

低剂量头颈CTA及全脑CTP技术在颈动脉源性脑灌注异常评估中的应用

蔡培坤, 陈杰彬, 蔡勇*, 梁焕, 梁晖辉, 李冲云, 陈晓波, 陈潇豫 (广东省茂名市人民医院放射科, 广东茂名 525000)

摘要: **目的** 探究低剂量头颈计算机断层扫描血管成像(CTA)及全脑计算机断层扫描灌注成像(CTP)技术在脑灌注评估中的应用。**方法** 86例超声检查提示颈动脉狭窄患者、50例健康体检者进行CTA和CTP检查, 比较脑灌注参数[脑血流量(CBF)、脑血容量(CBV)、平均通过时间(MTT)和达峰时间(TTP)]及CTP参数异常脑功能区分布。**结果** 狭窄组前循环供血动脉CBF、CBV均小于对照组($P<0.01$), MTT、TTP均大于对照组($P<0.01$)。随着狭窄程度加重, 全脑CBF、CBV、MTT、TTP异常区域占全脑容量的百分比明显增加($P<0.01$)。**结论** 低剂量头颈CTA及全脑CTP技术在颈动脉源性脑灌注异常的评估中具有重要价值。

关键词: 计算机断层扫描血管成像; 计算机断层扫描灌注成像; 颈动脉狭窄

中图分类号: R 743

文献标志码: A

文章编号: 2096-3610 (2023) 06-0631-05

Application of low-dose head/neck CT angiography and whole brain CT perfusion in carotid-associated cerebral perfusion abnormalities

CAI Pei-kun, CHEN Jie-bin, CAI Yong*, LIANG Huan, LIANG Hui-hui, LI Chong-yun, CHEN Xiao-bo, CHEN Xiao-yu (Department of Radiology, Maoming People's Hospital, Maoming 525000, China)

Abstract: **Objective** To study the application of low-dose head/neck computed tomography angiography (CTA) and whole brain computed tomography perfusion (CTP) in cerebral perfusion. **Methods** Eighty-six patients with ultrasound-diagnosed carotid artery stenosis (stenosis group) and 50 healthy subjects (control group) underwent low-dose head/neck CTA and whole brain CTP. The cerebral perfusion parameters including cerebral blood flow (CBF), cerebral blood volume (CBV), mean transit time (MTT) and time to peak (TTP), and distribution of brain functional regions of abnormal CTP parameters were compared between two groups. **Results** Compared with control group, CBF and CBV in the anterior circulation were lower, while MTT and TTP were higher ($P<0.01$) in stenosis group. The percentages of abnormal CBF, CBV, MTT and TTP regions in the whole brain volume were increased with the aggravation of carotid artery stenosis ($P<0.01$). **Conclusion** Low-dose head/neck CTA and whole brain CTP can be valuable for carotid-associated cerebral perfusion abnormalities.

Key words: computed tomography angiography; computed tomography perfusion; carotid artery stenosis

颈部动脉病变,如颈总动脉、颈内动脉和椎动脉的狭窄和闭塞,是引发缺血性脑卒中的重要因素^[1]。超声检查是检测颈动脉病变的主要手段,但其结果可能受多种因素影响,存在一定局限性^[2]。一站式头颈计算机断层扫描血管成像(CTA)和全脑计算机断层扫描灌注成像(CTP)技术,只需单次注射对比剂就能完成全脑和头颈的成像,可降低对比剂的剂量和辐射的剂量,缩短检查时间。但该技术是否影响脑灌注图像的准确性,以及如何在保证较低剂量的同时获取高质

量CTA和CTP图像,仍是有待解决的问题^[3]。本文旨在探讨低剂量一站式头颈CTA及全脑CTP技术在颈动脉病变引起的脑灌注异常中的应用价值,以提高颈动脉源性脑卒中的诊断水平。

1 资料和方法

1.1 研究对象

选取我院2022年2月至2023年5月超声检查提示颈动脉狭窄的患者86例作为狭窄组,同时健康

收稿日期: 2023-05-26

基金项目: 广东省茂名市科技计划项目(2022203)

