

• 论著 •

C 臂 CT 技术在肾上腺静脉采血中的初步应用*

胡鸿¹ 邱世香¹ 廖运国¹ 唐梓瑜¹ 李超¹ 乔彦² 钟立明¹

(南充市中心医院·川北医学院第二临床医学院 1. 介入放射科; 2. 内分泌科, 四川 南充 637000)

【摘要】目的 探索 C 臂 CT 技术在辅助肾上腺静脉采血中的应用价值。**方法** 回顾性分析 2020 年 2 月~2021 年 8 月在我院确诊为原发性醛固酮增多症(PA)并行肾上腺静脉采血(AVS)的患者,将其分为传统组 17 例与观察组 21 例。传统组操作流程:插管右侧肾上腺静脉,造影确定导管在位后采血,再行左侧 AVS,最后行下腔静脉采血。观察组 AVS 操作流程:插管右侧肾上腺静脉,造影确定导管可能在位,行 C 臂 CT 扫描进一步明确导管在位后采血,再行左侧 AVS,最后行下腔静脉采血。比较两组患者肾上腺静脉采血成功率、造影剂用量、射线剂量、操作时间。**结果** 两组患者在人口学基线资料方面的差异无统计学意义($P>0.05$)。传统组右侧肾上腺静脉采血成功率为 58.82%,左侧肾上腺静脉采血成功率为 88.23%;观察组右侧肾上腺静脉采血成功率为 95.24%,左侧肾上腺静脉采血成功率为 100%。两组患者右侧肾上腺静脉采血成功率之间的差异有统计学意义($P<0.05$);两组患者左侧肾上腺静脉采血成功率间的差异无统计学意义($P>0.05$)。两组在射线剂量、手术操作时间、造影剂用量等方面的差异均无统计学意义($P>0.05$)。**结论** C 臂 CT 技术能显著提高右侧肾上腺静脉采血成功率,而且未增加造影剂用量、射线剂量、手术操作时间,在 AVS 操作中具有一定的应用价值。

【关键词】 肾上腺静脉采血;C 臂 CT;成功率;原发性醛固酮增多症

【中图分类号】 R586 **【文献标志码】** A **DOI:**10. 3969/j. issn. 1672-3511. 2022. 05. 021

Preliminary application of C-arm CT Technique in adrenal venous sampling

HU Hong¹, QIU Shixiang¹, LIAO Yunguo¹, TANG Ziyu¹, LI Chao¹, QIAO Yan², ZHONG Liming¹

(1. Department of Interventional Radiology, Nanchong Central Hospital, The Second Clinical College of North Sichuan Medical College, Nanchong 637000, Sichuan, China;

2. Department of Endocrinology, Nanchong Central Hospital, The Second Clinical College of North Sichuan Medical College, Nanchong 637000, Sichuan, China)

【Abstract】Objective To explore the application value of contrast C-arm CT technology in assisting adrenal venous sampling. **Methods** A retrospective analysis of patients diagnosed with Primary hyperaldosteronism (PA) and adrenal venous sampling (AVS) in our hospital from February 2020 to August 2021, Who were retrospectively divided into traditional group and experimental group. There were 17 cases in the traditional group and 21 cases in the experimental group. The operation procedure of the traditional group: the right adrenal vein was intubated, and the blood was collected after the catheter was confirmed in right adrenal vein by angiography. Then the left AVS was performed, and finally the blood was collected from the inferior vena cava. The AVS operation procedure of the experimental group: the right adrenal vein was intubated, if the angiography confirmed that the catheter might be in place, the angiographic C-arm CT scan further confirmed that the catheter was in place, then blood was collected. And procedure of left adrenal vein was same as traditional group. The success rate of adrenal venous sampling, and the amount of contrast agent, radiation dose, and operation time were compared between the two groups. **Results** There was no statistically significant difference in demographic baseline data between the two groups. In the traditional group, the AVS success rate of the right adrenal vein was 58.82%, and the AVS success rate of the left adrenal vein was 88.23%. The AVS success rate of the right ad-

