

Quantitative evaluation of morphology and function of left atrial appendage in atrial fibrillation patients with real-time three-dimensional transesophageal echocardiography

LIU Biaohu¹, SHAO Lingyun^{2*}, HE Yi^{1*}, JIANG Feng¹, JI Wenyan¹,
WANG Zhe¹, WANG Jinfeng³, YAO Aling⁴

(1. Department of Ultrasound, 3. Department of Cardiology, 4. Department of Quality Management Office, Institute of Ultrasound of Wannan Medical College, Yijishan Hospital of Wannan Medical College, Wuhu 241000, China; 2. Department of Neurology, Wuhu No. 1 People's Hospital, Wuhu 241000, China)

[Abstract] **Objective** To investigate the feasibility of quantitative assessment of the left atrial appendage (LAA) morphology and function in atrial fibrillation (AF) patients with real-time three-dimensional transesophageal echocardiography (RT-3D-TEE). **Methods** Totally 56 patients with paroxysmal AF (paroxysmal group), 26 patients with sustained AF (sustained group) and 11 healthy controls (control group) were enrolled. RT-3D-TEE was used to measure LAA parameters of 3 groups. **Results** Compared with control group, LAA end-diastolic volume (LAA-EDV), end systolic volume (LAA-ESV), opening maximum area ($A_{\max}$) and minimum area ($A_{\min}$) of paroxysmal group increased, while LAA ejection fraction (LAA-EF), maximum evacuation speed (Vep), area change rate ($A\%$) and diameter change rate ($D\%$) of paroxysmal group decreased (all $P < 0.05$). The sustained group LAA-EDV, LAA-ESV, $A_{\max}$, $A_{\min}$ increased, LAA-EF, Vep, $A\%$, $D\%$ decreased (all $P < 0.05$). There was no significant difference between paroxysmal group and sustained group (all $P > 0.05$). LAA-EF was negatively correlated with ESV ($r = -0.73$, $P < 0.01$), EDV ($r = -0.64$, $P < 0.01$), $A_{\max}$ ($r = -0.36$, $P < 0.01$) and age ($r = -0.27$, $P = 0.02$), positively correlated with $A\%$, $D\%$ and Vep ($r = 0.86$, 0.74 , 0.55 , all $P < 0.01$), but not significantly correlated with $D_{\max}$ ($P > 0.05$). **Conclusion** RT-3D-TEE can quantitatively analyze the changes of LAA morphology and function, and has certain clinical significance for evaluating the condition of AF patients.

[Keywords] atrial fibrillation; left atrial appendage; echocardiography, transesophageal

DOI:10.13929/j.issn.1672-8475.2020.05.006

实时三维经食管超声心动图定量评价心房颤动患者左心耳形态及功能

刘表虎¹, 邵凌云^{2*}, 何 仪^{1*}, 江 峰¹, 纪文艳¹, 王 哲¹, 王劲风³, 姚阿玲⁴

(1. 皖南医学院超声研究所 皖南医学院弋矶山医院超声医学科, 3. 心内科, 4. 质量管理科, 安徽 芜湖 241000; 2. 芜湖市第一人民医院神经内科, 安徽 芜湖 241000)

