

论著·临床研究

斑点追踪成像技术探索手术干预对原醛症患者
心功能的影响研究龚丽¹, 陈晓¹, 王妮¹, 沈颖², 刘亚男³, 何博^{4△}

(重庆市九龙坡区人民医院: 1. 内分泌科; 2. 超声科; 3. 肾内科; 4. 骨科, 重庆 400050)

[摘要] **目的** 应用超声斑点追踪成像(STI)技术研究手术治疗对原发性醛固酮增多症(PA)患者左、右心室功能的影响。**方法** 回顾性分析 2018 年 10 月至 2022 年 2 月该院内分泌科收治的 55 例经手术治疗的 PA 患者(手术组)和 55 例年龄、性别及高血压病程相匹配的经药物治疗的 PA 患者(未手术组)的临床资料, 比较 2 组临床特征及超声心动图数据, 以及左、右心室整体纵向收缩期峰值应变(LVGLS、GRVLS)的差异。**结果** 手术组患者术后血压、血浆醛固酮(PAC)水平降低, 血钾水平升高; 与非手术组相比, 手术组患者 LVGLS、GRVLS 绝对值明显升高, 差异均有统计学意义($P < 0.05$)。**结论** 高 PAC 水平会导致左、右心室功能出现亚临床损害。手术治疗能纠正大多数 PA 患者的高血压、高 PAC 及低血钾状态, 同时逆转左、右心室功能的亚临床损害。早期及时诊断并治疗 PA 能改善患者预后。

[关键词] 原发性醛固酮增多症; 心功能; 斑点追踪成像技术; 影响

DOI: 10.3969/j.issn.1009-5519.2023.16.015

中图法分类号: R540.4+5

文章编号: 1009-5519(2023)16-2772-04

文献标识码: A

Study on the effect of surgical intervention on cardiac function in patients with
primary aldosteronism by speckle tracking imaging

GONG Li¹, CHEN Xiao¹, WANG Ni¹, SHEN Ying², LIU Yanan³, HE Bo^{4△}

(1. Department of Endocrinology; 2. Department of Ultrasound; 3. Department of Nephrology;
4. Department of Orthopedics, Jiulongpo District People's Hospital, Chongqing 400050, China)

[Abstract] **Objective** To evaluate the effect of surgical treatment on left and right ventricular function in patients with primary aldosteronism (PA) by ultrasonic spot tracking imaging (STI). **Methods** The clinical data of 55 PA patients who underwent surgical treatment (the surgery group) and 55 PA patients who underwent drug treatment (the non-surgery group) matched with age, sex and course of hypertension from October 2018 to February 2022 in the Department of Endocrinology of this hospital were retrospectively analyzed. The clinical characteristics and echocardiographic data were compared between the two groups, as well as the differences of left and right ventricular global longitudinal peak systolic strain (LVGLS, GRVLS) between the two groups. **Results** The postoperative blood pressure and plasma aldosterone concentrations (PAC) were decreased, and serum potassium level was increased in the surgery group. Compared with the non-surgery group, the absolute values of LVGLS and GRVLS in the surgery group were significantly increased, and the differences were statistically significant ($P < 0.05$). **Conclusion** High PAC will lead to subclinical damage to left and right ventricular function. Surgical treatment can correct hypertension, high PAC and hypokalemia in most primary aldosteronism patients, and reverse the subclinical damage of the left and right ventricular function. Early and timely diagnosis and treatment of PA can improve patient outcomes.

