

本文引文格式:刘紫徽,霍佳雯,李君军,等.危重儿童连续性血液净化改良管路采血的应用[J].右江民族医学院学报,2023,45(6):904-908.

【论著与临床报道】

危重儿童连续性血液净化改良管路采血的应用

刘紫徽¹, 霍佳雯², 李君军¹, 邓莉莉¹

(1. 湖南省郴州市第一人民医院, 湖南 郴州 423000;

2. 南华大学附属第二医院, 湖南 衡阳 421000)

摘要:目的 儿童枸橼酸抗凝连续性血液净化(RCA-CBP)治疗过程中,比较管路采血与血管采血的标本在电解质、血糖、血气检测方面的差异,探讨管路采血替代血管采血的可行性。**方法** 选择2021年7月至2023年7月在郴州市第一人民医院ICU接受RCA-CBP治疗的60例儿童开展研究。采用自身对照,同时收集患者血管和RCA-CBP治疗管路的血样,比较两种血样电解质、血糖和血气检测结果的差异。**结果** 管路采血标本与血管采血标本中钠、钾、离子钙和血糖差异无统计学意义($P > 0.05$);管路采血标本与血管采血标本中血气中酸碱值、剩余碱差异无统计学意义($P > 0.001$);管路采血标本二氧化碳分压、碳酸氢根和乳酸高于血管采血标本,差异有统计学意义($P < 0.05$);管路采血标本中氧分压低于血管采血标本,差异有统计学意义($P < 0.05$);管路采血标本与血管采血标本中 Na^+ 、 K^+ 、 iCa^{2+} 、Glu、pH、BE一致性较好。**结论** 管路采血能够代替血管采血监测电解质、血糖及部分血气分析指标。

关键词: 儿童;连续性肾替代疗法;管路采血;电解质;血气分析

中图分类号:R459.5

文献标识码:A

文章编号:1001-5817(2023)06-0904-05

doi:10.3969/j.issn.1001-5817.2023.06.012

Application of continuous blood purification and improved pipeline blood collection in children with critically illness

Liu Zihui¹, Huo Jiawen², Li Junjun¹, Deng Lili¹

(1. The First People's Hospital of Chenzhou, Chenzhou 423000, Hunan, China;

2. The Second Hospital, University of South China, Hengyang 421000, Hunan, China)

Abstract: **Objective** To compare the difference in electrolyte, blood glucose, and blood gas detection of samples between pipeline blood collection and vascular blood collection, and we explored the feasibility of pipeline blood collection to replace vascular blood collection during the processes of regional citrate anticoagulation-continuous blood purification (RCA-CBP) in children. **Methods** This study was conducted on 60 children who received RCA-CBP treatment in the ICU of The First People's Hospital of Chenzhou from July 2021 to July 2023. The differences of the detection results in blood electrolyte, blood glucose and blood gas between patients' blood vessels and RCA-CBP treatment pipeline were compared with self-comparison. **Results** There was no statistical differences in sodium, potassium, ionized calcium, and blood glucose between pipeline blood collection and vascular blood collection samples ($P > 0.05$); There was no statistical differences in acid-base values and base excess in blood gas of samples between pipeline blood collection and vascular blood collection ($P > 0.05$); Partial pressure of carbon dioxide, bicarbonate radical, and lactic acid were higher in pipeline blood collection samples than the vascular blood collection samples, and the differences were statistically significant ($P < 0.001$); The partial pressure of oxygen in pipeline blood collection samples was lower compared to

基金项目:郴州市技术创新引导项目(1cyl2021041);湘南学院2022年度校级科研项目医院联合项目(2022JX125)

第一作者简介:刘紫徽(1985-),男,硕士,主治医师,研究方向:儿童急危重症,E-mail:13762512472@163.com

通讯作者简介:霍佳雯(1984-),女,硕士,主治医师,研究方向:儿童重症及微量元素缺乏,E-mail:huojiawen163@163.com

the vascular blood collection, and the difference was statistically significant ($P < 0.05$); The consistency of Na^+ , K^+ , iCa^{2+} , glucose, pH, and base excess was good between pipeline blood collection samples and vascular blood collection samples. **Conclusion** Pipeline blood collection can replace vascular blood collection to monitor electrolytes, blood glucose, and some blood gas analysis indexes.