[摘 要] **目的** 探讨实时三维经食管超声心动图(RT-3D-TEE)定量评估心房颤动(AF)患者左心耳(LAA)形态和功能

[基金项目] 安徽省科技攻关计划项目(1604a0802097)、皖南医学院弋矶山医院引进人才科研基金项目(YR201511)。

[第一作者] 刘表虎(1977—),男,安徽芜湖人,硕士,副主任医师。研究方向:心血管超声诊断。E-mail: lbhwuhu@163.com

[通信作者] 邵凌云,芜湖市第一人民医院神经内科,241000。E-mail: 290715976@qq.com

何仪,皖南医学院超声研究所 皖南医学院弋矶山医院超声医学科,241000。E-mail: hey489@163.com

[收稿日期] 2019-11-13 **[修回日期]** 2020-04-04

的可行性。**方法** 选取 56 例拟接受射频消融术的阵发性 AF 患者(阵发组)、26 例持续性 AF 患者(持续组)及同期 11 名健康人(对照组),采用 RT-3D-TEE 测量 3 组 LAA 各参数。**结果** 与对照组比较,阵发组 LAA 舒张末期容积(LAA-EDV)、收缩末期容积(LAA-ESV)、开口最大面积($A_{\max}$)及最小面积($A_{\min}$)均增大,射血分数(LAA-EF)、最大排空速度(V_{ep})、面积变化率($A\%$)及直径变化率($D\%$)均减小(P 均 <0.05);持续组 LAA-EDV、LAA-ESV、 $A_{\max}$ 、 $A_{\min}$ 增大, LAA-EF、 V_{ep} 、 $A\%$ 、 $D\%$ 减小(P 均 <0.05);阵发组与持续组间各参数差异均无统计学意义(P 均 >0.05)。LAA-EF 与 ESV ($r=-0.73, P<0.01$)、EDV ($r=-0.64, P<0.01$)、 $A_{\max}$ ($r=-0.36, P<0.01$)及年龄 ($r=-0.27, P=0.02$)呈负相关,与 $A\%$ 、 $D\%$ 、 V_{ep} 呈正相关 ($r=0.86, 0.74, 0.55, P$ 均 <0.01),与 $D_{\max}$ 无明显相关 ($P>0.05$)。**结论** RT-3D-TEE 能定量分析 AF 患者 LAA 形态及功能变化,对于评估 AF 患者病情具有一定临床意义。

【关键词】 心房颤动;左心耳;超声心动描记术,经食管

【中图分类号】 R541.7; R540.4 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1672-8475(2020)05-0280-05

左心耳(left atrial appendage, LAA)形态、结构特殊,较易形成血栓及产生自发显影(spontaneous echo contrast, SEC)^[1-3]。实时三维经食管超声心动图(real-time three-dimensional transesophageal echocardiography, RT-3D-TEE)可从多角度全面观察 LAA 形态及结构,有助于更准确测量 LAA 容积与功能变化。本研究采用 RT-3D-TEE 技术观察心房颤动(atrial fibrillation, AF)患者 LAA 形态和舒缩功能变化,进一步探讨 LAA 容积、功能等参数的临床应用价值。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取 2017 年 1 月—2018 年 2 月 82 例于皖南医学院弋矶山医院拟接受射频消融治疗的非瓣膜性 AF 患者,男 48 例,女 34 例,年龄 40~76 岁,平均(52.4 ± 24.8)岁;其中 56 例阵发性 AF(阵发组),26 例持续性(持续组)。纳入标准:心电图检查示 P 波消失,代以大小不等、形态不规则的 f 波,心室率不规则,AF 发作持续时间 <48 h,可自行终止为阵发性 AF 组;将 AF 发作持续时间超过 7 天或需要转复治疗者纳入持续性 AF 组。排除标准:①先天性心脏病;②心肌病;③明显瓣膜病变;④存在经食管超声检查禁忌证。另选 11 名健康人作为对照组,男 6 名,女 5 名,年龄 30~62 岁,平均(43.8 ± 19.6)岁。本研究获得医院伦理委员会批准,受检者或家属均签署知情同意书。

1.2 仪器与方法 采用 Philips EPIQ 7C 超声诊断仪, S5-1 探头、频率 1~5 MHz, X7-2 探头、频率 2~7 MHz。首先行经胸超声心动图(transthoracic echocardiography, TTE)检查,采用 S5-1 探头,常规测量左心房内径(left atrial diameter, LAD),以 Simpson's 双平面法测量左心室射血分数(left ventricular ejection fraction, LVEF)。而后行 RT-3D-TEE 检查,嘱受检者左侧卧位,含服利多卡因对咽喉部进行局部麻醉,同步记录心电图;以经食管三维探

