

DOI:10.12025/j.issn.1008-6358.2017.20170640

• 短篇论著 •

# 血液透析联合血液灌流清除维持性血液透析患者成纤维细胞生长因子23的疗效观察

李 峰<sup>1</sup>, 李 缨<sup>1\*</sup>, 王 蕾<sup>1</sup>, 沈 波<sup>2</sup>, 邹建洲<sup>2</sup>, 高秋凤<sup>1</sup>, 徐炜新<sup>3</sup>

1. 上海市嘉定区中心医院肾脏内科,上海 201800

2. 复旦大学附属中山医院肾脏内科,上海 200032

3. 上海市嘉定区中心医院检验科,上海 201800

**[摘要]** 目的:比较传统血液透析(hemodialysis, HD)和HD联合血液灌流(hemoperfusion, HP)对维持性血液透析(maintenance hemodialysis, MHD)患者外周血成纤维细胞生长因子23(fibroblast growth factor-23, FGF-23)的清除效果。

**方法:**选择2016年1月至6月上海市嘉定区中心医院血液净化中心收治的MHD患者,随机分为HD组和HD联合HP(HD+HP)组,各30例。HD组:每周3次,每次4 h。HD+HP组:每周HD 2次,每次4 h;HP联合HD 1次,每次2 h;单独HD 2 h。两组治疗周期均为6个月。分别测定并记录两组患者在治疗开始及治疗周期结束时的血红蛋白(Hb)、血清白蛋白(Alb)、FGF-23、血清磷(P)、钙(Ca)、尿素氮(BUN)、血肌酐(Scr)及甲状旁腺激素(iPTH)等水平。**结果:**治疗前两组患者间Hb、Alb、BUN、Scr、Ca、P、iPTH、FGF-23差异均无统计学意义。治疗6个月后,两组患者BUN、Scr均较治疗前降低( $P<0.05$ ),HD+HP组患者血P、iPTH、FGF-23较治疗前降低( $P<0.05$ )。治疗后两组患者间血P、iPTH、FGF-23差异均有统计学意义( $P<0.05$ ),Hb、Alb、BUN、Scr差异无统计学意义。**结论:**HD联合HP治疗模式安全有效;与传统HD相比,HD联合HP治疗模式可有效降低MHD患者血清P、iPTH、FGF-23水平。

**[关键词]** 血液透析;血液灌流;成纤维细胞生长因子23**[中图分类号]** R 459.5**[文献标志码]** A

## Clearance effect of hemodialysis combined with hemoperfusion on serum fibroblast growth factor-23 in maintenance hemodialysis patients

LI Feng<sup>1</sup>, LI Ying<sup>1\*</sup>, WANG Lei<sup>1</sup>, SHEN Bo<sup>2</sup>, ZOU Jian-zhou<sup>2</sup>, GAO Qiu-feng<sup>1</sup>, XU Wei-xin<sup>3</sup>

1. Department of Nephrology, Central Hospital of Jiading District in Shanghai, Shanghai 201800, China

2. Department of Nephrology, Zhongshan Hospital, Fudan University, Shanghai 200032, China

3. Department of Clinical Laboratory, Central Hospital of Jiading District in Shanghai, Shanghai 201800, China

**[Abstract]** **Objective:** To compare the clearance effect on serum fibroblast growth factor-23 (FGF-23) between traditional hemodialysis (HD) and HD combined with hemoperfusion (HP). **Methods:** Totally 60 maintenance hemodialysis (MHD) patients from January 2016 to June 2016 in Central Hospital of Jiading District in Shanghai were randomly divided into HD group (30 cases) and HD+HP group (30 cases). The patients in HD group underwent HD (3 times/week, 4 h/time), the patients in HD+HP group underwent HD (2 times/week, 4 h/time), HD combined with HP (1 time/week, 2 h/time) then change into HD for 2 h. The treatment lasted for 6 months. The data of serum phosphorus (P), calcium (Ca), urea nitrogen (BUN), creatinine (Scr), intact parathyroid hormone (iPTH), FGF-23 levels were collected before and after study.

