

# 脑梗死患者影像学表现与中医证型诊断相关性的研究综述

吴雨晗, 陆 韬, 王雪景, 徐晓燕\*, 孙碧云\*

皖南医学院, 医学影像学院, 医学影像学实验实训中心, 安徽 芜湖

收稿日期: 2025年3月16日; 录用日期: 2025年4月9日; 发布日期: 2025年4月16日

## 摘 要

脑梗死作为全球高致死率及致残率的疾病, 其精准诊疗对改善患者预后至关重要。本文系统综述了脑梗死患者影像学表现与中医证型诊断的相关性研究进展, 旨在通过整合现代影像技术(如CT、MRI、DSA、超声等)与中医辨证体系, 探索中西医结合诊疗的协同效应。研究表明, 不同中医证型(如气虚血瘀、风痰阻络、阴虚风动等)与特定影像学特征存在显著关联: 气虚证患者脑灌注水平及再灌注概率较低, 风痰瘀阻证与多支脑血管病变密切相关, 而CT/MRI显示的缺血半暗带、梗死体积及血流动力学参数可为中医证候要素(如内火、血瘀)提供客观影像学依据。尽管影像技术在血管结构评估、血流监测及预后预测中具有重要价值, 但中医辨证标准化不足、多模态影像数据融合困难及微观病理与宏观证候的跨尺度关联机制仍是当前研究的瓶颈。未来需通过人工智能驱动的影像组学、动态影像技术及多组学数据整合, 推动中西医结合诊疗向精准化与个体化方向发展。

## 关键词

脑梗死, 影像学表现, 中医证型, 中西医结合, CT血管成像, 磁共振成像, 数字减影血管造影, 超声诊断, 影像组学, 辨证论治

# The Correlation between Imaging Manifestations and Traditional Chinese Medicine Syndrome Diagnosis in Patients with Cerebral Infarction: A Systematic Review of the Literature

Yuhan Wu, Tao Lu, Xuejing Wang, Xiaoyan Xu\*, Biyun Sun\*

\*通讯作者。

文章引用: 吴雨晗, 陆韬, 王雪景, 徐晓燕, 孙碧云. 脑梗死患者影像学表现与中医证型诊断相关性的研究综述[J]. 临床医学进展, 2025, 15(4): 1895-1903. DOI: 10.12677/acm.2025.1541135

## Abstract

Ischemic stroke, as a disease with high global mortality and disability rates, requires precise diagnosis and treatment to improve patient prognosis. This article systematically reviews the research progress on the correlation between imaging manifestations of cerebral infarction and Traditional Chinese Medicine (TCM) syndrome diagnosis, aiming to explore the synergistic effects of integrating modern imaging techniques (e.g., CT, MRI, DSA, ultrasound) with TCM syndrome differentiation systems. Studies indicate that different TCM syndrome types (e.g., Qi deficiency and blood stasis, wind-phlegm obstructing collaterals, Yin deficiency and wind stirring) exhibit significant associations with specific imaging features: patients with Qi deficiency syndrome demonstrate lower cerebral perfusion levels and reduced reperfusion probability, while wind-phlegm-blood stasis syndrome is closely related to multi-vessel cerebrovascular lesions. Imaging parameters such as ischemic penumbra, infarct volume, and hemodynamic characteristics revealed by CT/MRI provide objective evidence for TCM syndrome elements (e.g., internal fire, blood stasis). Despite the critical value of imaging technologies in vascular structure assessment, hemodynamic monitoring, and prognostic prediction, challenges persist in standardizing TCM syndrome differentiation, integrating multi-modal imaging data, and bridging cross-scale mechanisms between microscopic pathology and macroscopic syndromes. Future research should leverage artificial intelligence-driven radiomics, dynamic imaging technologies, and multi-omics data integration to advance TCM-Western medicine integrated diagnostics and treatment toward precision and individualized approaches.

## Keywords

Cerebral Infarction, Imaging Manifestations, TCM Syndrome Types, Integrated Traditional Chinese and Western Medicine, CT Angiography, Magnetic Resonance Imaging, Digital Subtraction Angiography, Ultrasound Diagnosis, Radiomics, Syndrome Differentiation and Treatment

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

脑卒中作为全球第二大死因，每年约有 550 万人死亡，也是全球致残的重要原因之一，其中约 50% 的幸存者患有慢性残疾，严重影响了相关人群的生活质量[1]。随着人口老龄化程度的不断加深，加上各累积危险因素，进一步导致心脑血管疾病发病率显著增加。近年来，缺血性脑卒中(cerebral ischemic stroke, CIS)死亡率已位居我国首位[2]。虽然随着科学技术的发展与医疗水平的提高，CIS 死亡率有所下降，但其康复后仍存在较高的复发率与致残率。因此，如何尽可能准确诊断脑梗死分型，提高患者治愈率，降低复发率与致残率具有重要的临床意义。

