

· 标准与讨论 ·

血液透析中低血压防治专家共识(2022)

中国医药教育协会肾病与血液净化专业委员会血液透析低血压防治专家组

通信作者:李文歌,中日友好医院肾病科,北京,100029, Email:wenge_lee2002@126.com;林洪丽,大连医科大学附属第一医院肾内科,大连,116011, Email:linhongli@vip.163.com

【摘要】 血液透析中低血压是维持性血液净化患者常见并发症之一,发生机制复杂,预防和治疗亦较为困难,严重影响了透析患者的生存质量和生存率。为提高对血液透析中低血压的认识,规范其诊断与防治,中国医药教育协会肾病与血液净化专业委员会血液透析低血压防治专家组基于目前临床研究结果,经过多次讨论修改,制定了《血液透析中低血压防治专家共识》,内容包括血液透析中低血压发生的机制、诊断标准、临床管理及防治流程。共识形成后计划每5年进行一次修订,并在适当的时机升级为指南。

【关键词】 血液透析; 低血压; 共识

Expert consensus on the prevention and treatment of intradialytic hypotension (2022)

Intradialytic Hypotension Prevention and Treatment Expert Working Group, Renal and Blood Purification Committee, Chinese Medicine Education Society

Corresponding author: Li Wenge, Department of Nephrology, China-Japan Friendship Hospital, Beijing 100029, China, Email: wenge_lee2002@126.com; Lin Hongli, Department of Nephrology, the First Affiliated Hospital of Dalian Medical University, Dalian 116011, China, Email: linhongli@vip.163.com

【Summary】 Intradialytic hypotension (IDH) is a common complication among maintenance hemodialysis patients. It seriously impacts the mortality of maintenance hemodialysis (MHD) patients. There are complicated mechanisms behind, therefore the prevention and treatment of IDH is challenging. To improve the understanding and attention of clinicians towards IDH, to standardize its diagnosis, prevention and treatment, Expert Working Group from Renal and Blood Purification Committee, Chinese Medicine Education Society initiated this consensus based on evidence base approach. After several round table meetings and revision, the consensus which covers the mechanism, diagnosis, clinical management, prevention and treatment of IDH was concluded.

【Key words】 Hemodialysis; Hypotension; Consensus

根据2020年全国血液净化登记系统(Chinese National Renal Data System, CNRDS)报告,我国大陆地区现有维持性血液透析(以下简称血透)患者约63.2万人,且每年新增血透的患者数仍在快速增长之中,其中老年和糖尿病所致的患者日益增多。血透中低血压是血透患者的常见并发症之一,约发

生于20%~30%血透人群^[1],尤其易发于老年和糖尿病所致患者中。血透中低血压,一般指透析中收缩压下降 ≥ 20 mmHg(1 mmHg=0.133 kPa)或平均动脉压下降10 mmHg以上,同时伴有低血压症状^[2]。透析中低血压的发生,严重影响了透析治疗以及透析的充分性,导致心脑血管等重要器官损伤,降低了患

DOI: 10.3760/cma.j.cn112138-20210601-00384

收稿日期 2021-06-01 本文编辑 胡朝晖

引用本文:中国医药教育协会肾病与血液净化专业委员会血液透析低血压防治专家组. 血液透析中低血压防治专家共识(2022)[J]. 中华内科杂志, 2022, 61(3): 269-281. DOI: 10.3760/cma.j.cn112138-20210601-00384.



者的生存质量和中长期生存^[3]。目前国内各血液净化中心医护人员对血透患者常见的透析中低血压发病机制认识仍相对不足,预防和治疗策略缺乏规范的临床标准。为了提高临床医护人员对血透中低血压的认识,规范血透低血压的诊断和防治,改善维持性血透患者的生存质量,中国医药教育协会肾病与血液净化专业委员会专家组基于目前临床研究文献,经过2018年、2019年及2021年三次会议讨论、修改,结合专家的临床诊治经验,制定了血液透析中低血压防治专家共识,共识内容包括血透中低血压发生的机制、诊断标准、临床管理及防治流程。本共识的目标使用者是肾病科医师、血液净化中心医师及与血液净化诊疗和管理相关的专业人员使用。共识推荐意见的应用目标人群为慢性肾功能不全5期、终末期肾脏病(ESRD)进行规律血透治疗的患者。

一、共识形成方法

检索万方数据库、中国生物医学文献数据库、中国知网数据库以及Medline数据库中国内外文献,经过会议以及邮件确认的方式最终定稿。本共识未在国际实践指南注册平台注册。

本共识是国内第一部针对规律血透治疗患者低血压管理的专家共识,力争更好的指导透析中低血压的预防和治疗。因国际和国内对透析低血压预防和治疗的大规模临床研究较少,在后续的共识或指南更新工作中,会纳入更高质量的多中心、较大样本数患者的队列研究来作为制定共识推荐意见的参考。

计划在5年内对本共识的推荐意见进行更新,按照国际指南更新要求的方法进行。

本共识的推荐强度见表1。

二、血透中低血压的流行病学与危险因素

1. 血透中低血压的流行病学:透析中低血压是

血透患者常见的并发症之一,因为其定义尚不统一,所以各个研究中统计的发生频率有所差异,波动在7.5%~69%^[5]。一般认为,透析中低血压的发生频率在20%~30%^[1-2, 6-7]。在我国,根据文献统计,近10年来透析中低血压的发生率波动于19.8%~45.7%^[8-10],而随着患者年龄和透析龄的增加,发生率呈上升趋势。此外,一项Meta分析结果显示,基于美国肾脏基金会肾脏疾病结果质量倡议(KDOQI)的透析中低血压定义,频繁发生透析中低血压的患者比例为5.6%~76.7%;基于透析中最低收缩压<90 mmHg的透析中低血压定义,频繁发生透析中低血压的患者比例为10.1%~75.1%^[11]。

2. 血透中低血压的危险因素^[12]:血透中低血压的危险因素可以归类为无法避免的因素、合并症因素及可控制的因素三个方面。

(1)无法避免的危险因素:包括患者的年龄、性别、透析龄等。一般来讲,随着年龄与透析龄的增长,透析中低血压的发生率随之升高。女性比男性更易发生透析中低血压。

(2)合并症因素:包括糖尿病、心血管疾病、自主神经病变等。有文献报道,2 193例患者的6 579次透析治疗过程中,20.3%的糖尿病患者发生过至少一次的透析中低血压发作,而非糖尿病患者仅有14.9%($P<0.01$)^[13]。频繁发生透析中低血压的患者被证明有更严重的左心室向心性肥厚、透析前低血压及左心室舒张功能障碍^[14-15]。在一些临床试验中发现,作为心脏疾病的标志物,心脏肌钙蛋白^[16]或N末端B型利尿钠肽原(NT-proBNP)的升高^[17]与透析中低血压相关。

(3)可控制的危险因素:包括透析间期体重增长过多、低白蛋白血症、高磷血症、严重贫血、透析前已存在的低血压或高血压、使用降压药物、使用硝酸酯类药物、透析中进食等。一项纳入了

表1 共识推荐强度分级

分级 ^[4]	含义		
	患者	临床医师	政策
1级(强烈推荐):“推荐”	在这种情况下,绝大部分患者均想接受推荐的行动方案,只有小部分患者不接受	大多数患者应该接受推荐的治疗方案	该推荐在大多数情况下均可以作为政策采纳
2级(有条件的推荐/建议):“建议”	在这种情况下,大部分患者想接受建议的行动方案,但亦有相当一部分患者不接受	不同的患者会有不同的选择。每位患者均需要帮助才能做出与其价值观和偏好一致的管理决定	在决定政策之前,该建议可能需要利益相关者进行大量辩论和参与
未分级		建立在临床医学常识的基础上,或者在应用证据不够充分的情况下提供指导意见。证据不足部分的评价,当前描述经过了专家组一致认可	

39 497 例患者的回顾性研究表明,透析间期体重增长 $\geq 3.5\%$ 的群体透析中低血压的相对风险增高^[18]。而在高磷血症的患者中,透析中低血压的相对发生率会提高近 26%(90%CI 1.07~1.47)^[19]。除此之外,透析前高血压和低血压均被证明可能是透析中低血压的危险因素^[9, 11],透析前高血压导致透析中低血压可能与高血压本身和心力衰竭、血管钙化等表现相关^[19]。服用抗高血压药物或硝酸酯类药物、透析过程中进食等^[5]同样与透析中低血压的发生相关,且更容易被临床医师干预。

三、血透中低血压的病理生理基础

1. 正常血压的形成与维持:正常动脉血压的形成取决于三个方面,(1)循环系统内血液的充盈,这是动脉血压形成的前提;(2)心输出量(心输出量=每搏输出量 \times 心率);(3)外周血管阻力,主要指小动脉和微动脉对血流的阻力^[20]。

