

论 著

CT血管造影与大脑中动脉狭窄程度及临床预后的相关性研究

马运萍 张 佳*
广州中医药大学第一附属医院影像科
(广东 广州 510405)

【摘要】目的 探讨CT血管造影(computed tomography angiography, CTA)与大脑中动脉(middle cerebral artery, MCA)狭窄程度及临床预后的相关性。方法 选取2019年5月至2021年12月141例于我院行CTA检查的患者,依据CTA检查结果分为正常组(45例)和狭窄组(96例),比较患者MCA狭窄程度与斑块、侧支循环情况的关系,随访记录患者3个月的预后情况。相关性采用Spearman分析,多因素采用Logistic多元回归分析,并建立患者预后的列线图模型,评价其预后价值。结果 本研究共纳入141例研究对象,其中96例MCA狭窄患者,轻度狭窄45例,中度狭窄32例,重度狭窄(包含闭塞)29例。4组在高血压史、年龄、吸烟史比例、性别、HDL-C、LDL-C、TC方面差异有统计学意义(P<0.05);随着MCA狭窄程度加重,斑块体积、斑块负荷、脂质成分、侧支循环建立频次增加,钙化程度降低;Spearman相关性分析表明MCA狭窄程度与斑块体积、斑块负荷、脂质成分以及侧支循环建立呈正相关(r=0.661、0.703、0.732、0.854, P<0.05),而与钙化程度呈负相关(r=-0.389, P<0.05);单因素分析结果显示发病至治疗时间、性别、年龄、NIHSS、CRP、Hcy、MCA狭窄程度与预后不良有关(P<0.05),进一步通过Logistic多元回归分析表明发病至治疗时间、年龄、NIHSS、CRP、Hcy、MCA狭窄程度是MCA狭窄患者预后不良发生的重要因素(P<0.05),基于以上危险因素构建预测模型,回归方程为Logit(P)=1.381+0.128 *X1+1.589 *X2+1.054 *X3+0.353 *X4-0.147 *X5+0.383*X6, P=elogit(P)/(1+elogit(P)), ROC曲线显示AUC为0.817(95%CI:0.767~0.871),灵敏度为0.828,特异度为0.798。结论 CTA能有效判断斑块体积、斑块内成分,操作简单,费用较低,且属于无创性检查技术,可作为MCA狭窄患者斑块类型、血管狭窄程度评估的首选检查手段,对临床预后的预测价值较高。

【关键词】CT血管造影;动脉狭窄程度;预后;相关性
【中图分类号】R730.7
【文献标识码】A
DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2023.07.002

Correlation of CT Angiography with the Degree of Middle Cerebral Artery Stenosis and Clinical Prognosis

MA Yun-ping, ZHANG Jia*
Department of Imaging, The First Affiliated Hospital of Guangzhou University of Chinese Medicine, Guangzhou 510405, Guangdong Province, China

