

• 短篇论著 •

高通量血液透析对尿毒症患者心肌损伤标志物和心功能指标的影响

唐玲 邓晓风 代青 肖恒芬 舒月 蒋旻 韦灵 王莉

550081 贵州贵阳, 贵阳市第二人民医院肾病风湿科(唐玲、邓晓风、代青、肖恒芬、舒月),
B 超室(蒋旻), 心内科(韦灵), 检验科(王莉)

通讯作者: 唐玲, Email: 84143754@qq.com

DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2017.06.014

【摘要】 目的 观察高通量血液透析(HFHD)对尿毒症患者心功能的影响。**方法** 采用前瞻性随机对照研究方法, 选择 2014 年 12 月至 2015 年 6 月贵阳市第二人民医院收治的确诊为尿毒症并需维持性血液透析(MHD)治疗的 60 例患者和 30 例健康体检者。按随机数字表法将患者分为 HFHD 组(每周 3 次)和普通血液透析(HD)组(每周 3 次), 每组 30 例; 另外, 所有患者每月均接受 1 次血液灌流(HP)和 1 次血液滤过(HF)治疗。所有患者于治疗前及治疗 6 个月取静脉血, 检测血清 B 型脑钠肽(BNP)、心肌肌钙蛋白 T(cTnT), 并由专人进行心脏 B 超检查, 记录左室舒张期末内径(LVEDD)、左室收缩期末内径(LVESD)、左室舒张期末容积(LVEDV)、左室收缩期末容积(LVESV)、左室后壁厚度(LVPWT)、室间隔厚度(IVST)、舒张早期与晚期最大血流比(E/A)、左室射血分数(LVEF)、左室重量指数(LVMI)。**结果** 与健康对照组比较, HD 组和 HFHD 组治疗前 BNP、cTnT、LVEDD、LVESD、LVESV、LVPWT、IVST 均显著升高, LVEDV 显著下降; 而 HD 组与 HFHD 组上述各指标及 E/A、LVEF、LVMI 比较差异均无统计学意义。与治疗前比较, HD 组治疗后 BNP、LVPWT 显著降低[BNP(ng/L): 641.50 ± 60.09 比 $2\ 676.20 \pm 454.30$, LVPWT(mm): 10.57 ± 1.16 比 12.57 ± 1.41 , 均 $P < 0.05$]; HFHD 组治疗后 BNP、LVPWT 下降较 HD 组更为显著[BNP(ng/L): 253.10 ± 48.77 比 641.50 ± 60.09 , LVPWT(mm): 9.29 ± 1.08 比 10.57 ± 1.16 , 均 $P < 0.05$], 另外 HFHD 组治疗后 cTnT、IVST、LVMI 较治疗前显著降低[cTnT($\mu\text{g/L}$): 0.014 ± 0.005 比 0.028 ± 0.011 , IVST(mm): 7.81 ± 1.69 比 11.04 ± 2.23 , LVMI(g/m^2): 149.10 ± 15.77 比 158.70 ± 17.25 , 均 $P < 0.05$], LVEF 显著升高(0.574 ± 0.068 比 0.528 ± 0.082 , $P < 0.05$)。**结论** HFHD 改善尿毒症患者心功能较普通 HD 有明显优势。

【关键词】 血液透析, 高通量; 尿毒症; B 型脑钠肽; 心肌肌钙蛋白; 心功能

基金项目: 贵州省贵阳市科技计划项目(筑科合同[20141001]16 号)

Effects of high flow hemodialysis on the biomarker of myocardium injury and the cardiac function related records in uremia patients Tang Ling, Deng Xiaofeng, Dai Qing, Xiao Hengfen, Shu Yue, Jiang Min, Wei Ling, Wang Li

