

不同通量透析膜对维持性血液透析患者氧化应激状态及血清炎症因子的影响

李文静, 史聪, 宋培, 王天智, 刘翠红

河北省石家庄市第三医院肾内科, 河北 石家庄 050000

摘要: **目的** 探讨高通量透析膜和低通量透析膜对维持性血液透析(MHD)患者氧化应激状态及血清炎症因子的影响。**方法** 选择2016年8月至2017年3月接受治疗的136例MHD患者为研究对象,按随机数字表法将其分为对照组与观察组,每组68例。对照组给予低通量透析膜血液透析,观察组给予高通量透析膜血液透析,治疗28周。检测两组治疗前后的血液毒素指标[尿素氮(BUN)、血肌酐(Scr)、血磷(P)、 β_2 微球蛋白(β_2 -MG)]水平,氧化应激状态指标[丙二醛(MDA)、超氧化物歧化酶(SOD)、谷胱甘肽过氧化物酶(GSH-PX)、总抗氧化能力(T-AOC)]水平及炎症反应指标[C反应蛋白(CRP)、肿瘤细胞坏死因子(TNF)- α 、白细胞介素(IL)-6]水平,并评定两组治疗后临床疗效。**结果** 治疗后,观察组临床总有效率为92.65%,高于对照组的70.59% ($\chi^2 = 11.027, P < 0.01$)。与治疗前相比,观察组治疗后BUN、Scr、P、 β_2 -MG、MDA、CRP、TNF- α 、IL-6水平均降低,而SOD、GSH-PX、T-AOC水平均升高,差异具有统计学意义(P 均 < 0.01)。与治疗前比,对照组治疗后 β_2 -MG及T-AOC水平比较差异无统计学意义(P 均 > 0.05);而BUN、Scr、P、SOD、GSH-PX水平均降低,MDA、CRP、TNF- α 、IL-6水平均升高,差异具有统计学意义(P 均 < 0.01)。治疗后,观察组与对照组相比,BUN、Scr、P、 β_2 -MG、MDA、CRP、TNF- α 、IL-6水平降低,SOD、GSH-PX、T-AOC水平均升高,差异具有统计学意义(P 均 < 0.01)。**结论** 采用高通量透析膜对MHD患者进行血液透析,能有效清除患者血液毒素,提高机体抗氧化能力,并降低氧化应激及炎症反应。

关键词: 透析膜; 高通量; 低通量; 血液透析,维持性; 氧化应激; 炎症因子; 血液毒素

中图分类号: R 459.5 文献标识码: A 文章编号: 1674-8182(2018)04-0486-05

Influence of high-flux and low-flux dialysis membranes on oxidative stress and serum inflammatory factors in patients with maintenance hemodialysis

LI Wen-jing, SHI Cong, SONG Pei, WANG Tian-zhi, LIU Cui-hong

Department of Nephrology, Shijiazhuang the Third Hospital, Shijiazhuang, Hebei 050000, China

Abstract: Objective To explore the influences of high-flux and low-flux dialysis membranes on oxidative stress and serum inflammatory factors in patients with maintenance hemodialysis (MHD). **Methods** A total of 136 MDH patients treated from August 2016 to March 2017 were selected as study objects and were randomly divided into control group (low flux dialysis membrane) and observation group (high flux dialysis membranes) ($n = 68$, each). All patients were treated for 28 weeks. The following indicators were detected before and after treatment: (1) Blood levels of toxin index including urea nitrogen (BUN), creatinine (Scr) and phosphorus (P), β_2 microglobulin (β_2 -MG); (2) Oxidative stress index including malondialdehyde (MDA), superoxide dismutase (SOD), glutathione peroxidase (GSH-PX), total antioxidant capacity (T-AOC); (3) Inflammatory reaction index of C reactive protein (CRP), tumor necrosis factor α (TNF- α) and interleukin 6 (IL-6). The clinical efficacy was evaluated between two groups at 28 weeks after treatment. **Results** After treatment, the total effective rate in observation group was significantly higher than that in control group (92.65% vs 70.59%, $\chi^2 = 11.027, P < 0.01$). Compared with pre-treatment, the levels of BUN, Scr, P, β_2 -MG, MDA, CRP, TNF- α and IL-6 significantly decreased, and the levels of SOD, GSH-PX and T-AOC increased after treatment in observation group (all $P < 0.01$). In control group, there was no significant difference in the levels of β_2 -MG and T-AOC between pre-treatment and post-treatment (all $P > 0.05$), however, the levels of BUN, Scr, P, SOD and GSH-PX significantly decreased, and the levels of MDA and CRP, TNF- α , IL-6 increased after treatment compared with pre-treatment (all $P < 0.01$). After treatment, the

