

二维斑点追踪超声心动图技术评价高血压患者左心房功能的临床意义

赵一晓 刘岩 姜一农

(大连医科大学附属第一医院心血管内科, 辽宁 大连 116000)

【摘要】 高血压是最常见的心血管疾病, 可导致左心房和左心室结构及功能改变。左心房在调节左心室充盈方面起着重要作用, 被认为是心血管疾病和心血管事件的重要标志。二维斑点追踪超声心动图由于其无创、简便和可重复等优点, 近年来被广泛用于评价心血管疾病患者的左心房功能, 研究发现在左心房形态变化之前, 该技术就能检测到左心房早期功能障碍。现就二维斑点追踪超声心动图技术评价高血压患者左心房功能及其临床意义进行综述。

【关键词】 二维斑点追踪; 应变; 左心房功能; 高血压

【DOI】 10.16806/j.cnki.issn.1004-3934.2020.02.015

Two-dimensional Speckle Tracking Echocardiography on Assessing Left Atrial Function in Patients with Hypertension

ZHAO Yixiao, LIU Yan, JIANG Yinong

(Department of Cardiology, The First Affiliated Hospital of Dalian Medical University, Dalian 116000, Liaoning, China)

【Abstract】 Hypertension is the most common cardiovascular disease, which leads to left atrial and ventricular dysfunction. Left atrium plays an important role in regulating left ventricular filling and is considered to be an important marker of cardiovascular disease and cardiovascular events. Two-dimensional speckle tracking echocardiography (2D-STE), as a noninvasive simple and repeatable tool, has been used to assess the left atrial function which can detect early left atrial dysfunction even before morphological changes. Thus, we aimed to review the clinical significance of 2D-STE on assessing left atrial function in patients with hypertension.

【Key words】 Two-dimensional speckle tracking; Strain; Left atrial function; Hypertension

在心动周期的不同时相, 左心房功能可以被分解为三部分: (1) 储蓄: 左心室收缩时接受来自肺静脉的血液; (2) 管道: 舒张早期被动运输血液至左心室; (3) 增压泵: 舒张晚期主动收缩将血液泵至左心室。这三个功能相辅相成, 共同在调节左心室充盈及心血管功能方面起着重要作用, 贡献了近 1/3 的心脏输出量^[1]。左心房功能可以通过超声心动图、心脏计算机断层扫描和心脏磁共振等技术来评估, 但超声心动图由于其实用性、安全性、通用性和高时空分辨率等成像优点, 已经成为临床上评估左心房功能最常用的方法。二维斑点追踪超声心动图 (two-dimensional speckle tracking echocardiography, 2D-STE) 是近年发展起来的一项评价整体及局部心肌功能的超声新技术, 其具有无角度依赖性、不受相邻心肌牵拉的影响等优点, 可用来定量评价左心房的功能。

1 2D-STE 对左心房功能的评估

心脏在舒张和收缩时可引起心肌节段的改变, 产生形变, 应变即为心肌的形变程度, 而应变率则为心肌形变发生的速度。斑点是一种均匀分布于心肌内部的声学标记, 在二维灰阶图像中可见^[2]。基于斑点追踪的超声心动图利用标准二维图像逐帧追踪斑点, 然后测量相对于基线心肌伸长或缩短的长度, 即应变^[3]。2D-STE 近年来被广泛应用于研究左心房等薄壁结构的心肌力学^[4]。在分析时, 要求患者屏气、心电图记录稳定, 采用常规二维灰阶超声心动图获得心尖切面, 帧速率设置为 60 ~ 80 帧/s, 使用声学追踪软件对记录的图像进行处理, 输出应变及应变率曲线, 可同时评估和测定心肌病变、心脏整体及局部运动、心功能测定及同步性^[5]。

左心房应变和应变率曲线反映的是左心房功能的生理变化, 在心动周期中与血流动力学密切相关^[6]。储蓄期, 对应的是左心室等容收缩期、等容射

血期和等容舒张期,左心房因充满来自肺静脉的血液而被拉伸。通过这种方式,纵向心房应变增加,在左心房充盈末期达到正向峰值。这一阶段也受到二尖瓣环向心尖运动的影响,这是在二尖瓣开放之前左室收缩的结果。二尖瓣开放后,左心房迅速排空,此时左心房应变下降到达平台期,对应的是心房休息。随后,