Department of Nephrology, the Second People's Hospital of Guiyang, Guiyang 550081, Guizhou, China (Tang L, Deng XF, Dai Q, Xiao HF, Shu Y); Department of B-Ultrasound Room, the Second People's Hospital of Guiyang, Guiyang 550081, Guizhou, China (Jiang M); Department of Cardiology, the Second People's Hospital of Guiyang, Guiyang 550081, Guizhou, China (Wei L); Department of Clinical Laboratory, the Second People's Hospital of Guiyang, Guiyang 550081, Guizhou, China (Wang L)

Corresponding author: Tang Ling, Email: 84143754@qq.com

【Abstract】 Objective To investigate the effects of high flow hemodialysis (HFHD) on cardiac function in uremia patients. **Methods** A prospective randomized controlled study was conducted. Sixty patients who were diagnosed with uremia, taken maintenance hemodialysis (MHD) and 30 healthy controls admitted to the Second People's Hospital of Guiyang from December 2014 to June 2015 were enrolled. They were randomly divided into two groups: HFHD group (HFHD three times a week) and the routine hemodialysis group (HD group, HD three times a week), with 30 in each group. Patients in each group were received hemoperfusion and hemofiltration once a month. Before the treatment and 6 months after the treatment, venous blood from all the patients were collected for testing the brain natriuretic peptide (BNP), cardiac troponin T (cTnT) and the ultrasound cardiograph were done at the same period by a special person, the left ventricular end diastolic diameter (LVEDD), left ventricular end systolic diameter (LVESD), the left ventricular end diastolic volume (LVEDV), left ventricular end systolic volume (LVESV), left ventricular posterior wall thickness (LVPWT), interventricular septum thickness (IVST), early and late diastolic blood flow to the largest ratio (E/A), left ventricular ejection fraction (LVEF), left ventricular mass index (LVMI) were recorded. **Results** Compared with the health control group, BNP, cTnT, LVEDD, LVESD, LVESV, LVPWT, IVST were significantly increased, LVEDV were significantly lowered before treatment in the HD group and HFHD group. But no significant differences in

the above indexes and E/A, LVEF, LVMI between two groups were found. Compared with the data before treatment, the BNP, LVPWT were significantly lowered after treatment in HD group [BNP (ng/L): 641.50 ± 60.09 vs. 2676.20 ± 454.30 , LVPWT (mm): 10.57 ± 1.16 vs. 12.57 ± 1.41 , both $P < 0.05$]. The BNP, LVPWT were significantly lowered in HFHD group as compared with HD group [BNP (ng/L): 253.10 ± 48.77 vs. 641.50 ± 60.09 , LVPWT (mm): 9.29 ± 1.08 vs. 10.57 ± 1.16 , both $P < 0.05$]; in addition, the cTnT, IVST, LVMI were significantly lowered after the treatment in HFHD group compared with those before treatment [cTnT ($\mu\text{g/L}$): 0.014 ± 0.005 vs. 0.028 ± 0.011 , IVST (mm): 7.81 ± 1.69 vs. 11.04 ± 2.23 , LVMI (g/m^2): 149.10 ± 15.77 vs. 158.70 ± 17.25 , all $P < 0.05$], and the LVEF were significantly increased in HFHD group as compared with those before treatment (0.574 ± 0.068 vs. 0.528 ± 0.082 , $P < 0.05$).

Conclusion HFHD has obvious advantages than the routine HD in improving cardiac function of uremia patients.

【Key words】 High flow hemodialysis; Uremia; Brain natriuretic peptide; Cardiac troponin; Cardiac function

Fund program: Science and Technology Planning Project of Guiyang ([20141001]16)

血液透析(HD)是尿毒症患者重要的肾脏替代治疗方式之一,随着血液净化技术的迅速发展,越来越多的尿毒症患者选择维持性血液透析(MHD)作为肾脏替代治疗的主要方式。MHD患者最主要死亡原因为心血管疾病(CVD),包括动脉粥样硬化性心脏病、心脏结构改变、心力衰竭(心衰)等,CVD死亡者占MHD死亡患者的45%~60%^[1]。因此,如何减少心血管事件发生,改善MHD患者生存质量、延长生命显得尤为重要。高通量血液透析(HFHD)系指采用对溶质和水等物质具有很高通透性能的透析器进行HD的方法,近年来大量研究均表明,炎症是导致动脉粥样硬化的机制之一,而HFHD可以明显减少血膜反应、氧化应激和炎症反应,清除中大分子毒素^[2]。本研究旨在观察HFHD对尿毒症患者心肌钙蛋白T(cTnT)、B型脑钠肽(BNP)及心脏结构的影响,为MHD患者选择合理治疗方式提供理论依据。