[Key words] Primary aldosteronism; Heart function; Speckle tracking imaging; Effect

原发性醛固酮增多症(PA)简称原醛症, 是内分泌性高血压中最常见的原因, 其患病率占高血压的 5%~18%^[1], 在难治性高血压患者中可高达 29.8%^[2]。过量的醛固酮(PAC)会导致心脏重构, 与

原发性高血压相比, PA 患者心肌重构、心功能减退、大动脉僵硬、组织广泛纤维化和血管壁重构、心房颤动、脑卒中、心肌梗死、代谢综合征等疾病更易发生^[3]。心脏损伤是 PA 患者血压升高引起的重要靶器官损伤,临床上对 PA 患者左心室功能研究较多,对右心室功能的研究较少。右心室是左心系统的血供支柱,右心室功能障碍会引起左心室充盈压降低。右心室功能受损早期无明显的临床症状及体征,易被忽略,而晚期常伴不可逆的右心衰竭症状,因此早期发现右心室功能受损对临床具有重要意义。超声斑点追踪成像(STI)是一种新颖的成像方式,不依赖声波角度和心室几何形态,可以通过测量应变来定量评估心脏整体和节段性心肌功能^[4-5]。心肌应变测量有助于早期诊断心功能障碍,对心血管疾病患者进行更好的风险分层、心功能评价和治疗评估。本研究拟采用 STI 技术对 PA 患者(手术组与非手术组)的临床资料及心脏超声数据进行比较,探索手术治疗对 PA 患者的整体心功能影响。

1 资料与方法

1.1 研究对象 回顾性分析 2018 年 10 月至 2022 年 2 月本院内分泌科确诊为 PA 并进行手术治疗的 55 例患者,以及年龄、性别及高血压病程相匹配的予药物治疗 55 例 PA 患者的临床资料。2 组患者均完成了血浆 PAC 浓度、血浆肾素(PRC)浓度、盐水负荷试验、卡托普利试验、氟氢可的松抑制试验。PA 诊断标准^[6-7]:(1)初筛 PAC 与 PRC 的比值(ARR) >20 (初筛前停用对 ARR 影响较大的药物 2~4 周);(2)氟氢可的松抑制试验后 PAC ≥ 80 pg/mL^[7];(3)手术治疗 PA 患者影像学提示单侧肾上腺占位或双侧肾上腺静脉取血(AVS)证实为单侧优势分泌,术后病理证实为单侧肾上腺皮质腺瘤或增生;(4)特发性 PAC 增多症患者为影像学提示双侧肾上腺增生或无异常,或 AVS 证实双侧无优势分泌,安体舒通(通用名:螺内酯)治疗 6 个月后低血钾及高血压能缓解。经临床及超声心动图排除先天性心脏病、心肌梗死、心房颤动、严重心律失常、起搏器植入、瓣膜疾病、肺源性心脏病等及图像质量差的患者。

1.2 方法

1.2.1 仪器与检测 采用 PHILIPS IE33 超声诊断仪,探头及频率为 S5-1 探头,频率 1~5 MHz。配有 QLAB 脱机分析软件包。患者左侧卧位,平静呼吸,连接心电图。存储二维心尖四腔心切面、两腔心切面及左室长轴切面的动态图像,各 3~5 个心动周期。PAC、PRC 检测试剂盒均由意大利 Diasorin 公司提

供,采用 Liaison 全自动化学发光免疫分析法测定。

1.2.2 超声心动图检查内容 常规超声心动图测量左右心室大小、容积、室壁厚度及心功能等指标。将动态二维图像导入 QLAB 脱机软件进行定量分析,对左右心室内膜边界分别进行连续自动追踪,测得左右心室整体纵向峰值收缩应变(GLS),所有数据均测量 3 次取平均值。

1.3 统计学处理 采用 SPSS22.0 软件进行统计学分析,计数资料以率或构成比表示,采用 χ^2 检验;计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,所有数据行正态分布检验,采用配对样本 t 检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 2 组患者基础临床资料比较 将患者分为手术组和非手术组,均为 55 例。2 组年龄、性别、高血压病程及基础病史情况比较,差异均无统计学意义($P > 0.05$),2 组相匹配。与手术组相比,非手术组患者的收缩压,血钠、PAC 水平,ARR 显著升高,PRC 和血钾水平显著降低,差异均有统计学意义($P < 0.05$)。2 组患者其余临床资料比较,差异均无统计学意义($P > 0.05$)。见表 1。