完整闭合的循环系统中,在正常有效血容量的基础上,左心室收缩射血提供的血流动力与外周血管对血流的阻力在血管内相互作用,导致流动的血液对血管壁产生侧压力。正常生理状态下,人体内对于低血压存在一系列代偿机制。当血压降低后,体内将激活交感神经系统、肾素-血管紧张素-醛固酮系统(RAAS)兴奋,促进血管加压素等血管活性激素释放,以及提高血浆再充盈率;通过促进静脉回流,增加心脏前负荷及心输出量,增加外周血管阻力等方面维持血压的稳定^[21]。健康人一般可耐受 20% 的循环血量下降而不发生低血压。

2. 血透中低血压形成的病理生理基础:维持性血透患者因其特殊的体外循环治疗方式和病理生理状态,低血压的主要原因和影响因素亦与正常生理情况存在一定的差异。对于每周 3 次血透的多数患者,其血压在一个透析间期内呈现 U 型的变化,即血压在透析前最高,随透析过程而下降,于下一个透析间期又逐渐升高。

在一个透析治疗过程中,血压的下降表现为两段性,在治疗的前 25% 时间内快速下降,而后 75% 时间内下降速度趋缓^[22]。一般认为,过多或过快的超滤是透析中低血压发生的最重要原因^[7]。临床上很多患者设置的超滤除水量常常接近于全部的血浆容量,甚至大于全部的血浆容量。这时如果血浆再充盈不足,循环血量减少超过机体的代偿能力,即可能发生低血压。

除此之外,还有一种观点认为透析前期血压的迅速下降与血浆渗透压相对迅速下降和代偿机制

受损有关。血透本身的弥散等机制导致尿素等废物和多余电解质被清除,血浆渗透压下降,进而导致循环血容量的再充盈下降。这个原因或许同样是透析早期低血压的原因之一^[23]。血清尿素氮、肌酐和血糖等溶质水平在血浆渗透压中也起着一定作用。

另一方面,维持性血透患者大多数都存在不同程度的心脏舒缩功能减退,如果透析过程中超滤过快过多,造成循环血容量减少,则不可避免将导致心输出量下降^[6, 21]。除此之外,高龄、糖尿病史、尿毒症毒素蓄积等可能引起自主神经功能障碍,致使压力感受器敏感性降低,诱发透析中低血压的发生^[24]。据统计,在接受维持性透析的患者中,50% 以上存在自主神经功能障碍^[25]。其他可能促使透析中低血压发生的因素还包括:器官缺血期间释放腺苷、内源性血管扩张物质(如一氧化氮)合成增加以及血浆加压素水平过低等^[26]。在某些特殊情况下,患者透析过程中可能出现严重过敏反应、急性冠状动脉综合征、肺栓塞、心包填塞、空气栓塞等急性疾病而导致血压骤降;这种情况较为少见及特殊,故不在本共识中讨论。

维持性血透患者因其自身基础疾病以及规律性接受的特殊治疗方式,透析中低血压的病理生理过程较普通人有所差别,理解这种差别有助于对透析中低血压进行更好的防治。

四、血透中低血压的诊断标准

对于血透中低血压的诊断标准,建议按美国肾脏基金会肾脏疾病结果质量倡议指南与欧洲血液净化最佳实践指南中的定义,即透析中收缩压下降 ≥ 20 mmHg 或平均动脉压下降 10 mmHg 以上,并伴有低血压症状,避免仅按照透析中最低收缩压的绝对值来判定。低血压相关症状包括困倦、嗜睡、叹息、烦躁、头痛、肌肉痉挛、呼吸困难及胸背疼痛、腹痛、恶心呕吐等(未分级)

目前国际上,涉及本专题领域的指南文件有美国肾脏基金会肾脏疾病结果质量倡议、欧洲肾脏协会和欧洲透析与移植协会指南最具权威,而前者在病理生理方面描述更为全面,因此业界描述相关领域多参考上述两文件。美国肾脏基金会肾脏疾病结果质量倡议与欧洲血液净化最佳实践指南^[2, 6]均采用上述定义描述血透中低血压。值得注意的是,在既往各个针对血透中低血压的研究中,研究者采用的定义标准并不完全相同。目前血透中低血压的诊断标准主要有 3 种,第一种以血透中收缩压下

降程度诊断透析中低血压,收缩压下降范围一般为 20~40 mmHg;第二种以透析中最低收缩压诊断透析中低血压,透析中最低收缩压在 90~100 mmHg;第三种标准则强调低血压症状和相关干预措施^[8, 27-28]。

尽管对于血透中低血压的定义没有基于证据的建议,但为了建立一个能够指导临床医师决策并适用于绝大多数临床中心的共识,必须制定统一的透析中低血压定义。考虑到维持性血透患者透析前的血压基线值可能较低,而透析中低血压的存在既要有血压的下降,也要强调需临床干预的症状或体征,因此建议按照美国肾脏基金会肾脏疾病结果质量倡议与欧洲血液净化最佳实践指南的血透中低血压定义来进行诊断。

另外,需特别关注血透中低血压的长期影响,反复发生的血透中低血压对预后的危害更大。偶发的血透中低血压只需要符合上述定义标准即可诊断。而反复发生的血透中低血压,需要至少在 30% 的透析治疗时间中达到上述定义才能够诊断^[27]。

五、血透中低血压的危害

对反复发生血透中低血压的患者,建议持续关注并发症的发生情况,尤其关注心、脑血管功能状况变化以及阶段性评估血管通路状况(未分级)

针对特定患者在透析治疗中发生低血压的频率,其危害也分为短期性危害和长期性危害。短期性危害即透析中低血压的直接后果是影响单次透析的顺利进行,引起患者不适症状,无法完成此次设定的超滤目标和毒素清除,导致此次透析充分性无法达标。

透析中低血压反复发生可能会引起各个器官的血液灌注不足,进而导致动静脉内瘘、残余肾、肠系膜血管及心脑血管等重要器官相应的并发症,甚至增加全因死亡率。这些均是透析中低血压的长期性危害。

血透中低血压对血管通路造成不良影响主要是由于低血压导致外周血管灌注不足,引起血流量下降,导致通路栓塞发生率升高^[29-30]。1 426 例基于血透研究数据分析显示,血透中低血压以及透析前低血压与通路栓塞关联^[29]。肾脏灌注不足可导致残余肾功能丧失过快。在一项包括了 279 例血透患者的前瞻性试验表明,腹膜透析患者的残余肾功能明显高于血透患者,进一步分析发现,在校正其他混杂因素后,血透中低血压与残余肾功能下降独

立相关^[31]。肠系膜血管缺血也是透析中低血压相关的并发症,肠系膜缺血后,肠壁通透性增加,细菌移位入血可能会导致脓毒血症风险升高^[9, 32]。

透析中低血压造成的中枢神经系统灌注不足可引发脑缺血^[33]与额叶萎缩等病理表现^[34]。来自 58 例相关患者 635 例次透析治疗的真实世界研究表明,23.5% 的患者存在不同程度的脑缺血,31.9% 的患者存在症状,如呕吐、眩晕等。并且,平均动脉压每下降 10 mmHg,缺血事件增加 3% ($P < 0.001$);当绝对平均动脉压 < 60 mmHg,则缺血事件发生率明显上升^[35]。

血透中低血压如引起心肌灌注不足则会致 hearts 心肌顿抑^[33]、心室壁节段性运动异常、左心射血分数下降,而这种现象又进一步致使透析中血压难以维持,形成恶性循环,相比无低血压发生的透析患者,心血管因素病死率会显著增加^[18, 36]。

透析中低血压可以影响各个重要器官的灌注,进而引起相应的不良事件和全因死亡率的增加,一系列的大型临床研究也证实了这一点。一项持续 2 年针对 1 244 例透析患者的长期观察证明^[3],透析中低血压与患者长期生存率存在关联,透析中最低血压以及透析后收缩压在非糖尿病患者组均呈现为死亡相关因素;透析中最低收缩压同时还是服用降压药物人群的独立及多因素死亡风险因素。另一项包含了美国 13 个透析中心 1 137 例患者共 44 801 次治疗的前瞻性队列研究随访 1 年余发现,相比透析中低血压发生率 $\leq 35\%$ 的患者,发生率 $> 35\%$ 的患者其病死率、住院率及住院天数均有显著升高^[37]。

除此之外,基于美国大型透析组织 112 013 例患者的观察性研究随访 5 年,得出透析中最低血压与全因死亡率呈 U 型曲线关系的证据,与透析中最低血压在 110~120 mmHg 组比,最低血压 < 90 mmHg 与 > 140 mmHg 组 5 年全因死亡率相对风险分别为 1.57 和 1.25;与透析血压降低 21~30 mmHg 组比,血压降低 < 15 mmHg 及 > 50 mmHg 组死亡率的相对风险分别为 1.31 和 1.32^[38]。我国单中心前瞻性队列研究也得到了血透中低血压增加全因死亡率相对风险的结论^[17]。