在左心房收缩期心房壁纵向缩短,也称为左心房增压泵功能,导致左心房应变降低^[4,7-8]。应变曲线中第一个峰值即心房纵向峰值应变或收缩期应变对应于储蓄功能,平台期后第二个峰值即心房收缩峰值应变或舒张晚期应变则对应于增压泵功能,二者差值即代表管道功能^[4],见图 1。

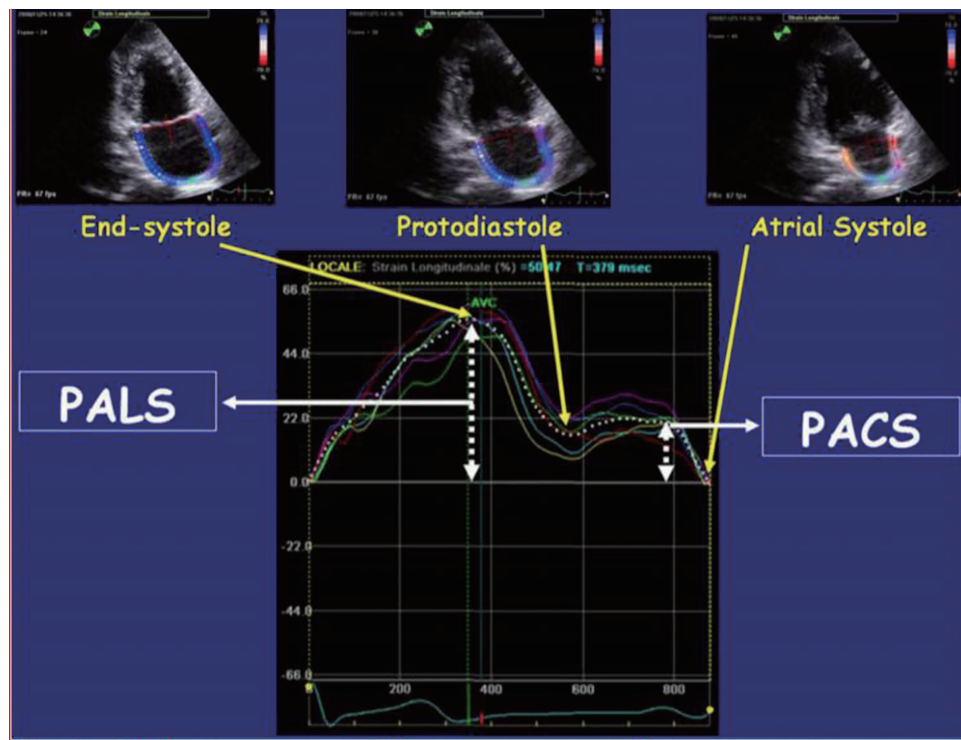


图 1 典型的左心房应变曲线图

注:引自:Cameli M, Lisi M, Righini FM, et al. Novel echocardiographic techniques to assess left atrial size, anatomy and function[J]. *Cardiovasc Ultrasound*, 2012, 10:4.

Pathan 等^[9]首次对由 2D-STE 测定的左心房功能正常值范围进行了荟萃分析,结果显示左心房收缩期应变正常值范围为 39% (95% CI 38% ~ 41%),左心房舒张早期应变正常值范围为 23% (95% CI 21% ~ 25%),左心房舒张晚期应变正常值范围为 17% (95% CI 16% ~ 19%)。与此同时他们还得出各研究之间的差异主要由心率、体表面积和样本量的不同造成。左心房应变降低说明左心房功能受损,反之左心房应变升高则说明左心房功能改善,以上这些参考值对评价心血管疾病患者左心房功能非常有用。

然而,目前虽然 2D-STE 被广泛应用于左心房功能的测定,但仍存在以下几点争议。首先,2D-STE 有两种方法来量化左心房应变:一个是以 QRS 波群起始为参考点,另一个是在 P 波起始为参考点。这两种方法是因分析软件设置的心脏周期开始的时间点而不同,根据参考点的不同就会产生不同的左心房应变曲线^[10-11]。目前欧洲工作组建议在窦性心律患者选择 P 波起始作为零点基线,心房颤动患者则选择 QRS 波群起始作为零点基线^[12]。第二,通过 2D-STE 法测得左