头获取心底短轴及 LAA 冠状切面,启动 3D-ZOOM 模式并采集 LAA 图像, LAA 内血流缓慢时超声表现为烟雾状回声,即为 SEC;若 LAA 内可见固体状物回声,即为血栓形成。以左上肺静脉入口与二尖瓣前瓣根部连线作为左心房与 LAA 分界线,测量开口最大直径(maximum diameter, $D_{\max}$)及最小直径(minimum diameter, $D_{\min}$),计算直径变化率($D\%$)= $(D_{\max} - D_{\min}) / D_{\max} \times 100\%$;描绘 LAA 开口最大面积(maximum area, $A_{\max}$)及最小面积(minimum area, $A_{\min}$),计算面积变化率($A\%$)= $(A_{\max} - A_{\min}) / A_{\max} \times 100\%$;将脉冲多普勒取样容积置于 LAA 入口处,获取正向最大流速为最大排空速度(V_{ep});分别于 0~20°、45°~60°、80°~90°、120°~135°角度显示 LAA 并勾画 LAA 内膜轮廓,用长度面积法测量 LAA 舒张末期容积(LAA end diastolic volume, LAA-EDV)、收缩末期容积(LAA end systolic volume, LAA-ESV),取 4 个角度测量平均值为最终结果。计算 LAA 射血分数(LAA ejection fraction, LAA-EF), $\text{LAA-EF} = (\text{LAA-EDV} - \text{LAA-ESV}) / \text{LAA-EDV} \times 100\%$ 。见图 1。

1.3 统计学分析 采用 SPSS 24.0 统计分析软件。计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,计数资料以构成比或率表示,组间比较采用 χ^2 检验;采用单因素方差分析比较 3 组各参数,两两比较采用 LSD 法;2 组间比较采用独立样本 t 检验。相关性采用 Pearson 相关分析。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 3 组相关资料比较 与对照组比较,阵发组、持续组 LAD 均增大($P<0.05$),3 组间性别、年龄、心率、LVEF 差异均无统计学意义(P 均 >0.05);持续组与阵发组间病程差异无统计学意义($P>0.05$),见表 1。共 22 例 AF 患者出现 SEC,其中持续组 2 例伴血栓形成。阵发组 SEC 发生率为 8.93%(5/56),高于持续组 65.38%(17/26, $\chi^2=7.427, P<0.05$)。

2.2 3 组 LAA 功能参数比较

与对照组比较,阵发组 LAA-EDV、LAA-ESV、 D_{max} 、 D_{min} 、 A_{max} 及 A_{min} 均增大 (P 均 <0.05), LAA-EF、 V_{ep} 、 $A\%$ 及 $D\%$ 均减小 (P 均 <0.05);持续组 LAA-EDV、LAA-ESV、 D_{max} 、 D_{min} 、 A_{max} 及 A_{min} 增大 (P 均 <0.05), LAA-EF、 V_{ep} 、 $A\%$ 及 $D\%$ 减小 (P 均 <0.05)。阵发组与持续组间各参数差异均无统计学意义 (P 均 >0.05)。见表 2。

2.3 相关性 LAA-EF 与 ESV ($r = -0.73, P < 0.01$)、EDV ($r = -0.64, P < 0.01$)、 A_{max} ($r = -0.36, P < 0.01$) 及年龄 ($r = -0.27, P = 0.02$) 均呈负相关,与 $A\%$ 、 $D\%$ 、 V_{ep} 呈正相关 ($r = 0.86、0.74、0.55, P$ 均 < 0.01),而与 D_{max} 无明显相关 ($P > 0.05$)。

