

## 论 著

CT血管造影与常规CT  
评估急性缺血性卒中评分的临床对比研究于晓丽<sup>1</sup> 刘奎<sup>1</sup> 杨扬<sup>1\*</sup>孟令新<sup>2</sup>

1. 青岛市第八人民医院急诊医学部

(山东 青岛 266100)

2. 日照市人民医院急诊医学部

(山东 日照 266200)

**【摘要】目的** 本研究旨在比较早期CT评分(Aspects)及使用CT血管造影(CTA)原始图像与非增强CT(NCCT)在区分不同时间窗内缺血核心体积 $\geq 70\text{mL}$ 的梗塞范围方面的表现。**方法** 分析73例AIS-LVO患者的多模式CT表现。自动软件被用来计算方面区域。衰减变化定义为所有10个方面区域的相对Hounsfield单位(RHU)值与权重因子的乘积之和。各区域的Rhu值为缺血侧的HU值与对侧的HU值。由于Aspects模板中的每个区域在Aspects系统中的权重不成比例,因此相应的权重因子是从多变量线性回归模型中得出的回归系数,该模型用于将区域RHU与缺血核心体积相关联。分别使用CTA和NCCT计算自动纵横比和衰减变化。**结果** 在不同的时间窗内( $\text{Rho}=0.439\sim 0.637$ ),衰减变化与缺血核心体积相关。以缺血核心 $\geq 70\text{mL}$ ,其衰减变化表现与Aspects(曲线下面积 $0.799\sim 0.891$ )相近,与DeLong's检验( $P=0.079$ ,  $P=0.373$ )相近,CTA( $\text{AUC}=0.842$ )与NCCT( $\text{AUC}=0.838$ )无差异。**结论** Aspects区域的衰减变化与缺血核心体积相关。在脑梗塞体积的分类中,衰减变化具有与自动化方面相当的高诊断能力。复杂的评分算法不涉及衰减变化的测量。这种测量方法可以作为一种有效、快速、可靠、准确的手段来评估不同时间窗内的脑梗塞范围。通过衰减变化测量梗死体积以确定更适合再灌注治疗的患者的有用性可以在未来的临床试验中得到验证。

**【关键词】** CT血管造影; 非对比CT;  
急性缺血性卒中; CT评分算法

**【中图分类号】** R814.43

**【文献标识码】** A

**DOI:**10.3969/j.issn.1672-5131.2025.01.005

Evaluation of Acute Ischemic Stroke by CT  
Angiography and Non-contrast CTYU Xiao-li<sup>1</sup>, LIU Kui<sup>1</sup>, YANG Yang<sup>1\*</sup>, MENG Ling-xin<sup>2</sup>.

1. Department of Emergency Medicine, Qingdao Eighth People's Hospital, Qingdao 266100, Shandong Province, China

2. Department of Emergency Medicine, People's Hospital of Rizhao, Rizhao 266200, Shandong Province, China

## ABSTRACT

**Objective** This study was designed to compare attenuation changes with automated Alberta Stroke program early CT scores (Aspects) and the use of CT angiography (CTA) raw images versus non-enhanced CT(NCCT) in differentiating infarcts with ischemic core volume  $\geq 70\text{mL}$  in different time Windows. **Methods** The multimodal CT findings of 73 AIS-LVO patients were analyzed. Automated software is used to calculate the area. The attenuation change is defined as the sum of the product of the relative Hounsfield unit (RHU) values and the weight factors for all 10 aspect regions. The Rhu values of each region were HU values of the ischemic side and HU values of the opposite side. Because each region in the Aspects template is disproportionately weighted in the Aspects system, the corresponding weighting factor is a regression coefficient derived from a multivariate linear regression model used to correlate regional RHU with ischemic core volume. Automatic aspect ratio and attenuation changes are calculated using CTA and NCCT, respectively. **Results** In different time Windows ( $\text{Rho}=0.439\sim 0.637$ ), attenuation was correlated with ischemic core volume. With ischemic core  $\geq 70\text{mL}$ , its attenuation changes were similar to Aspects(area under the curve  $0.799\sim 0.891$ ) and similar to DeLong's test ( $P=0.079$ ,  $P=0.373$ ). There was no difference between CTA( $\text{AUC}=0.842$ ) and NCCT( $\text{AUC}=0.838$ ). **Conclusion** The attenuation in Aspects area is related to ischemic core volume. In the classification of infarct volume, attenuation variation has a high diagnostic capability comparable to that of automation. Complex scoring algorithms do not involve measurement of attenuation changes. This measurement method can be used as an effective, rapid, reliable and accurate means to evaluate the extent of cerebral infarction in different time Windows. The usefulness of measuring infarct volume by attenuation change to identify patients more suitable for reperfusion therapy could be validated in future clinical trials.

