液体衰减反转恢复序列高信号血管征可预测急性脑梗死患者短期神经功能预后

乔刚[1] 沈文超[1] 王欣[2] 王宁[3] 赵京[4]

[1]中国人民解放军陆军第八十二集团军医院医学影像科,河北保定 071000

[2]唐山海港经济开发区医院影像科,河北唐山 063099

[3]开滦总医院林西医院内科,河北唐山 063001

[4]保定市第二医院内科,河北保定 071051

摘要 目的:探讨液体衰减反转恢复序列(Flair)高信号血管征联合中性粒细胞计数对急性脑梗死(ACI)患者短期神经功能预后的预测价值。方法:选取96例经头颅磁共振确诊的ACI患者,入院时采用美国国立卫生院神经功能缺损评分量表(NIHSS)进行神经功能缺损评分,根据NIHSS评分将其分为轻度组(41例)、中度组(30例)和重度组(25例)。所有患者均进行磁共振检查,对Flair序列上高信号血管征进行评分,分析Flair高信号血管征、中性粒细胞计数与ACI患者短期神经功能预后的关系。患者发病6个月后,采用改变Rankin量表(mRS)评分将其分为预后良好组(81例)和预后不良组(15例)。结果:重度组患者年龄≥60岁、高血压及冠心病史的患者比例、入院时NIHSS评分、病灶直径、中性粒细胞计数均高于中度组和轻度组,而Flair高信号血管征评分低于中度组和轻度组(P均<0.05)。多因素logistic回归分析显示,年龄≥60岁、高血压及冠心病史、入院时NIHSS评分≥12分(OR=1.267,95%CI:1.140~1.409)、中性粒细胞计数升高(OR=1.719,95%CI:1.351~2.188)、Flair高信号血管征评分<4.76分(OR=2.190,95%CI:1.437~3.338)是影响ACI患者神经功能缺损的独立危险因素(P均<0.05)。预后不良组患者Flair高信号血管征评分较低,而中性粒细胞计数较高(P均<0.05)。以预后不良为因变量绘制受试者工作特征(ROC)曲线,结果显示Flair高信号血管征评分截断值为4.76分时,预测ACI患者短期神经功能预后的ROC曲线下面积为0.76(95%CI:0.745~0.826),敏感度和特异度分别为70.33%和64.33%;中性粒细胞计数截断值为5.82×10^9/L时,预测ACI患者短期神经功能预后的ROC曲线下面积为0.74(95%CI:0.723~0.814),敏感度和特异度分别为77.56%和63.24%;两者联合预测ACI患者短期神经功能预后的ROC曲线下面积为0.81(95%CI:0.839~0.876),敏感度和特异度分别为80.25%和63.46%。结论:Flair高信号血管征评分降低,中性粒细胞计数升高是影响ACI患者短期神经功能预后的独立危险因素,对评估患者预后具有重要参考价值。

关键词 液体衰减反转恢复序列高信号血管征;中性粒细胞计数;急性脑梗死;神经功能;短期预后

中图分类号 R743.33 **文献标识码** A DOI 10.11768/nkjwzzzz20240208

Fluid-attenuated inversion recovery sequence high signal vascular sign could predict the short-term neurological function prognosis in patients with acute cerebral infarction

QIAO Gang[1], SHEN Wen-chao[1], WANG Xin[2], WANG Ning[3], ZHAO Jing[4]. [1]Department of Radiology, The 82nd Group Army Hospital of the Chinese People's Liberation Army, Hebei Baoding 071000, China; [2]Department of Radiology, Tangshan Harbor Economic Development Zone Hospital, Hebei Tangshan 063099, China; [3]Department of Internal Medicine, Kailuan General Hospital Linxi Hospital, Hebei Tangshan 063001, China; [4]Department of Internal Medicine, Baoding Second Hospital, Hebei Baoding, 071051, China

