论 著

缺血性脑卒中患者CT灌注成像参数与认知功能评分的关系*

张一恒* 史保中
河南科技大学临床医学院/河南科技大学第一附属医院 (河南 洛阳 471003)

【摘要】**目的** 探讨分析缺血性脑卒中CT灌注成像参数和患者认知功能的关系。**方法** 选取2022年9月至2024年2月就诊于本院的96例缺血性脑卒中患者，记录所有受试者的基线临床资料，并行脑部CT灌注检查和蒙特利尔认知量表(MoCA)测定，根据患者CT灌注成像结果将患者分为正常组(n=27)、代偿组(n=37)和失代偿组(n=32)，分析三组患者脑灌注参数和其认知功能差异，并采用Pearson相关性分析其关系。**结果** 本研究96例缺血性脑卒中患者中脑灌注正常27例、代偿37例和失代偿32例。三组患者的相对脑血流量(rCBF)、相对脑血容量(rCBV)值比较，正常组＞代偿组＞失代偿组，三组相对平均通过时间(rMTT)、相对达峰时间(rTTP)值比较，正常组＜代偿组＜失代偿组(P＜0.05)。三组患者MoCA量表总分和视空间与执行功能、延迟回忆、定向力三个维度评分比较，正常组＞代偿组＞失代偿组(P＜0.05)。正常组语言维度评分高于代偿组和失代偿组(P＜0.05)，而代偿组和失代偿组组间差异无统计学意义(P＞0.05)。Pearson相关性分析结果显示：rCBV、rCBF和MoCA评分呈正相关(r=0.539, 0.574, P＜0.05)，rMTT、rTTP和MoCA评分呈负相关(r=-0.418, -0.553, P＜0.05)。**结论** 缺血性脑卒中患者脑灌注状态处于代偿和失代偿状态较多，且其灌注水平与认知功能水平具有相关性。

【关键词】缺血性脑卒中；CT灌注成像；蒙特利尔认知量表；认知功能
【中图分类号】R651.1
【文献标识码】A
【基金项目】2022年河南省医学教育研究项目(Wjlx2022115)]
DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2026.04.002

Relationship between CT Perfusion Imaging Parameters and Scores of Cognitive Function in Patients with Ischemic Stroke*

ZHANG Yi-heng*, SHI Bao-zhong.
The First Affiliated Hospital of Henan University of Science and Technology/ College of Clinical Medicine of Henan University of Science and Technology, Luoyang 471003, Henan Province, China

ABSTRACT
Objective To explore the relationship between CT perfusion imaging parameters and cognitive function in patients with ischemic stroke. ***Methods*** A total of 96 patients with ischemic stroke in the hospital were enrolled between September 2022 and February 2024. The baseline clinical data of all patients were recorded, and all underwent cerebral CT perfusion examination and measurement of Montreal Cognitive Assessment (MoCA). According to results of CT perfusion imaging, patients were divided into normal group (n=27), compensated group (n=37) and decompensated group (n=32). The differences in cerebral perfusion parameters and cognitive function among the three groups were analyzed, and their relationship was analyzed by Pearson correlation analysis. ***Results*** In 96 patients with ischemic stroke, there were 27 cases with normal cerebral perfusion, 37 cases with compensation and 32 cases with decompensation. In normal group, compensated group and decompensated group, relative cerebral blood flow (rCBF) and relative cerebral blood volume (rCBV) were gradually decreased, while relative mean transit time (rMTT) and relative time to peak (rTTP) were gradually increased (P<0.05). In normal group, compensated group and decompensated group, total score of MoCA, scores of visual space and executive function, delayed recall and orientation dimensions were gradually decreased (P<0.05). The score of language dimension in normal group was higher than that in compensated group and decompensated group (P<0.05), but there was no significant difference between compensated group and decompensated group (P>0.05). The results of Pearson correlation analysis showed that rCBV and rCBF were positively correlated with MoCA score (r=0.539, 0.574, P<0.05), while rMTT and rTTP were negatively correlated with it (r=-0.418, -0.553, P<0.05). ***Conclusion*** The cerebral perfusion status is in compensated and decompensated states in most patients with ischemic stroke, and the perfusion level is correlated with cognitive function.
Keywords: Ischemic Stroke; CT Perfusion Imaging; Montreal Cognitive Assessment; Cognitive Function