1 资料及方法

1.1 病例的纳入及排除标准:采用前瞻性随机对照研究方法,选择2014年12月至2015年6月本院确诊为尿毒症并需MHD治疗的患者60例。同期选择30例健康体检者作为对照,均无高血压、高血脂、糖尿病、感染、心血管事件,近2周末服用过任何药物。

1.1.1 纳入标准:年龄>18岁;确诊为尿毒症且需MHD时间超过3个月;无急慢性感染、多器官功能衰竭,未服用降脂药及抗血小板聚集、抗凝药物。

1.1.2 排除标准:服用降脂药物及抗血小板聚集、抗凝药物;存在各种感染、恶性肿瘤;严重营养不良;严重心衰;风湿免疫疾病,如系统性红斑狼疮(SLE)、血管炎等。

1.2 伦理学:本研究符合医学伦理学标准,经医院伦理委员会批准,所有治疗获得患者家属知情同意。

1.3 分组及治疗:入选患者按随机数字表法分为HFHD组和普通HD组,每组30例。两组患者常规治疗相同,HFHD组使用德国费森尤斯4008s透析机,FX80聚砜膜透析器,超滤系数 $44 \text{ mL} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{mmHg}^{-1}$,膜面积 1.8 m^2 ,每周3次;普通HD组使用德国费森尤斯4008s透析机,FX8聚砜膜透析器,超滤系数 $12 \text{ mL} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{mmHg}^{-1}$,膜面积 1.0 m^2 ,每周3次。所有患者使用爱尔YTS100活性炭灌流器进行血液灌流(HP),每月1次;使用德国费森尤斯5008s血滤机进行血液滤过

(HF, FX800聚砜膜透析器,超滤系数 $63 \text{ mL} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{mmHg}^{-1}$,膜面积 1.8 m^2),每月1次。本院血液净化中心水处理设备为DWA二级反渗系统。

1.4 检测指标及方法:于治疗前及治疗6个月采集患者静脉血,离心取血清,用电化学发光分析仪(德国罗氏411)检测BNP,用化学发光仪(美国贝克曼800)检测cTnT水平;同期由专人进行心脏B超检查,记录左室舒张期末内径(LVEDD)、左室收缩期末内径(LVESD)、左室舒张期末容积(LVEDV)、左室收缩期末容积(LVESV)、左室后壁厚度(LVPWT)、室间隔厚度(IVST)、舒张早期与晚期最大血流比(E/A)、左室射血分数(LVEF)、左室重量指数(LVMI, $\text{LVMI} = \text{左心室重量} / \text{体表面积}$)。

1.5 统计学方法:使用SPSS 17.0软件进行统计学分析,计量数据以均数 $\pm$ 标准差($\bar{x} \pm s$)表示,两组间比较采用 t 检验,3组间比较采用 F 检验,组间两两比较采用SNK检验;计数资料比较采用 χ^2 检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 各组一般资料(表1):3组研究对象性别、年龄比较差异均无统计学意义(均 $P > 0.05$),说明基线资料均衡,具有可比性。

表1 各组研究对象一般资料比较

组别	例数 (例)	性别(例)		年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$)
		男性	女性	
健康对照组	30	16	14	44 ± 16
普通HD组	30	15	15	46 ± 14
HFHD组	30	14	16	45 ± 16

