

•临床研究 Clinical research•

CTA 与 DSA 评估慢性肢体威胁性缺血患者全球肢体解剖学分期系统分期的一致性分析

韩亚庆, 丁宁宁, 周 丽, 崔玉玲, 尹翠林, 刘 哲, 杨 健, 刘亚民, 孟 燕

【摘要】 目的 分析 CTA 与 DSA 在评估慢性肢体威胁性缺血 (CLTI) 患者全球肢体解剖学分期系统 (GLASS) 分期中的一致性。**方法** 回顾性分析 2017 年 1 月至 2020 年 12 月西安交通大学第一附属医院收治的 CLTI 患者临床资料。以 DSA 评估结果为金标准, 分析 CTA 与 DSA 评估 GLASS 分期的一致性。**结果** CTA 评估 GLASS 评分与 DSA 具很强的一致性, 其中两者评估股腘动脉段评分的加权 Kappa 系数为 0.798 (95%CI=0.722~0.873, $P<0.01$), 评估膝下动脉段评分的加权 Kappa 系数为 0.785 (95%CI=0.725~0.845, $P<0.01$), 评估 GLASS 整体评分的加权 Kappa 系数为 0.832 (95%CI=0.752~0.911, $P<0.01$), 均显示出很强的一致性。**结论** 下肢动脉 CTA 检查可准确评估 CLTI 患者靶病变 GLASS 评分和分期, 有助于下肢动脉硬化闭塞症诊断及血运重建技术难度评估。

【关键词】 全球肢体解剖学分期系统; 下肢动脉硬化闭塞症; CT 血管造影; 数字剪影血管造影
中图分类号: R445.1 文献标志码: B 文章编号: 1008-794X(2024)-03-0300-04

Analysis of the consistency between CTA and DSA in evaluating GLASS staging of chronic limb-threatening ischemia HAN Yaqing, DING Ningning, ZHOU Li, CUI Yuling, YIN Cuilin, LIU Zhe, YANG Jian, LIU Yamin, MENG Yan. Department of Medical Imaging, First Affiliated Hospital of Xi'an Jiaotong University, Xi'an, Shanxi Province 710061, China

Corresponding author: MENG Yan, E-mail: daxianghouzi@foxmail.com

【Abstract】 Objective To analyze the consistency between computer tomography angiography (CTA) and digital subtraction angiography (DSA) in evaluating the global limb anatomic staging system (GLASS) stage of patients with chronic limb-threatening ischemia (CLTI). **Methods** The clinical data of patients with CLTI, who were admitted to the First Affiliated Hospital of Xi'an Jiaotong University of China to receive treatment between January 2017 and December 2020, were retrospectively analyzed. Taking the DSA assessment as the gold standard, the consistency of CTA and DSA in evaluating the GLASS stage of patients with CLTI was analyzed. **Results** In the assessment of GLASS stage of CLTI, CTA showed strong agreement with DSA. The weighted Kappa coefficient of CTA and DSA for the staging of femoropopliteal segment was 0.798 (95%CI=0.722-0.873, $P<0.01$), and the weighted Kappa coefficient of CTA and DSA for the staging of infrapopliteal artery segment was 0.785 (95%CI=0.725-0.845, $P<0.01$). For the overall staging of GLASS, the weighted Kappa coefficient of CTA and DSA was 0.832 (95%CI=0.752-0.911, $P<0.01$). All the above results indicated that a very strong consistency existed between CTA and DSA in evaluating the GLASS stage of patients with CLTI. **Conclusion** CTA examination of lower limb can accurately evaluate GLASS score and stage of CLTI patient's target lesions, which is helpful in diagnosing lower extremity arteriosclerosis occlusion disease as well as in assessing the technical difficulty degree of its revascularization operation. (J Intervent Radiol, 2024, 33: 300-303)

【Key words】 global limb anatomic staging system; lower extremity arteriosclerosis occlusion disease; computed tomography angiography; digital subtraction angiography

DOI:10.3969/j.issn.1008-794X.2024.03.014

基金项目: 中华国际医学交流基金会 SKY 影像科研基金 (Z-2014-07-1912-04)

作者单位: 710061 陕西西安 西安交通大学第一附属医院医学影像科 (韩亚庆、丁宁宁、周 丽、崔玉玲、尹翠林、刘 哲、杨 健)、周围血管科 (刘亚民、孟 燕)

