血液透析相关并发症诊疗专题

·综 述·

血液透析相关性低血压的预防和治疗

余雯枫，余 毅*
（南京军区福州总医院血液净化科，福州 350025）

摘要：血液透析相关性低血压（IDH）是血液透析过程中常见的并发症之一，是透析患者死亡的独立危险因素。防治 IDH 对改善血液透析患者的生存质量及生存率具有重要的临床意义。本文综述 IDH 的预防和治疗进展。

关键词：血液透析；低血压；预防；治疗
中图分类号：R459.5；R972+.4 **文献标志码：**A **文章编号：**1672-9188(2018)02-0098-06
DOI：10.13683/j.wph.2018.02.005

Prevention and management of intradialytic hypotension

YU Wen-feng, YU Yi*
(*Department of Blood Purification, Fuzhou General Hospital of Nanjing Military Command, Fuzhou 350025, China*)

Abstract: Intradialytic hypotension (IDH) is one of the most common complications during hemodialysis, which is an independent risk factor of death in dialysis patients. The prevention and treatment of IDH are clinically important to improve the life quality and survival rate of hemodialysis patients. This review summarizes recent progress of the prevention and management of IDH.

Key words: hemodialysis; hypotension; prevention; treatment

血液透析是目前终末期肾脏病（ESRD）患者主要的肾脏替代治疗手段，而血液透析相关性低血压（IDH）是透析过程中常见的并发症之一，严重影响患者的生存率。IDH 的发生率约为 20% ～ 30%，IDH 可导致透析治疗提前终止，降低患者的生存质量，且可引发心、脑血管并发症如缺血性心脏事件以及心律失常等，增加患者的住院率及死亡率[1]。此外，IDH 还可影响血管通路的使用，透析过程中 IDH 频繁发作与血管通路血栓形成和内瘘失功相关，IDH 是动静脉内瘘并发症的独立危险因素[2]。因此，防治 IDH 对改善血液透析患者的生存质量及生存率具有重要的临床意义，本文简要综述 IDH 的临床诊治进展。

收稿日期：2017-10-11；**修回日期：**2017-12-07
作者简介：余雯枫，硕士研究生，研究方向：血液净化治疗。
通信作者：余 毅，主任医师，教授，硕士生导师，研究方向：血液净化治疗。

1 血液透析相关性低血压的诊断

目前关于 IDH 定义缺乏相关循证医学的证据支持，尚无统一的诊断标准。2005 年肾脏病预后质量倡议（K/DOQI）指南中定义 IDH：在血液透析过程中 2 次以上收缩压较透析前下降＞ 20 mmHg，收缩压低于 90 mmHg 或平均动脉压降低＞ 10 mmHg，并出现低血压相关症状，如头晕、恶心呕吐及肌肉痉挛等，且需要临床干预[3]。欧洲最佳实践指南（EBPG）定义 IDH：在血液透析过程中出现血压降低，收缩压下降＞ 20 mmHg 或平均动脉压降低＞ 10 mmHg，并出现低血压相关症状需要临床干预者即可诊断为 IDH[4]。以上 IDH 诊断标准中均认为患者出现临床症状并需要临床干预。研究发现，在血液透析期间出现低血压的患者常常未表现明显症状，仅基于“症状”的定义，无法诊断潜在的无症状性低血压，影响 IDH 的诊断[5]。一项调查 IDH 与死亡率

相关性的研究发现，透析前收缩压＜ 120 mmHg 或波动在 120 ～ 159 mmHg 的患者，透析中最低收缩压＜ 90 mmHg 与死亡率增加相关；透析前收缩压≥ 160 mmHg 的患者，透析中最低收缩压＜ 100 mmHg 与死亡率增加相关。可见，基于“最低收缩压”的 IDH 定义，能更好体现透析相关低血压与死亡率之间的关系，而基于透析中“低血压症状与临床干预”的定义，不能突出透析相关低血压与死亡率的相关性 [6]。