**Keywords:** CT Angiography; Noncontrast CT; Acute Ischemic Stroke; CT Scoring Algorithm

非增强CT(NCCT)和CT血管造影(CTA)用于快速识别预测最终梗死范围和卒中结果<sup>[1]</sup>,并导致静脉溶栓(IVT)比基于非增强CT(NCCT)的方法获得更好的结果<sup>[2]</sup>。70毫升的缺血核心体积是有助于IVT决策的梗塞范围标准。然而,由于治疗效益随着时间的推移而下降,在指南中,仅在较晚的时间窗口或发病时间未知的情况下或在NCCT上有较大梗塞范围的患者建议使用CTP成像来估计再灌注治疗选择<sup>[3]</sup>。

CTP的使用更耗费时间、成本和资源,并且在造影剂注射、血流数据采集、动脉输入功能选择和参数图计算方面存在许多伪影,导致许多卒中中心并不容易获得和使用CTP<sup>[4]</sup>。因而,研究和优化再灌注治疗的筛选手段和选择标准,以发现更多的患者,获得更好的预后,具有重要的临床意义。Aspects的自动计算可以改善评价者之间和评价者内部的一致性,以及早期发现细微的CT变化。测量衰减变化,即Hounsfield单位(HU),是一种客观、定量的手段。此外,该度量不依赖于方面评分算法<sup>[5]</sup>。因此,我们假设测量Aspects区域的衰减变化可能是一种更有效和可靠的方法来确定IVT和EVT决策的不同时间窗口内的梗塞体积<sup>[6]</sup>。本研究的目的是研究不同时间窗内CTA和CTA源图像Aspects区域的衰减变化与CTP定义的缺血核心的相关性,比较Aspects区域的衰减变化与自动Aspects评分的性能,并比较基于CTA源图像和NCCT图像的衰减变化在区分缺血核心体积 $\geq 70\text{mL}$ 的梗塞程度方面的作用。

## 1 资料与方法

**1.1 研究资料** 这项横断面研究得到了医院伦理委员会(第2023-274号)的批准,并按照《赫尔辛基宣言》进行。入选标准是对2020年9月至2023年9月收治的前循环LVO所致AIS患者。

纳入标准:已知卒中至CT时间且小于24小时;进行多模式CT扫描,包括NCCT、CTA和CTP;CTA以确定颈内动脉或大脑中动脉M1或M2段的闭塞。排除标准:出血、肿瘤、后循环或对侧大血管闭塞的证据;CTP成像的自动方面分割错误、质量差或技术错误。临床特征和人口统计信息是从医疗记录中提取的,共有73名患者符合所有纳入标准,中位年龄为72岁(IQR, 65.5-81岁)。73例患者中,51例(69.9%)脑缺血核心体积小于 $70\text{mL}$ ,22例(30.1%)脑缺血核心体积大于或等于 $70\text{mL}$ ,39例(53.4%)患者在发病后4.5h内接受多模式CT扫描,34例(46.6%)患者在发病4.5h后行多模式CT检查。

