

论 著

CT胰腺组织灌注参数对急性胰腺炎患者病情的评估价值研究

王浩东 李学周 孟思元*

海军军医大学第一附属医院放射诊断科
(上海 200433)

【摘要】目的 分析电子计算机断层扫描(CT)胰腺组织灌注参数对急性胰腺炎(AP)患者病情的评估价值。**方法** 选取本院74例AP患者,按照病情严重程度将其分为轻症组、中度重症组与重症组,并取同期70例体检健康者纳入对照组,均接受CT胰腺组织灌注成像检查,比较四组CT灌注参数[血流量(BF)、峰值时间(TTP)、平均通过时间(MTT)、血容量(BV)及表面通透性(PS)],使用spearman法分析CT灌注参数与AP病情程度相关性,并采用受试者工作特征(ROC)曲线分析CT灌注参数对重症AP的评估价值。**结果** 四组TTP、MTT比较无显著差异($P>0.05$);重症组BF、BV明显低于其余三组($P<0.05$),中度重症组BF、BV明显低于轻症组与对照组($P<0.05$),且轻症组BF、BV明显低于对照组($P<0.05$);重症组PS明显高于其余三组($P<0.05$),中度重症组PS明显高于轻症组与对照组($P<0.05$),轻症组PS明显高于对照组($P<0.05$);BF、BV与AP病情程度呈负相关($P<0.05$),PS与AP病情程度呈正相关($P<0.05$);BF、BV、PS及联合评估重症AP曲线下面积(AUC)依次为0.850、0.917、0.841、0.972,联合评估敏感度95.16%,特异度92.48%。**结论** CT胰腺组织灌注参数BF、BV、PS与AP病情程度密切相关,联合用于重症AP的评估具有较高效能。

【关键词】 急性胰腺炎;胰腺组织;
电子计算机断层扫描;灌注成像;病情

【中图分类号】R576

【文献标识码】A

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2025.08.034

Value of CT Pancreatic Tissue Perfusion Parameters in Evaluating the Condition of Patients with Acute Pancreatitis

WANG Hao-dong, LI Xue-zhou, MENG Si-yuan*

Department of Radiodiagnosis, The First Affiliated Hospital of Naval Medical University, Shanghai 200433, China

ABSTRACT

Objective To analyze the value of computed tomography (CT) pancreatic tissue perfusion parameters in evaluating the condition of patients with acute pancreatitis (AP). **Methods** A total of 74 patients with AP were selected and divided into mild group, moderate-severe group, and severe group according to the severity. Meanwhile, 70 healthy individuals were selected as the control group. All subjects underwent CT pancreatic tissue perfusion imaging. CT perfusion parameters [blood flow (BF), time to peak (TTP), mean transit time (MTT), blood volume (BV) and permeability surface (PS)] of the four groups were compared. Spearman method was used to analyze the correlation between CT perfusion parameters and the severity of AP. The receiver operating characteristic (ROC) curve was used to analyze the value of CT perfusion parameters in evaluating severe AP. **Results** TTP and MTT in the four groups were comparable ($P>0.05$). BF and BV in the severe group were significantly smaller than those in the other three groups ($P<0.05$). BF and BV in the moderate-severe group were significantly smaller than those in the mild group and the control group ($P<0.05$). BF and BV in the mild group were significantly smaller than those in the control group ($P<0.05$). PS of the severe group was significantly higher than that of the other three groups ($P<0.05$). PS of the moderate-severe group was significantly higher than that of the mild group and the control group ($P<0.05$), and PS of the mild group was significantly higher than that of the control group ($P<0.05$). BF and BV were negatively correlated with the severity of AP ($P<0.05$), while PS was positively correlated with the severity of AP ($P<0.05$). The areas under the curve (AUCs) of BF, BV, PS, and their combination for evaluating severe AP were 0.850, 0.917, 0.841, and 0.972. The sensitivity and specificity of joint evaluation were 95.16% and 92.48%. **Conclusion** CT pancreatic tissue perfusion parameters (BF, BV and PS) are closely related to the severity of AP. Combined use of these parameters is efficient in evaluating severe AP.