ABSTRACT
Objective To investigate the correlation between computed tomography angiography (CTA) and stenosis degree of middle cerebral artery (MCA) and clinical prognosis.**Methods** A total of 141 patients who underwent CTA examination in our hospital from May 2019 to December 2021 were selected as the research subjects. According to the results of CTA examination, they were divided into normal group (45 cases) and stricture group (96 cases).The relationship between the degree of MCA stenosis, plaque and collateral circulation in the patients was compared, and the prognosis of the patients was recorded for 3 months.The correlation was analyzed by Spearman, the multivariate was analyzed by Logistic regression, and the nomogram model of the patient's prognosis was established to evaluate its prognostic value.**Results** In this study, a total of 141 subjects were included, including 96 patients with MCA stenosis, 45 with mild stenosis, 32 with moderate stenosis, and 29 with severe stenosis (including occlusion).There were significant differences among the 4 groups in age, gender, history of hypertension, proportion of smoking history, HDL-C, LDL-C and TC (P<0.05);With the aggravation of MCA stenosis, plaque volume, plaque load, lipid composition, and the frequency of collateral circulation increased, and the degree of calcification decreased;Spearman correlation analysis showed that the degree of MCA stenosis was positively correlated with plaque volume, plaque burden, lipid composition and the establishment of collateral circulation (r=0.661, 0.703, 0.732, 0.854, P<0.05), but negatively correlated with the degree of calcification (r=-0.389, P<0.05);Univariate analysis showed that age, gender, time from onset to treatment, NIHSS, CRP, Hcy, MCA stenosis were associated with poor prognosis (P<0.05).Further multivariate Logistic regression analysis showed that age, time from onset to treatment, NIHSS, CRP, Hcy, and MCA stenosis were independent risk factors for poor prognosis (P<0.05). A prediction model was constructed based on the above risk factors. The regression equation was as follows: Logit(P)=1.381+0.128 *X1+1.589 *X2+1.054 *X3+0.353 *X4-0.147 *X5+0.383*X6, P=elogit(P)/(1+elogit(P)), ROC curve showed the AUC was 0.817 (95%CI: 0.767~0.871), the sensitivity was 0.828, and the specificity was 0.798.**Conclusion** As a non-invasive examination technique, CTA can effectively judge the plaque volume and the components in the plaque, with simple operation and low cost. The prognosis has a high predictive value.

Keywords: CT Angiography; Degree of Arterial Stenosis; Prognosis; Correlation

脑血管病是一种以脑血管病变的脑部疾病,其特点主要为脑组织出血、缺血^[1]。在颅内动脉中,大脑中动脉(MCA)属于颈内动脉两个终支中相对较大的血管,供血范围最为广泛,MCA累及出现缺血、梗塞与颅内大动脉出现狭窄息息相关^[2-3]。相关研究表明,颅内动脉粥样硬化性狭窄,特别是粥样硬化性MCA狭窄,是导致亚洲人发生缺血性脑卒中的重要原因,在我国,每年因粥样硬化性MCA狭窄引起缺血性脑卒中的发病率约为7.0%-17.5%,且预后普遍较差^[4-5]。因此,在脑血管病的早期诊断和治疗评估中,需要采取合适的手段对MCA狭窄情况进行监测,并采取合理的干预治疗,可减少脑血管疾病发生的风险。CT血管造影(CTA)由于其空间分辨率和密度分辨率都相对较高,并且能够进行大范围容积扫描,还可对动脉斑块的狭窄程度和性质进行很好的区分,准确性较高,因而受到临床的青睐^[6-7]。尽管近年来CTA诊断MCA狭窄的研究多集中于分析术前、术后影像学特征改变,未定量分析其狭窄程度及预后的关系,基于此,本研究通过对我院96例MCA狭窄患者进行研究,旨在分析CTA在MCA狭窄程度的应用价值及其对预后的影响,为临床早期准确判断MCA狭窄程度,改善预后提供理论依据。

1 资料与方法

1.1 研究对象 选取2019年5月至2021年12月于我院行CTA检查的141例患者作为研究对象,依据CTA检查结果分为正常组(45例)和狭窄组(96例),其中轻度狭窄45例,中度狭窄32例,重度狭窄(包含闭塞)29例。

纳入标准:年龄>18岁者;精神意识正常者;经影像学证实存在MCA狭窄、闭塞;治疗依从性良好。排除标准:影像检查图像不清晰或有伪影者;合肝肾功能严重不全者;存在碘过敏史者;随访期间失访者。

1.2 研究方法 CTA检查:采用GE Revolution CT扫描仪,患者取仰卧位,以4.0mL/s的速率经肘正中静脉注入非离子型对比剂(碘美普尔370mg/mL)30mL后,再追加生理盐水30mL,延迟8s再开始监测,阈值为150HU,扫描从足侧向头侧进行,扫描范围为主

【第一作者】马运萍,女,初级技师,主要研究方向:CT影像研究。E-mail: 809190465@qq.com
【通讯作者】张 佳,女,主管技师,主要研究方向:CT影像研究。E-mail: 894264062@qq.com