作者简介: 蔡培坤(1983-),男,本科,副主任医师, E-mail: 289715155@qq.com

通信作者: 蔡勇(1976-),男,本科,主任医师, E-mail: yong_cai@126.com

体检者 50 例作为对照组。纳入标准: (1) 年龄 18~80 岁; (2) 超声检查提示有颈动脉狭窄(狭窄组); 无症状、超声检查提示无颈动脉狭窄(对照组); (3) 知情同意且自愿配合; (4) 临床、影像学资料完整。排除标准: (1) 合并严重心、肝、肾功能不全或活动期炎症者; (2) 孕妇或有对比剂过敏史者; (3) 合并其他颅脑疾病者; (4) 有血管畸形、动脉瘤或颅内动脉狭窄者; (5) 近期有颅内手术史者; (6) 图像不清者。

1.2 检测方法

1.2.1 扫描方法 仪器采用美国 GE 256 排 Revolution CT 扫描仪。扫描前对受试者进行详细的询问和评估, 确认无禁忌证。在检查过程中, 受试者采用平卧位, 头部固定。定位像扫描范围为颅顶至升主动脉根部, 行冠状位、矢状位扫描, 便于精准定位, 首先进行颅脑平扫(全脑, 足侧向头侧扫描), 管电压 120 kV, 管电流 500 mA, 小焦点, 层厚为 5 mm。再进行全脑 CTP 联合头颈部 CTA 扫描, 脑灌注扫描采用头侧向足侧方向轴扫, 扫描范围 16 cm, 延迟时间 3 s, 管电压 80 kV, 管电流 500 mA, 小焦点, 层厚 5 mm; 头颈螺旋扫描, 管电压 120 kV, 管电流智能模式 (150~400 mA), 大焦点, 扫描范围自颅顶至升主动脉根部。采用高压注射器, 经右侧肘正中静脉以 5 mL/s 的速率团注 40~50 mL 非离子型对比剂及 20~30 mL 生理盐水。在对比剂注射后立即进行全脑 CTP 扫描。扫描范围包括全脑, 层厚为 5 mm。扫描采用轴向快速连续采集, 间隔时间为 1~2 s, 共持续 40~50 s。确保覆盖整个脑灌注的时间-密度曲线。注射对比剂后启动延迟 25 s 左右扫描, 快速切换到螺旋扫描模式完成头颈 CTA 扫描。设置扫描范围, 包括颈动脉起始部至颅内。扫描参数设置为: 120 kV, 自动电流(最大值为 250 mA), 层厚 1 mm, 重建间隔 0.5 mm。扫描过程中, 关注受试者的生命体征, 如心率、血压、血氧饱和度等, 扫描完成后在候诊大厅里留观 30 min, 无迟发过敏反应则可去除留置针。

1.2.2 头颈 CTA 评估 采用专业图像处理软件 3D Slicer 对头颈 CTA 数据进行重建和分析。首先对原始 CTA 图像进行数据预处理, 包括去噪、增强和几何校正, 以优化图像质量, 选择感兴趣的血管段进行重建, 包括大脑前动脉、大脑中动脉和大脑后动脉, 根据需要进行多平面重建、曲面重建、最大密度投影和 VR 重建等操作。在重建后的图像上, 采用专业软件进行测量和分析, 评估前循环供血动脉的病变程度、范围和血流状态。根据狭窄程度将病变组患者分为 4 个亚组^[4]: 轻度狭窄组 (<50%)、中度狭窄组 (50%~69%)、重度狭窄

组 (70%~99%)、完全闭塞组 (100%)。狭窄程度的计算采用 NAS-CET 法, 即狭窄程度 (%) = $(1 - \text{狭窄部位管腔直径} / \text{正常部位管腔直径}) \times 100\%$ 。

