

短暂性脑缺血发作患者 IVIM 参数变化及其对预后的评估价值分析

陈 涛,刘存国[△]

陕西省宝鸡市人民医院影像科,陕西宝鸡 721000

摘要:目的 分析短暂性脑缺血发作(TIA)患者体素内不相干运动(IVIM)参数变化及其对预后的评估价值。方法 选取该院 2019 年 1 月至 2021 年 5 月收治的疑似 TIA 患者 156 例进行研究,均进行 IVIM 检测。根据患者是否为 TIA,将患者分为对照组(无 TIA 患者, $n=78$)以及研究组(TIA 患者, $n=78$)。观察比较两组患者脑组织 IVIM 各参数;采用受试者工作特征曲线(ROC 曲线)分析 IVIM 各参数诊断 TIA 患者的效能。结果 研究组快速表观扩散系数(ADC_{fast})、灌注信号比例(f)值显著低于对照组($P<0.05$)。两组标准表观扩散系数(ADC_{stand})、慢速表观扩散系数(ADC_{slow})值差异无统计学意义($P>0.05$);ROC 曲线显示, ADC_{stand} 、 ADC_{slow} 、 ADC_{fast} 、 f 值诊断 TIA 的曲线下面积分别为 0.624、0.290、0.981、0.965;其中 ADC_{fast} 取值为 0.692 mm²/s 时,诊断 TIA 的特异度为 89.07%,灵敏度为 97.68%; f 取值为 37.40% 时,诊断 TIA 的特异度为 95.34%,灵敏度为 95.28%。经随访,78 例 TIA 患者中无再发 TIA 者 37 例,再发 TIA 者 22 例,进展为脑梗死 19 例。进展为脑梗死患者 ADC_{fast} 、 f 值显著低于再发 TIA 者,再发 TIA 患者 ADC_{fast} 、 f 值显著低于无再发 TIA 患者($P<0.05$);单因素分析显示,患者发病至就诊时间、有 TIA 史是其预后的影响因素($P<0.05$);多因素 Logistic 回归分析显示,患者发病至就诊时间长、有 TIA 史、 ADC_{fast} 、 f 值较低是患者预后的独立危险因素($P<0.05$)。结论 TIA 患者 IVIM 主要表现为 ADC_{fast} 、 f 值降低,脑组织微循环灌注减弱。IVIM 可直观反映患者脑组织弥散信息及病灶部位微循环灌注,对 TIA 患者脑组织缺血评估及诊断具有一定帮助,同时其参数对患者预后评估也有参考价值。

关键词:短暂性脑缺血发作; 体素内不相干运动; 预后评估

中图分类号:R445

文献标志码:A

文章编号:1672-9455(2022)19-2605-04

The changes of IVIM parameters in patients with transient ischemic attack
and analysis of their prognostic valuation value

CHEN Tao, LIU Cunguo[△]