对此，本文就脑梗死患者影像学表现与中医证型诊断相关性的研究进展进行综述，以加强中西医之间的相互配合，发挥协同作用，更有利于脑梗死病症的诊断和治疗与患者临床症状的改善与消除。临床

上,影像学检查对 CIS 的诊断具有重大作用,常用的影像学检查技术有 CT, MRI, DSA、超声诊断以及图像后处理技术和人工智能辅助诊断等。与此同时,中医学上脑卒中,又称中风,多由于阴阳失调、气血逆乱,上犯于脑,表现为猝然跌扑、神志昏蒙、半身不遂、口舌歪斜、言语不利等症状[3]。现阶段中医治疗脑卒中疾病方面已积累丰富的临床经验,在改善患者症状方面具有一定的优势。但中医证型分类主观性强,缺乏客观量化标准,制约了中西医协同诊疗的发展。本文系统综述影像学特征与中医证型的关联研究,旨在通过跨学科整合,为构建“证-影”结合的精准诊疗体系提供理论依据。

## 2. 中医证型诊断

脑卒中的中医证型诊断由经典中医诊断方式“望、闻、问、切”发展了一套相对完整的辩证理论。可根据有无意识障碍分为中脏腑和中经络,中脏腑分为痰湿蒙神证、痰热内闭证和元气败脱证;中经络又分气虚血瘀证、风痰阻络证、阴虚风动证、风火上扰证,肝肾亏虚证型[4]-[7]。在中医药方面,中医药具有保护和修复作用,包括维持血脑屏障功能,调节能量代谢,促进抗氧化、抗炎和抗细胞凋亡,减少兴奋性氨基酸,增强血管和突触生成,在临床上得到广泛应用。

“辨证论治”是中医学的精髓,根据现有中医治疗缺血性脑卒中的研究,不同研究对中医证型的划分存在显著差异,刘艳等人[8]研究显示中风危险因素为性别、高血压、冠心病等,其中随年龄增长,男性中风发病率明显高于女性,而高血压、冠心病、糖尿病为颈动脉硬化狭窄的直接相关因素。王涛等[9]将中风划分为急性期、慢性期、后遗症期;黎成科[10]根据中风病程发展分为急性期、缓解期、恢复期、后遗症期4期;魏千程[11]提出风痰瘀血、痹阻脉络、肝阳暴涨、风火上扰、痰热腑实、风痰上扰,气虚血瘀,阴虚风动,风火上扰清窍,痰热内闭清窍,痰湿蒙塞心神和元气败脱、神明散乱等证型。尽管分类方法多样,但“气虚血瘀”“风痰阻络”等核心证型在多数学者研究中重复出现,提示其病理基础的普遍性。同时,朱文锋[12]在建立辩证新体系时引入“证素”的概念,将病位与病性量化,初步制定了病位类约30项、病性类约60项,阐述了他们的特点和意义,为证型标准化提供了新方向。然而,现有研究多基于单中心小样本,证型诊断依赖医师经验,缺乏统一量化标准,导致不同研究结论的可比性受限。未来需通过多中心大样本研究验证证型分类的稳定性。

## 3. 影像技术诊断

影像学检查作为“望、闻、问、切”中望的延伸,也是现代医学诊断脑梗死的核心手段,不仅能够精确识别梗死灶的位置、范围和病理特征,还可动态评估脑血流动力学变化与神经功能损伤程度。目前,计算机断层扫描(CT)和磁共振成像(MRI)等技术因其高分辨率与快速成像能力,已成为临床定位和定性脑梗死病灶的“金标准”[13]。近年来,功能影像技术的广泛应用,进一步揭示了脑缺血后细胞毒性水肿、半暗带存活状态等病理生理细节,为个体化治疗提供了重要依据[14]。与此同时,中医辨证论治强调“司外揣内”的整体观,其证型分型(如风痰瘀阻、气虚血瘀)与脑梗死的微观病理改变可能存在内在关联。研究显示,不同中医证型患者的影像学特征(如梗死体积、血流灌注模式)存在显著差异,提示影像学指标或可作为中医辨证分型的客观化标志[15]。然而,如何系统整合多模态影像数据与中医证候信息,仍是中西医结合研究的关键挑战。本部分将围绕影像学技术在脑梗死中医证型诊断中的应用进展展开论述,探讨其科学价值与临床转化潜力。