动脉弓下2~3cm处至颅顶。扫描参数：电流500~800mAs，管球电压120kV，旋转速度0.28s，扫描长度约300~400mm，扫描视野约138×190mm，螺距为0.16，层厚为0.625mm，层间距为0.625mm，矩阵为512×512，扫描时间约2.5~3s。原始图像后处理采用GE Advantage Workstation47-256工作站，图像重建采用多种后处理技术多平面重建、曲面重建等。

1.3 评价指标 狭窄程度评价标准^[8]：(1-最狭窄处直径/远端正常动脉直径)×100%表示狭窄率，其<50%、50%~69%、70%~99%、100%分别表示轻度狭窄、中度狭窄、重度狭窄、闭塞。本研究采用双盲法对所获取的图像进行全面分析及判断，并对MCA的狭窄程度、斑块、侧支循环情况进行评价，其中重度狭窄在本研究包含闭塞，由两名主治医师以上影像科医师评价，若存在疑义则通过讨论、协商最后达成一致。

1.4 预后评估及分组 对所有患者均进行规范治疗，出院后通过电话、门诊进行随访3个月，每月随访2次。根据改良Rankin量表^[9]，预后不良组(≥3分或死亡)42例，预后良好组(<3分)54例，共96例患者。

1.5 统计学方法 采用SPSS 22.0软件进行数据分析处理，计数资料采用 χ^2 检验，以率(%)表示，计量资料采用t检验，以($\bar{x} \pm s$)表示。采用Logistic多元回归分析，采用Spearman进行相关性分析， $P<0.05$ 表示差异有统计学意义。

2 结果

2.1 患者一般资料比较 本研究共纳入141例研究对象，其中MCA狭窄96例，轻度狭窄45例，中度狭窄32例，重度狭窄(包含闭塞)29例。4组在年龄、吸烟史比例、高血压史、性别、HDL-C、LDL-C、TC方面差异有统计学意义($P<0.05$)，在TG、HbA1c、BS方面差异均无统计学意义($P>0.05$)，见表1。

2.2 MCA不同狭窄程度斑块、侧支循环情况比较 斑块体积、

斑块负荷、脂质成分随着MCA狭窄程度加重呈增加趋势，而钙化程度呈降低趋势，侧支循环建立频次逐渐增加($P<0.05$)，见表2。

2.3 相关性分析 Spearman相关性分析表明MCA狭窄程度与斑块体积、斑块负荷、脂质成分以及侧支循环建立呈正相关($r=0.661$ 、 0.703 、 0.732 、 0.854 ， $P<0.05$)，而与钙化程度呈负相关($r=-0.389$ ， $P<0.05$)，见图1。

2.4 影响患者预后不良发生的单因素分析 两组患者在年龄、发病至治疗时间、性别比例、NIHSS、CRP、Hcy、MCA狭窄程度方面与预后不良有关($P<0.05$)；其余指标比较差异无统计学意义($P>0.05$)，见表3。

2.5 影响患者预后不良发生的多因素分析 以患者是否预后不良为因变量，以单因素分析中差异具有统计学意义的指标为自变量进行Logistic多元回归分析。结果显示：年龄、发病至治疗时间、NIHSS、CRP、Hcy、MCA狭窄程度均是患者预后不良发生的独立危险因素($P<0.05$)，见表4。

2.6 模型构建 将表5中影响患者预后不良发生的因素构建预测模型，得到的回归方程为 $\text{Logit}(P)=1.381+0.128 \times X_1+1.589 \times X_2+1.054 \times X_3+0.353 \times X_4-0.147 \times X_5+0.383 \times X_6$ ， $P=e^{\frac{\text{logit}(P)}{1+e^{\text{logit}(P)}}}$ ，其中 X_1 为年龄(≥ 62 岁=1； <62 岁=0)， X_2 为发病至治疗时间(≥ 4.47 h=1； <4.47 h=0)， X_3 为NIHSS(≥ 11.36 分=1； <11.36 分=0)， X_4 为CRP(≥ 11.65 mg/L=1； <11.65 mg/L=0)， X_5 为Hcy(<14.42 μmol/L=1； ≥ 14.42 μmol/L=0)， X_6 为MCA狭窄程度(重度狭窄(包含闭塞)=1；轻、中度狭窄=0)，见图2。