通信作者: 孟 燕 E-mail: daxianghouzi@foxmail.com

随着糖尿病、肾病等基础疾病发病率上升,临床中复杂多节段、多水平下肢动脉硬化闭塞越来越常见^[1]。以往常用的临床分期如 Fontaine 分期、Rutherford 分期及泛大西洋学会联盟(TASC)解剖学分期表现出较大局限性^[2]。然而对于慢性肢体威胁性缺血(chronic limb-threatening ischemia, CLTI)治疗策略选择,需要更完善的分期系统。2019 年《慢性肢体威胁性缺血治疗的全球血管指南》中制定以临床治疗为导向的全球肢体解剖学分期系统(global limb anatomic staging system, GLASS)^[2-3]。有研究证实, GLASS 可预测 CLTI 患者腔内治疗保肢、主要不良肢体事件及技术失败^[4-5]。目前对 GLASS 评估多基于与治疗同时进行的有创血管造影检查。CTA 作为无创检查方法已广泛应用于慢性肢体缺血患者的诊断及术前评估等,其诊断病变狭窄程度的灵敏度、特异度高达 95%~98%^[6-7]。因此,利用术前 CTA 评估整条肢体解剖学改变,从而得到 GLASS 分期是可行的。本研究评价基于术前 CTA 的 GLASS 分期与 DSA 一致性,以明确术前 CTA 评估 GLASS 分期的准确性,为临床制定治疗策略、与患者沟通提供更加充分的术前准备依据。

1 材料与方法

1.1 临床资料

收集 2017 年 1 月至 2020 年 12 月西安交通大学第一附属医院收治的慢性肢体缺血患者临床资料。入选标准:行下肢动脉血运重建及术前 CTA 检查患者,手术时间与 CTA 检查时间间隔不超过 2 周。排除标准:①关节置换术后有金属伪影,影响图像观察;②DSA 图像不完整。共纳入 175 例患者,年龄(68.7±9.9)岁;男 136 例(77.7%),女 39 例(22.3%)。患者中有糖尿病史 84 例(48.0%),高血压史 111 例(63.4%),慢性肾病史 17 例(9.7%),经皮冠状动脉介入治疗(PCI)史 19 例(10.9%),心房颤动史 19 例(10.9%),吸烟史 121 例(69.1%),饮酒史 51 例(29.1%)。按 Fontaine 分期分类,Ⅰ级无症状 6 例(3.4%),Ⅱ级跛行 68 例(38.9%),Ⅲ级缺血性静息痛 75 例(42.9%),Ⅳ级有溃疡、坏疽 23 例(13.1%),临床记录无评价 3 例(1.7%)。

1.2 检查方法

双下肢动脉 CTA 检查:患者取仰卧位,采用 GE 256 排 Revolution CT 机自动团注追踪技术,扫描范围自肾动脉水平至足底;阈值设为 150 HU,监测层面位于第 4 腰椎上缘;扫描参数为管电压 100 kV,管电流自动 mA,旋转时间 1 s/圈,螺距 0.984:1,图

像重建层厚 0.625 mm。使用高压注射器注射对比剂,总量为 95 mL,浓度 370 mg/mL,注射速率为 4 mL/s。将薄层重建横断面图像传入图像后处理工作站。

下肢动脉 DSA 检查:患者取仰卧位,采用 UNIQ FD20 型 Philips 医用血管造影 X 射线系统,行患侧或健侧股动脉或肱动脉、桡动脉穿刺,顺行或逆行插入导管至目标血管行血管造影。

1.3 图像评价

所有患者 CTA 图像由两名高年资影像诊断住院医师进行分析,通过最大密度投影(MIP)重建技术与薄层轴位图像结合进行评估。观察者在 3 个月后随机抽取 30 例患者重复测量评估一次。DSA 图像由两名介入手术主治医师分析诊断,如有分歧协商后确定。