Keywords: Acute Pancreatitis; Pancreatic Tissue; Computed Tomography; Perfusion Imaging; Condition

急性胰腺炎(AP)属于临床主要急腹症,按照病因差异能够将其分为高脂血症性、胆源性以及酒精性胰腺炎三类。当前,我国AP临床发病率仍处于较高水平,患者总病死率大约3.8%~7.0%,对于重症AP患者,病死率可达10%~30%^[1]。临床早期准确评估AP重症趋势,有利于为临床医师于一定时间窗内实施合理、有效干预措施提供指导,对改善患者预后意义重大。AP基本病理特征为胰酶对胰腺与邻近组织进行消化,同时出现无菌性炎症^[2]。然而当前临床尚未完全明确AP具体病机。相关研究表明,AP病理发展期间,局部组织具有明显血流灌注降低改变与微循环障碍,了解病灶组织之中血流灌注状态有利于明确AP相关发生机制,为该病临床诊治提供指导^[3-4]。在医学影像学技术不断发展背景下,功能性电子计算机断层扫描(CT)技术逐渐受到人们的关注,并且成为研究热点,其中包括CT灌注成像技术。CT灌注成像有效结合了功能信息以及高空间分辨率,能够反映实质器官组织血供情况^[5]。以往关于CT灌注成像用于胰腺疾病的报道主要集中在AP病变和胰腺肿瘤鉴别上,关于其用于重症AP评估效能的报道较少。基于此,本文探究了CT胰腺组织灌注参数对AP患者病情的评估价值,希望为临床更好评估重症AP提供参考。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取2023年10月至2024年10月本院收治的74例AP患者。

纳入标准:(1)符合AP诊断标准^[6];(2)≥18岁;(3)发病48h内接受CT胰腺组织灌注成像,且资料完整;(4)精神、意识及智力正常,可以配合检查。排除标准:(1)合并影响胰腺血流其他疾病;(2)合并心肝肾肺等严重脏器疾病;(3)因肿瘤压迫/经内镜逆行胰胆管造影引起的AP;(4)慢性胰腺炎或者过敏体质者;(5)妊娠、哺乳期以及肿瘤患者;(6)合并感染、血液系统、神经系统或者免疫性疾病等;(7)近1个月内存在严重外伤史或者手术史。并取同期性别、年龄等与之相匹配体检健康者70例纳入对照组。研究符合《赫尔辛基宣言》原则。依据亚特兰大分类标准^[7]进行AP病情判断,轻症:不存在器官衰竭与相关并发症;中度重症:出现需干预并发症/一过性器官衰竭,急性生理与慢性健康评分系统II(APACHE II)至少8分,Ranson评分至少3分,改良CT严重指数(MCTSI)至少4分,AP病情床旁指数(BISAP)至少3分;重症:表现出持续性器官衰竭情况,评估显示改良Marshall评分至少2分。按照病情分别纳入轻症组、中度重症组以及重症组。

1.2 方法 CT灌注成像:通过SOMATOM Force双源CT(厂家:西门子公司)予以腹部扫描,开始扫描前应严格进食,并于扫描前10min摄入水大约400~500mL。相关扫描参数