2.7 模型评价 通过绘制ROC曲线对预测模型进行评价，AUC为0.817(95%CI:0.767~0.871)，灵敏度为0.828，特异度为0.798，表明该预测模型的区分度尚可，见图3A。该模型的内部数据验证结果显示标准曲线能够较好的贴合预测曲线，提示预测预后不良发生情况与实际情况一致性良好，见图3B。

表1 患者一般资料比较

项目		对照组(45例)	轻度狭窄组(35例)	中度狭窄组(32例)	重度狭窄组(29例)	统计值	P值
年龄[n(%)]	<62岁	15(33.33)	10(28.57)	14(43.75)	18(62.07)	8.770	0.033
	≥62岁	30(66.67)	25(71.43)	18(56.25)	11(37.93)		
性别[n(%)]	男	18(40.00)	15(42.86)	17(53.13)	21(72.41)	8.460	0.037
	女	27(60.00)	20(57.14)	15(46.88)	8(27.59)		
高血压史[n(%)]	有	15(33.33)	13(37.14)	16(50.00)	19(65.52)	8.609	0.035
	无	30(66.67)	22(62.86)	16(50.00)	10(34.48)		
吸烟史[n(%)]	有	26(57.78)	10(28.57)	19(59.38)	14(48.28)	8.617	0.035
	无	19(42.22)	25(71.43)	13(40.63)	15(51.72)		
HDL-C[n(%)]	≤1.03mmol/L	19(42.22)	18(51.43)	24(75.00)	23(79.31)	14.442	0.002
	>1.03mmol/L	26(57.78)	17(48.57)	8(25.00)	6(20.69)		
LDL-C[n(%)]	<2.59mmol/L	29(64.44)	12(34.29)	17(53.13)	12(41.38)	8.193	0.042
	≥2.59mmol/L	16(35.56)	23(65.71)	15(46.88)	17(58.62)		
TC[n(%)]	<5.18mmol/L	32(0.00)	24(0.00)	13(0.00)	15(0.00)	9.177	0.027
	≥5.18mmol/L	13(0.00)	11(0.00)	19(0.00)	14(0.00)		
TG[n(%)]	≤1.7mmol/L	33(73.33)	23(65.71)	20(62.50)	19(65.52)	1.162	0.762
	>1.7mmol/L	12(26.67)	12(34.29)	12(37.50)	10(34.48)		
HbA1c[n(%)]	≤6%	31(68.89)	25(71.43)	19(59.38)	18(62.07)	1.452	0.693
	>6%	14(31.11)	10(28.57)	13(40.63)	11(37.93)		
BS[n(%)]	<7.0mmol/L	8(17.78)	5(14.29)	7(21.88)	8(27.59)	1.975	0.578
	≥7.0mmol/L	37(82.22)	30(85.71)	25(78.13)	21(72.41)		

表2 MCA不同狭窄程度斑块、侧支循环情况比较

项目	轻度狭窄(n=35例)	中度狭窄(n=32例)	重度狭窄(n=29例)	统计值	P值	
斑块体积(mm³)	128.34±29.35	216.44±70.15	257.18±92.16	18.794	0.000	
斑块负荷(%)	36.52±8.14	45.28±11.03	61.07±14.61	10.369	0.000	
脂质成分(%)	31.42±7.41	40.73±8.99	51.24±10.76	8.406	0.000	
纤维成分(%)	51.32±9.84	48.72±9.21	46.37±8.74	1.659	0.084	
钙化成分(%)	18.31±4.36	10.19±3.21	5.02±2.17	21.164	0.000	
侧支循环建立[n(%)]	有	14(40.00)	19(59.38)	21(72.41)	6.961	0.031
	无	21(60.00)	13(40.63)	8(27.59)		

