



[DOI] 10.3969/j.issn.1001-9057.2023.04.003

http://www.lcnkzz.com/CN/10.3969/j.issn.1001-9057.2023.04.003

· 综述与讲座 ·

肾上腺静脉取血在原发性醛固酮增多症诊疗中的应用

索宁 周华 张栩 郭旭东 蒋绍博 王翰博

【摘要】 原发性醛固酮增多症(PA)是以醛固酮产生过多为特征的疾病,可导致高血压及心脏和肾脏靶器官损害,而不同亚型的 PA 临床治疗方法有很大差异。临床多采用肾上腺静脉取血(AVS)来区分醛固酮升高的病因,AVS 也是目前分侧定位、区别不同亚型 PA 的金标准。对于 AVS 的应用范围、结果判读、是否采用促肾上腺皮质激素促进醛固酮分泌、醛固酮测定的准确性等问题,还有待更为统一的标准和共识。

【关键词】 肾上腺静脉取血; 原发性醛固酮增多症

【中图分类号】 R586.2+4 **【文献标识码】** A

原发性醛固酮增多症(PA)是醛固酮增多症的一种病理形式,其特征为肾素和血管紧张素 II 非依赖性的醛固酮产生过多,引起高血压、低血钾、低血浆肾素活性和碱中毒等一系列临床表现,且该过程相对不可抑制。PA 的发病机制主要归因于致病性的体细胞突变,可导致高血压及心血管、代谢和肾脏疾病^[1-2]。

由于 PA 患者心脑血管疾病、心脏和肾脏靶器官损害及代谢改变(包括代谢综合征和糖尿病)的风险明显增高^[1-3],因此早期识别该疾病对于预防此类并发症并通过特异性治疗逆转既存心血管损伤至关重要^[4-5]。PA 根据来源主要可分为源于双侧肾上腺醛固酮分泌过多的 PA 和源于单侧激素过多的 PA;前者主要来自双侧肾上腺增生,也称为特发性醛固酮增多症(IHA),通常需要终生药物治疗,后者主要是醛固酮腺瘤(APA),可通过肾上腺切除术治愈。

选择合适治疗方法的基础是明确区分以上两种疾病。对 PA 患者推荐首选肾上腺 CT^[6],但通过影像学检查确定的肾上腺病变不一定是醛固酮过多的来源^[7]。因此,在寻求手术治疗 PA 的患者中,内分泌学会指南推荐使用肾上腺静脉取血(AVS)来区分醛固酮升高的病因,而这种检测方法为侵入性,对技术有较高要求且存在一定风险^[8]。

一、AVS 的定义和应用指征

AVS 是采用导管经股静脉或肘静脉,选择性插管至肾上腺静脉内取血,通过比较静脉血中醛固酮的比值来鉴别 PA 分型的一种检查方法。AVS 由 Masoni^[9]于 1957 年首次提出以来,陆续在多中心用于 PA 亚型的鉴别^[9-11]。AVS 是分侧定位 PA 的金标准,敏感性和特异性分别达到 95% 和 100%,明显优于肾上腺 CT^[12]。

但因 AVS 存在有创性、肾上腺静脉损伤的风险,及其对技术的高要求、缺乏标准化流程并有一定的检测失败率,临床关于 AVS 的应用指征存在一些争议。诸多专家共识均认为,AVS 仅推荐用于 PA 确诊、肾上腺 CT 提示有单侧或双侧肾上腺 APA 或增生、拟行手术治疗的患者。醛固酮激素明显升高并伴有单侧肾上腺肿瘤的年轻患者可放弃 AVS,直接进行外科肾上腺切除术^[13-15];美国内分泌学会临床实践指南^[13]建议,对于 CT 显示有明显的单侧肾上腺腺瘤、自发性低钾血症、醛固酮明显升高,且年龄 < 35 岁患者,不推荐进行手术前的 AVS 检测。该建议也得到日本一项研究的数据支持^[16],甚至有研究认为这一指征应扩大到 45 岁^[17]。然而,也有学者认为,这种诊疗措施在相当一部分的患者中可能不正确,并可能造成一定比例的误诊^[18-19]。