心房应变和应变率应用的软件也不一致。Motoki 等^[13]比较了通过两种不同的斑点追踪分析软件程序 (EchoPAC, GE Medical Systems 和 Velocity Vector Imaging, Siemens Medical Solutions) 测量左心房应变和应变率,发现两种不同方法测定的舒张末期左心房应变和应变率具有可比性,但收缩期和舒张早期左心房应变和应变率却具有显著差异^[13]。因此,今后引用和讨论左心房储蓄和管道阶段的应变和应变率的具体数值时,应考虑软件上的差异,目前指南或专家共识尚未统一左心房应变的分析软件。第三,有研究发现经血液透析降低前负荷后测定的收缩期左心房应变和应变率显著降低^[14]。因此,在研究中评估收缩期左心房应变和应变率时应当考虑左心房前负荷依赖性。第四,目前还没有专门应用于左心房应变分析的软件,现在利用的是为左心室分析而开发的程序,该软件程序是否真正适用于左心房功能的分析实际上并不清楚。此外,3D-STE 是一种更快速、更全面地分析心肌变形并克服了心脏几何平面内运动复杂性的新技术,可以用来评估左心房心内膜区域内应变及应变

率,但由于三维的时空分辨率远远低于二维,3D-STE 尚未获得广泛认可。故相比之下,2D-STE 评价左心房功能则更有优势。

2 2D-STE 对高血压患者左心房功能的评估

高血压患者,尤其是血压长期处在较高水平的患者,左心室后负荷过大,引起左心房内压力增高,导致左心房扩大和心肌纤维化,最终可引起左心房内电生理结构的改变。

Mondillo 等^[15]利用 2D-STE 测量了左心房容积正常的高血压患者左心房应变指数,结果显示尽管左心房间体积分完全正常,但左心房应变已经减低^[15]。此外,陈晓沛等^[16]采用实时三维超声联合 2D-STE 对 70 例原发性高血压患者左心房功能进行研究,其中左心房无扩大组(no left atrial enlargement, NLAE)35 例、左心房扩大组(left atrial enlargement, LAE)35 例及对照组 35 例,结果显示与对照组相比, NLAE 和 LAE 收缩期及舒张早期左心房应变率均降低,且 LAE 组低于 NLAE 组; NLAE 组和 LAE 组舒张晚期左心房应变率较对照组增高,且 LAE 组高于 NLAE 组,这些均表明在高血压患者中,左心房功能改变先于结构异常。

另一方面,高血压患者左心房功能在病程的不同阶段表现并不一致。杨颖等^[17]在一项较大规模的横断面研究中(包括 589 例高血压患者和 149 例对照组)发现,高血压患者左心房储蓄及管道功能受损,而增压泵功能总体维持正常或增加;随着左心室舒张功能障碍进展,左心房储蓄及管道功能进行性减低,而增压泵功能在轻度舒张功能障碍时维持,中/重度障碍时减低。Soullier 等^[18]研究则发现相比对照组,左心室肥厚的高血压患者左心房三个功能均显著受损,且与左心室质量指数呈负相关^[18]。由于左心房直接暴露于左心室压力下,尤其是在舒张期,因此左心室舒张功能可显著影响左心房功能。产生上述结果的原因可能是高血压时左心室舒张功能障碍,随着左心室充盈压升高,左心房间腔压力差减低,左心房血液于舒张早期被动流入左心室受阻,管道功能即受损,而高血压状态下心肌细胞内 Ca^{2+} 超负荷是引起左心室舒张功能障碍的生化机制^[19]。左心房扩大且其内残余血量增加,根据 Frank-Starling 原理^[19],在一定程度内前负荷增加将伴随收缩力增强,故左心房主动排血量增多以维持正常心输出量,增压泵功能代偿性增加。但随病情逐渐进展,左心房扩大致功能失代偿,增压泵功能下降。