缺血性脑卒中是全球范围内致残和死亡的主要原因之一，其发病机制复杂，与脑血流动力学和灌注状态密切相关[1-2]。脑灌注的变化是评估缺血性脑卒中患者病情和制定治疗策略的重要依据[3]。近年来，随着影像技术的快速发展，CT灌注成像是临床评估脑灌注状态的关键工具，其参数在判断脑组织缺血范围和严重程度上具有重要作用。临床缺血性脑卒中还会导致患者产生认知功能障碍，不仅显著降低患者的生活质量，还会长期增加患者家庭和社会负担[4]。蒙特利尔认知量表(Montreal cognitive assessment, MoCA)是一种简单、快速的认知功能筛查工具，被广泛用于评估卒中患者的认知功能水平[5]。尽管已有研究探讨了CT灌注成像参数对缺血性脑卒中预后的影响，但将CT灌注成像参数与认知功能障碍联系起来的研究仍相对较少。目前尚不明确不同灌注状态的患者其认知功能的具体变化情况，为此，本研究以缺血性脑卒中患者为研究对象，探讨缺血性脑卒中患者脑灌注参数与认知功能的关系，以期为临床评估和干预缺血性脑卒中患者的认知功能障碍提供新依据。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取2022年9月至2024年2月就诊于本院的96例缺血性脑卒中患者，纳入标准：(1)符合缺血性脑卒中诊断标准[6]；(2)首次发作患者；(3)患者发病时间距入院不超过7天；(4)患者临床资料完整。本研究符合《赫尔辛基宣言》相关伦理准则和要求。排除标准：(1)合并有严重心、肝、肾功能障碍或其他全身性严重疾病者；(2)既往患有明确诊断的认知障碍、精神疾病或癫痫者；(3)合并其他神经系统疾病，如帕金森病或多发性硬化症者；(4)CT灌注成像图像质量不佳或评估参数不全者；(5)在接受影响认知功能的药物治疗者，如抗精神病药物、镇静剂等。96例患者中男52例，女44例，年龄为50~70岁，平均为(60.51±6.28)岁。

1.2 脑部CT灌注检查方法 所有患者入院后均接受脑部CT灌注检查，本研究采用日本东芝Aquilion One 320排640层动态容积CT设备，在检查前，对患者及其家属进行详细沟通，耐心讲解检查的具体流程、可能涉及的操作步骤及相关注意事项，确保患者充分了解检查的目的和过程，以提高依从性并减少不必要的紧张情绪，患者知情并签署检查同意书后开始进行操作。检查过程中，患者取仰卧位，头部安放于头托中，调整至正中位置后保持不动，避免吞咽及言语动作，以确保扫描的准确性。在检查过程中，为减少不必要的辐射暴露，患者腹部和盆腔区域使用铅衣进行防护。注射的对比剂为非离子型碘普罗胺(尤维显370，碘浓度370 mg/mL)，通过患者右肘静脉进行推注，剂量设定为