Key words: children; continuous renal replacement therapy; pipeline blood collection; electrolytes; blood gas analysis

连续性血液净化(continuous blood purification, CBP)是让血液通过体外半透膜缓慢清除水分和溶质的一种治疗技术^[1]。随着儿童危重症学科和CBP技术的发展, CBP技术在儿童中的应用越来越广,可有效治疗急性肾损伤、液体超负荷、严重全身炎症反应性疾病、自身免疫性疾病和代谢性疾病等急危重症^[2-3]。美国肾脏基金会肾脏病预后质量倡议(KDOQI)推荐将枸橼酸钠(RCA)作为CBP的首选抗凝方案,儿童患者也可以采用该方案^[4-5]。相较于其他抗凝方式, RCA-BPD具有更多优点,例如抗凝效果好、透析滤器寿命长、出血并发症少、炎症因子清除率高等^[6]。然而, RCA-CBP治疗可能会引起一些不良反应,包括低钙、高钠等电解质紊乱,代谢性碱中毒,低血糖等^[7]。因此,在RCA-CBP操作过程中,需要定期采集血标本进行电解质、血糖和血气分析等监测,以便调节CBP治疗参数^[8]。然而,在临床实践中,频繁进行外周血管反复穿刺采血可能会给患儿带来极大痛苦,并增加出血、皮下瘀斑和血肿等并发症的发生风险,同时也增加了RCA-CBP治疗的操作难度^[9]。在文献中已经有报道成人RCA-CBP可以使用管路采血来替代血管采血进行部分生化检测^[10-12]。然而,儿童在生理和病理情况上与成人均有所不同,因此在儿童RCA-CBP治疗过程中,管路采血是否可以替代血管采血是值得研究的。本研究通过比较儿童在RCA-CBP治疗过程中管路采血和血管采血所得到的电解质、血糖和血气分析检测结果之间的差异,来探讨管路采血是否可以替代血管采血的可行性。

1 资料与方法

1.1 资料

1.1.1 一般资料 选取2021年7月至2023年7月郴州市第一人民医院ICU行RCA-CBP治疗的60例患儿纳入研究,其中男33例,女27例,年龄0.5~12岁,平均年龄为(4.27±1.06)岁。基础疾病包括:急性肾功能损伤35例,多脏器功能衰竭12例,爆发性心肌炎5例,溶血尿毒综合征4例,噬血细胞综合征4例。

1.1.2 纳入标准 ①接受枸橼酸钠抗凝的CBP治疗,需要进行电解质、血糖和血气分析监测;②年龄在28d~14岁的儿童;③患儿监护人签署知情同意书。

1.1.3 排除标准 ①治疗过程中动静脉反接者;②肝

功能衰竭患儿;③凝血功能障碍患儿。本研究经本院医学伦理委员会批准同意。

1.1.4 仪器与试剂 仪器设备使用费森公司生产的血滤机(型号:Multifiltrate),滤器(型号:AV400s/AV600s/AEF03),一次性无菌单针双腔中心静脉导管套件(直径分别为6.5Fr/8.5Fr/12Fr)以及沃芬公司生产的床旁全自动血气分析仪(型号:GEM Premier3000),抗凝采用4%枸橼酸钠溶液(四川绵竹鸿基制药有限公司,批号H20055065,规格为200 mL:8 g)。

1.2 方法

1.2.1 连续性血液净化治疗方法 采用了连续静脉-静脉血液滤过(CVVH)的枸橼酸钠抗凝模式,血流速度设定在每公斤体重3~5 mL/min。初始枸橼酸钠的用量设置为血流速度乘以1.6 mL/min,治疗剂量为每公斤体重25~35 mL/min。在管路连接过程中,先进行肝素预充,然后再填充生理盐水到管路中。当管路+滤器的容积超过患儿血容量的10%,则使用去白细胞悬浮红细胞、血浆或稀释的白蛋白来填充管路。动脉和静脉通过正接方式连接,4%枸橼酸钠通过动脉引血端以三通连接方式输液泵泵入,10%葡萄糖酸钙通过静脉回血端以三通连接方式由微量泵泵入,并根据患者血液中离子钙(iCa^{2+})浓度进行调整。