六、血透中低血压的预防

1. 评估患者心功能,维持患者心功能状态(1级)

心脏功能是维持血压的重要机制,ESRD 人群的原有心血管疾病以及心血管并发症都使得透析

人群心脏功能受损。其中,心肌收缩功能以及舒张功能的下降都直接关联透析中低血压的发生概率^[39-40];同时,心率是心输出量的重要组成因素,有研究表明,评估心率的稳定性也被证明有助于预测透析中低血压的发生^[41-42],约 1/3 的透析人群存在心功能衰竭的情况^[43]。因此定期评估透析患者的心脏功能并及时予以控制在正常状态会有助于预防透析中低血压的发生。

2. 建议透析当日不服用或减量服用降压药;限制透析中进食;改善患者营养状态;可尝试使用左卡尼丁、盐酸米多君等药物(2级)

许多心血管药物均会影响心肌收缩性、血管紧张度,因此对于易发透析中低血压的人群,在使用时要加以注意。欧洲血液净化最佳实践指南建议,对透析中低血压易发人群透析前慎用抗高血压药物^[6]。但是在临床证据方面缺乏有说服力的研究。澳大利亚和新西兰的一项使用 β 受体阻滞剂对透析中低血压发生率的研究,因未能入组到足够患者数,所获数据试验组略高于对照组,但未获显著性差异^[44]。

透析中饮食会导致胃肠道充血,有效循环血量下降,因此目前多数临床建议控制患者透析中进食^[45-46]。有研究显示,低瘦组织指数(LTI)和高脂肪组织指数(FTI)与透析中低血压发生相关^[47];较低的血清胆固醇水平会降低透析过程中的系统性血管阻力反应性,进而与透析中低血压发生相关^[48]。左卡尼汀被认为可以改善脂质代谢、营养状况和生活质量,建议可用于预防透析中低血压^[49],但目前证据尚待大规模试验进一步证实。现在常见用法是针对好发透析中低血压人群,每次透析后或透析中使用左卡尼汀 10~20 mg/kg,用生理盐水稀释为 5~10 ml 静脉注射^[50]。

盐酸米多君在多项短期试验中证明可以控制血透中低血压^[51-52],但长期试验未能反映其在低血压事件控制的有效性,且有住院率、病死率增高的负面影响^[53-54]。盐酸米多君可以应用在频繁出现血透中低血压现象的患者(低血压出现在 30% 以上的透析治疗中),2.5~5 mg 口服,每日 3 次,透析前一次可以增加至 7.5 mg。

3. 控制透析间期患者体重增长,应以控制钠摄入为先,推荐每日盐摄入<3 g,每次超滤量不超过体重 3%;推荐至少每月评估 1 次患者干体重(1级)

国际血液净化患者管理模式和患者预后研究(DOPPS)证实了透析间期水分摄入及钠摄入与透

析中低血压的关系^[55]。同时,较多的临床研究也证明其与患者病死率相关^[55-58]。DOPPS 研究表明,透析间期体重增加 $\geq 5.7\%$ 与增加 2.5%~3.99% 组比,死亡风险上升到 1.23 倍^[55]。患者透析间期水分及钠摄入的控制,过多的水分和钠的摄入都会导致体内容量增加,以致下次透析超滤目标增加,从而增加透析中低血压的风险。同时,长期液体积聚导致了血压升高以及心脏结构和心功能的变化,其增加了发生透析中低血压的概率。虽然这是业界普遍的认识,但是相关的随机对照试验并不多,而更多的是横断面调查数据。

目前的证据对透析间期体重增长控制区间可以更好地预防透析中低血压的发生没有定论,但是文献支持这个临床策略^[59]。Agarwal^[60]认为透析间期体重增加 $>2\%$ 的人群即应进行容量管理控制;Lai 的研究提示,大体重的透析患者在血透透析滤过治疗模式下,绝对体重增加比值对透析中低血压事件的预测更有意义^[61]。

一项在两个中心、为期 1 年的随机对照临床试验中,对比了精确干预组(生物电阻抗评估液体积聚)与常规干预组(根据临床症状判断液体积聚)对 156 例血透患者左心室质量指数、血压、左心房容积以及动脉硬化情况的影响,研究发现,通过精准干预液体滞留在试验组明显下降,左心室质量指数显著下降,其他指标同样显著性下降^[62]。另外一项为期 2.5 年的单中心随机临床试验显示,通过精准控制透析人群的液体滞留情况,未校正全因死亡风险比,试验组:对照组为 0.100 (95%CI 0.013~0.805, $P=0.03$),同时,试验组患者的液体滞留情况、动脉硬化、收缩压均优于对照组^[63]。2019 年 3 月发表的 DOPPS,来自 273 个中心 10 250 例透析患者的结果显示,拥有一个固定的定期评估干体重的方案较之依赖临床表现来评估干体重,其全因死亡率更低,使用直立位血压评估干体重的患者住院率及心血管病死率更低^[64]。患者干体重的准确评估成为透析中低血压的重要决定因素。KDOQI 建议每次透析后均应做系统的干体重评估^[2]。

4. 建议透析中控制超滤率在 13 ml·kg⁻¹·h⁻¹ 以下,采用超滤程式结合低温透析(35~36.5 °C),可以尝试单纯超滤来降低透析中低血压的发生;不建议提高钠浓度来降低透析中低血压的发生率,如必需使用,不建议设置钠浓度>144 mmol/L 的透析液,且在下机前 1 h 尽量不提高钠浓度;透析液钙浓度设置在不低于 1.5 mmol/L 以预防透析中低血



压(2级)

(1)超滤控制:透析中低血压是超滤引起血管内容量变化导致的失代偿结果之一,因此可以控制这个变化的因素都可能降低透析中低血压的发生。常规血透时发生的容量丢失、毒素清除以及离子浓度变化会导致血浆渗透压下降,血浆有转移至组织间隙的趋势,同样导致了血管内容量的下降^[23, 65]。因此,为了缓解这种叠加的血容量损失,可以采用单纯超滤的方式来去除体内水分,以减少血浆渗透压的变化导致的血管内容量进一步下降^[23];但国内外临床证据未能证明其有效性^[66-67]。不同个体对于超滤的反应是不同的,如伴有糖尿病或已知心脏并发症的透析患者,因此应该谨慎的观察并设置个性化的超滤目标以减少透析中低血压的发生^[68]。超滤程式可以调节超滤速率,影响血容量变化,但是目前的临床证据对其预防透析中低血压的作用尚未统一的指导意见,国外文献对超滤程式基本为阴性结果,国内研究支持和否定的结论均存在^[69-71]。值得注意的是,国内持支持态度的研究均是将超滤程式与其他手段如温度控制结合应用,我国指南未有超滤程式改善透析中低血压的描述,欧洲指南不推荐通过使用超滤程式来预防透析中低血压^[6]。

超滤速度直接影响血管内容量及补充速度,控制超滤速度可以直接降低血透中低血压的风险,因此它既是治疗手段,也是预防手段。研究显示,将透析中超滤速度控制在 $13 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ 以下可以有效降低患者血透中低血压的发生率^[72]。我国一项为期5年的血透中低血压的单中心前瞻性队列研究显示,高超滤率可以使血透中低血压的发生率升高约20%^[17]。

(2)透析液成分和温度:控制透析液成分及温度也是常用预防透析中低血压手段,最常见的是对透析液温度调节、钠离子浓度调节。低温透析指采用低于人体体温的温度来设定透析液。许多临床证据表明,低温透析有助于预防透析中低血压的发生^[73-75]。来自国内的证据大多为低温透析结合可调钠的措施,因此单纯与低温透析相关的国内研究较少。低温透析预防透析中低血压的机制普遍认为是低温使得外周血管收缩保证了回心血量,而内脏血管的收缩也使得内脏血管床容量下降,达到了同样的效果。欧洲指南建议,透析液温度常用的是 $36 \sim 36.5 \text{ }^{\circ}\text{C}$,通常不低于 $35 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ^[2]。与此同时,也有研究质疑低温透析液的效果并建议加以更多临床观