Department of Imaging, Baoji People's Hospital, Baoji, Shaanxi 721000, China

Abstract: **Objective** To analyze the changes of intravoxel incoherent motion (IVIM) parameters in patients with transient ischemic attack (TIA) and their prognostic evaluation value. **Methods** A total of 156 patients with suspected TIA admitted to our hospital from January 2019 to May 2021 were selected for research, and all of them underwent IVIM detection. According to whether the patients were TIA or not, they were divided into control group (no TIA patients, $n=78$) and observation group (TIA patients, $n=78$). The changes of each parameters of IVIM in brain tissue of the two groups of patients was observed and compared. Receiver operating characteristic curve (ROC curve) was used to analyze the efficacy of IVIM parameters in predicting the prognosis of TIA patients. **Results** The ADC_{fast} and f -value in the observation group were significantly lower than those in the control group ($P<0.05$). There was no significant difference in ADC_{stand} and ADC_{slow} values between the two groups ($P>0.05$). ROC curve showed that AUC of ADC_{stand} , ADC_{slow} , ADC_{fast} and f -value were 0.624, 0.290, 0.981, 0.965, respectively. When ADC_{fast} was 0.692 mm²/s, the specificity was 89.07% and sensitivity was 97.68%. When f -value was 37.40%, the specificity was 95.34% and sensitivity was 95.28%. After follow-up, among the 78 TIA patients, 37 had no recurrent TIA, 22 had recurrent TIA, and 19 had progressive cerebral infarction. The ADC_{fast} and f -value of patients with cerebral infarction were significantly lower than those with recurrent TIA, and the ADC_{fast} and f -value of patients with recurrent TIA were significantly lower than those without recurrent TIA ($P<0.05$). Univariate analysis showed that the time from the onset of the patient to the visit and the history of TIA were the influencing factors for the prognosis ($P<0.05$); Multivariate Logistic regression analysis showed that long time from onset to visit, combined with past TIA history, lower ADC_{fast} and f -value were independent risk factors affecting the prognosis of patients ($P<0.05$). **Conclusion** IVIM in patients with TIA mainly manifests as lower ADC_{fast} , f -value, and weakened

brain tissue microcirculation perfusion. IVIM can directly reflect the diffusion information of the patient's brain tissue and the microcirculation perfusion of the lesion. It is helpful to the assessment and diagnosis of brain tissue ischemia in patients with TIA. At the same time, its parameters also have reference value for the prognosis evaluation of patients.

Key words: transient ischemic attack; intravoxel incoherent motion; prognostic evaluation

短暂性脑缺血发作(TIA)指的是脊髓、脑部或者视网膜局部的病灶发生缺血等引起的、没有发生急性脑梗死的短暂性神经功能障碍,该病与缺血性脑卒中有着较为密切的关系^[1-2]。有研究显示,TIA 的患者在近期发生脑卒中的风险随着时间推移呈现升高趋势^[3]。因此,早发现、早治疗对 TIA 患者预后改善具有重要意义。但常规影像学检测无法直观反映患者脑组织血流灌注及缺血状态,诊断效能较低^[4]。体素内不相干运动(IVIM)是一种利用多参数同时获取患者微循环灌注及水分子扩散情况的检测方式,其在各种肿瘤检测中已得到广泛应用^[5-6]。笔者认为通过 IVIM 检测可有效反映患者脑组织微循环灌注及弥散信息,对于 TIA 患者的诊断及预后评估可能具有较好效果。但有关 IVIM 在 TIA 患者中诊断价值的相关研究较少,可行性需进一步证实。笔者就此进行研究,旨在探讨 TIA 患者 IVIM 参数变化特征及其对患者预后的评估价值,为其临床推广提供依据,现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取本院 2019 年 1 月至 2021 年 5 月收治的疑似 TIA 患者 156 例进行研究。纳入标准:(1)临床症状疑似 TIA 者;(2)扩散加权成像(DWI)检测无脑梗死病灶;(3)具备随访条件并能按时回院复查。排除标准:(1)合并有占位、出血、硬膜下水肿病灶;(2)患者伴有其他脑部病灶;(3)合并心、肝、肾功能不全或精神疾病家族史;(4)有磁共振成像(MRI)等检查的禁忌证。以《中国缺血性脑卒中和短暂性脑缺血发作二级预防指南 2010》中的诊断标准为金标准^[7],将患者分为对照组(无 TIA 患者)及研究组(TIA 患者),每组 78 例。对照组年龄 31~69 岁,平均(50.14±5.25)岁;男 40 例,女 38 例。研究组年龄 30~71 岁,平均(50.27±5.31)岁;男 42 例,女 36 例。两组一般资料比较,差异无统计学意义($P>0.05$),具有可比性。