**Results:** There were no significantly differences of BUN, Scr, Ca, P, iPTH, FGF-23 between HD group and HD+HP group at the beginning of study. After 6 months treatment, the levels of BUN and Scr were significantly decreased (all  $P<0.05$ ) in both groups. The levels of P, iPTH, and FGF-23 were significantly decreased after treatment in HD+HP group (all  $P<0.05$ ). The levels of P, iPTH, and FGF-23 in HD+HP group were significantly lower than those in HD group ( $P<0.05$ ) at the end of study, and no significantly differences of Hb, Alb, BUN, Scr were found between groups. **Conclusions:** Compared with HD, HD combined with HP treatment can significantly reduce the levels of P, iPTH, and FGF-23 in serum of MHD patients.

**[Key Words]** hemodialysis; hemoperfusion; fibroblast growth factor-23**[收稿日期]** 2017-07-27**[接受日期]** 2017-11-08**[作者简介]** 李 峰,硕士,主治医师. E-mail: 415870280@qq.com**\*通信作者**(Corresponding author). Tel: 021-67073219, E-mail: wx5178@aliyun.com

成纤维细胞生长因子 23 (fibroblast growth factor-23, FGF-23) 是新近发现的一种由骨细胞产生的调磷因子<sup>[1]</sup>。在慢性肾脏病 (chronic kidney disease, CKD) 患者中, 高 FGF-23 血症与继发性甲状旁腺功能亢进、动脉粥样硬化、血管功能异常、左心室肥厚密切相关<sup>[2]</sup>。近期研究<sup>[3-4]</sup>显示, FGF-23 是维持性血液透析 (maintenance hemodialysis, MHD) 患者心血管疾病 (cardiovascular disease, CVD) 发生及全因死亡的独立危险因素。因此, 维持 MHD 患者血 FGF-23 在正常水平具有重要的临床意义。传统血液透析 (hemodialysis, HD) 可有效清除血尿素氮 (BUN)、血肌酐 (Scr) 等小分子毒素, 然而对 FGF-23 的清除效果尚存争议<sup>[5-6]</sup>。血液灌流 (hemoperfusion, HP) 近年来作为传统 HD 补充技术用于 MHD 患者治疗已引起人们广泛关注。HP 以吸附方式清除部分中分子毒素, 但对 FGF-23 的清除效果目前仍鲜有报道。因此, 本研究旨在比较 HP 联合 HD 和单纯 HD 对 MHD 患者血清 FGF-23 的清除效果。

## 1 资料与方法

1.1 一般资料 选择 2016 年 1 月至 6 月在上海市嘉定区中心医院血液净化中心行 MHD 的患者 60 例为研究对象。收集患者性别、年龄、身高、体质质量、体表面积 (body surface area, BSA)、血压、透析龄、原发病、合并症等, 并记录主观整体评估 (SGA) 评分、Charlson 合并症指数 (Charlson comorbidity index, CCI)<sup>[7]</sup>。入选标准: (1) 年龄 18~80 岁; (2) MHD ≥ 3 个月。排除标准: (1) 精神疾病; (2) 自身免疫性疾病; (3) 入组前 1 个月内感染或使用抗生素; (4) 入组前 1 个月内手术或外伤; (5) 入组前 1 个月内发生急性心血管事件, 如急性冠脉综合征、心肌梗死、动脉夹层、恶性心律失常等; (6) 其他严重疾病, 如恶性肿瘤、肝硬化失代偿期等。本研究获得医院伦理委员会批准, 所有入选患者知情同意并签署知情同意书。

1.2 患者分组 将患者随机分为 HD 组 (30 例) 和 HD+HP 组 (30 例)。HD 组采用德国贝朗低通量聚砜膜透析器 (Diacap LOPS15), 每周透析 3 次, 每次 4 h, 血流速度 250~300 mL/min, 低分子肝素钠