### 3.1. CT

#### CT 血管成像

CT 血管成像(CT angiography, CTA)是临床上诊断脑梗死合并脑血管狭窄的常用方法,通过三维图像

的重建结合注射造影剂实施检查,对患者的血管病变部位、病变程度等血管结构进行显示,并借助优化扫描等技术实现血管病变的快速、准确识别,在一定程度上减少辐射和造影剂使用,极大地提升了检查的安全性和患者接受程度。同时,CTA 不仅能清晰显示血管狭窄程度,还能评估侧支循环情况,为临床制定个体化治疗方案提供重要依据。南晓勇等[16]对比 MRI 与 CTA 显示,CTA 利用造影剂和卓越的空间分辨率可更加直观地呈现血管狭窄系解和范围。Weiss 等[17]研究指出,通过应用 CTA 评估急性脑梗死患者的脑侧支循环发现,90 d Mis 评分与良好的侧支循环存在密切关联。陶剑等[18]研究认为 CTA 和 MRA 相关参数,如狭窄率和 ASPECTS,对于评估老年脑梗死患者的预后具有重要的意义。此外,CTA 在动态监测病情变化、评估预后方面也展现出独特优势,进一步促进了中西医结合在脑梗死诊疗中的应用与发展。但该项技术存在一定的局限性如对部分患者可能存在造影剂过敏反应,无法准确显示血管斑块的形状和位置且对微小血管病变的显示能力有限。

CTA 与中医证型相结合,通过三维重建技术直观显示血管狭窄程度与侧支循环状态,为中医证型与血管病变的关联研究提供结构学依据。李令康[19]收集 30 例急性脑梗死患者一站式获取全脑灌注成像 CTP、全脑 CTA,并对其整合演变规律作出探讨和总结。并认为其证候演变存在一定特征规律,证候表现及严重程度与脑灌注情况相关,提出了气虚证患者脑灌注水平可能较无气虚证患者更低,发生自发性再灌注的概率也更低但该研究样本量较小,且未设置对照组,结论的普适性受限;但其首次提出气虚证与低灌注的相关性,为后续大样本研究提供了方向。杨春霞[20]等人则对脑血管造影的缺血性中风患者进行研究,对比分析脑血管病变范围及狭窄程度与中医证型的关系。结果显示脑血管狭窄组的风痰瘀阻、气滞血瘀型比例均高于脑血管正常组,而脑血管正常组的风痰火亢型比例高于脑血管狭窄组,其余各证型间比较无显著性差异;多支病变组风痰瘀阻、气滞血瘀型比例均高于无病变组和单支病变组。

两项研究均证实中医证型与血管结构异常存在关联,但侧重点不同:李令康强调灌注参数与气虚证的相关性,而杨春霞聚焦于狭窄程度与实证证型的联系。这种差异可能与研究设计(如样本纳入标准、证型判定方法)及影像参数选择(如 CTA 侧重结构评估,CTP 侧重功能分析)有关。此外,两项研究均未纳入微循环评估指标,而中医“脉络瘀阻”理论提示微血管功能障碍可能为关键病理环节,需通过多模态影像技术进一步验证。

### 3.2. CT 灌注成像

CT 灌注成像(CT perfusion imaging, CTP)是一种评估脑组织血流灌注状态的技术,通过注射造影剂后连续扫描,获取脑组织血流动力学参数,动态监测脑血流参数识别缺血半暗带,精确反映脑缺血区域极其严重程度,为中医证型与血流动力学改变的相关性研究提供功能学证据。根据现有 CT 灌注成像影像学表现诊断脑梗死的研究发展,蔡少训等[21]通过对 CT 全脑灌注成像快速评价脑梗死核心及缺血半暗带的研究,认为在脑梗死的诊断中,CTP 能够发现血流灌注不足,显示低灌注区,可为脑梗死的诊断提供有效依据。孙蓉等[22]通过研究头颅 CT 血管成像联合全脑 CT 灌注成像早期诊断脑梗死的效能,认为全脑 CTP 联合头颅 CTA 诊断脑梗死的灵敏度、阴性预测值及准确率高于全脑 CTP 检查,联合诊断的准确率高于头颅 CTA 检查,差异存在统计学意义( $P < 0.05$ ),同时可发现灌注异常区的脑血流流量(CBF)、脑流量容量(CBV)均低于对侧正常区,达峰时间(TTP)及平均通过时间(MTT)均长于对侧正常区,差异有统计学意义( $P < 0.05$ ),即全脑 CTP 技术可用于全面观测评估脑组织血液供应情况及其缺氧程度。康利高阁等[23]对比中医证候要素急性缺血性中风发病 24 h 内头颅 CT 相关特征,认为脑卒中发病基底神经节区病灶的分布与患者内火、血瘀和阴虚存在较明显的相关性。