GLASS 股腘动脉(FP)评分^[2-3]:0 分,轻度狭窄或无显著性(<50%),腘动脉轻度狭窄或无明显病变;1 分,股浅动脉(SFA)病变全长<10 cm,可能包括单灶慢性完全闭塞(CTO)<5 cm,且非平齐闭塞,局灶腘动脉狭窄<2 cm;2 分,SFA 病变全长 10~20 cm,可能包括<10 cm CTO,且非平齐闭塞,局灶腘动脉狭窄<2 cm,不累及三分叉;3 分,SFA 病变全长>20 cm,可能包括任何<20 cm 平齐闭塞或 10~20 cm 非平齐闭塞病变,腘动脉狭窄 2~5 cm,不累及三分叉;4 分,SFA 闭塞总长度>20 cm,腘动脉病变>5 cm 或延伸至三分叉处,任何腘动脉 CTO。

GLASS 膝下动脉(IP)评分^[2-3]:0 分,主要靶动脉轻度或无明显病变;1 分,胫部动脉局灶性狭窄<3 cm;2 分,狭窄累及总血管长度 1/3,可能包括局灶性 CTO<3 cm;3 分,病变可达 2/3 血管长度,最长可达 1/3 CTO(不包括胫腓干);4 分,弥漫性狭窄>2/3 总血管长度,CTO>1/3 血管长度,胫腓干任何 CTO。

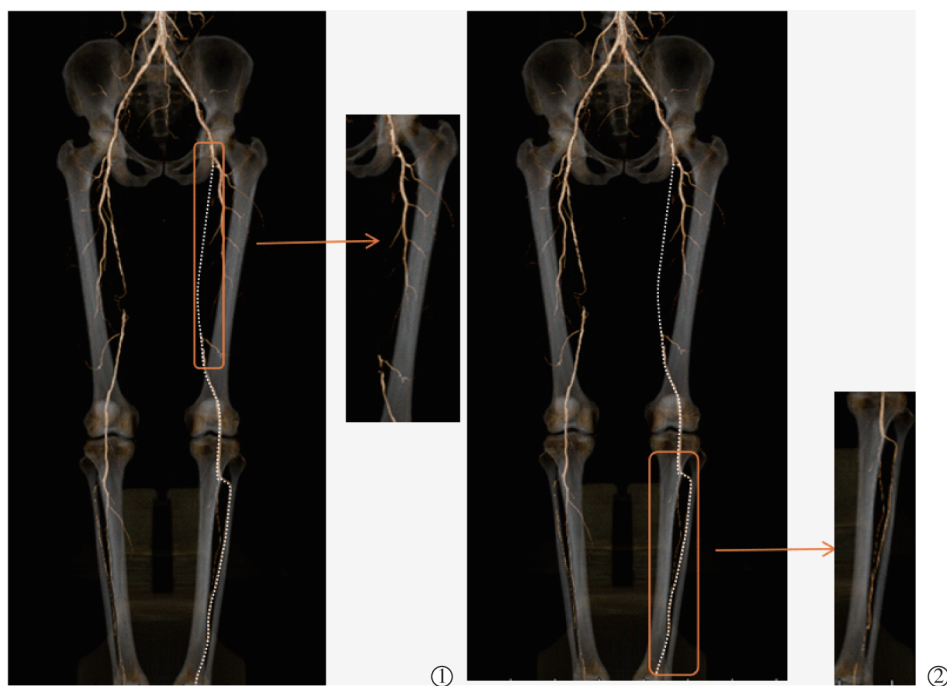
根据 CLTI 全球血管指南中 GLASS FP 评分和 IP 评分^[2],可得出 GLASS Ⅰ~Ⅲ期,分别对应低、中、高血运重建技术难度,见表 1。评估示意图见图 1。

1.4 统计学方法

采用 SPSS 25.0 软件进行统计学分析。计数资料以例数(*n*)、百分数(%)表示,正态分布计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,采用线性加权 Kappa 系数进行一致性分析, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

CTA 评估 GLASS 评分一致性结果显示,CTA 与 DSA 一致性加权 Kappa 系数为 0.774(95%CI=0.448~1.100), $P < 0.01$;观察者重复评估显示,GLASS 组内一致性加权 Kappa 系数为 0.896(95%CI=0.688~



整条左下肢目标动脉路径 GLASS 为Ⅲ期。①白虚线示左下肢靶病变路径,左 SFA 闭塞长度 >20 cm,FP 评分为 4;②左胫前动脉为 1 分(局灶性狭窄 <3 cm),腓动脉为 2 分(狭窄累及总血管长度 1/3,可能包括局灶性 <3 cm CTO,不包括胫腓干或胫动脉起源)