【第一作者】张一恒，男，医师，主要研究方向：自发性脑出血。E-mail：brucez2023@163.com
【通讯作者】张一恒

50 mL，随后使用50 mL生理盐水冲洗，以确保对比剂的充分分布，注射速率为5 mL/s。在对比剂注射完成后，延迟6秒启动扫描，采用动态容积扫描技术，覆盖范围设定为160 mm。扫描参数包括0.5 mm的层厚和层间距，管电流设置为300 mAs，管电压80 kV，单次旋转时间为0.3秒，总扫描时间为49s。扫描数据完成后，所有影像传输至工作站进行后期处理和分析。图像数据上传至Vitrea FX工作站，并通过专用的灌注分析软件处理，生成时间-密度曲线，并计算脑血流量(CBF)、脑血容量(CBV)、平均通过时间(MTT)及达峰时间(TTP)等灌注参数的伪彩图。对大脑中动脉(MCA)供血区域的分析中，采用感兴趣区(ROI)法进行测量。对狭窄侧供血区域的额叶、颞叶、顶叶及基底节区选取最大层面，设置直径约2.5cm的圆形ROI，尽量避开梗死灶、钙化组织及大型血管。在脑梗死患者中，ROI设置在梗死边缘区域，调整直径至约1cm。此外，应用镜像线对称技术使患侧和健侧解剖结构对齐，确保数据对比的准确性。为进一步比较患侧与健侧的灌注差异，通过计算相对灌注参数(如相对脑血流量rCBF、相对脑血容量rCBV、相对平均通过时间rMTT、相对达峰时间rTTP)，量化患侧供血的变化。所有数据的处理与分析由两名经验丰富的影像科医师共同完成，确保图像分析和数据测量的精确性和一致性。对于存在分歧的结果，由资深影像学专家通过讨论最终决定。整个流程严格按照标准化操作，确保结果的准确性和可靠性。

1.3 脑部CT灌注状态 脑部CT灌注状态的分组依据基于局部微循环的动态变化和CT灌注成像的特征表现，在大脑中动脉狭窄患者中，若患侧显示TTP延迟，但MTT、CBF和CBV均处于正常范围，则被归为正常组；若患侧TTP和MTT均表现为延迟，而CBF和CBV仍保持正常水平，则归为代偿组；而当患侧TTP和MTT延迟的同时，CBF和CBV出现下降，则判断为失代偿组[7]。

1.4 认知量表评定 MoCA量表[8]用于全面评估个体的认知功能，总分为30分，得分越高表明认知功能越健全。评分内容涵盖多个认知领域，包括：视空间与执行功能(0~5分)、命名能力(0~3分)、注意力(0~6分)、语言表达(0~3分)、抽象思维(0~2分)、时间与地点的定向能力(0~6分)以及延迟回忆能力(0~5分)。

1.5 统计学处理 采用SPSS 22.0分析数据，计量资料采用($\bar{x}\pm s$)表示，采用t检验比较差异，计数资料用率表示，采用χ^2检验，三组间差异采用单因素方差分析，采用Pearson相关性分析分析CT灌注参数与MoCA评分的相关性，$P<0.05$提示有统计学意义。

2 结　果

2.1 缺血性脑卒中患者脑部CT灌注检查结果 本研究96例缺血性脑卒中患者中正常27例、代偿37例和失代偿32例，将其分别纳入为正常组(n=27)、代偿组(n=37)和失代偿组(n=32)。典型缺血性脑卒中患者脑部CT灌注检测图像，见图1。