根据发作频率，IDH 可分为发作性低血压（EH）和慢性持续性低血压（SH）两种类型。出现 EH 的患者一般透析前基础血压正常或增高，透析的后期阶段或透析结束后出现血压下降，表现为收缩压下降 30 mmHg 以上，或舒张压下降 20 mmHg 以上，并可出现头晕无力、面色苍白、肌肉痉挛和恶心呕吐等症状，严重者可出现一过性意识丧失，EH 多见于合并糖尿病、左心室肥厚或心功能不全的尿毒症患者。SH 一般发生在长期维持性血液透析的患者，主要是指透析过程中收缩压通常不超过 100 mmHg，超滤轻度增多及增快，或一般超滤情况下，血压轻微下降并出现明显的低血压症状。根据发生机制的不同，IDH 又可分为搏出量依赖型低血压（SVH）和全身血管阻力依赖型低血压（SVRH）。SVH 是指因超滤导致血管内容量下降，同时心脏充盈障碍而引起的低血压，适量减少超滤及调整干体质量，可减少低血压的发生；SVRH 主要是指血管阻力下降而导致的低血压，多与植物神经功能障碍、血管感受器活性异常及内源性血管活性物质失衡有关，与血管充盈和心功能无关。

2　血液透析相关性低血压的发病机制

2.1　有效循环血容量不足

有效循环血容量不足是引起 IDH 最常见的病因。血液透析早期阶段，由于体外循环血流量的增加，同时血管收缩反应迟钝以及组织间隙的液体不能及时代偿性充盈血管，造成心室充盈量和心排血量减少，进而导致 IDH 的发生。透析过程中超滤率超过毛细血管的再充盈率，同样造成有效循环血流量下降，引起心脏灌注量减少及心排血量下降，造成低血压。一项回顾性队列研究发现，血透过程中超滤率控制在每小时 13 ml/kg 以内与低血压发生率下降有关 [7]。一项近 7 年的随机临床研究纳入 1 846 例患者分别接受不同超滤率的透析，结果显示，超滤率较高者全因死亡率和心血管相关死亡率显著升高，提示，血液透析患者高超滤率与全因死亡和心血管死亡的风险相关 [8]。此外，随着血浆中肌酐、尿素氮和白蛋白等物质的清除，血浆渗透浓度下降，血浆内的水分由细胞外转入细胞内，有效循环血量下降。针对 HEMO 研究中接受透析治疗的 1 825 例患者的线性回归分析结果显示，过度透析治疗以及血浆尿素氮等物质的快速清除可增加低血压的发生率，该研究证实血浆渗透压降低过快可能直接导致血液动力学不稳定 [9]。

2.2　自主神经功能异常

正常情况下，当有效循环血容量降低时，可刺激颈动脉窦与主动脉弓上的压力感受器，兴奋心脏交感神经，抑制心脏迷走神经活性，导致心率增快，心肌收缩性增强，同时也兴奋交感神经纤维，外周血管及内脏血管收缩，以维持血压。接受血液透析治疗的患者大多存在自主神经功能异常，如合并糖尿病、严重继发性甲旁亢、高龄、心脏器质性病变、血管病变及女性患者易发生自主神经功能紊乱。该类患者体内的颈动脉和主动脉弓压力感受器敏感性降低，对血容量的改变反应迟钝，且存在自主神经调节异常如交感神经活性基础水平低而副交感神经活性增高等，接受血液透析治疗过程中，超滤过量致血容量减少时，患者的心率和全身血管阻力不能相应增加，从而影响血压。部分血液透析患者血浆儿茶酚胺水平升高，但该类患者心血管系统对肾上腺素受体敏感性下降，使交感神经兴奋性下降，从而降低血压。心率变异性（HRV）是评价自主神经功能的良好指标，HRV 数值可反映交感和迷走神经的活性及其平衡协调关系。一项前瞻性研究发现，自主神经功能障碍与透析期间血压改变有关，透析患者的 HRV 值明显低于健康人群，提示，HRV 可预测

