

· 论著 ·

# 高b值弥散加权成像表观弥散系数对急性缺血性脑卒中的评价及与NIHSS评分的相关研究\*

谢再汉<sup>1,\*</sup> 林丹霞<sup>2</sup> 方爱儿<sup>1</sup> 万昆明<sup>1</sup> 郑晓林<sup>3</sup> 彭辉<sup>1</sup> 闫淑丽<sup>1</sup>

1.东莞市东南部中心医院影像科(广东东莞 523721)

2.东莞市东南部中心医院脑病科(广东东莞 523721)

3.东莞市人民医院放射科(广东 东莞 523059)

**【摘要】目的** 探讨磁共振弥散加权成像不同b值ADC值及eADC值在急性缺血性脑卒中的诊断价值及其与临床NIHSS评分的相关性。**方法** 回顾性分析我院2018年1月至2019年12月住院的38例急性缺血性脑卒中患者的临床、影像资料，分别对比分析b=1000s/mm<sup>2</sup>与b=2000s/mm<sup>2</sup>时患侧、健侧的ADC值及eADC值，同时通过治疗前、部分患者治疗后ADC值及eADC值变化，结合NIHSS评分对临床疗效做出评价。**结果** b=2000s/mm<sup>2</sup>时患侧、健侧的ADC值及eADC值均低于b=1000s/mm<sup>2</sup>时的ADC值及eADC值，病灶在DWI上的信号越高，对病变的敏感性越高，差异均有统计学意义( $P<0.05$ )；无论选择b值是多少，治疗前、后的ADC值越高，eADC值越低，NIHSS评分就越低，临床疗效越显著，差异有统计学意义( $P<0.05$ )。**结论** 在1.5T磁共振DWI成像技术中选择b=2000s/mm<sup>2</sup>检查时可显著提高急性缺血性脑卒中患者的诊断价值，同时可根据ADC值及eADC值的动态变化对临床疗效做出准确评价。

【关键词】急性缺血性脑卒中；磁共振弥散加权成像；弥散敏感因子；表观弥散系数；NIHSS评分

【中图分类号】R743.3；R445.3

【文献标识码】A

【基金项目】东莞市社会科技发展项目(2018507150321193)

DOI:10.3969/j.issn.1009-3257.2021.02.011

## Evaluation of Acute Ischemic Stroke with an Apparent Diffusion Coefficient of High b-value Diffusion-weighted Imaging and the Correlational Research with NIHSS\*

XIE Zai-han<sup>1,\*</sup>, LIN Dan-xia<sup>2</sup>, FANG Ai-er<sup>1</sup>, WAN Kun-ming<sup>1</sup>, ZHENG Xiao-lin<sup>3</sup>, PENG Hui<sup>1</sup>, YAN Shu-li<sup>1</sup>.

1. Department of Radiology, Southeast Central Hospital of Dongguan, Dongguan 523721, Guangdong Province, China

2. Department of Neurology, Southeast Central Hospital of Dongguan, Dongguan 523721, Guangdong Province, China

3. Department of Radiology, Dongguan People's Hospital, Dongguan 523059, Guangdong Province, China

**Abstract:** **Objective** To explore the diagnostic value of different b-value ADC values and eADC values in magnetic resonance diffusion-weighted imaging in Acute Ischemic Stroke and their correlation with clinical NIHSS scores. **Methods** Retrospective analysis of our hospital from January 2018 to December 2019. The clinical and imaging data of 38 patients with Acute Ischemic Stroke hospitalized were compared and analyzed for the ADC value and eADC value, at the sametime, evaluate the clinical efficacy by combining changes in ADC value and eADC value before and after treatment with some patients, combined with the NIHSS score. **Results** b=2000s/mm<sup>2</sup> ADC value and eADC value of the affected side and the healthy side both are lower than the ADC value and eADC value at b=1000s/mm<sup>2</sup>. The signal of the lesion on DWI is higher, the sensitivity to the lesion is higher, and the difference is statistically significant( $P<0.05$ ); regardless of choice what is the value of b, the higher the ADC value before and after the treatment, the lower the eADC value, the lower the NIHSS score, the more significant the clinical efficacy, and the difference is statistically significant( $P<0.05$ ). **Conclusion** In 1.5T magnetic resonance DWI imaging The choice of b=2000s/mm<sup>2</sup> in the technique can significantly improve the diagnostic value of patients with Acute Ischemic Stroke. At the same time, it can be based on the ADC value and eADC value. Dynamic changes make an accurate evaluation of clinical efficacy.