基金项目:四川省科技创新苗子工程项目(2020090);四川省医学会科研创新项目(S19026)

通信作者:钟立明, Email: li-ming-zhong@126.com

引用本文:胡鸿,邱世香,廖运国,等. C 臂 CT 技术在肾上腺静脉采血中的初步应用[J]. 西部医学, 2022, 34(5): 739-743. DOI:10. 3969/j. issn. 1672-3511. 2022. 05. 021

renal vein in the experimental group was 95.24%, and the AVS success rate of the left adrenal vein was 100% in the experimental group. The difference in the AVS success rate of the right adrenal vein between the two groups was statistically significant, $P < 0.05$, and the difference between the AVS success rates of the left adrenal vein of the two groups was not statistically significant, $P > 0.05$. There was no statistically significant difference between the two groups in radiation dose, operation time, and contrast medium dosage, $P > 0.05$. **Conclusion** Contrast C-arm CT technology can significantly improve the AVS success rate of the right adrenal vein without increasing the amount of contrast agent, radiation dose, and operation time. It has certain application value in AVS operations.

【Key words】 Adrenal Venous Sampling; C arm CT; Success Rate; Primary Hyperaldosteronism

原发性醛固酮增多症(Primary hyperaldosteronism, PA)是内分泌性高血压最常见原因,发病率超过 10%,并呈现一个逐步上升的趋势^[1-4],严重影响患者的身体健康。病理上,PA 主要被分为醛固酮瘤、特发性醛固酮增多症、原发性肾上腺皮质增生、糖皮质激素可抑制性原发性醛固酮增多症及分泌醛固酮的肾上腺皮质癌五种类型,分型诊断是 PA 治疗决策的关键^[5-8]。肾上腺静脉采血(Adrenal venous sampling, AVS)是目前公认的 PA 分型诊断“金标准”^[9-10],但要求双侧 AVS 均成功才能准确分型。在实际操作中,右侧 AVS 成功率并不高。因此本研究探索了应用 C 臂 CT 技术提高右侧 AVS 成功率的方法,现报告如下。

1 材料与方法

1.1 研究对象及概况 回顾性分析 2020 年 2 月~2021 年 8 月南充市中心医院临床确诊为 PA,并进行 AVS 操作的患者的临床资料。一共纳入 38 例病例,其中传统组 17 例,观察组 21 例。收集的临床资料主要包括:人口学资料、高血压病史、糖尿病史、生化资料、影像学资料等。纳入标准:①通过 PA 筛查、临床确诊试验、肾上腺 CT 检查,所有患者均符合 PA 的临床诊断标准。②患者及家属同意接受 AVS 操作并签署知情同意书。③年龄 18~75 岁。排除标准:①拒绝 AVS 操作的患者。②恶性肿瘤及终末期疾病患者。③存在意识障碍患者。④严重心脑血管疾病患者。⑤严重外周血管疾病患者。⑥严重全身感染患者。⑦严重肾功能不全患者。⑧造影剂过敏患者。本研究经过南充市中心医院伦理委员会批准。

1.2 采血前准备 ①充分的患者准备:采血前平卧 2 小时,08:30~09:30 平车送入导管室;做好心理沟通,避免患者情绪紧张。②手术相关器材及药品准备,包括:5FCobra/RLG/Simon/Tig/MPA1 导管、超滑导丝、5F 血管鞘、高压注射系统、造影剂等。③设备检测:数字减影血管造影机(DSA);飞利浦 FD-20。

1.3 采血操作流程 传统组:常规采用 Seldinger 技术穿刺右侧股静脉并置入 5F 血管鞘,选择 5F 导管于 T11-L2 水平插管右侧肾上腺静脉,造影确定导管在