抗凝, 透析液为碳酸氢盐。HD+HP 组每周先给予 HD 治疗 2 次, 治疗方法与 HD 组一致, 第 3 次行 HD+HP 治疗, 灌流器串联于透析器前, 联合治疗 2 h 后撤除灌流器, 再单独 HD 治疗 2 h, 血流速度 250~300 mL/min。血液灌流器为中国珠海健帆生物科技股份有限公司生产的树脂 HA130 型灌流器。两组患者均观察 6 个月。

1.3 生化指标检测 分别于治疗前及治疗周期结束时抽取患者空腹静脉血 5 mL, 检测血糖 (Glu)、高敏 C 反应蛋白 (hsCRP)、BUN、Scr、血清白蛋白 (Alb)、血红蛋白 (Hb)、血清钙 (Ca)、磷 (P); 采用酶联免疫吸附法 (enzyme-linked immunosorbent assay, ELISA) 检测两组患者全段甲状旁腺激素 (iPTH) 和 FGF-23 水平。

1.4 透析充分性比较 分别于治疗前及治疗周期结束时计算患者单室尿素清除指数 (Kt/V) 及尿素下降率 (URR)。 $Kt/V = -\ln(R - 0.008 \times t) + (4 - 3.5 \times R) \times UF/W$ 。其中,  $\ln$  是自然对数,  $R$  是透析后尿素氮 / 透析前尿素氮,  $t$  是 1 次透析时间 (单位为 h),  $UF$  是超滤量 (单位为 L),  $W$  是患者透析后体质量 (单位为 kg)。 $URR(\%) = (C_0 - C)/C_0 \times 100$ , 其中  $C_0$  为透析前血尿素氮浓度,  $C$  为透析后血尿素氮浓度 (单位为  $\mu\text{mol}/\text{L}$ )。

1.5 统计学处理 采用 SPSS 22.0 软件进行统计分析。正态分布的计量资料以  $\bar{x} \pm s$  表示, 非正态分布的计量资料以  $M(Q_1, Q_3)$  表示。计数资料的比较采用  $\chi^2$  检验。组间比较采用独立样本  $t$  检验及 Mann-Whitney U 检验。检验水准 ( $\alpha$ ) 为 0.05。

## 2 结 果

2.1 一般情况比较 60 例患者中, 男性 31 例, 女性 29 例; 年龄 (55.20 ± 12.10) 岁, 透析龄 13.38~74.53 个月, 平均 41.35 个月; 原发病包括慢性肾小球肾炎 34 例 (56.7%), 糖尿病肾病 11 例 (18.3%), 多囊肾 4 例 (6.7%), 原因不明者 7 例 (11.7%), 其他 4 例 (6.7%)。两组患者性别、年龄、透析龄、原发病、BSA、CCI 评分、SGA 评分、血压控制、治疗前各指标 (Hb, Alb, Kt/V, BUN, Scr, Ca, P, iPTH, FGF-23) 等差异无统计学意义 (表 1)。