**Keywords:** Acute Ischemic Stroke; Magnetic Resonance Diffusion Weighted Imaging; Diffusion Sensitive Factor; Apparent Diffusion Coefficient; NIHSS Score

急性缺血性脑卒中(acute ischemic stroke, AIS)是临面上的常见病和多发病，具有发病率高、死亡率高、复发率高及医疗花费比例高等特点，中国卒中协会指出卒中已成为我国居民第一位死因<sup>[1]</sup>，近10%患者可在发病急性期内死亡，故早期诊断、及时治疗、预防再发极为重要。近年来，通过MRI对急性缺血性脑卒中的诊断及评价其临床疗效已成为研究的热点。本研究旨在探讨b值分别为1000、2000s/mm<sup>2</sup>的DWI序列在急性缺血性脑卒中的诊断价值，并结合NIHSS评分，观察ADC值及eADC值的变化评价临床疗效的相关性。

## 1 资料与方法

**1.1 一般临床资料** 采用回顾性分析，入选病例均来自2018年1月至2019年12月我院脑病科急性缺血性脑卒中住院患者，共38例，发病12h内，经CT排除脑出血后，分别行多序列头颅MRI检查，并统计分析临床NIHSS评分，其中男31例，女7例，年龄自39~79岁，平均年龄(55.6±9.3)岁。所有入选病例均符合《中国急性缺血性脑卒中诊治指南(2014版)》<sup>[2]</sup>诊断标准。

**1.2 MRI检查** 所有患者均在头颅CT平扫排除脑出血后行MRI

【第一作者】谢再汉，男，副主任医师，主要研究方向：CT及MRI诊断。E-mail: xhxyan@yeah.net

【通讯作者】谢再汉

多序列检查，部分患者经rt-PA静脉溶栓治疗后动态MRI多序列检查。MRI检查采用美国GE Brivo 355-1.5T磁共振扫描仪及头部专用相控阵线圈，扫描序列包括冠状位T<sub>2</sub>WI-FLAIR、轴位DWI(b值分别为1000、2000s/mm<sup>2</sup>)、三维时间飞跃磁共振血管成像(3D-TOFMRA)。FLAIR序列扫描参数：TR为8600ms，TE为145ms，回波链26，层厚/层距为6mm/1mm，FOV为24.0cm×24.0cm。DWI序列扫描参数：采用设备默认值TR为5000ms，TE为默认最小值，回波链26，层厚/层距为6mm/1mm，FOV为24.0cm×24.0cm。3D-MRA序列扫描参数：TR及TE均选定默认最小值，FOV为22.0cm×22.0cm，层厚/层距为1mm/1mm。

**1.3 图像分析** 将DWI图像传至GE Functool 9.4.05工作站分析，自动生成ADC图和eADC图，由2名中级职称以上(其中1名为副高职称)影像学医师共同阅片，选择轴位表观扩散系数(ADC)图上卒中面积最大的层面，避开脑室、脑沟及颅骨随机划定感兴趣区(ROI)，分别测量b=1000s/mm<sup>2</sup>及b=2000s/mm<sup>2</sup>时卒中病灶区及病灶镜面对侧正常脑实质的ADC值及eADC值，见图1。

**1.4 观察指标** 依据《中国急性缺血性脑卒中诊治指南(2014版)》，通过静脉溶栓治疗前、后不同b值MRI弥散加权成像

检查时病灶、病灶镜面对侧正常脑实质的ADC值及eADC值分析，结合NIHSS评分，评价ADC值及eADC值与临床疗效的相关性。

**1.5 统计学分析** 应用SPSS 19.0统计软件，计量资料以( $\bar{x} \pm s$ )表示，采用独立样本t检验，分别比较两种b值条件下DWI诊断急性缺血性脑卒中的准确性、敏感性及特异性，同时分析两种b值条件下ADC值和eADC值与NIHSS评分的相关性。P<0.05为差异有统计学意义。

## 2 结 果

**2.1 不同b值时患侧、健侧ADC值和eADC值比较** b=2000s/mm<sup>2</sup>时患侧及健侧ADC值均低于b=1000s/mm<sup>2</sup>，eADC值改变不明显，b=2000s/mm<sup>2</sup>时对显示病灶的敏感性、准确性较b=1000s/mm<sup>2</sup>时高，而无论选择b值是多少，患侧的ADC值均低于健侧的ADC值，患侧的eADC值均高于健侧的eADC值，差异均有统计学意义(P<0.05)，见表1、2。