位,保持导管水平位并低垂导管尾端,血液自然流出,留取标本,再行左侧 AVS,最后行下腔静脉采血。拔出导管及血管鞘,局部加压包扎 2 小时。标本及时送检,检验指标包括醛固酮、肾素、皮质醇。观察组:常规采用 Seldinger 技术穿刺右侧股静脉并置入 5F 血管鞘,选择 5F 导管于 T11-L2 水平插管右侧肾上腺静脉,造影考虑导管可能在位,连接高压注射系统(流速 1 mL/s,造影剂总量 3 mL,注射压力 100 kPa),行造影同步 C 臂 CT 扫描,将获得的三维重建图像与术前肾上腺 CT 三维重建图像相对比,见图 1。如果肾上腺结构显影,则确定插管在位,保持导管水平位并低垂导管尾端,血液自然流出,留取标本,再行左侧 AVS,最后行下腔静脉采血。拔出导管及血管鞘,局部加压包扎 2 小时。标本及时送检,检验指标包括醛固酮、肾素、皮质醇。两组患者如经股静脉入路插管肾上腺静脉不成功,及时改为经肘正中静脉入路。

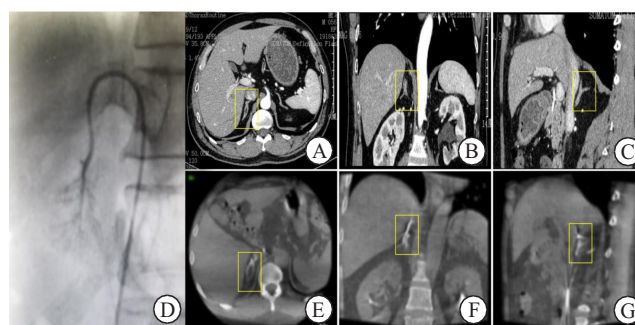


图 1 实验组右肾上腺造影 C 臂 CT 与术前 CT 三维重建对比

Figure 1 Comparison of right adrenal angiography C arm CT and preoperative CT 3D reconstruction in the experimental group

注:A-C 为术前右侧肾上腺 CT 三维重建图像;D 为右侧肾上腺静脉造影图像;E-G 为术中造影 C 臂 CT 扫描三维重建图像。黄色方框勾画区域为右侧肾上腺。

1.5 右侧肾上腺静脉采血成功率的计算 采血成功指的生化指标上的采血成功,是通过计算选择指数(selectivity index, SI)来判定导管位于肾上腺静脉内。SI 是肾上腺静脉与腔静脉的皮质醇激素水平之比,在无促皮质激素条件下,SI ≥ 2 作为临界值;使用促皮质激素条件下,SI ≥ 3 作为临界值^[11-13]。本研究中 SI 的

临界值为 2。由于皮质醇激素的分泌稳定、分泌量高,不会由于存在浓度梯度的差异导致结果异常,因此常用皮质醇激素来计算 SI。

1.6 操作时间 操作时间是指从股静脉穿刺成功开始计算,至操作完毕导管退出所用的时间。

1.7 射线剂量 射线剂量是指手术中透视剂量和曝光剂量之和。每例患者操作完毕,DSA 自动计算放射剂量。

1.8 造影剂用量 造影剂用量包括手推造影剂冒烟时的造影剂用量,以及高压注射系统造影时所用的造影剂用量之和。

1.9 并发症的观察

1.10 统计学分析 采用 SPSS 25.0 软件进行统计学分析,计量资料采用($\bar{x} \pm s$)或四分位数来表示,计数资料以百分比表示。符合正态分布计量资料两组间比较采用 t 检验,符合非正态分布采用 Mann-Whitney U 检验,分类数据采用卡方检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 一般资料 本研究共纳入 38 例患者,男女比例约 23:15,年龄 40~75 岁,平均(51.395 ± 7.713)岁。本研究纳入的患者初筛试验均为阳性。传统组共纳入 17 例患者,平均收缩压为:(162.471 ± 13.034) mmHg,平均舒张压为:(101.278 ± 7.775) mmHg;观察组共纳入 21 例患者,平均收缩压为:(164.381 ± 13.362) mmHg,平均舒张压为:(101.591 ± 6.529) mmHg。两组患者在年龄、性别、BMI、收缩压、舒张压、血钾浓度、血浆醛固酮浓度、血浆肾素浓度、ARR 等方面的差异无统计学意义($P > 0.05$),见表 1、2。