3 讨论

AF 患者的心源性血栓主要来自于 LAA,但 LAA 血栓形成机制尚不明确,推测是多因素调控下的复杂过程,心耳自身形态及功能特异性可能与血栓形成相关^[4-7]。左心房及 LAA 正常舒缩活动可减小左心房压

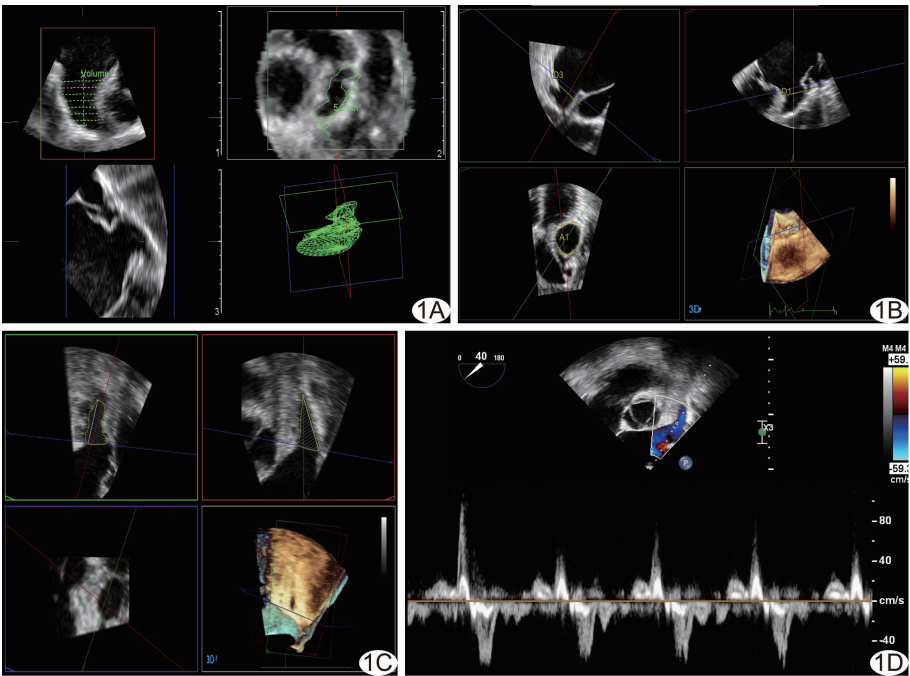


图 1 患者男,63 岁,阵发性 AF,RT-3D-TEE 的 QLab 定量分析软件测得 $A_{max} = 2.47\text{ cm}^2$, $A_{min} = 1.64\text{ cm}^2$, LAA-EF = 36.03%, LAA-EDV = 1.91 ml, LAA-ESV = 1.22 ml, $V_{ep} = 59.55\text{ cm/s}$ A. LAA 面积形态图; B. LAA 开口图; C. LAA 容积图; D. LAA 速度图

表 1 3 组一般资料及常规超声心动图参数比较

组别	男/女(例/名)	年龄(岁)	心率(次/分)	病程(月)	LAD(mm)	LVEF(%)
阵发组($n=56$)	36/20	62.5±12.3	67.85±14.43	30.52±13.54	39.74±6.80*	57.61±12.43
持续组($n=26$)	12/14	67.2±10.8	72.50±11.92	16.85±12.34	43.66±10.44*	52.82±20.25
对照组($n=11$)	6/5	43.8±19.6	66.68±9.25	—	32.56±5.28	62.49±18.93
$\chi^2/F/t$ 值	4.687	2.128	2.546	19.110	6.664	2.625
P 值	0.096	0.125	0.084	<0.001	0.002	0.078

注: * :与对照组比较, $P < 0.05$

表 2 3 组 LAA 形态及功能参数比较($\bar{x} \pm s$)