上述研究均支持中医证型与梗死空间分布的关联性,但结论存在分歧:杨华强调证型与梗死面积的定量关系,而康利高阁侧重病灶解剖位置与证候要素的对应性。这种差异可能源于中医证型动态演变特

性(如急性期以实证为主,慢性期转为虚证),而现有研究多局限于单一时间点分析。未来需结合纵向影像数据,揭示证型演变与病理改变的时空耦合规律。

综上,CT血管成像(CTA)与CT灌注成像(CTP)作为脑梗死诊疗中的重要影像学技术,不仅能够精准评估脑血管结构异常及血流动力学改变,还为中医证型与脑病理生理特征的关联研究提供了客观依据。CTA通过三维重建技术可直观显示血管狭窄程度、侧支循环状态及病变范围,其与中医证型的相关性研究表明,气虚证患者脑灌注水平及再灌注概率显著降低,风痰瘀阻、气滞血瘀证型与脑血管多支病变密切相关,提示中医证型可能反映特定的血管病理基础。而CTP通过动态监测脑组织血流灌注参数,可识别缺血半暗带及核心梗死区,其低灌注区域与中医内火、血瘀、阴虚等证候要素存在空间分布关联,为辨证施治提供影像学佐证。尽管两者在血管斑块细节显示及微小血管病变评估中存在局限性,但CTA与CTP的联合应用能够从结构-功能双重维度解析脑梗死病理机制,结合中医证候演变规律,有助于实现个体化诊疗方案的优化,推动中西医结合在脑梗死精准评估、动态监测及预后判断中的协同发展。

### 3.3. MRI

#### 3.3.1. 磁共振成像技术

目前,磁共振成像技术(Magnetic Resonance Imaging, MRI)凭借其无电离辐射、高软组织分辨率的特点已成为诊断脑梗死的重要手段之一。磁共振成像装置除了具备X线CT的解剖类型特点即获得无重叠的质子密度体层图像之外,还可借助核磁共振原理精确地测出原子核弛豫时间T<sub>1</sub>和T<sub>2</sub>,能将人体组织中有关化学结构的信息反映出来,便于区分脑中的灰质与白质,对组织坏死、恶性疾患和退化性疾病的早期诊断效果有极大的优越性,其软组织的对比度也更为精确。

在临床应用中,与CT相比DWI序列在检测急性脑梗死方面显示出极高的敏感性与特异性。通过比较水分子在正常与缺血组织中的扩散差异,MRI能早期揭示脑梗死区域,从而为及时的治疗干预提供有力支持。根据现有磁共振成像表现与中医证型相关性的研究,庞冉等[24]人根据MRI结果与中风病证型对比结合,发现大部分脑干、小脑、丘脑及基底节区病变均以风证、痰证及火热证最为常见,可见风、火、痰等实证是脑梗死急性期的主要致病因素。徐琳[25]从头颅磁共振成像联合颈动脉彩超对急性脑梗死的诊断价值角度,根据美国国立研究院卒中量表NIHSS,对3组患者的颈动脉彩超参数IMT、PSV、EDV和头颅MRI参数梗死灶ADC值与对侧ADC值进行统计对比,发现头颅MRI联合颈动脉彩超急性脑梗死可明显提升诊断准确率,不仅具有良好的诊断效能,还可准确评估病情进展情况。尤劲松等[26]人研究表明阳证具有火热证特征,痰证、气虚证、血癖证,基本证素与阴证、阳证诊断无关,而临床上普遍认为阳证较阴证症状更重。阴证与阳证之间的评分差异初步提示DWI-ASPETCS评分可能与中医辨证有关。上述庞冉等人尤劲松等人研究均证实MRI特征与中医实证证型的相关性,但尤劲松进一步引入阴阳辨证框架,拓展了影像学指标的辨证价值。然而,DWI-ASPECTS评分主要反映梗死范围,对中医“虚实夹杂”等复杂证型的鉴别能力有限,需进一步结合功能MRI(如fMRI、DTI)评估神经网络重组与证候转归的关系。综上,MRI的DWI技术作为协助判断中医辨证的指标,在急性脑卒中的中西医联合治疗中具有重要的参考价值。

#### 3.3.2. 核磁共振血管成像

核磁共振血管成像(Magnetic Resonance Angiography, MRA)是一种无创伤性,不需用插管及对比造影剂的血管成像方法,已广泛应用于临床脑梗死的诊断中。MRA通过三维成像技术,清晰展示血管结构,对人脑无放射性损害,能清晰显示患者颅内血管影像,对脑动脉狭窄处准确定位,精确长度,并准确评估侧支循环血管情况,为制定个性化治疗方案提供重要依据。陶剑等[18]通过将MRA与CTA结合,根

