

• 腹部影像学 •

双源 CT 动脉期增强图像上肝静脉和下腔静脉返流的影响因素分析

王笑, 乔建兰, 龚建中, 刘新疆

【摘要】 目的:探讨双源 CT 动脉期增强图像上出现下腔静脉及肝静脉返流(IVCHVR)的影响因素。**方法:**回顾性分析 2019 年 12 月—2020 年 2 月在本院同时行腹部 CT 增强扫描和多普勒超声心动图检查的 459 例患者的临床和影像资料。出现返流者 246 例,无返流者 213 例。比较返流组和无返流组的临床和影像资料,并采用 Logistic 回归分析筛选 IVCHCR 的危险因素。**结果:**最终入组 459 例患者,其中返流组共计 246 例,无返流组 213 例。下腔静脉返流组中,Ⅰ型 187 例、Ⅱ型 34 例、Ⅲ型 25 例;下腔静脉返流合并肝静脉返流 48 例;伴有二尖瓣返流 71 例、三尖瓣返流 115 例、主动脉瓣返流 64 例、肺动脉瓣返流 108 例、肺动脉高压 118 例、右心室收缩功能降低 181 例、室壁瘤 1 例及心包积液 9 例。无返流组中,伴有二尖瓣返流 32 例、三尖瓣返流 30 例、主动脉瓣返流 34 例、肺动脉瓣返流 30 例、肺动脉高压 44 例、右心室收缩功能降低 111 例和心包积液 4 例。返流组和无返流组中下腔静脉直径分别为 (30.06 ± 4.31) 和 (21.28 ± 3.97) mm,差异具有统计学意义($t=0.12, P<0.05$)。单因素分析显示二尖瓣返流、三尖瓣返流(a)、主动脉瓣返流、肺动脉瓣返流(b)、肺动脉高压(c)、右心室收缩功能降低(d)及右心疾病(a~d 中任意 1 项)这 7 个危险因素与肝静脉和下腔静脉返流具有相关性($P<0.05$)。Logistic 回归分析显示三尖瓣返流、肺动脉高压、右心室收缩功能降低和右心疾病是出现肝静脉和下腔静脉返流的独立危险因素($P<0.05$)。**结论:**三尖瓣返流、肺动脉高压、右心室收缩功能降低和右心疾病是 IVCHVR 的独立危险因素,提示右心功能不全可能是导致 IVCHVR 的原因。

【关键词】 下腔静脉; 返流; 三尖瓣返流; 体层摄影术, X 线计算机

【中图分类号】 R445.1; R445.3 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2021)12-1548-05

DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2021.12.017

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Analysis of influencing factors of inferior vena cava and hepatic vein reflux on arterial phase enhanced images on dual source CT WANG Xiao, QIAO Jian-lan, GONG Jian-zhong, et al. Department of Radiology, Shanghai Pudong Hospital, Fudan University Pudong Medical Center, Shanghai 201399, China

【Abstract】 Objective: The purpose of this study was to investigate the influencing factors of inferior vena cava (IVC) and hepatic vein (HV) reflux (IVCHVR) on abdominal enhanced images at arterial phase scanned by dual source CT. **Methods:** 459 patients who underwent abdominal contrast enhanced CT and Doppler echocardiography were retrospectively analyzed. The clinical and imaging data of the reflux group and non-reflux group were recorded and compared, and Logistic regression analysis was used to select out the risk factors of IVCHVR. **Results:** Of the 459 patients, there were 246 cases with reflux and 213 cases without reflux. In the IVC reflux group, there were 187 cases of type I reflux, 34 cases of type II, 25 cases of type III; 48 cases IVC reflux combined with HV reflux; 71 cases with mitral regurgitation (MR), 115 with tricuspid regurgitation (TR), 64 with aortic regurgitation (AR), 108 with pulmonary valve regurgitation (PVR), 118 with pulmonary hypertension (PH), 181 with right ventricular systolic dysfunction (RVSD), 1 with ventricular aneurysm and 9 with pericardial effusion. In the non-reflux group, 32 cases with MR, 30 with TR, 34 with AR, 30 with PVR, 44 with

