

论 著

磁共振IVIM技术对T2DM肾病患者肾功能的评价价值*

1. 陕西省西安市第九医院肾脏内科
(陕西 西安 710054)2. 陕西省汉中市中心医院医学影像
诊断科 (陕西 汉中 723000)梁 维¹ 赵 静¹ 冯 玲¹何志婷¹ 秦书敏²

【摘要】目的 观察磁共振体素内不相干运动成像 (IVIM) 技术对2型糖尿病 (T₂DM) 肾病 (DKD) 患者肾功能的评价价值。**方法** 选择2017年6月至2018年6月我院36例DKD患者为研究对象, 纳入研究组; 同时招募20例健康志愿者为对照组。均行MRI检查测得肾脏皮、髓质IVIM参数 (单纯扩散系数D、灌注分数f), 比较2组受试者肾小球滤过率 (eGFR) 差异, 评价肾脏皮、髓质IVIM参数对DKD的诊断价值, 分析肾脏皮、髓质IVIM参数与eGFR的相关性。**结果** 研究组肾脏皮、髓质D、f值及eGFR均小于对照组 ($P < 0.05$)。皮质D、f值及髓质D、f值ROC曲线显示AUC分别为0.777、0.933、0.869、0.895 ($P < 0.05$), 敏感性分别为0.806、0.833、0.833、0.722, 特异性分别为0.806、0.950、0.800、0.900。肾脏皮、髓质D、f值与eGFR均呈显著正相关性 ($P < 0.05$)。**结论** IVIM可反映DKD肾脏灌注及弥散的变化, 对DKD诊断及肾功能评价有一定价值。

【关键词】 磁共振体素内不相干运动成像; 2型糖尿病; 糖尿病肾病; 肾功能

【中图分类号】 R587.1; R445.2

【文献标识码】 A

【基金项目】 陕西省自然科学基金项目 (2013JM4012)

DOI: 10.3969/j.issn.1672-5131.2019.12.026

通讯作者: 秦书敏

Evaluated Value of Magnetic Resonance IVIM Technique in Renal Function of Patients with T2DM Nephropathy*

LIANG Wei, ZHAO Jing, FENG Ling, et al., Department of Nephrology, The Ninth Hospital of Xi'an, Xi'an 710054, Shaanxi Province, China

[Abstract] **Objective** To observe the evaluated value of magnetic resonance intravoxel incoherent motion imaging (IVIM) in the renal function of patients with type 2 diabetes mellitus (T₂DM) nephropathy (DKD, diabetic kidney disease). **Methods** 36 patients with DKD in our hospital from June 2017 to June 2018 were selected as subjects and included in study group. Another 20 healthy volunteers recruited at the same time period were set as control group. MRI was performed, and the IVIM parameters of renal cortex and medulla (simple diffusion coefficient D, perfusion fraction f) were measured. The glomerular filtration rate (eGFR) was compared between the two groups. The diagnostic value of IVIM parameters of renal cortex and medulla on DKD was evaluated, and the correlation between IVIM parameters of renal cortex and medulla and eGFR was analyzed. **Results** The D and f values of renal cortex and medulla and eGFR in study group were smaller than those in control group ($P < 0.05$). The AUC values of ROC curves of D and f values of cortex and D and f values of medulla were 0.777, 0.933, 0.869 and 0.895 respectively ($P < 0.05$), and the sensitivities were 0.806, 0.833, 0.833 and 0.722 respectively, and the specificities were 0.806, 0.950, 0.800 and 0.900 respectively. The D and f values of renal cortex and medulla were significantly positively correlated with eGFR ($P < 0.05$). **Conclusion** IVIM can reflect the changes of DKD renal perfusion and dispersion, and it has certain value for DKD diagnosis and renal function evaluation.

[Key words] Magnetic Resonance Intravoxel Incoherent Motion Imaging; Type 2 Diabetes Mellitus; Diabetic Kidney Disease; Renal Function

