

本文引用:王岩,张爱霞,王紫晖,等.高通量血液透析与联机血液透析滤过联合治疗慢性肾衰竭疗效观察[J].

新乡医学院学报,2022,39(6):573-577. DOI:10.7683/xyxyxb.2022.06.015.

### 【临床研究】

# 高通量血液透析与联机血液透析滤过联合治疗慢性肾衰竭疗效观察

王 岩，张爱霞，王紫晖，王谦受

(洛阳市东方人民医院/河南科技大学第三附属医院血液净化科,河南 洛阳 471003)

**摘要:** **目的** 比较高通量血液透析(HFHD)与联机血液透析滤过(OL-HDF)联合治疗慢性肾衰竭(CRF)的临床效果。**方法** 选择2018年10月至2019年10月洛阳市东方人民医院收治的90例CRF患者为研究对象,根据血液透析方法将患者分为观察组( $n=49$ )和对照组( $n=41$ )。对照组患者给予HFHD治疗,每周3次;观察组患者给予HFHD和OL-HDF联合治疗,每2周5次HFHD和1次OL-HDF。分别于治疗前及治疗3个月后检测2组患者血清中尿素、尿酸、 $\beta_2$ -微球蛋白( $\beta_2$ -MG)和甲状旁腺激素(PTH)水平,并计算尿素清除指数( $Kt/V$ )、标准蛋白分解代谢率( $nPCR$ )和时间平均尿素浓度( $TAC_{urea}$ );分别于治疗前及治疗12个月后采用视觉模拟评分法(VAS)评估2组患者的皮肤瘙痒情况,并观察患者治疗12个月内并发症的发生情况。**结果** 治疗前2组患者血清中尿素、尿酸、PTH和 $\beta_2$ -MG水平比较差异无统计学意义( $P>0.05$ ),2组患者治疗3个月后血清中尿素、尿酸、PTH和 $\beta_2$ -MG水平显著低于治疗前( $P<0.05$ );治疗3个月后,2组患者血清中尿素、尿酸水平比较差异无统计学意义( $P>0.05$ ),但观察组患者血清中PTH、 $\beta_2$ -MG水平显著低于对照组( $P<0.05$ )。治疗3个月后,2组患者的 $Kt/V$ 、 $nPCR$ 和 $TAC_{urea}$ 比较差异无统计学意义( $P>0.05$ )。治疗前2组患者皮肤瘙痒VAS评分比较差异无统计学意义( $P>0.05$ ),2组患者治疗12个月后皮肤瘙痒VAS评分显著低于治疗前( $P<0.05$ );治疗12个月后,观察组患者皮肤瘙痒VAS评分显著低于对照组( $P<0.05$ )。治疗前观察组和对照组患者并发症发生率分别为65.31%(32/49)、63.41%(26/41),治疗12个月后观察组和对照组患者并发症发生率分别为10.20%(5/49)、36.59%(15/41)。治疗前2组患者并发症发生率比较差异无统计学意义( $\chi^2=0.035, P>0.05$ ),2组患者治疗12个月后并发症发生率显著低于治疗前( $\chi^2=31.654, 5.902, P<0.05$ );治疗12个月后,观察组患者并发症发生率显著低于对照组( $\chi^2=8.988, P<0.05$ )。**结论** 与单独HFHD治疗相比,HFHD与OL-HDF联合治疗可以更有效地清除CRF患者血液中的PTH、 $\beta_2$ -MG等中、大分子物质,减轻患者皮肤瘙痒症状,降低并发症发生率。

**关键词:** 慢性肾衰竭;高通量血液透析;联机血液透析滤过

中图分类号: R459.5 文献标志码: A 文章编号: 1004-7239(2022)06-0573-05

# Curative effect of high-flux hemodialysis combined with online hemodiafiltration in the treatment of chronic renal failure

WANG Yan, ZHANG Aixia, WANG Zihui, WANG Qianshou

(Department of Blood Purification, Luoyang Dongfang People's Hospital, the Third Affiliated Hospital of Henan University of Science and Technology, Luoyang 471003, Henan Province, China)

