

·述 评·

原发性醛固酮增多症的外科治疗

甄洪涛^{1*}, 唐晓龙¹, 易强¹, 魏俊峰¹, 张超¹, 杜鹏²

(1. 郑州市中心医院 泌尿外科, 郑州 450007; 2. 北京大学肿瘤医院 泌尿外科, 北京 100142)

摘要: 近年来, 原发性醛固酮增多症的精准外科诊治越来越受到关注。本文围绕原发性醛固酮增多症手术治疗相关内容进行探讨, 对现有证据进行总结, 从术前诊断分型的优化、术前检查及手术的适应证、手术效果的预判、手术过程细节优化、手术疗效评估5个方面展开总结分析, 为临床工作提供参考。

关键词: 原发性醛固酮增多症; 肾上腺切除术; 继发性高血压

中图分类号: R699.3

文献标识码: A

文章编号: 1674-7410(2022)03-020-05

DOI: 10.20020/j.CNKI.1674-7410.2022.03.05

Surgical treatment for primary aldosteronism

Zhen Hongtao¹, Tang Xiaolong¹, Yi Qiang¹, Wei Junfeng¹, Zhang Chao¹, Du Peng²

1. Urology Department, Zhengzhou Central Hospital, Zhengzhou 450007, China;

2. Urology Department, Peking University Cancer Hospital, Beijing 100142, China

Corresponding author: Zhen Hongtao, E-mail: jqwb001@126.com

Abstract: In recent years, the precise surgical diagnosis and treatment of primary aldosteronism is attracting more and more attention. This review focuses on the process related to surgical treatment and summarizes the existing evidence in five aspects, the optimization of preoperative diagnosis classification, preoperative examination and surgical indications, surgical effect prediction, surgical process details optimization, and surgical efficacy evaluation, in order to provide a reference for clinical work.

Keywords: Primary aldosteronism; Adrenalectomy; Secondary hypertension

20世纪70年代至90年代初, 原发性醛固酮增多症(primary aldostemnism, PA)被认为是一种导致高血压的罕见原因。2006年, 国际上第一个使用严格方法诊断PA的大型多中心前瞻性临床试验表明, 有11.2%的高血压患者患有PA。在使用肾上腺静脉取血(adrenal venous sampling, AVS)对PA患者进行分型的研究中, 约有2/3的患者为单侧功能分泌优势。2013年, 在我国11个省份进行流行病学调查发现, PA在难治性高血压中的发病率为23%^[1]。如今PA被认为是继发性高血压的最常见病因, 而肾上腺切除术是部分PA患者的最佳治疗方式。

目前大多数相关研究综述将重点放在PA的筛查、诊断、分型方面, 本文总结了近年来与PA手术治疗相关决策及治疗过程, 对一些关键问题分析进行解读, 为外科治疗PA提供更精准的参考。

1 PA手术适应证及手术效果的预测

1.1 术前优势侧的判定和注意特殊群体 PA患者比原发性高血压患者遭受更严重的心脑血管和肾血管损害^[2-3], 会导致患冠状动脉疾病的风险升高, 以及诱发中风、房颤、心力衰竭和肾脏疾病, 这是因为醛固酮对心血管系统的直接影响, 包括动脉壁炎症、重塑和纤维化作用^[4]。近年来, 越来越多的证据表明, 准确的诊断和治疗可以逆转靶器官损伤^[5]。为选择最佳的临床治疗方法, 正确地PA分为单侧或双侧亚型是关键因素。手术适用于单侧优势型, 双侧优势型则首先选择药物治疗。

1.1.1 区分PA单侧或双侧优势 主要有两种方法: AVS和计算机断层扫描CT。随着CT、MRI的广泛应用, 以及用AVS来判断选择性分泌醛固酮方法的进步, 使得PA的术前诊断标准进一步完善, 众多的医学协会制定了一些指南, 内分泌协会和日本内分泌学会指南推荐: 对所有诊断为PA、且必要时愿意

*通信作者: 甄洪涛, E-mail: jqwb001@126.com

行手术治疗的患者,行AVS^[6]。而随后发布的指南认为,在某种情况下,如在低钾的年轻患者(小于35岁)中明显出现腺瘤,则不必行AVS。指南的修改表明,有些观点仍然不清楚,并且会影响到PA患者单侧切除后的随访结果^[7]。但最近两项国际多中心队列研究显示,AVS分级^[8]后的患者可以获得更好的预后,体现在高血压治愈率更高^[9]。目前主流研究认为,PA患者AVS引导下功能优势侧肾上腺切除术可较CT引导下的肾上腺切除术有更好的临床获益。但以上所有的单中心研究中入组患者均有限,至少有一组的患者少于50名,这导致预后结果具有高度异质性。