1.2 方法 MRI 检查方法:使用 GE3.0T 双梯度超导型磁共振设备,8 通道头线圈。按照横轴、矢状位 T1FLAIR 进行采集,使用自旋回波序列进行检查,矩阵 256×256,重复时间 1 843 ms,视野 240 mm×240 mm,回波时间 18.0 ms,层厚 7 mm,间距 1 mm。横轴位 T2WI 使用快速自旋回波序列检查,矩阵 256×256,重复时间 4 300 ms,视野 240 mm×240 mm,回波时间 106.7 ms,层厚 7 mm,间距 1 mm。

IVIM 检测:参数选取 b 值为 20、50、80、100、150、200、400、800、1 000、1 500、2 000、3 000 s/mm²,层厚 6 mm、间距 1 mm、矩阵 124×96。

检查结束后由两名及以上高级影像学技师对结

果进行分析,勾画感兴趣区域(ROI),进行测量,出具诊断报告。

1.3 观察指标 (1)两组患者脑组织 IVIM 各参数[标准表观扩散系数(ADC_{stand})、快速表观扩散系数(ADC_{fast})、慢速表观扩散系数(ADC_{slow})、灌注信号比例(f)];(2)IVIM 各参数的受试者工作特征曲线(ROC 曲线)分析结果;(3)不同预后患者 IVIM 各参数的比较;(4)不同预后患者单因素分析;(5)IVIM 各参数对患者预后的影响。

1.4 统计学处理 采用 SPSS21.0 软件对数据进行分析。正态分布的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,组间比较采用独立样本 *t* 检验或单因素 ANOVA 检验;采用 ROC 曲线评估 IVIM 各参数的诊断效能;采用多因素 Logistic 回归分析患者预后的影响因素;以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组患者脑组织 IVIM 各参数的比较 研究组 ADC_{fast}、f 值显著低于对照组($P<0.05$)。两组 ADC_{stand}、ADC_{slow} 值差异无统计学意义($P>0.05$),见表 1;患者典型检测影像见图 1。

表 1 两组患者脑组织 IVIM 各参数的比较($\bar{x} \pm s$)					
组别	<i>n</i>	ADC _{stand} (mm ² /s)	ADC _{slow} (mm ² /s)	ADC _{fast} (mm ² /s)	f 值(%)
对照组	78	0.64±0.15	0.65±0.15	4.42±0.97	46.18±8.78
研究组	78	0.61±0.14	0.63±0.13	2.38±0.47	28.04±5.61
<i>t</i>		1.291	0.890	16.715	15.376
<i>P</i>		0.199	0.375	<0.001	<0.001

2.2 IVIM 各参数 ROC 曲线分析 ROC 曲线分析结果显示,ADC_{stand}、ADC_{slow}、ADC_{fast}、f 值诊断 TIA 的曲线下面积(AUC)分别为 0.624、0.290、0.981、0.965;其中 ADC_{fast} 取值为 0.692 mm²/s 时,诊断 TIA 的特异度为 89.07%,灵敏度为 97.68%;f 值为 37.40%时,诊断 TIA 的特异度为 95.34%,灵敏度为 95.28%。

2.3 不同预后患者 IVIM 各参数表达 经随访,78 例 TIA 患者中无再发 TIA 者 37 例(无再发 TIA 组),再发 TIA 者 22 例(再发 TIA 组),进展为脑梗死 19 例(进展组)。进展组脑梗死患者 ADC_{fast}、f 值显著低于再发 TIA 组,再发 TIA 组患者 ADC_{fast}、f 值显著低于无再发组 TIA 患者($P<0.05$)。见表 2。