图 1 评估示意图

表 1 GLASS I ~ Ⅲ期

FP 评分	IP 评分				
	0	1	2	3	4
4	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ
3	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅲ
2	I	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅲ
1	I	I	Ⅱ	Ⅱ	Ⅲ
0	NA	I	I	Ⅱ	Ⅲ

NA 为不适用

1.103), $P<0.01$ 。

干预肢体 GLASS FP 评分评估结果显示,CTA 评估与 DSA 具较强一致性(见表 2),加权 Kappa 系数为 0.798(95%CI=0.722~0.873), $P<0.01$;IP 评分评估结果显示,CTA 评估与 DSA 具有较强一致性(见表 3,0、1、2、3、4 分符合率分别为 63.0%、36.0%、42.9%、83.6%、90.9%,3、4 分符合率较好,0~2 分较差,1、2 分最低),加权 Kappa 系数为 0.785(95%CI=0.725~0.845), $P<0.01$ 。整条肢体 GLASS 综合评估结果显示,CTA 与 DSA 具很强一致性(见表 4),加权 Kappa 系数为 0.832(95%CI=0.752~0.911), $P<0.01$ 。

3 讨论

GLASS 分期是基于 DSA 图像,根据 CLTI 患者下肢病变部位、狭窄严重程度及长度提出的最新半定量评估体系,与 TASC 分期相比,优势在于增加了 IP 评

表 2 GLASS FP 评分评估一致性(n)

GLASS	评分	CTA					合计
		0	1	2	3	4	
DSA	0	15	5	0	1	2	23
	1	0	17	4	0	0	21
	2	0	0	10	2	0	12
	3	1	0	2	5	1	9
	4	0	3	6	4	97	110
合计		16	25	22	12	100	175

表 3 GLASS IP 评分评估一致性(n)

GLASS	评分	CTA					合计
		0	1	2	3	4	
DSA	0	17	8	2	0	0	27
	1	2	9	9	5	0	25
	2	0	0	3	4	0	7
	3	0	2	4	51	4	61
	4	0	1	0	4	50	55
合计		19	20	18	64	54	175

表 4 整条肢体 GLASS 分期综合评估一致性 (n)

GLASS	分期	CTA				合计
		0	I	Ⅱ	Ⅲ	
DSA	0	2	1	0	0	3
	I	0	9	2	0	11
	Ⅱ	0	0	36	3	39
	Ⅲ	0	1	10	111	122
合计		2	11	48	114	175

估,可评估多发、多节段病变。有研究报道,GLASS分期与介入手术开通成功率及术后 1 年通畅率有关^[8]。

因此, GLASS 评估有利于临床医师选择有效开通方法及制定开通血管管腔维持等后续治疗策略。

有研究报道指出, 以 DSA 作为诊断标准, CTA 诊断下肢动脉闭塞的灵敏度、特异度、准确性分别为 99.3%、97.8%、97.8%, 诊断中度以上狭窄的灵敏度、特异度、准确性分别为 99.7%、97.6%、95.6%^[9]。也有研究证明, 下肢动脉狭窄及闭塞性病变 CTA 诊断与 DSA 诊断一致性好^[10-11]。

本研究结果显示, CTA 与 DSA 对整条肢体及股腘段 GLASS 分期评估的一致性及准确性较高, 差异无统计学意义。结合结果及图像分析 IP 部分, CTA、DSA 评估为 3 分患者分别有 64、61 例, 两者一致有 51 例; 评估为 4 分患者分别有 54、55 例, 两者一致有 50 例。1~2 分符合率较低, CTA、DSA 评估为 1 分患者分别有 20、25 例, 两者一致有 9 例; 评估为 2 分患者分别有 18、7 例, 两者一致仅 3 例。有研究指出, CLTI 危重患者下肢动脉钙化更频繁、更广泛, 且多为环状钙化^[12]。钙化可造成容积效应和晕状干扰伪影, 可能高估轻微或轻度钙化患者评分^[13]。微小钙化在 DSA 图像中不易识别, 且观察者对临界分期狭窄程度的主观判断不同^[14]。因此, CTA 观察下肢图像时除了观察后处理图像, 还要结合轴位原始图, 以提高观察准确度。双能量 CT 骨骼和斑块自动去除技术, 可减少钙化影响, 提高诊断性能^[15]。有关冠状动脉研究指出, 血管头端形态是影响手术的因素之一, 且 DSA 与 CTA 间存有差异^[16]。下肢血管也可能有这种差异, GLASS 分期相比 TASC 分期考虑了头端形态是否为平头, 虽然整体评估一致率较高, 但未达到研究报道的 95% 以上, 可能与 DSA 与 CTA 间头端形态评估的差异有一定关系。