Corresponding author: SHEN Wen-chao, E-mail: qiaogang06071@163.vom

Abstract Objective: To investigate the predictive value of high signal vascular sign of fluid-attenuated inverse recovery sequence (Flair) combined with neutrophil count in short-term neurological prognosis in patients with acute cerebral infarction (ACI). Methods: A total of 96 patients with ACI diagnosed by head magnetic resonance were selected and scored by the National Institutes of Health Neurological Impairment Scale (NIHSS) at admission. They were divided into mild group (41 cases), moderate group (30 cases) and severe group (25 cases) according to the NIHSS scores. All patients were examined by magnetic resonance imaging, and Flair high signal vascular signs were scored to analyze the relationship between Flair high signal vascular signs, neutrophil counts and short-term neurological function prognosis in ACI patients. At 6th month after the onset of the disease, the patients were divided into a good prognosis group (81 cases) and a poor prognosis group (15 cases) by using the modified Rankin scale (mRS) score. Results: The proportion of patients aged ≥60 years and hav-

基金项目:河北保定市科技计划项目(2041ZF341)

通信作者:沈文超,E-mail:qiaogang06071@163.com,河北省保定市莲池区百花东路991号

ing history of hypertension and coronary heart disease, NIHSS score at admission, lesion diameter and neutrophil count in severe group were higher than those in moderate and mild groups, while the score of Flair high signal vascular sign in severe group was lower than that in moderate and mild groups (all $P<0.05$). Multivariate logistic regression analysis showed that Age ≥60 years, history of hypertension and coronary heart disease, NIHSS score ≥12 points at admission ($OR=1.267$, 95% $C1$: 1.140-1.409), elevated neutrophil count ($OR=1.719$, 95% CI: 1.351-2.188), Flair high signal vascular score <4.76 points ($OR=2.190$, 95% $C1$: 1.437-3.338) were independent risk factors for neurological impairment in ACI patients (all $P<0.05$). Flair high signal vascular scores were lower and neutrophil counts were higher in the poor prognosis group (all $P<0.05$). Receiver operating characteristic (ROC) curve was drawn with poor prognosis as the dependent variable. The results showed that when the cut-off value of Flair high signal vascular sign score was 4.76, the area under the ROC curve was 0.76 (95% $C1$: 0.745-0.826), and the sensitivity and specificity were 70.33% and 64.33%, respectively, for predicting the short-term neurological function prognosis in ACI patients. When the cut-off value of neutrophil count was 5.82 $\times 10^9$/L, the area under the ROC curve was 0.74 (95% CI: 0.723-0.814), and the sensitivity and specificity were 77.56% and 63.24%, respectively, for predicting the short-term neurological prognosis of ACI patients. The combined use showed the area under the ROC curve was 0.81 (95% $C1$: 0.839-0.876), and the sensitivity and specificity were 80.25% and 63.46%, respectively, for predicting the short-term neurological function prognosis in ACI patients. Conclusion: Decreased Flair high signal vascular sign score and increased neutrophil count are independent risk factors for short-term neurological function prognosis in patients with ACI, and have important reference value for evaluating patient prognosis.

Key words Fluid-attenuated inversion recovery sequence high signal vascular sign; Neutrophils; Acute cerebral infarction; Neurological function; Short-term prognosis

脑梗死是脑区动脉供血异常,导致脑组织缺血、坏死的一种脑血管疾病,早期病情评估对改善患者预后具有积极意义[1,2]。液体衰减反转恢复序列(fluid-attenuated inversion-recovery, Flair)是磁共振(MRI)成像技术中的特殊序列,可清楚显示邻近脑脊液、具有高信号的病变,对临近脑组织-脑脊液交界区的病灶具有较好检测价值[3,4]。脑梗死后炎症反应激活,炎性介质释放,引起炎症级联反应,进而加剧脑组织损伤[5,6]。本研究对急性脑梗死(acute cerebral infarction, ACI)患者 Flair 高信号血管征进行评分,并联合血常规中性粒细胞计数,分析其与神经功能缺损及短期预后的关系。

资料与方法

1. 一般资料:选取 2020 年 12 月至 2021 年 6 月中国人民解放军陆军第八十二集团军医院收治的 96 例经头颅 MRI 确诊的 ACI 患者,入院时采用美国国立卫生院神经功能缺损评分量表[7](National Institues of Health Stroke Scale, NIHSS)进行评分,根据评分将其分为轻度组(NIHSS 评分 <7 分)41 例、中度组(NIHSS 评分 7 ~ 15 分)30 例、重度组(NIHSS评分 >15 分)25 例。患者发病 6 个月后,采用改良 Rankin 量表[8](modified Rankin scale, mRS)评估患者预后情况,将其分为预后良好组(mRS 评分 0 ~ 2 分)81 例和预后不良组(mRS 评分 3 ~ 5 分)15 例。

