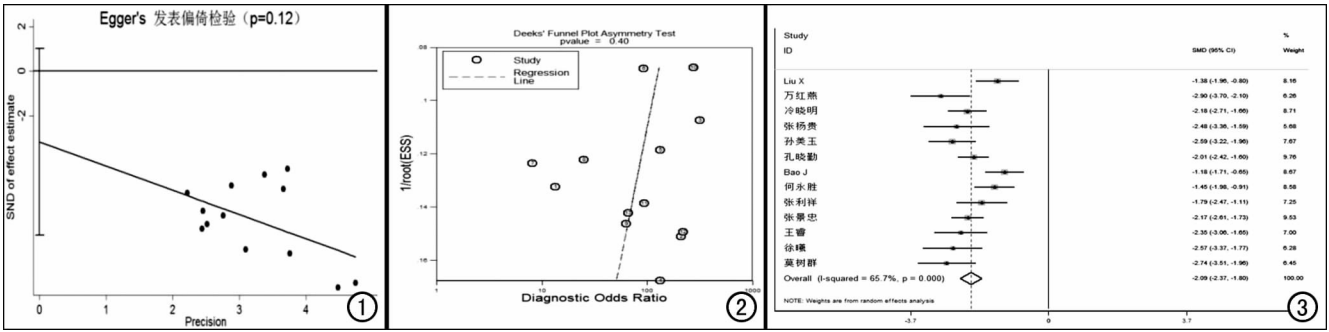


图 1 D 值发表偏倚 Egger 检验图($P=0.12$)。 图 2 D 值诊断准确性的 Deeks 漏斗图($P=0.40$)。 图 3 D 值的 SMD 森林图。

0.40(均 >0.05),提示本研究纳入的文献结果不存在明显的发表偏倚。

4. Meta 统计学分析结果

以 SMD 为效应量进行异质性检验 $I^2=65.7\%$,提示存在明显异质性,选用随机效应模型合并 SMD,森林图(图 3)结果显示合并后的 SMD 为 $-2.09(95\%CI:-2.37\sim-1.80)(P<0.01)$ 。以 DOR 为效应量进行异质性检验 $I^2=52.7\%(P=0.01)$,表明异质性较大,采用随机效应模型合并各效应量,合并后的 Se、

Sp、LR+、LR-、DOR 分别为 $0.91(95\%CI:0.88\sim0.94)$ 、 $0.84(95\%CI:0.80\sim0.87)$ 、 $5.35(95\%CI:3.56\sim8.05)$ 、 $0.12(95\%CI:0.08\sim0.20)$ 、 $63.83(95\%CI:30.67\sim132.85)$,汇总 SROC 曲线下面积为 0.95(图 4~6)。

阈值效应分析结果显示 D 值诊断前列腺癌的 Spearman 相关系数为 $0.48,P=0.09>0.05$,表明各项研究不存在明显阈值效应,提示 D 值诊断阈值不是异质性的主要来源。为探讨异质性来源,根据研究特

表 4 亚组分析及回归分析

类别/亚组	文献数	敏感度(95%CI)	P1	特异度(95%CI)	P2
最大 b 值(s/mm ²)					
≤1000	6	0.94(0.89~1.00)	0.53	0.79(0.68~0.91)	0.00
>1000	7	0.91(0.84~0.98)		0.89(0.83~0.96)	
b 值个数					
<10	5	0.94(0.88~1.00)	0.49	0.78(0.66~0.91)	0.00
≥10	8	0.91(0.85~0.98)		0.89(0.83~0.96)	
设备类型					
3.0T	12	0.93(0.88~0.98)	0.42	0.86(0.79~0.93)	0.62
1.5T	1	0.89(0.68~1.00)		0.77(0.47~1.00)	
恶性率					
<50%	6	0.87(0.79~0.96)	0.00	0.90(0.84~0.96)	0.57
≥50%	7	0.96(0.92~0.99)		0.78(0.68~0.89)	
层厚(mm)					
≤4	9	0.94(0.89~0.99)	0.81	0.86(0.78~0.94)	0.26
>4	4	0.89(0.79~1.00)		0.84(0.72~0.97)	
研究类型					
前瞻性	2	0.81(0.61~1.00)	0.03	0.70(0.46~0.95)	0.04
回顾性	11	0.94(0.90~0.98)		0.87(0.81~0.93)	