注:HD为血液透析, HFHD为高通量血液透析

2.2 各组心功能指标比较(表2):与健康对照组比较, HD组和HFHD组治疗前BNP、cTnT、LVEDD、LVESD、LVESV、LVPWT、IVST均显著升高, LVEDV显著下降(均 $P < 0.05$);而HD组与HFHD组治疗前上述各指标及E/A、LVEF和LVMI比较差异均无统计学意义(均 $P > 0.05$)。与治疗前比较, HD组治疗后BNP、LVPWT显著降低; HFHD组治疗后BNP、cTnT、LVPWT、IVST、LVMI显著降低, LVEF显著升高,且HFHD组治疗后BNP、LVPWT下降较HD组更为显著(均 $P < 0.05$)。

表 2 HFHD 对尿毒症患者心功能的影响($\bar{x} \pm s$)

组别	时间	例数(例)	BNP(ng/L)		cTnT(μg/L)	LVEDD(mm)	LVEDS(mm)	LVEDV(mL)	LVESV(mL)
健康对照组		30	67.56±10.40		0.012±0.004	46.77±1.97	27.87±2.12	122.98±12.49	37.11±4.03
普通 HD 组	治疗前	30	2 676.20±454.30 ^a		0.037±0.012 ^a	52.35±2.53 ^a	33.57±3.00 ^a	118.30±11.46 ^a	38.66±3.81 ^a
	治疗后	30	641.50±60.09 ^b		0.032±0.014	51.50±3.20	32.71±4.29	122.10±13.72	37.90±3.76
HFHD 组	治疗前	30	2 476.10±594.10 ^a		0.028±0.011 ^a	53.10±2.83 ^a	33.24±3.46 ^a	120.50±11.93 ^a	39.07±3.44 ^a
	治疗后	30	253.10±48.77 ^{bc}		0.014±0.005 ^b	52.47±4.06	33.42±4.67	118.50±11.96	38.97±3.49

组别	时间	例数(例)	LVPWT(mm)		IVST(mm)	E/A	LVEF	LVMI(g/m ²)
健康对照组		30	8.23±1.34		6.59±1.37			
普通 HD 组	治疗前	30	12.57±1.41 ^a		10.35±2.13 ^a	1.02±0.21	0.532±0.083	160.60±18.77
	治疗后	30	10.57±1.16 ^b		9.53±1.64	1.00±0.22	0.546±0.088	159.80±18.54
HFHD 组	治疗前	30	12.25±1.57 ^a		11.04±2.23 ^a	1.11±0.22	0.528±0.082	158.70±17.25
	治疗后	30	9.29±1.08 ^{bc}		7.81±1.69 ^b	1.06±0.21	0.574±0.068 ^b	149.10±15.77 ^b

注: HD 为血液透析, HFHD 为高通量血液透析, BNP 为 B 型脑钠肽, cTnT 为心肌肌钙蛋白 T, LVEDD 为左室舒张期末内径, LVEDS 为左室收缩期末内径, LVEDV 为左室舒张期末容积, LVESV 为左室收缩期末容积, LVPWT 为左室后壁厚度, IVST 为室间隔厚度, E/A 为舒张早期与晚期最大血流比, LVEF 为左室射血分数, LVMI 为左室重量指数;与健康对照组比较, ^a $P < 0.05$;与本组治疗前比较, ^b $P < 0.05$;与普通 HD 组同期比较, ^c $P < 0.05$;空白代表无此项

3 讨论

终末期肾病患者的首位死因仍是 CVD,其中以心衰为主^[3]。研究发现,左室舒张功能衰竭患者的病死率较左室收缩功能衰竭者高,且左室舒张功能障碍的发生早于收缩功能障碍^[4],故及早发现心功能异常,重视左室舒张功能减退,探索相关影响因素,早期有效干预,可改善患者预后。有研究发现,HD 1 年以上的 MHD 患者大部分存在心脏结构改变和(或)心功能减退,其中 69% 发生左室舒张功能减退,82% 发生左室心肌肥厚,其原因与高血压、糖尿病、容量超负荷状态、血管钙化、贫血及 HD 治疗等因素相关^[5]。慢性肾脏病(CKD)患者普遍存在的微炎症状态能加速动脉粥样硬化的发展,且炎症是慢性肾衰竭(CRF)患者发生心血管事件的独立危险因素^[6]。心、肾功能相互影响,肾功能越差,失代偿性心力衰竭(DHF)患者预后越差,肾功能下降与心衰严重程度和心衰致死事件的发生率密切相关^[7]。