1.2.3 全脑 CTP 评估^[5] 采用脑灌注分析软件 Perfusion 4D 对原始 CTP 图像进行处理分析, 先校正运动伪影, 选择额叶、前额叶、额极叶、顶叶、中央前回、中央后回、颞叶、枕叶和枕极叶作为感兴趣区域 (ROI) 进行脑灌注分析。选择大脑中动脉作为输入动脉, 选择乙状窦或者颈内静脉作为输出静脉。按照软件的引导进行参数设定, 分析结果将生成脑血流量 (CBF)、脑血容量 (CBV)、平均通过时间 (MTT) 和达峰时间 (TTP) 的脑灌注图。将受试者的各功能区参数值与已有研究和临床实践中设定的正常范围进行比较, 若参数值超出正常范围, 则认为该功能区存在异常。根据 CTP 参数与正常范围的比较结果, 判断各功能区是否存在异常, 统计各功能区异常的体积。将异常体积总脑容量进行比较, 计算异常体积占全脑容量的百分比, 可采用自动阈值分割的方法, 通过脑灌注分析软件实现异常区域的识别和计算。

1.3 观察指标

比较狭窄组与对照组以及不同狭窄程度亚组的脑灌注参数 (CBF、CBV、MTT、TTP), 以及不同亚组全脑各 CTP 参数异常脑功能区分布情况 (异常区域占全脑容量百分比)。

1.4 统计学处理

采用统计学软件 SPSS 22.0 进行统计学处理, 计数资料采用例 (%) 表示, 组间比较采用 χ^2 检验; 计量资料以均数 $\pm$ 标准差表示, 两组间比较采用独立样本 t 检验, 3 组或以上数据的比较采用单因素方差分析, 方差齐且单因素方差分析显示存在显著性差异时, 采用 q 检验进行两两比较。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 狭窄组与对照组一般临床资料的比较

狭窄组、对照组患者年龄分别为 (64.12 $\pm$ 10.55)、(63.80 $\pm$ 9.78) 岁; 两组性别、年龄、疾病构成等一般临床资料的比较差异无统计学意义 ($P > 0.05$), 见表 1。根据头颈 CTA 评估颈动脉狭窄程度, 轻度狭窄 34 例、中度狭窄 20 例、重度狭窄 25 例、完全闭塞 7 例, 分别纳入轻度狭窄组、中度狭窄组、重度狭窄组、完全闭塞组。

2.2 狭窄组与对照组前循环脑区脑灌注参数的比较

狭窄组 CBF、CBV 均小于对照组 ($P < 0.01$),

MTT、TTP均大于对照组($P<0.01$),见表2。

表1 狭窄组与对照组一般临床资料的比较 (例)

组别	n	性别		高血压	糖尿病	高脂血症
		男	女			
对照组	50	32	18	34	15	20
狭窄组	86	54	32	62	25	36

两组各项比较: $P>0.05$

2.3 不同狭窄程度亚组前循环脑区脑灌注参数的比较

不同狭窄程度前循环脑区CBF、CBV、MTT、TTP差异均有统计学意义($P<0.01$),组间两两比较,中度狭窄组CBF小于轻度狭窄组($P<0.01$),TTP大于轻度狭窄组($P<0.01$);重度狭窄组CBV小于轻、中度狭窄组($P<0.01$),MTT大于轻、中度狭窄组($P<0.01$ 或 0.05),CBF小于轻度狭窄组($P<0.01$),TTP大于轻度狭窄组($P<0.01$);完全闭塞组CBF、CBV均小于轻、中度狭窄组($P<0.01$),MTT、TTP均大于轻、中度狭窄组($P<0.01$ 或 0.05),其中CBF小于重度狭窄组($P<0.01$),MTT大于重度狭窄组($P<0.05$),见表3。

