

论 著

CTP联合CTA指导老年颈动脉狭窄诊断及狭窄程度评估的价值

张瑞光* 梁子懿 岳云龙
首都医科大学附属北京世纪坛医院
医学影像科(北京 100038)

【摘要】目的 探究CT脑灌注成像(CTP)联合颈部CT血管造影术(CTA)指导老年颈动脉狭窄诊断及狭窄程度评估的价值。**方法** 纳入2022年6月至2024年6月疑似颈动脉狭窄老年患者103例,均给予全脑血管造影(DSA)、CTP及CTA检查,根据DSA检查结果将患者分为狭窄组及正常组,并以颈动脉狭窄程度将狭窄组分为轻度组、中度组及重度组,分析CTP联合CTA对老年颈动脉狭窄及狭窄程度的诊断评估价值。**结果** CTA检查结果与DSA检查的符合率为89.32%,一致性Kappa值为0.721。颈动脉狭窄组的CBF、CBV为(33.22±9.59)ml/(min·100g)、(2.23±0.63)mL/100g,小于正常组[(45.01±9.15)ml/(min·100g)、(3.10±0.62)mL/100g],TTP及MTT为(17.22±4.39)s、(7.67±1.44)s,大于正常组[(12.27±2.56)s、(5.92±0.82)s, P<0.05];不同颈动脉狭窄程度患者的CTP指标均存在显著性差异,且随着颈动脉狭窄程度的增加,患者CBF、CBV呈下降趋势,TTP及MTT呈上升趋势(P<0.05)。联合检查诊断颈动脉狭窄的AUC值大于CTP、CTA单独检查(P<0.05)。联合检查评估颈动脉狭窄程度的AUC值大于CTP、CTA单独检查(P<0.05)。**结论** CTP联合CTA对老年颈动脉狭窄诊断及狭窄程度具有诊断评估价值。

【关键词】 CT脑灌注成像; 颈部CT血管造影术; 颈动脉狭窄; 老年患者; 狭窄程度

【中图分类号】 R323.1

【文献标识码】 A

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2025.12.007

Value of CTP Combined with CTA on Guiding the Diagnosis of Elderly Carotid Artery Stenosis and Evaluation of Stenosis Degree

ZHANG Rui-guang*, LIANG Zi-yi, YUE Yun-long.

Department of Medical Imaging, Beijing Shijitan Hospital, Capital Medical University, Beijing 100038, China

ABSTRACT

Objective To explore the value of CT cerebral perfusion imaging (CTP) combined with cervical CT angiography (CTA) on guiding the diagnosis of elderly carotid artery stenosis and evaluation of stenosis degree. **Methods** 103 elderly patients with suspected carotid artery stenosis from June 2022 to June 2024 were included and examined by digital subtraction angiography (DSA), CTP and CTA. According to the results of DSA, the patients were divided into stenosis group and normal group. The patients in stenosis group were classified into mild group, moderate group and severe group by means of degree of carotid artery stenosis. The diagnostic and evaluated value of CTP combined with CTA on elderly carotid artery stenosis and stenosis degree was analyzed. **Results** The coincidence rate of CTA examination and DSA examination was 89.32%, and the consistency Kappa value was 0.721. The CBF and CBV in carotid artery stenosis group with (33.22±9.59) ml/(min·100g) and (2.23±0.63) mL/100g were lower than (45.01±9.15) ml/(min·100g) and (3.10±0.62) mL/100g in normal group, and the TTP and MTT with (17.22±4.39) s and (7.67±1.44) s were longer than (12.27±2.56) s and (5.92±0.82) s in normal group (P<0.05). There were significant differences in CTP indicators among patients with different degrees of carotid artery stenosis. With the increase of carotid artery stenosis degree, CBF and CBV of patients showed downward trends while TTP and MTT showed upward trends (P<0.05). The AUC value of combined examination in the diagnosis of carotid artery stenosis was greater than that of CTP or CTA alone (P<0.05). The AUC value of combined examination in evaluating the degree of carotid artery stenosis was greater than that of CTP or CTA alone (P<0.05). **Conclusion** CTP combined with CTA has diagnostic and evaluated value on elderly carotid artery stenosis and stenosis degree.