二、AVS 的方法及结果判读

1. 经皮肘静脉取血和经皮股静脉取血

目前临床主要通过肘静脉入路或者股静脉入路两

基金项目:山东省自然科学基金资助项目(ZR2020QH069、ZR2022MH004)

作者单位:250000 济南,山东第一医科大学附属省立医院泌尿外科(索宁、郭旭东、蒋绍博、王翰博),血管外科(周华),内分泌科(张栩)

通讯作者:王翰博, E-mail: wanghanbo0709@163.com

种方式获取双侧肾上腺静脉及下腔静脉血,分别测定肾上腺静脉及下腔静脉血样中的醛固酮和皮质醇水平。通过肘静脉或股静脉插入导管并定位在下腔静脉中,可获得醛固酮和皮质醇的基线测量值。然后使用两个单独的导管分别插入右侧和左侧肾上腺静脉,一般采用肾上腺静脉造影术和(或)术前辅助肾上腺薄层强化 CT 扫描来确认位置。采样时,导管保持在原位,并通过间歇性肾上腺静脉造影确认导管位置稳定^[20-21]。

2. AVS 的结果判读

AVS 的结果判读是一项具有挑战性且在学术界争议较大的工作^[22],主要原因是由于缺乏公认的标准来定义肾上腺静脉导管插入的准确性及判断醛固酮分泌的优势侧。

为了尽量客观准确地评价两侧肾上腺静脉的醛固酮水平,引入选择指数(SI)来确定取血的准确性。欧洲高血压学会(ESH)认为肾上腺静脉与下腔静脉皮质醇水平比值(SI) ≥ 2 时,可确定肾上腺静脉插管成功^[23],SI 越高获得结果的准确性和可重复性就越高^[24]。引入优势侧指数(LI),即皮质醇校正的醛固酮(ALD/C)比值判断醛固酮分泌优势侧,ESH 认为 LI > 4 可判定为单侧 PA^[23]。由于 AVS 的操作步骤和醛固酮测量结果存在较大的异质性,AVS 的判读标准在不同中心之间差异也较大^[25]。有学者认为 LI > 2 时即可判定为单侧分泌优势,进行该侧的手术一般会取得较好效果^[26]。

此外,引入对侧抑制指数(CSI),即肾上腺功能较低一侧的 ALD/C 与外周静脉血 ALD/C 的比值可佐证醛固酮的分泌优势侧。CSI 多被用作单侧 PA 的辅助诊断指标,可用于有争议病例的辅助诊断^[27]。当 LI 处于在灰区或当仅有肾上腺结节对侧的 AVS 结果可靠时,CSI < 1 可推断健侧肾上腺功能受抑制,以证实患侧肾上腺醛固酮的高分泌状态。但 CSI < 1 并不作为进行肾上腺手术的必要条件^[28]。

3. 促肾上腺皮质激素兴奋试验和直接取血法

根据取血前是否采用促肾上腺皮质激素(ACTH)促进醛固酮分泌,AVS 分为两种方法。

ACTH 兴奋试验能够强烈刺激醛固酮的分泌,ACTH 注射后外周及肾上腺静脉的皮质醇和醛固酮水平均较注射前显著增高,从而放大双侧肾上腺醛固酮的水平差异,利于准确判断双侧肾上腺静脉插管成功率,进而助于 AVS 结果的判断^[29]。ESH 建议在 ACTH 激发条件下,SI > 5 时可确定肾上腺静脉插管成功^[23]。

对于插管成功的患者,既往研究普遍认为,ACTH 兴奋试验有助于提高肾上腺静脉插管成功率,ACTH

兴奋试验和直接取血法 2 种 AVS 在确定 LI,即判定优势侧方面无明显差异^[21]。也有研究认为,AVS 中 ACTH 兴奋实验虽然可提高取血成功率,但可降低 LI^[30]。

三、PA 患者血醛固酮测定的变异性

研究表明,PA 患者的醛固酮水平可能存在高度变异性,导致其单次静脉醛固酮测定缺乏精确性和可重复性^[31]。

健康人醛固酮水平表现出昼夜节律变化,且全天均可能产生爆发式的波动^[32]。同时,PA 患者也表现出醛固酮的昼夜节律变化和波动,醛固酮水平在日平均值上下的变化可达 4 倍^[31]。醛固酮的变异性导致单次测量的醛固酮水平可能不够准确和敏感。确诊 PA 的患者中,有相当一部分患者的外周静脉血醛固酮水平有时会远低于常规筛查阈值,如仅依赖于单次静脉血醛固酮测定结果,可能会导致临床漏诊^[33-34]。为了减小醛固酮波动所致结果差异,AVS 检查一般于晨起空腹,平卧时间 ≥ 1 小时进行。