表 1 人口学资料比较($\bar{x} \pm s$)

Table 1 Comparison of demographic data

项目	传统组	观察组	χ^2	F	P
性别					
男	11	12	0.225	—	
女	6	9			0.635
年龄(岁)	51.647 ± 7.689	51.19 ± 7.916	/	0.204	0.654
BMI(kg/m ²)	27.129 ± 1.235	27.362 ± 0.952	—	1.454	0.236
收缩压(mmHg)	162.471 ± 13.034	164.381 ± 13.362	—	0.279	0.601
舒张压(mmHg)	101.278 ± 7.775	101.591 ± 6.529	—	0.376	0.544
K+(mmol/L)	3.189 ± 0.457	3.147 ± 0.401	—	0.325	0.572

表 2 初筛试验结果($\bar{x} \pm s$)

Table 2 Preliminary screening test results

项目	传统组	观察组	F	P
ALD(pg/mL)	329.1 ± 107.861	329.075 ± 97.022	0.188	0.667
PA(pg/mL)	9.388 ± 2.482	9.653 ± 2.059	0.026	0.872
ARR	62.539 ± 56.780	63.365 ± 38.351	0.857	0.361

注:ALD.醛固酮;PA.肾素;ARR.醛固酮肾素比值

2.2 采血成功率分析 传统组右侧肾上腺静脉采血成功率为 58.82%(10/17),左侧肾上腺静脉采血成功率为 88.23%(15/17)。观察组右侧肾上腺静脉采血成功率为 95.24%(20/21),左侧肾上腺静脉采血成功率为 100%(21/21)。两组患者右侧肾上腺静脉采血成功率之间的差异有统计学意义($P < 0.05$);两组左侧肾上腺静脉采血成功率间的差异无统计学意义($P > 0.05$)。

2.3 两组 AVS 操作参数的比较 AVS 操作时间分析:传统组平均 AVS 操作时间为(45.705 ± 7.481)分钟,观察组平均 AVS 操作时间为(40.809 ± 5.390)分钟,两组操作时间差别不大,差异无统计学意义($P > 0.05$)。射线剂量分析:传统组患者接受的射线剂量平均为(424.053 ± 91.829) mGy,观察组患者接受的射线剂量平均为(359.491 ± 74.879) mGy,两组患者的射线剂量差异无统计学意义($P > 0.05$)。造影剂用量分析:传统组造影剂用量平均为(49.235 ± 8.919) mL,观察组造影剂用量平均为(38.047 ± 7.593) mL,两组造影剂用量的差异无统计学意义($P > 0.05$),见表 3。

表 3 两组 AVS 操作参数的比较($\bar{x} \pm s$)

Table 3 Comparison of AVS operation parameters between the two groups

项目	传统组	观察组	F	P
射线剂量(mGy)	424.053 ± 91.829	359.491 ± 74.879	1.020	0.319
操作时间(min)	45.705 ± 7.481	40.809 ± 5.390	2.488	0.123
造影剂用量(mL)	49.235 ± 8.919	38.047 ± 7.593	1.378	0.248