2.4 不同预后患者单因素分析 单因素分析显示,患者发病至就诊时间、有 TIA 史是其预后的影响因素($P<0.05$)。见表 3。

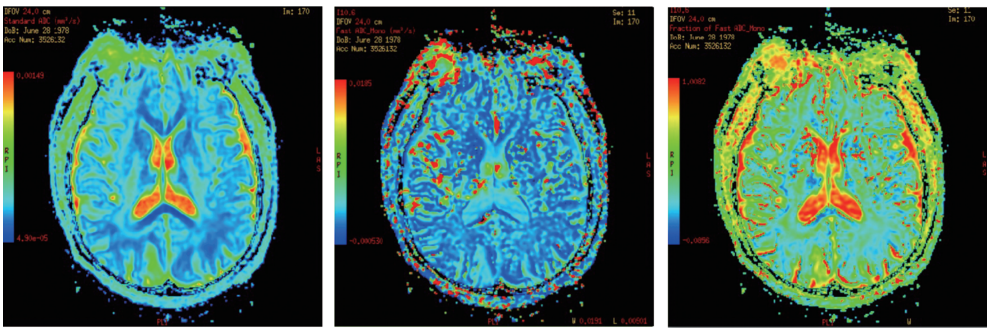


图 1 TIA 患者 IVIM 典型检测影像

表 2 不同预后患者 IVIM 各参数的比较(̄x±s)

组别	n	ADC _{stand} (mm ² /s)	ADC _{slow} (mm ² /s)	ADC _{fast} (mm ² /s)	f 值(%)
无再发 TIA 组	37	0.59±0.13	0.60±0.12	5.01±1.04	50.27±9.63
再发 TIA 组	22	0.62±0.15	0.64±0.13	4.14±0.83 ^a	43.55±8.49 ^a
进展组	19	0.63±0.15	0.63±0.14	3.37±0.69 ^{ab}	31.27±6.26 ^{ab}
F		0.615	0.775	21.370	50.970
P		0.544	0.464	<0.001	<0.001

注:与无再发 TIA 组比较,^aP<0.05;与再发 TIA 组比较,^bP<0.05。

表 3 不同预后患者单因素分析

组别	n	年龄(岁,̄x±s)	性别(男/女,n/n)	发病至就诊时间(h,̄x±s)	TIA 史(有/无,n/n)
无再发 TIA 组	37	50.23±5.31	18/19	3.55±1.68	5/32
再发 TIA 组	22	50.08±5.03	13/9	4.31±1.75	8/14
进展组	19	50.04±5.02	11/8	5.25±1.89	15/4
F/χ ²		0.011	0.450	5.996	23.361
P		0.989	0.799	0.004	<0.001

2.5 IVIM 各参数表达对患者预后的影响 对有 TIA 史赋值,有 TIA 史=1,无 TIA 史=0。多因素 Logistic 回归分析显示,患者发病至就诊时间长、有 TIA 史、ADC_{fast}、f 值较低是患者预后的独立危险因素(P<0.05)。见表 4。

表 4 IVIM 各参数表达对患者预后的影响

因素	β	P	OR	95%CI
发病至就诊时间	0.129	0.037	0.879	0.778~0.993
有 TIA 史	0.038	0.004	0.963	0.938~0.988
ADC _{stand}	2.100	0.718	0.305	0.440~1.974
ADC _{slow}	2.187	0.126	0.284	0.549~1.886
ADC _{fast}	-0.031	0.003	0.971	1.837~4.225
f 值	-0.020	0.001	0.980	3.969~10.992

3 讨 论

TIA 与脑卒中从本质上而言,是动态损伤过程的不同阶段,有研究指出,TIA 是脑卒中预警信号,也是脑卒中二级预防最佳时机^[8]。因此对于 TIA 患者需要早发现、早治疗,及时恢复患者脑组织血流灌注。目前临床多采用 MRI、DWI 对患者进行检测,其对患者脑组织缺血、缺氧症状较为敏感,能显示患者血管

闭塞或狭窄部位。但 TIA 患者往往存在无梗死核心缺血症状,单指数 DWI 受水分子扩散、微循环灌注两个方面影响,无法直观显示患者脑组织微循环灌注情况^[9]。甚至有研究指出,部分灌注异常患者病情先于 DWI 高信号出现^[10]。导致传统 DWI 对 TIA 诊断效能较低。