levels of BUN, Scr, P, β_2 -MG, MDA, CRP, TNF- α and IL-6 significantly decreased, and the levels of SOD, GSH-PX and T-AOC significantly increased in observation group compared with control group (all $P < 0.01$). **Conclusion** High flux dialysis membrane can be used in patients with maintenance hemodialysis, which can effectively remove blood toxins, improve antioxidant capacity and reduce oxidative stress and inflammatory reaction.

Key words: Dialysis membrane; High flux; Low flux; Maintenance hemodialysis; Oxidative stress; Inflammatory factors; Blood toxins

终末期肾病 (ESRD) 是各种慢性肾脏疾病的终末阶段,其发病与高血压、糖尿病、肾炎等原发性疾病造成的肾功能损伤关系密切,肾功能障碍可引发尿素氮 (BUN)、血肌酐 (Scr)、血磷 (P) 等毒素成分不能及时随尿液排出而累积于血液中,进而导致代谢性中毒,严重时危及患者生命^[1-2]。维持性血液透析 (MHD) 是 ESRD 患者肾功能替代性治疗的重要方式之一,对于血液毒素的清除具有良好疗效^[3]。研究发现,接受血液透析时,由于透析膜生物不相容性、透析膜效率不同等因素的存在,使得 MHD 患者容易出现氧化应激与微炎症状态,甚至可能诱发高危并发症,降低患者生存率^[4-5]。因此,不同透析膜的选择对于进行 MHD 的患者尤为重要。本研究分别采用高通量透析膜和低通量透析膜治疗 MHD 患者,观察其临床效果,分析两种透析膜对机体氧化应激状态及血清炎症因子的影响。现报道如下。

1 资料与方法

1.1 临床资料 选择 2016 年 8 月至 2017 年 3 月在本院接受治疗的 136 例 MHD 患者为研究对象,所有患者均符合《内科学》^[6] 中有关 ESRD 的诊断标准。按随机数字表法将其分为对照组与观察组,每组各 68 例。对照组男 36 例,女 32 例;年龄 18~64 岁;透析时间 3~22 个月;慢性肾小球肾炎 20 例,良性小动脉肾硬化 9 例,多囊肾 4 例,糖尿病肾病 13 例,高血压肾损伤 22 例。观察组男 35 例,女 33 例;年龄 19~65 岁;透析时间 4~25 个月;慢性肾小球肾炎 18 例,良性小动脉肾硬化 10 例,多囊肾 5 例,糖尿病肾病 12 例,高血压肾损伤 23 例。两组在性别、年龄、透析时间及病因分布等一般资料间比较差异无统计学意义 (P 均 > 0.05)。

1.2 纳入与排除标准 纳入标准:(1) 已确诊为 ESRD;(2) 年龄 18~65 岁;(3) MHD 时间 ≥ 3 个月;(4) 血液透析 3 次/周,4 h/次;(5) 尿量 < 400 ml/d;(6) 已签署知情同意书。排除标准:(1) 接受过肾移植术;(2) 有严重过敏史;(3) 近 6 个月遭受过重大外伤;(4) 急性或慢性感染;(5) 合并心脑肝肺等重大脏器功能不全;(6) 有其他部位肿瘤或免疫缺陷综合

征;(7) 有精神异常或语言障碍;(8) 妊娠期或哺乳期妇女。

1.3 方法

1.3.1 对照组 采用低通量透析膜(来源:德国进口;类型:费森尤斯聚砜膜 F6HPS)治疗 MHD 患者,其膜面积 1.3 m^2 ,超滤系数 $8.5 \text{ ml} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{mm Hg}^{-1}$,使用碳酸氢盐作为透析液及低分子肝素抗凝,透析机(型号:费森尤斯 4008S)保持血流量 250 ml/min ,透析流量 500 ml/min ,透析频率 3 次/周,4 h/次,持续治疗 28 周。