**2.2 不同b值时ADC与NIHSS评分的相关性** ADC值越大，eADC值就越小，NIHSS评分就越低，NIHSS评分与ADC值呈负相关，与eADC值呈正相关，b值的大小选择与NIHSS的相关性不大，见表3及图1。

表1 不同b值下患侧(急性脑梗死病灶)与健侧ADC值、eADC值

b值(s/mm <sup>2</sup> )	ADC值(10 <sup>-3</sup> mm <sup>2</sup> /s)		t	P	eADC值		t	P
	患侧	健侧			患侧	健侧		
1000	0.47±0.11	0.86±0.23	-9.31	0.00	0.62±0.76	0.42±0.82	12.98	0.00
2000	0.39±0.87	0.71±0.18	-10.04	0.00	0.62±0.76	0.42±0.82	12.98	0.00

表2 急性脑梗死病变在不同b值下的ADC值、eADC值

项目	b值(s/mm <sup>2</sup> )		t	P
	1000	2000		
ADC值	0.47±0.11	0.39±0.87	9.65	0.00
eADC值	0.62±0.75	0.48±0.72	12.76	0.00

表3 急性脑梗死灶不同b值下的ADC值、eADC值与NIHSS评分的相关分析结果

b值	ADC值(10 <sup>-3</sup> mm <sup>2</sup> /s)		eADC	
	1000	2000	1000	2000
相关系数	-0.43	-0.42	0.33	0.45

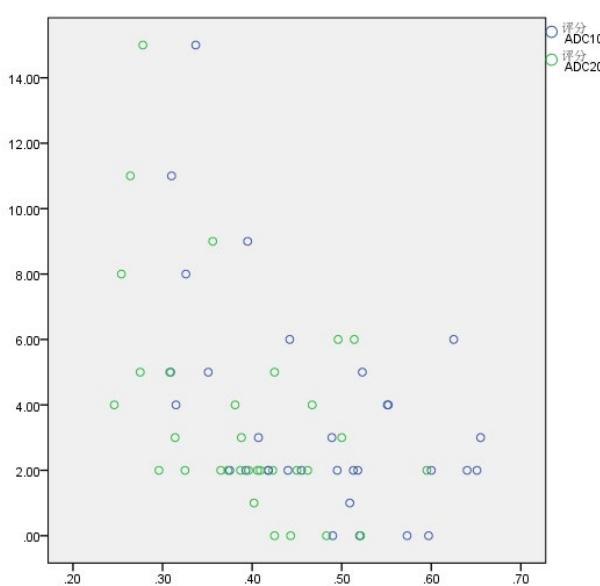


图1 不同b值下的ADC值、eADC值与NIHSS评分的相关分析散点图

**2.3 ADC值及eADC值对临床疗效的评价** 由于患者对MR检查的耐受性及经济等原因，未能所有患者都于治疗后第1天及第3天复查MR，患者治疗后复查样本量少，无法进行精准统计学分析，现选取部分患者首次检查及治疗后第1天首次MR复查的脑卒中病灶区的ADC值及eADC值结合NIHSS评分进行初步分析，发现部分患者治疗后NIHSS评分降低者，ADC值均增高，eADC值均降低，个别患者NIHSS评分无改变，但治疗后ADC值亦增高，eADC值降低，说明通过ADC值及eADC值可动态评价临床疗效。见表4。

**2.4 典型病例影像学分析** 由图2可知，不论是治疗前还是治疗后，当b=2000s/mm<sup>2</sup>时，DWI的信号比b=1000s/mm<sup>2</sup>时高，病灶显示更清晰，高b值时患侧ADC值及eADC值均较低b值时低；治疗后b=1000s/mm<sup>2</sup>或b=2000s/mm<sup>2</sup>时的ADC值较治疗前高，eADC值降低。

表4 b=1000s/mm<sup>2</sup>时部分患者治疗前及治疗后首次复查的NIHSS评分、ADC值(10<sup>-3</sup>mm<sup>2</sup>/s)及eADC值

患者	首次MR检查			首次复查		
	NIHSS评分	ADC	eADC	NIHSS评分	ADC	eADC
1	2	0.35	0.71	1	0.38	0.69
2	2	0.52	0.56	2	0.62	0.53
3	2	0.46	0.64	2	0.56	0.58
4	3	0.48	0.62	2	0.51	0.60