2.4 不同狭窄程度亚组全脑各CTP参数异常脑功能区分布情况的比较

轻度狭窄组、中度狭窄组、重度狭窄组、完全闭塞组全脑CBF、CBV、MTT、TTP异常区域占全脑容量

的百分比呈升高趋势($P<0.01$),且组间比较差异均有统计学意义($P<0.01$),见表4。

2.5 典型患者的影像学表现

男性患者,71岁,突发左侧肢体乏力1h,一站式头颈CTA及全脑CTP扫描:头颈CTA(图1a、b、c)示:右侧颈内动脉及左侧椎动脉大部分管腔闭塞;全脑CTP示:右侧大脑半球CBF(图1d)、CBV(图1e)局部降低,MTT(图1f)、TTP(图1g)延迟。

3 讨论

颈动脉病变是导致脑卒中的重要原因之一,颈动脉源性脑灌注异常作为颈动脉病变的一种临床表现,对于评估卒中风险、制定治疗方案以及预测脑卒中患者预后具有重要意义^[6]。近年来,随着CT技术的不断发展,低剂量一站式头颈CTA及全脑CTP技术在颈动脉病变诊断和脑灌注异常评估中得到了广泛应用,然而目前该技术在颈动脉源性脑灌注异常中的应用研究尚较少^[7-8]。

本研究发现,狭窄组的CBF、CBV、MTT和TTP参数与对照组相比,差异有统计学意义($P<0.01$),提示颈动脉病变确实对脑灌注产生了影响。颈动脉病变主要通过减少血流量、限制血流速度以及改变血流动力学特性来影响脑血流^[9]。狭窄或闭塞性颈动脉病变使

表2 狭窄组与对照组前循环脑区脑灌注参数的比较

($\bar{x}\pm s$)

组别	n	CBF/(mL·100g ⁻¹ ·min ⁻¹)	CBV/(mL·100g ⁻¹)	MTT/s	TTP/s
对照组	50	50.45±6.88	4.48±0.48	9.85±1.15	21.85±1.80
狭窄组	86	44.05±7.43 ^a	4.04±0.65 ^a	11.18±2.23 ^a	23.41±2.42 ^a

与对照组比较: ^a $P<0.01$

表3 不同狭窄程度亚组前循环脑区脑灌注参数的比较

($\bar{x}\pm s$)

组别	n	CBF/(mL·100g ⁻¹ ·min ⁻¹)	CBV/(mL·100g ⁻¹)	MTT/s	TTP/s
轻度狭窄组	34	46.23±4.11	4.22±0.38	10.78±0.64	22.83±1.09
中度狭窄组	20	43.38±2.89 ^a	4.15±0.29	11.25±0.52 ^a	23.62±0.80 ^a
重度狭窄组	25	41.18±2.19 ^a	3.77±0.24 ^{ab}	11.65±0.56 ^{ac}	23.90±0.78 ^a
完全闭塞组	7	38.56±2.64 ^{abd}	3.52±0.20 ^{ab}	12.17±0.33 ^{abc}	24.67±0.62 ^{ac}