组别	LAA-EDV(ml)	LAA-ESV(ml)	LAA-EF(%)	D_{max} (cm)	D_{min} (cm)
阵发组($n=56$)	5.68±3.25*	3.33±2.68*	45.55±16.82*	1.98±1.03*	1.15±0.91*
持续组($n=26$)	6.42±4.82*	4.09±2.64**	40.90±9.62*	2.33±1.21*	1.44±0.88*
对照组($n=11$)	3.52±2.78	1.68±0.96	57.42±19.25	1.12±0.67	0.86±0.45
F 值	2.373	3.496	4.402	11.464	8.872
P 值	0.039	0.035	0.015	<0.001	<0.001
组别	$D\%$	$A_{max}(\text{cm}^2)$	$A_{min}(\text{cm}^2)$	$A\%$	$V_{ep}(\text{cm/s})$
阵发组($n=56$)	22.34±14.25*	6.15±3.22*	3.63±1.74*	42.52±19.65*	48.93±22.25*
持续组($n=26$)	13.62±3.40*	7.78±2.84**	4.22±2.06**	27.64±13.80*	32.45±16.72*
对照组($n=11$)	37.94±18.53	3.08±1.16	1.27±1.03	59.82±22.45	69.82±20.44
F 值	13.965	9.853	10.980	12.517	13.405
P 值	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

注: * :与对照组比较, $P < 0.05$; * * :与对照组比较, $P < 0.01$

力并预防血栓形成。既往多通过传统 TTE 检测 LAA-EF^[8]评估 LAA 功能。由于 LAA 结构特殊且含丰富梳状肌,容积和形态变化大,采用二维 TTE 无法精准获得 LAA 完整形态及准确功能参数^[9]。CT 和 MRI 对心房及心耳成像需要注射对比剂,且结果受诸多因素影响,如对比剂剂量、注射过程、成像时间及检查费用等,临床应用受限^[10-12]。RT-3D-TEE 具备独特的成像方法和图像切面,同时可利用软件获得多角度三维图像,能更准确地测量 LAA 形态及功能参数,直观显示随心动周期 LAA 容积及形态改变。

本研究结果显示,随着病程进展(由阵发性发展为持续性),AF 患者 LAA-EDV、LAA-ESV 逐渐增大, LAA-EF 逐渐降低,原因可能是 AF 患者心率快,导致左心房及 LAA 排空时间缩短, LAA 容积有增大趋势,其主动收缩及弹性回缩能力减弱。此外,反映 LAA 面积及内径的三维超声参数如 $D_{\max}$ 、 $D_{\min}$ 、 $A_{\max}$ 及 $A_{\min}$ 均随病程进展而增大, $A\%$ 、 $D\%$ 则随病程进展呈下降趋势,提示 AF 时 LAA 发生重构、形态扩张以进行代偿性调节,推测 LAA 对其内部血流动力学具有调节作用。

既往文献^[8,13]报道,AF 病程早期及 LAA 未发生明显形态学改变时,其收缩功能也可能下降。本研究结果显示,阵发组及持续组患者 LAA-EF 均明显降低;AF 患者心脏舒缩时间缩短,在 LAA 重构同时, LAA 的主动收缩功能指标 V_{ep} 呈减低趋势, LAA 收缩功能下降。本研究中阵发性 AF 与持续性 AF 患者之间 LAA-EF、 V_{ep} 无明显差异,提示 LAA 排空及 V_{ep} 与病程长短无明显关联。

本研究结果显示,反映 LAA 收缩功能的指标 LAA-EF 与 LAA 容积参数(LAA-ESV、LAA-EDV、 $A\%$ 、 $D\%$)均相关,表明 LAA 收缩功能在很大程度上受 LAA 容积影响,提示射频消融术前后精确测量 AF 患者 LAA 容积对评估 LAA 功能恢复情况、疗效评价等具有一定参考价值。RT-3D-TEE 发现,无论是阵发组还是持续组 AF 患者 LAA 面积变化均较明显,而直径变化不甚显著;相关性分析结果显示 LAA-EF 与 $D_{\max}$ 无相关,提示 LAA 的 $D_{\max}$ 对其收缩功能影响不大,与既往研究^[14-15]结果相符。