【第一作者】王浩东,男,技师,主要研究方向:CT、MRI技术。E-mail: wanghaodong1210@163.com

【通讯作者】孟思元,男,技师,主要研究方向:CT、MRI技术。E-mail: mengsiyuan214@163.com

如下：电压值为120kV，电流值为100mA，重建间隔与厚度均为5mm。指导受检者调整为仰卧位，予以常规腹平扫，通过平扫确定胰腺具体位置，然后取胰腺组织显示最清晰以及最全面层面用于灌注扫描；采取非离子型对比剂进行增强扫描，选择碘海醇（体积90mL），控制3mL/s流率，在延迟注射6s后实施动态灌注扫描操作，指导受检者深呼吸同时屏气30s，控制每秒完成一次扫描，连续30次。所选模式与相关参数如下：BODY PCT模式，运行管电压与管电流分别为120kV、120mA，时间与覆盖范围分别为0.5s/圈、48mm。将摄取到的图像传输到本机工作站，然后取图像清晰至少4个灌注层面予以分析，选取感兴趣区时，注意面积不超过10mm²，同时尽可能避开胰腺边缘、大血管、胆管与胰管，通过自带软件，依据去卷积算法进行相关参数计算，包括血流量(BF)、峰值时间(TTP)、平均通过时间(MTT)、血容量(BV)及表面通透性(PS)。

1.3 统计学方法 使用SPSS 25.0进行统计学分析，计数资料以“n(%)”形式表示，采取 χ^2 检验；服从正态分布规律计量资料以($\bar{x} \pm s$)形式表示，多组以单因素方差分析法检验，多组间两两比较选择SNK-q检验；采取spearman法进行相关性分析；应用受试者工作特征(ROC)曲线分析CT灌注参数对重症AP的评估效

能。检验水准 α 为0.05。

2 结果

2.1 四组一般资料比较 见表1。四组性别、年龄、体重指数、吸烟史及饮酒史等比较无显著差异($P>0.05$)。

2.2 四组CT胰腺组织灌注参数比较 见表2。四组TTP、MTT比较无显著差异($P>0.05$)；重症组BF、BV明显低于其余三组($P<0.05$)，中度重症BF、BV明显低于轻症组与对照组($P<0.05$)，且轻症组BF、BV明显低于对照组($P<0.05$)；重症组PS明显高于其余三组($P<0.05$)，中度重症组PS明显高于轻症组与对照组($P<0.05$)，轻症组PS明显高于对照组($P<0.05$)。

2.3 CT灌注参数与AP病情程度相关性 见表3。BF、BV与AP病情程度呈负相关($P<0.05$)，PS与AP病情程度呈正相关($P<0.05$)。

2.4 BF、BV、PS对重症AP的评估价值 BF、BV、PS及联合评估重症AP曲线下面积(AUC)相关参数见表4；BF、BV、PS及联合评估AUC依次为0.850、0.917、0.841、0.972，联合评估敏感度95.16%，特异度92.48%。下图1为ROC分析详图。

2.5 典型重症AP CT影像图片 见图2~3。

表1 四组一般资料比较[n(%)]

组别	性别		年龄(岁)	体重指数(kg/m ²)	吸烟史	饮酒史
	男	女				
对照组(n=70)	46(65.71)	24(34.29)	48.25±8.26	23.91±2.40	36(51.43)	31(44.29)
轻症组(n=28)	17(60.71)	11(39.29)	50.01±8.74	23.65±2.38	13(46.43)	12(42.86)
中度重症组(n=25)	15(60.00)	10(40.00)	49.96±8.12	23.59±2.37	11(44.00)	13(52.00)
重症组(n=21)	13(61.90)	8(38.10)	50.37±8.51	23.87±2.41	10(47.62)	9(42.86)
χ^2/F	0.390		0.594	0.156	0.497	0.599
P	0.942		0.620	0.926	0.920	0.897

表2 四组CT胰腺组织灌注参数比较

组别	BF[mL/(100mL·min)]	TTP(0.1s)	MTT(s)	BV(mL/L)	PS[mL/(100mL·min)]
对照组(n=70)	172.23±35.69 ^{*△}	143.57±29.62	8.69±1.67	231.74±42.05 ^{*△}	16.35±3.28 ^{*△}
轻症组(n=28)	90.65±18.02 [#]	145.06±26.73	8.84±1.61	113.28±22.79 [#]	25.03±5.26 [#]
中度重症组(n=25)	75.14±14.15 [*]	146.58±28.12	8.23±1.59	95.16±18.02 [*]	30.04±5.83 [*]
重症组(n=21)	59.03±13.68	146.92±27.35	8.07±1.63	75.36±13.35	34.89±6.78
F	151.770	0.115	1.380	214.115	107.341
P	<0.001	0.951	0.251	<0.001	<0.001