另一方面,尽管进行 AVS 的患者均被建议提前数周停用盐皮质激素受体拮抗剂,但几乎所有患者在 AVS 时均接受某种形式的降压治疗,其中包括可能降低醛固酮水平的药物[如血管紧张素转化酶(ACE)抑制剂、血管紧张素受体阻滞剂和钙通道阻滞剂]。因此,为了获得更为准确的 AVS 结果,一些专家建议在接受 AVS 之前停用所有降压药物,或改用对肾素-血管紧张素-醛固酮系统影响较小的 α 受体阻滞剂或胍屈嗪等药物^[35]。考虑到右侧肾上腺静脉较短,常以锐角直接汇入下腔静脉,同时存在一定的解剖变异性,在 AVS 检测中,常重复采集右侧肾上腺静脉样本以防止因取血失败而导致不必要的反复 AVS 检测^[28]。

总体而言,PA 表现为持续“高”和不可抑制的醛固酮水平的传统观念可能需要修正,有时需要重复多次独立的醛固酮测定以避免漏诊^[13]。在 AVS 检测 PA 期间,循环醛固酮水平可能发生显著变化,未来的研究或许应注重评估醛固酮的变异性对诊断准确性的影响。此外,因为醛固酮水平在 AVS 期间可能表现出相当大的变异性,如依赖于单次肾上腺静脉血醛固酮检测,可能导致 PA 亚型的错误判断,从而导致治疗方式错误。因此,在 AVS 检测中,常规获得多个和(或)综合醛固酮测量值可能得出更为可靠的结果^[36]。

四、AVS 在诊治单侧肾上腺疾病中的局限性

WHO 确认了 PA 患者单侧肾上腺皮质病变命名和定义的国际共识^[37]。基于苏木素-伊红染色(用于形态学检查)和 CYP11B2 免疫组织化学染色(用于功

能表征),拟定的分类包括:醛固酮腺瘤(APA)、醛固酮结节(APN)、醛固酮微结节(APM)、原发性肾上腺增生(PAH)、家族性醛固酮增多症和罕见的生成醛固酮的肾上腺皮质癌^[37]。

需要注意的是,多种生成醛固酮的病变可发生在单侧或两侧肾上腺内,通过影像学检查确定的肾上腺病变不一定是醛固酮过多的来源^[7,38]。无功能的偶发腺瘤也可见于 PA 患者,在这些病例中,邻近或对侧肾上腺组织中的 APA 或 APN/APM 可能是过量醛固酮产生的来源^[38]。

对于身体条件能够耐受并愿意接受手术治疗的单侧 PA 患者,肾上腺切除术是治愈(或实质性改善)PA 的首选治疗方法。常规情况下,手术应进行完全肾上腺切除术,因为常规 AVS 技术通常仅限于确定醛固酮分泌优势的一侧,而不是确定特定的肾上腺结节是否是醛固酮过多的来源^[13]。然而,即使当 AVS 结果显示单侧肾上腺切除术会使患者明显受益时,未来仍可能出现对侧肾上腺新出现的 PA(APM/APN);虽然有些 PA 表现为真正的单侧病变,但严重不对称的双侧病变也较常见^[39]。在可行的情况下,AVS 检测采用超选择性肾上腺节段性取样有可能允许外科医生进行部分肾上腺切除术^[40]。

五、总结

AVS 目前仍是绝大多数 PA 患者分型诊断的金标准,相对于单纯应用 CT 影像诊断,AVS 在治疗方案的选择和患者的长远获益方面更具优势。但是学界对于 AVS 的应用范围、是否引入 ACTH 刺激试验、醛固酮测定的准确性、AVS 的结果判读等领域还存在一定争议,未来的研究可能还需要在这些方面达成进一步的共识。此外,随着技术的进步,AVS 检测是否有可能实现更为准确的超选择性节段性取样是未来 AVS 的一个发展方向。