**Abstract:** **Objective** To compare the clinical curative effect of high-flux hemodialysis (HFHD) combined with online hemodiafiltration (OL-HDF) in the treatment of chronic renal failure (CRF). **Methods** A total of 90 CRF patients admitted to Luoyang Dongfang People's Hospital from October 2018 to October 2019 were selected as the research subjects, and the patients were divided into the observation group ( $n=49$ ) and control group ( $n=41$ ) according to the method of hemodialysis. The patients in the control group were treated with HFHD, three times a week. The patients in the observation group were given the combined treatment of HFHD and OL-HDF, five times of HFHD and one time of OL-HDF every two weeks. The levels of serum urea, uric acid,  $\beta_2$ -microglobulin ( $\beta_2$ -MG) and parathyroid hormone (PTH) of patients in the two groups were detected before treatment and after three months of treatment, and the urea clearance index ( $Kt/V$ ), normalized protein catabolic rate (nPCR) and time-average concentration of urea ( $TAC_{urea}$ ) were calculated. The skin pruritus of patients in the two groups was evaluated by visual analogue scale (VAS) before treatment and after 12 months of treatment. The incidence of complications

**DOI:**10.7683/xxvxyxb.2022.06.015

收稿日期:2021-05-08

作者简介:王 岩(1982-),男,河南洛阳人,硕士,副主任医师,研究方向:肾脏内科疾病。

within 12 months of treatment was observed. **Results** There was no significant difference in serum urea, uric acid, PTH and  $\beta_2$ -MG levels between the two groups before treatment ( $P > 0.05$ ). The levels of serum urea, uric acid, PTH and  $\beta_2$ -MG of patients in the two groups after three months of treatment were significantly lower than those before treatment ( $P < 0.05$ ). After three months of treatment, there was no significant difference in serum urea and uric acid levels of patients between the two groups ( $P > 0.05$ ), but the serum PTH and  $\beta_2$ -MG levels of patients in the observation group were significantly lower than those in the control group ( $P < 0.05$ ). There was no significant difference in Kt/V, nPCR and TAC<sub>urea</sub> of patients between the two groups after three months of treatment ( $P > 0.05$ ). There was no significant difference in VAS score of skin pruritus between the two groups before treatment ( $P > 0.05$ ). The VAS score of skin pruritus of patients in the two groups after 12 months of treatment was significantly lower than that before treatment ( $P < 0.05$ ). After 12 months of treatment, the VAS score of skin pruritus of patients in the observation group was significantly lower than that in the control group ( $P < 0.05$ ). Before treatment, the incidence of complications of patients in the observation group and the control group was 65.31% (32/49) and 63.41% (26/41), respectively. After 12 months of treatment, the incidence of complications of patients in the observation group and the control group was 10.20% (5/49) and 36.59% (15/41), respectively. There was no significant difference in the incidence of complications of patients between the two groups before treatment ( $\chi^2 = 0.035, P > 0.05$ ). The incidence of complications of patients after 12 months of treatment was significantly lower than that before treatment in the two groups ( $\chi^2 = 31.654, 5.902; P < 0.05$ ). After 12 months of treatment, the incidence of complications of patients in the observation group was significantly lower than that in the control group ( $\chi^2 = 8.988, P < 0.05$ ). **Conclusion** Compared with HFHD alone, the combined treatment of HFHD and OL-HDF can more effectively remove PTH,  $\beta_2$ -MG and other medium and macromolecular substances in blood of CRF patients, relieve the symptoms of skin pruritus, and reduce the incidence of complications.