影像学检查无明显肾上腺肿瘤的PA患者中单侧亚型的患病率较低,这些患者均不适合采用AVS。女性患者如果没有肾上腺瘤,血钾正常、醛固酮肾素比值不高,可以不做AVS。然而,对于具有高醛固酮肾素比值的男性低血钾PA患者,应考虑做AVS,因此类人群单侧亚型的发生率很高^[10]。而Wasita等^[11]研究认为形态正常的肾上腺是PA主要来源,形态学上表现正常的肾上腺通常是PA中醛固酮产生的来源,甚至在年轻患者中也是如此。

1.1.2 AVS显示对侧抑制与否对手术治疗预后的判定 Shariq等^[12]研究表明,AVS检测发现对侧抑制是一种较强且独立的预测因子,可预测PA患者肾上腺切除术后估计肾小球滤过率显著降低和高钾血症风险;对侧抑制的患者,单侧肾上腺切除术后,治愈高血压的可能性会升高,并发展为高钾血症。而检测无血浆肾素活性抑制的患者中醛固酮腺瘤特征:有更高的醛固酮水平,切除肾上腺标本上有更高强度的CYP17表达,较低的手术后1年临床完全缓解率。在高血压患者中,未被抑制的患者不应排除PA诊断,特别是当他们的皮质醇水平在1 mg地塞米松中仍未被抑制时。同时,未受抑制的PA患者在非手术侧醛固酮水平较高,术后完全临床缓解的可能性较低^[13]。

1.1.3 PA中的特殊类型 Yasuda等^[14]研究发现,PA患者中合并亚临床库欣综合征占10%~20%,并建议如临床医生在CT扫描上检测到肾上腺肿瘤($\geq$ 直径1 cm)时,应怀疑PA患者同时存在亚临床库欣综合征可能。老年患者肾素血管紧张素系统的活性随着年龄增加而下降,同时醛固酮对钠摄入量的反应逐渐下降,特别是在60岁之后。随着年龄的增长,肾上腺球状带中CYP11B2的持续表达逐渐减少,同时出现醛固酮产生细胞簇的增加,这可能是相对自主

的醛固酮产生的原因。此外,在PA确认和亚型诊断后,年龄较大与单侧PA在肾上腺切除术后的获益较低相关^[15]。

1.2 解剖方面

1.2.1 血管变异 Priya等^[16]分析了肾上腺动脉变异情况:肾上腺下动脉变异最多见,其次是肾上腺中动脉,肾上腺上动脉;肾上腺中动脉最常缺失;这些变异左侧更常见;肾上腺下动脉可在右肾静脉周围形成环状侧支循环并可影响肾静脉回流;腹腔镜切除较大肾上腺肿瘤时注意这些变异。

1.2.2 腹腔镜切除双侧肾上腺的难度 目前研究发现,腹腔镜行肾上腺切除时,右侧肾上腺切除较左侧更复杂,时间更长。右侧经腹腔镜肾上腺切除术由于解剖特征更加复杂,比左侧腹腔镜肾上腺切除术更具挑战性,具有较高的出血风险和较高的中转开放率^[17]。

1.2.3 梅奥粘连概率(MAP)评分 较高的MAP评分是延长腹腔镜肾上腺切除手术时间的独立危险因素。MAP评分与经腹^[18]及腹膜后^[19]腹腔镜肾上腺切除的围手术期预后相关。代谢指数和肿瘤大小是MAP评分的相关指标,可能会影响腹腔镜肾上腺切除的难度。

1.2.4 体位变化引起目标器官解剖变化 体位导致的肾脏肾门和腹直肌外缘的位移距离与一些物理特征显著相关。多元回归分析表明,较大的内脏脂肪面积可能是预测肾脏向手术台侧运动的有用指标。背部肌肉的CT密度较低和BMI较高可能是预测腹直肌运动的有用指标。研究表明,从术前CT图像中获得的身体成分特征可以帮助预测目标器官的运动和解剖学标志,这些特征用于确定在侧位进行腹腔镜手术的适当戳卡孔位点位置^[20]。