**1.2 研究方法** 多模式CT研究包括NCCT、CTA和CTP,在320排探测器CT扫描仪上进行,使用全脑动态容量间歇模式。第一次扫描从注射造影剂后的7 S开始,然后以2S间

**【第一作者】** 于晓丽,女,主治医师,主要研究方向:急诊。E-mail: huangyong1927@163.com

**【通讯作者】** 杨扬,男,主治医师,主要研究方向:急诊。E-mail: huangyong1927@163.com

隔连续间歇扫描,从11 S到27 S,从30 S到36 S,然后以5S间隔连续间歇扫描,从40 S开始,到50 S或60 S结束。这种扫描模式包括17或19个旋转。扫描速度为0.75%/转。最初的一次扫描是在造影剂到达之前进行的。动态容积扫描参数如下<sup>[7]</sup>:扫描范围140~160 mm,初始扫描80kV,310 mA;300 mA,峰值时间17~27 S;150 mA。所有数据均采用自适应迭代剂量减少法重建,层厚为1.0 mm,用于CTP研究。采用NCCT重建初始扫描数据,层厚为5.0 mm。以层厚5.0 mm的层厚为CTA源图像,重建S动脉峰值17~27的扫描数据。

使用自动化软件Olea Sphere处理CTP数据。动脉输入功能和静脉输出功能被自动识别,并基于贝叶斯概率方法的反卷积生成灌注图<sup>[8]</sup>。脑缺血核心体积按默认设置自动计算,相对脑血流量小于对侧大脑半球的25%,达峰时间大于对侧大脑半球的5 S<sup>[9]</sup>。任何位于脑实质外和幕下区域的区域都被从缺血核心体积中移除。

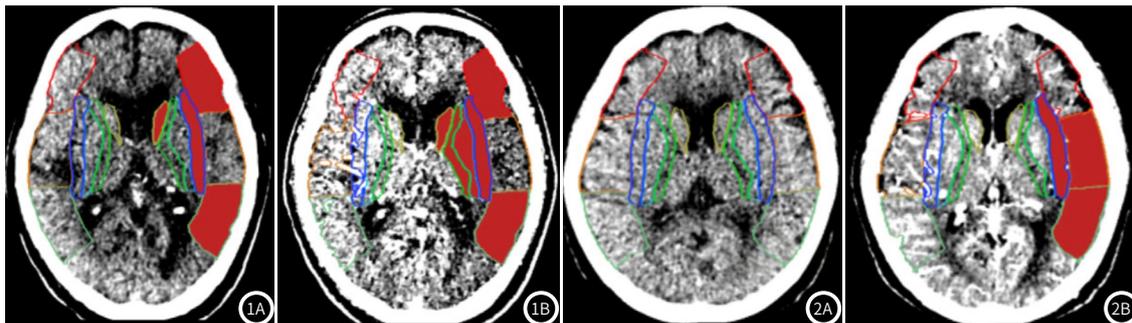
**1.3 统计学方法** 分类变量为整数和比例,数字和顺序变量使用中位数(四分位数范围[IQR])来描述。应用Spearman相关检验评估衰减变化和自动方面评分与缺血核心体积的相关性,Rho值0-0.2为轻度,0.2-0.4为一般,0.4-0.6为中度,0.6-0.8为实质性,0.8-1为近乎完美。用受试者工作特性分析评价衰减变化和自动化方面对缺血核心 $\geq 70\text{mL}$ 心肌梗死范围的区分能力,以最大约登指数为最佳判别界值及其相关的灵敏度和特异度。对500个自举样本进行了内部验证,以评估衰减变化的性能稳定性。双侧 $P < 0.05$ 被认为具有统计学意义。使用SPSS 24.0、MedCalc和Empower(R)执行所有统计分析。

## 2 结果

**2.1 Aspects区域中的自动特征评分和衰减变化** 具体如图1,图2所示,Aspects表示艾伯塔省卒中计划早期CT评分;WHU-Aspects表示区域相对HU值乘以相应加权因子的乘积。将NCCT和CTA的图像数据上传到软件,并生成自动标测和方面区域分割,以计算自动方面和衰减变化。在没有人工交互的情况下,分别计算基于NCCT(NCCT-Aspects)和CTA源图像(CTAASPECTS)的自动Aspects分数。Aspects区域的衰减变化被定义为所有10个Aspects区域(WHUASPECTS)的相对HU(RHU)值乘以权重因子的乘积的总和。