此外,不同类型高血压的左心房功能受损也不一致。非杓型高血压与心血管疾病发病率及死亡率增加(包括心房颤动、卒中、心肌梗死及心脏性猝死)密切相关^[20-22]。Demir 等^[23]对 80 例高血压患者测量其左心房容积指数和左心房整体纵向应变,结果显示相比杓型高血压,非杓型高血压患者左心房容积和整体

纵向应变均显著下降^[23]。Tadic 等^[24]首次研究了夜间高血压对左心房功能的影响,发现相比正常和夜间高血压组,日间高血压和全天高血压组的左心房储蓄、管道功能显著受损,但左心房增压泵功能只有在全天高血压组患者中才代偿性增加;只有夜间和全天高血压与受损的左心房储蓄及增压泵功能独立相关。另一方面, Tadic 等^[25]还报道了隐匿性高血压患者的左心房功能,结果显示血压正常组、隐匿性高血压组和高血压组患者左心房储蓄及管道功能逐渐下降,增压泵功能逐渐增加。此外,魏小红等^[26]利用 2D-STE 发现 H 型高血压(即高血压同时伴有血同型半胱氨酸的增高)及非 H 型高血压均可引起左心房功能减低, H 型高血压则更显著。这表明血同型半胱氨酸可能会进一步损害高血压患者左心房功能,具体生理机制尚不明确。此为小样本量临床实验,尚需要大样本数据证实血同型半胱氨酸和左心房功能的关系。

3 药物对高血压患者左心房功能的影响

有研究表明,降压治疗可显著改善高血压患者的左心房功能。Degirmenci 等^[27]对未曾接受治疗的 160 例轻中度高血压患者应用血管紧张素受体阻滞剂(厄贝沙坦)和 β 受体阻滞剂(奈比洛尔)治疗 12 个月后,采用 2D-STE 测量其左心房的储蓄、管道和增压泵功能,结果显示患者左心房功能均得到明显改善,左心室收缩期左心房应变的改善与血压的控制和左心房间体积的减小同时发生,而且厄贝沙坦组与奈比洛尔组对左心房功能的有益作用并无显著差异^[27]。这表明降压治疗后左心房功能的改善主要取决于血压的控制水平,而不是降压药物的种类。然而也有临床研究得出不同的结果。Sardana 等^[28]在一项对 212 例服用 β 受体阻滞剂的高血压患者左心房功能的研究中发现,相比服用其他降压药(包括钙通道阻滞剂、血管紧张素转换酶抑制剂和血管紧张素 II 受体阻滞剂), β 受体阻滞剂组的患者左心房储蓄、管道和增压泵功能均下降。原因考虑:(1) β 受体阻滞剂对左心房的直接负性肌力作用;(2)继发于 β 受体阻滞剂对左心室收缩和松弛的负性作用;(3)由于 β 受体阻滞剂对中心血流动力学的影响导致左心房-左心室耦联作用受损。简而言之,目前药物对高血压患者左心房功能影响的研究较少,结论尚不统一,因此需要更多的临床试验来验证。

4 左心房功能的预后价值

既往已证实高血压患者左心房增大与不良心血管事件的发病率和死亡率密切相关^[29]。然而在过去十余年间,人们发现独立于左心房大小,左心房功能也具有重要的预后价值^[11]。在 Dallas 研究中发现,左心房储蓄功能下降与死亡率相关^[30]。Kaminski 等^[31]则在一项对慢性高血压患者的队列研究中发现,左心房增压泵功能降低与全因死亡率和主要不良心血管

事件独立相关。高血压为左心室舒张功能障碍的主要原因,可最终发展为心力衰竭。有研究发现左心房增压泵功能的降低与高血压患者心力衰竭的发展密切相关^[18,32]。Oki 等^[33]则证明了在无症状的高血压患者中,2D-STE 不仅可以检测左心房功能障碍,还可以检测左心室和主动脉功能障碍。此外,还发现随着无症状的高血压患者发展为射血分数保留性心力衰竭,同时左心房-左心室-主动脉之间的相互作用也在恶化。心房颤动是临床上最常见的心律失常,与发病率和死亡率增加密切相关,其中血栓栓塞性卒中是最主要的风险之一^[34]。研究发现左心房重构和功能障碍与心房颤动有关^[35]。左心房应变测量比体积测量也更敏感^[11],而且近期的研究表明左心房储蓄与增压泵功能先于左心房扩大且与阵发性心房颤动有关^[36]。另一方面,Yoon 等^[37]的研究表明,收缩期左心房应变降低是阵发性心房颤动向持续性心房颤动进展的最强的、独立的超声心动图预测因子^[36-37]。由此可见,由 2D-STE 测定的左心房功能具有重要的预后价值。