2. 纳入与排除标准:纳入标准:①符合第五届全国脑血管病学术会中相关诊断标准[9],经 MRI 确诊为 ACI;②发病 4.5 h 内入院进行静脉溶栓治疗及 MRI 检查。排除标准:①合并心、肝、肾等功能不全或疾病者;②既往卒中史;③其他原因导致的神经功能损害;④MRI 显示颅内感染、出血、肿瘤等其他疾病;⑤心脏手术史或安装心脏起搏器等无法进行 MRI 检查者;⑥图像伪影无法评估。本研究获医院伦理委员会批准,患者或家属知情并签署同意书。

3. 方法:使用 Philips Achieva Tx3.0 T 扫描仪进行头颅 MRI 检查,扫描方案为:T1WI:TR = 2000 ms, TE = 20 ms;T2WI:TR = 3000 ms, TE = 80 ms;扩散加权成像:TR = 2245 ms, TE = 90 ms, FOV 210 × 210 × 118,矩阵 140 × 10^9;层厚 6.0 mm,层间距 1 mm。FLAIR:TR = 7 000 ms, TE = 120 ms, FOV 230 × 199 × 130,矩阵 358 × 151;层厚 6.0 mm,层间距 1 mm。Flair 高信号血管征评分标准为:7 个皮质区域(大脑中动脉前部、岛叶外侧、大脑中动脉后部皮质、大脑中动脉前部上方皮质、岛叶外侧上方皮质、大脑中动脉后部上方皮质及大脑外侧裂)每个区域出现高信号分别计 1 分,共计 7 分。影像图像由 2 名影像科医师进行盲读,存在争议时协商后达成一致。

4. 观察指标:①记录患者性别、年龄、身高、体重、发病至入院时间、梗死病灶最大直径、梗死类型、冠心病及高血压史等,计算体重指数并于入院时进行 NIHSS评分。入院时采集患者空腹静脉血,使用

希森美康公司 XS-800i 血液分析仪检测外周血中性粒细胞计数、淋巴细胞计数，并根据 Flair 高信号血管征进行评分。比较轻度、中度及重度神经功能缺损患者以上临床资料差异。②以神经功能缺损为因变量(1 = 是，0 = 否)，进行多因素 logistic 回归分析，筛选出独立危险因素。③发病 6 个月后采用 mRS 评估 ACI 患者短期神经功能缺损情况，将其分为预后良好组和预后不良组，比较 2 组患者 Flair 高信号血管征评分、中性粒细胞计数，分析两者与患者预后的关系。以预后不良为因变量，绘制受试者工作特征(receiver operating characteristic，ROC)曲线，获取 Flair 高信号血管征和中性粒细胞计数预测神经功能缺损的最佳截断值，以 ROC 曲线下面积评估其预测价值，曲线下面积越大，预测价值越高。

5. 统计学分析：采用 SPSS 19.0 统计学软件进行分析。符合正态分布的计量资料以($\bar{x} \pm s$)表示，采用 χ^2 检验，非正态分布采用非参数秩和检验法，计数资料以例(%)表示，采用非参数检验；多因素 Logistic 回归分析筛选危险因素；绘制 ROC 曲线，以曲线下面积评估 ACI 短期预后预测价值，以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

1. 不同神经功能缺损程度患者一般资料比较：不同神经功能缺损程度患者性别、体重指数、发病至入院时间、梗死类型、淋巴细胞计数等一般资料比较，差异无统计学意义(P 均 > 0.05)，而重度组患者年龄≥60 岁、高血压及冠心病史的患者比例、入院时 NIHSS 评分、病灶直径、中性粒细胞计数均高于中度组和轻度组，Flair 高信号血管征评分低于中度组和轻度组(P 均 < 0.05)，见表 1。

2. ACI 患者神经功能缺损的多因素 logistic 回归分析：以神经功能缺损发生为因变量(1 = 是，0 = 否)，对相关因素进行多因素 logistic 回归分析，结果显示，年龄≥60 岁、高血压及冠心病史、入院时 NIHSS 评分≥12 分、中性粒细胞计数升高、Flair 高信号血管征评分≤4.76 分是影响 ACI 患者神经功能缺损的独立危险因素(P 均 < 0.05)，见表 2。