参 考 文 献

- [1] Rossi GP, Sechi LA, Giacchetti G, et al. Primary aldosteronism: cardiovascular, renal and metabolic implications [J]. *Trends Endocrinol Metab*, 2008, 19(3): 88-90.
- [2] Rossi GP, Bernini G, Desideri G, et al. Renal damage in primary aldosteronism: results of the PAPY Study [J]. *Hypertension*, 2006, 48(2): 232-238.
- [3] Arlt W, Lang K, Sticht AJ, et al. Steroid metabolome analysis reveals prevalent glucocorticoid excess in primary aldosteronism [J]. *JCI Insight*, 2017, 2(8): e93136.
- [4] Kao TW, Wu XM, Liao CW, et al. Anatomical and functional remodeling of left ventricle in patients with primary aldosteronism and concomitant albuminuria [J]. *Ther Adv Chronic Dis*, 2023, 14: 20406223221143253.
- [5] Sechi LA, Novello M, Lapenna R, et al. Long-term renal outcomes in patients with primary aldosteronism [J]. *JAMA*, 2006, 295(22): 2638-2645.
- [6] Crimi F, Torresan F, Iacobone M, et al. Outcome of adrenal vein sampling and computed tomography guided adrenalectomy in primary aldosteronism [J]. *J Hypertens*, 2021, 39(8): 1727-1728.
- [7] Nanba AT, Nanba K, Byrd JB, et al. Discordance between imaging and immunohistochemistry in unilateral primary aldosteronism [J]. *Clin En-*