作者单位: 201399 上海, 上海市浦东医院, 复旦大学附属浦东医院放射科

作者简介: 王笑(1983—), 男, 四川绵阳人, 硕士研究生, 主治医师, 主要从事影像诊断工作。

通讯作者: 刘新疆, E-mail: lxj6513@163.com; 龚建中, E-mail: 18918355119@163.com

基金项目: 上海市浦东新区卫生健康委员会 2020 年卫生科技项目(PW2020A-35); 复旦大学附属浦东医院院级课题项目(YJRCJJ201901); 复旦大学附属浦东医院院级人才项目(PY2020003)

PH, 111 with RVSD, 4 with pericardial effusion. The average IVC diameter of the reflux group and non-reflux group were (30.06 ± 4.31) and (21.28 ± 3.97) mm, respectively, with statistical significance ($t=0.12, P<0.05$). The univariate analysis showed that 7 risk factors including MR, TR, AR, PVR, PH, RVSD and right-sided heart disease (one of TR, PVR, PH and RVSD was found) were correlated with reflux ($P<0.05$). Logistic multivariate regression analysis showed that TR, PH, RVSD and right-sided heart disease were independent risk factors of reflux ($P<0.05$). **Conclusion:** TR, PH, RVSD, Right-sided heart disease are the independent risk factors of IVCHVR, and it suggests that right-sided heart dysfunction may be the cause of IVCHVR.

【Key words】 Inferior vena cava; Reflux; Tricuspid regurgitation; Tomography, X-ray computed

腹部 CT 增强检查时,对比剂通过高压注射器经肘前静脉注入,动脉期对比剂经右心房进入下腔静脉和肝静脉,称为下腔静脉和肝静脉返流(Inferior vena cava and hepatic vein reflux, IVCHVR)。相关文献报道这种影像表现与心脏疾病有关,尤其是心包填塞、右心疾病、瓣膜性心脏病、肺动脉栓塞等^[1-8]。国内相关报道较少^[3,4],容易忽视该征象。本研究通过对 2019 年 12 月至 2020 年 2 月期间,在本院行腹部 CT 增强检查出现返流的动脉期 CT 图像进行分析,并结合患者多普勒超声心动图表现及临床资料,探讨 IVCHVR 的影响因素。

材料与方法

1. 临床资料

回顾性分析 2019 年 12 月—2020 年 2 月在本院行腹部 CT 增强检查的 696 例患者的病例资料。纳入标准:①同时行腹部 CT 增强和多普勒超声心动图检查,且两种检查的时间间隔不超过 2 周;②有完整的临床资料及实验室检查结果。排除标准:①有肝脏疾病如动静脉瘘等导致下腔静脉提前显影;②影像资料较差,无法满足诊断要求。最终入组 459 例,其中 IVCHVR 组 246 例,无 IVCHVR 组 213 例。

2. 检查方法

使用 Siemens Somatom Definition Flash 双源 CT 机进行 CT 扫描。患者取仰卧位,扫描范围自膈顶至耻骨联合水平。平扫完成后,使用高压注射器经肘前静脉团注对比剂碘海醇(300 mg I/mL;扬子江药业集团有限公司),剂量 1.5 mL/kg,注射流率 3.0 mL/s,动脉期、静脉期和延迟期的延迟时间分别为 20~25、60~70 和 180 s。扫描参数:120 kV, 200~350 mA,视野 $40 \times 40 \sim 50 \times 50$ cm,层厚 1.25 mm,层间距 1.25 mm,矩阵 512×512 ;球管转速 $0.6 \sim 0.8$ s/r,螺距 $1.000 \sim 1.375$,标准重建。将所有图像传输至 Syngo.via VB10B 工作站,采用多平面重组(multi-planar reformation, MPR)和容积再现(volume rendering, VR)方法进行图像重组。

超声心动图检查使用 Siemens Acuson-SC2000 型彩色多普勒超声诊断仪,探头频率 3.0 MHz。患者取左侧卧位,取心脏的各标准切面,观察心脏的形态和功能异常情况。