2 PA手术策略选择及操作的优化

2.1 肾上腺单侧全切或部分切除 两种手术在技术上都是安全可行的,但腹腔镜下肾上腺部分切除术对单侧PA原醛瘤患者的失败率更高(7.7%)。因此,选择腹腔镜肾上腺部分切除术需要仔细考虑,目前对单侧PA原醛瘤患者主流选择腹腔镜肾上腺全切除术^[21]。截至2021年11月,检索多个科学数据库(PubMed、Web of Science和CoChrane图书馆),查找PA患者的单侧优势分泌者行肾上腺的部分切除和全切的围手术期和功能结果。结果显示:符合条件的802例患者,部分切除40.4%($n=324$),全切59.6%($n=478$)。两组间在输血次数、估计失

血量和Clavien-Dindo并发症分级系统 ≥ 2 均无差异。同样,肾上腺部分切除和肾上腺全切在临床成功、术后持续低钾血症和高血压改善方面均无差异^[22]。

2.2 术中超声定位 腹腔镜下左肾上腺手术时行术中超声肾上腺定位可以降低左肾上腺切除术的手术时间和转开放手术率。术中超声肾上腺定位对肾上腺的精确定位及血管解剖非常有帮助,从而实现精确、定向、时间高效和无血的解剖。在接近胰腺尾部的情况下,术中超声肾上腺定位能够找到正确的解剖平面^[23]。

2.3 肾脏去神经支配加肾上腺切除术治疗PA引起的顽固性高血压 Liu等^[24]研究表明,60例单侧醛固酮腺瘤(aldosterone-producing adenoma, APA)引起的顽固性高血压患者,对肾动脉外膜去神经支配加肾上腺切除术30例(RDN组)和单独肾上腺切除术30例(对照组)随访12个月,检测24小时平均动态收缩压从基线到12个月的变化。结果显示肾脏去神经支配加肾上腺切除术组患者的临床和生化结果治愈率高于单纯行肾上腺切除术组患者(35.7% vs. 17.9%; 96.4% vs. 89.3%)。Liu等^[25]做了同样研究,并将随访时间增加到36个月,结果显示同上并没有严重的手术安全问题。

2.4 腹腔镜肾上腺切除术后可不放置引流 目前腹腔镜肾上腺切除术许多医师选择常规留置引流管,而Kim等^[26]认为只有当术中发生并发症如下腔静脉或在胰腺尾部发现早期出血或胰瘘时,才有必要放置引流管。近期,Chai等^[27]收集了2014年10月至2020年9月期间由同一首席外科医生接受侧方腹腔镜肾上腺切除术(lateral transperitoneal laparoscopic adrenalectomy, LTLA)治疗的150例患者的数据,研究结果表明腹腔镜肾上腺切除术后可以不放置引流,这样可以减少术后感染风险,减轻术后疼痛,减少住院时间。

3 术后患者评估

3.1 术后病理 伴随CYP11B2单克隆抗体的应用渐广泛,Seccia等^[28]提出原醛瘤诊断的五角标准,在原来的四角标准基础上增加^[29](①原醛瘤的生化证据;②AVS提示单侧醛固酮优势分泌;③CT或MRI检查提示肾上腺结节且病理提示皮质腺瘤;④术后生化完全缓解);切除的肾上腺腺瘤组织免疫组织化学染色CYP11B2阳性。2021年国际病理共识据此将单侧原醛瘤分为醛固酮产生腺瘤、醛固酮生成结节、醛固酮生成微结节(醛固酮产生细胞簇)、多发醛固

酮产生结节或多发醛固酮产生微结节、醛固酮产生增多的弥漫性增生^[30]。更加准确的病理结果及原醛瘤分型有助于更好地判断肾上腺功能定位,这样可能会增加肾上腺部分切除术治疗原醛瘤的获益。

3.2 术后效果评估 2017年Williams等^[29]建立了PA手术结果的国际共识,它将临床和生化结果分别分为完全缓解、部分缓解和缺乏缓解,完全临床缓解定义为血压正常且无需降压药;部分临床缓解定义为与术前相同的血压和较少的降压药、血压降低伴随着相同的降压药或较少的降压药;缺乏临床缓解定义为血压维持不变或升高同时降压药剂量不变或升高,第1次随访应在术后3个月进行,但最终结果应在6~12个月进行评估。