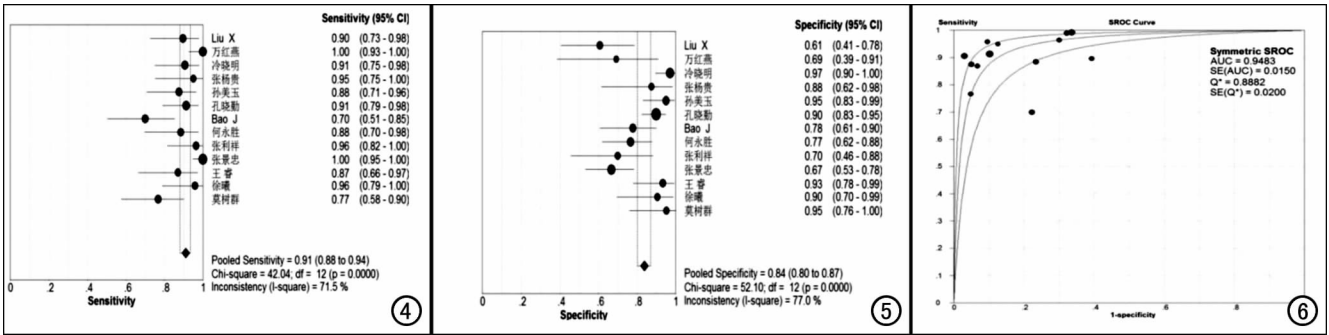


图 4 敏感度森林图。 图 5 特异度森林图。 图 6 D 值诊断效能的 SROC 曲线图。

点,分别对最大 b 值(≤ 1000 s/mm²、 > 1000 s/mm²)、b 值个数(< 10 个、 ≥ 10 个)、设备类型(3.0T、1.5T)、恶性率($< 50\%$ 、 $\geq 50\%$)、层厚(≤ 4 mm、 > 4 mm)、研究类型(前瞻性、回顾性)进行 Meta 亚组及回归分析,结果显示敏感度在恶性率和研究类型方面差异有统计学意义($P < 0.05$),特异度在最大 b 值、b 值个数和研究类型方面差异有统计学意义($P < 0.05$,表 4)。

讨 论

前列腺癌是男性常见的恶性肿瘤之一,许多患者确诊时就已发生周围组织侵犯或远处转移,预后较差,早发现、早诊断及早治疗是提高 PCa 患者生活质量及改善预后的关键。IVIM 扩散加权成像是 DWI 基础上发展起来的,由 Le Bihan 等^[17]于 1986 年首次提出,采用 4 个及以上 b 值通过双指数模型拟合可获得 IVIM 扩散加权成像相关参数,包括真实扩散系数 D 值、灌注相关扩散系数(perfusion-related diffusion coefficient, D^*)及灌注分数(perfusion fraction, f)。D 值反映活体内单纯的水分子扩散运动; D^* 值反映毛细血管血流灌注效应造成的假性扩散信息,与微循环血流速度、平均毛细血管长度相关;f 值反映的是组织微循环灌注占整体扩散效应的容积百分比,与组织微循环的血容量相关。

前列腺癌细胞增殖快且排列紧密,细胞外间隙窄,水分子扩散明显受限。国内外研究表明前列腺癌 D 值较前列腺良性病变明显减低,差异有统计学意义,但 D^* 值、f 值在前列腺癌与良性病变之间的差异有无统计学意义尚无定论^[2],目前国内外关于 D 值诊断 PCa 准确性方面的研究报道尚不足,且大部分研究的样本量较小,结果间存在一定程度的差异性。笔者通过 Meta 分析有效增大样本量,减少随机误差,并通过对同类研究的多个独立研究结果进行系统性分析,更客观系统地评价以 D 值为诊断标准时 IVIM 对国人 PCa 的诊断价值。