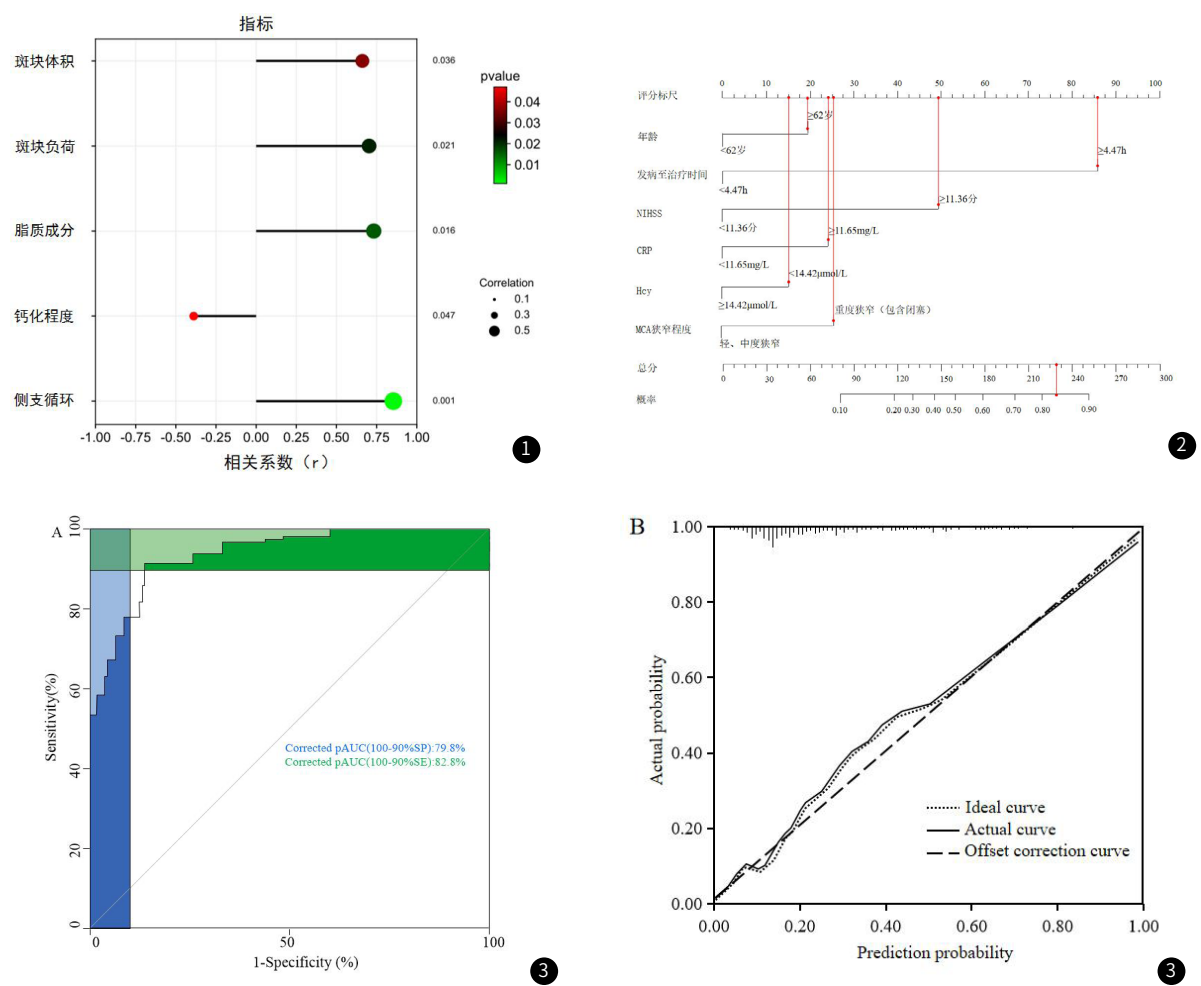


图1 相关性分析。图2 预测MCA狭窄患者预后的列线图。图3 预测模型的ROC曲线及内部验证校准图。图3A: ROC曲线; 图3B: 内部验证校准。

表3 影响患者预后不良发生的单因素分析

项目		预后不良组(42例)	预后良好组(54例)	统计值	P
年龄[n(%)]	<62岁	13(30.95)	29(53.70)	4.969	0.026
	≥62岁	29(69.05)	25(46.30)		
性别 [n(%)]	男	28(66.67)	25(46.30)	3.964	0.046
	女	14(33.33)	29(53.70)		
高血压史[n(%)]	是	25(59.52)	23(42.59)	2.709	0.100
	否	17(40.48)	31(57.41)		
吸烟史[n(%)]	是	19(45.24)	24(44.44)	0.006	0.938
	否	23(54.76)	30(55.56)		
发病至治疗时间(h)		5.29±1.13	3.64±1.12	7.133	0.000
NIHSS(分)		12.18±5.17	10.53±2.75	2.010	0.047
HDL-C(mmol/L)		0.74±0.27	0.71±0.30	0.508	0.613
LDL-C(mmol/L)		3.58±1.24	3.66±1.24	0.314	0.755
TC(mmol/L)		6.33±1.20	6.36±2.14	0.081	0.935
WBC(×10 ⁹ /L)		7.52±3.51	7.83±3.19	0.452	0.652
中性粒细胞计数(×10 ⁹ /L)		4.77±2.40	4.63±2.52	0.295	0.768