本研究局限性: GLASS 评分是基于病变狭窄程度和长度, 本研究仅对闭塞病变头端形态及整体下肢 GLASS 分期进行评估。接下来将进一步研究病变头端形态 DSA 与 CTA 的差异。

[参考文献]

- [1] 中华医学会外科学分会血管外科学组. 下肢动脉硬化闭塞症诊治指南 [J]. 中华普通外科学文献(电子版), 2016, 10: 1-18.
- [2] Conte MS, Bradbury AW, Kolh P, et al. Global vascular guidelines

- on the management of chronic limb-threatening ischemia[J]. Eur J Vasc Endovasc Surg, 2019, 58: S1-S109.e33.
- [3] 血管外科学会, 欧洲血管外科学会和世界血管学会联盟全球血管指南编写小组. 慢性肢体威胁性缺血治疗的全球血管指南 [J]. 中华血管外科杂志, 2021, 6: 1-108.
- [4] Tokuda T, Oba Y, Koshida R, et al. Prediction of the technical success of endovascular therapy in patients with critical limb threatening ischaemia using the global limb anatomical staging system[J]. Eur J Vasc Endovasc Surg, 2020, 60: 696-702.
- [5] EL Khoury R, Wu B, Edwards CT, et al. The global limb anatomic staging system is associated with outcomes of infrainguinal revascularization in chronic limb threatening ischemia[J]. J Vasc Surg, 2021, 73: 2009-2020.
- [6] 黄强, 王剑锋, 翟仁友, 等. 无创影像检查方法诊断糖尿病下肢动脉病变的价值[J]. 中华放射学杂志, 2015, 49: 20-24.
- [7] 仲海, 邵广瑞, 徐卓东, 等. CT 血管成像在下肢动脉疾病中的应用价值[J]. 实用放射学杂志, 2007, 157-159.
- [8] Liang P, Marcaccio CL, Darling JD, et al. Validation of the global limb anatomic staging system in first-time lower extremity revascularization [J]. J Vasc Surg, 2021, 73: 1683-1691.
- [9] 尤国庆, 耿云平, 任悠悠. 双源 64 排螺旋 CT 血管成像对下肢动脉狭窄及闭塞性病变的诊断价值[J]. 实用医学影像杂志, 2014, 15: 276-279.
- [10] 王巍, 王新宇, 王超, 等. CT 血管成像诊断下肢动脉硬化闭塞症诊断的应用价值[J]. 中国 CT 和 MRI 杂志, 2020, 18: 149-152.
- [11] 李英豪, 彭新桂, 金晖, 等. 能谱 CT 最佳单能量图提高下肢动脉造影成像质量研究[J]. 介入放射学杂志, 2016, 25: 997-1001.
- [12] Konijn LCD, Takx RAP, Mali WPTM, et al. Different lower extremity arterial calcification patterns in patients with chronic limb-threatening ischemia compared with asymptomatic controls [J]. J Pers Med, 2021, 11: 493.
- [13] Wijnand JGJ, Zarkowsky D, Wu B, et al. The global limb anatomic staging system (GLASS) for CLTI: improving inter-observer agreement[J]. J Clin Med, 2021, 10: 3454.
- [14] 苏海燕, 江文匡, 黄清存, 等. CTA 诊断下肢动脉硬化闭塞症的临床价值 [J]. 医疗装备, 2018, 31: 37-38.
- [15] Koo BJ, Won JH, Choi HC, et al. Automatic plaque removal using dual-energy computed tomography angiography: diagnostic accuracy and utility in patients with peripheral artery disease[J]. Medicina(Kaunas), 2022, 58: 1435.
- [16] Fujino A, Otsuji S, Hasegawa K, et al. Accuracy of J-CTO score derived from computed tomography versus angiography to predict successful percutaneous coronary intervention[J]. JACC Cardiovasc Imaging, 2018, 11: 209-217.

(收稿日期: 2023-03-18)

(本文编辑: 谷珂)