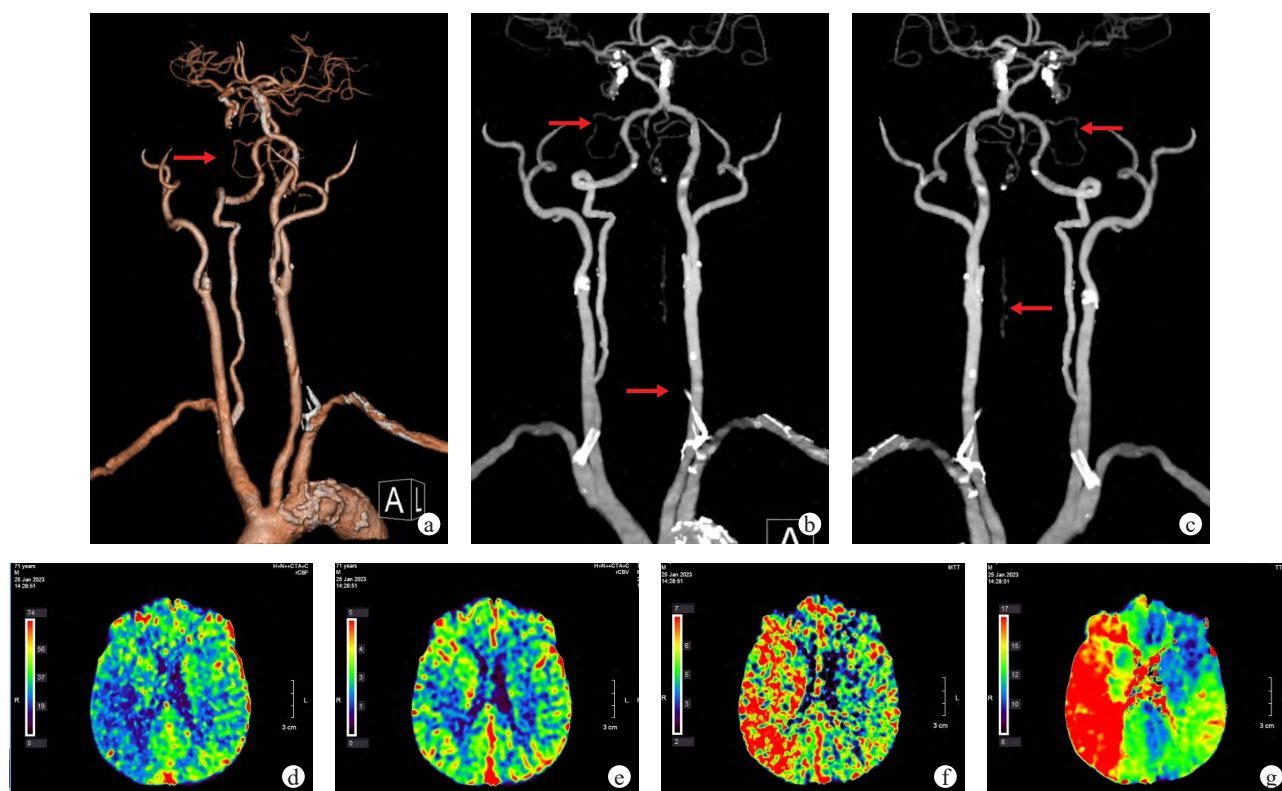
与轻度狭窄组比较: ^a $P<0.01$; 与中度狭窄组比较: ^b $P<0.01$, ^c $P<0.05$; 与重度狭窄组比较: ^d $P<0.01$, ^e $P<0.05$

表4 不同亚组全脑各CTP参数异常脑功能区分布情况的比较

($\bar{x}\pm s$)

组别	n	异常区域占全脑容量的百分比/%			
		CBF异常区域	CBV异常区域	MTT异常区域	TTP异常区域
轻度狭窄组	34	11.53±2.37	6.84±1.45	13.29±2.82	9.38±1.92
中度狭窄组	20	17.28±3.45 ^a	12.95±2.88 ^a	19.47±4.01 ^a	15.62±3.12 ^a
重度狭窄组	25	23.56±4.12 ^{ab}	18.24±3.67 ^{ab}	25.86±5.38 ^{ab}	21.89±4.56 ^{ab}
完全闭塞组	7	29.87±5.16 ^{abc}	24.63±4.93 ^{abc}	31.52±6.24 ^{abc}	28.16±5.87 ^{abc}

与轻度狭窄组比较: ^a $P<0.01$; 与中度狭窄组比较: ^b $P<0.01$; 与重度狭窄组比较: ^c $P<0.01$



头颈CTA示, a、b、c: 右侧颈内动脉及左侧椎动脉大部分管腔闭塞。全脑CTP示, d: 右侧大脑半球CBF局部降低; e: 右侧大脑半球CBV局部降低; f: MTT延迟; g: TTP延迟