察和个性化实施^[76]。

提升透析液钠浓度可以维持血浆渗透压,保持血管内容量,也可以促进细胞内液体移入细胞外,进一步补充血管内容量,这个是其帮助预防和改善透析中低血压的机制^[6]。但是临床证据并不统一^[77-79],多数相关研究随访期较短且观察例数较少。2019年的DOPPS报道,常规使用透析液钠程式来预防透析中低血压的血液净化中心,患者全因死亡率升高,心血管病死率、心血管事件率升高^[64]。当前欧洲指南已不建议常规采用透析液钠离子调控作为透析中低血压预防手段,其原因是调控范围较难设定,建议调定的钠浓度不超过 144 mmol/L 。一篇有关透析液钠浓度调整的Meta分析提示,阶梯状的浓度调节也许比直线形式的钠浓度策略更加有效^[80]。临床实践中,透析液钠浓度的调整也经常与其他手段如温度或超滤程式结合应用来预防透析中低血压的发生^[81]。提升透析液钠浓度的一个副作用是可能带来钠潴留而产生口渴并导致患者透析间期水摄入增加,对容量控制、血压波动以及下次治疗中的透析中低血压风险带来不良影响^[82-83]。因此,采用改变透析液钠浓度的策略需要谨慎施行^[84]。由于个体基础钠的水平不同,建议个性化透析液钠浓度的设定^[85-86]。许多透析设备具有可选钠浓度调节的选项,基于临床对钠水潴留的顾虑以及临床的需求,也有建议给予“钠平衡程式”以及“钠离子控制”的处置建议^[87-88],即通过机器监控控制,达成治疗中的钠离子输入控制,但是前者只是基于机器本身设定,无人体对照验证,后者临床验证只证明了可以减少对患者体内钠离子水平的影响,尚不能证明完全无影响。同时,因为血浆内白蛋白带负电荷,透析液中的钠离子会因为电性吸引转移入血浆,研究显示,可能因此原因实际透析液钠浓度与处方透析液钠产生了 $\pm 2.5 \text{ mmol/L}$ 的偏离,这将影响目标钠离子平衡的达成^[89-90]。

透析液钙容量蓄积导致的左心室肥大及高磷导致的舒张功能障碍将影响透析患者的体循环回心血量以及心输出量,进而影响透析中血压^[91-94]。通过提升透析液钙浓度,影响透析时心脏舒缩功能,是透析中低血压的有效预防手段,但是基于高钙会加重血管钙化的风险,需要谨慎使用^[95-97]。

5. 建议采用具备持续血压监测及生物反馈机制并能实现自动超滤控制的透析装置来帮助预防、控制透析中低血压的发生;通过红细胞压积监测相对血容量变化的装置可作为预判透析中低血压发



生的参考信息,因血容量变化至血压发生变化还存在其他影响因素,关联关系不易确定,结果需结合临床进行参考(未分级)

血透是基于血液净化设备进行治疗过程,许多治疗目的必须通过透析设备辅助达成。超滤控制是所有透析设备必备的功能,血流速控制、透析液成分控制、温度控制等又是透析机基本功能之一,因此许多现代透析设备上也对血透中低血压预防作了诸多的设计。现代透析设备通过对血压的监测与治疗进行关联,从而达到预防血透中低血压的目的,在临床试验中也观察到了一定疗效。这种结合人体生命体征与治疗超滤控制结合起来的干预方式统称为生物反馈手段。其一是红细胞压积监测为基础的血容量监测,通过监测患者透析中红细胞压积变化,推测容量的减少,从而预判及预防血透中低血压的发生^[98]。针对血容量监测方法,近年来有一些单中心或多中心的临床试验,多为交叉研究或历史对照研究,在临床有效性上,结论并不一致^[99-101]。没有研究表明血容量监测可以影响患者的远期预后。

首先,从血压形成机制而言,容量变化只是决定血压的其中一个因素,透析中超滤发生以后,血容量改变与血压变化之间无绝对必然的关联性^[17-18]。同时,红细胞压积监测在治疗中可能受输液、药物等其他因素影响,而且监测方法需要依赖专用管路以保证测量结果的稳定性。有研究指出,红细胞压积法预测血容量变化,只能反映实际变化的 50%^[102]。2019 年 DOPPS 研究的 IV 期结果显示,采用在线血容量监测的措施,导致了患者的全因住院率升高^[64]。因此此技术的应用和评价建议结合患者多方因素综合进行。

另外一种生物反馈即通过持续的血压测量,掌握患者治疗中血压变化的趋势预判低血压的发生。研究表明,透析患者治疗中血压变化存在固有模式规律,因此,利用这种规律进行透析中低血压的个性化预判是可行的^[22],临床证据也证明了这种干预逻辑的有效性^[103]。最新的监测装置可以实现多次患者透析中血压的大数据采集,利用模糊计算和人工智能,通过形成个性化的超滤-血压变化-干预有效性分析,将低血压预判与超滤调控结合,根据设定超滤目标自动调控超滤量,获得低血压预防及超滤目标达成之间的平衡^[104]。代表性产品如 bioLogic RR 结合患者卡片使用,可以参考患者历史治疗数据,实现个性化的低血压预警以及干预

措施。

6. 对频繁发生透析中低血压或透析中低血压不易纠正的患者,建议考虑更改透析方式,如血液透析滤过或腹膜透析;有条件时考虑延长单次血透治疗时间(2 级)

在透析滤过模式开始得到应用的同时,一些证据显示其对血流动力学带来帮助,减少了血透中低血压^[105-107]。但也有文献得出了无临床改善的结论^[108]。一般认为,对流模式减少透析中低血压事件的主要原理:(1)阻力血管及容量血管的收缩;(2)置换液输入的温度影响^[109]。一篇 2017 年的综述分析了诸多研究中治疗模式与透析中低血压的关联,并指出多数研究存在跟踪期短、入组不足、回顾性研究、单中心数据等等各种缺陷^[110],因此,目前指南并未将血液透析滤过及血液滤过模式作为预防血透中低血压的首选措施。

腹膜透析维持时间长于血透,因此治疗相对更加缓慢,较少引起快速超滤产生的容量下降导致的心肌灌注问题^[111-112]。但是相关研究大多存在入组均一性的情况^[113],所以指南还是将这个选择作为干预无效的一个建议^[64]。

DOPPS II 期研究显示,透析中低血压通常与高超滤率相关,选择长透析治疗时间、低超滤率可降低相对死亡风险。透析时间 >240 min 可降低 19% 的相对死亡风险;透析时间每延长 30 min,则降低 7% 的相对死亡风险。

在对策实施上,本共识建议根据分级次序选择不同措施来预防透析中低血压,见表 2。

七、血透中低血压的治疗

普通透析中发生的低血压可按如下次序进行处理:

表 2 透析中低血压的分级预防措施

预防等级	措施
一级预防	(1)改善患者营养状态; (2)评估患者心功能,必要时给予强心治疗; (3)及时评估和调整干体重; (4)饮食管理(水、钠控制); (5)调整降压药物
二级预防	(1)透析中禁食; (2)采用碳酸氢盐透析; (3)低温透析; (4)根据情况调整透析液离子浓度(钙、镁); (5)控制超滤总量、速度; (6)采用具备生物反馈超滤控制机制的透析设备; (7)延长透析时间及频度
三级预防	(1)左卡尼丁使用; (2)更换为腹膜透析模式

1. 推荐调整患者体位为头低足高位;如低血压仍不能纠正,可考虑抬高下肢(被动抬腿试验),以短时间内增加回心血量(1级)

2. 推荐停止透析超滤,降低体外循环血液流速(1级)

逆转动脉血压下降的应急处置举措可以围绕血压形成机制的影响因素和病理生理学机制展开,包括减少超滤对循环血容量影响,避免有效血容量进一步减少;补充液体容量及改变渗透压,收缩外周血管治疗改变血管容积和液体分布;提升心肌收缩性、增加心输出量等多个方面来维持有效动脉血压。已有相关指南也是主要列举了上述举措^[6]。现有文献报道显示采取这些措施后,大多数患者血压可在短时间内恢复^[92]。简便的透析中低血压发生判定及治疗流程见图 1。

3. 推荐静脉补液 100~200 ml 生理盐水或平衡液(1级);建议必要时可以应用高糖、高渗液体(如甘露醇等),或静脉输注人血白蛋白或其他人工胶体(琥珀酰明胶等)(未分级)

血浆渗透压的恒定是超滤期间维持血压的保护性因素^[114],有研究观察透析中应用甘露醇组和生理盐水组在收缩压绝对值变化方面无明显差异,0.9%氯化钠注射液比较容易获得和快速使用,甘露醇组总体血透中低血压的发生率略低^[115]。5%白蛋白在血透中低血压的预防作用仍需要更多的

临床研究来验证^[116],临床上多应用于血透中低血压的紧急治疗,并且价格较高^[117]。人工胶体注射液是液体复苏中可以选择的治疗药物,但需警惕胶体类溶液相关的安全问题^[118]。故本共识推荐晶体液仍作为首选,必要时应用胶体液,补液顺序采取“先晶后胶”的原则^[119]。直腿抬高试验常作为液体复苏的快速的评估和治疗手段之一,也可以作为透析中低血压发生时的一种治疗选择^[120]。

4. 低血压发生后,推荐每隔 5 min 复测血压,给予心电监测(1级)

5. 建议可以给予吸氧(2级)

6. 在足够的液体输注后,仍存在严重低血压者,建议视情况使用升压药(静脉泵入血管活性药物或正性肌力药物以保证重要器官的灌注)来保障生命体征的平稳及血透治疗的进行(2级)

7. 建议对出现明显低血压相关临床症状的患者,必要时可终止透析治疗(2级)