透析患者 IDH 的发生 [10]。

2.3 心脏功能减退

CKD 患者左心室肥厚（LVH）的发病率较高，近四分之三的非糖尿病肾病的 CKD 患者在透析前就存在 LVH[11]。尿毒症患者心肌损害以 LVH 及左心室舒张功能障碍（LVDD）为主，LVH 可使左心室顺应性下降，且 LVH 常伴心肌纤维化，使心肌扩张受限，左心室舒张末期压力升高，导致左心室舒张末期容积下降，心搏出量下降，血压下降；LVDD 可造成左心室充盈受限，静脉回流受阻以及心脏灌注降低。LVH 及 LVDD 均可降低射血分数和心搏出量，并降低患者对超滤的耐受性，引起低血压。研究发现，血液透析患者合并 LVH 时心肌耗氧量增加，易发生 IDH，而 IDH 出现的心肌缺血及心律失常，可引发心肌重构，提示，LVH 与 IDH 两者相互作用，形成恶性循环 [12]。另外，尿毒症患者由于心脏代偿功能失调，无法通过加快心率增加心搏出量，且在血液透析后期阶段交感神经兴奋性下降，迷走神经兴奋性升高，心脏神经调节异常，血管收缩代偿机制受损，导致血压下降。

2.4 内源性血管活性物质失衡

血液透析治疗期间患者维持血压的重要代偿机制主要为体液从组织间隙向血管内转移，心率和心肌收缩力增强，以及动脉和静脉血管收缩。患者的代偿性机制主要由交感神经系统和肾素 - 血管紧张素系统调节 [13]。接受血液透析治疗的患者血浆肾素、血管紧张素Ⅱ（Ang Ⅱ）和醛固酮均高于正常水平，但是机体缺乏对 Ang Ⅱ和儿茶酚胺的反应能力，靶器官中 Ang Ⅱ受体密度下降，因此，血管反应下降，导致低血压的发生 [14]。国外一项荟萃分析显示，透析患者血浆血管加压素（AVP）水平较高，但在血压下降或血容量减少时，AVP 的分泌却没有明显增加，其机制可能是交感神经压力反射弧功能障碍以及一氧化氮（NO）对交感神经系统的抑制作用 [13]。另外，血液透析患者体内心房利钠肽（ANP）、一氧化氮（NO）和腺苷等舒血管物质增多，当有效循环血容量下降时，舒血管活性物质可扩张血管并抑制儿茶酚胺类物质的生物活性，影响外周血管收缩功能，最终导致血压下降，重要脏器灌注不足，发生低血压。

2.5 透析相关因素及其他

透析液温度过高可使体温升高，导致皮肤、肌肉等外周血管扩张，静脉血容量增加，外周血管阻力减低，有效循环血量下降，引起低血压。透析过程中进餐，可刺激胃肠道迷走神经，使胃肠道血管扩张，胃肠道血流量增多，有效循环血量减少，可加重或诱发低血压。研究发现，透析过程中食物摄入可导致收缩压和舒张压下降 [15]。此外，透析液钠离子浓度太低也是导致透析低血压的原因之一，透析液中的钠离子溶度低于血浆钠离子浓度，透析过程中可出现血浆钠离子浓度下降，使血浆渗透压降低，毛细血管的再充盈障碍，有效循环血量减少，从而引起低血压。透析过程中血液与透析膜直接接触，引起透析膜生物不相容性，可使机体出现一系列的反应并引起各种并发症，如补体系统的活化可引起低氧血症，易诱发低血压。除此之外，透析前或透析中降压、镇静或扩血管药物等的应用、营养不良、贫血及低蛋白血症等均可诱导或加重血液透析患者低血压的发生。