**2.2 衰减变化与自动方面的ROC分析** 缺血核心体积中位数为30.87mL(IQR, 12.17~77.94)。经Spearman相关检验,NCCT和CTA的WHU-Aspects均与缺血核心体积显著相关( $Rho=0.596$ ,  $P < 0.001$ ;  $Rho=0.526$ ,  $P < 0.001$ )。为了在不同的时间窗口(4.5小时以内和4.5小时以上)研究这种关系,我们进行了进一步的分析。在不同的时间窗内,所有衰减变化变量均与缺血核心体积显著相关。起病时间 $> 4.5\text{h}$ 的患者的中心静脉血流动力学参数与缺血核心体积的相关性最高( $Rho=0.637$ ,  $P < 0.001$ )。

具体如图2所示,73例患者中,19例(26%)出现假NCCT征象,对于缺血核心 $\geq 70\text{mL}$ 的梗塞范围的分类,NCCT的WHU方面显示曲线下面积(AUC)为0.891( $P < 0.001$ ; 敏感性93.75%,特异性81.58%),高于自动NCCT方面(AUC=0.817,  $P < 0.001$ ; 敏感性62.5%,特异性84.21%),经DeLong检验分析有边缘意义( $P=0.079$ );基于CTA源图像的WHU方面显示AUC为0.867( $P < 0.001$ ; 敏感度72.22%,特异度87.8%),高于自动CTA检查(AUC=0.799,  $P < 0.001$ ; 敏感度66.67%,特异度95.12%),但经DeLong检验分析,差异无统计学意义( $P=0.373$ )。

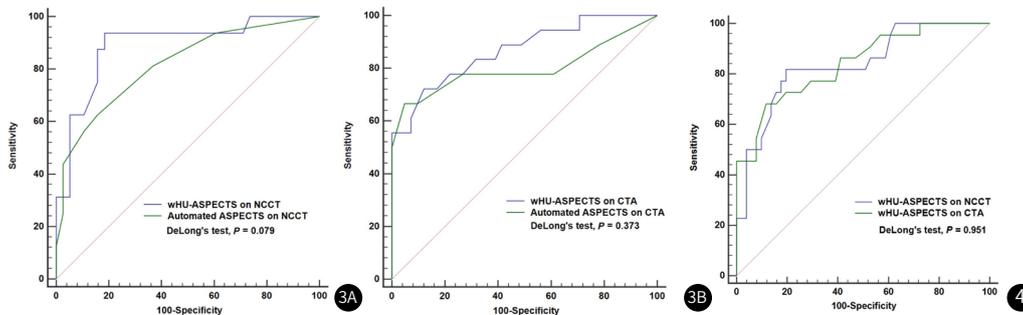


**图1A-图1B** 展示了自动化和WHU值的一个示例。(1A)84岁男性,症状发作至CT时间在4.5h内,基于CTP的缺血核心为176.33毫升,自动扫描图像纵横比为4,WHU-Aspects为-0.859,均表明根据最大约登指数相关截断值对缺血核心体积 $\geq 70$ 毫升的缺血程度进行了正确的分类。(1B)在同一患者中,CTA源图像上的自动特征为3,CTA上的WHU-Aspects为-0.746,两者都表明根据相关的截断值对缺血核心大小进行了正确的分类。

**图2A-图2B** 展示了自动化和WHU-方面值的一个示例。(2A)在一位68岁女性患者中,症状发作至CT时间在4.5h内,基于CTP的缺血核心为18.31mL,NCCT图像的自动特征为10,WHU-Aspects为-0.882,两者都表明根据最大Youden指数相关截断值对缺血核心大小的分类是正确的。(2B)在同一患者中,CTA源图像上的自动特征为5,表明正确分类,而WHU-Aspects在CTA上为-0.764,未能做出正确分类。

**2.3 基于CTA源图像和NCCT图像特征区域衰减变化的分辨能力比较** 具体如图3所示,73例患者中,基于CTA源图像的WHU方面显示AUC值为0.842(95%CI: 0.738~0.917;  $P < 0.001$ ),与

基于NCCT的AUC值(AUC值=0.838, 95%CI: 0.733~0.914;  $P < 0.001$ )。经DeLong检验分析,差异无统计学意义( $P=0.951$ )。