据改良的 Rankin 量表(modified Rankin scale, mRS), 将患者分为预后良好组(mRS 评分  $\leq 3$  分)和预后不良组(mRS 评分  $> 3$  分), 根据 CTA 检查进行 Alberta 卒中项目早期 CT 评分半定量评估, 采用多因素 logistic 回归分析神经功能预后不良的影响因素, 并通过绘制 ROC 曲线来评估 MRA 结合 CTA 在预测中的价值。显示 CTA 和 MRA 相关参数如狭窄率和 ASPECTS, 对于评估老年脑梗死患者的预后具有重要的意义。此外, MRA 还能动态监测血管变化, 及时发现潜在风险, 为预防脑梗复发提供关键信息, 庄银波[27]对 MRA 对脑梗死患者颅内动脉硬化程度评估的研究显示患者颅内动脉硬化程度与脑梗死疾病的产生具有较大相关性。两项研究均凸显 MRA 在血管评估中的优势, 但庄银波侧重病理机制, 而陶剑关注技术联合应用。

对此, 将 MRA 与中医辨证结合, 能更全面评估患者病情, 精准地识别病变与证型间的关联, 为个体化治疗提供科学依据, 值得注意的是, MRA 对微小血管病变分辨率不足, 难以完全解释中医“络病”理论中的微循环障碍, 需结合高分辨率 MRI 或光学相干成像技术深化研究, 进一步推动中西医结合在脑梗死治疗中的应用与发展。

### 3.4. DSA

减影血管造影(Digital Subtraction Angiography, DSA)作为“金标准”能精确显示血管狭窄程度及侧支循环情况。DSA 通过注射碘对比剂后, 利用 X 线动态成像并数字化减影处理, 消除骨骼和软组织干扰, 可清晰显示血管形态与血流动态。李培圣等[28]采用 DSA 引导介入取栓联合替罗非班抗栓治疗急性脑梗死, 与治疗前比, 治疗后两组患者美国国立卫生院卒中量表(NIHSS)评分、血清内皮素-1(ET-1)水平均呈降低趋势, 联合组均较常规单一组更低, 血清一氧化氮(NO)水平均呈升高趋势, 联合组较常规单一组更高。发现该方式可明显提高血管再通率, 改善血管内皮功能, 提高血流动力学指标, 减少神经功能受损。白永军[29]基于 DSA 结果从中医证候与脑血管狭窄程度研究显示中风症、痰证多为中度血管狭窄, 而火热证、阳虚阴允证、气虚证候表现为重度血管狭窄或闭塞。孔庆霞等[30]人基于中青年脑卒中 DSA 检查的临床价值, 发现研究目标 202 例中青年脑卒中患者 DSA 检查的阳性率为 66.3% (134/202), 因此认为在脑血管病诊疗方面 DSA 有其他检查不可替代的作用。白永军的研究建立了证型与狭窄程度的直接关联, 而李培圣则聚焦于技术应用。DSA 技术的精准性使其在评估血管病变与中医证型对应关系方面具有重要价值, 为中西医结合治疗策略的制定提供有力支持。但 DSA 的有创性限制其在中西医结合研究中的普及, 未来需探索无创影像技术(如 CTA、MRA)与 DSA 数据的互补性, 构建更全面的证型-血管模型。

综上, 通过 DSA 引导的介入治疗, 不仅能有效改善患者预后, 还可为中医辨证施治提供科学依据, 进一步促进中西医在脑梗死治疗中的深度融合, 构建更加完整的中医证型诊断体系, 提升整体治疗效果。

### 3.5. 超声

颈部血管彩色超声是一种具有快捷方便、安全性高、经济低等优势的检查手段, 目前已广泛应用于临床上。超声探头发射高频声波遇到不同组织时发生反射, 并接触到反射信号, 再通过计算机处理生成实时二维图像, 使得颈部血管彩色超声能够有效地显示出患者颈内动脉中膜厚度和斑块的情况, 以管腔狭窄和动脉中血流动力学的动态变化情况对患者的动脉狭窄情况进行判断。已有研究中, 通过不同中医证型患者颅内病变血管分布差异比较采用卡方检验, 显示风痰阻络患者中大脑前动脉狭窄的分布较多; 痰热腑实证患者中大脑中动脉狭窄分布较多; 阴虚风动患者中大脑后动脉狭窄分布较多; 气虚血瘀证患者中大脑后动脉狭窄所占比例较高; 风火上扰证患者各颅内病变血管分布相接近[31]。也有相关研究通过对 MRA 基础上血管超声诊断对缺血性中风的研究显示超声 PS、ED、DV 以及 PI、RI 可以较好地反映脉数、脉动以及脉质, 为使用客观化参数指标对缺血性中风病患者不同体质进行鉴别诊断提供了可能[32], 弥补了此前研究中样本量较小且未纳入血流动力学定量指标的问题证实超声参数可反映脉象特征。二者