IVIM 是一种应用双指数模型对患者体内信号衰减与 b 值关系进行描述的检测模型,可将患者组织水分子扩散及微循环灌注进行有效区分,定量分析患者组织中水分子真性扩散及由微循环灌注引起的假性扩散,适用于类似肿瘤组织、脑组织等既有微循环灌注,又有水分子扩散的组织检测^[11]。在其参数中,ADC_{stand} 为采用传统指数模型拟算的 ADC 值,ADC_{slow}、ADC_{fast}、f 值分别表示患者体内单纯水分子扩散状态以及毛细血管微循环灌注状态及快速扩散相对总体扩散占比。有研究指出,患者脑血流量与其 ADC_{fast}、f 值具有显著相关性^[12-13]。本研究结果显示,对照组与研究组 ADC_{stand}、ADC_{slow} 值差异无统计学意义(P>0.05)。证实 TIA 患者脑组织水分子扩散状态并无显著变化,与国内既往研究基本相符^[14]。而研究组 ADC_{fast}、f 值显著低于对照组(P<0.05),提示患者脑组织微循环灌注降低。此结果中患者 f 值变

化与计丹妍等^[15]研究结果不完全相符,笔者认为原因可能是 f 值变化受 b 值影响较大,本研究中 b 值更高。而在罗马等^[16]研究中则提出,对于脑组织检测,应采用更高 b 值,可提高检测效能。因此笔者认为本研究结果具有较高的可信度。同时,ROC 曲线显示,ADC_{stand}、ADC_{slow}、ADC_{fast}、f 值诊断 TIA 的 AUC 分别为 0.624、0.290、0.981、0.965;其中 ADC_{fast} 取值为 0.692 mm²/s 时,诊断 TIA 的特异度为 89.07%,灵敏度为 97.68%;f 值为 37.40%时,诊断 TIA 的特异度为 95.34%,灵敏度为 95.28%。提示 ADC_{fast} 与 f 值均可有效反映患者病情,与其对患者微循环灌注检测的效能基本相符。同时也证实,IVIM 对 TIA 患者病情诊断及评估具有较高的效能。

此外,对于 TIA 患者预后的评估也是目前临床工作的重点内容,在多个对 TIA 患者随访的研究中均指出,即使 TIA 患者临床症状缓解或消失,仍会出现 TIA 复发或病情进展,发生脑卒中^[17-19]。若能尽早对患者进行评估,发现其高危因素,及时进行干预,对患者预后的改善具有重要意义,而本研究多因素 Logistic 回归分析显示,患者发病至就诊时间、有 TIA 史、ADC_{fast}、f 值是患者预后的独立风险因素($P<0.05$)。但就本研究关注的因素而言,低 ADC_{fast}、f 值是患者预后不佳的影响因素。笔者分析其可能与患者脑组织隐性缺血有关。在对 TIA 患者进行治疗后,患者病情缓解,临床症状消失,但仍可能发生脑组织持续低灌注症状,引起脑组织慢性缺血缺氧损伤,导致病情恶化。因此,在 TIA 患者治疗过程中,对于低 ADC_{fast}、f 值患者,应加强随访及复查,加强其脑血流及脑组织微循环灌注监测,及时给予干预对患者预后的改善可能具有一定帮助。ADC_{fast}、f 值对患者预后评估可能具有一定参考价值。

综上所述,TIA 患者 IVIM 主要表现为 ADC_{fast}、f 值降低,出现脑组织微循环灌注减弱。IVIM 可直观反映患者脑组织弥散信息及病灶部位微循环灌注情况,对 TIA 患者脑组织缺血评估及诊断具有一定帮助,同时其参数对患者预后评估也有参考价值。但受本院患者量影响,本研究纳入样本较少,此结论有待多中心、大样本试验进一步证实完善。

参考文献

[1] 倪建明,张威江,唐平,等.液体衰减反转恢复预脉冲弥散成像检测短暂性脑缺血发作急性缺血病灶的限度[J].中华核医学与分子影像杂志,2019,39(3):161-164.

