

肾上腺静脉取血判断双侧肾上腺结节背景下左侧腺醛固酮瘤1例

盖智宇, 李树法*

青岛大学附属医院内分泌科, 山东 青岛

收稿日期: 2026年4月28日; 录用日期: 2026年5月22日; 发布日期: 2026年5月29日

摘要

目的: 探讨肾上腺静脉取血对影像表现为双侧肾上腺结节的原发性醛固酮增多症的诊疗指导。方法: 回顾性分析1例双侧肾上腺占位的原发性醛固酮增多症患者的诊疗经过。结果: 肾上腺静脉取血结果提示左侧分泌优势的原发性醛固酮增多症, 行腹腔镜下左肾上腺腺瘤切除术, 术后病理证实左侧肾上腺皮质腺瘤, 螺内酯单药降压治疗后得到生化与临床缓解。结论: 对于双侧肾上腺结节的原醛症患者, 单侧取血失败后的综合结果判读可以帮助建立更精细化决策流程, 为临床医师提供了在复杂决策路径中的选择。

关键词

原发性醛固酮增多症, 肾上腺静脉取血, 肾上腺皮质腺瘤

Left Aldosterone-Producing Adenoma Identified by Adrenal Venous Sampling in a Patient with Bilateral Adrenal Nodules: A Case Report

Zhiyu Gai, Shufa Li*

Department of Endocrinology, The Affiliated Hospital of Qingdao University, Qingdao Shandong

Received: April 28, 2026; accepted: May 22, 2026; published: May 29, 2026

Abstract

Objective: To explore the clinical value of adrenal venous sampling (AVS) in guiding the diagnosis

*通讯作者。

and treatment of primary aldosteronism (PA) in patients with bilateral adrenal nodules on imaging. Methods: A retrospective analysis was conducted on the diagnostic and therapeutic process of a patient with primary aldosteronism presenting with bilateral adrenal masses. Results: Adrenal venous sampling indicated left-sided aldosterone hypersecretion dominance. The patient subsequently underwent laparoscopic left adrenalectomy. Postoperative pathological examination confirmed a left adrenal cortical adenoma. Following surgery, the patient achieved both biochemical and clinical remission with spironolactone monotherapy for blood pressure control. Conclusion: For patients with primary aldosteronism and bilateral adrenal nodules, the interpretation of adrenal venous sampling results plays a crucial role in clinical decision-making and is of great significance for accurate diagnosis and appropriate treatment.

Keywords

Primary Aldosteronism, Adrenal Venous Sampling, Adrenal Cortical Adenoma

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

原发性醛固酮增多症(primary aldosteronism, PA)是继发性高血压的重要病因之一,临床主要表现为高血压、低钾血症、肾素受抑制及醛固酮自主分泌。随着筛查策略的推广,PA在高血压人群中的检出率逐渐提高,可高达约8% [1] [2], 其所致心脑血管和肾脏损害也越来越受到重视损害[3] [4]。依据病变范围不同,PA大致可分为单侧病变和双侧病变,两者治疗策略不同:前者以手术治疗为主,后者多采用药物治疗[3]。因此,准确分型是制定治疗方案的关键。

对于影像学提示双侧肾上腺结节或增粗的患者,仅凭CT或MRI所见常难以判断真正的功能优势侧[5] [6]。肾上腺静脉取血(adrenal venous sampling, AVS)是目前PA分型的重要手段,尤其适用于影像学与功能学不一致或双侧病变患者。本文报道1例双侧肾上腺结节,经AVS明确左侧优势分泌,术后病理证实为左侧肾上腺皮质腺瘤,获得生化及临床缓解的PA病例,深层次判读AVS结果,以期为类似患者的诊疗提供参考。

2. 病例资料

2.1. 一般情况

患者,男性,47岁,因“发现血压高30年,肾上腺占位4年”入院。患者30年前体检时发现血压升高,具体数值不详,曾间断口服降压药治疗,血压控制欠佳。4年前因爬楼时出现乏力,于当地医院检查发现低钾血症,肾上腺CT提示双侧肾上腺区占位,予口服氯化钾后血钾恢复。此后多次复查仍提示低钾血症,最低血钾为2.80 mmol/L。2024年3月外院检查提示双侧肾上腺增粗并多发结节,同时立位肾素4.73、立位醛固酮1684.44、醛固酮/肾素比值356.12。入院前规律口服厄贝沙坦、硝苯地平及螺内酯治疗,血压约130/100 mmHg。体型肥胖,身高:165 cm,体重:84.5 kg, BMI: 31.04。既往史:脑梗死病史18年,尿道狭窄术后、膝关节韧带修复术后。阿莫西林、青霉素过敏。体格检查:体温36.2℃,脉搏75次/min,呼吸17次/min,血压130/88 mmHg。神志清楚,一般情况可。心肺听诊未见明显异常,腹部平软,无压痛、反跳痛及包块,双下肢无水肿,四肢肌力、肌张力正常。