1.2.2 采血方法 采用改良的管路采血方法,无需中断治疗,在输入枸橼酸钠前,将带有一个肝素帽的三通连接在动脉引血近心端,接下来,准备一个1 mL的采血针筒,并排除空气,使用直径在20号以下的针头,然后,对采血点进行规范消毒,并快速顺时针旋转三通180°,以使肝素帽端与血液联通。在3~5 s内,采集0.5 mL的血液净化管路血样。采集完成后,立即逆时针旋转三通180°,并同时抽取血管血样。采血之后,立即进行床旁化验。

1.2.3 检测指标 使用床旁血气分析仪检测两组血液标本中多个指标:钠(Na^+)、钾(K^+)、离子钙(iCa^{2+})、碳酸氢根(HCO_3^-)、酸碱度(pH)、二氧化碳分压(PCO_2)、氧分压(PO_2)、剩余碱(BE)、血糖(Glu)、乳酸(Lac)。

1.3 统计学方法 数据应用SPSS 26.0软件处理,计量资料以($\bar{x} \pm s$)表示,采用配对 t 检验,当 $P < 0.05$

时差异具有统计学意义。采用 GraphPad Prism 9.0.2 软件绘制 Bland-Altman 散点图,分析两种采血方式检测值的一致性。

2 结果

2.1 两种采血方法电解质和血糖对比结果 管路采血标本与血管采血标本之间的钠、钾、离子钙和血糖结果比较差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。见表 1。

2.2 两种采血方法血气分析对比结果 管路采血标本与血管采血标本的 pH、BE 值的差异无统计学意义 ($P > 0.05$);管路采血标本中的 HCO_3^- 、Lac 和 PCO_2 值均高于血管采血标本,差异具有统计学意义 ($P <$

0.001);管路采血标本的 PO_2 值低于血管采血标本,差异具有统计学意义 ($P < 0.001$)。见表 2。

表 1 两种采血方法电解质和血糖比较结果

单位:mmol/L					
检验	n	管路采血	血管采血	t	P
Na^+	60	137.23±4.35	136.43±4.53	0.884	0.380
K^+	60	3.88±0.32	3.91±0.26	-0.412	0.682
iCa^{2+}	60	0.99±0.11	1.00±0.03	-0.687	0.495
Glu	60	7.29±0.55	7.35±0.78	-0.466	0.643

注:表内计量资料数据以($\bar{x} \pm s$)表示。

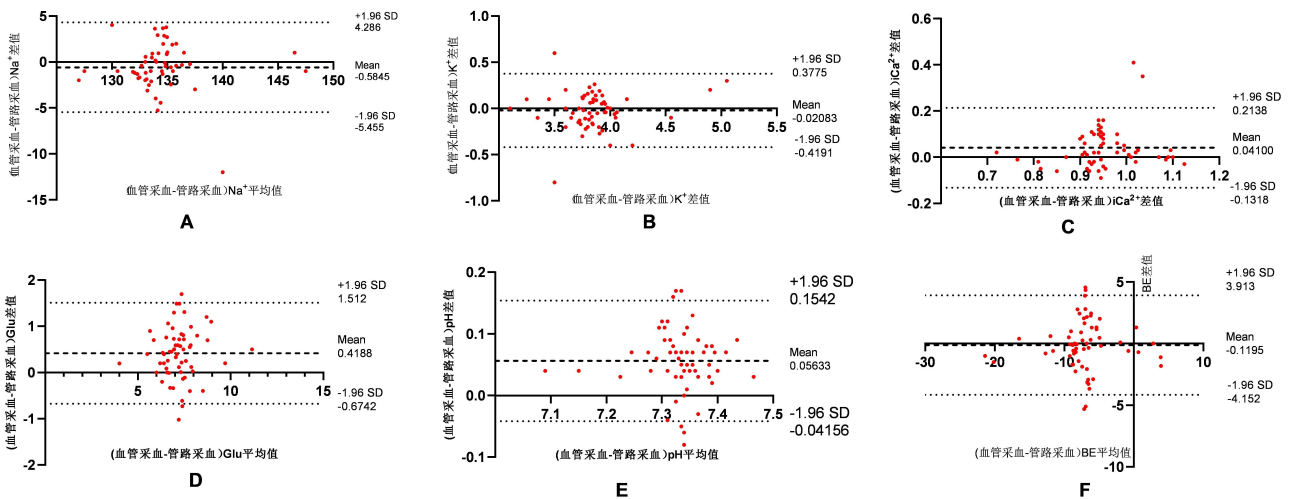
表 2 两种采血方法血气分析比较结果

检验	n	管路采血	血管采血	t	P
pH	60	7.36±0.05	7.38±0.06	-1.628	0.109
PCO_2/kPa	60	3.90±0.46	3.61±0.28	4.164	<0.001
PO_2/kPa	60	5.00±0.42	11.92±0.68	-61.519	<0.001
BE	60	-8.39±0.73	-8.42±0.92	0.217	0.829
Lac/(mmol·L ⁻¹)	60	2.11±0.07	1.82±0.03	23.601	<0.001
$\text{HCO}_3^-/(\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1})$	60	26.24±1.91	23.65±2.35	-5.637	<0.001