1.3.2 观察组 观察组采用高通量透析膜(来源:德朗贝恩医疗设备;类型:空心纤维血液透析器聚醚砜膜 B-16H)治疗 MHD 患者,其膜面积 1.6 m^2 ,超滤系数 $52 \text{ ml} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{mm Hg}^{-1}$,使用碳酸氢盐作为透析液及低分子肝素抗凝,透析机(型号:费森尤斯 4008S)保持血流量 250 ml/min ,透析流量 500 ml/min ,透析频率 3 次/周,4 h/次,持续治疗 28 周。

1.4 检测指标 (1) 血液毒素指标:抽取两组治疗前后空腹(禁食 $\geq 12 \text{ h}$)外周血 3 ml ,采用全自动生化分析仪(厂家:HITACHI;型号:7170)测定 BUN、Scr、P、 β_2 微球蛋白(β_2 -MG)水平。(2) 氧化应激指标:抽取两组治疗前后空腹(禁食 $\geq 12 \text{ h}$)外周血 3 ml ,全血经低温离心后分离血清样本,采用免疫透射比浊法(试剂盒购自 R&D 公司)检测丙二醛(MDA)、总抗氧化能力(T-AOC)、超氧化物歧化酶(SOD)、谷胱甘肽过氧化物酶(GSH-PX)。(3) 炎症因子:抽取两组治疗前后空腹(禁食 $\geq 12 \text{ h}$)外周血 3 ml ,全血经低温离心后分离血清样本,采用酶联免疫吸附法(试剂盒购自 R&D 公司)检测 C 反应蛋白(CRP)、肿瘤细胞坏死因子(TNF)- α 、白细胞介素(IL)-6 水平。

1.5 疗效评定 治疗 28 周后,依据患者血液 BUN、Scr、P、 β_2 -MG 等毒素成分下降状况评定两组的临床疗效,即显效:血液 BUN、Scr、P、 β_2 -MG 等毒素成分基本下降达标完全;有效:血液 BUN、Scr、P、 β_2 -MG 等毒素成分显著下降;无效:血液 BUN、Scr、P、 β_2 -MG 等毒素成分下降效果不显著或有增加趋势;总有效率 = (显效例数 + 有效例数) / 总例数 $\times 100\%$ 。

1.6 统计学分析 运用统计学软件 SPSS 20.0 进行

统计学分析。计量资料用 $\bar{x} \pm s$ 表示,对符合正态分布的资料,采用配对 t 或成组 t 检验进行组内和组间比较;计数资料用例(%)表示,采用四格表 χ^2 检验。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组临床疗效比较 治疗 28 周后,观察组临床总有效率为 92.65%,高于对照组的 70.59%,差异具有统计学意义($P < 0.01$)。见表 1。

2.2 两组血液毒素水平比较 与治疗前相比,观察组治疗后 BUN、Scr、P、 β_2 -MG 水平均降低(P 均 < 0.01)。对照组治疗后 β_2 -MG 水平与治疗前比较差异无统计学意义($P > 0.05$),而 BUN、Scr、P 水平均降低(P 均 < 0.01)。两组治疗前 BUN、Scr、P、 β_2 -MG 水平比较差异无统计学意义(P 均 > 0.05);治疗后,观察组与对照组相比,BUN、Scr、P、 β_2 -MG 水平均降低(P 均 < 0.01)。见表 2。

2.3 两组氧化应激水平比较 与治疗前相比,观察组治疗后 MDA 水平降低,SOD、GSH-PX、T-AOC 水平均升高(P 均 < 0.01);对照组治疗后 T-AOC 水平与

治疗前比较差异无统计学意义($P > 0.05$),而 MDA 水平升高,SOD、GSH-PX 水平均降低(P 均 < 0.01)。两组治疗前 MDA、SOD、GSH-PX、T-AOC 水平比较差异无统计学意义(P 均 > 0.05),治疗后,观察组与对照组相比 MDA 水平降低,SOD、GSH-PX、T-AOC 水平均升高(P 均 < 0.01)。见表 3。