当低血压发生时,常伴有组织器官的血液灌注急剧减少,氧输送下降;机体虽然可通过神经-内分泌途径进行自我调节,但氧供应的相对不足必然发生,会增加已有心脑血管基础疾病的患者发生急性缺血性卒中和恶性心律失常的概率,故建议及时吸氧和心电监测,适当改善组织、器官的缺氧状态,并实时判定和防治可能发生的心脏事件^[121-123]。针对普通透析过程中发生的低血压,并不主张常规使用

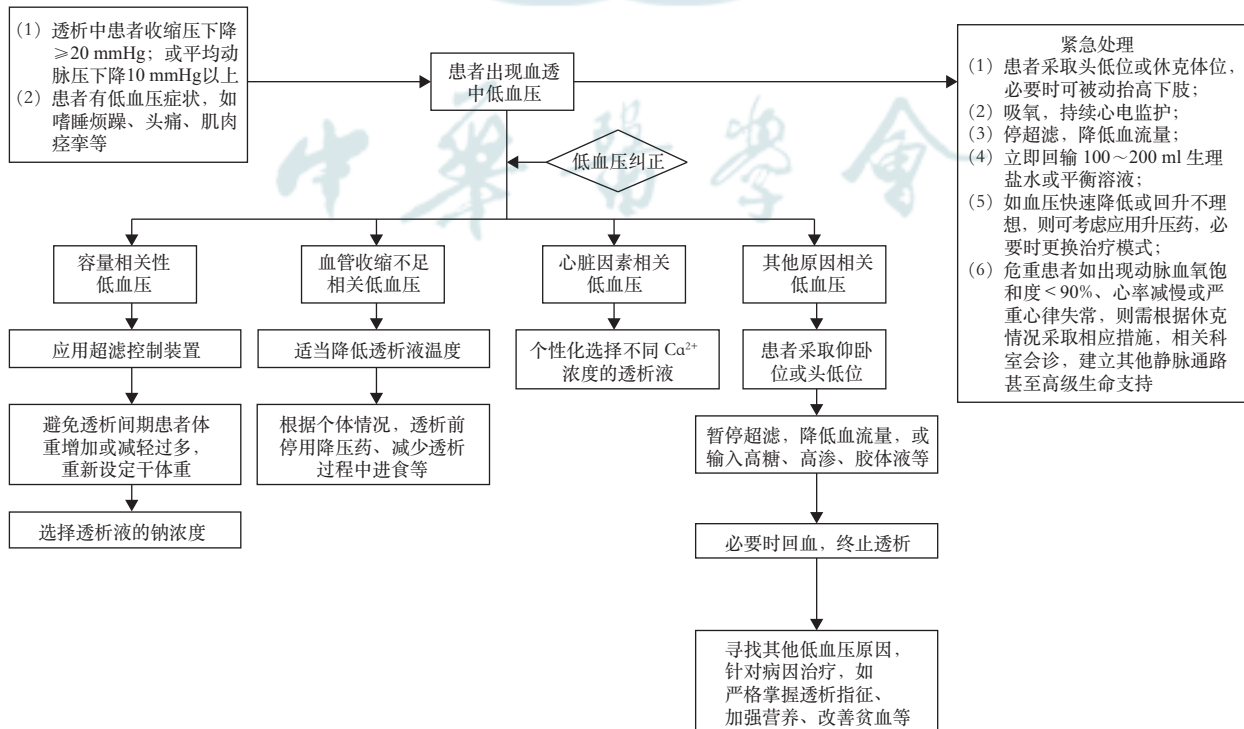


图 1 血透中低血压处理流程

血管活性药物进行治疗,仅在及时终止血液净化治疗后,仍出现危及生命的严重低血压休克时才考虑应用血管活性药物或正性肌力药物,可选择的治疗药物包括去甲肾上腺素、多巴胺、多巴酚丁胺等药物。也有文献报道使用腺苷 A₁受体拮抗剂可以改善血透中低血压的发生^[124-125]。

专家组成员名单(按姓氏汉语拼音排序):

核心专家:李文歌(中日友好医院肾内科);林洪雨(大连医科大学附属第一医院肾内科);蒋更如(上海交通大学医学院附属新华医院肾脏风湿免疫科);陆海涛(中日友好医院肾内科)

讨论及修订专家:丁小强(复旦大学附属中山医院肾内科);郭志勇(海军军医大学附属长海医院肾内科);何强(浙江省人民医院肾脏病科);何娅妮(陆军特色医学中心肾内科);陆晨(新疆医科大学第一附属医院肾内科);李冀军(解放军总医院第四医学中心肾脏病科);伦立德(空军特色医学中心风湿肾内科);刘文虎(北京友谊医院肾内科);毛永辉(北京医院肾内科);邵凤民(河南省人民医院肾内科);孙晶(山东省立医院肾内科);王荣(山东省立医院肾内科);吴广礼(解放军联勤保障部队第九八〇医院肾内科);汪年松(上海交通大学附属第六人民医院肾内科);邢昌赢(南京医科大学第一附属医院肾内科);杨向东(山东大学齐鲁医院肾内科);庄永泽(解放军联勤保障部队第九〇〇医院肾内科);邹洪斌(吉林大学第二医院肾内科);张宏涛(河南省人民医院肾内科)

执笔:陆海涛(中日友好医院肾内科) 王楠(大连医科大学附属第一医院肾内科)

利益冲突 所有作者声明不存在利益冲突

参 考 文 献

- Palmer BF, Henrich WL. Recent advances in the prevention and management of intradialytic hypotension [J]. *J Am Soc Nephrol*, 2008, 19(1): 8-11. DOI: 10.1681/ASN.2007091006.
- DOQI Workgroup. K/DOQI clinical practice guidelines for cardiovascular disease in dialysis patients[J]. *Am J Kidney Dis*, 2005, 45(4 Suppl 3):S1-153.
- Shoji T, Tsubakihara Y, Fujii M, et al. Hemodialysis-associated hypotension as an independent risk factor for two-year mortality in hemodialysis patients [J]. *Kidney Int*, 2004, 66(3): 1212-1220. DOI: 10.1111/j.1523-1755.2004.00812.x.
- Uhlig K, Macleod A, Craig J, et al. Grading evidence and recommendations for clinical practice guidelines in nephrology. A position statement from Kidney Disease: Improving Global Outcomes (KDIGO)[J]. *Kidney Int*, 2006, 70(12):2058-2065. DOI: 10.1038/sj.ki.5001875.
- Gul A, Miskulin D, Harford A, et al. Intradialytic hypotension[J]. *Curr Opin Nephrol Hypertens*, 2016, 25(6):545-550. DOI: 10.1097/MNH.0000000000000271.
- Kooman J, Basci A, Pizzarelli F, et al. EBP guideline on haemodynamic instability[J]. *Nephrol Dial Transplant*, 2007, 22 (Suppl 2): ii22-ii44. DOI: 10.1093/ndt/gfm019.
- Daugirdas JT. Measuring intradialytic hypotension to improve quality of care[J]. *J Am Soc Nephrol*, 2015, 26(3): 512-514. DOI: 10.1681/ASN.2014090860.
- 汪知玉, 陈孜瑾, 蒋钻红, 等. 血液透析患者透析中低血压的发生情况及其与预后的关系[J]. *中华肾脏病杂志*, 2017, 33(7): 495-503. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1001-7097.2017.07.003.
- 余金波, 邹建洲, 刘中华, 等. 维持性血液透析患者透析中低血压的危险因素研究[J]. *中国血液净化*, 2012, 11(4): 189-193. DOI: 10.3760/j.issn.1001-7097.2012.07.003.
- 李锐钊, 梁馨琴, 陈源汉, 等. 超滤速度对终末期糖尿病肾病患者发生透析中低血压的影响[J]. *中国血液净化*, 2011, 10(2):80-82. DOI: 10.3969/j.issn.1671-4091.2011.02.007.
- Kuipers J, Verboom LM, Ipema KJR, et al. The prevalence of intradialytic hypotension in patients on conventional hemodialysis: a systematic review with meta-analysis[J]. *Am J Nephrol*, 2019, 49(6): 497-506. DOI: 10.1159/000500877.
- Chou JA, Kalantar-Zadeh K, Mathew AT. A brief review of intradialytic hypotension with a focus on survival[J]. *Semin Dial*, 2017, 30(6):473-480. DOI: 10.1111/sdi.12627.
- Davenport A, Cox C, Thuraisingham R. Blood pressure control and symptomatic intradialytic hypotension in diabetic haemodialysis patients: a cross-sectional survey [J]. *Nephron Clin Pract*, 2008, 109(2): c65-71. DOI: 10.1159/000139991.
- Chao CT, Huang JW, Yen CJ. Intradialytic hypotension and cardiac remodeling: a vicious cycle[J]. *Biomed Res Int*, 2015, 2015:724147. DOI: 10.1155/2015/724147.
- Rostoker G, Griuncelli M, Loridon C, et al. Left-ventricular diastolic dysfunction as a risk factor for dialytic hypotension[J]. *Cardiology*, 2009, 114(2): 142-149. DOI: 10.1159/000224776.
- Hung SY, Hung YM, Fang HC, et al. Cardiac troponin I and creatine kinase isoenzyme MB in patients with intradialytic hypotension[J]. *Blood Purif*, 2004, 22: 338-343. DOI: 10.1159/000079188.
- Yu J, Liu Z, Shen B, et al. Intradialytic hypotension as an independent risk factor for long-term mortality in maintaining hemodialysis patients: a 5-year follow-up cohort study[J]. *Blood Purif*, 2018, 45(4): 320-326. DOI: 10.1159/000486231.
- Stefánsson BV, Brunelli SM, Cabrera C, et al. Intradialytic hypotension and risk of cardiovascular disease[J]. *Clin J Am Soc Nephrol*, 2014, 9(12):2124-2132. DOI: 10.2215/CJN.02680314.
- Rocha A, Sousa C, Teles P, et al. Frequency of intradialytic hypotensive episodes: old problem, new insights[J]. *J Am Soc Hypertens*, 2015, 9(10):763-768. DOI: 10.1016/j.jash.2015.07.007.
- 朱大年. 生理学[M]. 8版. 北京:人民卫生出版社, 2013.
- Reeves PB, Mc Causland FR. Mechanisms, clinical implications, and treatment of intradialytic hypotension [J]. *Clin J Am Soc Nephrol*, 2018, 13(8): 1297-1303. DOI: 10.2215/CJN.12141017.
- Dinesh K, Kunaparaju S, Cape K, et al. A model of systolic blood pressure during the course of dialysis and clinical factors associated with various blood pressure behaviors