**Key words:** chronic renal failure; high-flux hemodialysis; online hemodiafiltration

慢性肾衰竭(chronic renal failure, CRF)是常见的慢性代谢性疾病,以水电解质紊乱、代谢废物瘀滞为主要临床表现,若对此处理不及时,可导致尿毒症的发生,严重威胁患者生命安全<sup>[1]</sup>。因 CRF 难以逆转,治疗时间漫长,且易导致并发症的发生,故在治疗上以改善患者电解质紊乱、促进代谢废物的排出、降低并发症发生率为主<sup>[2]</sup>。目前,血液净化技术是治疗 CRF 的有效措施,能有效改善 CRF 患者的临床症状,降低并发症发生率,进而延长患者寿命<sup>[3]</sup>。高通量血液透析(high-flux hemodialysis, HFHD)和联机血液透析滤过(online hemodiafiltration, OL-HDF)是目前临床上常用的 2 种血液净化方式。HFHD 可以清除患者血液中的小、中、大分子物质,但对中、大分子物质的清除效果仍不理想;OL-HDF 是以弥散方式清除血液中的小分子物质,以对流方式清除中、大分子物质,可最大程度地清除不同相对分子质量的有害物质<sup>[4-5]</sup>。本研究旨在探讨 HFHD 与 OL-HDF 联合治疗 CRF 的临床效果,以期为临床选择 CRF 的血液净化方式提供参考。

## 1 资料与方法

**1.1 一般资料** 选择 2018 年 10 月至 2019 年 10 月于洛阳市东方人民医院血液净化科进行血液透析治疗的 CRF 患者为研究对象。纳入标准:(1)符合 CRF 诊断标准<sup>[6]</sup>;(2)透析时间超过 6 个月;(3)近 6 个月内病情稳定,且无意识、听力障碍,能够配合

医师治疗;(4)近期未参与其他临床研究。排除标准:(1)6 个月内采用激素治疗者;(2)合并严重心脑血管、肝脏、血液系统疾病者;(3)合并严重感染、凝血功能障碍者;(4)不能耐受血液净化治疗者。本研究共纳入 CRF 患者 90 例,所有患者行血液透析治疗,根据血液透析方法将患者分为观察组和对照组。对照组 41 例,男 25 例,女 16 例;年龄 40~80 (61.20 ± 10.35) 岁;透析龄 1~4 (2.16 ± 0.39) a;原发病因:高血压性肾病 12 例,糖尿病肾病 7 例,痛风性肾病 2 例,慢性肾小球肾炎 20 例。观察组 49 例,男 31 例,女 18 例;年龄 40~79 (61.09 ± 10.31) 岁;透析龄 1~4 (2.10 ± 0.35) a;原发病因:高血压性肾病 14 例,糖尿病肾病 10 例,痛风性肾病 3 例,慢性肾小球肾炎 22 例。2 组患者的性别、年龄、透析龄、原发病因比较差异无统计学意义( $P > 0.05$ ),具有可比性。本研究获得医院伦理委员会审批,所有患者及家属签署知情同意书。

**1.2 血液透析方法** 2 组患者均采用 Fresenius FX60 高通量透析器(德国费森尤斯集团),膜面积 1.50 m<sup>2</sup>,超滤系数 48 mL · h<sup>-1</sup> · mm Hg<sup>-1</sup> (1 mm Hg = 0.133 kPa),碳酸氢盐透析液,血流量 250~300 (280.11 ± 28.19) mL · min<sup>-1</sup>,每次透析时间 4 h,每周 3 次。对照组患者使用日机装 DBB-27 型血液透析机(日本日机装株式会社),透析液流量 500 mL · min<sup>-1</sup>,透析通路为自体动静脉内瘘或长期导管。观察组患者使用 Fresenius 5008S 型血液透析

机(德国费森尤斯集团),每2周5次 HFHD 和1次 OL-HDF,每次治疗时间4 h,透析液流量 $500\text{ mL}\cdot\text{min}^{-1}$ ,透析通路为自体动静脉内瘘或长期导管。2组患者在接受血液净化治疗的同时给予低盐、低蛋白饮食和降血压、纠正酸碱失衡等。