2.2. 检查

实验室检查: ① 白蛋白: 46.0 g/L, 总蛋白: 65.0 g/L, 钾离子: 3.79 mmol/L, 钠离子: 141.5 mmol/L, 氯离子: 105.0 mmol/L, 钙离子: 2.21 mmol/L, 磷: 1.45 mmol/L, γ -谷氨酰转移酶(GGT): 22.0 U/L, 甘油三酯: 1.45 mmol/L, 总胆固醇: 5.81 mmol/L, 尿酸: 372.0 μ mol/L, 肌酐: 105.0 μ mol/L 尿素: 6.0 mmol/L, 葡萄糖: 5.81 mmol/L, 糖化血红蛋白: 5.6%。② 游离三碘甲状腺原氨酸: 4.73 pmol/L, 促甲状腺素受体抗体: 1.33 IU/L, 游离甲状腺素: 17.40 pmol/L, 促甲状腺激素: 3.77 uIU/mL。③ 性激素 6 项: 促黄体生成素: 8.75 IU/L, 泌乳素: 651.00 mIU/L, 孕酮: 0.69 nmol/L。甲状旁腺激素: 99.76 pg/ml, 生长激素正常。诊疗期间高血压相关检查详见表 1。

Table 1. Results of main hypertension-related examinations

表 1. 主要高血压相关检查结果

项目	时间/状态	结果
醛固酮(pg/mL)	立位	934
醛固酮(pg/mL)	卧位	887.8
肌酐(μ mol/L)	入院	78.1
血钾(mmol/L)	入院	3.79
血钠(mmol/L)	入院	141.5
二氧化碳(mmol/L)	入院	24.6
卡托普利试验肾素(uIU/mL)	服药前	0.98
卡托普利试验醛固酮(pg/mL)	服药前	1668
卡托普利试验肾素(uIU/mL)	服药后	0.93
卡托普利试验醛固酮(pg/mL)	服药后	1275
ACTH (pg/mL)	8:00/16:00/0:00	18.20/17.00/2.48
皮质醇(nmol/L)	8:00/16:00/0:00	299.00/383.00/45.10

超声检查: 心脏超声提示左房扩大、室间隔轻度肥厚、升主动脉扩张、左室舒张功能减低及轻度肺动脉高压。下肢血管超声示双下肢动脉小斑块形成。甲状腺超声提示结节性甲状腺肿(C-TIRADS 3 类)。

肾上腺 CT 动态增强扫描(图 1): 双侧肾上腺增粗并见多发结节状低密度影, 右侧较大者约 17 mm \times 14 mm, 增强后轻度强化; 左侧较大者约 26 mm \times 16 mm, 增强后呈不均匀强化, 考虑双侧肾上腺多发腺瘤或腺瘤样增生可能。

3. 治疗

肾上腺静脉取血: 由于影像学提示双侧病变, 为进一步明确功能优势侧, 行非 ACTH(促肾上腺皮质激素)刺激的 AVS 检查。选取右侧肘正中静脉作为手术入路, 穿刺成功后置入 5F 血管鞘, 交换导丝(泰尔茂, 0.89 mm, 2.6 m)引导下, 经上腔静脉通过心脏进入下腔静脉。操作 5F 导管(TIG)先进入左肾静脉, 继续推送后缓慢注射少量造影剂显示左肾上腺静脉。后使用交换导丝交换出造影导管, 生理盐水冲洗、重新塑形, 寻找右肾上腺静脉, 当发现导管有勾挂现象后注射造影剂显示右肾上腺静脉。在双侧肾上腺