[2] OU B J,TAO W,YANG S B,et al. The Antiapoptosis Effect of Geum japonicum Thunb. var. chinense Extracts on Cerebral Ischemia Reperfusion Injury via PI3K/Akt Pathway[J]. Evid Based Complement Alternat Med, 2018,18(1):1-13.

[3] 黄如月,罗敏,黄双双,等.合并颅内动脉瘤的急性脑梗死静脉溶栓治疗四例报道及文献复习[J].中华神经医学杂志,

2017,16(2):183-185.

[4] 蒲涛,母其文,郭倩,等. SPECT/CT 脑血流灌注断层融合显像联合 MRI 检查诊断缺血性脑卒中疾病可行性分析[J]. 中国 CT 和 MRI 杂志,2019,17(12):11-13.

[5] 薛丹丹,徐俊玲,史大鹏. 18F-FDG PET/CT 联合磁共振体素内不相干运动成像预测肺癌表皮生长因子受体表达的价值分析[J]. 中华医学杂志,2020,100(15):1159-1163.

[6] 冯雯,郭转转,许永生,等. MR 体素内不相干运动扩散成像在乳腺癌中的应用进展[J]. 中国医学影像技术,2019,35(8):1252-1255.

[7] 中华医学会神经病学分会脑血管病学组缺血性脑卒中二级预防指南撰写组. 中国缺血性脑卒中和短暂性脑缺血发作二级预防指南 2010[J]. 中华神经科杂志,2010,43(2):154-160.

[8] 李鹏飞,刘东辉,张浩. 影像学标志物对轻型脑卒中和 TIA 患者卒中复发的预测价值[J]. 医学研究杂志,2020,49(12):122-125.

[9] 毕欣伟,王莉莉,徐慧文,等. 短暂性脑缺血发作的疾病特点对磁共振弥散加权成像结果的影响[J]. 中华老年心脑血管病杂志,2020,22(7):734-738.

[10] 白秋云,甘洁. 磁共振多模态影像技术在短暂性脑缺血发作中的临床应用价值[J]. 医学影像学杂志,2020,30(4):547-551.

[11] 董云飞,付凤丽,翟利浩,等. 体素内不相干运动成像技术评估短暂性脑缺血发作的研究[J]. 心脑血管病防治,2016,16(5):363-365.

[12] HU L B,HONG N,ZHU W Z. Quantitative measurement of cerebral perfusion with intravoxel incoherent motion in acute ischemia stroke:initial clinical experience [J]. Chin Med J (Engl),2015,128(19):2565-2569.

[13] YAO Y,ZHANG S,TANG X,et al. Intravoxel incoherent motion diffusion-weighted imaging in stroke patients: initial clinical experience[J]. Clin Radiol,2016,71(9):938. e11-938. e16.

[14] 李璇,吴江,杨朝慧,等. MRA、3D-ASL 及 IVIM 技术在短暂性脑缺血发作中的应用价值研究[J]. 磁共振成像,2020,11(5):321-325.

[15] 计丹妍,付凤丽,翟利浩,等. 体素内不相干运动成像对短暂性脑缺血发作的诊断价值[J]. 浙江临床医学,2017,19(4):745-747.

[16] 罗马,张卫东. 体素内不相干运动双指数模型的技术现况[J]. 磁共振成像,2017,8(4):265-269.

[17] 李佳蓓,张云兰,李然梅,等. 血浆 LysoPC 水平对 TIA 后发生脑卒中的预测价值[J]. 检验医学与临床,2019,16(6):755-757.

[18] 李尚坤,余恒旺,崔美莲,等. ABCD2 评分法结合头颈部 CTA 对短暂性脑缺血发作后脑梗死的预测价值[J]. 中西医结合心脑血管病杂志,2019,17(10):1573-1575.

[19] 妥子君,郭建英,李振妍. TIA 患者颈动脉内中膜厚度与血清指标水平的关系及对脑梗死的预测价值[J]. 卒中与神经疾病,2020,27(4):457-461.