表 1 2 组患者基础临床资料比较

基础临床资料	手术组 ($n=55$)	非手术组 ($n=55$)	χ^2/t	P
性别男[$n(\%)$]	27(49.1)	26(47.3)	0.036	0.849
伴高血压[$n(\%)$]	50(90.9)	51(92.7)	0.000	1.000
伴低钾[$n(\%)$]	36(65.5)	29(52.7)	1.843	0.244
伴糖尿病[$n(\%)$]	9(16.4)	13(23.6)	2.263	0.133
伴血脂异常[$n(\%)$]	6(10.9)	8(14.5)	0.327	0.567
伴脑梗死[$n(\%)$]	3(5.5)	5(9.1)	0.135	0.714
伴冠心病[$n(\%)$]	2(3.6)	3(5.5)	0.000	1.000
其他疾病[$n(\%)$]	4(7.3)	5(9.1)	0.000	1.000
年龄($\bar{x} \pm s$, 岁)	50.18 \pm 10.19	50.76 \pm 11.18	-0.320	0.750
病程($\bar{x} \pm s$, 年)	7.96 \pm 6.25	9.93 \pm 7.56	-1.522	0.134
体表面积($\bar{x} \pm s$, m^2)	1.64 \pm 0.17	1.69 \pm 0.18	-1.974	0.054
心率($\bar{x} \pm s$, 次/分)	70.49 \pm 11.89	69.11 \pm 8.32	0.710	0.481
收缩压($\bar{x} \pm s$, mmHg)	129.18 \pm 16.36	135.93 \pm 17.61	-2.021	0.048
舒张压($\bar{x} \pm s$, mmHg)	80.24 \pm 12.47	84.13 \pm 13.03	-1.539	0.130
空腹血糖($\bar{x} \pm s$, mmol/L)	5.74 \pm 1.00	5.95 \pm 1.90	-0.798	0.429
血钾($\bar{x} \pm s$, mmol/L)	4.34 \pm 0.30	4.04 \pm 0.47	4.177	<0.001
血钠($\bar{x} \pm s$, mmol/L)	141.95 \pm 2.40	143.16 \pm 2.35	-2.822	0.007
PAC($\bar{x} \pm s$, ng/dL)	93.58 \pm 80.50	201.42 \pm 114.67	-5.497	<0.001
PRC($\bar{x} \pm s$, mU/L)	38.12 \pm 82.21	13.32 \pm 21.24	2.205	0.032
ARR($\bar{x} \pm s$)	11.36 \pm 16.74	115.23 \pm 167.50	-4.539	<0.001
血肌酐($\bar{x} \pm s$, mg/dL)	80.98 \pm 22.54	74.69 \pm 18.31	1.672	0.100

续表 1 2 组患者基础临床资料比较

基础临床资料	手术组 (n=55)	非手术组 (n=55)	χ^2/t	P
总胆固醇($\bar{x}\pm s$, mmol/L)	4.52±0.90	4.39±0.97	0.712	0.480
甘油三酯($\bar{x}\pm s$, mmol/L)	1.54±0.78	1.92±1.49	-1.867	0.067
HDL-C($\bar{x}\pm s$, mmol/L)	1.38±0.40	1.27±0.38	1.581	0.120
LDL-C($\bar{x}\pm s$, mmol/L)	2.83±0.72	2.67±0.86	1.098	0.277

注:其他疾病包括甲状腺功能亢进症、乙型肝炎、痛风、睡眠呼吸暂停低通气综合征。1 mm Hg=0.133 kPa; HDL-C 为高密度脂蛋白胆固醇; LDL-C 为低密度脂蛋白胆固醇。