3 血液透析相关性低血压的预防

3.1 一般措施

2007 年 EBPG 关于预防 IDH 提出临床应定期评估机体水钠负荷状态，若临床不能确认患者水钠负荷状态且又频发低血压者，应检测液体容量状况，透析过程中定期检测血压和心率，及时预测 IDH 的发生。此外，当患者频发低血压时，应重新评估心血管功能，合理评估患者的干体重，防止过量超滤，注意控制透析间期体重过度增加，一般要求每次透析间期体重增加不超过体重的 5%，日体重增加不超过 1 kg，日盐摄入不超过 6 g；此外，该类患者应避免透析期间或之前进食，营养不良的患者透析期间食物摄入的血液动力学效应须与患者的营养需求平衡；该类患者透析之前应慎重使用抗高血压药物，但不应在血液透析治疗当天暂停使用 [4]。

3.2 可调钠透析

透析液中钠离子浓度过低是导致 IDH 发生的重要原因，高钠离子透析液（≥ 144 mmol/L）透析可有效减少 IDH 发生，但易增加口渴、高血压风险和透析后体重增加，EBPG 不推荐其常规使用。每例透析患者有各自的钠调定点，针对不同患者采用不同超滤调节模式和钠调节模式可有效防止 IDH 的发生 [16]。可调钠透析是在透析开始时使用高钠离子透析液，防止透析中血浆渗透压下降，使水分从细胞内进入细胞外，维持有效循环血量，在透析最后 1 h 内降低透析液中钠离子浓度，使血钠离子在透析结束前降至正常，防止高钠离子透析引起的口渴、高血压风险。此外，可调钠透析联合间歇性超滤模式可有效防止 IDH 的发生。一项纳入 20 例有 IDH 倾向的透析患者的临床研究，探讨可调钠联合不同超滤模式在预防透析相关低血压中的应用，结果显示，可调钠透析与间歇性超滤模式相结合的透析方案显著降低 IDH 发生率，同时干体质量达标率较高，提示，该治疗方案可作为预防维持性血液透析患者发生 IDH 的有效方法 [17]。

3.3 低温透析

对于频繁发生 IDH 的透析患者，采用低温透析可有效防止透析过程中 IDH 的发生。低温透析温度一般为 35 ～ 36℃，低温透析时透析液的温度应从 36.5℃开始，每次下调 0.5℃，逐渐降低温度，直到症状得到良好控制，但不建议透析液温度低于 35℃ [4]。低温透析可使外周血管阻力增加，静脉阻力升高，静脉回流增多，进而升高血压；还可通过兴奋交感神经，使心率增快，血管收缩；另外，低温透析时机体代谢稳定，能量消耗下降。低温透析过程中患者虽易感到寒冷甚至发生寒战，但在稳定血流动力学方面可有更多获益。国外一项荟萃分析显示，与标准温度透析相比，低温透析可降低 IDH 的发生率，增加体内平均动脉压，并且低温透析对透析充分性无明显影响 [18]。

3.4 生物反馈技术的应用

生物反馈系统可对血容量变化进行实时数据分析，通过分析患者的血容量变化曲线，计算血容量变化值和超滤率的关系，生物反馈系统可提供理想的血容量变化曲线，智能反馈控制超滤率和电导率，调节治疗参数，提前预测血容量异常波动并及时进行调整，预防透析低血压的发生，实现容量精准、稳定的透析。容量超滤控制作为生物反馈治疗模式可降低 IDH 的发生。一项纳入 26 例透析患者的前瞻性随机交叉研究显示，容量超滤控制治疗组患者发生透析不良事件包括 IDH 的发生率较未使用该治疗模式的血液透析患者下降 20%，并减少 46% 不良事件发生率 [19]。一项纳入 8 项研究的系统回顾及荟萃分析显示，生物反馈透析治疗模式可显著降低血液透析患者发生 IDH 的概率 [20]。