注:表内计量资料数据以($\bar{x} \pm s$)表示。

2.3 两种采血方法 Na^+ 、 K^+ 、 iCa^{2+} 、Glu、pH、BE 的一致性比较 经 Bland-Altman 分析 Na^+ 1.67%(1/60)的点在 95%一致性界限以外,差值的绝对值最大为 5.46 mmol/L; K^+ 3.33%(2/60)的点在 95%一致性界限以外,差值的绝对值最大为 0.42 mmol/L; iCa^{2+} 3.33%(2/60)的点在 95%一致性界限以外,差

值的绝对值最大为 0.21 mmol/L;Glu 5.00%(3/60)的点在 95%一致性界限以外,差值的绝对值最大为 1.51 mmol/L;pH 10.00%(6/60)的点在 95%一致性界限以外,差值的绝对值最大为 0.15;BE 6.67%(4/60)的点在 95%一致性界限以外,差值的绝对值最大为 4.15。见图 1。



注:A. Na^+ 一致性比较;B. K^+ 一致性比较;C. iCa^{2+} 一致性比较;

D. Glu一致性比较;E. pH一致性比较;F. BE一致性比较。

图 1 两种采血方法 Na^+ 、 K^+ 、 iCa^{2+} 、Glu、pH、BE 一致性比较结果

3 讨论

传统的管路采血方式存在一些不足,包括繁琐的操作步骤、需要暂停治疗以及容易导致机器报警和缩短滤器使用寿命^[13]。相比之下,改良后的管路采血方式操作更加简便,不需要暂停治疗。改良方式是在输入枸橼酸钠之前的动脉引血近心端连接三通和肝素帽。在不采血的时候,肝素帽不与血液联通,只有在准备采血时,快速旋转三通 180°将肝素帽与血液联通。使用 1 mL 采血针筒,排尽空气,并选择 20 号以下直径的针头。对肝素帽采血点进行规范消毒,并在 3~5 s 内采集血透管路血 0.5 mL。采集完毕后再次快速旋转三通 180°,使肝素帽采血点与血液不再联通。通过这种改良的管路采血方式,可以提高采血效率,减少机器报警,并延长滤器的使用寿命。因此,改良的管路采血方式相比传统方式更加简便,不需要暂停治疗,具有更好的效果。本实验显示,改良的管路采血方法不会破坏管路的密闭性,也不会影响滤器的正常使用,而且不会导致血滤机故障。这种方法简化了管路采血的操作步骤,因此可以被临床推广。此外,还可尝试在此基础上设计出专用的采血连接管路进一步增强操作的便捷与安全性。需注意的是在进行导管采血时需要注意速度不可过快,由于速度过快会导致采血点管内负压过大,有使枸橼酸钠逆流的可能,影响检测结果。当离子钙检测结果相差较大时须复测,所以在管路采血时不宜太快,本实验经验为一次管路采血时间应 >3 s。

在局部枸橼酸钠抗凝的 CBP 治疗过程中,发现管路采血与外周血管采血在监测电解质和血糖指标方面没有统计学意义的差异。这表明管路采血可以作为监测患者电解质和血糖的替代方法。这与杨曼^[10]、代明金等^[11]在成人方面的研究结果相一致。管路采血与血管采血之间在 PCO_2 、 PO_2 、 HCO_3^- 、Lac 值方面存在显著差异,其中,管路采血的 PCO_2 、 HCO_3^- 、Lac 检测值较血管采血偏高,而管路采血的 PO_2 检测值则较血管采血偏低。这一差异的原因可能是本研究血管采血标本均为外周动脉血,管路血来自于已被身体组织利用后的静脉血,其 PCO_2 、 HCO_3^- 、Lac 含量高于未被组织利用的血管采血所采集的动脉血,而 PO_2 则明显低于血管采血值^[14]。有文献显示^[15],正常动脉血的 pH 比静脉血高 0.03,pH 差值 0.03 对临床治疗无明显影响。本研究显示管路采血与血管采血监测 pH、BE 差异无统计学意义。经 Bland-Altman 分析,两种采血方式在 Na^+ 、 K^+ 、 iCa^{2+} 、Glu、pH、BE 检测方面均有良好的一致性,其差值的绝对值最大分别为 5.46 mmol/L、0.42 mmol/L、0.21 mmol/L、1.51 mmol/L、0.15、4.15,这种相差幅度在临床上是可以接受的,因此枸橼酸钠抗凝连续性肾脏替代治疗管路采血与血管采血测