2.4 并发症 传统组与观察组操作后均未观察到既往文献中报道过的相关并发症。

4 讨论

AVS 是通过导管穿刺静脉选择性插管至肾上腺静脉后采集血液,并检测血液中的醛固酮等指标,以判断肾上腺的生理、病理学改变的一种介入操作方法^[14-17]。指南推荐的传统 AVS 操作中,左侧肾上腺静脉位置固定且变异少,只要注意操作细节,左侧肾上腺静脉插管几乎均能成功,采血成功率高^[18-20]。右侧肾上腺静脉主干短小,解剖变异多,形态多样难辨认,插管多较困难,采血成功率低^[21-22]。本研究中传统组右侧肾上腺静脉采血成功率仅 58.82%,传统组左侧肾上腺静脉采血成功率为 88.23%,观察组左侧肾上腺静脉采血成功率为 100%。因此,如何确保右侧肾上腺静脉插管成功是 AVS 的关键。本中心借鉴国外先进 AVS 经验,右侧肾上腺静脉插管造影考虑导管在位后并未立即采血,而是再行血管造影同步 C 臂 CT 扫描,将所获得的三维重建图像与术前肾上腺

CT 三维重建图像相对比,通过显影的右侧肾上腺结构进一步证实导管在位,避免了操作者把右侧肾上腺静脉开口区域可能存在副肝静脉、肾包膜静脉、脊柱静脉等血管误认为是右侧肾上腺静脉,更具有客观性。本研究结果显示,与传统组相比,实验组右侧 AVS 成功率提升至 95.24%,证实了造影 C 臂 CT 在辅助 AVS 中的有效性和可行性。实验组中 1 例右侧 AVS 失败,回顾操作可能因为腔静脉存在多发斑块,可疑的 1 支肾上腺静脉,行血管造影同步 C 臂 CT 扫描确定是副肝静脉,放弃采血。分析原因可能与患得高龄 75 岁、高血压病史和糖尿病病史有关。

AVS 是一项有创的检查,操作时间越长,患者的不适感和心理压力越大,对检测结果的影响越大,甚至可能错过本次采血的最佳时间;X 射线辐射对患者和操作者的免疫系统和血液系统等均会造成损害;造影剂会对患者肾功能、肝功能等造成不同程度的影响^[23-24]。因此,在考虑如何提高采血成功率的同时,还需要密切关注放射剂量、操作时间、造影剂用量。与对照组相比,观察组增加了造影 C 臂 CT 扫描,相应的增加了射线剂量、操作时间、造影剂用量,但同时也减少了反复插管、多体位透视等操作所耗费的射线剂量、操作时间、造影剂用量。本研究结果显示,观察组的操作时间、射线剂量、造影剂用量较传统组差异均无统计学意义。

AVS 主要并发症包括肾上腺静脉损伤、破裂出血、肾上腺梗死、血栓形成等^[25],与操作者的经验密切相关。本研究由 2 名从事外周介入的高年资医师操作,两组患者均未出现上述并发症。

4 结论

造影 C 臂 CT 技术能显著提高右侧肾上腺静脉采血成功率,而且未增加造影剂用量、射线剂量、手术操作时间,在 AVS 操作中具有一定的应用价值。但本研究仅是单中心的临床实践,纳入的样本量较少,其确切的临床应用价值需要更大样本量加以佐证。