由一位超声科主治医师搜集和分析患者的超声心动图检查数据,由两位放射科副主任医师共同观察和分析 CT 图像,评估下腔静脉和肝静脉的返流程度,遇到分歧时通过协商讨论达成一致意见。

返流的判断标准:①动脉期 CT 增强图像上可见下腔静脉和(或)肝静脉提前显影;②提前显影的下腔静脉和肝静脉段的近心端管腔内 CT 值高于远心端,返流下缘呈不规则形、C 形或环形强化(图 1~5)。

在连续横轴面 CT 图像上,依据高密度对比剂返流至不同的解剖层面将返流程度分为 3 型。I 型:高密度对比剂返流至右心房下缘与第 2 肝门水平之间;II 型:高密度对比剂返流至第 2 肝门平面与第 1 肝门平面之间,伴或不伴肝静脉显影;III 型:高密度对比剂返流至第 1 肝门平面以下,伴或不伴肝静脉显影。在横轴面 CT 图像上,于右心房下缘水平向下 20 mm 处测量下腔静脉的前后径,前后径 >25 mm 判断为下腔静脉扩张^[9]。

3. 统计学方法

应用 Medcalc 18.2.1 统计软件对所有资料进行数据分析,计量资料以均数±标准差表示,组间比较采用两独立样本 t 检验;计数资料的组间比较采用 χ^2 检验。采用 Logistic 多因素回归分析筛选预测 IVCHVR 的独立危险因素,并采用受试者工作特征曲线(ROC)评估危险因素对 IVCHVR 的诊断效能。以 $P<0.05$ 为差异具有统计学意义。

结 果

1. 基本临床资料

本研究共纳入 459 例患者,其中 IVCHVR 组 246 例,无 IVCHVR 组 213 例。IVCHVR 组中男 130 例,女 116 例,年龄 (66.2 ± 14.4) 岁;返流程度:I 型 187 例、II 型 34 例、III 型 25 例;下腔静脉返流合并肝静脉