表1 两组患者一般资料及临床指标比较

指 标	HD 组	HD+HP 组	N=30 P 值
年龄/岁	58.48±11.65	54.58±11.82	0.071
男性 n(%)	16(53.3)	15(50)	0.796
透析龄/月	40.25(13.27~72.33)	41.65(24.72~76.13)	0.619
BSA/m <sup>2</sup>	1.63±0.14	1.66±0.16	0.367
CCI 评分/分	3.00(2.0~4.0)	4.00(3.0~5.0)	0.091
血压 p/mmHg			
收缩压	136.71±13.6	140.39±16.2	0.360
舒张压	83.71±9.20	83.00±9.44	0.769
降压药使用情况 n(%)			
CCB	15(50)	18(60)	0.436
ACEI/ARB	9(30)	8(26.7)	0.774
β受体阻滞剂	4(13.3)	3(10)	0.463
其他	2(6.7)	1(3.3)	0.668
SGA 评分 n(%)			
A 级	21(70)	24(80)	0.371
B 级	9(30)	6(20)	
Kt/V	1.46±0.11	1.49±0.10	0.248
Hb ρ <sub>B</sub> /(g·L <sup>-1</sup> )	107.95±15.60	106.72±15.14	0.805
Alb ρ <sub>B</sub> /(g·L <sup>-1</sup> )	40.35(39.80~42.88)	41.90(37.75~44.10)	0.311
Glu c <sub>B</sub> /(mmol·L <sup>-1</sup> )	4.52(4.3~5.2)	4.70(4.1~5.5)	0.285
hsCRP ρ <sub>B</sub> /(mg·L <sup>-1</sup> )	2.27(1.24~7.52)	2.55(0.90~8.09)	0.644
BUN c <sub>B</sub> /(mmol·L <sup>-1</sup> )	29.70±5.83	31.85±6.15	0.285
Scr c <sub>B</sub> /(μmol·L <sup>-1</sup> )	1152.67±288.61	1261.56±302.68	0.273
Ca c <sub>B</sub> /(mmol·L <sup>-1</sup> )	2.29±0.32	2.45±0.23	0.085
P c <sub>B</sub> /(mmol·L <sup>-1</sup> )	2.35±0.53	2.53±0.69	0.382
iPTH ρ <sub>B</sub> /(pg·mL <sup>-1</sup> )	534.80(178.45~1247)	583.75(334.10~1188)	0.499
FGF-23 ρ <sub>B</sub> /(pg·mL <sup>-1</sup> )	493.61±25.61	506.98±37.32	0.526

2.2 两组治疗后生化指标比较 治疗6个月后,两组患者BUN、Scr较治疗前均降低( $P<0.05$ ),HD+HP组患者血P、iPTH、FGF-23较治疗前降低( $P<0.05$ )。治疗后两组间血P、iPTH、FGF-23差异有统计学意义( $P<0.05$ ),Hb、Alb、BUN、Scr差异无统计学意义(表2)。

2.3 两组患者治疗后URR及Kt/V比较 HD组平均URR为(67.92±6.30)%,Kt/V为1.46±0.21;HD+HP组患者平均URR为(68.14±5.05)%,Kt/V为1.51±0.15,两组间差异无统计学意义(图1)。

表2 两组患者治疗前后生化指标的比较

指 标	HD 组		HD+HP 组	
	治疗前	治疗后	治疗前	治疗后
Hb ρ <sub>B</sub> /(g·L <sup>-1</sup> )	107.95±15.60	113.68±12.78	106.72±15.14	114.81±13.46
Alb ρ <sub>B</sub> /(g·L <sup>-1</sup> )	40.35(39.80~42.88)	41.75(40.75~43.35)	41.90(37.75~44.10)	41.50(39.50~42.85)
BUN c <sub>B</sub> /(mmol·L <sup>-1</sup> )	29.70±5.83	8.11±3.09*	31.85±6.15	9.47±1.82*
Scr c <sub>B</sub> /(μmol·L <sup>-1</sup> )	1152.67±288.61	407.13±55.61*	1261.56±302.68	443.54±78.91*
Ca c <sub>B</sub> /(mmol·L <sup>-1</sup> )	2.29±0.32	2.37±0.29	2.45±0.23	2.34±0.34
P c <sub>B</sub> /(mmol·L <sup>-1</sup> )	2.35±0.53	2.24±0.50	2.53±0.69	1.80±0.49*△
iPTH ρ <sub>B</sub> /(pg·mL <sup>-1</sup> )	534.80(178.45~1247)	499.70(147.15~776.80)	583.75(334.10~1188)	414.5(194.20~597.82)*△
FGF-23 ρ <sub>B</sub> /(pg·mL <sup>-1</sup> )	493.61±25.61	489.54±15.21	506.98±37.32	399.03±6.66*△