cTnT 是目前心肌损伤特异性最高的标志物。cTnT 升高可反映左室肥厚、心脏收缩功能减退^[8]。终末期 CKD 患者若 cTnT 水平升高,则提示患有心脏疾病的可能性较大^[9]。终末期肾衰竭患者血清 cTnT 水平升高,则心肌结构和功能明显损伤^[8]。de Lemos 等^[10]研究发现,血清 cTnT 水平与年龄和 BNP 水平呈正相关,与肾功能水平呈负相关。BNP 能很好地反映心功能变化^[11],是预测心血管事件及死亡的危险因子^[12-13]。BNP 主要由心室肌细胞合成和分泌,是调节人体体液容量平衡的重要激素,心室负荷和室壁张力的改变是刺激 BNP 分泌的主要条件,在心室负荷过重或扩张时增加,因此反映心室功能改变更敏感、更具特异性,其血浆水平受血容量影响,水钠潴留血容量增加时,BNP 释放增加^[14-15]。N 末端 B 型钠尿肽前体(NT-proBNP)主要通过肾脏排泄,肾功能是影响其血清水平的重要因素^[16],而尿毒症患者因常合并水钠潴留、血容量升高、心脏扩大等,BNP 水平显著升高。本研究结果也显示,尿毒症患者 cTnT、BNP 较健康者明显升高。终末期肾衰竭患者 cTnT 升高的机制尚未明确,可能与以下因素有关:① 肾脏排泄减少,尿毒症毒素

蓄积致心肌损伤;② 慢性炎症反应及水、电解质紊乱致慢性心肌损伤;③ 血管内皮功能障碍致心肌微小损伤等。另外,HD 患者因容量负荷波动及微循环结构改变等可致心肌损伤发生率增加。有研究表明,严重感染/感染性休克患者血浆 BNP 升高^[17],心肌抑制可能是主要原因^[18-19]。

MHD 患者心血管系统改变主要表现为左室功能减退、左室扩大、左室肥厚。HD 患者左室舒张功能减退的原因多是由于水钠潴留和高血压引起的血流动力学改变,进而出现心肌肥厚,左室舒张顺应性降低,左心室充盈减少等心脏结构改变^[20]。LVMI 是超声评测左室肥厚的有效指标。左室肥厚与尿毒症及 HD 时持续的负荷增加有关,左室肥厚患者易发生心衰、心律失常、脑血管意外。研究表明,HFHD 治疗 1 年后,患者左心房内径(LAD)、LVEDD、LVPWT、LVMI 呈下降趋势^[21]。本研究显示,HFHD 治疗 6 个月 BNP、cTnT、LVPWT、IVST、LVMI 显著减低,LVEF 明显升高,且 HFHD 在改善尿毒症患者心功能方面较普通 HD 有明显优势,表明 HFHD 可减少上述心血管事件的发生,从而降低病死率。

MHD 患者往往存在严重的骨矿物质代谢紊乱,高甲状旁腺激素、高纤维细胞生长因子-23(FGF-23)可对心脑血管有显著影响,且 MHD 患者存在微炎症状态、高同型半胱氨酸血症等情况^[22-23]。上述物质和炎症因子均为中大分子,普通透析手段对其清除有限;而 HFHD 联合 HP 能更有效地清除中大分子毒素^[24]。国外一项荟萃分析显示,与低通量透析比较,HFHD 可减少心血管相关病死率^[25]。此外,HFHD 患者的生活质量评分较普通 HD 患者高^[26]。