表 1 不同神经功能缺损程度患者一般资料比较

项目	轻度组(n = 41)	中度组(n = 30)	重度组(n = 25)	F/χ^2 值	P 值
男性[例(%)]	26(63.41)	18(60.00)	16(64.00)	0.119	0.942
年龄≥60 岁[例(%)]	6(14.63)	12(40.00)	20(80.00)	27.850	< 0.001
体重指数(kg/m^2，$\bar{x} \pm s$)	18.76 ± 1.32	19.14 ± 1.45	19.23 ± 1.61	1.030	0.361
发病至入院时间(h，$\bar{x} \pm s$)	6.68 ± 0.92	6.78 ± 1.05	7.12 ± 1.13	1.493	0.230
病灶直径(cm，$\bar{x} \pm s$)	3.42 ± 0.42	3.45 ± 0.39	3.68 ± 0.34	3.743	0.027
入院时 NIHSS 评分(分，$\bar{x} \pm s$)	5.47 ± 1.22	9.23 ± 1.56	16.18 ± 1.73	410.613	< 0.001
梗死类型[例(%)]				2.059	0.357
单灶脑梗死	27(65.85)	18(60.00)	12(48.00)		
多发性脑梗死	14(34.15)	12(40.00)	13(52.00)		
冠心病史[例(%)]	8(19.51)	12(40.00)	21(84.00)	26.526	< 0.001
高血压史[例(%)]	12(29.27)	10(33.33)	18(72.00)	12.914	0.002
淋巴细胞计数($\times 10^9/L$，$\bar{x} \pm s$)	1.36 ± 0.34	1.42 ± 0.56	1.48 ± 0.63	0.456	0.635
中性粒细胞计数($\times 10^9/L$，$\bar{x} \pm s$)	4.15 ± 0.74	5.23 ± 1.26*	6.49 ± 1.37*#	36.005	< 0.001
Flair 高信号血管征评分(分，$\bar{x} \pm s$)	5.06 ± 0.93	4.13 ± 0.85*	3.22 ± 0.64*#	42.835	< 0.001

注：与轻度组比较，*$P < 0.05$；与中度组比较，#$P < 0.05$

表 2 ACI 患者神经功能缺损的多因素 logistic 回归分析

因素	赋值	β 值	SE 值	$Wald\ \chi^2$	P 值	OR 值(95% CI)
年龄	0 = < 60 岁，1 = ≥60 岁	0.512	0.423	12.777	< 0.001	4.536(1.980 ~ 10.392)
高血压史	0 = 否，1 = 是	0.785	0.426	17.557	0.00	5.960(2.586 ~ 13.735)
冠心病史	0 = 否，1 = 是	1.411	0.489	8.326	0.004	4.100(1.572 ~ 10.691)
入院时 NIHSS 评分	0 = ≤12 分，1 = > 12 分	0.237	0.054	19.262	< 0.001	1.267(1.140 ~ 1.409)
中性粒细胞计数	0 = ≤5.82×10^9/ L，1 = > 5.82×10^9/L	0.542	0.123	19.417	< 0.001	1.719(1.351 ~ 2.188)
Flair 高信号血管征评分	0 = > 4.76 分，1 = ≤4.76 分	0.784	0.215	13.297	< 0.001	2.190(1.437 ~ 3.338)

3. 预后良好组和预后不良组 Flair 高信号血管征评分及中性粒细胞计数比较：预后不良组患者 Flair 高信号血管征评分低于预后良好组，而中性粒细胞计数高于预后良好组（P 均 <0.05），见表 3。

表 3 预后良好和预后不良患者 Flair 高信号血管征评分及中性粒细胞计数比较（$\bar{x} \pm s$）

组别	例	Flair 高信号血管征评分（分）	中性粒细胞计数（$\times 10^9$/ L）
预后良好组	81	5.02 ± 1.23	4.33 ± 1.26
预后不良组	15	3.89 ± 0.87	6.52 ± 1.47
t 值		3.397	6.204
P 值		<0.001	<0.001