**1.3 观察指标** (1)血清中尿素、尿酸、甲状旁腺激素(parathyroid hormone, PTH)及 $\beta_2$ -微球蛋白( $\beta_2$ -microglobulin,  $\beta_2$ -MG)水平:分别于治疗前及治疗3个月后采集2组患者空腹肘静脉血4 mL,  $3\,500\text{ r}\cdot\text{min}^{-1}$ 离心10 min,取血清,使用AU2700全自动生物化学分析仪(日本奥林巴斯公司)测定血清中尿素、尿酸及 $\beta_2$ -MG水平,使用ACCESS2全自动化学发光免疫分析仪(美国贝克曼库尔特)测定血清中PTH水平。(2)尿素清除指数(Kt/V)、标准蛋白分解代谢率(normalized protein catabolic rate, nPCR)和时间平均尿素浓度(time-average concentration of urea,  $\text{TAC}_{\text{urea}}$ ):治疗3个月后采用 Kt/V、nPCR 和  $\text{TAC}_{\text{urea}}$  评估2种透析方法的透析充分性。 $\text{Kt/V} = -\ln \times (\text{R} - 0.08\text{t}) + (4.0 - 3.5\text{R})\text{UF/W}$ ;其中,K代表透析器对血尿素的清除率( $\text{L}\cdot\text{min}^{-1}$ ),t代表透析时间(min),V代表尿素分布容积( $\text{V}$  = 透析后患者的体质量 $\times 0.58$ ),R代表透析后与透析前血尿素氮水平之比,UF代表超滤量(L),W代表透析后患者的体质量(kg)。nPCR =  $[5\,420 \times \beta (\text{C}_3 - \text{C}_2) + 0.17\text{t}_i]/\text{t}_i \times 0.58\text{W}$ ;其中, $\beta$ 代表血尿素氮单位转化因子(等于2.8); $\text{C}_3$ 代表下次透析前血尿素水平( $\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ ); $\text{C}_2$ 代表透析后血尿素水平( $\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ ); $\text{t}_i$ 代表2次

**表1 2组患者血清中尿素、尿酸、PTH及 $\beta_2$ -MG水平比较**

Tab.1 Comparison of the levels of serum urea,uric acid,PTH and  $\beta_2$ -MG of patients between the two groups ( $\bar{x} \pm s$ )

组别	<i>n</i>	尿素/( $\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ )	尿酸/( $\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ )	PTH/( $\text{ng}\cdot\text{L}^{-1}$ )	$\beta_2$ -MG/( $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ )
对照组	41				
治疗前		25.01 $\pm$ 4.57	690.13 $\pm$ 69.20	688.50 $\pm$ 68.90	19.90 $\pm$ 2.14
治疗3个月		9.50 $\pm$ 1.60 <sup>a</sup>	389.74 $\pm$ 38.98 <sup>a</sup>	460.58 $\pm$ 46.13 <sup>a</sup>	9.88 $\pm$ 1.03 <sup>a</sup>
观察组	49				
治疗前		24.89 $\pm$ 4.50	690.02 $\pm$ 69.05	690.12 $\pm$ 69.22	19.55 $\pm$ 2.07
治疗3个月		9.44 $\pm$ 1.58 <sup>a</sup>	387.95 $\pm$ 38.80 <sup>a</sup>	441.17 $\pm$ 44.19 <sup>ab</sup>	9.44 $\pm$ 0.95 <sup>ab</sup>

注:与治疗前比较<sup>a</sup> $P < 0.05$ ;与对照组比较<sup>b</sup> $P < 0.05$ 。

**2.2 2组患者治疗3个月后 Kt/V、nPCR 和  $\text{TAC}_{\text{urea}}$  比较** 结果见表2。治疗3个月后2组患者的 Kt/V、nPCR 和  $\text{TAC}_{\text{urea}}$  比较差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。

**2.3 2组患者皮肤瘙痒 VAS 评分比较** 结果见表3。治疗前2组患者皮肤瘙痒 VAS 评分比较差异无统计学意义( $P > 0.05$ );2组患者治疗12个月后皮肤瘙痒 VAS 评分显著低于治疗前,差异有统计学意义( $P < 0.05$ );治疗12个月后,观察组患者皮肤瘙