**图3A-图3B** 衰减变化与自动方面的ROC分析用于对缺血核心体积 $\geq 70\text{mL}$ 进行分类。(3A) NCCT图像的WHU方面的AUC值为0.891( $P < 0.001$ ),与自动NCCTAspects的AUC值(AUC=0.817,  $P < 0.001$ )无显著差异,经DeLong's检验分析( $P=0.079$ )。(3B)经DeLong检验分析,CTA源图像的WHU-Aspects的AUC值为0.867( $P < 0.001$ ),与自动CTA Aspects图的AUC值(AUC值=0.799,  $P < 0.001$ )无显著差异( $P=0.373$ )。

**图4** 正常CT与CTA衰减变化的ROC分析将缺血范围 $\geq 70\text{mL}$ 。正常CT图像的AUC值为0.842( $P < 0.001$ ),与NCCT图像的AUC值(AUC值=0.838,  $P < 0.001$ )无显著差异,经DeLong检验分析( $P=0.951$ )。

### 3 讨论

这项研究发现,在不同的时间窗内,NCCT或CTA上方面区域的衰减变化与缺血核心体积有中度到实质性的相关性。直接比较分析显示,基于CTA(AUC值为0.867)或NCCT值(AUC值为0.891)的Aspects区域的衰减变化表现与自动CTA-Aspects(AUC值为0.799)或NCCT-Aspects(AUC值为0.817)在区分缺血核心 $\geq 70$ mL的梗塞范围方面具有可比性;自动Aspects评分对缺血侧的误判率约为20%,基于CTA源图像的误判率低于NCCT图像<sup>[10]</sup>。因此,衰减变化的测量可以作为一种准确、可靠、有效和快速的手段来评估AIS-LVO在不同时间窗内的梗塞体积,用于再灌注治疗<sup>[11]</sup>。此外,使用CTA源图像的衰减变化表现与使用NCCT没有什么不同,进一步研究CTA源图像在提供脑梗塞体积信息方面优于NCCT是可行和必要的<sup>[12]</sup>。

脑组织的水分摄取在动脉闭塞后立即发生,可以通过CT密度的降低或X射线的衰减来检测。细胞内细胞毒性水肿、细胞外离子水肿和细胞外血管源性水肿以及随后的血脑屏障破裂导致水分摄取<sup>[6]</sup>。细胞毒性水肿期和离子性水肿期先于血管源性水肿期,血管源性水肿期最早发生在卒中后6小时<sup>[2]</sup>。水摄取或CT密度降低的程度与缺血严重程度、缺血性水肿(每脑体积水摄取量)和中风发作时间相关。这些过程是我们结果的潜在病理生理学机制,即在不同的时间窗内,方面区域的衰减变化与缺血核心体积相关<sup>[8]</sup>。基于这些病理生理过程,本研究重点关注缺血核心体积,而不是缺血严重程度或CT密度降低的程度,因此我们包括了所有10个方面的区域来估计缺血核心体积<sup>[13]</sup>。此外,本研究使用加权相对HU作为衰减变化,因为Aspects模板中的区域大小彼此不相等,并且在Aspects评分系统中每个区域在梗塞程度上具有不成比例的权重。衰减变化的测量是一种客观和定量的手段,不存在评价者间和评价者内变异性的问题,这种方法可以提高在早期时间窗内发现细微CT变化的能力<sup>[14]</sup>。衰减变化的测量有可能应用于临床试验,以选择可以从再灌注治疗中受益的AISLVO患者,特别是在仅建议进行紧急脑成像的早期时间窗口<sup>[15]</sup>。