2.2 2 组患者左心室结构及功能测值比较 非手术组患者左心室内径、左心室容积、左心室质量指数(LVMI)、左心室做功指数(LTDI-MPI)明显高于手术组,差异均有统计学意义($P<0.05$);手术组患者左心室整体纵向收缩峰值应变(LVGLS)绝对值显著高于非手术组,差异有统计学意义($P<0.05$)。2 组患者间室壁厚度、每搏输出量、等容舒张期时间及左心室舒张功能指标(E 峰、e'峰、E/e'比值)比较,差异均无明显统计学意义($P>0.05$)。见表 2。

表 2 2 组患者左心室结构及功能测值比较($\bar{x}\pm s$)

指标	手术组 (n=55)	非手术组 (n=55)	t	P
LVIDd(mm)	44.57±4.55	46.22±2.95	-2.505	0.015
LVIDs(mm)	28.53±3.38	29.55±2.46	-1.876	0.066
IVST(mm)	11.47±1.32	11.53±1.25	-0.242	0.810
LVPWT(mm)	11.20±1.28	11.25±1.22	-0.240	0.811
LVEF(%)	65.88±4.15	65.56±3.33	-0.456	0.650
LVMI(g/m ²)	109.77±19.46	115.79±17.33	-2.094	0.041
EDV(ml)	90.95±21.73	98.41±15.37	-2.339	0.023
SV(ml)	59.69±13.83	63.39±12.57	-1.891	0.064
E 峰(cm/s)	66.03±16.74	69.77±16.52	-1.289	0.203
e'峰(cm/s)	5.61±2.06	5.52±1.57	-0.289	0.774
E/e'	12.52±3.04	13.05±2.68	-1.009	0.317
IVRT(ms)	97.31±21.97	99.07±17.13	-0.500	0.619
LTDI-MPI	0.60±0.09	0.65±0.10	-2.545	0.041
GLVLS(%)	-19.36±2.37	-17.76±5.26	-2.124	0.038

注:LVIDd 为左心室舒张末期前后径; LVIDs 为左心室收缩末期前后径; LVEF 为左心室射血分数(采用 Simpson 法测量); IVST 为室间隔厚度; LVPWT 为左心室后壁厚度; EDV 为舒张期容积; SV 为每搏输出量; IVRT 为等容舒张期时间。

2.3 2 组患者右心室结构及功能测值比较 2 组患者右心室内径、右心房容积(RAV)、右心室等容舒张期时间(RIVRT)、右心室做功指数(RTDI-MPI)、三尖瓣收缩期前向位移(TAPSE)、三尖瓣收缩期前向速

度(TDI-S')、右心室舒张功能指标(E 峰、e'峰、E/e'比值)比较,差异均无统计学意义($P>0.05$);手术组患者右心室面积变化率(RVFAC)及右心室整体纵向收缩期峰值应变(GRVLS)绝对值均显著高于非手术组,差异均有统计学意义($P<0.05$)。见表 3。

表 3 2 组患者右心室结构及功能测值比较($\bar{x}\pm s$)

指标	手术组	非手术组	t	P
RAV(mL)	62.54±19.22	62.80±16.63	-0.071	0.944
RVD(mm)	33.65±3.73	33.21±4.13	0.560	0.578
E 峰(cm/s)	47.43±8.25	49.43±11.25	-1.124	0.266
e'峰(cm/s)	8.25±2.63	8.54±2.70	-0.591	0.557
E/e'	6.30±2.16	6.23±2.12	0.149	0.882
RIVRT(ms)	90.51±21.39	92.73±23.13	-0.492	0.625
RTDI-MPI	0.66±0.11	0.67±0.12	-0.473	0.638
TAPSE(mm)	20.12±2.64	20.60±2.52	-1.106	0.274
TDI-S'(cm/s)	11.56±1.75	12.23±2.57	-1.720	0.091
RVFAC(%)	0.46±0.06	0.44±0.06	2.519	0.015
GRVLS(%)	-20.60±3.34	-19.02±3.03	-2.433	0.018