3.5 其他

血液透析患者如合并贫血、营养不良和低蛋白血症等在透析过程中易出现 IDH，因此纠正贫血和低蛋白血症，增加营养支持能减少 IDH 的发生。严重贫血可引起外周血管扩张，肾性贫血的透析患者使用促红细胞生成素、铁剂等治疗可纠正贫血症状，而严重贫血者给予输血治疗能有效降低 IDH 发生率。关于透析液的成分，指南推荐，透析液钙离子浓度应维持在 1.50 mmol/L。透析液钙离子浓度对心肌收缩有重要影响，钙离子浓度与心肌的收缩力呈正相关性，增加透析液钙离子浓度可降低 IDH 的发生率。此外，使用生物相容性好的透析膜可减少患者体内补体系统的激活，从而降低 IDH 的发生率。醋酸盐透析可直接引发 IDH，即使少量的醋酸盐也可能导致 IDH 的发生，因此，EBPG 指南推荐碳酸氢盐透析法，透析液稳定剂推荐枸橼酸而非醋酸 [21]。增加透析频率和透析时间，也可预防 IDH 的发生，EBPG 推荐尿毒症患者每周至少透析 3 次，每周总透析时间至少 12 h，延长透析时间可降低超滤率，从而减少 IDH 的发生率 [4]。

4 血液透析相关性低血压的治疗

4.1 急救治疗

透析患者发生 IDH 后应立即停止超滤，减慢血液流速，并采取头低脚高位置，促使下肢血液回流，

增加脑部的供血量和回心血量。如出现呕吐症状，应让患者把头偏向一侧，使气道通畅，预防呕吐后窒息，同时给予吸氧纠正低氧血症。快速扩张血容量是改善 IDH 最有效的方法，可采取常规输注生理盐水或 50% 葡萄糖液、高渗盐水（如 5% 碳酸氢钠）等快速升高血浆渗透压，促进组织间液进入血管内，增加有效循环血量，升高血压。对注射生理盐水无反应的患者应考虑输注胶体溶液，持续性低血压患者可使用多巴胺等血管活性药物或停止透析。紧急处理 IDH 应排除心律失常、心包填塞、心瓣膜疾患、心肌梗死、溶血和出血、败血症及空气栓塞等其他可能诱发低血压的因素。患者头低脚高位是防治 IDH 的急救措施，但也存在一定风险。回顾性分析显示，IDH 患者采取头低脚高位可能引发包括焦虑、烦躁不安、呼吸困难、通气不足、肺不张等不适症状，并能改变通气 / 灌注比例，引起颅内压升高和静脉回流受损，进一步降低心排血量和胃内容物吸收 [22]。由此可见，临床上作为 IDH 的急救措施，应权衡头低脚高位的临床获益和不良反应发生风险，谨慎使用并尽可能缩短其持续时间。

4.2 治疗药物

米多君（midodrine）为选择性肾上腺素 α 受体激动剂，原型药物无活性，口服吸收后在血液中转化为具有活性的脱甘氨酸米多君，后者直接作用于突触后，具有血管张力调节功能，可增加外周动静脉阻力，促进血液回流，增加心输出量，使血容量保持稳定，改善循环容量不足引起的症状，可用于 IDH 的治疗。米多君最常见的不良反应包括仰卧位高血压和尿潴留。因此，考虑到米多君的作用机制，临床上应当谨慎使用。米多君的禁忌证有：①急性肾脏疾病 / 尿潴留；②对米多君的过敏反应；③嗜铬细胞瘤；④严重的器质性心脏病或充血性心力衰竭；⑤仰卧位高血压；⑥甲状腺毒症 [23]。国外一项研究评估了米多君对 IDH 患者的疗效和安全性，该研究纳入了 13 例反复出现 IDH 的透析患者，透析前口服米多君 10 mg，监测患者透析前血压、透析中最低血压与透析后血压，观察时间为 8 个月，结果显示，治疗后患者的血压及低血压相关症状均较治疗前有显著改善，并未出现不良反应，该研究提示，米多君治疗 IDH 有效且安全，并可长期获益 [24]。