【参考文献】

- [1] BECKER L S, HINRICHS M H, WERNCKE T, *et al.* Adrenal venous sampling in primary hyperaldosteronism: correlation of hormone indices and collimated C-arm CT findings[J]. *Abdom Radiol (NY)*, 2021, 46(7): 3471-3481.
- [2] HIGASHIDE T, FUNABASHI N, TANAKA T, *et al.* Detection of adrenal veins on selective retrograde CT adrenal venography in comparison with digital subtraction angiography in subjects with established diagnosis of one-sided adrenal aldosterone-producing tumor confirmed by adrenal vein sampling, histopathology and clinical course[J]. *Int J Cardiol*, 2013, 168(4): 3254-3258.
- [3] SECCIA T M, LETIZIA C, MUIESAN M L, *et al.* Atrial fibrillation as presenting sign of primary aldosteronism: results of the Prospective Appraisal on the Prevalence of Primary Aldosteronism in Hypertensive (PAPPHY) Study[J]. *J Hypertens*, 2020, 38(2): 332-339.
- [4] MONTICONE S, VIOLA A, ROSSATO D, *et al.* Adrenal vein sampling in primary aldosteronism: towards a standardised protocol[J]. *Lancet Diabetes Endocrinol*, 2015, 3(4): 296-303.
- [5] THIESMEYER J W, ULLMANN T M, STAMATIOU A T, *et al.* Association of Adrenal Venous Sampling With Outcomes in Primary Aldosteronism for Unilateral Adenomas[J]. *JAMA Surg*, 2021, 156(2): 165-171.
- [6] 吴虹仪, 赵博, 曹琳, 等. 肾上腺静脉成像在原发性醛固酮增多症诊断中的研究进展[J]. *国际医学放射学杂志*, 2019, 42(2): 212-214.
- [7] 魏强, 朱育春. 原发性醛固酮增多症的功能分型诊断: 肾上腺静脉采血专家共识[J]. *现代泌尿外科杂志*, 2020, 25(3): 205-208.
- [8] 吴志远, 张华, 吴达明, 等. 肾上腺静脉采样技术探讨[J]. *介入放射学杂志*, 2011, 20(6): 436-439.
- [9] 何德化, 林开敏, 张紫冠, 等. 经肘正中静脉分侧肾上腺静脉采血术操作流程改良的效果[J]. *中华高血压杂志*, 2020, 28(6): 539-543.
- [10] GEORGIADIS C S, HONG K, GESCHWIND J F, *et al.* Adjunctive use of C-arm CT may eliminate technical failure in adrenal vein sampling[J]. *J Vasc Interv Radiol*, 2007, 18(9): 1102-1105.
- [11] LUPI A, BATTISTEL M, BARBIERO G, *et al.* E. Simultaneous bilateral adrenal vein sampling for primary aldosteronism: useful tips to make it simple and safe[J]. *Eur Radiol*, 2019, 29(11): 6330-6335.
- [12] CHANG C C, LEE B C, CHANG Y C, *et al.* TAIPAI Study Group. Comparison of C-arm computed tomography and on-site quick cortisol assay for adrenal venous sampling: A retrospective study of 178 patients[J]. *Eur Radiol*, 2017, 27(12): 5006-5014.
- [13] PARK C H, HONG N, HAN K, *et al.* C-Arm Computed Tomography-Assisted Adrenal Venous Sampling Improved Right Adrenal Vein Cannulation and Sampling Quality in Primary Aldosteronism[J]. *Endocrinol Metab (Seoul)*, 2018, 33(2): 236-244.
- [14] WOLLEY M, THUZAR M, STOWASSER M. Controversies and advances in adrenal venous sampling in the diagnostic work-up of primary aldosteronism[J]. *Best Pract Res Clin Endocrinol Metab*, 2020, 34(3): 101400.
- [15] 中华医学会内分泌学分会肾上腺学组. 原发性醛固酮增多症诊断治疗的专家共识[J]. *中华内分泌代谢杂志*, 2016, 32(3): 188-195.
- [16] ROSSI G P, 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.
- [17] ONOZAWA S, MURATA S, TAJIMA H, *et al.* Evaluation of right adrenal vein cannulation by computed tomography angiog-