Keywords: CT Cerebral Perfusion Imaging; Cervical CT Angiography; Carotid Artery Stenosis; Elderly Patients; Stenosis Degree

颈动脉狭窄是指颈动脉的管腔因各种原因导致狭窄或闭塞,该疾病在临床上较为常见,若不及时诊治,会导致患者出现脑供血不足,严重时甚至可能引发脑卒中,影响患者生命质量^[1]。以往常采用DSA对颈动脉狭窄及其狭窄程度进行评估,但该方法为有创操作,可损伤患者机体,故探究一种无创性检查手段极为重要^[2]。CT是目前常用的无创性检查方法。既往研究指出,颈部CT血管造影术(CTA)可用于初步诊断颈动脉狭窄^[3]。CTA可客观地评价缺血区脑供血动脉的状况,但其只能显示动脉血流动力学改变,故而诊断准确性偏低^[4]。临床上发现,CT脑灌注成像(CTP)也可用于缺血性脑血管病的诊断中^[5]。CTP可显示脑血流灌注情况,或可用于评估因颈动脉狭窄或闭塞而引起的脑供血不足。基于此,本研究旨在探究两种检查方法联合诊断老年颈动脉狭窄或评估狭窄程度的临床价值,为该疾病的临床诊断提供参考依据。

1 资料与方法

1.1 临床资料 纳入2022年6月至2024年6月疑似颈动脉狭窄老年患者103例,其中男66例、女37例;年龄60~79岁,平均(71.26±4.07)岁;吸烟史47例,饮酒史34例;合并高血压57例、糖尿病44例、心脏病38例。

纳入标准: 存在头晕、头痛、眩晕等症状或一侧肢体无力或麻木等临床表现;年龄≥60岁;临床资料完整者;均接受了DSA、CTP及CTA检查。**排除标准:** 严重肝肾功能异常者;合并脑梗患者;合并颅脑肿瘤疾病患者;对造影剂过敏者;影像学图像不清晰者。

1.2 方法 **DSA检查:** 应用GE公司INNOVA 3100-IQ全数字平板血管机进行DSA检查,碘海醇为造影剂,采用Seldinger技术穿刺法行股动脉穿刺,置入5-F鞘管,选择性颈内外动脉使用5F单曲线,然后将图像导入工作站进行处理。

脑CTP检查: 应用飞利浦Brilliance256i CT机进行扫描,层厚5 mm,选取基底节层面上下2 cm进行扫描。经肘前静脉团注50 mL对比剂及生理盐水,速率为5 mL/s,注射完毕延迟5s后进行灌注扫描。将数据传输至Brain Perfusion软件获得图像,获得感兴趣区的脑血容量(cerebral blood volume, CBV)、脑血流量(cerebral blood flow, CBF)、峰值时间(timetopeak, TTP)及平均通过时间(mean transit time, MTT)参数。

颈动脉CTA检查: 采用双筒高压注射器经肘静脉团注对比剂60 mL~80 mL及生理盐水40 mL,注射速率4.0 mL/s。扫描范围从主动脉弓至颅顶。监测主动脉弓平面对比剂浓度,当达100 HU时触发扫描。将获得数据传输至工作站进行重建。

颈动脉狭窄程度评估: 按照NASCET法^[6]将颈动脉狭窄程度分为4级:动脉内径缩小<30%、30%~69%、70%~99%、>99%分别定义为轻度狭窄、中度狭窄、重度狭窄及完

【第一作者】 张瑞光,男,技师,主要研究方向:医学影像。E-mail: 18600964379@163.com

【通讯作者】 张瑞光

全闭塞。

1.3 观察指标 根据DSA检查结果将患者分为狭窄组及正常组，并以颈动脉狭窄程度将狭窄组分为轻度组、中度组及重度组(本研究中颈动脉完全闭塞患者例数较少，故将此类患者纳入重度组)，分析CTP联合CTA对老年颈动脉狭窄及狭窄程度的诊断评估价值。

1.4 统计学处理 应用SPSS 25.0软件处理数据，计数资料以 χ^2 检验比较，计量资料以t检验比较；采用ROC曲线分析CTP联合CTA对老年颈动脉狭窄及狭窄程度的诊断评估价值。 $P<0.05$ 即差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 狭窄组及正常组的临床资料比较 狭窄组及正常组的性别、基础病史等临床资料对比无明显差异($P>0.05$)，见表1。