结合提示超声技术在证型客观化诊断中潜力巨大,但需统一检测标准以减少操作者依赖性。此外,超声技术还可结合中医脉诊理论,进一步细化对不同证型患者的诊断,提高治疗的针对性和有效性。通过多模态影像技术的联合应用,有望在脑梗死防治领域实现中西医优势互补,推动诊疗水平的全面提升。

### 3.6. 图像后处理技术

在脑梗死患者影像学表现与中医证型诊断相关性的研究中,图像后处理技术为量化分析提供了重要支撑。当前主流技术包括基于MRI、CT等模态的形态学分析、功能成像参数提取及多模态数据融合方法。李春芳等[33]通过分析脑梗死患者在不同时期各向异性(FA)值的变化与患者功能恢复情况之间的关系研究磁共振弥散张量成像(DTI)对脑梗死后功能恢复的评估价值,显示患者急性期病灶区的FA值均高于亚急性期、慢性期病灶区的FA值( $P < 0.05$ ),而亚急性期病灶区的FA值与慢性期病灶区的FA值之间没有统计学差异。丁俊等[34]通过影像组学技术显示生成列线图实现模型更加可视化和个性化急性脑梗死出血性转化。范洁等[35]采用多模态MRI功能成像联合应用,显示脑梗死面积不同、预后情况不同、血管狭窄程度不同的颅脑血流动力学参数比较有统计学差异( $P < 0.05$ ),更有利于临床评估患者的预后情况。杨华等[36]采用CT Pertusion 4D软件进行灌注图像后处理,结果显示,缺血性脑卒中中以气虚血瘀型和风痰阻络型最常见;灌注降低主要位于基底节区、放射冠区;气虚血瘀型、风痰阻络型、肝阳暴亢型、阴虚风动型及痰热腑实型的缺血区域大小分别为( $32.3 \pm 4.8$ )、( $38.5 \pm 4.5$ )、( $28.3 \pm 3.7$ )、( $18.3 \pm 3.2$ )、( $42.8 \pm 6.3$ )  $\text{cm}^2$ ,痰热腑实型范围较广( $P < 0.05$ ),常累及额叶。

综上,现有研究表明,基于深度学习的图像分割、多参数定量分析等技术正逐步成为连接现代影像特征与中医辨证体系的重要桥梁,但其临床应用仍需更多大样本研究验证。未来,随着人工智能算法的优化,有望实现更高效、个性化的治疗方案制定,进一步促进中西医结合诊疗模式的创新发展。

## 4. 局限性与展望

### 4.1. 局限性

目前脑梗死影像学特征与中医证型诊断相关性的研究仍存在显著的理论与技术瓶颈。中医辨证体系的标准化不足是核心挑战,其诊断依赖医师经验,主观性较强,导致“痰瘀互结”“气虚血瘀”等证型分类缺乏统一量化标准,进而影响影像学数据的归因分析与结果可重复性。影像技术层面,现有模态存在固有局限性:MRA与MRI虽可清晰显示大血管形态学异常,但对中医“脉络瘀阻”相关的微循环功能障碍分辨率不足,难以捕捉早期功能性改变。

DSA作为血管评估的金标准虽具高空间分辨率,但其有创性限制临床应用频率,且无法动态反映血流动力学与代谢状态的时空演变;CTP与CTA对脑灌注状态的评估易受辐射剂量、对比剂毒性及运动伪影干扰,低灌注区域的定量分析存在技术敏感性阈值争议。影像后处理技术虽能通过血管重建、灌注参数提取等手段辅助诊断,但不同算法(如去卷积模型与最大斜率法)的阈值设定缺乏国际共识,可能导致中医证型与影像特征的相关性研究出现方法学偏倚。

此外,多模态影像数据(如MRA与CTP)的时空配准与融合技术尚未成熟,难以匹配中医证型动态演变(如急性期“风痰上扰”向慢性期“肝肾阴虚”转化)的多维度特征。与此同时,中医“证”的本质涵盖功能、代谢及微观结构的系统性改变,而现代影像学主要聚焦于形态学与宏观血流动力学参数,二者在跨尺度关联机制上尚未建立有效映射模型。