4. Flair 高信号血管征联合中性粒细胞对 ACI 患者短期神经功能预后的预测价值：Flair 高信号血管征评分截断值为 4.76 分时，预测 ACI 患者短期神经功能预后的 ROC 曲线下面积为 0.76（95% *CI*：0.745 ~ 0.826），敏感度和特异度分别为 70.33% 和 64.33%；中性粒细胞计数截断值为 5.82×10^9/L 时，预测 ACI 患者短期神经功能预后的 ROC 曲线下面积为 0.74（95% *CI*：0.723 ~ 0.814），敏感度和特异度分别为 77.56% 和 63.24%；两者联合预测 ACI 患者短期神经功能预后的 ROC 曲线下面积为 0.81（95% *CI*：0.839 ~ 0.876），敏感度和特异度分别为 80.25% 和 63.46%。

讨 论

Flair 高信号血管征与侧支血流动力学损伤密切相关，可为急性缺血性脑卒中患者预后评估提供参考[10]。中性粒细胞计数可评估脑梗死患者神经功能损伤情况，两者联合可全面评估脑梗死患者的预后[11]。本研究结果提示 Flair 高信号血管征和中性粒细胞计数对 ACI 患者神经功能缺损程度及短期预后具有重要参考价值，联合应用有助于提高预测灵敏度。

Flair 高信号血管征可通过显示 ACI 患者病变血管情况及颅内血流情况，帮助评估脑神经功能缺损程度，为预后评估提供依据。Flair 高信号血管征评分越低，神经功能缺损越严重[12,13]。中性粒细胞水平可反应患者机体炎症反应程度，中性粒细胞通过释放炎性介质，介导炎症反应，加重组织损伤，造成缺血区脑组织坏死，导致病情逐步加重[14,15]。

本研究结果提示，中性粒细胞计数、Flair 高信号血管征评分是影响 ACI 患者神经功能缺损的独立危险因素。因此，Flair 高信号血管征、中性粒细胞计数可作为 ACI 患者神经功能缺损严重程度的评估指标。这主要是因为高信号血管征自于缓慢流动或瘀滞的血管，可间接反映侧支循环状态，颅内大血管严重狭窄或闭塞后，远端血管通过软脑膜侧支血管以逆向、缓慢的血流代偿进入缺血区域，出现高信号血管征，侧支循环代偿越好，高信号血管征越多，评分也越高，提示预后良好[16,17]。因此，高信号血管征被认为是脑血流灌注不足的重要标志[18,19]。当侧支循环代偿受限，高信号血管征减少，脑部血液供应不足，引起神经功能缺损，导致预后不良。而 ACI 发生时，会诱发炎症应激反应，激活中性粒细胞，活化白细胞，并促进血管收缩物质释放，影响侧支循环的建立。因此，炎症反应可通过抑制侧支循环的建立，阻碍脑组织供血，进而引起神经功能损伤，炎症反应越严重，神经功能损伤程度越重，预后越差，故炎症指标水平对 ACI 预后评估具有重要意义[20,21]。

参 考 文 献

1 牟英峰，杜波，陈浩，等. 急性大脑中动脉脑梗死患者早期神经功能恶化与显著低信号血管征的相关性[J]. 神经疾病与精神卫生，2021，21(3)：164-169.

2 Shin DH，Han SK，Lee JH，et al. Proximal hyper-intense vessel sign on initial FLAIR MRI in hyper-acute middle cerebral artery ischemic stroke：a retrospective observational study[J]. Acta Radiol，2021，62(7)：922-931.

3 宋鸿雁，段阳，杨本强，等. Flair 高信号血管征联合炎症细胞预测急性脑梗死面积扩大的临床价值[J]. 临床神经病学杂志，2021，34(6)：407-411.

4 祝丽敏. 急性脑梗死患者 MRI 高信号血管征与颈内动脉狭窄程度的相关性研究[J]. 中国 CT 和 MRI 杂志，2019，17(2)：122-124.

5 Jing L，Sui B，Shen M，et al. Comparison of three FLAIR vascular hyperintensities methodologies in patients with acute ischemic stroke[J]. Acta Radiol，2021，62(6)：766-775.