糖尿病肾病 (DKD) 是糖尿病 (DM) 常见慢性并发症, 其在2型DM (T₂DM) 患者中发病率约为20%~50%^[1]。T₂DM所致肾损害一旦进入临床期, 肾功能急剧下降且不可逆, 早期及时诊断对缓解病程、改善患者预后具有重要意义^[2]。目前诊断DKD临床依据是尿微量白蛋白、尿素氮等实验室指标, 但其易受多种生理病理因素的影响, 敏感性较低^[3]。磁共振体素内不相干运动成像 (IVIM) 是一种基于弥散加权成像 (DWI) 的成像技术, 可通过单纯扩散系数D、灌注分数f同时反映组织内水分子扩散及微循环灌注情况, 对肾脏结构及功能改变评估有一定帮助^[4]。对此, 本研究观察IVIM在DKD诊断及肾功能评价中的应用情况, 现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选择2017年6月至2018年6月我院36例DKD患者为研究对象, 纳入研究组。纳入标准: 符合《实用内科学》^[5]中DKD诊断标准者; 年龄18~70岁者; 经医学伦理委员会批准, 患者及家属均自愿签订知情同意书。排除标准: 合并严重心、肝等脏器功能不全或肾衰竭者; 原发性高血压、原发性肾脏病、心衰、泌尿系感染等因素致肾损害者; 慢性肾炎及其他继发性肾小球疾病者。同时招募20例健康志愿者为对照组。其中研究组男19例, 女17例; 年龄47~68岁, 平均 (59.34 ± 7.36) 岁。对照组男11例, 女9例; 年龄45~67岁, 平均 (57.79 ± 6.81) 岁。2组性别、年龄等一般资料差异不显著 ($P >$

0.05)。

1.2 检查方法 应用西门子MAGNETOM Skyra 3.0T MR仪,表面相控阵线圈。扫描参数: T_1WI : $TR4.15ms$, $TE2.01ms$, 层厚 $3mm$, 层距 $1.2mm$, 视野读数 $380mm$, 视野读数相位 81.3% , 体素 $1.2 \times 1.2 \times 3.0mm$ 。 T_2WI : $TR3700ms$, $TE96ms$, 层厚 $6mm$, 层距 $1.2mm$, 视野读数 $380mm$, 视野读数相位 81.3% , 体素 $1.1 \times 1.1 \times 6.0mm$ 。DWI: $TR4500ms$, $TE68ms$, 层厚 $5mm$, 层距 $1.0mm$, 视野读数 $380mm$, 视野读数相位 68.8% , 体素 $2.2 \times 2.2 \times 5.0mm$, 采用单次激发平面回波(SS-EPI)序列, b 值取 0 、 100 、 200 、 400 、 800 、 $1000(s/mm^2)$ 6组。采用MITK Diffusion软件后处理DWI图像,得到IVIM相关参数图。由2名具有副主任医师以上职称的影像科医师进行双盲观察、分析,肾脏感兴趣区(ROI)选择在肾脏皮、髓质交界清楚的肾门中心水平,参照常规 T_1WI 、 T_2WI 图像,避开肾窦、肾盂以及化学伪影,区域面积 $15 \sim 25mm^2$,将同一受试者两侧肾脏测量数据求和取平均值作为最终单纯扩散系数 D 、灌注分数 f 值。记录2组受试者肾小球滤过率(eGFR)检测结果。

1.3 统计学分析 采用SPSS 19.0软件,肾脏皮、髓质 D 、 f 值及eGFR等连续性资料以 $(\bar{x} \pm s)$ 表示,采用 t 检验。应用受试者工作曲线(ROC曲线)评价肾脏皮、髓质IVIM参数对DKD的诊断价值。肾脏皮、髓质 D 、 f 值与eGFR的相关性采用Pearson相关分析。 $P < 0.05$ 认为有统计学意义。

2 结 果

2.1 2组肾脏皮、髓质IVIM参

数及eGFR比较 研究组肾脏皮、髓质 D 、 f 值及eGFR均小于对照组($P < 0.05$)。见表1。

2.2 肾脏皮、髓质IVIM参数对DKD的诊断价值 皮质 D 值ROC曲线显示AUC $0.777(P < 0.05)$, 临界值为 $2.00 \cdot 10^{-3}mm^2/s$, 敏感性、特异性分别为 0.806 、 0.700 。皮质 f 值ROC曲线显示AUC $0.933(P < 0.05)$, 临界值为 0.25 , 敏感性、特异性分别为 0.833 、 0.950 。髓质 D 值ROC曲线显示AUC $0.869(P < 0.05)$, 临界值为 $1.77 \cdot 10^{-3}mm^2/s$, 敏感性、特异性分别为 0.833 、 0.800 。髓质 f 值ROC曲线显示AUC $0.895(P < 0.05)$, 临界值为 0.16 , 敏感性、特异性分别为 0.722 、 0.900 。见图1。

2.3 肾脏皮、髓质IVIM参数与eGFR的相关性 肾脏皮、髓质 D 、 f 值与eGFR均呈显著正相关性($P < 0.05$)。见表2。

2.4 图像分析 图2-4为正常者, DWI图示肾皮髓质界限清晰, 单纯扩散系数图及灌注分数图示肾皮质以黄、红色为主, 髓质以绿、黄色为主, 皮质水分子扩散活跃, 强于髓质。图5-7为DKD患者, 肾皮髓质界限不清, 肾实质变薄, 单纯扩散系数图及灌注分数图示皮、髓质色阶均相对于正常下移, 以蓝、绿色为主, 提示