表1 狭窄组及正常组的临床资料比较

分类	狭窄组(n=79)	正常组(n=24)	χ^2/t	P
性别男(例)	51	15	0.034	0.854
年龄(岁)	71.35±5.17	70.96±4.52	0.333	0.740
高血压病史(例)	43	14	0.113	0.736
糖尿病病史(例)	35	9	0.348	0.555
心脏病病史(例)	31	7	0.802	0.370
吸烟史(例)	38	9	0.834	0.361
饮酒史(例)	28	6	0.908	0.341

2.2 CTA与DSA对老年颈动脉狭窄检查结果的一致性 CTA检查结果与DSA检查的符合率为89.32%，一致性Kappa值为0.721，见表2。

2.3 颈动脉狭窄组及对照组的CTP指标比较 颈动脉狭窄组的CBF、CBV小于正常组，TTP及MTT大于正常组($P<0.05$)；不同颈动脉狭窄程度患者的CTP指标均存在显著性差异，且随着颈动脉狭窄程度的增加，患者CBF、CBV呈下降趋势，TTP及MTT呈上升趋势($P<0.05$)，见表3。

2.4 CTP联合CTA对老年颈动脉狭窄的诊断价值分析 联合检查诊断颈动脉狭窄的AUC值大于CTP、CTA单独检查($P<0.05$)，见表4、图1。

2.5 CTP联合CTA对颈动脉狭窄程度的评估价值 联合检查评估颈动脉狭窄程度的AUC值大于CTP、CTA单独检查($P<0.05$)，见表5、图2。

表2 CTA与DSA对老年颈动脉狭窄检查结果的一致性

检查方法	DSA					合计
		重度(n=19)	中度(n=32)	轻度(n=28)	正常(n=24)	
CTA	重度	17	2	0	0	19
	中度	2	28	2	0	32
	轻度	0	2	26	3	31
	正常	0	0	0	21	21

表3 颈动脉狭窄组及对照组的CTP指标比较

组别	n	CBF[ml/(min·100g)]	CBV(mL/100g)	TTP(s)	MTT(s)
颈动脉狭窄组	79	33.22±9.59 [#]	2.23±0.63 [#]	17.22±4.39 [#]	7.67±1.44 [#]
轻度组	28	38.91±9.67	2.62±0.39	15.12±4.28	6.87±1.25
中度组	32	33.01±3.73	2.18±0.39	16.68±2.47	7.71±1.18
重度组	19	25.16±10.74	1.75±0.69	21.23±4.58	8.76±1.42
正常组	24	45.01±9.15	3.10±0.62	12.27±2.56	5.92±0.82

注：与正常组比较，[#] $P<0.05$ ；轻度组、中度组及重度组的CBF、CBV、TTP及MTT比较， $F=16.188、14.854、15.703、12.693$ ， P 均 <0.001 。

表4 CTP联合CTA诊断老年颈动脉狭窄的ROC曲线分析

检查方法	截点值	AUC	SE	95%CI
CTP				
CBF	43.34ml/(min·100g)	0.778*	0.061	0.658~0.899
CBV	2.77mL/100g	0.807*	0.062	0.686~0.929
TTP	12.49s	0.870*	0.046	0.780~0.960
MTT	6.31s	0.792*	0.065	0.664~0.919
CTA		0.933	0.036	0.863~1.000
联合		0.945	0.035	0.875~1.000

注：与联合比较，* $P<0.05$ 。

表5 CTP联合CTA对颈动脉狭窄程度的评估价值

检查方法	截点值	AUC	SE	95%CI
CTP				
CBF	31.19ml/(min·100g)	0.778*	0.062	0.657~0.900
CBV	2.27mL/100g	0.794*	0.058	0.681~0.908
TTP	15.08s	0.749*	0.066	0.619~0.878
MTT	7.02s	0.779*	0.060	0.660~0.897
CTA		0.852*	0.050	0.754~0.949
联合		0.927	0.035	0.858~0.997