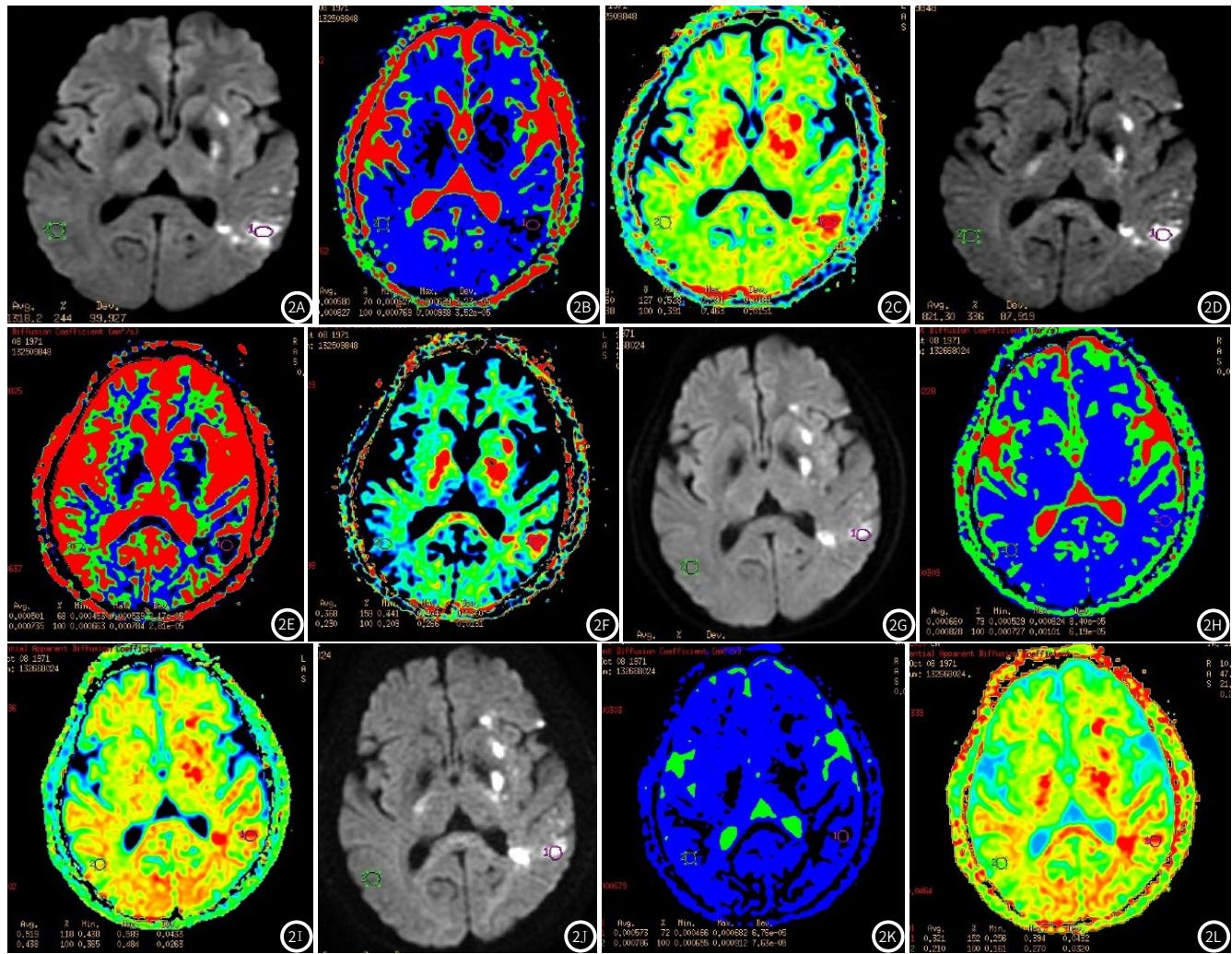


图2 同一患者，图2A-2C分别为治疗前b=1000s/mm<sup>2</sup>时DWI、ADC及eADC图，图2D-2F分别为治疗前b=2000s/mm<sup>2</sup>时DWI、ADC及eADC图，图2G-2I分别为治疗后b=1000s/mm<sup>2</sup>时DWI、ADC及eADC图，图2J-2L分别为治疗后b=2000s/mm<sup>2</sup>时DWI、ADC及eADC图。