5 小结

2D-STE 是一种简单、准确且重复性好的反映心肌应变的技术,近年来被广泛应用于临床定量评价心血管病患者的左心房功能。通过 2D-STE 可以检测到高血压患者早期左心房功能障碍,且先于左心房结构重构的发生;不同阶段及不同类型的高血压患者左心房功能变化也存在差异;降压治疗可显著改善高血压患者的左心房功能;2D-STE 检测的左心房功能是心血管疾病和不良心血管结局的重要预测指标。因此,对高血压患者靶器官损伤进行评估时应注意评价左心房功能,从而进一步指导治疗及评估预后。

参考文献

- [1] Matsuda Y, Toma Y, Ogawa H, et al. Importance of left atrial function in patients with myocardial infarction[J]. *Circulation*, 1983, 67(3):566-571.
- [2] Leitman M, Lysyansky P, Sidenko S, et al. Two-dimensional strain – a novel software for real-time quantitative echocardiographic assessment of myocardial function[J]. *J Am Soc Echocardiogr*, 2004, 17(10):1021-1029.
- [3] Mor-Avi V, Lang RM, Badano LP, et al. Current and evolving echocardiographic techniques for the quantitative evaluation of cardiac mechanics: ASE/EAE consensus statement on methodology and indications endorsed by the Japanese Society of Echocardiography[J]. *J Am Soc Echocardiogr*, 2011, 24(3):277-313.
- [4] Cameli M, Lisi M, Righini FM, et al. Novel echocardiographic techniques to assess left atrial size, anatomy and function[J]. *Cardiovasc Ultrasound*, 2012, 10:4.
- [5] Geyer H, Caracciolo G, Abe H, et al. Assessment of myocardial mechanics using speckle tracking echocardiography: fundamentals and clinical applications[J]. *J Am Soc Echocardiogr*, 2010, 23(4):351-369, 453-455.
- [6] Cameli M, Caputo M, Mondillo S, et al. Feasibility and reference values of left atrial longitudinal strain imaging by two-dimensional speckle tracking[J]. *Cardiovasc Ultrasound*, 2009, 7:6.
- [7] Sirbu C, Herbots L, D'Hooge J, et al. Feasibility of strain and strain rate imaging for the assessment of regional left atrial deformation: a study in normal subjects[J]. *Eur J Echocardiogr*, 2006, 7(3):199-208.
- [8] Cameli M, Lisi M, Focardi M, et al. Left atrial deformation analysis by speckle tracking echocardiography for prediction of cardiovascular outcomes[J]. *Am J Cardiol*, 2012, 110(2):264-269.
- [9] Pathan F, D'Elia N, Nolan MT, et al. Normal ranges of left atrial strain by speckle-tracking echocardiography: a systematic review and meta-analysis[J]. *J Am Soc Echocardiogr*, 2017, 30(1):59-70.
- [10] Vieira MJ, Teixeira R, Goncalves L, et al. Left atrial mechanics: echocardiographic assessment and clinical implications[J]. *J Am Soc Echocardiogr*, 2014, 27(5):463-478.
- [11] Hoit BD. Left atrial size and function: role in prognosis[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2014, 63(6):493-505.
- [12] Donal E, Lip GY, Galderisi M, et al. EACVI/EHRA Expert Consensus Document on the role of multi-modality imaging for the evaluation of patients with atrial fibrillation[J]. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*, 2016, 17(4):355-383.
- [13] Motoki H, Dahiya A, Bhargava M, et al. Assessment of left atrial mechanics in patients with atrial fibrillation: comparison between two-dimensional speckle-based strain and velocity vector imaging[J]. *J Am Soc Echocardiogr*, 2012, 25(4):428-435.