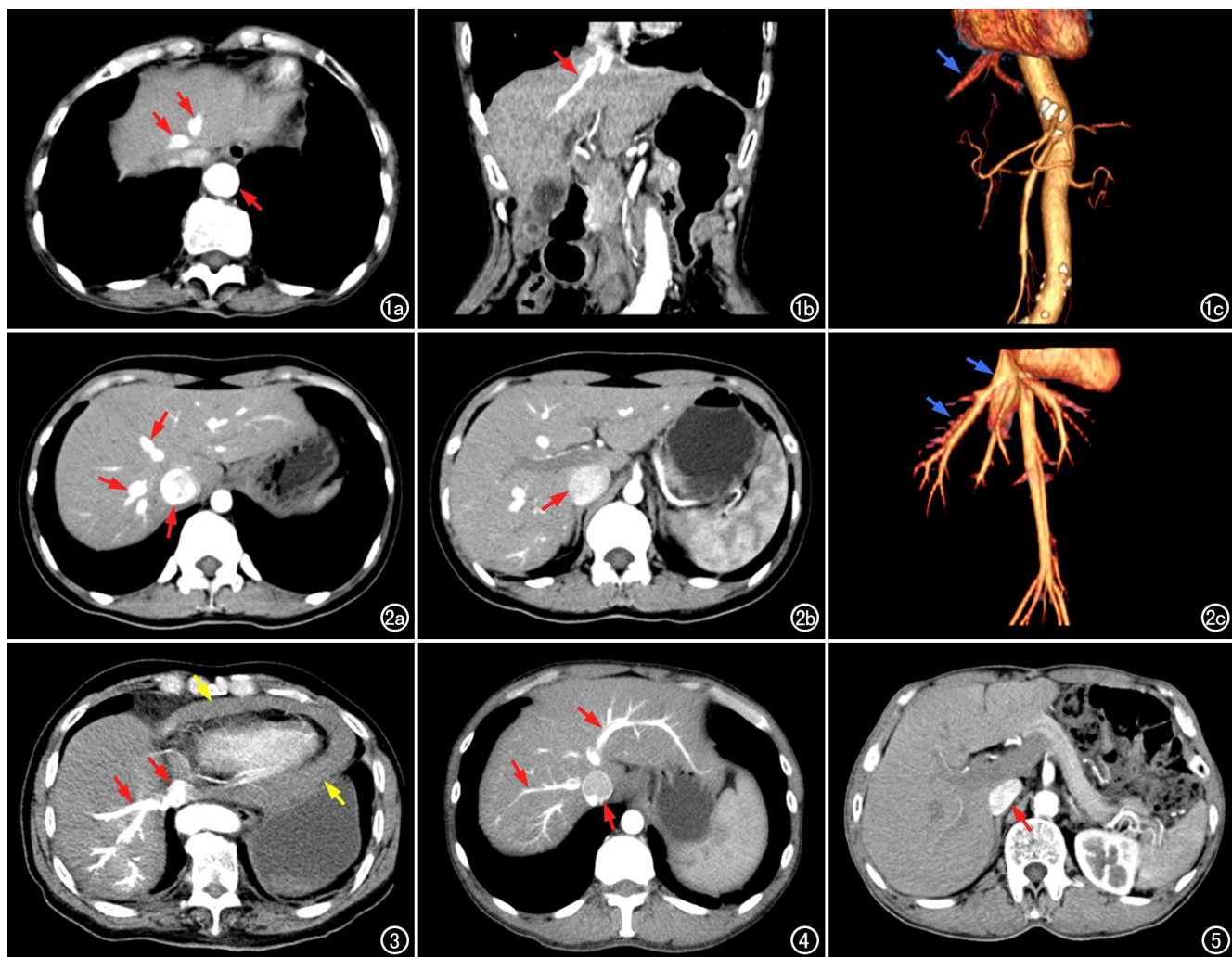


图1 女,85岁,超声心动图提示二、三尖瓣返流。a)CT增强动脉期图像,显示下腔静脉、肝静脉显著强化(红箭),肝静脉返流未到达周围肝实质(II型返流);b)冠状面重组图像,显示肝静脉返流(红箭);c)VR图像,显示肝静脉返流(蓝箭)。图2 女,24岁,超声心动图未见异常。a)CT增强动脉期图像,显示下腔静脉和肝静脉内因对比剂返流而显著强化(红箭),肝静脉返流到达肝周围实质;b)CT增强动脉期图像,显示下腔静脉呈不规则强化(红箭),返流下缘位于第1肝门层面下方水平,符合III型返流的表现;c)VR图像,显示下腔静脉和肝静脉返流(蓝箭)。图3 男,73岁,超声心动图提示二、三尖瓣和肺动脉瓣返流、右心收缩功能减低及心包积液。a)CT增强动脉期图像,显示下腔静脉和肝静脉因对比剂返流而有明显强化(红箭),并可见明显的心包积液(黄箭)。图4 男,40岁,超声心动图提示肺动脉瓣返流。CT增强动脉期图像,显示下腔静脉和肝静脉因对比剂返流而有明显强化(红箭),肝静脉返流到达肝外周实质,符合II型返流表现。图5 男,57岁,超声心动图未见异常。CT增强动脉期图像,显示下腔静脉返流(红箭),返流下缘位于第1肝门层面水平以下,未出现肝静脉返流,符合III型返流表现。

返流48例;超声心动图检查发现室壁瘤1例,心包积液9例。无IVCHVR组中男109例,女104例,年龄(64.1 ± 13.8)岁;心包积液4例,未发现室壁瘤。两组间性别构成和年龄的差异均无统计学意义($\chi^2 = 0.069, P = 0.792; t = 1.588, P = 0.113$)。

2. 返流危险因素的单因素分析

超声心动图检查发现IVCHVR组患者主要伴有7种心脏形态和功能的异常改变,与无IVCHVR组进行组间比较,结果见表1。本组结果显示,二尖瓣返

流、三尖瓣返流、主动脉瓣返流、肺动脉瓣返流、肺动脉高压、右心室收缩功能降低和右心疾病(指出现三尖瓣返流、肺动脉瓣返流、肺动脉高压、右心室收缩功能降低任意一种右心功能异常)在两组间的差异均具有统计学意义($P < 0.05$),提示这些心脏异常改变是预测返流的危险因素。