定的结果具有较好的一致性,管路采血可以代替血管采血进行 Na^+ 、 K^+ 、 iCa^{2+} 、Glu、pH、BE 监测。另外血管采血增加儿童疼痛刺激,降低患儿的治疗依从性,且易出现穿刺部位渗血、淤青和血肿等并发症,而管路采血则无这种情况。

综上所述,儿童 RCA-CBP 治疗中,管路采血可替代外周血管采血监测电解质、血糖及部分血气分析指标。在危重症儿童救治过程中,血管条件差,往往存在有效循环血容量不足或四肢水肿等情况,外周血管穿刺困难。RCA 抗凝连续性血液净化治疗需要多次采集血标本监测电解质、血糖和血气分析等,管路采血替代血管采血的方式值得临床推广。

本研究局限性:①本研究纳入的是管路为正向连接的情况,而由于儿童血管条件因素,有时治疗需反向连接才能引血顺畅,故还需要进一步探讨管路连接为反向时的情况;②RCA-CBP 治疗模式有多种,本研究只纳入了最常用的 CVVH 模式,在其他治疗模式中的适用性仍需进一步研究。

参考文献:

- [1] ALVAREZ G,CHRUSCH C,HULME T,et al. Renal replacement therapy:a practical update [J]. Can J Anaesth, 2019,66(5):593-604.
- [2] 杨雪,钱素云,祝益民,等. 连续血液净化技术在中国儿童重症医学领域的普及情况调查[J]. 中华儿科杂志,2018,56(2):128-133.
- [3] 王荣辉. 连续性肾脏替代疗法治疗脓毒症合并急性肾损伤的研究进展[J]. 右江民族医学院学报,2020,42(3):369-371.
- [4] STEVENS P E,LEVIN A,KIDNEY EISEASE:IMPROVING GLOBAL OUTCOMES CHRONIC KIDNEY DISEASE GUIDELING DEVELOPMENT WORK GROUP MEMBERS. Evaluation and management of chronic kidney disease: synopsis of the kidney disease: improving global outcomes 2012 clinical practice guideline [J]. Ann Intern Med,2013,158(11):825-830.
- [5] 贺杰,杨梅雨,袁远宏,等. 枸橼酸钠抗凝在儿童血液净化中的有效性与安全性研究[J]. 临床急诊杂志,2018,19(10):667-672.
- [6] RAYMAKERS-JANSSEN P A M A,LILJEN M,VANKEESSEL I A,et al. Citrate versus heparin anticoagulation in continuous renal replacement therapy in small children [J]. Pediatr Nephrol,2017,32(10):1971-1978.
- [7] MARIANO F. Focusing on the basic principles of dialysis to optimize regional citrate anticoagulation [J]. J Crit Care,2013,28(1):99-100.
- [8] 蒋剑文,蒋涵,贾超. 连续性肾脏替代治疗对重症肺部感染患者血气指标、肾功能和电解质的影响[J]. 中国煤炭工业医学杂志,2018,21(6):566-569.