注：与联合比较，* $P<0.05$ 。

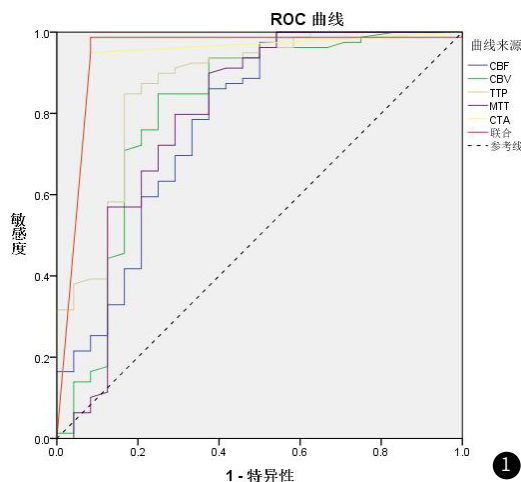


图1 CTP联合CTA诊断老年颈动脉狭窄的ROC曲线。

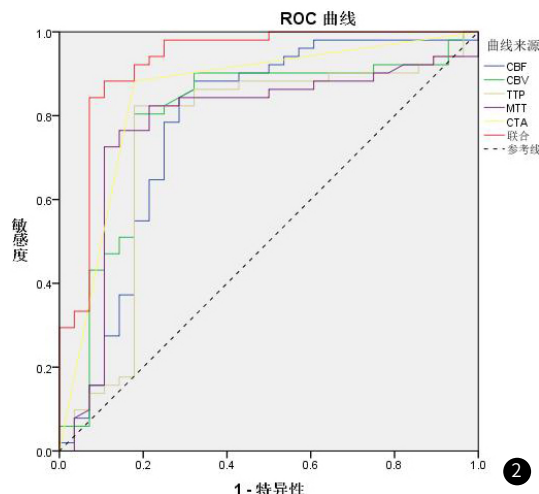


图2 CTP联合CTA评估颈动脉狭窄程度的ROC曲线。

3 讨论

在现代医学领域,颈动脉狭窄作为中老年人人群中的一种常见血管疾病,其诊断及狭窄程度的准确评估对于预防脑梗死、制定治疗方案具有极其重要的意义^[7]。DSA是临床上诊断颈动脉狭窄程度的金标准,除了可用于观察颈动脉狭窄情况,还可显示颅内血管有无侧支循环等。研究显示,DSA对颈动脉狭窄及狭窄程度具有较高的诊断价值。但该检查方法为有创性检查,进行检查时重复性较差,无法短时间内多次评估病情变化^[8]。超声为一种简单且无创的检查方法,可对局部血管的斑块稳定性进行判断,但其受个人主观因素影响较大,故需以其他影像学手段进行检查。CT为常用的影像学检查手段,其中CTP常用于颅脑血管病变的诊断中,具有无创、可得到多个血流动力学参数等优点,能反映脑血流灌注的情况^[9]。CBF、CBV等为CTP的检查参数,CBF可反映颅脑组织的血流量,CBV表示脑组织中血管血容量水平,TTP为造影剂达到浓度峰值的时间,MTT为造影剂通过脑组织的毛细血管时间^[10]。本研究结果显示,颈动脉狭窄组的CBF、CBV小于正常组,TTP及MTT大于正常组,且随着颈动脉狭窄程度的增加,患者CBF、CBV呈下降趋势,TTP及MTT呈上升趋势,提示颈动脉狭窄患者存在脑血流低灌注现象,且脑血流动力学变化与狭窄程度有关,这主要与颈动脉狭窄可导致颈动脉血流通过减慢,造成脑组织血流灌注异常有关^[11]。

CTA是一种无创性的血管成像技术,能够直观显示血管狭窄的部位、程度及病变血管供血区的血流动力学情况,通过三维重建技术,CTA能够清晰地展示颈动脉的解剖结构和狭窄程度,为临床诊断和治疗提供重要信息^[12]。本研究发现,CTA检查结果与DSA检查的符合率为89.32%,一致性Kappa值为0.721,说明CTA对颈动脉狭窄及狭窄程度的诊断准确率不高,这主要是因为CTA为非创伤性血管成像技术,虽能清晰显示血管病变部位、病灶大小的图像,但其只能显示动脉血管血流动力学改变情况,故诊断的准确性不够^[13]。故还需要在此基础上增加其他检查方法以提高诊断准确率。本研究发现,联合检查诊断颈动脉狭窄及评估狭窄程度的AUC值大于CTP、CTA单独检查,说明联合诊断可提高诊断价值,且研究结果显示,联合诊断AUC值大于0.9,提示联合检查对老年颈动脉狭窄诊断及狭窄程度的诊断评估价值较高。其原因在于,CTP能够敏感地反映颈动脉狭窄后局部血流动力学的改变,在此基础上给予CTA联合诊断,可减少CTP扫描范围不够而引起的漏诊、误诊情况,并能提高影像学观察效果,降低容积效应,指导患者尽早确诊^[14-15]。