我国内分泌学会提出了更为细致、更具操作性术后随访计划^[31]。术后第1天即可停用安体舒通,减降压药。除血钾 < 3.0 mmol/L,无需补氯化钾,术后前几周提高钠盐摄入。如有明显低醛固酮表现可暂时服用氟氢可的松,术后第1、3、6、12、24、36个月随访手术患者血压、电解质、肾功能、糖脂代谢、肾上腺皮质功能、骨代谢。每年复查肾上腺CT、动态血糖、尿蛋白、心脏超声、颈动脉超声等。并将甲状旁腺激素作为判断手术效果重要指标。

最近,Anceschi等^[32]提出一种三联法,评估原醛单侧优势分泌患者手术三个主要目标:①没有围术期并发症;②血压控制(定义为总或关键减少剂量和抗高血压药物的数量);③保持电解质平衡。总结PA单侧优势分泌患者在肾上腺切除术后的终点和维持情况。这样可以在术后较快进行评估手术效果,旨在使早期肾上腺切除术结果标准化。Suurd等^[33]回顾性研究显示,PA在肾上腺切除术后的第1个月内,抗高血压药物的使用和自测血压测量值显著下降,之后在肾上腺切除术后的1年内基本保持稳定。因此建议在肾上腺切除术后早期可靠地评估血压相关的结果,并质疑是否需要进行常规的长期随访。

3.3 术后临床不缓解因素 PA术后仍有部分患者达不到临床缓解,考虑原因有以下:①不适宜的术前诊断分型^[34];②合并长期高血压;③原发性高血压、慢性肾病、亚临床高皮质醇症的并发症;④男性,老年患者、KCNJ5突变携带者^[35]。

3.4 PA术后再入院 Sebastian等^[36]研究表明,最常见的再入院原因是肺炎(9%)、肾上腺功能不全(8.4%)、败血症(7.3%)、急性肾功能衰竭(6.2%)和深部手术部位感染(4.5%)。成功的肾上腺切除术的一个重要部分是对腹膜后解剖和精确的无血解剖

的深入了解^[37]。术中腹腔镜超声是将转化率和并发症发生率降低到最低的方法之一。它可以找到正确的解剖平面和准确的肾上腺肿块的解剖定位^[23,38]。使用这种术中可视化方法可以显著降低转化率和术中出血率,并缩短了手术时间^[23]。减少腹腔镜肾上腺切除术后入院的最重要因素是适当的患者选择、经验丰富的手术团队、术中技术、减少并发症发生率、缩短手术时间和减少高质量的术后健康护理工作。

4 总结与展望

PA患者术前行CT和AVS实现功能优势侧判定,手术切除功能优势侧肾上腺是PA患者的主要外科治疗手段,AVS导向下功能优势侧肾上腺切除术较CT导向有更好的临床获益。手术前PA亚型的准确判定(如老年PA患者,伴皮质醇功能分泌的PA),更精细的AVS结果分类(对侧功能抑制与否),以及这些情况对手术后效果是目前研究热点。日本一项研究显示:通过超选择AVS获得肾上腺内醛固酮活性图,反映CYP11B2阳性病变的分布,优于传统的AVS^[39]。已经开展肾上腺功能影像学检测,以及对PA患者行分泌功能优势侧更为精准的功能部分切除术,以减少术后皮质醇功能不全风险。针对PA导致的顽固性高血压患者,腹腔镜下功能优势侧肾上腺切除联合同侧肾脏去神经支配较单纯肾上腺切除有更好的控制血压效果,期待更大样本和更多病例研究支持。手术后评估依据PASO国际共识,PA术后仍有部分患者达不到临床缓解,考虑原因有以下:①不适应的术前诊断分型;②合并长期高血压;③原发性高血压、慢性肾病、亚临床高皮质醇症的并发症;④男性,老年患者、KCNJ5突变携带者。如何术前准确识别并在术后预防相关风险是将来研究的主要方向。

参考文献:

- [1] 中华医学会内分泌学会. 原发性醛固酮增多症诊断治疗的专家共识(2020版)[J]. 中华内分泌代谢杂志, 2020, 36(9): 727-736.
- [2] Bernini G, Galetta F, Franzoni F, et al. Arterial stiffness, intima-media thickness and carotid artery fibrosis in patients with primary aldosteronism [J]. Hypertens, 2008, 26(12): 2399-2405.
- [3] Monticone S, D'Ascenzo F, Moretti C, et al. Cardiovascular events and target organ damage in primary aldosteronism compared with essential hypertension: a systematic review and meta-analysis [J]. Lancet Diabetes Endocrinol, 2018, 6(1): 41-50.
- [4] van der Heijden C, Smeets EMM, Aarntzen E, et al. Arterial wall inflammation and increased hematopoietic activity in patients with primary aldosteronism [J]. Clin Endocrinol Metab, 2020, 105(5): e1967-e2980.
- [5] Rossi GP, Cesari M, Cuspidi C, et al. Long-term control of arterial hypertension and regression of left ventricular hypertrophy with treatment of primary aldosteronism [J]. Hypertension, 2013, 62(1): 62-69.
- [6] Nishikawa T, Omura M, Satoh F, et al. Guidelines for the diagnosis and treatment of primary aldosteronism-The Japan Endocrine Society 2009 [J]. Endocr J, 2011, 58(9): 711-721.
- [7] Funder JW, Carey RM, 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.
- [8] Rossi GP, Rossitto G, Amar L, et al. Clinical outcomes of 1625 patients with primary aldosteronism subtyped with adrenal vein sampling [J]. Hypertension, 2019, 74(4): 800-808.
- [9] Williams TA, Burrello J, Sechi LA, et al. Computed tomography and adrenal venous sampling in the diagnosis of unilateral primary aldosteronism [J]. Hypertension, 2018, 72(3): 641-649.
- [10] Okamoto K, Ohno Y, Sone M, et al. Should Adrenal Venous Sampling Be Performed in PA Patients Without Apparent Adrenal Tumors [J]. Front Endocrinol (Lausanne), 2021, 4(12): 1-8.
- [11] Parksook WW, Yozamp N, Hundemer GL, et al. Morphologically Normal-Appearing Adrenal Glands as a Prevalent Source of Aldosterone Production in Primary Aldosteronism [J]. Am J Hypertens, 2022, 35(6): 561-571.
- [12] Shariq OA, Bancos I, Cronin PA, et al. Contralateral suppression of aldosterone at adrenal venous sampling predicts hyperkalemia following adrenalectomy for primary aldosteronism [J]. Surgery, 2018, 163(1): 183-190.
- [13] Kubo H, Tsurutani Y, Inoue K, et al. Characteristics of aldosterone-producing adenomas in patients without plasma renin activity suppression [J]. PLoS One, 2022, 17(4): e0267732.
- [14] Yasuda S, Hikima Y, Kabeya Y, et al. Clinical characterization of patients with primary aldosteronism plus subclinical Cushing's syndrome [J]. BMC Endocr Disord, 2020, 20(1): 9.
- [15] Mulatero P, Burrello J, Williams TA, et al. Primary Aldosteronism in the Elderly [J]. J Clin Endocrinol Metab, 2020, 105(7): dgaa206.
- [16] Priya A, Narayan RK, Ghosh SK. Prevalence and clinical relevance of the anatomical variations of suprarenal arteries: a review [J]. Anat Cell Biol, 2022, 55(1): 28-39.
- [17] Wang Y, Yang Z, Chang X, et al. Right laparoscopic