- [] Am J Kidney Dis, 2011, 58(5):794-803. DOI: 10.1053/j.ajkd.2011.05.028.
- [23] Singh AT, Mc Causland FR. Osmolality and blood pressure stability during hemodialysis[J]. *Semin Dial*, 2017, 30(6): 509-517. DOI: 10.1111/sdi.12629.
- [24] Daugirdas JT. Dialysis hypotension: a hemodynamic analysis[J]. *Kidney Int*, 1991, 39(2): 233-246. DOI: 10.1038/ki.1991.28.
- [25] Chan CT, Chertow GM, Daugirdas JT, et al. Effects of daily hemodialysis on heart rate variability: results from the Frequent Hemodialysis Network (FHN) daily trial[J]. *Nephrol Dial Transplant*, 2014, 29: 168-178. DOI: 10.1093/ndt/gft212.
- [26] 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, 39: 100. DOI: 10.1159/000358203.
- [27] 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. DOI: 10.1681/ASN.2014020222.
- [28] Eknoyan G, Beck GJ, Cheung AK, et al. Hemodialysis (HEMO) Study Group: effect of dialysis dose and membrane flux in maintenance hemodialysis[J]. *N Engl J Med*, 2002, 347: 2010-2019. DOI: 10.1056/NEJMoa021583.
- [29] May RE, Himmelfarb J, Yenicesu M, et al. Predictive measures of vascular access thrombosis: a prospective study[J]. *Kidney Int*, 1997, 52(6): 1656-1662. DOI: 10.1038/ki.1997.499.
- [30] Chang TI, Paik J, Greene T, et al. Intradialytic hypotension and vascular access thrombosis[J]. *J Am Soc Nephrol*, 2011, 22(8):1526-1533. DOI: 10.1681/ASN.2010101119.
- [31] Jansen MA, Hart AA, Korevaar JC, et al. Predictors of the rate of decline of residual renal function in incident dialysis patients[J]. *Kidney Int*, 2002, 62(3): 1046-1053. DOI: 10.1046/j.1523-1755.2002.00505.x.
- [32] Ori Y, Chagnac A, Schwartz A, et al. Non-occlusive mesenteric ischemia in chronically dialyzed patients: a disease with multiple risk factors[J]. *Nephron Clin Pract*, 2005, 101: c87-c93. DOI: 10.1159/000086346.
- [33] McIntyre CW, Goldsmith DJ. Ischemic brain injury in hemodialysis patients: which is more dangerous, hypertension or intradialytic hypotension? [J]. *Kidney Int*, 2015, 87(6):1109-1115. DOI: 10.1038/ki.2015.62.
- [34] Mizumasa T, Hirakata H, Yoshimitsu T, et al. Dialysis-related hypotension as a cause of progressive frontal lobe atrophy in chronic hemodialysis patients: a 3-year prospective study[J]. *Nephron Clin Pract*, 2004, 97: c23-c30. DOI: 10.1159/000077592.
- [35] MacEwen C, Sutherland S, Daly J, et al. Relationship between hypotension and cerebral ischemia during hemodialysis[J]. *J Am Soc Nephrol*, 2017, 28(8): 2511-2520. DOI: 10.1681/ASN.2016060704.
- [36] Chao CT, Huang JW, Yen CJ. Intradialytic hypotension and cardiac remodeling: a vicious cycle[J]. *Biomed Res Int*, 2015, 2015:724147. DOI: 10.1155/2015/724147.
- [37] Sands JJ, Usvyat LA, Sullivan T, et al. Intradialytic hypotension: frequency, sources of variation and correlation with clinical outcome[J]. *Hemodial Int*, 2014, 18:415-422. DOI: 10.1111/hdi.12138.
- [38] Chou JA, Streja E, Nguyen DV, et al. Intradialytic hypotension, blood pressure changes and mortality risk in incident hemodialysis patients[J]. *Nephrol Dial Transplant*, 2018, 33(1): 149-159. DOI: 10.1093/ndt/gfx037.
- [39] Foley RN, Parfrey PS, Harnett JD, et al. Clinical and echocardiographic disease in patients starting end-stage renal disease therapy[J]. *Kidney Int*, 1995, 47(1):186-192. DOI: 10.1038/ki.1995.22.
- [40] Wanner C, Amann K, Shoji T. The heart and vascular system in dialysis[J]. *Lancet*, 2016, 388(10041):276-284. DOI: 10.1016/S0140-6736(16)30508-6.
- [41] Park S, Kim WJ, Cho NJ, et al. Predicting intradialytic hypotension using heart rate variability[J]. *Sci Rep*, 2019, 9(1):2574. DOI: 10.1038/s41598-019-39295-y.
- [42] Chang YM, Shiao CC, Chang KC, et al. Heart rate variability is an indicator for intradialytic hypotension among chronic hemodialysis patients[J]. *Clin Exp Nephrol*, 2016, 20(4):650-659. DOI: 10.1007/s10157-015-1189-9.
- [43] Harnett JD, Foley RN, Kent GM, et al. Congestive heart failure in dialysis patients: prevalence, incidence, prognosis and risk factors[J]. *Kidney Int*, 1995, 47(3): 884-890. DOI: 10.1038/ki.1995.132.
- [44] Roberts MA, Pilmore HL, Ierino FL, et al. The β -blocker to lower cardiovascular dialysis events (BLOCADE) feasibility study: a randomized controlled trial[J]. *Am J Kidney Dis*, 2016, 67(6): 902-911. DOI: 10.1053/j.ajkd.2015.10.029.
- [45] 冯婉娜, 谢文, 周凤婵, 等. 禁食对血液透析中发生低血压患者的影响[J]. *中华护理杂志*, 2003, 38(11):859-860.
- [46] Agarwal R, Georgianos P. Feeding during dialysis-risks and uncertainties[J]. *Nephrol Dial Transplant*, 2018, 33(6):917-922. DOI: 10.1093/ndt/gfx195.
- [47] Tian M, Zha Y, Qie S, et al. Association of body composition and intradialytic hypotension in hemodialysis patients[J]. *Blood Purif*, 2020, 49(3): 334-340. DOI: 10.1159/000504245. Epub 2020 Feb 19.
- [48] Matsuo M, Kojima S, Arisato T, et al. Hypocholesterolemia is a risk factor for reduced systemic vascular resistance reactivity during hemodialysis[J]. *Hypertens Res*, 2021, 44(8): 988-995. DOI: 10.1038/s41440-021-00640-2. Epub 2021 Mar 11.
- [49] Ibarra-Sifuentes HR, Del Cueto-Aguilera Á, Gallegos-Arguijo DA, et al. Levocarnitine decreases intradialytic hypotension episodes: a randomized controlled trial[J]. *Ther Apher Dial*, 2017, 21(5):459-464. DOI: 10.1111/1744-9987.12553.
- [50] 杨雪莲, 马云伶, 许娜, 等. 左卡尼丁对维持性血液透析患者低血压和肌肉痉挛的疗效观察[J]. *中国中西医结合肾病杂志*, 2017, 18(3): 253-254. DOI: 10.3969/j.issn.1009-587X.2017.03.023.
- [51] Cruz DN, Mahnensmith RL, Brickel HM, et al. Midodrine and cool dialysate are effective therapies for symptomatic intradialytic hypotension[J]. *Am J Kidney Dis*, 1999, 33: 920-926. DOI: 10.1016/s0272-6386(99)70427-0.
- [52] Prakash S, Garg AX, Heidenheim AP, et al. Midodrine appears to be safe and effective for dialysis-induced hypotension: a systematic review[J]. *Nephrol Dial Transplant*, 2004, 19: 2553-2558. DOI: 10.1093/ndt/gfh420.
- [53] Brunelli SM, Cohen DE, Marlowe G, et al. The impact of