2.4 两组炎症因子水平比较 与治疗前相比,观察组治疗后 CRP、TNF- α 、IL-6 水平降低(P 均 < 0.01);对照组 CRP、TNF- α 、IL-6 水平均升高(P 均 < 0.01)。两组治疗前 CRP、TNF- α 、IL-6 水平比较差异无统计学意义(P 均 > 0.05),治疗后,观察组与对照组相比,CRP、TNF- α 、IL-6 水平均降低(P 均 < 0.01)。见表 4。

表 1 两组临床疗效比较 例(%)

组别	例数	显效	有效	无效	总有效
对照组	68	21(30.88)	27(39.71)	20(29.41)	48(70.59)
观察组	68	37(54.41)	26(38.24)	5(7.35)	63(92.65)
χ^2 值					11.027
P 值					0.001

表 2 两组血液毒素指标水平比较 ($n = 68, \bar{x} \pm s$)

组别	BUN(mmol/L)				Scr(μ mol/L)			
	治疗前	治疗后	t 值	P 值	治疗前	治疗后	t 值	P 值
观察组	26.63 \pm 4.45	20.51 \pm 3.27	9.139	0.000	931.43 \pm 114.25	835.57 \pm 84.63	5.560	0.000
对照组	26.58 \pm 4.37	24.09 \pm 3.86	3.522	0.001	928.65 \pm 112.87	881.26 \pm 93.54	2.666	0.009
t 值	0.066	5.836			0.143	2.987		
P 值	0.947	0.000			0.887	0.003		

组别	P(mmol/L)				β_2 -MG(mg/L)			
	治疗前	治疗后	t 值	P 值	治疗前	治疗后	t 值	P 值
观察组	2.45 \pm 0.56	1.83 \pm 0.27	8.224	0.000	24.43 \pm 3.96	19.31 \pm 3.25	8.342	0.000
对照组	2.42 \pm 0.53	2.16 \pm 0.51	2.915	0.004	24.37 \pm 3.92	23.28 \pm 3.76	1.655	0.100
t 值	0.321	4.716			0.089	6.587		
P 值	0.749	0.000			0.929	0.000		

表 3 两组氧化应激指标水平比较 ($n = 68, \bar{x} \pm s$)

组别	MDA(nmol/L)				SOD(μ U/L)			
	治疗前	治疗后	t 值	P 值	治疗前	治疗后	t 值	P 值
观察组	5.62 \pm 0.85	4.35 \pm 0.76	9.185	0.000	48.65 \pm 7.28	57.49 \pm 8.36	6.576	0.000
对照组	5.56 \pm 0.83	6.84 \pm 0.97	8.268	0.000	48.76 \pm 7.31	42.32 \pm 5.48	5.813	0.000
t 值	0.416	16.663			0.088	12.515		
P 值	0.678	0.000			0.930	0.000		

组别	GSH-PX(U/L)				T-AOC(U/ml)			
	治疗前	治疗后	t 值	P 值	治疗前	治疗后	t 值	P 值
观察组	196.08 \pm 12.46	243.85 \pm 15.39	19.893	0.000	24.46 \pm 3.61	32.57 \pm 6.28	9.232	0.000
对照组	196.34 \pm 12.57	165.47 \pm 9.26	16.305	0.000	24.58 \pm 3.64	23.61 \pm 3.55	1.573	0.118
t 值	0.121	35.986			0.193	10.242		
P 值	0.904	0.000			0.847	0.000		

表 4 两组炎症因子水平比较 ($n = 68, \bar{x} \pm s$)

组别	CRP (mg/L)				TNF- α (ng/L)				IL-6 (μ g/L)			
	治疗前	治疗后	t 值	P 值	治疗前	治疗后	t 值	P 值	治疗前	治疗后	t 值	P 值
观察组	8.32 \pm 1.09	6.17 \pm 0.82	12.998	0.000	48.72 \pm 5.93	41.25 \pm 4.86	8.034	0.000	19.42 \pm 2.88	11.83 \pm 1.57	19.081	0.000
对照组	8.27 \pm 1.06	9.85 \pm 1.34	7.626	0.000	48.63 \pm 5.89	53.46 \pm 6.27	4.630	0.000	19.37 \pm 2.85	23.54 \pm 3.62	7.464	0.000
t 值	0.271	19.317			0.089	12.692			0.102	24.472		
P 值	0.787	0.000			0.929	0.000			0.919	0.000		