1. Meta 分析结果

本研究结果显示合并后的 PCa 组与良性病变组 D 值的 SMD 为 -2.09 (95% CI: $-2.37 \sim -1.80$) ($P < 0.01$),表明 PCa 组 D 值低于良性病变组,差异有统计学意义,与国内相关研究结果一致^[4-16]。合并后的 Se、Sp 分别为 0.91 和 0.84,均较高,表明 D 值能很好地筛查并鉴别出 PCa 患者。阳性似然比表明诊断试验出现真阳性结果与假阳性结果的比值,值越大,说明诊断价值越高;阴性似然比表明诊断试验出现假阴性结果与真阴性结果的比值,值越小,说明诊断价值越高。本研究合并后的 LR+、LR- 分别为 5.35 和 0.12,均提示 D 值对 PCa 的诊断价值较高。DOR 表

明检查患者出现阳性结果与阴性结果的比值,合并后的 DOR 值为 63.83,证实了 D 值拥有较高的病变检出率。AUC 是综合评价诊断试验诊断准确性的最佳指标,通常 AUC 值在 0.7~0.9 及 0.9 以上提示具有较高诊断价值和极高诊断价值,本研究合并后的 AUC 为 0.95,进一步提示 D 值在诊断 PCa 上有极高的诊断价值。刘佳琦等^[18]的大数据 Meta 分析结果显示传统的功能成像 DWI、MRS 诊断中国人群 PCa 的 AUC 分别为 0.90、0.93,可见 D 值的综合诊断效能高于 DWI 及 MRS,表明 D 值具有重要的临床推广应用价值。

2. 纳入文献的质量和异质性、发表偏倚分析

本研究纳入的 13 篇文献均满足最少 12 条以上评价标准,表明纳入该研究的文献质量较高,提示研究结果的可靠度高。诊断准确性的异质性分析显示 I^2 值为 52.7%,提示各项研究异质性较大,而 Spearman 相关检验结果显示不存在明显阈值效应造成的异质性。通过对最大 b 值、b 值个数、设备类型、恶性率、层厚、研究类型等因素进行 Meta 亚组分析,结果显示敏感度在恶性率和研究类型方面差异有统计学意义($P < 0.05$),提示最大 b 值、b 值个数、扫描层厚等扫描参数及设备类型对诊断敏感度均无明显影响,而恶性率不同的主要原因在于纳入的研究来自不同地区及不同级别的医院,入选患者在构成比上存在不可避免的差异。特异度在最大 b 值、b 值个数和研究类型方面差异有统计学意义($P < 0.05$),提示最大 b 值、b 值个数均是 D 值诊断 PCa 特异度的重要影响因素,从亚组分析结果可以看出扫描条件中最大 b 值 > 1000 s/mm² 和 b 值个数 ≥ 10 个的亚组特异度高达 0.89,且亚组间差异有统计学意义($P < 0.01$),多项研究结果表明采用 ≥ 10 个 b 值和最大 b 值 > 1000 s/mm² 扫描时特异度可达 0.95 以上^[6,8,16]。b 值是 IVIM 的重要扫描参数,目前 b 值的选择还没有统一标准,仍在探索中,这也是 IVIM 技术今后研究的热点方向之一。研究类型对敏感度和特异度均有影响,笔者认为主要原因在于回顾性研究在病例的选择上存在一定程度的偏倚。Egger 检验和 Deeks 漏斗图检验结果显示纳入的各项研究的 D 值和诊断准确性均不存在明显发表偏倚,表明纳入的 13 篇文献研究结果的可信度较高。

3. 本研究的局限性

本研究纳入的 13 篇文献以回顾性研究(11 篇)为主,仅 2 篇为前瞻性研究,且研究的样本人群均为国人,存在一定的偏倚;本次纳入的研究不包含未公开发表的文献和正在研究的资料,存在一定的偏倚。本次纳入的研究采用的 D 值诊断阈值虽然无明显阈值效应,但仍存在一定程度的差异,而非统一诊断标准,有待进一步研究。

综上所述,IVIM-DWI 检查 PCa 组 D 值低于良性病变组,差异有统计学意义;以 D 值为诊断阈值鉴别诊断 PCa 的敏感度和特异度均较高,D 值具有极高的诊断效能,可以作为无创性筛查 PCa 患者的有效指标用于临床推广。而最大 b 值和 b 值个数是影响诊断准确性的重要因素,目前尚无统一标准,这也是今后研究的方向之一。