舍曲林（sertraline）为选择性 5- 羟色胺再摄取抑制剂，能改善神经心源性晕厥及迟发自主性低血压，其对预防 IDH 的发生可能有效。一项研究舍曲林治疗 IDH 的随机临床交叉试验显示，舍曲林治疗组与对照组相比，透析时与透析后的舒张压和收缩压均有所提高，但其对 IDH 的改善仅适用于非糖尿病患者 [25]。

多巴胺是一种神经传导物质，可帮助细胞传送神经冲动，在透析过程中经肝素泵同步注入低剂量的多巴胺可用于预防透析低血压，其原因可能是多巴胺可兴奋 β 受体，增强心肌收缩力，收缩外周容量血管，降低心肌前负荷的作用有关。研究观察 8 例持续性 IDH 患者在透析期间接受静脉注射多巴胺治疗后的血压变化，结果显示，整个血液透析期间，静脉内输注多巴胺后，患者透析过程中最低血压以及透析后血压均有改善，并未观察到明显不良反应 [26]。

其他治疗药物还包括腺苷和左旋肉毒碱等。腺苷是内源性血管扩张剂，透析过程中大量腺苷的分泌，可能是部分透析患者发生 IDH 的原因，因此，给予腺苷受体拮抗剂可降低 IDH 发生率 [27]。透析患者普遍存在体内肉毒碱缺乏，透析后给予左旋肉毒碱可改善患者的血管平滑肌功能，减少 IDH 的发生 [28]。此外，血管加压素、麻黄素、醋酸氟氢可的松及咖啡因等药物也可用于治疗与预防 IDH，但仍需大量临床研究进一步证实其对 IDH 的防治作用。

5 结语

IDH 是维持性血液透析患者常见的并发症之一，可直接导致透析不充分和多种合并症如心梗、脑梗等发生，严重影响患者生活质量，增加透析患者死亡率。IDH 是多种因素共同参与的结果，需采取综合性预防与治疗措施以降低 IDH 发生，预防 IDH 的关键是维持血容量稳定以及提高机体心血管系统的反应性。应遵循预防为主、早期发现、及时治疗和快速扩容的防治原则。

参考文献：

[1] Palmer BF, Henrich WL. Recent advances in the prevention and management of intradialytic hypotension[J]. J Am Soc Nephrol, 2008, 19(1): 8-11.

[2] Chang TI, Paik J, Greene T, *et al.* Intradialytic hypotension and vascular access thrombosis[J]. J Am Soc Nephrol, 2011, 22(8): 1526-1533.

[3] Workgroup KD. KDOQI clinical practice guidelines for cardiovascular disease in dialysis patients[J]. Am J Kidney Dis, 2005, 45(3): 1-153.

[4] Kooman J, Basci A, Pizzarelli F, *et al*. EBPG guideline on haemodynamic instability[J]. Nephrol Dial Transplant, 2007, 22(Suppl 2): i22- i44.

[5] Meredith DJ, Pugh CW, Sheera S, *et al*. The relationship between symptoms and blood pressure during maintenance hemodialysis[J]. Hemodial Int, 2015, 19(4): 543-552.

[6] Flythe JE, Xue H, Lynch KE, *et al.* Association of mortality risk with various definitions of intradialytic hypotension[J]. J Am Soc Nephrol, 2015, 26(3): 724-734.

[7] Pirkle JL, Comeau ME, Langefeld CD, *et al.* Effects of weight-based ultrafiltration rate limits on intradialytic hypotension in hemodialysis[J]. Hemodial Int, 2017, doi: 10.1111/hdi.12578.

[8] Flythe JE, Kimmel SE, Brunelli SM. Rapid fluid removal during dialysis is associated with cardiovascular morbidity and mortality[J]. Kidney Int Suppl, 2011, 79(2): 250-257.

[9] Mc CFR, Brunelli SM, Waikar SS. Dialysis dose and intradialytic hypotension: results from the HEMO study[J]. Am J Nephrol, 2013, 38(5): 388-396.