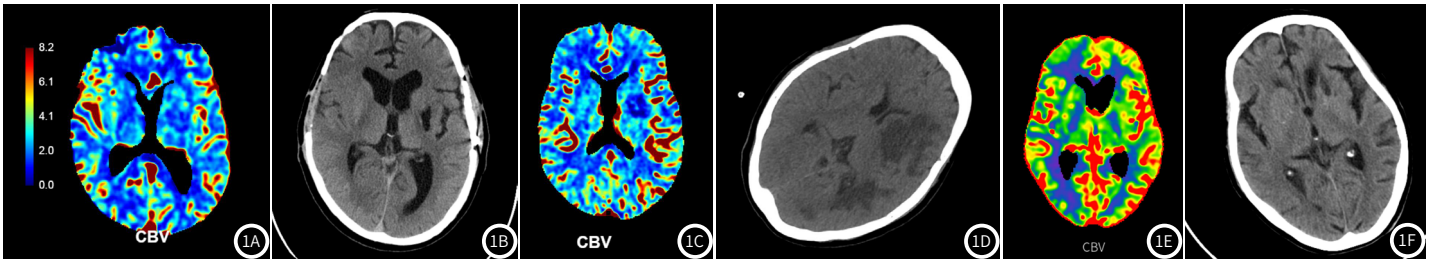


图1 典型缺血性脑卒中患者脑部CT灌注检测图像(图1A、1B为患者姬某全脑灌注成像，显示左侧额叶、顶叶、颞叶、基底节、枕叶、右侧额叶、顶叶、颞叶血流灌注异常，全脑核心梗死区体积为0mL，Mismatch体积为120.8mL，低灌注区体积为120.8mL。图1C、1D为患者韦某全脑灌注成像，显示左侧侧脑室旁局部灌注减低，左侧侧脑室旁CBV、CBF较对侧减低，MTT及TTP较对侧延长。图1E、1F为患者王某全脑灌注成像，显示左侧丘脑、左侧枕叶、左侧基底节区、左侧额叶、左侧颞叶、左侧顶叶血流灌注异常。

2.2 三组缺血性脑卒中患者一般资料比较 三组间一般资料比较，差异无统计学意义($P>0.05$)。见表1。

2.3 三组缺血性脑卒中患者脑灌注参数比较 方差分析显示，三组患者的rCBV、rCBF值比较，正常组＞代偿组＞失代偿组，三组rMTT、rTTP值比较，正常组＜代偿组＜失代偿组($P<0.05$)。见表2。

表1 三组缺血性脑卒中患者一般资料比较

	正常组(n=27)	代偿组(n=37)	失代偿组(n=32)	F/χ^2	P
年龄(岁)	59.84±6.28	61.28±5.91	60.74±6.43	0.424	0.656
性别(男/女)	14/13	21/16	17/15	0.172	0.917
高血压[例数(%)]	8(29.63)	15(40.54)	9(28.12)	1.422	0.491
糖尿病[例数(%)]	5(18.52)	7(18.92)	6(18.75)	0.002	0.999
受教育年限(年)	11.85±2.63	10.56±2.77	10.16±2.85	2.956	0.057

表2 三组缺血性脑卒中患者脑灌注参数比较

指标	正常组(n=27)	代偿组(n=37)	失代偿组(n=32)	F	P
rCBV	1.12±0.16	1.05±0.13*	0.82±0.12*#	40.906	＜0.001
rCBF	1.07±0.09	0.91±0.16*	0.71±0.10*#	62.103	＜0.001
rMTT	1.10±0.15	1.14±0.08*	1.23±0.15*#	8.540	＜0.001
rTTP	1.09±0.13	1.29±0.09*	1.50±0.14*#	85.908	＜0.001

注：和正常组比较，*$P<0.05$，和代偿组比较，#$P<0.05$。

2.4 三组缺血性脑卒中患者MoCA量表分数比较 三组患者MoCA量表总分和视空间与执行功能、延迟回忆、定向力三个维度评分比较，正常组＞代偿组＞失代偿组，差异有统计学意义(P＜0.05)。正常组语言维度评分高于代偿组和失代偿组，差异有统计学意义(P＜0.05)，而代偿组和失代偿组组间差异无统计学意义(P＞0.05)。见表3。

2.5 CT灌注参数和MoCA评分的相关性 rCBV、rCBF和MoCA评分呈正相关(r=0.539, 0.574, P＜0.05)，rMTT、rTTP和MoCA评分呈负相关(r=-0.418, -0.553, P＜0.05)。见表4。

表3 三组缺血性脑卒中患者MoCA量表分数比较

指标	正常组(n=27)	代偿组(n=37)	失代偿组(n=32)	F	P
MoCA量表分数	23.97±1.58	21.30±1.34*	18.59±1.64*#	92.871	＜0.001
视空间与执行功能	3.98±1.06	3.05±0.92*	2.15±0.71*#	30.335	＜0.001
命名	2.77±0.52	2.62±0.57	2.49±0.63	1.721	0.185
注意力	2.55±0.48	2.59±0.41	2.53±0.56	1.138	0.871
语言	2.58±0.58	2.29±0.52*	2.22±0.44*	3.992	0.022
抽象	1.69±0.39	1.72±0.40	1.65±0.35	0.290	0.749
延迟回忆	3.71±0.82	2.96±0.71*	1.94±0.42*#	47.786	＜0.001
定向力	4.28±0.91	3.69±0.46*	2.81±0.62*#	36.939	＜0.001