HFHD 系指采用对溶质和水等物质具有很高通透性能的透析器进行 HD 的方法,应用高通量高生物相容性膜透析器可以明显减少血膜反应、氧化应激和炎症反应,可能减轻对心肌细胞的损伤,延缓心肌细胞肥大及心室重构,从而改善心脏的舒张功能^[27]。以弥散作用清除小分子毒素,以对流作用清除低分子蛋白,同时以吸附的形式清除中大分子溶质。HFHD 通过对中分子的清除可以改善 MHD 患者的血压、贫血、微炎症状态、钙磷代谢紊乱,通过清除心血管相关蛋

白结合毒素等,进而减轻对心血管的损伤,改善心血管的结构及功能,减少 CVD。HFHD 设备为常规透析机,治疗费用低,有更好的性价比,故在临床推广实施较为容易。

参考文献

- [1] 王质刚. 血液净化学 [M]. 3 版. 北京: 北京科学技术出版社, 2009: 801-813.
- [2] Wang ZG. Blood purification [M]. 3rd ed. Beijing: Beijing Science and Technology Publishing, 2009: 801-803.
- [3] 陈彬. 高通量血液透析在尿毒症合并继发性甲状旁腺功能亢进中的应用研究 [J]. 中国全科医学, 2015, 16 (12): 1441-1445. DOI: 10.3969/j.issn.1007-9572.2015.12.24.
- [4] Chen B. High flux hemodialysis in treatment of patients with uremia associated with secondary hyperparathyroidism [J]. Chin Gen Pract, 2015, 16 (12): 1441-1445. DOI: 10.3969/j.issn.1007-9572.2015.12.24.
- [5] McCullough PA, Li S, Jurkovic CT, et al. Chronic kidney disease, prevalence of premature cardiovascular disease, and relationship to short-term mortality [J]. Am Heart J, 2008, 156 (2): 277-283. DOI: 10.1016/j.ahj.2008.02.024.
- [6] Ahmed A, Rich MW, Sanders PW, et al. Chronic kidney disease associated mortality in diastolic versus systolic heart failure: a propensity matched study [J]. Am J Cardiol, 2007, 99 (3): 393-398. DOI: 10.1016/j.amjcard.2006.08.042.
- [7] 吴禹池, 杨敏, 彭钰, 等. 维持性血液透析患者心脏结构与功能改变及左心室舒张功能减退的相关影响因素分析 [J]. 中国全科医学, 2014, 17 (20): 2329-2332. DOI: 10.3969/j.issn.1007-9572.2014.20.010.
- [8] Wu YC, Yang M, Peng Y, et al. Cardiac structural and functional changes of maintenance hemodialysis patients and associated risk factors: a cross sectional study [J]. Chin Gen Pract, 2014, 17 (20): 2329-2332. DOI: 10.3969/j.issn.1007-9572.2014.20.010.
- [9] Koeda Y, Nakamura M, Tanaka F, et al. Serum C-reactive protein levels and death and cardiovascular events in mild to moderate chronic kidney disease [J]. Int Heart J, 2011, 52 (3): 180-184. DOI: 10.1536/ihj.52.180.
- [10] 潘扬, 汪芳, 关敬树, 等. 失代偿期心力衰竭患者肾功能不全与预后的关系 [J]. 中国中西医结合急救杂志, 2015, 22 (3): 253-257. DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2015.03.007.
- [11] Pan Y, Wang F, Guan JS, et al. The correlation between renal dysfunction and prognosis of patients with decompensated heart failure [J]. Chin J TCM WM Crit Care, 2015, 22 (3): 253-257. DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2015.03.007.
- [12] 李芬, 朱现菊. 高敏心肌钙蛋白 T 水平与维持性血液透析患者心脏结构和功能的关系 [J]. 中国血液净化, 2014, 13 (5): 377-379. DOI: 10.3969/j.issn.1671-4091.2014.05.005.
- [13] Li F, Zhu XJ. The relationship between highly sensitive cardiac troponin T and cardiac structure and function in patients on maintenance hemodialysis [J]. Chin J Blood Purif, 2014, 13 (5): 377-379. DOI: 10.3969/j.issn.1671-4091.2014.05.005.
- [14] 郭培玲, 蓝凤美, 黄亨建. 慢性肾脏疾病与心肌标志物的相关性研究 [J]. 实用检验医师杂志, 2013, 5 (1): 37-39. DOI: 10.3969/j.issn.1674-7151.2013.01.010.