- [9] 王玲, 张小蓉. 儿童严重脓毒症行连续性血液净化治疗的护理体会[J]. 中国医药指南, 2016, 14(11): 252-253.
- [10] 杨曼. 连续性肾脏替代治疗中管路采血代替静脉采血检验结果准确性的可行性研究[J]. 临床医药文献电子杂志, 2017, 4(82): 16198-16199.
- [11] 代明金, 王芳, 张凌, 等. 连续性肾脏替代治疗中动静脉正接时管路采血检验的可行性[J]. 西部医学, 2020, 32(5): 769-772.
- [12] 喻贵, 万维维, 刘国英, 等. 枸橼酸钠抗凝的连续性血液净化中管路采血与外周血管采血的对比研究[J]. 江西医药, 2022, 57(6): 590-591, 598.
- [13] 周丽, 殷琴, 熊丽琼, 等. 不同采血路径在体外枸橼酸抗凝连续性肾脏替代治疗患者中的应用效果研究[J]. 临床医药实践, 2022, 31(8): 604-607.
- [14] 潘夏葵, 方希敏, 方瑶, 等. 连续静脉静脉血液滤过治疗中管路采血对血生化的影响[J]. 护理与康复, 2014, 13(7): 627-628, 632.
- [15] 葛均波, 徐永健, 王辰. 内科学[M]. 9 版. 北京: 人民卫生出版社, 2018: 778.

收稿日期: 2023-07-20; 修回日期: 2023-09-03

(上接第 879 页)

- [11] 郑筱萸. 中药新药临床研究指导原则(试行)[M]. 北京: 中国医药科技出版社, 2002: 3-49.
- [12] MIONI G, ROMÁN C R, CLERICI J, et al. Prospective and retrospective timing in mild cognitive impairment and Alzheimer's disease patients: a systematic review and meta-analysis [J]. Behav Brain Res, 2021, 410: 113354.
- [13] LECCA D, JUNG Y J, SCERBA M T, et al. Role of chronic neuroinflammation in neuroplasticity and cognitive function: a hypothesis [J]. Alzheimers Dement, 2022, 18(11): 2327-2340.
- [14] CHANEY A M, LOPEZ-PICON F R, SERRIERE S, et al. Prodromal neuroinflammatory, cholinergic and metabolite dysfunction detected by PET and MRS in the TgF344-AD transgenic rat model of AD: a collaborative multi-modal study[J]. Theranostics, 2021, 11(14): 6644-6667.
- [15] SONG T, SONG X P, ZHU C, et al. Mitochondrial dysfunction, oxidative stress, neuroinflammation, and metabolic alterations in the progression of Alzheimer's disease: a meta-analysis of in vivo magnetic resonance spectroscopy studies[J]. Ageing Res Rev, 2021, 72: 101503.
- [16] TONDO G, APRILE D, DE MARCHI F, et al. Investigating the prognostic role of peripheral inflammatory markers in mild cognitive impairment[J]. J Clin Med, 2023, 12(13): 4298.
- [17] PARK J K, LEE K J, KIM J Y, et al. The association of blood-based inflammatory factors IL-1 β , TGF- β and CRP with cognitive function in Alzheimer's disease and mild cognitive impairment [J]. Psychiatry Investig, 2021, 18(1): 11-18.
- [18] MORRIS G, BERK M, WALDER K, et al. Central pathways causing fatigue in neuro-inflammatory and autoimmune illnesses[J]. BMC Med, 2015, 13: 28.
- [19] AN P L, ZHOU X, DU Y, et al. Association of neutrophil-lymphocyte ratio with mild cognitive impairment in elderly Chinese adults: a case-control study [J]. Curr Alzheimer Res, 2019, 16(14): 1309-1315.
- [20] 纪瑞锋, 袁媛, 刘娟. 人参叶与人参化学及药理活性差异分析[J]. 中华中医药杂志, 2017, 32(5): 2269-2272.
- [21] WU Q, LIU J, MAO Z G, et al. Ligustilide attenuates ischemic stroke injury by promoting Drp1-mediated mitochondrial fission via activation of AMPK[J]. Phytomedicine, 2022, 95: 153884.
- [22] WANG M, HAYASHI H, HORINOKITA I, et al. Neuroprotective effects of Senkyunolide I against glutamate-induced cells death by attenuating JNK/caspase-3 activation and apoptosis[J]. Biomed Pharmacother, 2021, 140: 111696.
- [23] 张梦雪, 丁敏芮, 张彤, 等. 基于数据挖掘的中药治疗轻度认知障碍用药规律分析[J]. 中药药理与临床, 2023, 39(9): 106-111.
- [24] 刘环环, 李瑞青, 高静, 等. 羟基红花黄色素 A 对缺血性脑卒中神经保护作用及机制的研究进展[J]. 中国药理学杂志, 2022, 57(10): 773-778.

收稿日期: 2023-08-18; 修回日期: 2023-08-30