### 3 讨论

缺血性脑卒中主要指脑血管阻塞诱发大脑组织缺血、缺氧，造成脑组织局部软化和坏死，进而使大脑出现功能障碍<sup>[3]</sup>。早期急性缺血性脑卒中主要表现在脑部水肿，MRI能够依靠大脑组织中的含水量变化进行检测，在发病时间<6h的早期存在细胞毒性脑水肿，局部脑组织梗死后由于病灶含水量升高，有助于延长核磁信号，提高诊断准确率<sup>[4]</sup>。

本研究主要通过DWI诊断急性缺血性脑卒中，为临床治疗提供客观依据。DWI应用于急性缺血性脑卒中时，诊断意义是由于其对缺血的改变非常敏感，导致水分子弥散运动减慢，Na<sup>+</sup>-K<sup>+</sup>-ATP酶功能降低导致细胞水肿，表现为ADC的下

降，DWI呈现高信号<sup>[5]</sup>。具体表现为细胞发生细胞毒性水肿，细胞外间隙缩小，限制了水分子扩散运动，其受限程度可通过ADC值反映，ADC为表观弥散系数，代表水分子的弥散程度，ADC图则是ADC值大小的直接反映，ADC值越高(ADC图上信号越高)，弥散越自由，ADC值越低(ADC图信号越低)，弥散越不自由，表示组织损伤程度越严重，DWI信号增高，且ADC值的降低与脑组织水肿时间几乎同步<sup>[6-7]</sup>，因此DWI是早期诊断急性缺血性脑卒中最敏感的方法。如果病灶弥散受限，ADC值则低，ADC图表现为低信号，可是在DWI上却表现为高信号，与ADC图刚好相反，为了和DWI一致，在DWI成像时，做出一个指数ADC图(eADC图)，弥散受限在eADC图上与DWI一样表现为高信号。根据ADC=(lnSI低/SI高)/(b

高-b低)及eADC=Sb高/Sb低可知, b值越大, ADC值越低, 从而eADC值越高, 故ADC值与eADC值呈相反, ADC值降低时, eADC值也相应地升高。本研究中,  $b=2000\text{s/mm}^2$ 时患侧、健侧的ADC值及eADC值均低于 $b=1000\text{s/mm}^2$ 时的ADC值及eADC值, 差异均有统计学意义( $P<0.05$ ), 提示不同b值的ADC值均可反映相同病理生理过程, 且DWI成像技术中选择高b值对脑组织中水分子的扩散运动越敏感, 与已往研究结果<sup>[8-10]</sup>基本一致。但ADC值受到多种因素的影响, 与组织特性、MR机型及b值的选择等有关, 其中b值是弥散敏感因子, 是DWI成像的重要参数。根据DWI成像的原理, b值的大小代表着在T<sub>2</sub>WI序列基础上加入“运动敏感梯度”脉冲的程度, b值越大, 这个脉冲的强度越大, 水分子弥散的情况对图像的影响越大, 图像中弥散的对比信息就会越多, DWI的敏感性越高, 但高b值会降低图像的信噪比, 反之b值越小, 图像中反映水分子弥散的信号对比就越少, 病灶检测的敏感性就越低, 因此临床中选择合适的b值至关重要。本研究38例病例中, 病灶在 $b=2000\text{s/mm}^2$ 时ADC值及eADC值均低于 $b=1000\text{s/mm}^2$ 时, 病灶在DWI上的信号更高, 边界显示更清晰, 提示在1.5T磁共振机型的DWI成像技术中, 选择 $b=2000\text{s/mm}^2$ 更容易提高急性缺血性脑卒中病灶检测的敏感性。

急性缺血性脑卒中临幊上主要选择静脉溶栓治疗, 如何评价治疗效果至关重要。NIHSS作为国际上使用较多的卒中量表, 能较好地评价急性脑卒中患者神经功能损伤的严重程度, 已被Prasad K等<sup>[11]</sup>证实具有较好的可靠性及实用性。