- raphy in 140 consecutive patients undergoing adrenal venous sampling[J]. *Eur J Endocrinol*, 2014, 170(4):601-608.
- [18] 杨淑珺, 黄盼, 秦皓, 等. 肾上腺 CT 与肾上腺静脉采血在原发性醛固酮增多症分型诊断中的应用[J]. *现代泌尿外科杂志*, 2020, 10:880-884.
- [19] 石文翠. 原醛症患者肾上腺 CT 影像结构与肾上腺静脉采血术功能分型相关性的临床研究[D]. 广西医科大学, 2018.
- [20] 张家欣. CT 三维重建前后右肾上腺静脉采血的对照研究[D]. 福建医科大学, 2014:1-112.
- [21] BECKER L S, HINRICHS M H, WERNCKE T, *et al.* Adrenal venous sampling in primary hyperaldosteronism: correlation of hormone indices and collimated C-arm CT findings[J]. *Abdom Radiol (NY)*, 2021, 46(7):3471-3481.
- [22] OGURO S, NAKATSUKA S, YASHIRO H, *et al.* CT during Arteriography to Visualize the Right Adrenal Vein for Adrenal Venous Sampling[J]. *J Vasc Interv Radiol*, 2015, 26(6):910-914.
- [23] VONEND O, OCKENFELS N, GAO X, *et al.* Age below 40 or a recently proposed clinical prediction score cannot bypass adrenal venous sampling in primary aldosteronism[J]. *J Clin Endocrinol Metab*, 2014, 99(6):1035-1039.
- [24] PARK S I, RHEE Y, LIM J S, *et al.* Right adrenal venography findings correlated with C-arm CT for selection during C-arm CT-assisted adrenal vein sampling in primary aldosteronism[J]. *Cardiovasc Intervent Radiol*, 2014, 37(6):1469-1475.
- [25] FUJII Y, TAKEDA Y, KURIHARA I, *et al.* Historical changes and between-facility differences in adrenal venous sampling for primary aldosteronism in Japan[J]. *J Hum Hypertens*, 2020, 34(1):34-42.
- (收稿日期:2021-09-23;修回日期:2021-12-22;编辑:张翰林)

(上接第 738 页)

- [16] HE Z, GUO J L, MCBRIDE J D, *et al.* Amyloid- β plaques enhance Alzheimer's brain tau-seeded pathologies by facilitating neuritic plaque tau aggregation[J]. *Nature Medicine*, 2017, 24(1):29-38.
- [17] 张蕾, 贾秋平, 黄长缨, 等. 新生儿缺氧缺血性脑病患者血清 IL-8, TNF- α , ICAM-1 水平的表达及与新生儿神经行为评分的相关性[J]. *实用预防医学* 2018, 25(120):1476-1479.
- [18] BEMILLER S M, MCCRAY T J, ALLAN K, *et al.* TREM2 deficiency exacerbates tau pathology through dysregulated kinase signaling in a mouse model of tauopathy[J]. *Molecular Neurodegeneration*, 2017, 12(1):74-75.
- [19] 曹婷婷, 万俊, 冯永海, 等. 老年 COPD 伴严重呼吸衰竭患者血清 CysC、VEGF、IL-17、ACTA 水平变化[J]. *分子诊断与治疗杂志*, 2020, 12(4):533-537.
- [20] 杨瑞霞, 晋亚楠. 虎杖苷缓解百草枯诱导急性肾损伤的作用机制[J]. *医学分子生物学杂志*, 2019, 16(4):355-360.
- [21] 张若尘, 马爱群, 卢群. PON1 浓度在冠心病合并肥胖患者中的变化及其与代谢状态、炎症反应的相关性[J]. *中国分子心脏病学杂志*, 2020, 20(4):3459-3463.
- [22] WANG Y, WEI L I, YANG J, *et al.* Research Progress on Gender-specific Relations of Serum Uric Acid Level to Onset Risk and Prognosis of Ischemic Stroke[J]. *Practical Journal of Cardiac Cerebral Pneumal and Vascular Disease*, 2019, 27(10):6-14.
- [23] MOU Z Q, MING L I, GUO L X, *et al.* Study of the relationship between serum uric acid and lower extremity atherosclerosis in type 2 diabetic patients[J]. *Chinese Journal for Clinicians*, 2017, 45(7):29-32.
- (收稿日期:2021-05-24;修回日期:2022-02-10;编辑:张翰林)