淋巴细胞计数(×10 ⁹ /L)		1.71±0.84	1.76±0.87	0.284	0.777
血小板计数(×10 ⁹ /L)		221.05±20.14	220.48±15.76	0.156	0.877
CRP(mg/L)		13.50±5.22	9.79±2.34	4.660	0.000
Hcy(μmol/L)		13.41±3.96	15.43±4.32	2.356	0.021
MCA狭窄程度[n(%)]	轻、中度狭窄	18(42.86)	49(90.74)	25.693	0.000
	重度狭窄(闭塞)	24(57.14)	5(9.26)		

表4 患者预后不良发生的多因素分析

指标	β	SE	Wald χ^2	OR(95%CI)	P
年龄	0.128	0.371	0.118	1.136(1.051~1.232)	0.036
发病至治疗时间	1.589	0.456	12.137	4.897(3.407~7.236)	0.017
NIHSS	1.054	0.21	25.189	2.869(1.412~4.375)	0.003
CRP	0.353	0.141	6.259	1.423(1.057~1.863)	0.046
Hcy	-0.147	0.108	1.861	0.863(0.791~0.964)	0.043
MCA狭窄程度	0.383	0.249	2.369	1.467(1.081~2.123)	0.012

3 讨论

大脑中动脉(MCA)是颈内动脉的直接延续,其病理学机制是颈动脉硬化或粥样斑块形成,大脑局部往往由于动脉狭窄造成供血不足,导致脑缺血疾病,轻则表现为短暂性脑缺血发作,重则进展为脑梗死^[10-11],因此如何及时、准确地鉴别MCA狭窄程度,改善不良预后,对于临床诊疗十分重要。