3. 多因素 Logistic 回归分析返流相关的危险因素

对IVCHVR的相关危险因素进一步进行多因素

表 1 超声心动图显示的心脏异常征象在两组间的比较结果 /例

超声征象	IVCHVR 组 (n=246)	无 IVCHVR 组 (n=213)	χ^2 值	P 值
二尖瓣返流	71(28.86%)	32(15.02%)	11.778	0.001
三尖瓣返流	115(46.75%)	30(14.08%)	54.857	<0.001
主动脉瓣返流	64(26.02%)	34(15.96%)	6.286	0.012
肺动脉瓣返流	108(43.90%)	30(14.08%)	46.865	<0.001
肺动脉高压	118(47.97%)	44(20.66%)	36.096	<0.001
右心室收缩功能降低	181(73.58%)	111(52.11%)	21.805	<0.001
右心疾病	231(93.90%)	138(64.79%)	59.551	<0.001

表 2 IVCHVR 危险因素的多因素 Logistic 回归分析结果

相关因素	B 值	标准误	似然比	95% CI	P 值	AUC
二尖瓣返流	0.831	0.238	2.295	1.439~3.658	0.096	—*
三尖瓣返流	2.884	0.668	17.889	4.826~66.307	<0.001	0.663
主动脉瓣返流	0.616	0.237	1.851	1.164~2.945	0.083	—*
肺动脉瓣返流	1.562	0.235	4.774	3.011~7.569	0.972	—*
肺动脉高压	1.479	0.660	0.228	0.063~0.831	0.025	0.637
右心室收缩功能降低	0.678	0.296	0.508	0.284~0.908	0.022	0.607
右心疾病	2.226	0.371	9.259	4.482~19.129	<0.001	0.759

注：* 因 $P>0.05$ ，无鉴别诊断意义，故无 AUC。

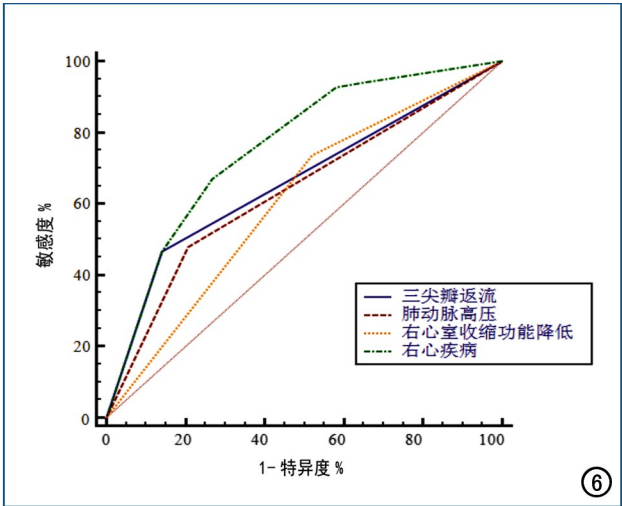


图 6 四个项独立危险因素预测 IVCHVR 的 ROC 曲线，以右心疾病的 AUC 值最大。

Logistic 回归分析，结果见表 2。本组结果显示，三尖瓣返流、肺动脉高压、右心室收缩功能降低和右心疾病是预测 IVCHVR 出现的独立危险因素 ($P<0.05$)，AUC 值分别为 0.663、0.637、0.607 和 0.759(图 6)。

4. 下腔静脉管径

IVCHVR 组肝上段下腔静脉前后径测量值为 20.18~46.32 mm，平均(30.06±4.31) mm；无 IVCHVR 组为 11.17~38.62 mm，平均(21.28±3.97) mm；两组间的差异具有统计学意义($t=0.12, P<0.05$)。

讨 论

正常情况下，腹部 CT 增强检查时，对比剂经肘静脉注入，经上腔静脉、右心房、右心室进入肺循环，随后经左心房、左心室进入体循环。对比剂随血流顺压力梯度流动，因此在动脉期，CT 图像上表现为主动脉强