Aspects系统用于临床试验,以选择符合条件的AIS-LVO患者在早期窗口进行再灌注治疗,而不是更耗时、更耗费资源的先进成像技术<sup>[16]</sup>。Aspects的自动计算可以提高评分者之间和评价者内部的一致性。我们的对比分析表明,Aspects区域衰减变化的测量具有很强的区分力,在区分不同时间窗内的缺血核心体积方面与自动Aspects评分相当<sup>[17]</sup>。然而,自动Aspects算法存在一定的缺血侧检测误判率,这可能是因为自动算法根据HU相关值将每个区域分为正常或异常,然后根据分类后的异常和正常区域来判断哪个半球最有可能是受累侧,而衰减变化的测量不涉及复杂的算法,而是与缺血侧的信息有关<sup>[18]</sup>。因此,这种测量方法更可靠,也更容易在早期时间窗内选择符合条件的患者进行再灌注治疗。这是早期治疗决策中的一个关键因素<sup>[19]</sup>。Aspects系统是一个10分制;我们研究中使用的衰减变化是连续的数据,包括所有10个区域,这包含了更多关于缺血核心体积的信息。因此,我们假设,在区分缺血核心大小方面,测量Aspects区域的衰减变化比Aspects评分更准确<sup>[15]</sup>。

虽然测量衰减变化的AUC高于自动化方面的AUC,但这些差异并未达到统计学意义,有提高衰减变化准确性的趋势。这可能是因为这项研究中纳入的患者数量相对较少<sup>[11]</sup>。在未来的研究中,用更大的研究样本来验证这些发现是合理和可行的。NCCT和CTA是AIS-LVO的标准成像手段,比CTP更节省时间和资源,更容易获得<sup>[5]</sup>。这项测量可以为NCCT和CTA的标准成像手段带来额外的临床价值,并可以帮助临床医生更快地做出决定。衰减变化的测量可以帮助临床医生快速识别具有较大缺血核心或分流患者的患者,以便将其转移到能够进行CTP和EVT的卒中中心<sup>[10]</sup>。通过衰减变化测量的梗死体积对识别更适合再灌注治疗的患者的有用性可以在未来的临床试验中得到验证<sup>[4]</sup>。

缺血改变的可见性和NCCT上视觉方面的可靠性取决于从症状出现起的时间。以前的一些研究发现,基于CTA源图像的特征比基于NCCT的特征更准确,而关于CTA源图像衰减变化的有效性的研究缺乏<sup>[8]</sup>。在反映血供减少和水摄取的CTA源图像上,早期

缺血改变比在NCCT图像上更明显。这可能是我们的结果基于CTA源图像的缺血侧错误率低于NCCT图像的原因<sup>[17]</sup>。据推测,与使用NCCT相比,使用CTA源图像还可以提高衰减变化在区分缺血核心体积方面的性能。这项研究发现,在不同的时间窗口内,使用CTA源图像进行衰减变化的区分性能与使用NCCT图像进行区分的性能没有差别<sup>[20]</sup>。这也值得在未来更大的研究人群中进行进一步的研究。

综上所述,我们的研究发现,在不同的时间窗内,NCCT或CTA上的ASPECTS区域的衰减变化与AIS-LVO中CTP定义的缺血核心体积具有中度至实质性的相关性。在缺血性核容量 $\geq 70$  mL的分类中,测量衰减变化具有与自动化方面相当的高诊断能力。因此,该测量方法可作为一种易于获得、快速、可靠和准确的方法来评估不同时间窗内的梗死体积。通过衰减变化测量梗死体积的有用性可以在未来的临床试验中验证,以确定更适合再灌注治疗的患者。