透析间隔时间(min)。 $\text{TAC}_{\text{urea}} = [(\text{C}_1 + \text{C}_2) \times \text{T}_a + (\text{C}_2 + \text{C}_3) \times \text{I}_a]/2(\text{T}_a + \text{I}_a)$ ;其中, $\text{C}_1$ 代表透析前血尿素水平( $\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ ), $\text{C}_2$ 代表透析后血尿素水平( $\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ ), $\text{C}_3$ 代表下次透析前血尿素水平( $\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ ), $\text{T}_a$ 代表透析时间(min), $\text{I}_a$ 代表2次透析间隔时间(min)<sup>[7-8]</sup>。(3)瘙痒改善情况:分别于治疗前及治疗12个月后采用视觉模拟评分法(visual analogue scale, VAS)对2组患者的皮肤瘙痒情况进行评分,总分0~10分,分数越高表示瘙痒越严重<sup>[9]</sup>。(4)并发症:观察2组患者治疗12个月内高血压、心绞痛、心律失常、心肌缺血等并发症的发生情况。

**1.4 统计学处理** 应用SPSS 20.0软件进行数据统计与分析。计量资料以均数 $\pm$ 标准差( $\bar{x} \pm s$ )表示,两两比较采用 $t$ 检验;计数资料以例数和百分率表示,组间比较采用 $\chi^2$ 检验; $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

**2.1 2组患者血清中尿素、尿酸、PTH及 $\beta_2$ -MG水平比较** 结果见表1。治疗前2组患者血清中尿素、尿酸、PTH和 $\beta_2$ -MG水平比较差异无统计学意义( $P > 0.05$ );2组患者治疗3个月后血清中尿素、尿酸、PTH和 $\beta_2$ -MG水平显著低于治疗前,差异有统计学意义( $P < 0.05$ );治疗3个月后,2组患者血清中尿素、尿酸水平比较差异无统计学意义( $P > 0.05$ ),但观察组患者血清中 PTH、 $\beta_2$ -MG 水平显著低于对照组,差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。

痒 VAS 评分显著低于对照组,差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。

表2 2组患者治疗3个月后 Kt/V、nPCR 和  $\text{TAC}_{\text{urea}}$  比较  
Tab.2 Comparison of the Kt/V, nPCR and  $\text{TAC}_{\text{urea}}$  of patients between the two groups after three months of treatment ( $\bar{x} \pm s$ )

组别	<i>n</i>	Kt/V	nPCR/( $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$ )	$\text{TAC}_{\text{urea}}/(\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1})$
对照组	41	1.25 $\pm$ 0.21	3.14 $\pm$ 0.52	16.70 $\pm$ 2.71
观察组	49	1.22 $\pm$ 0.20	3.08 $\pm$ 0.49	16.19 $\pm$ 2.66
<i>t</i>		0.693	0.563	0.898
<i>P</i>		0.490	0.575	0.372

表 3 2 组患者皮肤瘙痒 VAS 评分比较

Tab.3 Comparison of the VAS score of skin pruritus of patients between the two groups ( $\bar{x} \pm s$ )

组别	n	VAS 评分	
		治疗前	治疗 12 个月
对照组	41	5.19 ± 0.87	3.68 ± 0.61 <sup>a</sup>
观察组	49	5.24 ± 0.89	3.35 ± 0.52 <sup>a</sup>
t		0.268	2.771
P		0.789	0.007

注:与治疗前比较<sup>a</sup>*P* < 0.05。

2.4 2 组患者并发症比较 结果见表 4。治疗前观

表 4 2 组患者并发症比较

Tab.4 Comparison of the complications of patients between the two groups

组别	n	高血压/例	心绞痛/例	心律失常/例	心肌缺血/例	并发症发生率/%
对照组	41					
治疗前		11	5	4	6	63.41
治疗 12 个月		6	3	2	4	36.59 <sup>a</sup>
观察组	49					
治疗前		15	4	4	9	65.31
治疗 12 个月		3	1	0	1	10.20 <sup>ab</sup>