注: RVD 为右心室基底横径。

3 讨 论

本研究发现经手术治疗的 PA 患者左右心室应变明显改善,可能是因为术后血浆 PAC 水平显著降低。与非手术组相比,手术组左室内径及左室向心性肥厚程度明显好转,左右心室功能也明显改善。

PA 是以 PAC 相对于 PRC 过度分泌为特点的疾病,伴或不伴低血钾^[1]。PA 患者体内 PAC 异常增多,导致水钠潴留,影响血管舒缩功能和内皮功能,导致血流动力学紊乱及血管重塑,参与多个靶器官的损伤^[8]; PAC 也可直接作用于心肌与冠脉小血管,与心肌细胞内的盐皮质激素受体结合后可促进心肌纤维化,引起氧化应激、炎症反应等。因此, PAC 导致心肌重构的作用独立于肾素-血管紧张素系统^[9]。二维斑点追踪应变指标可早期发现心肌的收缩变形能力是否异常,不受心脏整体运动和周围组织牵拉的影响,能以较高的灵敏度监测心功能损害,适用于对左心室和结构复杂的右心室进行功能评价^[10]。

由于有研究结果证实男性、高龄、病程长、术前血压高、使用多种降压药、体重指数高、PAC 水平高、存在动脉粥样硬化等情况均可能增加术后高血压未愈的风险^[11]。因此,本研究使用配对方式,规避了年龄、性别、高血压病程及基础疾病的影响,比较了手术组与非手术组的 PA 患者基础信息。本研究发现,手术组患者收缩压,血钠、PAC 水平及 ARR 显著降低,血钾和 PRC 水平显著升高。其中手术组仍有部分患者

术后血压、生化检查无显著改善,考虑原因如下^[12]: (1)病程长,导致不可逆的心脏重构及动脉血管硬化;(2)长期高血压状态及高 PAC 水平导致不可逆的肾功能损害;(3)PA 患者同时合并原发性高血压,相关研究提示该比例可达 40%^[2];(4)与术前不正确的分型有关;(5)部分单纯 PAC 瘤切除后遗留下影像学检查难以发现的微小腺瘤或增生,导致临床及生化无明显缓解^[12]。因此,除部分有上述情况的患者外,大部分患者术后生化、超声、血压指标均有显著改善;说明手术治疗能显著改善大部分患者的预后。

PAC 可诱导心肌细胞肥大,导致心室壁增厚、心室质量增加^[13],这不仅可影响左心室还可影响右心室。20 世纪初,有动物实验将高 PAC 输注到大鼠内可诱导其左右心室肥厚、心肌间质纤维化和瘢痕形成^[14],由于右心室、心房和肺血管不受血压的影响,因此,PAC 本身似乎能够不成比例地增加细胞外基质中的胶原沉积和心肌纤维化。有学者在临床研究发现,PA 患者比原发性高血压患者的左心室质量和心脏纤维化更为明显^[15]。心脏 MRI 也证实 PA 患者的纤维化指数高于正常对照组^[16]。而接受肾上腺瘤切除术后,高 PAC 水平状态得到改善,PA 患者的 LVMI 和心肌纤维化均有所改善,反映了 PAC 诱导的心肌肥厚和心肌纤维化的可逆性^[15]。与上述研究结论一致:本研究发现手术组 LVMI 及 TDI-MPI 较非手术组显著降低,考虑原因为手术后患者收缩压显著降低,血浆 PAC 水平降低,左室内径缩小,因此 LVMI 降低;且外周血管压力降低,从而 TDI-MPI 降低。GLVLS 绝对值明显改善,右心室面积变化率及 GRVLS 绝对值明显增高,而常用参数心脏腔室大小、容积、室壁厚度、舒张功能指标及 LVEF 均无明显差异。这提示了常规超声心动图检查指标无法反映高 PAC 水平对心脏造成对的亚临床损伤,而 STI 技术可较灵敏地检测出 PA 患者心功能的改变,结果显示手术组患者左心室向心性肥厚与左右心室形变能力(应变值)明显改善,这也进一步证实了 PAC 诱导的心室肥厚及亚临床心功能减退的可逆性。本研究也存在一些局限及不足:首先,本研究为横断面的回顾性分析,手术患者没有进行手术前后结果对比,故无法直观反映手术者亚临床心功能受损的可逆性。其次,由于技术难度大、花费高,不是所有的患者都通过 AVS 明确了分型。