[10] Chang YM, Shiao CC, Chang KC, *et al.* Heart rate variability is an indicator for intradialytic hypotension among chronic hemodialysis patients[J]. Nephron Exp Nephrol, 2016, 20(4): 1-10.

[11] Paoletti E, Bellino D, Cassottana P, *et al.* Left ventricular hypertrophy in nondiabetic predialysis CKD[J]. Am J Kidney Dis, 2005, 46(2): 320-327.

[12] Chao C, Huang J, Yen C. Intradialytic hypotension and cardiac remodeling: a vicious cycle[J]. Biomed Res Int, 2015, 2015: 724147. doi: 10.1155/2015/724147.

[13] Ettema EM, Zittema D, Kuipers J, *et al*. Dialysis hypotension: a role for inadequate increase in arginine vasopressin levels? a systematic literature review and meta-analysis[J]. Am J Nephrol, 2014, 9(2): 100-109.

[14] Armengol NE, Cases AA, Bono IM, *et al.* Vasoactive hormones in uraemic patients with chronic hypotension[J]. Nephrol Dial Transplant, 1997, 2(2): 321-324.

[15] Borzou SR, Mahdipour F, Oshvandi K, *et al*. Effect of mealtime during hemodialysis on patients' complications[J]. J Caring Sci, 2016, 5(4): 277-286.

[16] Colì L, Ursino M, Donati G, *et al*. Clinical application of sodium profiling in the treatment of intradialytic hypotension[J]. Int J Artif Organs, 2003, 26(8): 715-722.

[17] 李丽娜, 张玉保, 徐岩. 可调钠联合不同超滤模式在预防透析中低血压中的应用[J]. 中国血液净化, 2012, 11(12): 656-660.

[18] Mustafa RA, Bdair F, Akl EA, *et al.* Effect of lowering the dialysate temperature in chronic hemodialysis: a systematic review and meta-analysis[J]. Clin J Am Soc Nephrol, 2016, 11(3): 442-457.

[19] Gabrielli D, Krystal B, Katzarski K, *et al*. Improved intradialytic stability during haemodialysis with blood volume-controlled ultrafiltration[J]. J Nephrol, 2009, 22(2): 232-240.

[20] Nesrallah GE, Suri RS, Guyatt G, *et al*. Biofeedback dialysis for hypotension and hypervolemia: a systematic review and meta-analysis[J]. Nephrol Dial Transplant, 2013, 28(1): 182-191.

[21] Agarwal R. How can we prevent intradialytic hypotension?[J]. Curr Opin Nephrol Hypertens, 2012, 21(6): 593-599.

[22] Cynthia F, Daniel FB, Patricia A. Trendelenburg position, hypotension, and hemodialysis[J]. Nephrol Nurs J, 2012, 39(2): 162-162.

[23] House AA. Are there any contraindications to using midodrine for intradialytic hypotension?[J]. Semin Dial, 2011, 24(4): 402-403.

[24] Perazella MA. Midodrine : a new therapy for intradialytic hypotension[J]. Semin Dial, 2010, 10(5): 245-247.

[25] Razeghi E, Dashtikhavidaki S, Nassiri S, *et al.* A randomized crossover clinical trial of sertraline for intradialytic hypotension[J]. Iran J Kidney Dis, 2015, 9(4): 323-330.

[26] Chiu WY, Chang HR, Lin ZZ, *et al*. Intradialytic dopamine therapy in maintenance hemodialysis patients with persistent hypotension[J]. Acta Neurol Belg, 2007, 21(1): 22-29.

[27] Imai E, Fujii M, Kohno Y, *et al*. Adenosine A1 receptor antagonist improves intradialytic hypotension[J]. Kidney Int Suppl, 2006, 69(5): 877-883.

[28] Lynch KE, Feldman HI, Berlin JA, *et al.* Effects of *L*-carnitine on dialysis-related hypotension and muscle cramps: a meta-analysis[J]. Am J Kidney Dis, 2008, 52(5): 962-971.

（责任编辑：雷　玲）