3 讨论

MHD 是 ESRD 患者的肾功能替代性治疗重要方式之一,通常情况下,ESRD 患者肾功能受到严重损伤导致血液中常累积 BUN、Scr、P 等小分子毒素,以及 β_2 -MG 等中分子毒素,若不及时治疗,可进展为尿毒症,产生代谢性中毒,极大程度上增加患者的死亡率^[7-8]。研究发现,常规血液透析是以低通量透析膜为基础,由于低通量透析膜材料孔径较小,对于小分子毒素的清除效果较好,而不能清除中分子毒素,甚至大分子毒素^[9];资料显示,中分子毒素 β_2 -MG 可引发透析相关性淀粉样变, β_2 -MG 在体内长期积累可发生糖基化,进而沉积于韧带或滑膜等骨关节组织,使患者出现慢性疼痛、关节功能障碍等症状,严重时致残,直接影响 MHD 患者生存质量及存活期^[10]。高通量透析膜可增大透析孔径,具有较大的通透性,能够有效将 β_2 -MG 等中分子毒素从血液中转运至透析液中,进而达到清除的效果,是一种高效血液净化的治疗方法^[11]。本研究结果表明,两组与治疗前相比小分子毒素 BUN、Scr、P 水平均有效降低,高通量透析膜(观察组)可有效降低中分子 β_2 -MG 水平;而低通量透析膜(对照组)则不能清除中分子毒素。此外,治疗后,MHD 患者采用高通量透析膜(观察组)在有效降低血液 BUN、Scr、P、 β_2 -MG 毒素水平方面优于低通量透析膜(对照组)。

ESED 患者本身存在肾功能障碍,需要进行 MHD 及时降低血液毒素以延长生存期,有研究表明,患者长期进行 MHD 时机体存在异常氧化应激与微炎症状态,可通过不同途径参与诱导透析相关性淀粉样变、动脉粥样硬化性心血管疾病等并发症发生^[12-13]。氧化应激异常可引发产生大量活性氧(ROS),造成氧化与抗氧化失衡,MDA 是其脂质过氧化的终末产物,可改变细胞膜通透性而诱导细胞死亡^[14];而机体抗氧化酶主要有 SOD、GSH-PX 等,研究发现,SOD 可促进 ROS 发生歧化反应进而阻断脂质过氧化作用,抑制 MDA 的产生^[15];GSH-PX 可有效清除 MDA 等过氧化物,保护细胞膜免受损害^[16];T-AOC 是反映总抗氧化能力的重要指标,在机体抗氧化能力评估中具有重要作用^[17]。此外,异常的氧化应激可刺激活化炎症

细胞因子,进而促进炎症反应,同时,炎症因子可反过来激活放大氧化应激反应,二者相互促进,研究发现,较高炎症状态可加剧心血管疾病的发生风险^[18];机体持续微炎症状态可刺激单核巨噬细胞,促进 CRP、TNF- α 、IL-6 等炎症因子的释放,不断形成“瀑布效应”式的恶性循环,进而加剧病情,而降低 CRP、TNF- α 、IL-6 水平可有效缓解 MHD 患者病情^[19]。本研究结果表明,治疗后,观察组临床总有效率显著高于对照组,提示 MHD 患者采用高通量透析膜能有效提高临床疗效。本研究结果还表明,MHD 患者采用高通量透析膜能有效提高 SOD、GSH-PX、T-AOC 水平,降低 CRP、TNF- α 、IL-6 中分子炎性介质水平,进而提高机体抗氧化能力,降低氧化应激状态,而低通量透析膜甚至加剧氧化应激状态。

综上所述,采用高通量透析膜对 ESED 患者进行血液透析,可能通过有效降低 BUN、Scr、P 小分子毒素、 β_2 -MG 中分子毒素及 CRP、TNF- α 、IL-6 等中分子炎症因子水平,进而提高 SOD、GSH-PX、T-AOC 及降低 MDA 水平,发挥抗氧化应激作用,降低机体炎症状态,临床疗效显著,值得进一步深入研究。