注：和正常组比较，*P＜0.05，和代偿组比较，#P＜0.05。

表4 CT灌注参数和MoCA评分的相关性

组别	r
rCBV	0.539*
rCBF	0.574*
rMTT	-0.418*
rTTP	-0.553*

注：*为有统计学意义。

3 讨 论

缺血性脑卒中是一种由于局部脑血流受限引起的急性脑血管疾病，其病理基础是脑血管狭窄或阻塞导致的局部缺血和神经细胞损伤[9-10]。除了运动、感觉功能障碍外，认知功能障碍也是缺血性脑卒中的常见并发症[11]，对患者的预后和生活质量产生重大影响。然而，目前对卒中后认知功能障碍的早期预测及干预仍缺乏有效手段。脑灌注状态在缺血性脑卒中的病理过程中具有重要作用，脑组织的灌注状态可能直接影响认知功能的恢复[12]。近年来，许多研究开始关注脑灌注与卒中预后的关系[13]，但关于CT灌注成像参数与认知功能之间的联系研究较少。因此，本研究基于缺血性脑卒中患者，通过CT灌注成像技术和MoCA量表评估患者的脑灌注状态和认知功能水平，旨在探讨脑灌注参数与认知功能的相关性，以期为脑卒中后认知障碍的临床诊断和干预提供新的思路和依据，研究结果报道如下。

本研究结果显示，三组患者的rCBV、rCBF值比较，正常组＞代偿组＞失代偿组，三组rMTT、rTTP值比较，正常组＜代偿组＜失代偿组。rCBF是评估脑组织供血的重要指标，反映单位时间内流经脑组织的血液量，rCBV反映单位脑组织内血液的总体积，随着灌注状态由正常向代偿和失代偿发展，脑血流量逐渐减少，导致rCBF下降和血流容积下降[14]。缺血性脑卒中患者脑血管阻力增加，血流通路延长，血流通过脑组织的时间延长，表现为rMTT和rTTP值升高。在灌注代偿阶段，未完全丧失功能的侧支循环能够部分补偿脑组织的血供，但补偿不足时(失代偿阶段)，脑组织的缺血状态进一步加重，导致这些参数发生更加显著地变化。

本研究结果显示，三组患者的MoCA量表分数比较存在差异，正常组评分＞代偿组＞失代偿组。分析为脑组织的正常代谢依赖充足的氧气和葡萄糖供应，而这些依赖于充分的血液灌注。灌注不足时，神经元代谢紊乱，神经网络功能受损，从而导致认知功能下降。执行功能和视空间能力主要依赖额叶和顶叶的功能，记忆功能与海马结构密切相关，语言功能则依赖于脑的特定区域，如优势半球的Broca区和Wernicke区[15]。灌注不足导致与这些认知领域相关的脑区(如额叶、顶叶、海马等)缺血缺氧，进一步引发神经元代谢障碍和功能损伤。此外，不同灌注状态下的代偿能力差异也决定了认知功能的受损程度，失代偿组脑血流减少最严重，神经网络破坏最显著，评分下降幅度最大。

本研究结果显示，rCBV、rCBF和MoCA评分呈正相关，rMTT、rTTP和MoCA评分呈负相关。在脑灌注不足的情况下，由于血管代偿机制的作用，CBF和CBV可能暂时维持在正常范围内。然而，当灌注压力进一步下降，超出代偿能力时，CBF和CBV也会出现显著降低。此外，侧支循环的代偿效应通常会导致MTT和TTP显著延长。本研究发现，rCBF和rCBV与MoCA评分之间存在正相关关系，而rMTT和rTTP与MoCA评分呈负相关。这表明，当脑血流量和血容量减少的程度越大，同时MTT和TTP的延迟越明显，患者的认知功能受损程度也越严重，提示脑灌注状态与认知功能密切相关。既往研究表明，CTP技术对颅内血管病变引起的脑血流动力学异常具有高度敏感性[16]。因此，脑灌注参数在评估大脑中动脉狭窄患者的认知功能方面具有重要的临床价值，优化脑血流灌注可减缓认知功能的衰退，这一研究结果强调了及时监测和改善脑灌注状态在保护认知能力中的关键作用，有助于制定针对性的治疗策略。