皮、髓质 D 、 f 值均低于正常者。

3 讨 论

随我国经济水平的提升, T_2DM 发生率逐年上升, DKD作为 T_2DM 的常见慢性并发症亦呈上升趋势, 对人们身体健康产生严重威胁^[6]。该疾病发病机制尚未阐明, 相关研究显示, T_2DM 患者血糖水平较高, 机体糖脂代谢紊乱, 易使大量胆固醇等物质沉积于血管管壁, 引起血管硬化、管腔变小甚至闭塞等纤维化病变, 累及肾脏时即导致DKD; 但高血糖并不是DKD发生的唯一因素, 遗传、环境、生活习惯等均与DKD发生密切相关^[7]。

DWI可反映肾脏水分子扩散程度, 对于病变肾脏, 其由于肾小管的萎缩、间质的纤维化及肾小球硬化等情况等导致血流量的减低, 水分子扩散程度受各种纤维化成分的限制而减低, 表现为ADC值降低^[8]。Cakmak P等^[9]对DKD患者的研究还显示, 皮质、髓质ADC值均与eGFR呈正相关性, 在一定程度上能较好地反映患者肾功能的水平。肾脏血流丰富, 水为肾小球滤过、肾小管分泌和重吸收等生理功能的重要媒介。

IVIM是一种基于DWI的成像技术, 可通过单纯扩散系数 D 、灌

表1 2组肾脏皮、髓质 D 、 f 值及eGFR检查结果比较($\bar{x} \pm s$)

组别	n	皮质		髓质		eGFR (mL/min)
		D值 ($10^{-3}mm^2/s$)	f值	D值 ($10^{-3}mm^2/s$)	f值	
研究组	36	1.68 ± 0.32	0.24 ± 0.02	1.53 ± 0.29	0.15 ± 0.03	73.64 ± 12.13
对照组	20	2.13 ± 0.42	0.29 ± 0.03	1.96 ± 0.37	0.21 ± 0.04	91.56 ± 14.11
t		4.502	7.471	4.812	6.354	4.996
P		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

表2 肾脏皮、髓质 D 、 f 值与eGFR的相关性分析

	皮质		髓质	
	D值 ($10^{-3}mm^2/s$)	f值	D值 ($10^{-3}mm^2/s$)	f值
r	0.341	0.318	0.426	0.566
P	0.010	0.017	0.001	0.000