注：与重症组比较，^{*} $P<0.05$ ；与中度重症组比较，[#] $P<0.05$ ；与轻症组比较，[△] $P<0.05$ 。

表3 相关性分析

CT灌注参数	AP病情程度	
	rs	P
BF	-0.513	<0.001
BV	-0.685	<0.001
PS	0.476	<0.001

表4 AUC参数

变量	AUC	标准误	P	渐进95%置信区间		敏感度(%)	特异度(%)
				上限	下限		
BF	0.850	0.043	<0.001	0.765	0.935	95.21	64.18
BV	0.917	0.031	<0.001	0.857	0.978	95.17	77.42
PS	0.841	0.054	<0.001	0.735	0.948	85.73	71.68
联合	0.972	0.015	<0.001	0.938	1.000	95.16	92.48

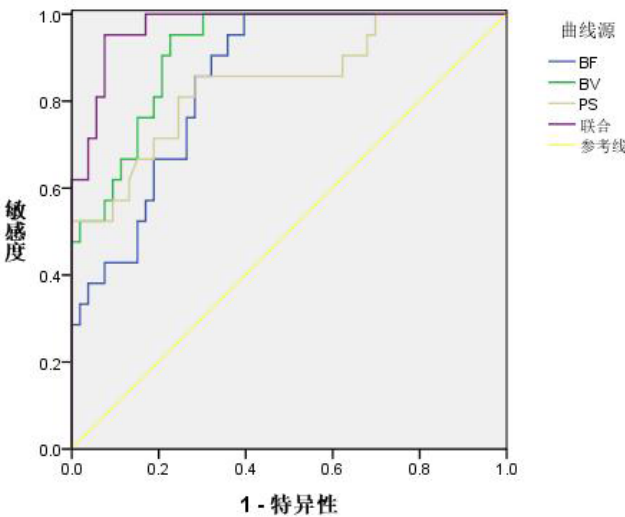


图1 BF、BV、PS评估重症AP的ROC曲线图。

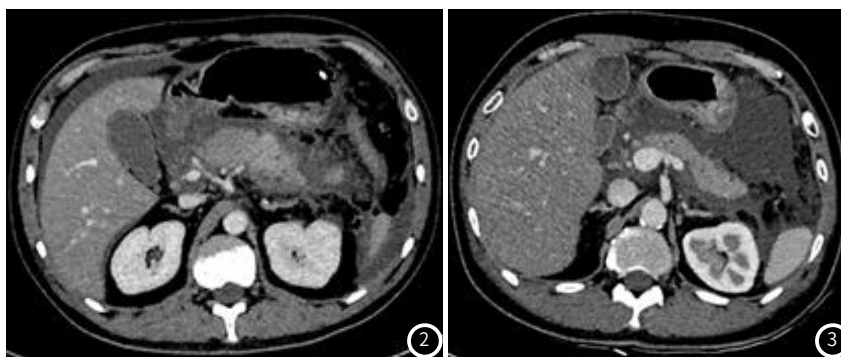


图2 急性重症高脂血症胰腺炎CT图片。图3 急性重症胰腺炎CT图片。

图2急性高脂血症胰腺炎(重症), 38岁, 男性, CT平扫显示胰腺体积增大, 胰管未见明显扩张, 增强后胰头局部相对强化减低, 十二指肠及胰腺周围脂肪间隙模糊并见多发片絮状密度增高。

图3: 急性重症胰腺炎, 52岁, 男性, CT平扫显示胰腺肿胀, 体尾部为著, 增强未见异常强化影, 胰腺、胃腔及十二指肠周围见大量液性低密度影, 周围大量渗出。