参考文献

- [1] 鲁娟. 终末期肾病患者维持性血液透析的临床特点分析[J]. 世界临床医学,2016,10(9):9,12.
- [2] 玄先法,王玉新,李清芹,等. 终末期肾病血液透析患者心血管疾病危险因素分析[J]. 中华临床医师杂志(电子版),2015,9(13):2473-2476.
- [3] 宋依奎,张萍,黄岭娥,等. 维持性血液透析对终末期肾病患者治疗转归及生存率的影响[J]. 山西医药杂志,2015,44(19):2224-2226.
- [4] 谢平. 高通量血液透析对糖尿病肾病患者的微炎症与氧化应激相关因子的作用[J]. 临床和实验医学杂志,2016,15(5):462.
- [5] 李文斌,朱竹先,魏勇,等. 维持性血液透析患者心血管并发症与炎症反应及氧化应激的相关性研究[J]. 南京医科大学学报(自然科学版),2010,30(3):409-411,425.
- [6] 陆再英. 内科学[M]. 北京:人民卫生出版社,2008.
- [7] 胡杨琳,俞雨生. 尿毒症相关毒素研究进展[J]. 肾脏病与透析肾移植杂志,2010,19(1):78-83.
- [8] 邓皇英. 尿毒症毒素与心脏损伤的再认识[J]. 肾脏病与透析肾移植杂志,2015,24(2):160-164.

应用于高黏血症 AECOPD 的治疗,是一项安全、可行和实用的技术,可作为 ICU 选择性治疗手段。有研究显示,稳定期 COPD 仍有 10.24% 患者发生贫血^[15],可增加死亡率^[16],贫血原因可能与长期慢性炎症影响红细胞的生成有关^[17],因此,在临床应用中,需充分控制感染,避免血液稀释矫枉过正导致的贫血状态,必要时给予输血,以保证患者安全。

本研究仅采用前后自身对照方法,对其安全性和可行性进行了初步探索,但对于是否改善临床预后,如缩短机械通气时间和降低 ICU 死亡率等指标,有待二期随机对照研究进一步探讨。

参考文献

- [1] 郑祥德,王耀华,孙福德,等. 急性非等容血液稀释联合控制性降压的血液保护效应研究[J]. 中国输血杂志,2011,24(3):235.
- [2] 慢性阻塞性肺疾病急性加重(AECOPD)诊治专家组. 慢性阻塞性肺疾病急性加重(AECOPD)诊治中国专家共识(2014年修订版)[J]. 国际呼吸杂志,2014,34(1):1-11.
- [3] 徐婕,周中华,龚建祖,等. 噻托溴铵对慢性阻塞性肺病患者稳定期治疗效果[J]. 中国临床研究,2017,30(11):1504.
- [4] Sullivan SD, Ramsey SD, Lee TA. The economic burden of COPD[J]. Chest,2000,117(2 Suppl):5S-9S.
- [5] Global strategy for the diagnosis, management and prevention of chronic obstructive pulmonary disease (updated 2015) [EB/OL]. (2015-01). <http://www.goldcopd.org/guidelines-global-strategy-for-diagnosis-management.html>.
- [6] Kollert F, Tippelt A, Müller C, et al. Hemoglobin levels above anemia thresholds are maximally predictive for long-term survival in COPD with chronic respiratory failure[J]. Respir Care,2013,58(7):1204.
- [7] 王宝俊,王华,张金莲. 慢性阻塞性肺疾病急性加重期患者血浆中肌钙蛋白 I、脑钠肽及尿酸测定的临床意义[J]. 国际呼吸杂志,2016,36(16):1225-1227.
- [8] 张明,彭夏莹,刘守智,等. 慢性阻塞性肺疾病急性加重患者肺动脉与主动脉直径比 >1 和血浆尿钠肽、C 反应蛋白、白细胞介素 6 的相关性分析[J]. 中国呼吸与危重监护杂志,2015,14(3):255-259.
- [9] Huang YS, Feng YC, Zhang J, et al. Impact of chronic obstructive pulmonary diseases on left ventricular diastolic function in hospitalized elderly patients[J]. Clin Interv Aging,2015,10:81-87.
- [10] 程玲,孙钢. 慢性阻塞性肺疾病血检前状态诊治研究进展[J]. 临床医学,2011,31(11):113-115.
- [11] 莫为春,张志华,王伟,等. 慢性阻塞性肺疾病患者超声心动图心脏功能特点分析[J]. 中华全科医师杂志,2016,15(2):130.
- [12] Hofmann-Kiefer K, Chappell D, Jacob M, et al. Acute perioperative hemodilution without using hydroxyethyl starch: hemodynamic alterations under "controlled" hypovolemia[J]. Anaesthesist,2015,64(1):26-32.
- [13] 孟祥雪,鲍红光,顾飞,等. 不同种类液体急性等容血液稀释对脊柱手术患者血流动力学的影响和血液保护效应[J]. 临床麻醉学杂志,2016,32(1):15-19.
- [14] Borst MM, Leschke M, König U, et al. Repetitive hemodilution in chronic obstructive pulmonary disease and pulmonary hypertension: effects on pulmonary hemodynamics, gas exchange, and exercise capacity[J]. Respiration,1999,66(3):225-232.
- [15] Boutou AK, Stanopoulos I, Pitsiou GG, et al. Anemia of chronic disease in chronic obstructive pulmonary disease: a case-control study of cardiopulmonary exercise responses[J]. Respiration,2011,82(3):237-245.
- [16] 李晓俊,王明航,李素云. 慢性阻塞性肺疾病急性加重风险预警因子研究进展[J]. 中国全科医学,2016,19(35):4408-4412.
- [17] Yohannes AM, Ershler WB. Anemia in COPD: a systematic review of the prevalence, quality of life, and mortality[J]. Respir Care,2011,56(5):644-652.