- [15] Guo PL, Lan FM, Huang HJ. The correlation research of chronic kidney disease and myocardial markers [J]. Chin J Clin Pathol, 2013, 5 (1): 37-39. DOI: 10.3969/j.issn.1674-7151.2013.01.010.
- [16] de Lemos JA, Drazner MH, Omland T, et al. Association of troponin T detected with a highly sensitive assay and cardiac structure and mortality risk in the general population [J]. JAMA, 2010, 304 (22): 2503-2512. DOI: 10.1001/jama.2010.1768.
- [17] van Gestel YR, Goei D, Hoeks SE, et al. Predictive value of NT-proBNP in vascular surgery patients with COPD and normal left ventricular systolic function [J]. COPD, 2010, 7 (1): 70-75. DOI: 10.3109/15412550903499472.
- [18] Wang TJ, Larson MG, Levy D, et al. Plasma natriuretic peptide levels and the risk of cardiovascular events and death [J]. N Engl J Med, 2004, 350 (7): 655-663. DOI: 10.1056/NEJMoa031994.
- [19] Vasan RS, Benjamin EJ, Larson MG, et al. Plasma natriuretic peptides for community screening for left ventricular hypertrophy and systolic dysfunction: the Framingham heart study [J]. JAMA, 2002, 288 (10): 1252-1259.
- [20] Vandenbos F, Mejdoubi NE, Pinier Y, et al. BNP tests in the emergency department to diagnose congestive heart failure [J]. Presse Med, 2006, 35 (11 Pt 1): 1625-1631.
- [21] Dhar S, Pressman GS, Subramanian S, et al. Natriuretic peptides and heart failure in the patient with chronic kidney disease: a review of current evidence [J]. Postgrad Med J, 2009, 85 (1004): 299-302. DOI: 10.1136/pgmj.2008.073734.
- [22] 黄燕, 胡盛寿. 心脏移植术后 B 型利钠肽 /N 末端 B 型利钠肽原升高的临床意义 [J/CD]. 实用器官移植电子杂志, 2013, 1 (3): 180-184.
- [23] Huang Y, Hu SS. The clinical significance of the elevation of type B sodium peptide/N terminal B was elevated after cardiac transplantation [J/CD]. Prac J Organ Transplant (Electronic Version), 2013, 1 (3): 180-184.
- [24] 刘丹, 王波, 康焰, 等. B 型钠尿肽前体评估严重感染患者心功能的研究 [J]. 中华危重病急救医学, 2013, 25 (10): 584-588. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2013.10.003.
- [25] Liu D, Wang B, Kang Y, et al. The study of pro-B-type natriuretic peptide in the evaluation of the cardiac function in patients with severe sepsis [J]. Chin Crit Care Med, 2013, 25 (10): 584-588. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2013.10.003.
- [26] Zanolini-Cavazzoni SL, Hollenberg SM. Cardiac dysfunction in severe sepsis and septic shock [J]. Curr Opin Crit Care, 2009, 15 (5): 392-397. DOI: 10.1097/MCC.0b013e3283307a4e.
- [27] 陈炜, 赵磊, 刘平, 等. 血浆 N 末端 B 型钠尿肽前体对脓毒性休克心肌抑制患者严重程度及预后的预测价值 [J]. 中华危重病急救医学, 2013, 25 (1): 40-44. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2013.01.011.
- [28] Chen W, Zhao L, Liu P, et al. The predictive value of plasma N-terminal pro-B-type natriuretic peptide levels in the evaluation of prognosis and the severity of patients with septic shock induced myocardial suppression [J]. Chin Crit Care Med, 2013, 25 (1): 40-44. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2013.01.011.