6 Yuan T，Ren G，Hu X，et al. Added assessment of middle cerebral artery and atrial fibrillation to FLAIR vascular hyperintensity-DWI mismatch would improve the outcome prediction of acute infarction in patients with acute internal carotid artery occlusion[J]. Neurol Sci，2019，40(12)：2617-2624.

7 张磊，刘建民. 美国国立卫生研究院卒中量表[J]. 中华神经外科杂志，2014，30(1)：79.

8 张磊，刘建民. 改良 Rankin 量表[J]. 中华神经外科杂志，2012，28(5)：512.

9 陈伟群，王新德. 全国第五届脑血管病学术会议纪要[J]. 中华神经科杂志，2000，33(4)：252.

10 Zhou Z，Yoshimura S，Delcourt C，et al. Thrombolysis outcomes in acute ischemic stroke by fluid-attenuated inversion recovery hyperintense arteries[J]. Stroke，2020，51(7)：2240-2243.

（下转第 150 页）

参 考 文 献

1 陶怡糜.2023 年美国国立综合癌症网络(NCCN)《多发性骨髓瘤指南》(第 2 版)更新解读[J].诊断学理论与实践,2023,22(2):121-126.

2 Mohty M, Avet-Loiseau HAO, Malard F, et al. Potential future direction of measurable residual disease evaluation in multiple myeloma [J]. Blood, 2023, 142(18): 1509-1517.

3 Kostopoulos IV, Ntanasis-Stathopoulos I, Rousakis P, et al. Low levels of circulating tumor cells correlate with favorable clinical outcome and unique biological features in newly diagnosed multiple myeloma patients [J]. Blood, 2023, 142(Suppl 1): 880.

4 Jelinek T, Bezdekova R, Zihala D, et al. More than 2% of circulating tumor plasma cells defines plasma cell leukemia-like multiple myeloma [J]. J Clin Oncol, 2023, 41(7): 1383-1392.

5 Rajkumar SV, Dimopoulos MA, Palumbo A, et al. International Myeloma Working Group updated criteria for the diagnosis of multiple myeloma [J]. Lancet Oncol, 2014, 15(12): e538-e548.

6 Mikhael JR, Dingli D, Roy V, et al. Management of newly diagnosed symptomatic multiple myeloma: updated Mayo Stratification of Myeloma and Risk-Adapted Therapy (mSMART) consensus guidelines 2013 [J]. Mayo Clin Proc, 2013, 88(4): 360-376.

7 Hofbauer D, Mougiakakos D, Broggini L, et al. β(2)-microglobulin triggers NLRP3 inflammasome activation in tumor-associated macrophages to promote multiple myeloma progression [J]. Immunity, 2021, 54(8): 1772-1787.

8 Hussain A, Almenfi HF, Almehdewi AM, et al. Laboratory features of newly diagnosed multiple myeloma patients [J]. Cureus, 2019, 11(5): e4716.

9 Durie BG, Stock-Novack D, Salmon SE, et al. Prognostic value of pretreatment serum beta 2 microglobulin in myeloma: a Southwest Oncology Group Study [J]. Blood, 1990, 75(4): 823-830.

10 杜辰星,李增军,邱录贵.多发性骨髓瘤的预后与分层策略[J].国际输血及血液学杂志,2017,(2):113-119.

11 Callander NS, Baljevic M, Adekola K, et al. NCCN Guidelines® Insights: Multiple Myeloma, Version 3. 2022 [J]. J Natl Compr Canc Netw, 2022, 20(1): 8-19.

12 Dimopoulos MA, Sonneveld P, Leung N, et al. International Myeloma Working Group Recommendations for the Diagnosis and Management of Myeloma-Related Renal Impairment [J]. J Clin Oncol, 2016, 34(13): 1544-1557.

13 Dimopoulos MA, Merlini G, Bridoux F, et al. Management of multiple myeloma-related renal impairment: recommendations from the International Myeloma Working Group [J]. Lancet Oncol, 2023, 24(7): e293-e311.

14 MikulasovaI A, Morgan GJ, Walker BA. Chromosomal abnormalities in multiple myeloma [J]. Nature Reviews Disease Primers, 2022, 8(1): 42.

15 Furukawa Y, Kikuchi J. Molecular basis of clonal evolution in multiple myeloma [J]. Int J Hematol, 2020, 111(4): 496-511.