注:与治疗前比较<sup>a</sup>*P* < 0.05;与对照组比较<sup>b</sup>*P* < 0.05。

3 讨论

CRF 是各种肾脏疾病持续进展的结局,其病程较长,根据肾功能损害程度分为肾功能不全代偿期、肾功能衰竭期、终末期<sup>[10]</sup>。临床常通过血液净化技术保障患者的生命健康,血液净化技术是利用弥散、超滤等方式清除患者体内的有害物质并补充所需物质来达到治疗 CRF 的目的<sup>[11]</sup>。临床上常用的血液净化技术包括低通量血液透析、HFHD、OL-HDF 及血液灌流等。目前,临床多单独应用某种血液透析方式来治疗 CRF,而不同的血液透析方式治疗 CRF 的原理有所区别,故临床效果也不同。因此,探索 CRF 科学有效的血液净化方案显得尤为重要。

HFHD 主要通过弥散、对流相结合的方式 进行血液透析,运用弥散的方式清除体内小分子毒素,采用对流方式吸附中、大分子物质,是一种高效的血液净化方式<sup>[12-13]</sup>。OL-HDF 通过借助高通量合成膜(超净透析液)提升对流及透析液流量,能够最大程度地清除血液中的有毒物质及代谢废物,并控制患者的耐受性和血流动力学稳定性,是一种安全有效的血液净化技术<sup>[14]</sup>。杨莉<sup>[15]</sup>研究显示, HFHD 和 OL-HDF 对小分子物质的清除效果相似,但 OL-HDF 对中、大分子物质的清除率更高。吴戈青等<sup>[16]</sup>研究显示, HFHD 与 HDF 联合应用于维持血液透析患者的治疗效果优于单独应用 HFHD。本研究结果显示,治疗 3 个月后 2 组患者血清中尿素、尿酸、PTH 和 β<sub>2</sub>-MG 水平显著降低,且观察组患者血清中 PTH、β<sub>2</sub>-MG 水平显著低于对照组,提示 HFHD 和 OL-HDF 联合治疗 CRF 更有利于清除血清中 PTH、β<sub>2</sub>-MG 等中、大分子物质,这可能是因为 OL-HDF 从血液中滤出大量含毒素体液的同时输入等量置换

液,超滤量大于 HFHD。治疗 3 个月后 2 组患者的 Kt/V、nPCR 和 TAC<sub>urea</sub> 比较差异无统计学意义,提示 2 种方案的透析充分性相当。

皮肤瘙痒是 CRF 常见并发症之一,CRF 患者发生皮肤瘙痒的确切机制尚未完全明确,但多数学者认为其发生与 PTH、β<sub>2</sub>-MG 等代谢异常关系密切<sup>[17-18]</sup>。PTH 异常升高可诱导机体释放组胺增加及肥大细胞增生,从而导致皮肤瘙痒;另外,PTH 代谢异常易造成钙磷代谢紊乱,这也是 CRF 发生皮肤瘙痒的重要原因<sup>[17]</sup>。同时 β<sub>2</sub>-MG 水平异常升高易在血管内沉积,从而导致皮肤瘙痒<sup>[18]</sup>。本研究结果显示,治疗 12 个月后 2 组患者皮肤瘙痒 VAS 评分显著降低,且观察组患者皮肤瘙痒 VAS 评分显著低于对照组,提示 HFHD 和 OL-HDF 联合治疗可以有效减轻 CRF 患者的皮肤瘙痒症状。

CRF 常发生高血压、心绞痛、心律失常、心肌缺血等并发症<sup>[19]</sup>。PTH 水平异常升高可导致血管内膜发生钙化,引起冠状动脉粥样硬化,增加心血管疾病的发生风险<sup>[20]</sup>;另外,PTH 水平异常升高会激活细胞膜上腺苷酸环化酶而生成环磷酸腺苷,促使线粒体释放 Ca<sup>2+</sup> 进入细胞质,造成细胞内 Ca<sup>2+</sup> 增加,诱发血管平滑肌收缩,引起血压升高<sup>[21]</sup>。β<sub>2</sub>-MG 可通过参与血管壁淀粉样蛋白的形成而损伤血管;另外,β<sub>2</sub>-MG 还可通过参与机体的免疫与炎症反应,增加心血管疾病的发生<sup>[22]</sup>。本研究结果显示,治疗 12 个月后 2 组患者并发症发生率显著降低,且观察组患者并发症发生率显著低于对照组,提示 HFHD 与 OL-HDF 联合治疗可以有效降低 CRF 患者的并发症发生率,这可能与 HFHD 和 OL-HDF 联合应用可以更有效地清除 PTH、β<sub>2</sub>-MG 等中、大分子物质及更好地控制患者的血流动力学稳定性有关。