\*  $P<0.05$  与同组治疗前相比;△  $P<0.05$  与治疗后 HD 组相比

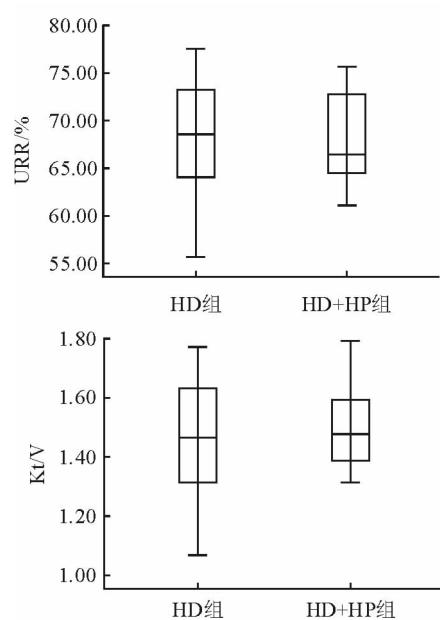


图1 治疗后两组患者 URR、Kt/V 的比较

### 3 讨 论

FGF-23 是重要的血 P 及维生素 D 调节因子, 由成骨细胞分泌, 其作用部位为肾脏、甲状旁腺、脑垂体、脑脉络丛上皮细胞<sup>[8]</sup>, 与血 P、1,25(OH)<sub>2</sub>D 及 iPTH 之间组成反馈调节系统互相调节。FGF-23 在 CKD 2 期即可升高, 随着肾功能恶化逐渐加剧, FGF-23 代偿性增高以增加尿 P 排泄, 同时减少血液中 1,25(OH)<sub>2</sub>D 的生成及血 P 的吸收。炎症、铁缺乏均可导致 FGF-23 升高<sup>[9]</sup>。目前, 越来越多的临床研究<sup>[10-12]</sup>证实, FGF-23 水平是 CKD 患者病程进展、心血管事件以及死亡率增加的独立危险因素。张敏芳等<sup>[4]</sup>研究发现, 血清 FGF-23 水平与冠脉钙化分数(Cas)显著正相关; FGF-23 大于等于 675.8 pg/mL 是 CKD 患者发生 CVD 的独立危险因素; FGF-23 水平升高是患者全因死亡的独立危险因素。Gutiérrez 等<sup>[3]</sup>对 10 044 例透析患者随访 1 年后发现, FGF-23 水平升高是透析患者死亡的独立危险因素。此外, FGF-23 还可导致心肌细胞肥厚、血管钙化以及内皮细胞功能紊乱<sup>[13-15]</sup>。Nakanishi 等<sup>[16]</sup>研究还证实, FGF-23 是继发性甲状旁腺功能亢进 (secondary hyperparathyroidism, SHPT) 的独立预测因子。然而, 目前多数透析患者血清 FGF-23 浓度远远超过健康人水平<sup>[17]</sup>, 如何降低透析患者体内的 FGF-23 水平, 一直是临床研究的热点。

目前, 临床血液净化方式多样, 传统 HD 模式

能否有效清除 FGF-23 尚存争议。Yamamoto 等<sup>[5]</sup>研究发现, 单次 HD 后 FGF-23 浓度下降约 19%, 而 Urena 等<sup>[6]</sup>的研究结果与之相反。Urena 等<sup>[6]</sup>发现, 透析患者 FGF-23 水平显著升高, 传统 HD 并不能有效清除 FGF-23。本研究结果显示, HD 组患者治疗 6 个月后血 BUN、Scr 显著降低, 而血 Ca、P、iPTH、FGF-23 水平无显著降低, 提示 HD 对血 FGF-23 等清除效果不佳, 与 Urena 等<sup>[6]</sup>的研究结果一致。传统 HD 主要通过弥散方式清除透析患者血液中的毒素和水分, FGF-23、iPTH 相对分子质量分别为 32 000、9 000, 较难通过透析膜弥散到透析液达到清除目的。血 P 虽然相对分子质量较小, 但在血液中可能部分与蛋白等成分结合, 难以通过以弥散的方式清除<sup>[18]</sup>。