- ocrinol (Oxf)*, 2017, 87(6): 665-672.
- [8] Rossi GP, Barisa M, Allolio B, et al. The Adrenal Vein Sampling International Study (AVIS) for identifying the major subtypes of primary aldosteronism [J]. *J Clin Endocrinol Metab*, 2012, 97(5): 1606-1614.
- [9] Masoni A. Catheterisation of the right adrenal vein in man [J]. *Acta Med Scand*, 1957, 159(3): 225-234.
- [10] Doppman JL, Gill JR Jr. Hyperaldosteronism: sampling the adrenal veins [J]. *Radiology*, 1996, 198(2): 309-312.
- [11] Gleason PE, Weinberger MH, Pratt JH, et al. Evaluation of diagnostic tests in the differential diagnosis of primary aldosteronism: unilateral adenoma versus bilateral micronodular hyperplasia [J]. *J Urol*, 1993, 150(5 Pt 1): 1365-1368.
- [12] Nwariaku FE, Miller BS, Auchus R, et al. Primary hyperaldosteronism: effect of adrenal vein sampling on surgical outcome [J]. *Arch Surg*, 2006, 141(5): 497-502; discussion 502-493.
- [13] 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.
- [14] Naruse M, Katabami T, Shibata H, et al. Japan Endocrine Society clinical practice guideline for the diagnosis and management of primary aldosteronism 2021 [J]. *Endocr J*, 2022, 69(4): 327-359.
- [15] Wu VC, Hu YH, Er LK, et al. Case detection and diagnosis of primary aldosteronism-The consensus of Taiwan Society of Aldosteronism [J]. *J Formos Med Assoc*, 2017, 116(12): 993-1005.
- [16] Umakoshi H, Ogasawara T, Takeda Y, et al. Accuracy of adrenal computed tomography in predicting the unilateral subtype in young patients with hypokalaemia and elevation of aldosterone in primary aldosteronism [J]. *Clin Endocrinol (Oxf)*, 2018, 88(5): 645-651.
- [17] Rossi GP, Crimi F, Rossitto G, et al. Feasibility of Imaging-Guided Adrenalectomy in Young Patients With Primary Aldosteronism [J]. *Hypertension*, 2022, 79(1): 187-195.
- [18] 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.
- [19] Gkaniatsa E, Sakinis A, Palmer M, et al. Adrenal Venous Sampling in Young Patients with Primary Aldosteronism. Extravagance or Irreplaceable? [J]. *J Clin Endocrinol Metab*, 2021, 106(5): e2087-e2095.
- [20] Rossitto G, Amar L, Azizi M, et al. Subtyping of Primary Aldosteronism in the AVIS-2 Study: Assessment of Selectivity and Lateralization [J]. *J Clin Endocrinol Metab*, 2020, 105(6): dgz017.
- [21] Yatabe M, Bokuda K, Yamashita K, et al. Cosyntropin stimulation in adrenal vein sampling improves the judgment of successful adrenal vein catheterization and outcome prediction for primary aldosteronism [J]. *Hypertens Res*, 2020, 43(10): 1105-1112.
- [22] Rosenquist KJ, Dluhy RG. Adrenal gland: uncertainty in the selective use of adrenal vein sampling [J]. *Nat Rev Endocrinol*, 2011, 7(8): 442-443.
- [23] Mulatero P, Sechi LA, Williams TA, et al. Subtype diagnosis, treatment, complications and outcomes of primary aldosteronism and future direction of research: a position statement and consensus of the Working Group on Endocrine Hypertension of the European Society of Hypertension [J]. *J Hypertens*, 2020, 38(10): 1929-1936.
- [24] Vaidya A, Mulatero P, Baudrand R, et al. The Expanding Spectrum of Primary Aldosteronism: Implications for Diagnosis, Pathogenesis, and Treatment [J]. *Endocr Rev*, 2018, 39(6): 1057-1088.
- [25] Kempers MJ, Lenders JW, van Outhousden L, et al. Systematic review: diagnostic procedures to differentiate unilateral from bilateral adrenal abnormality in primary aldosteronism [J]. *Ann Intern Med*, 2009, 151(5): 329-337.
- [26] Rossi GP, Auchus RJ, Brown M, et al. An expert consensus statement on use of adrenal vein sampling for the subtyping of primary aldosteronism [J]. *Hypertension*, 2014, 63(1): 151-160.
- [27] Wolley MJ, Gordon RD, Ahmed AH, et al. Does contralateral suppression at adrenal venous sampling predict outcome following unilateral adrenalectomy for primary aldosteronism? A retrospective study [J]. *J Clin Endocrinol Metab*, 2015, 100(4): 1477-1484.
- [28] Monticone S, Satoh F, Viola A, et al. Aldosterone suppression on contralateral adrenal during adrenal vein sampling does not predict blood pressure response after adrenalectomy [J]. *J Clin Endocrinol Metab*, 2014, 99(11): 4158-4166.
- [29] Laurent I, Astère M, Zheng FF, et al. Adrenal venous sampling with or without adrenocorticotrophic hormone stimulation: A meta-analysis [J]. *J Clin Endocrinol Metab*, 2019, 104(4): 1060-1068.
- [30] Takeda Y, Umakoshi H, Takeda Y, et al. Impact of adrenocorticotrophic hormone stimulation during adrenal venous sampling on outcomes of primary aldosteronism [J]. *J Hypertens*, 2019, 37(5): 1077-1082.
- [31] Siragy HM, Vieweg WV, Pincus S, et al. Increased disorderliness and amplified basal and pulsatile aldosterone secretion in patients with primary aldosteronism [J]. *J Clin Endocrinol Metab*, 1995, 80(1): 28-33.



[DOI] 10.3969/j.issn.1001-9057.2023.04.004

http://www.lcnkzz.com/CN/10.3969/j.issn.1001-9057.2023.04.004

· 综述与讲座 ·

嗜铬细胞瘤/副神经节瘤的诊疗进展

冯瑞颖 刘金波

[摘要] 嗜铬细胞瘤/副神经节瘤(PPGL)是一组起源于肾上腺髓质或肾上腺外交感神经链的神经内分泌肿瘤,是难治性高血压的病因之一。近年来,基于基因检测技术的快速发展和功能成像等影像学技术的广泛应用,PPGL的检出率和诊断率显著提高,并为PPGL的治疗提供了新的方法。目前,一些新疗法已经开展或正在进行临床试验,本文将对PPGL的诊治新进展进行综述。