综上所述,CTP联合CTA对老年颈动脉狭窄诊断及狭窄程度具有诊断评估价值。

参考文献

- [1] 胡业帅, 刘方军, 钱海, 等. 症状性颈动脉狭窄患者CEA术后的预后改善及影响因素[J]. 国际神经病学神经外科学杂志, 2023, 50(5): 32-37.
- [2] 黄通, 邹思力, 沈旭, 等. 彩色多普勒超声及数字减影血管造影对颈动脉狭窄患者颈动脉分叉水平及颅外段颈内动脉形态的评估[J]. 中华医学杂志, 2022, 102(11): 781-786.
- [3] Yi T, Sui Y, Zheng D, et al. Diagnostic performance of carotid ring sign on CT-angiography in internal carotid true occlusion[J]. Stroke, 2024, 55(4): 1025-1031.
- [4] Arous EJ, Judelson DR, Agrawal A, et al. CT angiogram area stenosis calculations overestimate the degree of carotid stenosis compared to NASCET Diameter Stenosis Calculations[J]. J Vasc Surg, 2021, 74(7): 579-585.
- [5] 徐慧敏, 刘颖, 霍然, 等. 不同延迟时间动脉自旋标记与CT灌注成像在颈动脉内膜切除术前后的应用对比[J]. 实用放射学杂志, 2023, 39(10): 1694-1697, 1716.
- [6] Lian K, White JH, Bartlett ES, et al. NASCET percentstenosis semi-automated versus manual measurement onCTA[J]. Can J Neurol Sci, 2012, 39(3): 343-346.
- [7] Penton A, Driscoll M, Li R, et al. Carotid endarterectomy for asymptomatic stenosis based on duplex ultrasound alone achieves equivalent perioperative and long-term outcomes relative to advanced imaging based endarterectomy[J]. Ann Vasc Surg, 2024, 98(1): 44-57.
- [8] 程任捷, 王伟, 唐文成, 等. CDUS, CTA评估颈动脉狭窄程度及斑块形态与DSA的一致性分析[J]. 中国CT和MRI杂志, 2024, 22(6): 40-42.
- [9] 王鑫, 常冬梅, 赵春阳, 等. CTP与HR-MRI对颈动脉狭窄患者行颈动脉支架置入术疗效的评估及应用价值[J]. 中国普通外科杂志, 2021, 30(12): 1453-1459.
- [10] 刘冬, 张慎和, 郭菲. CTP成像对重度颈动脉狭窄患者保守治疗反应性的评估价值[J]. 中国动脉硬化杂志, 2023, 31(10): 872-878.
- [11] 段森, 陈大有, 郭泽春, 等. 全脑灌注CTP联合头颈CTA诊断早期AIS的价值观察[J]. 中国CT和MRI杂志, 2024, 22(1): 4-6.
- [12] 徐玉泉, 邓玉. 颈动脉CT血管成像检查诊断颈动脉狭窄的临床价值[J]. 浙江医学, 2023, 45(3): 306-308.
- [13] 张莉, 李安洋, 郭磊, 等. 颈动脉斑块彩色多普勒超声联合头颈部CTA诊断缺血性脑卒中患者颈动脉狭窄临床价值[J]. 医学影像学杂志, 2023, 33(8): 1477-1480.
- [14] 刘颖, 徐慧敏, 霍然, 等. 3D pcASL技术及CT灌注成像在颈动脉内膜切除术前后对比研究[J]. 实用放射学杂志, 2020, 36(11): 1711-1714.
- [15] 厉青, 倪健强, 徐元. CTA与颈部血管彩色超声诊断ACI患者颈动脉颅外段病变的应用研究[J]. 河北医科大学学报, 2020, 41(1): 17-20, 28.

(收稿日期: 2025-02-19)

(校对编辑: 韩敏求)