HP 近年来作为传统血液透析的补充技术受到关注。血液灌流器与透析器串联, 吸附剂直接与血液接触, 通过疏水基团、离子吸附、氢键及范德华力等共同作用吸附不能被传统 HD 清除的毒素。本研究选用的血液灌流器中吸附剂为大孔径树脂, 其吸附作用主要取决于组成树脂的平均孔径为 13~15 nm 的微孔结构, 无数的微孔结构纵横交错构成了巨大的比表面积。

本研究结果显示, HD+HP 组患者治疗 6 个月后, 血 BUN、Scr、P、iPTH、FGF-23 均较治疗前显著下降, 而 Hb、Alb 水平无明显下降, 提示 HD+HP 串联的血液净化方式安全有效, 不但通过 HD 的弥散作用有效清除了 BUN、Scr 等小分子毒素, 而且能通过 HP 的吸附作用将患者体内血 P、FGF-23、iPTH 有效清除, 这与缪立英等<sup>[19]</sup>、张军力等<sup>[20]</sup>的研究结果一致。Deng 等<sup>[21]</sup>研究发现, HD、HP 及血液滤过(hemofiltration, HF)联合应用的患者 FGF-23 下降率明显高于 HD+HF 组及单纯 HD 组患者, 也间接说明 HP 对 FGF-23 的清除具有显著效果。此外, 本研究结果显示, 治疗 6 个月后, HD 组和 HD+HP 组患者 URR 及 Kt/V 结果差异无统计学意义, 说明 2 种方法对 FGF-23 等的清除差异并非由于透析不充分引起。因此, 本研究认为 HD 与 HP 串联使用可以相互补充, 提高透析效率。

综上所述, HD+HP 串联的血液净化方式安全有效, 不但可以清除 MHD 患者 BUN、Scr 等小分子毒素, 还可以有效地清除血清 P、FGF-23、iPTH 等毒素, 是较理想的组合治疗模式。本研究仍存在一些不足之处: FGF-23 与患者左心室肥厚(LVH)等

心血管疾病密切相关,而本研究未分析 HP 联合 HD 的血液净化方式对心血管疾病的影响;未能进行高通量血液透析对 FGF-23 的清除效果研究。今后将加大样本量进一步完善研究,得出更有意义的结论。