### 4.2. 展望

未来研究需通过多学科交叉与技术创新实现方法论突破。人工智能驱动的多模态影像融合技术或将

成为关键路径,例如基于深度学习的影像组学(Radiomics)可通过提取 MRA 血管狭窄率、CTP 核心/半暗带体积比及 DSA 侧支循环评分等高维特征,构建“痰瘀阻络”“气虚血瘀”等证型的定量预测模型,并结合 SHAP (Shapley Additive Explanations)等可解释性算法揭示关键影像标志物的生物学意义。动态影像技术的发展(如 4D-CTA、动态磁敏感对比增强 MRI)可实现对脑梗死病理生理过程的连续监测,从而与中医证候“由实转虚”的时空转化规律建立耦合分析框架。

中西医结合诊断标准的优化需引入循证医学方法,通过多中心大样本队列研究构建融合影像定量参数(如 ASPECTS 评分、侧支循环分级)与中医证候要素(舌象纹理分析、脉诊波形特征)的联合诊断模型,并利用 Cox 比例风险模型评估其治疗响应及预后的预测效能。技术创新层面,无创微循环成像技术(如光学相干断层扫描血管成像、超高频超声)的研发有望为中医“络病”理论提供可视化证据,而便携式影像设备的普及可提升中医急诊辨证的时效性。我们期待通过多组学数据整合(影像组学-代谢组学-基因组学)揭示“证-影-效”多维关联网络,最终推动脑梗死中西医结合诊疗向精准化、动态化与个体化范式转型。

## 基金项目

2024 年大学生创新创业训练计划省级项目(S202410368044, 202310368019); 皖南医学院校重点项目(WK2022ZF22); 安徽省高校科研项目(2024AH051896)。

## 参考文献

- [1] Donkor, E.S. (2018) Stroke in the 21st Century: A Snapshot of the Burden, Epidemiology, and Quality of Life. *Stroke Research and Treatment*, **2018**, Article ID: 3238165.
- [2] 《中国脑卒中防治报告 2021》编写组, 王陇德. 《中国脑卒中防治报告 2021》概要[J]. 中国脑血管病志, 2023, 20(11): 783-793.
- [3] 田德禄, 蔡淦, 单兆韦, 等. 中医内科学[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2002: 269-270.
- [4] 高阳, 谢雁鸣, 王志飞, 等. 基于中医证候的缺血性中风病复发早期预警模型的构建及验证[J]. 中华中医药杂志, 2022, 37(2): 686-692.
- [5] Liang, X., Wang, Q., Jiang, Z., et al. (2020) Clinical Research Linking Traditional Chinese Medicine Constitution Types with Diseases: A Literature Review of 1639 Observational Studies. *Journal of Traditional Chinese Medicine*, **40**, 690-702.
- [6] 庄丽华, 詹松华, 龚志刚, 等. 中风中经络患者急性期中医证候要素与炎症反应特点及相关性研究[J]. 辽宁中医杂志, 2021, 48(1): 21-25.
- [7] 章薇, 娄必丹, 李金香, 等. 中医康复临床实践指南. 缺血性脑卒中(脑梗死) [J]. 康复学报, 2021, 31(6): 437-447.
- [8] 刘艳, 赵晖. 中风患者的中医诊断与颈动脉病变程度相关性研究[J]. 北京中医药大学学报(中医临床版), 2007(6): 10-12.
- [9] 王涛, 杨光福, 孙金兰. 中西医结合分期分型辨证治疗脑梗死研究进展[J]. 河北职工医学院学报, 2008(2): 79-81+84.
- [10] 黎成科. 提高中风病辨治水平的探讨[J]. 新中医, 2003, 35(11): 3-6.
- [11] 魏千程. 中风的辨证分型及治疗浅识[J]. 实用中内科杂志, 2007, 21(4): 39-40.
- [12] 朱文锋. 创立以证素为核心的辨证新体系[J]. 湖南中医学院报, 2004, 24(6): 38.
- [13] 王新高, 李玮. 神经内科医嘱速查手册[M]. 北京: 化学工业出版社, 2023: 677.
- [14] 赵凯, 刘树权, 高莹. 脑病[M]. 北京: 化学工业出版社, 2023: 524.
- [15] 濮捷. 早期神经功能改善与急性缺血性卒中患者血管内介入治疗预后相关性及相关性分析及血管内治疗对严重急性缺血性卒中患者预后影响的临床分析[D]: [博士学位论文]. 广州: 南方医科大学, 2018.
- [16] 南晓勇, 鲁冬青, 南晓娟, 等. 磁共振成像、CT 血管成像及颈部血管超声在脑梗死脑血管病变诊断中应用价值研究[J]. 临床军医杂志, 2024, 52(12): 1257-1261.