图1 典型患者的影像学表现

血流受阻,导致相应供血区域的血流减少,同时血管狭窄还可能导致血流速度的变化,进一步影响局部脑组织的氧气供应^[10]。狭窄组脑灌注异常区域的出现,提示颈动脉狭窄或闭塞性病变可能导致脑血流减少、血容量降低、灌注时间延长等不良影响,这些脑灌注异常可能对局部脑组织造成氧供不足,增加缺血性损伤的风险^[11]。脑组织对缺氧非常敏感,长时间的低氧状态将导致细胞功能障碍,甚至永久性损伤,因此及时发现并评估颈动脉病变患者的脑灌注异常具有重要临床意义。已有文献报道表明,颈动脉病变与脑卒中风险密切相关^[12]。本研究结果进一步证实了这一关联。病变组脑灌注参数的差异不仅揭示了颈动脉病变可能导致的血流改变,还为临床医生提供了有用的信息,有助于制定个体化的治疗方案,因此全面评估脑灌注状态以及监测颈动脉病变的进展对于降低脑卒中风险、改善患者预后具有重要意义。

不同狭窄程度亚组之间的脑灌注参数差异表明,颈动脉狭窄程度与脑灌注异常的关系是复杂的。本文中,轻度狭窄组的异常脑功能区分布相对较少,而中度和重度狭窄组的异常区域明显增多,这可能与病变程度加重导致的血流动力学改变、脑血管自动调节功能损害以及栓塞性事件风险增加有关。随着颈动脉狭窄

程度的加重,局部血流速度增加,血流剪切力升高,可能导致内皮损伤、动脉硬化斑块形成和破裂,狭窄部位的血流速度减慢,进一步促进血栓形成,这些因素共同导致局部血流动力学改变,加大了栓塞性事件的风险^[13-14]。脑血管自动调节功能是维持脑血流量恒定的重要机制,可在血压波动时调整脑血管阻力,保证脑组织充分灌注,颈动脉狭窄加重时,脑血管自动调节功能可能受损,导致脑灌注异常^[15]。本文中,随着狭窄程度的加重,CBF、CBV呈下降趋势,MTT和TTP呈增加趋势,提示脑血流量降低,血容量减少,灌注时间延长,这些现象可能与脑血管自动调节功能损害有关。在这种情况下,脑灌注异常区域的分布可能受到颈动脉狭窄程度、病变部位、脑血管侧支循环建立情况等多种因素的影响,譬如侧支循环建立良好的患者可能出现较少的脑灌注异常区域,而侧支循环不足的患者则可能表现为更严重的脑灌注异常。上述分析可知,低剂量一站式头颈CTA及全脑CTP技术具有识别和定量分析脑灌注异常的能力,同时对于颈动脉病变的评估,其图像清晰度和分辨率也得到了验证,能够为临床医生提供详细的颈部血管病变信息。除此以外,采用单次注射对比剂的扫描方案,不仅可以减少造影剂剂量、降低患者辐射暴露,还能缩短检查时间,提高检查

效率。

综上,低剂量一站式头颈CTA及全脑CTP技术可为临床医生提供关于颈动脉病变和脑灌注异常的全面信息,该技术在脑卒中筛查、早期诊断和治疗方案制定中具有重要应用价值。为提高结果的代表性,未来研究者可进一步扩大样本量,并对颈部动脉病变患者进行长期随访,从而能更为准确地评估脑灌注异常对卒中发生和预后的影响。

参考文献:

- [1] 吴雯菁,姚柳,吴俊泉,等.多时相CTA联合CTP全脑灌注成像在缺血性脑卒中患者侧支循环影像学诊断中的应用价值[J].卒中与神经疾病,2020,27(1):38-46.
- [2] 陈晓华,潘延平,高咏梅,等.颈部血管彩超及颈部CTA联合CTP对急性脑梗死合并脑血管狭窄的诊断价值[J].海南医学,2020,31(10):1279-1282.
- [3] YI Y, XU C, WU W, et al. Low-dose CT perfusion with combined use of CTP and CTP-derived coronary CT angiography at 70kVp: Validation with invasive fractional flow reserve[J]. Eur Radiol, 2021, 31(2): 1119-1129.
- [4] 杨蓓,王翔,张树桐,等.低管电压结合低浓度造影剂对头颈CTA影像学图像质量的影响[J].医学临床研究,2019,36(3):436-438.
- [5] 侯进,王伟,叶晖,等.能谱CT脑灌注成像和头颈CTA联合扫描定量评估颈动脉狭窄对脑内血流储备的影响[J].中国医学装备,2019,16(5):15-18.
- [6] 孙丽娜.头颅CTA联合CTP在急性脑梗死后出血性转化预测中的应用[J].内蒙古医科大学学报,2020,42(2):135-139.
- [7] 徐佳玮,郑穗生,吴宗山,等.多模态能谱CT一站式头颈血管成像对急性后循环脑缺血诊断价值研究[J].临床放射学杂志,2021,40(8):1480-1486.