[关键词] 嗜铬细胞瘤; 副神经节瘤; 诊断; 治疗; 进展

[中图分类号] R736.6

[文献标识码] A

嗜铬细胞瘤/副神经节瘤(PPGL)是一种罕见的神经内分泌肿瘤,起源于肾上腺髓质或肾上腺外交感神经链。大多数PPGL在各年龄段均可发病,发病高峰30~50岁,其年发病率为2~8/百万人^[1-2]。PPGL通常会阵发性或持续性分泌儿茶酚胺(CA),典型临床表现为阵发性或持续性高血压及头痛、心悸、出汗三联征。过量释放的CA可诱发严重的心血管表现,包括Takotsubo心肌病、高血压危象和急性心肌梗死^[3],最终发展为多系统衰竭和死亡。因此,及时诊断尤为重要。近年来,基于基因检测技术的快速发展和功能成像等影像学技术的广泛应用,PPGL的检出率和诊断率显著提高,并为PPGL的治疗提供新的方法。目前,有些新疗法已经开展或正在进行临床试验,本文将对PPGL的诊治新进展进行综述。

一、诊断

1. 生化诊断

当临床上怀疑PPGL时,应通过生化检查来诊断

或排除疾病。由于CA的血浆水平会受到许多因素影响,且CA分泌为发作性,因此血浆CA对诊断的适用性较低,仅作为PPGL的诊断参考。研究发现,在肾上腺髓质嗜铬细胞或PPGL肿瘤细胞内含有大量的儿茶酚氧位甲基转移酶(COMT),可导致细胞内CA大量转化为甲氧基肾上腺素(MN)和甲氧基去甲肾上腺素(NMN),并释放入血^[4]。与CA比较,MN类物质(MNs)的半衰期长,不受CA短期分泌变化的影响,对嗜铬细胞瘤(PCC)的诊断具有很高的价值。大量研究证实,与其他方法相比,MNs对于PCC的诊断具有更高的敏感度和特异度。Lenders等^[5]报道,血浆游离MN对PCC的诊断敏感度为99%、特异度为89%,尿液MN对其的诊断敏感度为97%、特异度为69%。Unger等^[6]报道,血浆游离NMN对PCC的诊断敏感度为91.7%、特异度为95.6%。因此,在PPGL筛查中,血浆游离或尿液MN和NMN可作为一线筛选指标。MNs的测定主要有放射免疫法、液相色谱电化学检测法(LC-ECD)和液相色谱串联质谱法(LC-MS/MS)等。LC-MS/MS由于其具有高敏感度、高特异度、高通量及多指标同时分析的能力,目前已成为检测MNs的首选方法^[7]。

作者单位:250012 济南,山东大学齐鲁医院内分泌科

通讯作者:刘金波,E-mail:jnbolu@sdu.edu.cn

- [32] Vieweg WV, Veldhuis JD, Carey RM. Temporal pattern of renin and aldosterone secretion in men; effects of sodium balance[J]. Am J Physiol, 1992, 262(5 Pt 2): F871-877.
- [33] Brown JM, Siddiqui M, Calhoun DA, et al. The Unrecognized Prevalence of Primary Aldosteronism: A Cross-sectional Study[J]. Ann Intern Med, 2020, 173(1): 10-20.
- [34] Funder JW. Primary Aldosteronism: At the Tipping Point[J]. Ann Intern Med, 2020, 173(1): 65-66.
- [35] Yozamp N, Hundemer GL, Moussa M, et al. Variability of Aldosterone Measurements During Adrenal Venous Sampling for Primary Aldosteronism[J]. Am J Hypertens, 2021, 34(1): 34-45.
- [36] Wannachalee T, Zhao L, Nanba K, et al. Three Discrete Patterns of Primary Aldosteronism Lateralization in Response to Cosyntropin During Adrenal Vein Sampling[J]. J Clin Endocrinol Metab, 2019, 104(12): 5867-5876.

- [37] 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.
- [38] Omata K, Yamazaki Y, Nakamura Y, et al. Genetic and Histopathologic Intertumor Heterogeneity in Primary Aldosteronism[J]. J Clin Endocrinol Metab, 2017, 102(6): 1792-1796.
- [39] Desrochers MJ, St-Jean M, El Ghorayeb N, et al. Basal contralateral aldosterone suppression is rare in lateralized primary aldosteronism[J]. Eur J Endocrinol, 2020, 183(4): 399-409.
- [40] Vaidya A, Hundemer GL, Nanba K, et al. Primary Aldosteronism: State-of-the-Art Review[J]. Am J Hypertens, 2022, 35(12): 967-988.

(收稿时间:2023-03-05)

(本文编辑:高婷)