化而下腔静脉未见强化。由于下腔静脉内的压力和下腔静脉瓣的作用，保证了对比剂随血流自右心房顺利进入右心室而不会出现 IVCHVR，但少数人在正常情况下也可能在右心房充盈末期和右心房收缩后出现少量的 IVCHVR^[10,11]。

当病理改变导致右心房压力升高，尤其是右心房压力超过下腔静脉时，对比剂会顺压力梯度进入下腔静脉和肝静脉，导致这些静脉的强化程度超过同层面的主动脉。同时由于下腔静脉内压力增加，下腔静脉扩张、下腔静脉瓣关闭不全，进一步导致 IVCHVR 的加重。在 CT 图像上表现为动脉期下腔静脉和肝静脉提前显影，血管近心端强化程度高于远心端，下腔静脉远心端管腔呈不规则形、C 形或环形强化，部分肝静脉返流可到达外周肝实质。Khoo 等^[9]报道正常下腔静脉前后径<25 mm，Meltzer 等^[12]测量 12 例健康成年人下腔静脉的前后径，均值为(18±3) mm。本研究发

发现 IVCHVR 组肝上段下腔静脉前后径的测量值为 20.18~46.32 mm，平均(30.06±4.31) mm，高于文献报道的正常下腔静脉前后径。

最早关于 IVCHVR 的报道源于 1978 年 Omell 和 Klingensmith^[13]对心力衰竭患者进行静脉尿路造影中的发现。1984 年 Brown 和 Anderson^[14]对 10 例健康志愿者和 51 例心脏疾病患者经静脉注射微泡后发现，正常组中有 7 例出现 IVCHVR，心脏疾病患者中有 33 例出现 IVCHVR，他们推断该征象无显著的临床意义。然而随着 CT 在临床中的广泛使用，IVCHVR 引起医学工作者的关注，并发现该征象不仅与心脏疾病有关，尤其是右心疾病和瓣膜性心脏病等^[1-5]，还与盆腔充血综合征、慢性前列腺炎和压力性尿失禁有关^[15,16]。本研究结果显上，三尖瓣返流、肺

动脉高压、右心室收缩功能降低和右心疾病是 IVCHVR 出现的独立危险因素,这些因素通过增加右心房压力、导致下腔静脉回流障碍,从而出现 IVCHVR。左心瓣膜性病变,如主动脉返流和二尖瓣返流,虽然可以通过引起肺动脉高压继而导致右心房压力增加,但本次研究中并未发现左心瓣膜性病变与 IVCHVR 具有相关性。无 IVCHVR 组中也存在左心瓣膜返流病例,提示一般情况下,主动脉返流和二尖瓣返流多不会引起 IVCHVR,推测原因可能是心脏处于代偿期,右心房压力还未达到出现 IVCHVR 的程度。另外,测量数据发现,IVCHVR 组肝上段下腔静脉的前后径明显大于无 IVCHVR 组($P < 0.05$),也明显大于文献报道的正常数值^[12]。IVCHVR 组存在下腔静脉扩张,而右心房压力增高可导致下腔静脉回流障碍、下腔静脉压力增高、进一步加重下腔静脉的扩张。

IVCHVR 的诊断较简单,主要 CT 表现为动脉期增强图像上可见下腔静脉和(或)肝静脉提前显影,密度高于同层主动脉。但尚需要与一些疾病进行鉴别。动脉期 IVCHVR 下缘呈不规则形、C 形或环形强化,这是由于血流不均匀产生的涡流,此时需要与下腔静脉栓塞引起的充盈缺损进行鉴别,下腔静脉栓塞时因回心血量受阻,CT 静脉期增强图像上表现为下腔静脉近心端无强化,而远心端强化明显。肝动静脉瘘由于存在血管短路,动脉期血流直接通过肝静脉回流入下腔静脉,因其血流方向与 IVCHVR 相反,肝动静脉瘘的肝静脉远心端强化程度高于近心端,而 IVCHVR 是近心端强化程度高于远心端。有文献报道虽然部分健康女性也会出现 IVCHVR^[1],推测其原因,可能与女性体重、下腔静脉平均血流量和血流速度均比男性低^[17]、以及注射对比剂后女性受检者对血容量的变化更为敏感所致,需要结合超声心动图综合考虑。