- [8] 方玉荣,崔冰,周顺厚.多时相CTA联合CTP对急性缺血性脑卒中患者脑血流灌注状态与预后评估的价值[J].北华大学学报(自然科学版),2022,23(1):84-88.
- [9] KJAER S K, COUR C D, BUCHWALD C V, et al. Low-dose aspirin use and mortality risk in patients with head and neck cancer: A nationwide cohort study of 10770 patients[J]. Int J Cancer, 2022, 150(6): 969-975.
- [10] 刘海燕,章辉庆,邱晓晖,等.RevolutionCT低剂量头颈部CTA联合颅脑CTP一站式检查的价值[J].安徽医学,2020,41(2):194-197.
- [11] 赵丽娜,翟江玉,雷明,等.全脑CT灌注及动态CT血管成像对大脑中动脉狭窄患者预后的预测价值[J].解放军医药杂志,2020,32(9):66-71.
- [12] LI B, HIRATA E Y, BACLAY J, et al. Low-cost, multi-center, longitudinal remote training improves confidence in head and neck contouring[J]. Int J Radiat Oncol Biol Phys, 2021, 111(3): 348-349.
- [13] MENON N S, NORONHA V, JOSHI A, et al. Quality of life in patients with locally advanced head and neck cancer undergoing chemoradiation with once-a-week versus once-every-three-weeks cisplatin[J]. J Clin Oncol, 2020, 38(15): 12092-12093.
- [14] YUAN N, RAO S, CHEN Q, et al. Head and neck synthetic CT generated from ultra-low-dose cone-beam CT following image gently protocol using deep neural network[J]. Med Phys, 2022, 49(5): 3263-3277.
- [15] OLEKSIK A, KRUK M, PUGLIESE F, et al. Regadenoson dynamic computed tomography myocardial perfusion using low-dose protocol for evaluation of the ischemic burden. ULYSSES study[J]. J Cardiovasc Comput Tomogr, 2020, 14(5): 428-436.

丹毒复发的危险因素分析

杜梦斐¹, 窦欣², 陈勇¹ (湛江中心人民医院 1. 皮肤科; 2. 中医科, 广东湛江 524045)

摘要:目的 了解丹毒复发的危险因素。方法 分析171例丹毒患者的临床资料,统计复发丹毒的特点;采用多因素logistic回归分析丹毒复发的危险因素。结果 丹毒的复发率为29.8%(51例)。复发病灶区域以下肢为主(42例,占82.4%),夏季复发较高(20例,占39.2%)。下肢丹毒(OR=3.22, $P<0.05$)、慢性淋巴水肿(OR=4.12, $P<0.01$)、糖尿病(OR=2.60, $P<0.05$)、静脉曲张(OR=5.63, $P<0.01$)、体质指数 $>30\text{ kg/m}^2$ (OR=3.00, $P<0.01$)是丹毒复发的独立危险因素。结论 下肢发病、慢性淋巴水肿、糖尿病、静脉曲张、体质指数 $>30\text{ kg/m}^2$ 的丹毒患者更容易复发。

关键词: 丹毒; 复发; 危险因素

中图分类号: R 751

文献标志码: A

文章编号: 2096-3610 (2023) 06-0635-03

收稿日期: 2023-07-18

基金项目: 湛江市科技计划项目(2021B01133)

作者简介: 杜梦斐(1986-),女,本科,主治医师, E-mail: dmf3639105@163.com