综上所述,本研究通过 STI 技术反映了高 PAC 水平会导致左右心室功能出现亚临床损害,而手术治疗能纠正大多数患者的高血压、高 PAC 及低血钾状

态,同时逆转左右心室功能的亚临床损害。因此,及时诊断及治疗 PA 能显著改善患者的预后。

参考文献

- [1] HOLAJ R, ROSA J, ZELINKA T, et al. Long-term effect of specific treatment of primary aldosteronism on carotid intima-media thickness [J]. *J Hypertens*, 2015, 33(4): 874-882.
- [2] ROSSI G P, BISOGNI V, BACCA A V, et al. The 2020 Italian Society of Arterial Hypertension (SIIA) practical guidelines for the management of primary aldosteronism [J]. *Int J Cardiol Hypertens*, 2020, 15, 5: 100029.
- [3] CHEN Y L, XU T Y, XU J Z, et al. A speckle tracking echocardiographic study on right ventricular function in primary aldosteronism [J]. *J Hypertens*, 2020, 38(11): 2261-2269.
- [4] VOIGT J U, CVIJIC M. 2- and 3-dimensional myocardial strain in cardiac health and disease [J]. *JACC Cardiovasc Imaging*, 2019, 12(9): 1849-1863.
- [5] CAMELI M, MANDOLI G E, SCIACCALUGA C, et al. More than 10 years of speckle tracking echocardiography: Still a novel technique or a definite tool for clinical practice? [J]. *Echocardiography*, 2019, 36(5): 958-970.
- [6] FUNDER J W, CAREY R M, MANTERO F, et al. The management of primary aldosteronism: case detection, diagnosis, and treatment: An endocrine society clinical practice guideline [J]. *J Clin Endocrinol Metab*, 2016, 101(5): 1889-1916.
- [7] SONG Y, YANG S, HE W, et al. Confirmatory tests for the diagnosis of primary aldosteronism: A prospective diagnostic accuracy study [J]. *Hypertension*, 2018, 71(1): 118-124.
- [8] BUTLER J, ANKER S D, SIDDIQI T J, et al. Patiromer for the management of hyperkalaemia in patients receiving renin-angiotensin-aldosterone system inhibitors for heart failure: Design and rationale of the DIAMOND trial [J]. *Eur J Heart Fail*, 2022, 24(1): 230-238.
- [9] MONTICONE S, D'ASCENZO F, MORETTI C, et al. Cardiovascular events and target organ damage in primary aldosteronism compared with essential hypertension: A (下转第 2788 页)