近年来,随着多层CT检查技术快速发展,CTA由于其可通过MPR、VR及MIP三维重建等以显示靶血管,能从不同角度显示血管狭窄程度和块性质,且能够使周围重叠血管神经与颅骨的干扰降到最小,诊断价值较高^[12-13]。王大伟等^[14]指出斑块体积较大一般具有易损性,其增加了剪切力和轴向应力,而脂质积聚一定程度上使得斑块的稳定性下降,同时也更易被氧化、修饰,加速了炎性介质释放,使得斑块内出血进而破裂;孙学佳等^[15]研究认为管腔轻度狭窄主要由钙化斑块引起,分析斑块在动态变化过程中,坏死组织、细胞中的蛋白质出现变性,结合细胞分解时生成的碳酸盐,再进一步结合钙产生磷酸钙沉积,附着于血管壁;胡艳等证实了^[16]大动脉重度狭窄或闭塞后,侧支循环代偿一定程度上能够为缺血半暗带组织提供营养需求、血液供应等,以降低神经功能损害,一定程度上对脑梗死患者短期、长期预后具有预测作用。本研究结果显示随着MCA狭窄程度加重,斑块体积、斑块负荷、脂质成分、侧支循环建立频次增加,钙化程度降低,提示CTA可通过检测数值初步鉴别诊断斑块特征及侧支循环状况,进一步通过Spearman相关性分析表明MCA狭窄程度与斑块体积、斑块负荷、脂质成分以及侧支循环建立呈正相关($r=0.661$ 、 0.703 、 0.732 、 0.854 , $P<0.05$),而与钙化程度呈负相关($r=-0.389$, $P<0.05$),这是因为斑块在形成过程中比较复杂,并且保持着动态变化,随着斑块脂质池增大,血管腔逐渐变窄,再加上斑块内释放出大量炎性因子以及形成新生血管,加速了斑块进展,进一步导致脂质池体积增加迅速,而钙化斑块为稳定斑块,其脂质核心较小,纤维帽较厚,不易破裂,而侧支循环的建立能够使MCA狭窄后仍可向脑组织提供血流供应,从而降低缺血性卒中发生率^[17-18]。另外,本研究通过随访3月,单因素分析发现年龄、性别、发病至治疗时间、NIHSS、CRP、Hcy、MCA狭窄程度与预后不良有关,进一步通过Logistic多元回归分析显示年龄、发病至治疗时间、NIHSS、CRP、Hcy、MCA狭窄程度是MCA狭窄患者预后不良发生的独立危险因素,分析原因如下^[19]:高龄患者降低了内皮细胞增殖、促进了氧化应激、促使血液黏稠度增加,增加脑缺血的发生风险,若开始治疗时间越晚,MCA狭窄程度越重,病情越重,NIHSS越高,预后越差;而CRP、Hcy均对动脉粥样硬化、斑块破裂具有重要作用,CRP越高表明斑块不稳定,Hcy越高,血管内皮细胞损伤更严重,但本研究中

预后不良组Hcy水平较低,可能是患者服用的药物影响了Hcy水平,但还需进一步深入研究。最后,基于Logistic多元回归分析结果我们构建了预测模型,回归方程为 $\text{Logit}(P)=1.381+0.128 \times X_1+1.589 \times X_2+1.054 \times X_3+0.353 \times X_4-0.147 \times X_5+0.383 \times X_6$,ROC曲线结果显示AUC为0.817(95%CI:0.767~0.871),灵敏度为0.828,特异度为0.798,说明预测模型评价效果较好。

综上所述,CTA由于其具有无创、费用低、限制因素较少等特点,且对MCA狭窄程度以及斑块性质具有良好的鉴别能力,有助于预测临床预后,可为临床早期采取措施并进行合理干预治疗提供依据。