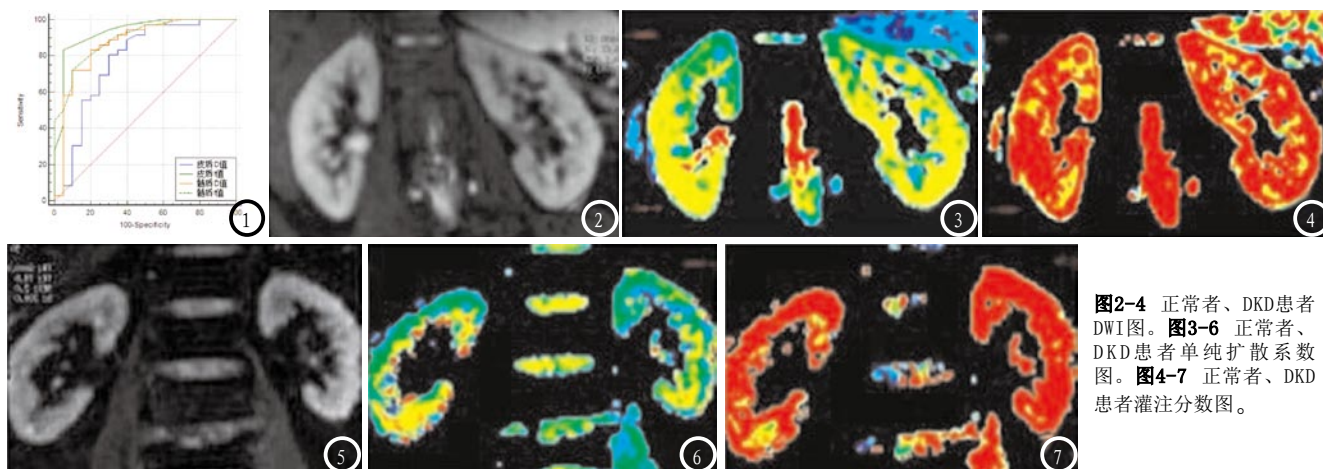


图2-4 正常者、DKD患者DWI图。图3-6 正常者、DKD患者单纯扩散系数图。图4-7 正常者、DKD患者灌注分数图。

注分数 f 同时反映组织内水分子扩散及微循环灌注情况，将组织中水分子的真实扩散与血液微灌注分离开来，获得的 D 、 f 值更能反映组织水分子真实扩散和血液微灌注信息^[10]。本研究中，研究组肾脏皮、髓质 D 、 f 值均小于对照组，且皮质 D 、 f 值及髓质 D 、 f 值ROC曲线显示AUC分别为0.777、0.933、0.869、0.895，敏感性分别为0.806、0.833、0.833、0.722，特异性分别为0.806、0.950、0.800、0.900，表明DKD患者肾脏水分子扩散及血流灌注明显减低，检测肾脏皮、髓质IVIM参数对DKD有一定诊断价值。Yan YY等^[11]研究亦表明，ADC值同时包含了水分子扩散及血液微灌注两方面信息，不能对此两方面信息在其中所占比例进行量化，IVIM参数 D 、 f 值能够更准确的评价疾病。肾皮质是发挥滤过功能的主要部分，DKD患者因肾小球硬化导致肾小球毛细血管流量及流速减低，水分子弥散受限。肾间质病变的严重程度与eGFR的下降密切相关，肾髓质内肾间质所占体积比较其在肾皮质内所占体积比大，故肾髓质损害可见eGFR明显下降。本研究中，肾脏皮、髓质 D 、 f 值与eGFR均呈显著正相关

性，表明IVIM对DKD肾功能评价有一定价值。Deng Y等^[12]对52例T₂DM患者的研究亦显示，受试者皮髓质 D 、 f 值与eGFR呈正相关，可用于早期DKD患者肾功能受损的评价，与本研究基本一致。

综上所述，IVIM可通过单纯扩散系数 D 、灌注分数 f 同时反映组织内水分子扩散及微循环灌注情况，对DKD诊断及肾功能评价有一定价值。

参考文献

- [1] 李玲, 杨家悦, 祝祥云. 胰腺再生蛋白水平在糖尿病肾病人群中显著升高[J]. 中国糖尿病杂志, 2016, 8(8): 468-472.
- [2] 宋丽妮, 刘敬怡, 张怡尘, 等. 糖尿病肾病早期诊断标志物的研究新进展[J]. 首都医科大学学报, 2017, 38(2): 145-149.
- [3] 丁小强, 朱加明. 糖尿病肾病诊治的研究进展、存在问题与展望[J]. 上海医学, 2018, 41(2): 73-77.
- [4] 刘乃全, 孙广萍. 多层螺旋CT(MSCT)灌注评估糖尿病肾病患者肾功能的临床研究[J]. 中国CT和MRI杂志, 2016, 14(5): 96-99.
- [5] 陈灏珠, 林果为, 王吉耀. 实用内科学. 第14版[M]. 人民卫生出版社, 2013: 1007-1008.
- [6] 程梁英, 周莉, 付平. 糖尿病肾脏疾病的早期诊断与治疗[J]. 临床肾脏病杂志, 2016, 16(4): 196-200.
- [7] Araki SI. Comprehensive risk

management of diabetic kidney disease in patients with type 2 diabetes mellitus[J]. Diabetol Int. 2018, 9(2): 100-107.

- [8] 郑爽爽, 何悦明. 糖尿病肾病的肾脏DWI研究[J]. 医学影像学杂志, 2016, 26(9): 1663-1665.
- [9] Cakmak P, Ya c AB, Dursun B, et al. Renal diffusion-weighted imaging in diabetic nephropathy: correlation with clinical stages of disease[J]. Diagn Interv Radiol. 2014, 20(5): 374-378.
- [10] 陈圣妮, 王远成, 冯英连, 等. 磁共振体素内不相干运动及扩散张量成像评估2型糖尿病患者肾功能的改变[J]. 中华医学杂志, 2018, 98(5): 346-351.
- [11] Yan YY, Hartono S, Hennedige T, et al. Intravoxel incoherent motion and diffusion tensor imaging of early renal fibrosis induced in a murine model of streptozotocin induced diabetes[J]. Magn Reson Imaging. 2017, 38(1): 71-76.
- [12] Deng Y, Yang B, Peng Y, et al. Use of intravoxel incoherent motion diffusion-weighted imaging to detect early changes in diabetic kidneys[J]. Abdom Radiol (NY). 2018, 43(10): 2728-2733.

(本文编辑: 刘龙平)

【收稿日期】2019-01-25