- [12] 谭敏, 苏霖, 汪森芹. 新型冠状病毒肺炎定点医院临床护士焦虑状况及影响因素研究[J]. 中国护理管理, 2021, 21(2): 227-232.
- [13] 王东博, 华明蕊, 潘悦达, 等. 护士焦虑现状及影响因素分析[J]. 中国医科大学学报, 2018, 47(10): 921-923.
- [14] 嘎多, 巴桑康卓, 杨丽君. 西藏地区临床护士焦虑及抑郁现状调查分析[J]. 西藏医药, 2022, 43(1): 3-5.
- [15] 宋亚男. 三甲医院临床护士情绪智力与焦虑、抑郁的调查研究[D]. 郑州: 郑州大学, 2013.
- [16] 许辉, 姜桂春, 朱晓平. 辽宁省 1 485 名护士的焦虑症状调查及其相关影响因素分析[J]. 中国医科大学学报, 2018, 47(1): 90-93.
- [17] GONG Y H, HAN T G, YIN X X, et al. Prevalence of depressive symptoms and work-related risk factors among nurses in public hospitals in southern China: A cross-sectional study[J]. *Sci Rep*, 2014, 4: 7109
- [18] 盛嘉伟, 王娟. 三甲医院临床护士睡眠质量与焦虑抑郁的相关性[J]. 护理学杂志, 2021, 36(22): 16-18.
- [19] MCDOWALL K, MURPHY E, ANDERSON K. The impact of shift work on sleep quality among nurses[J]. *Occup Med (Lond)*, 2017, 67(8): 621-625.
- [20] LIN S H, LIAO W C, CHEN M Y, et al. The impact of shift work on nurses' job stress, sleep quality and self-perceived health status[J]. *J Nurs Manag*, 2014, 22(5): 604-612.
- [21] 刘瑞杰. 内蒙古通辽市县级医院医护人员健康状况研究[D]. 济南: 山东大学, 2013.
- [22] 韩颖, 韩雪, 李育玲. 基于分类回归树模型对护士焦虑结局的预测研究[J]. 护理研究, 2020, 34(9): 1658-1661.
- [23] 梁救宁, 陈琼妮, 李亚敏, 等. 湖南省 4237 名护士焦虑、抑郁、失眠现状及影响因素[J]. 中南大学学报(医学版), 2021, 46(8): 822-830.
- [24] 谭敏, 苏霖, 汪森芹. 新型冠状病毒肺炎定点医院临床护士焦虑状况及影响因素研究[J]. 中国护理管理, 2021, 21(2): 227-232.
- [25] 江霞, 谭璇. 新型冠状病毒肺炎疫情期间一线护士心理健康状况调查[J]. 护理学杂志, 2020, 35(7): 75-77.

(收稿日期: 2023-02-25 修回日期: 2023-07-01)

(上接第 2775 页)

- systematic review and meta-analysis[J]. *Lancet Diabetes Endocrinol*, 2018, 6(1): 41-50.
- [10] LAUFER-PERL M, GILON D, KAPUSTA L, et al. The Role of speckle strain echocardiography in the diagnosis of early subclinical cardiac injury in cancer patients-is there more than just left ventricle global longitudinal strain[J]. *J Clin Med*, 2021, 5, 10(1): 154.
- [11] STEICHEN O, ZINZINDOHOUE F, PLOUIN PF, et al. Outcomes of adrenalectomy in patients with unilateral primary aldosteronism: A review[J]. *Horm Metab Res*, 2012, 44(3): 221-227.
- [12] 马建强, 李平, 张敏, 等. 原发性醛固酮增多症手术预后及影响高血压改善的相关因素分析[J]. 中华内分泌代谢杂志, 2016, 32(3): 201-205.
- [13] HUANG M, LI J, ZHAO X, et al. Relationship between vascular ageing and left ventricular geometry in patients with newly diagnosed primary aldosteronism [J]. *Front Endocrinol (Lausanne)*, 2022, 8, 13: 961882.
- [14] BRILLA C G, WEBER K T. Reactive and reparative myocardial fibrosis in arterial hypertension in the rat[J]. *Cardiovasc Res*, 1992, 26(7): 671-677.
- [15] PUAR T H, CHEONG C K, FOO R S Y, et al. Treatment of primary aldosteronism and reversal of renin suppression improves left ventricular systolic function [J]. *Front Endocrinol (Lausanne)*, 2022, 30, 13: 916744.
- [16] ZHOU F, WU T, WANG W, et al. CMR-verified myocardial fibrosis is associated with subclinical diastolic dysfunction in primary aldosteronism patients[J]. *Front Endocrinol (Lausanne)*, 2021, 14, 12: 672557.

(收稿日期: 2023-01-12 修回日期: 2023-07-22)