本研究主要应用磁共振弥散加权成像ADC值及eADC值的变化, 结合临床NIHSS评分, 使影像学检查作为急性缺血性脑卒中个性化治疗的重要依据。分析本组急性缺血性脑卒中患者资料, 通过表3及相关分析散点图可见, NIHSS评分与ADC值呈负相关, 与eADC值呈正相关, b值与NIHSS的相关性不大。无论 $b=1000\text{s/mm}^2$ 或是 $b=2000\text{s/mm}^2$ 时, 治疗前、后的ADC值越高, eADC值越低, NIHSS评分就越低, 临幊疗效越显著, 差异有统计学意义( $P<0.05$ )。本研究通过分析部分患者治疗前后不同b值DWI的ADC值及eADC值, 发现患者治疗后NIHSS评分降低者, ADC值均增高, eADC值均降低, 个别患者NIHSS评分无改变, ADC值亦增高, eADC值降低, 说明可通过ADC值及eADC值可评价临幊疗效, 与谢鹏等<sup>[12]</sup>、姜亮等<sup>[13]</sup>的研究结果一致。因此, 在日常工作中, 对急性缺血性脑卒中患者临幊疗效的评价, 可以通过治疗前后磁共振弥散加权成像序列ADC值及eADC值的变化做出准确判断。

本研究发现, 在1.5T磁共振设备上选择 $b=2000\text{s/mm}^2$ 检查既可提高对急性缺血性脑卒中病灶检测的敏感性、准确性及特异性, 同时也可根据治疗前后ADC值、eADC值的变化对临幊个体化治疗提出客观依据。但由于磁共振检查对患者个体要求相对较高, 部分患者由于对磁共振检查的耐受性或经济状况等原因, 未能同时在治疗前及治疗后第1天、第3天均行磁共振检查, 所选择的样本量较少, 再者由于大部分患者配合不佳, 在行MRA检查时图像伪影较多, 导致在MRA图上无法精准测量病灶区供血动脉管径, 未能将治疗前后血管再通情况列入研究, 这也是本研究的不足及遗憾之处。

## 参考文献

- [1]周峰, 刘宇凯, 周俊山, 等. 多模磁共振弥散加权成像一灌注加权成像不匹配在急性缺血性脑卒中溶栓时间窗内的评估作用[J]. 中华神经科杂志, 2015, 48 (10): 850-854.
- [2]刘文慧, 钱银锋. 多b值扩散加权成像研究进展[J]. 中华全科医学, 2016, 14 (9): 1557-1559.
- [3]Berenson D, Nuttall L, Hakim E, et al. Lesson of the month2:a rare presentation of Stroke: diagnosis made on magnetic resonance imaging [J]. Clin Med, 2018, 18 (2): 183-185.
- [4]林靖复. MRI诊断急性脑梗死的价值及梗死病ADC值的变化[J]. 中国医学物理学杂志, 2019, 6: 695.
- [5]徐玉新, 潘春霞, 孙庆举. 磁共振弥散加权成像在脑梗死病理演变过程的表现[J]. 罕少疾病杂志, 2012, 19 (6): 10-12.
- [6]刘鲁, 范晓黎, 朱晓玲, 等. 磁共振扩散加权成像高b值在诊断缺血性急性脑卒中患者中的应用[J]. 河北医药, 2019, 7 (13): 2019-2022.
- [7]晁苑翔, 吕惠生, 吴顶峰, 等. 超选择性动脉内溶栓治疗急性期脑梗死临床分析[J]. 陕西医学, 2012, 41: 689-690.
- [8]李桂林, 杜世伟, 李静伟, 等. 静脉溶栓桥接动脉内取栓治疗颅内大血管急性闭塞的效果分析[J]. 中国脑血管病杂志, 2017, 14: 122-126.
- [9]Yan Z, Yu T, Wang Y, et al. Literature review and case report of intravenous thrombolysis in acute cerebral infarction attributed to cervical arterial dissection[J]. J Stroke Cerebrovasc Dis, 2015, 24: 265-269.
- [10]中华医学会神经病学分会脑血管病学组急性缺血性脑卒中诊治指南撰写组. 中国急性缺血性脑卒中诊治指南2010[J]. 中国全科医学, 2011, 14: 4013-4017.
- [11]Prasad K, Dash D, Kumar A, et al. Validation of the Hindi version of National Institute of Health Stroke Scale[J]. Neurology India, 2012, 60: 40-44.
- [12]谢鹏, 董鑫, 汪军, 等. 术前基于DWI的阿尔伯塔脑卒中早期CT评分与血管内治疗预后的相关性研究[J]. 中国中西医结合影像学杂志, 2019, 17 (6): 569-572.
- [13]姜亮, 陈慧铀, 殷信道, 等. DWI-ASPECTS评估急性脑梗死静脉溶栓治疗预后价值[J]. 临床放射学杂志, 2016, 35 (3): 328-332.

(收稿日期: 2020-03-25)