综上所述,与单独应用 HFHD 相比, HFHD 和 OL-HDF 联合治疗可以更有效地清除 CRF 患者血清中 PTH、 $\beta_2$ -MG 等中大分子物质,改善患者皮肤瘙痒,降低并发症发生率。

参考文献:

[1] OLSEN E, VAN GALEN G. Chronic renal failure; causes, clinical findings, treatments and prognosis[J]. *Vet Clin North Am Equine Pract*, 2022, 38(1): 25-46.

[2] GARCÍA TESTAL A, GARCÍA MASET R, FORNÉS FERRER V, et al. Cohort study with patients older than 80? years with stage 5 chronic kidney failure on hemodialysis vs conservative treatment; survival outcomes and use of healthcare resources[J]. *Ther Apher Dial*, 2021, 25(1): 24-32.

[3] CHENG W, LUO Y, WANG H, et al. Survival outcomes of hemoperfusion and hemodialysis versus hemodialysis in patients with end-stage renal disease; a systematic review and meta-analysis[J]. *Blood Purif*, 2022, 51(3): 213-225.

[4] THAMMATHIWAT T, TIRANATHANAGUL K, LIMJARIYAKUL M, et al. Super high-flux hemodialysis provides comparable effectiveness with high-volume postdilution online hemodiafiltration in removing protein-bound and middle-molecule uremic toxins; a prospective cross-over randomized controlled trial[J]. *Ther Apher Dial*, 2021, 25(1): 73-81.

[5] KIKUCHI K, HAMANO T, WADA A, et al. Predilution online hemodiafiltration is associated with improved survival compared with hemodialysis[J]. *Kidney Int*, 2019, 95(4): 929-938.

[6] 中国中西医结合学会肾脏病专业委员会. 慢性肾衰竭中西医结合诊疗指南[J]. 中国中西医结合杂志, 2015, 35(9): 1029-1033.

PROFESSIONAL COMMITTEE OF RENAL DISEASES, CHINESE ASSOCIATION OF INTEGRATIVE MEDICINE. Guidelines for the diagnosis and treatment of chronic renal failure with integrated traditional Chinese and western medicine[J]. *CJITWM*, 2015, 35(9): 1029-1033.

[7] RAIKOU V D, KYRIAKI D. The association between intradialytic hypertension and metabolic disorders in end stage renal disease[J]. *Int J Hypertens*, 2018, 1(1): 1-9.

[8] NISHIZAWA Y, HOSODA Y, HORIMOTO A, et al. Fibroblast growth factor 23 (FGF23) level is associated with ultrafiltration rate in patients on hemodialysis[J]. *Heart Vessels*, 2020, 36(3): 414-423.

[9] BERGASA N V, JONES E A. Assessment of the visual analogue score in the evaluation of the pruritus of cholestasis[J]. *J Clin Transl Hepatol*, 2017, 5(3): 203-207.

[10] SHOSTARI F S, BIRANVAND S, REZAEI L, et al. The impact of hemodialysis on retinal and choroidal thickness in patients with chronic renal failure[J]. *Int Ophthalmol*, 2021, 41(5): 1763-1771.

[11] 汤晓静, 陈楠, 戎戈, 等. 高通量血液透析与常规血液透析联合血液透析滤过的临床疗效对比研究[J]. 中国血液净化, 2019, 18(7): 486-490.

TANG X J, CHEN N, RONG S, et al. The comparison of clinical effects and outcome in patients with high-flux hemodialysis and those with low-flux hemodialysis combined with hemodiafiltration[J]. *Chin J Blood Purif*, 2019, 18(7): 486-490.

[12] LIU S X, LIU H, WANG Z H, et al. Effect of changing treatment to high-flux hemodialysis (HFHD) on mortality in patients with

long-term low flux hemodialysis (LFHD): a propensity score matched cohort study[J]. *BMC Nephrol*, 2020, 21(1): 485-491.