本研究中 AF 患者 LAA 的 V_{ep} 低于对照组。此前有研究^[4,10]认为 LAA 的 V_{ep} 随年龄增长而减低。本研究所选 AF 患者年龄与对照者年龄差异无统计学意义,故尚无法明确年龄是否影响 V_{ep} 。DENTAMARO 等^[3]认为 AF 患者年龄与其 LAA-EF 间存在显著负相关。

本研究中 LAA-EF 与受试者年龄呈低度负相关($r=-0.27, P=0.02$),提示本研究中 AF 患者与对照者间 LAA 功能差异可能并非完全是由 AF 本身导致,年龄差异可能是一个潜在的干扰因素。

综上所述,RT-3D-TEE 可用于评价 AF 患者 LAA 形态及功能,对评估病情、临床决策、预后以及随访等均具有临床应用价值。但本研究样本量偏少,有待多中心、大样本研究进一步完善。

[参考文献]

- [1] ZHANG J, CUI C Y, HUANG D Q, et al. Evaluation of the left atrial appendage by real time three-dimensional transesophageal echocardiography online [J]. Echocardiography, 2018, 35 (7): 991-998.
- [2] CHEN Z, BAI W, LI C, et al. Left atrial appendage parameters assessed by real-time three-dimensional transesophageal echocardiography predict thromboembolic risk in patients with nonvalvular atrial fibrillation [J]. J Ultrasound Med, 2017, 36 (6):1119-1128.
- [3] DENTAMARO I, VESTITO D, MICHELOTTO E, et al. Evaluation of left atrial appendage function and thrombi in patients with atrial fibrillation: From transthoracic to real-time 3D transesophageal echocardiography [J]. Int J Cardiovasc Imaging, 2017, 33(4):491-498.
- [4] YOSEFY C, AZHIBEKOV Y, BRODKIN B, et al. Rotational method simplifies 3-dimensional measurement of left atrial appendage dimensions during transesophageal echocardiography [J]. Cardiovasc Ultrasound, 2016, 14(1):36-48.
- [5] ZHANG L, CONG T, LIU A, et al. Percutaneous closure of the left atrial appendage: The value of real time 3D transesophageal echocardiography and the intraoperative change in the size of the left atrial appendage [J]. Echocardiography, 2019, 36(3):537-545.
- [6] 加丹, 宋宏宁, 张兰, 等. 基于经食管三维超声的 3D 打印模型评价左心耳解剖 [J]. 中国医学影像技术, 2017, 33(3):349-354.
- [7] SQUARA F, BRES M, BAUDOUY D, et al. Transesophageal echocardiography for the assessment of left atrial appendage thrombus: Study of the additional value of systematic real time 3D imaging after regular 2D evaluation [J]. Echocardiography, 2018, 35(4):474-480.
- [8] STREB W, MITREGA K, PODOLECKI T, et al. Two-dimensional versus three-dimensional transesophageal echocardiography in percutaneous left atrial appendage occlusion [J]. Cardiol J, 2019, 26(6):687-695.
- [9] GAN L, YU L, XIE M, et al. Analysis of real-time three dimensional transesophageal echocardiography in the assessment of left atrial appendage function in patients with atrial fibrillation [J]. Exp Ther Med, 2016, 12(5):3323-3327.