3 讨论

在AP早期进行合理、有效干预能够更大程度抑制病情恶化, 也有利于改善重症患者预后。怎样早期准确发现重症AP高危者为现今诊治AP主要挑战。以往APACHEII、BISAP评分、MCTSI与Ranson评分等尽管可以评估AP患者病情, 但是实际操作复杂繁琐, 导致这些评分方式的应用受到了一定限制, 故寻找更加简单、操作快速、客观及准确的评估方式在早期发现重症AP具有积极价值与较大现实意义。

现阶段, 临床一般认为AP形成与炎症反应、微循环障碍以及免疫失调等相关^[8-10]。胰腺病灶组织中发生微循环障碍为AP产生与发展主要病理生理变化, 相关炎症因子损伤胰腺血管内皮后, 将诱发微血管痉挛, 导致血管通透性出现增高改变, 于该基础上继续发展, 会产生血流灌注减少现象与微循环障碍, 病情严重者可出现局部组织坏死^[11-12]。螺旋CT技术扫描范围大, 并且扫描快速, 可由多个角度呈现胰腺各处血流灌注状态, 同时可以通过后处理重组技术更好展现病变。与动态扫描方式不同, CT灌注扫描是通过静脉通道团注一定对比剂, 并连续扫描感兴趣层面, 生成时间-密度曲线, 然后通过不同数学模型, 得到BF、TTP、MTT、BV以及PS等灌注参数, 可以有效量化反映相应组织之中血流灌注量改变情况, 为CT应用领域较为先进科技。本研究发现, AP患者BF、BV相比正常者明显降低, PS明显升高。主要因为AP形成过程中会产生微血管痉挛、血液黏稠度升高与微血栓形成等变化, 出现血流动力学异常改变, 使得胰腺组织缺血, 呈现为血流灌注降低。以往有研究表明, 轻症AP患者早期血流参数具有短时间高灌注特征, 但随着病情进展, 将产生等/稍低血流灌注情况^[13]。陈望等^[14]研究发现, 重症AP患者BF、BV明显低于轻症AP患者, 能够辅助AP病情评估。本研究显示, BF、BV为: 重症组<中度重症<轻症组<对照组, 组间差异显著, BF、BV与AP病情程度呈显著负相关, 随着AP病情程度加重, BF、BV呈现明显降低趋势, 与上述研究观点一致。轻症AP病理改变主要包括胰腺肿大以及水肿、分叶显示模糊并且质脆、点状脂肪坏死、间质水肿等, 不存在明显实质坏死, 同时亦未出现明显血管损害以及出血^[15-16]; 随着AP病情加重, 胰腺部位有效机能血管床明显减少, 出现血液循环障碍, 使得各种消化酶得到激活, 引起自身消化, 造成胰腺坏死、小胰管以及腺泡破裂, 同时小血管由于损伤出血, 最终表现为明显血流低灌注, 这种表现在重症AP中更显著。本研究中, 不同AP病情程度组TTP、MTT无显著差异, 但PS与AP病情程度呈显著正相关, 随着AP病情程度加重, PS呈现明显升高趋势。可能因为AP病情越重, 机体炎症反应加剧, 在炎症介质刺激下, 胰腺部位血管内皮细胞出现异常收缩变化, 内皮细胞损伤加重, 同时血管之中流体静压力以及组织胶体渗透压增加, 促使血管通透性明显升高^[17]。本研究对BF、BV及PS联合评估重症AP的价值进行创新性分析, 发现BF、BV、PS及联合评估重症

AP的AUC分别为0.850、0.917、0.841、0.972, 其中联合评估效能最大, 敏感度与特异度可达95.16%、92.48%。CT胰腺组织灌注参数BF、BV、PS有望成为临床评估AP病情客观、有效影像学方式。

综上, AP患者存在BF、BV异常降低及PS异常升高变化, BF、BV与AP病情程度具有显著负相关性, PS与AP病情程度具有显著正相关性, 这三项参数联合评估重症AP效能较高。