## 参考文献

- [1] BRANDENBURG V M, KLEBER M E, VERVLOET M G, et al. Fibroblast growth factor 23 (FGF23) and mortality: the Ludwigshafen risk and cardiovascular health study[J]. Atherosclerosis, 2014, 237(1): 53-59.
- [2] HU P, XUAN Q, HU B, et al. Fibroblast growth factor-23 helps explain the biphasic cardiovascular effects of vitamin D in chronic kidney disease[J]. Int J Biol Sci, 2012, 8(5): 663-671.
- [3] GUTIÉRREZ O M, MANNSTADT M, ISAKOVA T, et al. Fibroblast growth factor 23 and mortality among patients undergoing hemodialysis[J]. N Engl J Med, 2008, 359(6): 584-592.
- [4] 张敏芳, 颜佳毅, 朱铭力, 等. 成纤维细胞生长因子 23 可预测慢性肾脏病中晚期患者冠状动脉钙化发生及不良预后[J]. 中国血液净化, 2013, 12(10): 547-551, 560.
- [5] YAMAMOTO T, NASCIMENTO M M, HAYASHI S Y, et al. Changes in circulating biomarkers during a single hemodialysis session[J]. Hemodial Int, 2013, 17(1): 59-66.
- [6] URENA T P, FRIEDLANDER G, DE VERNEJOUL M C, et al. Bone mass does not correlate with the serum fibroblast growth factor 23 in hemodialysis patients[J]. Kidney Int, 2008, 73(1): 102-107.
- [7] CHARLSON M E, POMPEI P, ALES K L, et al. A new method of classifying prognostic comorbidity in longitudinal studies: development and validation[J]. J Chronic Dis, 1987, 40(5): 373-383.
- [8] LIU S, QUARLES L D. How fibroblast growth factor 23 works[J]. J Am Soc Nephrol, 2007, 18(6): 1637-1647.
- [9] KUCZERA P, ADAMCZAK M, WIECEK A. Fibroblast growth factor-23-a potential uremic toxin [J]. Toxins (Basel), 2016, 8(12): E369.
- [10] ISAKOVA T, WAHL P, VARGAS G S, et al. Fibroblast growth factor 23 is elevated before parathyroid hormone and phosphate in chronic kidney disease[J]. Kidney Int, 2011, 79(12): 1370-1378.
- [11] ISAKOVA T, XIE H, YANG W, et al. Fibroblast growth factor 23 and risks of mortality and end-stage renal disease in patients with chronic kidney disease[J]. JAMA, 2011, 305(23): 2432-2439.
- [12] KENDRICK J, CHEUNG A K, KAUFMAN J S, et al. FGF-23 associates with death, cardiovascular events, and initiation of chronic dialysis[J]. J Am Soc Nephrol, 2011, 22(10): 1913-1922.
- [13] NEGISHI K, KOBAYASHI M, OCHIAI I, et al. Association between fibroblast growth factor 23 and left ventricular hypertrophy in maintenance hemodialysis patients. Comparison with B-type natriuretic peptide and cardiac troponin T[J]. Circ J, 2010, 74(12): 2734-2740.
- [14] FAUL C, AMARAL A P, OSKOUEI B, et al. FGF23 induces left ventricular hypertrophy[J]. J Clin Invest, 2011, 121(11): 4393-4408.
- [15] KANBAY M, NICOLETA M, SELCOKI Y, et al. Fibroblast growth factor 23 and fetuin A are independent predictors for the coronary artery disease extent in mild chronic kidney disease[J]. Clin J Am Soc Nephrol, 2010, 5(10): 1780-1786.
- [16] NAKANISHI S, KAZAMA J J, NII-KONO T, et al. Serum fibroblast growth factor-23 levels predict the future refractory hyperparathyroidism in dialysis patients [J]. Kidney Int, 2005, 67(3): 1171-1178.
- [17] SHIGEMATSU T, KAZAMA J J, YAMASHITA T, et al. Possible involvement of circulating fibroblast growth factor 23 in the development of secondary hyperparathyroidism associated with renal insufficiency[J]. Am J Kidney Dis, 2004, 44(2): 250-256.
- [18] 李洪, 曾丽花, 吴红兰, 等. 五种血液净化单次治疗对肾衰竭患者血磷的清除效果比较[J]. 中华肾脏病杂志, 2007, 23(1): 60.
- [19] 缪立英, 何小舟, 邢昌羸, 等. 不同血液净化方法清除维持性血液透析患者血清成纤维细胞生长因子 23 的效果比较[J]. 中华肾脏病杂志, 2013, 29(2): 150-151.
- [20] 张军力, 宦红娣, 张景红, 等. 血液灌流对维持性血液透析患者成纤维细胞生长因子 23 的影响[J]. 中国临床医学, 2009, 16(4): 594-596.
- [21] DENG X, DAI Q, WAN L, et al. Effects of multimodal combination dialysis on klotho protein, FGF-23 and BNP in patients with maintenance hemodialysis[J]. Zhonghua Wei Zhong Bing Ji Jiu Yi Xue, 2017, 29(7): 636-639.

〔本文编辑〕叶婷