- [17] Weiss, D., Kraus, B., Rubbert, C., Kaschner, M., Jander, S., Gliem, M., *et al.* (2019) Systematic Evaluation of Computed Tomography Angiography Collateral Scores for Estimation of Long-Term Outcome after Mechanical Thrombectomy in Acute Ischaemic Stroke. *The Neuroradiology Journal*, **32**, 277-286. <https://doi.org/10.1177/1971400919847182>
- [18] 陶剑, 韩雷, 于冬洋, 等. 磁共振血管成像结合 CT 血管造影对老年脑梗死患者神经功能预后的预测价值分析[J]. 中华老年心脑血管病杂志, 2024, 26(12): 1452-1456.
- [19] 李令康. 缺血性中风亚急性期脑灌注特点与中医证候规律的相关性研究[D]: [硕士学位论文]. 北京: 北京中医药大学, 2017: 5.
- [20] 杨春霞, 杜会山, 李玉清, 等. 缺血性中风患者中医辨证分型与脑血管造影结果相关性研究[J]. 世界中西医结合杂志, 2012, 7(8): 700-702.
- [21] 蔡少训, 钟柱. 双源 CT 全脑灌注成像快速评价脑梗死核心及缺血半暗带研究[J]. 现代医用影像学, 2023, 32(10): 1797-1799.
- [22] 孙蓉, 钱小建. 头颅 CT 血管成像联合全脑 CT 灌注成像早期诊断脑梗死的效能研究分析[J]. 影像研究与医学应用, 2024, 8(22): 173-175.
- [23] 康利高阁, 高颖, 唐欢, 等. 急性缺血性中风发病 24 h 内头颅 CT 相关特征与早期神经功能恶化、90 d 预后、中医证候要素的相关性研究[J]. 北京中医药大学学报, 2025, 48(3): 424-437.
- [24] 庞冉, 赵晶, 潘纪成, 等. 缺血性脑卒中急性期核磁共振表现与卒中计量表及中医证候要素的相关性[J]. 北京中医药大学学报, 2010, 33(11): 777-781.
- [25] 徐琳. 头颅磁共振成像联合颈动脉彩超对急性脑梗死的诊断价值及在急性脑梗死进展评估中的应用[J]. 基层医学论坛, 2025, 29(1): 23-26.
- [26] 尤劲松, 黄燕, 蔡业峰, 等. 缺血性中风急性期患者阴阳类证中医证候特点的多中心临床研究[J]. 中西医结合学报, 2008(4): 346-351.
- [27] 庄银波. MRA 对脑梗塞患者颅内动脉硬化程度评估研究[J]. 数理医药学杂志, 2020, 33(1): 68-69.
- [28] 李培圣, 曾国芳, 陈海, 等. 数字减影血管造影引导介入取栓联合替罗非班抗栓治疗在急性脑梗死中的应用效果[J]. 现代医学与健康研究电子杂志, 2025, 9(2): 83-85.
- [29] 白永军. 中风中医证候与脑血管狭窄相关性研究[D]: [硕士学位论文]. 广州: 广州中医药大学, 2014.
- [30] 孔庆霞, 李继锋, 安孔君, 等. 青年脑卒中 DSA 检查的临床意义及病因分析[C]//山东省医学会, 中国免疫学会神经免疫分会, 中华医学会神经病学分会神经免疫学组. 山东省 2013 年神经内科学学术会议暨中国神经免疫大会 2013 论文汇编. 济宁医学院附属医院神经内科, 山东省立医院神经内科, 菏泽市巨野县人民医院神经内科, 2013: 121.
- [31] 吴俊睿. 基于 DSA 分析缺血性脑卒中患者脑动脉狭窄情况、危险因素及中医证型[D]: [硕士学位论文]. 武汉: 湖北中医药大学, 2023.
- [32] 周雪. 缺血性中风病患者中医体质分布规律研究及其与寸口部桡动脉彩色多普勒超声参数的相关性探讨[D]: [硕士学位论文]. 济南: 山东中医药大学, 2021.
- [33] 李春芳, 胡海菁, 张应和, 等. 弥散张量成像对脑梗死患者功能恢复的预测价值[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2010, 32(3): 195-197.
- [34] 丁俊, 陈基明, 邵颖, 等. 基于常规 MRI 影像组学预测急性脑梗死出血性转化的价值[J]. 放射学实践, 2024, 39(7): 859-865.
- [35] 范洁, 卢超. 多模态 MRI 功能成像联合应用诊断急性脑梗死的价值[J]. 现代医用影像学, 2024, 33(7): 1205-1207.
- [36] 杨华, 曾国飞, 李雪娇, 等. 缺血性脑卒中 CT 灌注成像与中医辨证分型的相关性初探[J]. 中国中西医结合影像学杂志, 2020, 18(5): 462-465.