- [14] Park CS, Kim YK, Song HC, et al. Effect of preload on left atrial function: evaluated by tissue Doppler and strain imaging[J]. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*, 2012, 13(11):938-947.
- [15] Mondillo S, Cameli M, Caputo ML, et al. Early detection of left atrial strain abnormalities by speckle-tracking in hypertensive and diabetic patients with normal left atrial size[J]. *J Am Soc Echocardiogr*, 2011, 24(8):898-908.
- [16] 陈晓沛,姜志荣,王小凡,等. 实时三维超声联合二维斑点追踪成像评价原发性高血压患者左心房功能[J]. *中国医学影像技术*, 2019, 35(6):843-847.
- [17] 杨颖,张宝妮,齐丽彤,等. 斑点追踪技术评价高血压患者左心房时相功能变化[J]. *北京大学学报(医学版)*, 2014, 46(4):596-600.
- [18] Soullier C, Niamkey JT, Ricci JE, et al. Hypertensive patients with left ventricular hypertrophy have global left atrial dysfunction and impaired atrio-ventricular coupling[J]. *J Hypertens*, 2016, 34(8):1615-1620.
- [19] 温朝辉,吴长君,温朝阳,等. 高血压心脏病左心房收缩功能的超声心动图评价[J]. *高血压杂志*, 2005, 13(2):21-25.
- [20] Shimada K, Kawamoto A, Matsubayashi K, et al. Diurnal blood pressure variations and silent cerebrovascular damage in elderly patients with hypertension[J]. *J Hypertens*, 1992, 10(8):875-878.
- [21] Seo HS, Kang TS, Park S, et al. Non-dippers are associated with adverse cardiac remodeling and dysfunction (R1)[J]. *Int J Cardiol*, 2006, 112(2):171-177.
- [22] Ohkubo T, Hozawa A, Yamaguchi J, et al. Prognostic significance of the nocturnal decline in blood pressure in individuals with and without high 24-h blood pressure: the Ohasama study[J]. *J Hypertens*, 2002, 20(11):2183-2189.
- [23] Demir M, Aktas I, Yildirim A. Left atrial mechanical function and stiffness in patients with nondipper hypertension: a speckle tracking study[J]. *Clin Exp Hypertens*, 2017, 39(4):319-324.
- [24] Tadic M, Cuspidi C, Pencic-Popovic B, et al. The relationship between nighttime hypertension and left atrial function[J]. *J Clin Hypertens (Greenwich)*, 2017, 19(11):1096-1104.
- [25] Tadic M, Cuspidi C, Radojkovic J, et al. Masked hypertension and left atrial dysfunction: a hidden association[J]. *J Clin Hypertens (Greenwich)*, 2017, 19(3):305-311.
- [26] 魏小红, 商鸿. 二维斑点追踪技术评价 H 型及非 H 型原发性高血压患者左心房功能的变化[J]. *吉林医学*, 2019, 40(5):993-995.
- [27] Degirmenci H, Duman H, Demirelli S, et al. Assessment of effect of irbesartan and nebivolol on the left atrium volume and deformation in the patients with mild-moderate hypertension[J]. *Eur Rev Med Pharmacol Sci*, 2014, 18(6):781-789.
- [28] Sardana M, Syed AA, Hashmath Z, et al. Beta-blocker use is associated with impaired left atrial function in hypertension[J]. *J Am Heart Assoc*, 2017, 6(2).
- [29] Tsioufis C, Stogiannos P, Taxiarchou E, et al. The interplay between haemodynamic load, brain natriuretic peptide and left atrial size in the early stages of essential hypertension[J]. *J Hypertens*, 2006, 24(5):965-972.