16 刘珊,尚晋,林芸,等.双打击型高危多发性骨髓瘤患者临床疗效和预后分析[J].中华肿瘤杂志,2021,(11):1209-1214.

17 Facon T, San-Miguel J, Dimopoulos MA, et a. Treatment regimens for transplant-ineligible patients with newly diagnosed multiple myeloma: a systematic literature review and network meta-analysis [J]. Adv Ther, 2022, 39(5): 1976-1992.

18 Ziogas DC, DimopoulosI MA, Kastritis E. Prognostic factors for multiple myeloma in the era of novel therapies [J]. Expert Rev Hematol, 2018, 11(11): 863-879.

19 Rawstron AC, Orfao A, Beksac M, et al. Report of the European Myeloma Network on multiparametric flow cytometry in multiple myeloma and related disorders [J]. Haematologica, 2008, 93(3): 431-438.

20 Lin P, Owens R, Tricot G, et al. Flow cytometric immunophenotypic analysis of 306 cases of multiple myeloma [J]. Am J Clin Pathol, 2004, 121(4): 482-488.

21 Soh KT, Wallace PK. Evaluation of measurable residual disease in multiple myeloma by multiparametric flow cytometry: Current paradigm, guidelines, and future applications [J]. Int J Lab Hematol, 2021, 43 Suppl 1: 43-53.

(2024-01-15 收稿 2024-03-30 修回)

(上接第 141 页)

11 卢万俊,彭剑,徐春富,等.单侧大脑中动脉慢性闭塞患者 FLAIR 高信号血管征变化规律及对脑梗死的预测价值[J].中风与神经疾病杂志,2022,39(2):143-146.

12 Aoki R, Shimoda M, Oda S, et al. Clinical significance of the CSF pulsation flow sign in the foramen of monro on FLAIR in patients with aneurysmal SAH -preliminary report[J]. Neurol Med Chir (Tokyo), 2019, 59(7): 271-280.

13 施斌,陈里.MRI 扫描 FLAIR 序列 HVS 征对急性期脑梗死的诊断及预后评估价值探讨[J].中国 CT 和 MRI 杂志,2020,18(8):10-12.

14 Farag S, Kenawy FF, Shokri HM, et al. The clinical characteristics of patients with Pre-Existing leukoaraiosis compared to those without leukoaraiosis in acute ischemic stroke[J]. J Stroke Cerebrovasc Dis, 2021, 30(9): 105956.

15 Huang X, Shi X, Yang Q, et al. Topography of the hyperintense vessel sign on fluid-attenuated inversion recovery represents cerebral hemodynamics in middle cerebral artery occlusion: a CT perfusion study [J]. Neuroradiology, 2019, 61(10): 1123-1130.

16 Saccaro LF, Bekri I, De Malherbe M, et al. Ipsilateral blooming of microbleeds after hyperintense acute reperfusion marker sign in an ischemic stroke patient, a case report[J]. BMC Neurol, 2022, 22(1): 142.

17 Apfaltrer P, Wenz H, Böhme J, et al. FLAIR vascular hyperintensities indicate slow poststenotic blood flow in ICA stenosis[J]. Clin Neuroradiol, 2021, 31(3): 827-831.

18 王雪琳,郭宏伟,陈鹏宇,等.血清缺氧诱导因子-1α、微小 RNA-210 水平对急性脑梗死患者早期神经功能改善有预测价值[J].内科急危重症杂志,2022,28(4):312-314.

19 Wang LX, Wang H, Hao FB, et al. Ivy sign in moyamoya disease: a comparative study of the FLAIR vascular hyperintensity sign against contrast-enhanced MRI[J]. AJNR Am J Neuroradiol, 2021, 42(4): 694-700.

20 王盛磊,朱幼玲,唐敏,等.液体衰减反转恢复序列高信号征联合灌注加权成像对急性前循环脑梗死的预后评估[J].中华老年心脑血管病杂志,2019,21(10):1023-1027.

21 Lee KY, Kim JW, Park M, et al. Interpretation of fluid-attenuated inversion recovery vascular hyperintensity in stroke[J]. J Neuroradiol, 2022, 49(3): 258-266.

(2022-07-26 收稿 2023-09-08 修回)