### 参考文献

- [1] Zhang L, Wu J, Yu R, et al. Non-contrast CT radiomics and machine learning for outcomes prediction of patients with acute ischemic stroke receiving conventional treatment [J]. *Eur J Radiol*, 2023, 165: 110959.
- [2] Yao Y, Gu S, Liu J, et al. Comparison of three algorithms for predicting infarct volume in patients with acute ischemic stroke by CT perfusion software: Bayesian, CSVD, and OSVD [J]. *Diagnostics (Basel)*, 2023, 13(10).
- [3] Xu J, Dai F, Wang B, et al. Predictive value of CT perfusion in hemorrhagic transformation after acute ischemic stroke: a systematic review and meta-analysis [J]. *Brain Sci*, 2023, 13(1).
- [4] Xia H, Hou C, Liu T, et al. Value of collateral status assessed by CT perfusion and CT angiography in predicting ischemic core growth in acute ischemic stroke [J]. *Minerva Med*, 2023, 114(3): 402-404.
- [5] Wen X, Xiao Y, Hu X, et al. Prediction of hemorrhagic transformation via pre-treatment CT radiomics in acute ischemic stroke patients receiving endovascular therapy [J]. *Br J Radiol*, 2023, 96(1147): 20220439.
- [6] Wang T, Ding W, Chen Q, et al. Hemorrhagic transformation assessment based on dual energy ct of immediately and twenty-four hours after endovascular thrombectomy for acute ischemic stroke [J]. *Diagnostics (Basel)*, 2023, 13(15).
- [7] V K R, Sankaran R. Alberta stroke program early CT score can predict severity of spasticity and functional outcome in ischemic stroke survivors [J]. *Neurol India*, 2023, 71(4): 705-709.
- [8] Schartz D, Akkipeddi S, Chittaranjan S, et al. CT hyperdense cerebral artery sign reflects distinct proteomic composition in acute ischemic stroke thrombus [J]. *J Neurointerv Surg*, 2023.
- [9] Shinohara Y, Ohmura T, Ibaraki M, et al. Non-contrast dual-energy CT using X-map for acute ischemic stroke: region-specific comparison with simulated 120-kVp CT and diffusion-weighted MR images [J]. *Jpn J Radiol*, 2023.
- [10] Santo B A, Janbeh S S, McCall A D, et al. Multimodal CT imaging of ischemic stroke thrombi identifies scale-invariant radiomic features that reflect clot biology [J]. *J Neurointerv Surg*, 2023.
- [11] Rinkel L A, Beemsterboer C F, Groeneveld N S, et al. Cardiac thrombi detected by CT in patients with acute ischemic stroke: A substudy of Mind the Heart [J]. *Eur Stroke J*, 2023, 8(1): 168-174.
- [12] Panyaping T, Udomkaewkanjana N, Keandoungchun J. Utility of dual energy CT in differentiating clot in acute ischemic stroke [J]. *Neuroradiol J*, 2023, 36(4): 435-441.
- [13] Kusuma Y, Clissold B, Riley P, et al. Possible influence of ethnicity on ct perfusion parameter thresholds in acute ischemic stroke [J]. *Cerebrovasc Dis*, 2023.
- [14] Kuang H, Wan W, Wang Y, et al. Automated collateral scoring on CT angiography of patients with acute ischemic stroke using hybrid CNN and transformer network [J]. *Biomedicine*, 2023, 11(2).
- [15] Hoelter P, Lang S, Beuscher V, et al. Extended multimodal flat detector CT imaging in acute ischemic stroke: a pilot study [J]. *J Digit Imaging*, 2023, 36(3): 1198-1207.
- [16] Gutierrez A, Tuladhar A, Wilms M, et al. Lesion-preserving unpaired image-to-image translation between MRI and CT from ischemic stroke patients [J]. *Int J Comput Assist Radiol Surg*, 2023, 18(5): 827-836.
- [17] Drozdov A A, Arora M, Sheikhy A, et al. Anterior ischemic stroke: Analysis of the multivariable CT-based models for prediction of clinical outcome [J]. *J Stroke Cerebrovasc Dis*, 2023, 32(8): 107242.
- [18] de Vries L, Emmer B J, Majoie C, et al. PerfU-Net: baseline infarct estimation from CT perfusion source data for acute ischemic stroke [J]. *Med Image Anal*, 2023, 85: 102749.
- [19] Dai Y, Xu H, Fang X, et al. Dual-energy CT in assessment of thrombus perviousness and its application in predicting outcomes after intravenous thrombolysis in acute ischemic stroke [J]. *Eur J Radiol*, 2023, 164: 110861.
- [20] Arthur K C, Huang S, Gudenkauf J C, et al. Assessing the relationship between LAMS and CT perfusion parameters in acute ischemic stroke secondary to large vessel occlusion [J]. *J Clin Med*, 2023, 12(10).