参考文献

- [1] Acevedo-Aguilar L, Lozada-Martínez I, Torres-Llinás D, et al. Myeloperoxidase: another predictor of cerebrovascular disease to consider[J]. J Neurosurg Sci, 2022, 66(2): 159-160.
- [2] Mei YJ, Hu RT, Lin J, et al. Diagnosis of Middle Cerebral Artery Stenosis Using Transcranial Doppler Images Based on Convolutional Neural Network[J]. World Neurosurg, 2022, 161: e118-e125.
- [3] Wu J, Wang P, Zhou L, et al. Hemodynamics derived from computational fluid dynamics based on magnetic resonance angiography is associated with functional outcomes in atherosclerotic middle cerebral artery stenosis[J]. Quant Imaging Med Surg, 2022, 12(1): 688-698.
- [4] 何振东. 探讨无症状和症状性粥样硬化性大脑中动脉狭窄的预后情况以及影响因素[J]. 世界最新医学信息文摘, 2019, 19(16): 135-137.
- [5] 吴海强, 方水桥, 徐力, 等. 预测大脑中动脉闭塞性脑卒中患者预后的模型建立与验证[J]. 中华实用诊断与治疗杂志, 2022, 36(3): 271-274.
- [6] 谢敏慧, 陈子材, 冯英恒, 等. 超声与CTA对脑梗死患者颈动脉粥样硬化斑块的诊断价值观察[J]. 解放军预防医学杂志, 2019, 37(07): 57-58+60.
- [7] 许鹏, 温杰, 崔友祥, 等. 电项针对颈动脉狭窄致中风先兆患者头颈部CT血管成像及血流动力学的影响[J]. 陕西中医, 2021, 42(09): 1285-1288.
- [8] North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial Collaborators, Barnett HJM, Taylor DW, et al. Beneficial effect of carotid endarterectomy in symptomatic patients with high-grade carotid stenosis[J]. N Engl J Med, 1991, 325(7): 445-453.
- [9] Wang M, Rajan SS, Jacob AP, et al. Retrospective collection of 90-day modified Rankin Scale is accurate[J]. Clin Trials, 2020, 17(6): 637-643.
- [10] Sahan MH, Asal N, Bayar Muluk N, et al. Critical Stenosis of the Internal Carotid Artery: Variability in Vertebral Artery Diameters and Areas of Cerebral Chronic Infarction in Computed Tomography[J]. J Craniofac Surg, 2019, 30(5): e388-e392.
- [11] Gavrilenko AV, Kuklin AV, Pamina VV. Klassicheskaja i éversionnaia karotidnaia éndarteréktomiia u patsientov so stenozom vnutrennej sonnoí arterii [Conventional and eversion carotid endarterectomy for internal carotid artery stenosis] [J]. Khirurgiia (Mosk), 2018, (2): 87-92.
- [12] Horev A, Honig A, Cohen JE, et al. Overestimation of carotid stenosis on CTA - Real world experience[J]. J Clin Neurosci, 2021, 85: 36-40.
- [13] 杨毅, 侯浩宇. CT脑灌注成像和CT血管成像在颈内动脉和大脑中动脉狭窄或闭塞中的应用[J]. 海南医学, 2022, 33(04): 486-490.
- [14] 王大伟, 韩广明, 王占波, 等. 临床影像学评估颈动脉粥样硬化斑块的对比分析[J]. 河北医科大学学报, 2019, 40(04): 421-424+465.
- [15] 孙学佳, 蔡友斌, 刘颖, 等. 256层极速螺旋CT冠状动脉CTA对斑块的性质进行评价及分析[J]. 当代医学, 2021, 27(01): 107-109.
- [16] 胡艳, 罗华. 单侧颈内动脉与大脑中动脉病变所致短暂性脑缺血发作或急性脑梗死患者侧支循环的差异性及急性脑梗死患者预后的影响因素研究[J]. 实用心脑血管病杂志, 2019, 27(09): 30-34+49.
- [17] 张炜. 冠状动脉CT血管成像定量分析对冠状动脉斑块患者斑块类型及血管狭窄程度的诊断应用[J]. 中国处方药, 2021, 19(04): 147-148.
- [18] 苏乐廷, 李宁, 傅昱, 等. 大脑中动脉狭窄侧支循环与脑血管危险因素相关性分析[J]. 华北理工大学学报(医学版), 2021, 23(02): 108-113.
- [19] 吴海强, 方水桥, 徐力, 等. 预测大脑中动脉闭塞性脑卒中患者预后的模型建立与验证[J]. 中华实用诊断与治疗杂志, 2022, 36(03): 271-274.

(收稿日期: 2022-10-25)

(校对编辑: 姚丽娜)