- [30] Gupta S, Matulevicius SA, Ayers CR, et al. Left atrial structure and function and clinical outcomes in the general population[J]. *Eur Heart J*, 2013, 34(4): 278-285.
- [31] Kaminski M, Steel K, Jerosch-Herold M, et al. Strong cardiovascular prognostic implication of quantitative left atrial contractile function assessed by cardiac magnetic resonance imaging in patients with chronic hypertension[J]. *J Cardiovasc Magn Reson*, 2011, 13:42.
- [32] Tan YT, Wenzelburger F, Lee E, et al. Reduced left atrial function on exercise in patients with heart failure and normal ejection fraction[J]. *Heart*, 2010, 96(13):1017-1023.
- [33] Oki T, Miyoshi H, Oishi Y, et al. The impact of hypertension as a road to heart failure with preserved ejection fraction; diagnostic value of two-dimensional speckle tracking echocardiography for the early impairment of left atrial-left ventricular-arterial coupling[J]. *Curr Hypertens Rev*, 2014, 10(4):177-188.
- [34] Prystowsky EN, Benson DJ, Fuster V, et al. Management of patients with atrial fibrillation. A Statement for Healthcare Professionals. From the Subcommittee on Electrocardiography and Electrophysiology, American Heart Association[J]. *Circulation*, 1996, 93(6):1262-1277.
- [35] Casaclang-Verzosa G, Gersh BJ, Tsang TS. Structural and functional remodeling of the left atrium: clinical and therapeutic implications for atrial fibrillation[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2008, 51(1):1-11.
- [36] Yuda S, Muranaka A, Miura T. Clinical implications of left atrial function assessed by speckle tracking echocardiography[J]. *J Echocardiogr*, 2016, 14(3): 104-112.
- [37] Yoon YE, Oh IY, Kim SA, et al. Echocardiographic predictors of progression to persistent or permanent atrial fibrillation in patients with paroxysmal atrial fibrillation (E6P Study)[J]. *J Am Soc Echocardiogr*, 2015, 28(6):709-717.

收稿日期:2019-08-09

冠状动脉慢血流现象的研究进展

黄巧娟 周晓莉

(重庆医科大学附属第一医院心血管内科, 重庆 400016)

【摘要】 冠状动脉慢血流现象是一种病因不明的冠状动脉疾病, 冠状动脉造影未见明显狭窄, 但却存在血流灌注延迟的现象, 其临床表现类似冠状动脉粥样硬化性心脏病。目前对冠状动脉慢血流现象发生的机制存在争议, 治疗上也无明确指南。现主要对冠状动脉慢血流现象的诊断标准、发病机制和治疗方法做一综述。

【关键词】 冠状动脉慢血流现象; 诊断标准; 发病机制; 治疗

【DOI】 10.16806/j.cnki.issn.1004-3934.2020.02.016

Coronary Slow Flow Phenomenon

HUANG Qiaojuan, ZHOU Xiaoli

(Department of Cardiology, The First Affiliated Hospital of Chongqing Medical University, Chongqing 400016, China)

【Abstract】 Coronary slow flow phenomenon (CSFP) is a coronary artery disease of unknown etiology, which coronary angiography showed no obvious stenosis, but there was a delay in blood flow perfusion. Its clinical manifestations are similar to coronary atherosclerotic heart disease. At present, there is controversy about the mechanism of CSFP, and no clear treatment guide. This article reviews the diagnostic criteria, pathogenesis, and treatment of CSFP.

【Key words】 Coronary slow flow phenomenon; Diagnostic criteria; Pathogenesis; Treatment

冠状动脉慢血流现象 (coronary slow flow phenomenon, CSFP) 是指除外冠状动脉成形术后、冠状动脉痉挛、冠状动脉扩张、冠状动脉狭窄和心肌病等因素^[1], 且冠状动脉造影没有发现冠状动脉存在明显病变, 却存在血流灌注延迟的现象。CSFP 由 Tambe 等于 1972 年首次提出。临床中, 这类患者并不少见, 因胸痛行冠状动脉造影的患者中, 1% ~ 7% 存在 CSFP。此类患者大多预后良好, 但是慢性、频繁的心前区不适或心绞痛使患者生活质量明显下降。目前 CSFP 的发病机制尚不明确, 由于其机制不清, 现阶段对于

CSFP 的治疗无固定方案, 国内外无确切的指南推荐。本文就目前对 CSFP 的诊断标准、发病机制和治疗方法做一综述。

1 CSFP 的诊断标准

1.1 诊断标准

冠状动脉造影是诊断 CSFP 的有效方法, 其诊断标准如下: (1) CSFP 的血管造影证据, 定义^[2]为: a. 无阻塞性心外膜损伤的证据 (如无血管造影病变 $\geq 40\%$); b. 远端血管延迟显影, 符合下列一种: (i) TIMI 2 级 (即要求血管在 ≥ 3 心动周期中不变透明), 或 (ii)