- [10] FIGINI F, MAZZONE P, REGAZZOLI D, et al. Left atrial appendage closure: A single center experience and comparison of two contemporary devices [J]. Catheter Cardiovasc Interv, 2017, 89(4):763-772.
- [11] BOUVARD J, THIERRY F, CULSHAW G, et al. Assessment of left atrial volume in dogs: Comparisons of two-dimensional and real-time three-dimensional echocardiography with ECG-gated multidetector computed tomography angiography [J]. J Vet Cardiol, 2019, 24:64-77.
- [12] KEMALOGLU T, ELSAYED M, NANDA N, et al. Incremental value of live/real time three-dimensional transesophageal echocardiography over the two-dimensional technique in the assessment of a tuberculoma involving the left atrium and appendage [J]. Echocardiography, 2016, 33(9): 1409-1412.
- [13] ZHANG H, TANG Z, HAN Z, et al. Role of real time-three dimensional transesophageal echocardiography in left atrial appendage closure with LACBES © devices [J]. Exp Ther Med, 2019, 17(2):1456-1462.
- [14] ISHIKAWA T, HIROOKA Y, KAWASHIMA H, et al. Mucinous cystic neoplasm of the pancreas assessed with a real-time three-dimensional imaging using a transesophageal echocardiography probe [J]. Clin J Gastroenterol, 2019, 12(5): 479-483.
- [15] MULDER H, van STRALEN M, RENN B, et al. Selection strategies for atlas-based mosaicing of left atrial 3D transesophageal echocardiography data [J]. Ultrasound Med Biol, 2018, 44(7):1533-1543.

《中国介入影像与治疗学》投稿要求(三)

15 计量单位 采用国际单位制并严格执行国家标准 GB 3100~3201《量和单位》的规定,使用法定计量单位,不再使用 N (当量浓度)、 M (克分子浓度)、百分比浓度[%(V/V)、%(m/m)]等已废除的非标准计量单位和符号。

16 统计学符号 以国家标准 GB/T 3358.1-1993《统计学名词及符号》为准,样本算术平均数用英文小写斜体 $\bar{x}$;标准差用英文小写斜体 s ; t 检验用英文小写 t ; F 检验用英文大写 F ;卡方检验用希腊斜体 χ^2 ;相关系数用英文小写斜体 r ;自由度用希腊斜体 γ ;概率用英文大写斜体 P ;样本数用英文小写斜体 n 。

17 统计学方法 需注明使用的统计学软件名称和版本,以及所使用的统计学方法。率的计算保留小数点后两位,年龄需要提供 $\bar{x} \pm s$ 或者中位年龄,保留小数点后一位。

18 图片 研究论著类论文和短篇报道均需附有相应患者的影像学资料,图片分辨率应在 300 dpi 以上, JPG/JPEG 格式,有良好的清晰度和对比度,最好是医院图像工作站中直接提取的图像。每图下面应标有图序号、图题、图说(解释图片内容的文字),文中应有图位。图中箭示或文字应有说明,病理图应注明染色方法及放大倍数。

19 表格 本刊采用三线表,表格列于文后,每表应标有表序号、表题,文中应有表位。

20 参考文献 严格按照国家标准 GB 7714-2015《文后参考文献著录规则》中规定,采用“顺序编码制”。仅限于作者直接阅读的近 5 年的文献,尽量不用二次文献,无特殊需要不必罗列众所周知的教科书或某些陈旧史料,提倡引用国内外同行新近发表的研究论文为参考文献,引用论点必须准确无误,不能断章取义。除短篇报道外,论文参考文献应至少来源于 5 种以上的期刊,研究论著类论文参考文献不少于 13 条,综述类论文参考文献应在 20 条以上,以反映论文的科学依据,以及对前人科学工作的继承性。参考文献的编排应按每条文献在文中出现的先后顺序逐条列于文后,并在文内引用处用右上角加方括号注明角码。参考文献书写格式如下:

- [1] LOPERA J E, TRIMMER C K, LAMBA R, et al. MDCT angiography of mesenteric bypass surgery for the treatment of chronic mesenteric ischemia [J]. AJR Am J Roentgenol, 2009, 193(5):1439-1445.
- [2] 李雷,王文辉,邹英华,等. 症状性下肢动脉疾病与肾动脉狭窄的相关性 [J]. 中国介入影像与治疗学, 2013, 10(6):325-328.