参考文献

- [1] 徐炎松, 宋凯, 尹冉, 等. 急性胰腺炎患者血清Apo B/A1、MAP1-LC3和ICAM-1水平在早期病情评估中的价值[J]. 中华急诊医学杂志, 2022, 31(4): 551-556.
- [2] Szatmary P, Grammatikopoulos T, Cai W, et al. Acute pancreatitis: diagnosis and treatment[J]. Drugs, 2022, 82(12): 1251-1276.
- [3] Wang X, Cui T, Zhang T, et al. Angiotensin-(1-7) restores microcirculation profiles in acute pancreatitis: secret of telomerase reverse transcriptase[J]. Pancreas, 2022, 51(8): 1047-1055.
- [4] 莫双阳, 邹格, 覃素梅, 等. 还原型谷胱甘肽对急性胰腺炎微循环和氧化应激的影响[J]. 中国临床医生杂志, 2020, 48(4): 443-445.
- [5] 陈钰莹, 黄小华, 明兵, 等. 急性胰腺炎血清胰酶与胰腺微循环相关性的CT灌注研究[J]. 临床放射学杂志, 2023, 42(6): 942-946.
- [6] 中华医学会外科学分会胰腺外科学组. 中国急性胰腺炎诊治指南(2021)[J]. 中华外科杂志, 2021, 59(7): 578-587.
- [7] Banks PA, Bollen TL, Dervenis C, et al. Classification of acute pancreatitis--2012: revision of the Atlanta classification and definitions by international consensus[J]. Gut, 2013, 62(1): 102-111.
- [8] Trikudanathan G, Yazici C, Evans Phillips A, et al. Diagnosis and management of acute pancreatitis[J]. Gastroenterology, 2024, 167(4): 673-688.
- [9] Colvin SD, Smith EN, Morgan DE, et al. Acute pancreatitis: an update on the revised Atlanta classification[J]. Abdom Radiol (NY), 2020, 45(5): 1222-1231.
- [10] Vishnupriya K, Chanmugam A. Acute pancreatitis: the increasing role of medical management of a traditionally surgically managed disease[J]. Am J Med, 2022, 135(2): 167-172.
- [11] 宋杰, 银艳桃, 王建超, 等. 血塞通对急性胰腺炎瘀毒互结证患者的炎症、微循环以及肠屏障功能的影响[J]. 中国中医基础医学杂志, 2021, 27(8): 1289-1294.
- [12] 张旭东, 王志浩, 方思琪, 等. 血管内皮生长因子对重症急性胰腺炎大鼠微循环障碍的改善作用[J]. 现代药物与临床, 2022, 37(8): 1697-1701.
- [13] 石宏哲, 王海霞, 秦伟, 等. MSCT灌注成像参数在重症急性胰腺炎临床诊治中的应用价值[J]. 中国CT和MRI杂志, 2022, 20(4): 112-114.
- [14] 陈望, 简雪峰, 赵珂, 等. 螺旋CT灌注参数联合血清sFlt-1、B7-H3、鸢尾素在急性胰腺炎患者病情评估中的应用价值[J]. 中国CT和MRI杂志, 2021, 19(4): 100-103.
- [15] 邹萍, 张来安, 李继兵, 等. 胰腺MSCT灌注扫描参数对鉴别重症急性胰腺炎并发胰周感染的价值[J]. 局解手术学杂志, 2022, 31(5): 428-431.
- [16] 苏灿, 黄小华, 祝元仲, 等. 基于生化指标与CT灌注参数的机器学习模型在早期预测重症急性胰腺炎发生中的临床价值[J]. 中国医学计算机成像杂志, 2022, 28(5): 497-504.
- [17] 郭俊, 闵飞. 血必净注射液联合奥曲肽对重症急性胰腺炎患者胰腺血流灌注及血流动力学的影响[J]. 天津中医药, 2021, 38(6): 732-735.

(收稿日期: 2025-01-08)

(校对编辑: 姚丽娜、韩敏求)