参考文献:

- [1] Chen W, Zheng R, Baade PD, et al. Cancer statistics in China, 2015 [J]. CA Cancer J Clin, 2016, 66(2): 115-132.
- [2] 刘颖, 陈敏. 磁共振扩散峰度成像及体素内不相干运动成像在鉴别前列腺癌与前列腺增生中的应用[J]. 放射学实践, 2019, 34(1): 105-108.
- [3] Schlattmann P, Schuetz GM, Dewey M. Wake up and smell the PRISMA, Cochrane, and QUADAS statements [J]. Radiology, 2011, 261(1): 325-326.
- [4] Liu X, Peng W, Zhou L, et al. Biexponential apparent diffusion coefficients values in the prostate: comparison among normal tissue, prostate cancer, benign prostatic hyperplasia and prostatitis [J]. Korean J Radiol, 2013, 14(2): 222-232.
- [5] 万红燕, 毕芸祺, 衣岩, 等. 基于体素内不相干运动的 MR 扩散加权成像对前列腺癌诊断价值的初步研究[J]. 磁共振成像, 2015, 6(6): 445-449.
- [6] 冷晓明, 韩晓蕊, 赵曼, 等. 单指数 DWI 和 IVIM-DWI 对前列腺中央腺体疾病的诊断效能[J]. 中国医学影像技术, 2016, 32(10): 1560-1564.
- [7] 张杨贵, 陈珊红, 温志玲, 等. 体素内不相干运动 MRI 与 DWI 对前列腺癌的诊断[J]. 中国 CT 和 MRI 杂志, 2016, 14(3): 78-80.
- [8] 孙美玉, 刘爱连, 李烨, 等. 体素内不相干运动对前列腺癌和前列腺增生结节的鉴别诊断[J]. 放射学实践, 2016, 31(10): 947-951.
- [9] 孔晓勤, 邢可舟, 赵新尧, 等. 体素内不相干运动弥散加权成像联合波谱分析对前列腺癌的诊断价值[J]. 中华临床医师杂志(电子版), 2016, 10(12): 1699-1704.
- [10] Bao J, Wang X, Hu C, et al. Differentiation of prostate cancer lesions in the Transition Zone by diffusion-weighted MRI [J]. Eur J Radiol Open, 2017, 29(4): 123-128.
- [11] 何永胜, 许敏, 戚轩, 等. 双指数模型参数对前列腺癌的诊断价值及与 Gleason 评分的相关性分析[J]. 医学影像学杂志, 2017, 27(3): 507-511.
- [12] 张利祥, 董江宁, 方昕, 等. IVIM-DWI 鉴别前列腺癌与增生结节的价值[J]. 实用放射学杂志, 2018, 34(8): 1224-1227.
- [13] 张景忠, 齐英杰, 陈宇, 等. 基于体素内不相干运动的多扩散梯度因子 MR 扩散加权成像在前列腺癌评价中的初步研究[J]. 实用中西医结合临床, 2018, 18(6): 134-136.
- [14] 王睿, 仲津漫, 汪洋, 等. 扩散峰度成像联合体素内不相干运动成像对前列腺癌的诊断及鉴别诊断价值[J]. 实用放射学杂志, 2018, 34(9): 1397-1400.
- [15] 徐曦, 张冬, 黄家喜, 等. 体素内不相干运动成像及动态增强 MRI 在前列腺癌诊断及分级中的应用[J]. 中国医学影像学杂志, 2018, 26(10): 772-776.
- [16] 莫树群, 曹惠霞, 韩立新, 等. 体素内不相干运动扩散加权成像对前列腺癌的诊断价值[J]. 放射学实践, 2018, 33(6): 603-607.
- [17] Le Bihan D, Breton E, Lallemand D, et al. MR imaging of intravoxel incoherent motions: application to diffusion and perfusion in neurologic disorders [J]. Radiology, 1986, 161(2): 401-407.
- [18] 刘佳琦, 姜建, 洪顺达, 等. 前列腺癌磁共振波谱与扩散加权成像诊断效能的 Meta 分析[J]. 中国医学影像学杂志, 2017, 25(9): 711-715.

(收稿日期: 2019-02-23 修回日期: 2019-05-13)