- adrenalectomy vs. left laparoscopic adrenalectomy: a systematic review and meta-analysis [J]. *Wideochir Inne Tech Maloinwazyjne*, 2022, 17(1): 9–19.
- [18] Kira S, Sawada N, Nakagomi H, et al. Mayo Adhesive Probability Score Is Associated with the Operative Time in Laparoscopic Adrenalectomy [J]. *Laparoendosc Adv Surg Tech A*, 2022, 32(6): 595–599.
- [19] Yuan Y, Feng H, Kang Z, et al. Mayo adhesive probability score is associated with perioperative outcomes in retroperitoneal laparoscopic adrenalectomy [J]. *ANZ J Surg*, 2022: Online ahead of print.
- [20] Nagaya N, Shimizu F, Kanayama M, et al. Movement of target organs and anatomical landmarks caused by body position change during urological laparoscopic surgery [J]. *Asian J Endosc Surg*, 2020, 13(1): 65–70.
- [21] Liu JH, Wei XD, Fu CC, et al. Long-Term Results of Laparoscopic Partial Versus Total Adrenalectomy for Aldosterone Producing Adenoma [J]. *Urol J*, 2020, 17(4): 4981.
- [22] Flammia RS, Anceschi U, Tufano A, et al. Minimally Invasive Partial vs. Total Adrenalectomy for the Treatment of Unilateral Primary Aldosteronism: A Systematic Review and Meta-Analysis [J]. *J Clin Med*, 2022, 11(5): 1263.
- [23] Sebastian M, Rudnicki J. Recommendation for laparoscopic ultrasound guided laparoscopic left lateral transabdominal adrenalectomy [J]. *Gland Surg*, 2020, 9(3): 689–694.
- [24] Liu Y, Zhu B, Zhu L, et al. Clinical outcomes of laparoscopic-based renal denervation plus adrenalectomy vs adrenalectomy alone for treating resistant hypertension caused by unilateral aldosterone-producing adenoma [J]. *Clin Hypertens*, 2020, 22(9): 1606–1615.
- [25] Liu Y, Zhu B, Zhu L, et al. Thirty-six-month results of laparoscopic-based renal denervation plus unilateral laparoscopic adrenalectomy for the treatment of patients with resistant hypertension caused by unilateral aldosterone-producing adenoma [J]. *Clin Hypertens*, 2021, 23(5): 946–953.
- [26] Kim EY, You YK, Kim DG, et al. Is a drain necessary routinely after laparoscopic cholecystectomy for an acutely inflamed gallbladder? A retrospective analysis of 457 cases [J]. *J Gastrointest Surg*, 2014, 18(5): 941–946.
- [27] Chai S, Pan Q, Liang C, et al. Should surgical drainage after lateral transperitoneal laparoscopic adrenalectomy be routine?—A retrospective comparative study [J]. *Gland Surg* 2021; 10(6): 1910–1919.
- [28] Seccia TM, Camoccia B, Gomez-Sanchez EP, et al. The biology of normal zona glomerulosa and aldosterone-producing adenoma: pathological implications [J]. *Endocr Rev*, 2018, 39(6): 1029–1056.
- [29] Williams TA, Lenders JWM, Mulatero P, et al. Outcomes after adrenalectomy for unilateral primary aldosteronism: an international consensus on outcome measures and analysis of remission rates in an international cohort [J]. *Lancet Diabetes Endocrinol*, 2017, 5(9): 689–699.
- [30] Williams TA, Gomez-Sanchez CE, Rainey WE, et al. International histopathology consensus for unilateral primary aldosteronism [J]. *J Clin Endocrinol Metab*, 2021, 106(1): 42–54.
- [31] 中国内分泌代谢病专科联盟. 原发性醛固酮增多症诊治行业标准[J]. *中华内分泌代谢杂志*, 2022, 38(7): 555–557.
- [32] Anceschi U, Mormando M, Fiori C, et al. Surgical Quality, Antihypertensive Therapy, and Electrolyte Balance: A Novel Trifecta to Assess Long-Term Outcomes of Adrenal Surgery for Unilateral Primary Aldosteronism [J]. *J Clin Med*, 2022, 11(3): 794.
- [33] Suurd DPD, Vorselaars WMCM, Van Beek DJ, et al. Assessing Outcomes After Adrenalectomy for Primary Aldosteronism—Early is Accurate: Retrospective Cohort Study [J]. *Ann Surg*, 2022, 276(5): 929–934.
- [34] Peng KY, Liao HW, Chan CK, et al. Presence of subclinical hypercortisolism in clinical aldosterone-producing adenomas predicts lower clinical success [J]. *Hypertension*, 2020, 76(5): 1537–1544.
- [35] Vilela LAP, Rassi-Cruz M, Guimaraes AG, et al. KCNJ5 somatic mutation is a predictor of hypertension remission after adrenalectomy for unilateral primary aldosteronism [J]. *J Clin Endocrinol Metab*, 2019, 104(10): 4695–4702.
- [36] Sebastian M. Factors contributing to readmissions after laparoscopic adrenalectomy [J]. *Gland Surg*, 2022, 11(7): 1133–1135.
- [37] Hussein M, Toraih E, Fouad AM, et al. National perspective on hospital readmissions following adrenalectomy. *Gland Surg*, 2022; 11: 970–980.
- [38] Brunt LM, Bennett HF, Teefey SA, et al. Laparoscopic ultrasound imaging of adrenal tumors during laparoscopic adrenalectomy [J]. *Am J Surg*, 1999, 178(6): 490–495.
- [39] Kitamoto T, Kitamoto KK, Omura M, et al. Precise Mapping of Intra-Adrenal Aldosterone Activities Provides a Novel Surgical Strategy for Primary Aldosteronism [J]. *J Hypertension*, 2020, 76(3): 976–984.