- [29] 卞小燕, 沈淑琼, 许树根, 等. 高通量透析改善尿毒症血透患者心功能的临床研究 [J]. 中国中西医结合肾病杂志, 2014, 15 (1): 24-26.
- [30] Bian XY, Shen SQ, Xu SG, et al. Effect of high flux hemodialysis on cardiovascular complication of maintenance dialysis patients [J]. CJITWN, 2014, 15 (1): 24-26.
- [31] 刘红, 常明, 刘书馨, 等. 不同血液透析方式对维持性血液透析患者心脏舒张功能的影响 [J]. 中国血液净化, 2014, 13 (4): 302-305. DOI: 10.3969/j.issn.1671-4091.2014.04.003.
- [32] Liu H, Chang M, Liu SX, et al. Different blood purification methods on cardiac diastolic function in maintenance hemodialysis patients [J]. Chin J Blood Purif, 2014, 13 (4): 302-305. DOI: 10.3969/j.issn.1671-4091.2014.04.003.
- [33] 徐艳梅, 许传文. 血液灌流联合血液透析对维持性血液透析患者体内微炎症和营养不良状态的影响 [J]. 中国中西医结合急救杂志, 2014, 21 (1): 42-45. DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2014.01.011.
- [34] Xu YM, Xu CW. Effects of hemoperfusion combined with hemodialysis on micro inflammation and malnutrition status in patients with maintenance of hemodialysis patients with maintenance of hemodialysis [J]. Chin J TCM WM Crit Care, 2014, 21 (1): 42-45. DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2014.01.011.
- [35] 常均, 贾佳, 臧彬. 血液灌流对脓毒症患者血中白细胞介素 -6 和肿瘤坏死因子 -α 清除效果的分析 [J]. 中华危重病急救医学, 2014, 26 (9): 676-678. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2014.09.014.
- [36] Chang D, Jia J, Zang B. Analysis of the effect of hemoperfusion on the removal of interleukin-6 and tumor necrosis factor-α in sepsis patients [J]. Chin Crit Care Med, 2014, 26 (9): 676-678. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2014.09.014.
- [37] 张军力, 陆春来. 高通量血液透析联合组合型人工肾治疗对成纤维细胞生长因子 -23 的影响 [J]. 中国中西医结合急救杂志, 2015, 22 (2): 189-192. DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2015.02.020.
- [38] Zhang JL, Lu CL. Effect of high flux hemodialysis combined with artificial kidney on fibroblast growth factor-23 [J]. Chin J TCM WM Crit Care, 2015, 22 (2): 189-192. DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2015.02.020.
- [39] SuetoniaP, Giovanni S, Angela W. High-flux versus low-flux haemodialysis membranes for end-stage kidney disease [J]. Nephrology (Carlton), 2013, 18 (4): 313-314. DOI: 10.1111/nep.12025.
- [40] 陈静, 朱蕊, 戴兵, 等. 高通量血液透析与常规血液透析联合血液透析滤过治疗血液透析患者的生活质量评分比较 [J]. 中国血液净化, 2016, 15 (11): 609-611. DOI: 10.3969/j.issn.1671-4091.2016.11.007.
- [41] Chen J, Zhu R, Dai B, et al. Comparison of quality of life score in patients with high-flux hemodialysis and those with conventional hemodialysis combining hemodiafiltration [J]. Chin J Blood Purif, 2016, 15 (11): 609-611. DOI: 10.3969/j.issn.1671-4091.2016.11.007.
- [42] Zumrutdal A, Sezer S, Demircan S, et al. Cardiac troponin I and beta 2 microglobulin as risk factors for early-onset atherosclerosis in patients on haemodialysis [J]. Nephrology (Carlton), 2005, 10 (5): 453-458. DOI: 10.1111/j.1440-1797.2005.00475.x.

(收稿日期: 2017-04-10)