综上所述，缺血性脑卒中患者脑灌注状态处于代偿和失代偿状态较多，且其灌注水平与认知功能水平具有相关性。

参考文献

[1]胡佑帮,毛峰.脑CT灌注成像联合血清miR-210水平在急性缺血性脑卒中侧支循环状态评估和预后预测中的价值[J].放射学实践,2023,38(5):553-558.
[2]Kauw F,Dankbaar JW,Martin BW,et al.Collateral status in ischemic stroke:a comparison of computed tomography angiography,computed tomography perfusion,and digital subtraction angiography[J].J Comput Assist Tomogr,2020,44(6):984-992.
[3]曹源,梁国标.磁共振波谱在缺血性脑卒中诊断中的应用[J].中华神经外科疾病研究杂志,2018,17(1):92-94.
[4]赵旭,乔丽敏,赵雅宁,等.基于倾向性评分匹配的轻型缺血性脑卒中危险因素对认知衰弱的影响[J].中国慢性病预防与控制,2023,31(9):670-674,679.
[5]王涯,高小夏,张一,等.罗兰量表在轻型卒中患者认知评定中的效能[J].中国康复医学杂志,2023,38(11):1522-1527.
[6]中华医学会神经病学分会,中华医学会神经病学分会脑血管病学组.中国急性缺血性脑卒中诊治指南2018[J].中华神经科杂志,2018,51(9):666-682.
[7]张铭思,黎红华,骆文静,等.大脑中动脉重度狭窄或闭塞患者侧支循环与梗死病灶类型及脑灌注的相关研究[J].中国脑血管病杂志,2019,16(1):16-21,28.
[8]Ingrid AR,Nadja S,Marta RF,et al.Mini-mental state examination (MMSE) for the early detection of dementia in people with mild cognitive impairment (MCI)[J].Cochrane DB Syst Rev,2021,7(7):CD010783.
[9]夏天晴,戎梦玮,但存燕,等.缺血性脑卒中与血管再生的前沿热点分析[J].中国组织工程研究,2024,28(23):3692-3698.
[10]Markaki I,Franzén I,Talani C,et al.Long-term survival of ischemic cerebrovascular disease in the acute inflammatory stroke study,a hospital-based cohort described by TOAST and ASCO[J].Cerebrovasc Dis,2013,35(3):213-9.
[11]许薇,江京洲,张龙江.基于心脏CT指导心房颤动病人缺血性脑卒中防治的研究进展[J].国际医学放射学杂志,2023,46(4):436-441.
[12]罗彤,高阳,何金龙,等.磁共振成像技术和病因重叠在缺血性脑卒中复发风险预测中的研究进展[J].磁共振成像,2023,14(10):152-156,166.
[13]陈佳慧,文春梅,沈媛,等.CT灌注成像阴性的急性缺血性脑卒中患者临床特征及预后影响因素的分析[J].中华神经医学杂志,2023,22(11):1111-1120.
[14]耿海洋,李松柏,关丽明,等.一站式CT灌注成像评估单侧颈内动脉重度狭窄或闭塞患者颅内血流动力学改变及Willis环侧支循环情况[J].放射学实践,2015,30(08):811-816.
[15]李飞跃,孙道东,宋蝴蝶,等.基于多模态磁共振成像探讨针刺治疗卒中后失语症的研究进展[J].磁共振成像,2024,15(04):187-191.
[16]Hannes N,Rene C,Patrick H.Endovascular treatment of intracranial atherosclerotic stenosis[J].RoFo,2019,191(7):643-652.

(收稿日期：2024-12-04) (校对：韩敏求 排版：张鸿燊)