收稿日期:2017-10-04 修回日期:2017-11-03 编辑:周永彬

(上接第 489 页)

- [9] 林海如. 高通量血与低通量血液透析疗效比较[J]. 社区医学杂志,2013,11(8):78-79.
- [10] 毕逢辰,孔彦洁,王慧,等. 维持性血液透析患者死亡与 β_2 -微球蛋白间的关系研究[J]. 宁夏医学杂志,2017,39(3):282-283.
- [11] 陈曦,臧丛生,于大川. 高通量血液透析对尿毒症患者 β_2 微球蛋白清除效果的临床疗效[J]. 中国老年学杂志,2015,35(8):2237-2238.
- [12] 倪华,彭家清. 维持性血液透析患者肾性贫血的相关因素分析[J]. 临床肾脏病杂志,2017,17(7):427-430.
- [13] 张海燕,梁伟,杨铁城,等. 维持性血液透析患者微炎症及氧化应激与动脉粥样硬化的关系[J]. 现代生物医学进展,2010,10(15):2904-2906.
- [14] 佟苏东. 氧化应激与肾脏损伤[J]. 医学信息,2013,26(13):589.
- [15] 许武军. 硫化氢对尿源性脓毒症急性肾损伤的保护作用及其机制[D]. 衡阳:南华大学,2013.
- [16] Ahmadpoor P, Eftekhari E, Nourooz-Zadeh J, et al. Glutathione, glutathione-related enzymes, and total antioxidant capacity in patients on maintenance dialysis[J]. Iran J Kidney Dis,2009,3(1):22-27.
- [17] 杨静,蒋文勇,于黔,等. 高通量血液透析对糖尿病肾病维持性血液透析患者氧化应激和微炎症状态的影响[J]. 广东医学,2016,37(18):2784-2786.
- [18] Rostoker G, Griuncelli M, Loridon C, et al. Modulation of oxidative stress and microinflammatory status by colloids in refractory dialytic hypotension[J]. BMC Nephrology,2011,12(1):58.
- [19] 陈建辉,廖永强,周军,等. IL-1、IL-6、TNF- α 、CRP 联合检测在维持性血液透析患者微炎症治疗中的临床应用[J]. 国际检验医学杂志,2012,33(24):2986-2987.

收稿日期:2017-10-28 编辑:王国品