综上所述,本组研究结果显示三尖瓣返流、肺动脉高压、右心室收缩功能降低和右心疾病是 IVCHVR 的独立危险因素,提示右心功能不全可能是 IVCHVR 的原因。

参考文献:

- [1] Yeh BM, Kurzman P, Foster E, et al. Clinical relevance of retrograde inferior vena cava or hepatic vein opacification during contrast-enhanced CT[J]. AJR, 2004, 183(5): 1227-1232.
- [2] Collins MA, Pidgeon JW, Fitzgerald R. Computed tomography

- manifestations of tricuspid regurgitation[J]. Br J Radiol, 1995, 68(814): 1058-1060.
- [3] 贺国庆, 明兵, 何瑜, 等. 下腔静脉返流征及其临床意义[J]. 实用放射学杂志, 2007, 23(4): 523-525.
- [4] 贾翠宇, 赵大伟, 陈枫, 等. 腹部增强 CT 扫描动脉期的下腔静脉和肝静脉返流显影的临床意义[J]. 临床放射学杂志, 2012, 31(3): 361-364.
- [5] Restrepo CS, Lemos DF, Lemos JA, et al. Imaging findings in cardiac tamponade with emphasis on CT[J]. Radiographics, 2007, 27(6): 1595-1610.
- [6] Kang DK, Thilo C, Schoepf UJ, et al. CT signs of right ventricular dysfunction: role in acute pulmonary embolism[J]. JACC Cardiovasc Imaging, 2011, 4(8): 841-849.
- [7] Aviram G, Cohen D, Steinvil A, et al. Significance of reflux of contrast medium into the inferior vena cava on computerized tomographic pulmonary angiogram[J]. Am J Cardiol, 2012, 109(3): 432-437.
- [8] Bach AG, Nansalma B, Kranz J, et al. CT pulmonary angiography findings that predict 30-day mortality in patients with acute pulmonary embolism[J]. Eur J Radiol, 2015, 84(2): 332-337.
- [9] Khoo HT. The large inferior vena cava: a sign in arteriovenous fistula between the right common iliac artery and the inferior vena cava[J]. J Clin Ultrasound, 1982, 10(6): 291-293.
- [10] Abu-Yousef MM. Duplex doppler sonography of the hepatic vein in tricuspid regurgitation[J]. AJR, 1991, 156(1): 79-83.
- [11] Collins MA, Pidgeon JW, Fitzgerald R. Computed tomography manifestations of tricuspid regurgitation[J]. Br J Radiol, 1995, 68(814): 1058-1060.
- [12] Meltzer RS, McGhie J, Roelandt J. Inferior vena cava echocardiography[J]. J Clin Ultrasound, 1982, 10(2): 47-51.
- [13] Omell GH, Klingensmith WC 3rd. Visualization of hepatic veins on excretory urography[J]. J Can Assoc Radiol, 1978, 29(1): 64-65.
- [14] Brown AK, Anderson V. The value of contrast cross-sectional echocardiography in the diagnosis of tricuspid regurgitation[J]. Eur Heart J, 1984, 5(1): 62-66.
- [15] Sugaya K, Miyazato T, Koyama Y, et al. Pelvic congestion syndrome caused by inferior vena cava reflux[J]. Int J Urol, 2000, 7(4): 157-159.
- [16] Sugaya K, Matsumura E, Tasaki S, et al. Relationship between urological disease and inferior vena cava reflux on color doppler ultrasonography[J]. Low Urin Tract Symp, 2011, 3(2): 94-98.
- [17] 阮志兵, 范光明, 焦俊, 等. 3.0T MR 相位对比法成像定量测定正常人下腔静脉血流的研究[J]. 中华放射学杂志, 2014, 48(2): 119-123.

(收稿日期: 2021-01-25 修回日期: 2021-04-11)