静脉及下腔静脉中缓慢、连续抽吸 5 mL 血液样本即刻送检。右侧肾上腺静脉/下腔静脉的皮质醇比值 $4975/457 > 2$, 左侧肾上腺静脉/下腔静脉的皮质醇比值 $452/457 < 2$, 根据相关指南判断右侧取血成功, 左侧不成功[7]。然而(右侧醛固酮/皮质醇)/(下腔静脉醛固酮/皮质醇) $0.279/2.29 < 0.70$ 且左侧肾上腺结节 ≥ 10 mm 仍可确定左侧为醛固酮优势分泌测[8](表 2)。



Figure 1. Dynamic contrast-enhanced CT scan of the adrenal glands
图 1. 肾上腺 CT 动态增强扫描

Table 2. AVS results
表 2. AVS 结果

部位	醛固酮(pg/mL)	皮质醇(nmol/L)	醛固酮/皮质醇
左侧肾上腺静脉	16,840	452	37.26
右侧肾上腺静脉	1387	4975	0.279
下腔静脉	1045	457	2.29

经术前评估后, 患者在全身麻醉下行腹腔镜下肾上腺腺瘤切除术。术中以超声刀钝性结合锐性分离左侧肾上腺极及肾上腺内侧, 显露左侧肾上腺及肿瘤, 可见肿瘤大小约 3 cm, 肾上腺增生较明显, 与周围组织分界尚清。术中未见明显出血, 未发生明显并发症。术后以螺内酯单药控制血压。

4. 治疗结果、随访及转归

患者术后分别于 0、15 min、30 min、1 h 和 3 h 抽血测定醛固酮水平, 结果依次为 372、293、249、246、163 pg/mL, 提示切除术后醛固酮水平呈持续下降趋势。术后病理示左侧腹膜后肿物符合肾上腺皮质腺瘤, 肿瘤大小 3.5 cm × 2.7 cm × 2.0 cm。免疫组化结果为: Syn (-), CgA (-), Inhibin α (少量弱+), MelanA (-), Calretinin (部分+), Ki-67 约 1%。术后随访主要指标见表 3。术后 3 个月、6 个月醛固酮水平较术前明显下降, 血钾恢复至正常范围, 提示术后生化改善良好。

5. 讨论

PA 是继发性高血压的重要类型之一, 其危害不仅体现在血压升高, 还与长期高醛固酮状态所致的心、脑、肾等靶器官损伤[3] [4]。本例患者高血压病程长达 30 年, 并合并脑梗死病史及心脏结构异常, 可能是因为高醛固酮长期未得到针对性处理已累及心脑血管器官有关。

Table 3. Changes of main indicators after surgery and follow-up
表 3. 术后及随访主要指标变化

时间点	醛固酮(pg/mL)	血钾(mmol/L)
术前	1668	3.79
术后 0 min	372	-
术后 15 min	293	-
术后 30 min	249	-
术后 1 h	246	-
术后 3 h	163	-
术后 3 个月	81.8	4.52
术后 6 个月	66.8	4.91

患者长期高血压控制不佳, 既往多次出现明确低钾血症; 醛固酮升高及醛固酮/肾素比值显著增高; 入院后卡托普利抑制试验进一步支持醛固酮自主分泌。上述资料已可基本确立 PA 诊断。真正的难点在于影像学显示双侧肾上腺多发结节干扰下的分型诊断。临床上, 影像学异常并不一定等同于功能性病灶 [5] [6], 尤其在双侧病变背景下, 若仅凭 CT 结果判断手术侧别, 容易造成误诊或漏诊。

本例 AVS 显示左侧醛固酮/皮质醇比值明显高于右侧, 并伴对侧抑制, 提示左侧为功能优势侧。该结果为手术方案的制定提供了关键依据。术后即刻醛固酮水平持续下降, 随访 3 个月和 6 个月醛固酮明显低于术前, 血钾恢复正常, 提示主要功能性病灶已被切除。术后病理诊断为肾上腺皮质腺瘤, 免疫组化结果亦支持肾上腺皮质来源, 与术前功能定位结果相互印证。

若严格按照肾上腺静脉/下腔静脉的皮质醇比值来判断插管成功与否, 本例 AVS 左侧未达标准, 但其(右侧醛固酮/皮质醇)/(下腔静脉醛固酮/皮质醇) $0.279/2.29 < 0.70$ 且左侧肾上腺结节 ≥ 10 mm 仍可确定左侧为醛固酮优势分泌侧 [8]。肾上腺静脉左侧解剖明确, 插管难度低, 且通常内分泌器官旁激素浓度为外周浓度数倍, 肾上腺静脉醛固酮浓度为外周浓度 10 余倍基本可以保证进入肾上腺静脉, 皮质醇浓度与外周浓度相仿则可能是该侧肿物以分泌醛固酮为主, 分泌皮质醇的功能减低, 在此情况下左侧醛固酮/皮质醇比值明显高于右侧, 计算优势指数约 133, 支持左侧为醛固酮优势分泌。