[13] LI X, XU H, XIAO X C, et al. Prognostic effect of high-flux hemodialysis in patients with chronic kidney disease[J]. *Braz J Med Biol Res*, 2016, 49(1): e4708.

[14] 姜维. 联机血液透析滤过联合血液灌流对终末期肾病患者血 CTGF、NT-ProBNP 水平的影响[J]. 内科急危重症杂志, 2017, 23(5): 405-406.

JIANG W. Effects of online hemodiafiltration combined with hemoperfusion on serum CTGF and NT-ProBNP levels in patients with end-stage renal disease[J]. *J Int Intens Med*, 2017, 23(5): 405-406.

[15] 杨莉. 高通量血液透析与联机血液透析滤过清除溶质效果比较[J]. 安徽医药, 2008, 12(6): 516-518.

YANG L. Comparison of the efficacy of removing solutes among on-line hemodiafiltration and high-flux hemodialysis[J]. *Anhui Med Pharm J*, 2008, 12(6): 516-518.

[16] 吴戈青, 崔英, 陈燕春. HFHD 联合 HDF 序贯用于维持性血液透析的价值研究[J]. 重庆医学, 2020, 49(16): 2679-2682.

WU G Q, CUI Y, CHEN Y C. Study on the sequential application value of HFHD and HDF in maintenance hemodialysis[J]. *Chongqing Med*, 2020, 49(16): 2679-2682.

[17] 肖艳美, 张文贤, 董小伟, 等. 不同透析治疗对终末期肾衰竭伴皮肤瘙痒患者钙磷代谢和 PTH 水平的影响[J]. 医学临床研究, 2018, 35(1): 190-192.

XIAO Y M, ZHANG W X, DONG X W, et al. Effects of different dialysis treatments on calcium and phosphorus metabolism and PTH levels in patients with end-stage renal failure with pruritus[J]. *J Clin Res*, 2018, 35(1): 190-192.

[18] 李娟, 涂晓文, 李燕妮. 高通量血液透析治疗尿毒症患者皮肤瘙痒的效果分析[J]. 北京医学, 2020, 42(2): 103-105.

LI J, TU X W, LI Y N. Analysis of the effect of high flux hemodialysis on skin pruritus in patients with uremia[J]. *Beijing Med*, 2020, 42(2): 103-105.

[19] BELMOUAZ M, DIOLEZ J, BAUWENS M, et al. Comparison of hemodialysis with medium cut-off dialyzer and on-line hemodiafiltration on the removal of small and middle-sized molecules[J]. *Clin Nephrol*, 2018, 89(1): 50-56.

[20] 李丹妮, 朱士彦, 罗承志. 慢性肾脏病合并心血管疾病患者血液透析治疗对微炎症因子及血管钙化的影响[J]. 海南医学, 2021, 32(13): 1652-1654.

LI D N, ZHU S Y, LUO C Z. Effects of hemodialysis on microinflammatory factors and vascular calcification in patients with chronic kidney disease and cardiovascular disease[J]. *Hainan Med*, 2021, 32(13): 1652-1654.

[21] 曹阳, 曹晨, 万小丹. 血清 PTH、Hcy、TPO-Ab 与妊娠期高血压患者病情严重程度的关系[J]. 中南医学科学杂志, 2021, 49(6): 725-727, 744.

CAO Y, CAO C, WAN X D. The relationship between serum PTH, Hcy and TPO-Ab and the severity of hypertension in pregnancy[J]. *Med Sci J Cent South China*, 2021, 49(6): 725-727, 744.

[22] 熊敏.  $\beta_2$ -微球蛋白与总胆红素联合检测在冠心病诊断中的应用[J]. 医学理论与实践, 2021, 34(6): 901-903, 919.

XIONG M. Application of combined detection of  $\beta_2$ -microglobulin and total bilirubin in diagnosis of coronary heart disease[J]. *J Med Theor Pract*, 2021, 34(6): 901-903, 919.

( 本文编辑:徐自超)