在一侧肾上腺静脉/下腔静脉的皮质醇 < 2 的情况下, 该侧肾上腺静脉醛固酮远高于下腔静脉醛固酮的情况还未有明确共识。在本病例中, 患者因双侧肾上腺结节长时间服用包括螺内酯在内的三种降压药物血压仍控制不佳, 醛固酮长期高水平分泌, 危害心脑血管健康。PA 患者的评估不能停留于影像学层面, 而应结合生化筛查、确证试验及 AVS 结果综合判断。对此患者进行肾上腺瘤切除术后 3 h 内醛固酮浓度迅速下降至接近正常水平, 术后 3、6 月达到完全生化缓解, 期间无相关肾上腺危象发生。在服用螺内酯单药的情况下即可控制血压, 达到临床缓解。

综上所述, 我们报道 1 例双侧肾上腺结节的左侧优势分泌 PA 患者, 术后病理证实为左侧肾上腺皮质腺瘤, 术后随访显示醛固酮明显下降、血压得到控制。分享了 AVS 结果不确定时的临床决策, 且对肾上腺静脉处皮质醇浓度与外周浓度相仿情况下醛固酮浓度远高于外周进行了讨论。旨在为临床提供一定诊疗经验, 对于双侧肾上腺结节的 PA 患者, 肾上腺静脉取血的结果判读与临床决策对 PA 的诊断及积极治疗具有重要意义。

声明

本研究获得青岛大学附属医院伦理委员会批准(审批号: QYFYWZLL29122)。

参考文献

- [1] Whelton, P.K., Carey, R.M., Aronow, W.S., Casey, D.E., Collins, K.J., Dennison Himmelfarb, C., *et al.* (2018) 2017 ACC/AHA/AAPA/ABC/ACPM/AGS/APhA/ASH/ASPC/NMA/PCNA Guideline for the Prevention, Detection, Evaluation, and Management of High Blood Pressure in Adults: Executive Summary: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines. *Hypertension*, **71**, 1269-324.
- [2] Hundemer, G.L., Kline, G.A. and Leung, A.A. (2021) How Common Is Primary Aldosteronism? *Current Opinion in Nephrology & Hypertension*, **30**, 353-360. <https://doi.org/10.1097/mnh.0000000000000702>
- [3] Rocha, R., Stier Jr, C.T., Kifor, I., Ochoa-Maya, M.R., Rennke, H.G., Williams, G.H., *et al.* (2000) Aldosterone: A Mediator of Myocardial Necrosis and Renal Arteriopathy. *Endocrinology*, **141**, 3871-3878. <https://doi.org/10.1210/endo.141.10.7711>
- [4] Turcu, A.F., Yang, J. and Vaidya, A. (2022) Primary Aldosteronism—A Multidimensional Syndrome. *Nature Reviews Endocrinology*, **18**, 665-682. <https://doi.org/10.1038/s41574-022-00730-2>
- [5] Hu, J., Xu, T., Shen, H., Song, Y., Yang, J., Zhang, A., *et al.* (2023) Accuracy of Gallium-68 Pentixafor Positron Emission Tomography-Computed Tomography for Subtyping Diagnosis of Primary Aldosteronism. *JAMA Network Open*, **6**, e2255609. <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2022.55609>
- [6] Lee, S.H., Kim, J.W., Yoon, H., Koh, J., Shin, C.S., Kim, S.W., *et al.* (2021) Diagnostic Accuracy of Computed Tomography in Predicting Primary Aldosteronism Subtype According to Age. *Endocrinology and Metabolism*, **36**, 401-412. <https://doi.org/10.3803/enm.2020.901>
- [7] 中华医学会内分泌学分会. 原发性醛固酮增多症诊断治疗的专家共识(2024 版) [J]. 中华内分泌代谢杂志, 2025, 41(1): 12-24.
- [8] 中国医师协会内分泌代谢科医师分会肿瘤内分泌学组, 中国内分泌性高血压协作组. 肾上腺静脉取血操作规范和结果解读专家共识(2025 年版) [J]. 中华内分泌外科杂志(中英文), 2025, 19(1): 1-7.