- midodrine on outcomes in patients with intradialytic hypotension[J]. *Am J Nephrol*, 2018, 48: 381-388. DOI: 10.1159/000494806.
- [54] Hammes M, Bakris GL. Intradialytic hypotension: is midodrine the answer? [J]. *Am J Nephrol*, 2018, 48(5): 378-380. DOI: 10.1159/000494805.
- [55] Wong MM, McCullough KP, Bieber BA, et al. Interdialytic weight gain: trends, predictors, and associated outcomes in the international dialysis outcomes and practice patterns study (DOPPS) [J]. *Am J Kidney Dis*, 2017, 69(3): 367-379. DOI: 10.1053/j.ajkd.2016.08.030.
- [56] Foley RN, Herzog CA, Collins AJ, et al. Blood pressure and long-term mortality in United States hemodialysis patients: USRDS waves 3 and 4 study[J]. *Kidney Int*, 2002, 62(5):1784-1790. DOI: 10.1046/j.1523-1755.2002.00636.x.
- [57] Ozkahya M, Ok E, Toz H, et al. Long-term survival rates in haemodialysis patients treated with strict volume control [J]. *Nephrol Dial Transplant*, 2006, 21(12): 3506-3513. DOI: 10.1093/ndt/gfl487.
- [58] Charra B, Chazot C, Jean G, et al. Long, slow dialysis[J]. *Miner Electrolyte Metab*, 1999, 25(4-6): 391-396. DOI: 10.1159/000057480.
- [59] Kanbay M, Ertuglu LA, Afsar B, et al. An update review of intradialytic hypotension: concept, risk factors, clinical implications and management[J]. *Clin Kidney J*, 2020, 13(6):981-993. DOI: 10.1093/ckj/sfaa078.
- [60] Agarwal R. How can we prevent intradialytic hypotension? [J]. *Curr Opin Nephrol Hypertens*, 2012, 21(6):593-599. DOI: 10.1097/MNH.0b013e3283588f3c.
- [61] Lai CT, Wu CJ, Chen HH, et al. Absolute interdialytic weight gain is more important than percent weight gain for intradialytic hypotension in heavy patients[J]. *Nephrology (Carlton)*, 2012, 17(3): 230-236. DOI: 10.1111/j.1440-1797.2011.01542.x.
- [62] Hur E, Usta M, Toz H, et al. Effect of fluid management guided by bioimpedance spectroscopy on cardiovascular parameters in hemodialysis patients: a randomized controlled trial[J]. *Am J Kidney Dis*, 2013, 61(6):957-965. DOI: 10.1053/j.ajkd.2012.12.017.
- [63] Onofriescu M, Hogas S, Voroneanu L, et al. Bioimpedance-guided fluid management in maintenance hemodialysis: a pilot randomized controlled trial[J]. *Am J Kidney Dis*, 2014, 64(1): 111-118. DOI: 10.1053/j.ajkd.2014.01.420.
- [64] Dasgupta I, Thomas GN, Clarke J, et al. Associations between hemodialysis facility practices to manage fluid volume and intradialytic hypotension and patient outcomes[J]. *Clin J Am Soc Nephrol*, 2019, 14(3):385-393. DOI: 10.2215/CJN.08240718.
- [65] Mc Causland FR, Waikar SS. Association of predialysis calculated plasma osmolarity with intradialytic blood pressure decline[J]. *Am J Kidney Dis*, 2015, 66(3): 499-506. DOI: 10.1053/j.ajkd.2015.03.028.
- [66] van der Sande FM, Mulder AW, Hoorntje SJ, et al. The hemodynamic effect of different ultrafiltration rates in patients with cardiac failure and patients without cardiac failure: comparison between isolated ultrafiltration and ultrafiltration with dialysis[J]. *Clin Nephrol*, 1998, 50(5): 301-308.
- [67] 郭黎莉, 金惠敏, 陈敏, 等. 不同透析方法对透析中低血压的预防作用 [J]. *中国血液净化*, 2003, 2(4): 189-191. DOI: 10.3969/j.issn.1671-4091.2003.04.006.
- [68] Campese VM, Tanasescu A. Hypertension in dialysis patients[M]//Henrich WL. Principles and practice of dialysis. 3 ed. Philadelphia: PA, Lippincott Williams & Wilkins, 2004: 227-256.
- [69] Morales-Alvarez R, Martínez-Memije R, Becerra-Luna B, et al. Hemodynamic response to hemodialysis with ultrafiltration rate profiles either gradually decreasing or gradually increasing[J]. *Artif Organs*, 2016, 40(7): 684-691. DOI: 10.1111/aor.12628.
- [70] Abohtyra R, Chait Y, Germain MJ, et al. Individualization of ultrafiltration in hemodialysis[J]. *IEEE Trans Biomed Eng*, 2019, 66(8):2174-2181. DOI: 10.1109/TBME.2018.2884931.
- [71] 卢永申, 胡留春. 血液透析中常用钠程式和超滤程式的临床应用[J]. *中国血液净化*, 2005, 4(1):32-33. DOI: 10.3969/j.issn.1671-4091.2005.01.010.
- [72] Pirkle JL, Comeau ME, Langefeld CD, et al. Effects of weight-based ultrafiltration rate limits on intradialytic hypotension in hemodialysis[J]. *Hemodial Int*, 2018, 22(2):270-278. DOI: 10.1111/hdi.12578.
- [73] Bullen A, Rifkin D, Trzebinska D. Individualized cool dialysate as an effective therapy for intradialytic hypotension and hemodialysis patients' perception[J]. *Ther Apher Dial*, 2019, 23(2): 145-152. DOI: 10.1111/1744-9987.12761.
- [74] Hoeben H, Abu-Alfa AK, Mahnensmith R, et al. Hemodynamics in patients with intradialytic hypotension treated with cool dialysate or midodrine[J]. *Am J Kidney Dis*, 2002, 39(1):102-107. DOI: 10.1053/ajkd.2002.29887.
- [75] 阮晓英, 苟维均, 王万勇. 低温透析在血液透析相关性低血压中的应用体会 [J]. *实用护理杂志*, 2003, 19(6):7. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1672-7088.2003.06.005.
- [76] Larkin JW, Reviriego-Mendoza MM, Usvyat LA, et al. To cool, or too cool: is reducing dialysate temperature the optimal approach to preventing intradialytic hypotension [J]. *Semin Dial*, 2017, 30(6): 501-508. DOI: 10.1111/sdi.12628.
- [77] Acchiardo SR, Hayden AJ. Is Na⁺ modeling necessary in high flux dialysis?[J]. *ASAIO Trans*, 1991, 37:M135-M137.
- [78] Sadowski RH, Allred EN, Jabs K. Sodium modeling ameliorates intradialytic and interdialytic symptoms in young hemodialysis patients[J]. *J Am Soc Nephrol*, 1993, 4:1192-1198. DOI: 10.1681/ASN.V451192.
- [79] Parsons DS, Yuill E, Llapitan M, et al. Sodium modelling and profiled ultrafiltration in conventional haemodialysis [J]. *Nephrology*, 1997, 3: 177-182. DOI: 10.1111/j.1440-1797.1997.tb00212.x.
- [80] Dunne N. A meta-analysis of sodium profiling techniques and the impact on intradialytic hypotension[J]. *Hemodial Int*, 2016, 21:312-322. DOI: 10.1111/hdi.12488.
- [81] Antlanger M, Josten P, Kammer M, et al. Blood volume-monitored regulation of ultrafiltration to decrease the dry weight in fluid-overloaded hemodialysis patients: a randomized controlled trial[J]. *BMC Nephrol*, 2017, 18: 238. DOI: 10.1186/s12882-017-0639-x.
- [82] Barre PE, Brunelle G, Gascon-Barre M. A randomized double blind trial of dialysate sodiums of 145 mEq/L, 150 mEq/L, and 155 mEq/L[J]. *ASAIO Trans*, 1988, 34: 338-341.
- [83] Flythe JE, Mc Causland FR. Dialysate sodium: rationale for evolution over time[J]. *Semin Dial*, 2017, 30: 99-111. DOI:



- 10.1111/sdi.12570.
- [84] Gullapudi VRL, Kazmi I, Selby NM. Techniques to improve intradialytic haemodynamic stability[J]. *Curr Opin Nephrol Hypertens*, 2018, 27(6):413-419. DOI: 10.1097/MNH.0000000000000449.
- [85] de Paula FM, Peixoto AJ, Pinto LV, et al. Clinical consequences of an individualized dialysate sodium prescription in hemodialysis patients[J]. *Kidney Int*, 2004, 66: 1232-1238. DOI: 10.1111/j.1523-1755.2004.00876.x.
- [86] Hanafusa N, Tsuchiya K, Nitta K. Dialysate sodium concentration: the forgotten salt shaker[J]. *Semin Dial*, 2018, 31(6):563-568. DOI: 10.1111/sdi.12749.
- [87] Song JH, Park GH, Lee SY, et al. Effect of sodium balance and the combination of ultrafiltration profile during sodium profiling hemodialysis on the maintenance of the quality of dialysis and sodium and fluid balances[J]. *J Am Soc Nephrol*, 2005, 16(1): 237-246. DOI: 10.1681/ASN.2004070581.
- [88] Ságová M, Wojke R, Maierhofer A, et al. Automated individualization of dialysate sodium concentration reduces intradialytic plasma sodium changes in hemodialysis[J]. *Artif Organs*, 2019, 43(10): 1002-1013. DOI: 10.1111/aor.13463.
- [89] Hecking M, Kainz A, Horl WH, et al. Sodium setpoint and sodium gradient: influence on plasma sodium change and weight gain[J]. *Am J Nephrol*, 2011, 33(1): 39-48. DOI: 10.1159/000322572.
- [90] Raimann JG, Thijssen S, Usvyat LA, et al. Sodium alignment in clinical practice-implementation and implications[J]. *Semin Dial*, 2011, 24(5): 587-592. DOI: 10.1111/j.1525-139X.2011.00973.x.
- [91] Harnett JD, Foley RN, Kent GM, et al. Congestive heart failure in dialysis patients: prevalence, incidence, prognosis and risk factors[J]. *Kidney Int*, 1995, 47(3): 884-890. DOI: 10.1038/ki.1995.132.
- [92] Abdo AS. Diagnosis and management of heart failure in long-term dialysis patients[J]. *Curr Heart Fail Rep*, 2017, 14(5):404-409. DOI: 10.1007/s11897-017-0354-8.
- [93] Sherman RA. Modifying the dialysis prescription to reduce intradialytic hypotension[J]. *Am J Kidney Dis*, 2001, 38(4 Suppl 4): S18-S25. DOI: 10.1053/ajkd.2001.28091.
- [94] van der Sande FM, Cheriex EC, van Kuijk WH, et al. Effect of dialysate calcium concentrations on intradialytic blood pressure course in cardiac-compromised patients[J]. *Am J Kidney Dis*, 1998, 32(1): 125-131. DOI: 10.1053/ajkd.1998.v32.pm9669433.
- [95] Gabutti L, Bianchi G, Soldini D, et al. Haemodynamic consequences of changing bicarbonate and calcium concentrations in haemodialysis fluids[J]. *Nephrol Dial Transplant*, 2009, 24:973-981. DOI: 10.1093/ndt/gfn541.
- [96] Alappan R, Cruz D, Abu-Alfa AK, et al. Treatment of severe intradialytic hypotension with the addition of high dialysate calcium concentration to midodrine and/or cool dialysate[J]. *Am J Kidney Dis*, 2001, 37: 294-299. DOI: 10.1053/ajkd.2001.21292.
- [97] Vareesangthip K, Davenport A. Reducing the risk of intradialytic hypotension by altering the composition of the dialysate[J]. *Hemodial Int*, 2020, 24(3):276-281. DOI: 10.1111/hdi.12840.
- [98] Santoro A, Mancini E, Basile C, et al. Blood volume controlled hemodialysis in hypotension-prone patients: a randomized, multicenter controlled trial[J]. *Kidney International*, 2002, 62: 1034-1045. DOI: 10.1046/j.1523-1755.2002.00511.x.
- [99] du Cheyron D, Lucidarme O, Terzi N, et al. Blood volume-and blood temperature-controlled hemodialysis in critically ill patients: a 6-month, case-matched, open-label study[J]. *Blood Purif*, 2010, 29:245-251. DOI: 10.1159/000266481.
- [100] Gil HW, Bang K, Lee SY, et al. Efficacy of hemocontrol biofeedback system in intradialytic hypotension-prone hemodialysis patients[J]. *J Korean Med Sci*, 2014, 29(6): 805-810. DOI: 10.3346/jkms.2014.29.6.805.
- [101] Leung KCW, Quinn RR, Ravani P, et al. Randomized crossover trial of blood volume monitoring-guided ultrafiltration biofeedback to reduce intradialytic hypotensive episodes with hemodialysis[J]. *Clin J Am Soc Nephrol*, 2017, 12(11): 1831-1840. DOI: 10.2215/CJN.01030117.
- [102] Dasselaaar JJ, Lub-de Hooge MN, Pruijm J, et al. Relative blood volume changes underestimate total blood volume changes during hemodialysis[J]. *Clin J Am Soc Nephrol*, 2007, 2(4): 669-674. DOI: 10.2215/CJN.00880207.
- [103] Bradshaw W, Bennett PN, Ockerby C, et al. Preventing intradialytic hypotension: translating evidence into practice[J]. *Nephrol Nurs J*, 2017, 44(2):131-151.
- [104] Mancini E, Mambelli E, Irpinia M, et al. Prevention of dialysis hypotension episodes using fuzzy logic control system[J]. *Nephrol Dial Transplant*, 2007, 22: 1420-1427. DOI: 10.1093/ndt/gfl799.
- [105] Hampl H, Paepre H, Unger V, et al. Hemodynamics during hemodialysis, sequential ultrafiltration and hemofiltration[J]. *J Dial*, 1979, 3(1): 51-71. DOI: 10.3109/08860227909064912.
- [106] Movilli E, Camerini C, Zein H, et al. A prospective comparison of bicarbonate dialysis, hemodiafiltration, and acetate-free biofiltration in the elderly[J]. *Am J Kidney Dis*, 1996, 27(4): 541-547. DOI: 10.1016/s0272-6386(96)90165-1.
- [107] Locatelli F, Altieri P, Andrulli S, et al. Hemofiltration and hemodiafiltration reduce intradialytic hypotension in ESRD[J]. *J Am Soc Nephrol*, 2010, 21(10):1798-1807. DOI: 10.1681/ASN.2010030280.
- [108] Morena M, Jaussent A, Chalabi L, et al. Treatment tolerance and patient-reported outcomes favor online hemodiafiltration compared to high-flux hemodialysis in the elderly[J]. *Kidney Int*, 2017, 91(6): 1495-1509. DOI: 10.1016/j.kint.2017.01.013.
- [109] Fox SD, Henderson LW. Cardiovascular response during hemodialysis and hemofiltration: thermal, membrane, and catecholamine influences[J]. *Blood Purif*, 1993, 11(4): 224-236. DOI: 10.1159/000170119.
- [110] Patel S, Raimann JG, Kotanko P. The impact of dialysis modality and membrane characteristics on intradialytic hypotension[J]. *Semin Dial*, 2017, 30(6): 518-531. DOI: 10.1111/sdi.12636.
- [111] Selby NM, McIntyre CW. The acute cardiac effects of dialysis[J]. *Semin Dial*, 2007, 20(3): 220-228. DOI: 10.1111/j.1525-139X.2007.00281.x.
- [112] Selby NM, McIntyre CW. Peritoneal dialysis is not associated with myocardial stunning[J]. *Perit Dial Int*,



- 2011, 31(1):27-33. DOI: 10.3747/pdi.2010.00007.
- [113] Selby NM, Kazmi I. Peritoneal dialysis has optimal intradialytic hemodynamics and preserves residual renal function: why isn't it better than hemodialysis? [J]. *Semin Dial*, 2019, 32(1):3-8. DOI: 10.1111/sdi.12752.
- [114] Henrich WL, Woodard TD, Blachley JD, et al. Role of osmolality in blood pressure stability after dialysis and ultrafiltration[J]. *Kidney Int*, 1980, 18(4): 480-488. DOI: 10.1038/ki.1980.161.
- [115] Mc Causland FR, Claggett B, Sabbisetti VS, et al. Hypertonic mannitol for the prevention of intradialytic hypotension: a randomized controlled trial[J]. *Am J Kidney Dis*, 2019, 74(4): 483-490. DOI: 10.1053/j.ajkd.2019.03.415.
- [116] Knoll GA, Grabowski JA, Dervin GF, et al. A randomized, controlled trial of albumin versus saline for the treatment of intradialytic hypotension[J]. *J Am Soc Nephrol*, 2004, 15(2): 487-492. DOI: 10.1097/01.asn.0000108971.98071.f2.
- [117] Macedo E, Karl B, Lee E, et al. A randomized trial of albumin infusion to prevent intradialytic hypotension in hospitalized hypoalbuminemic patients[J]. *Crit Care*, 2021, 25(1):18. DOI: 10.1186/s13054-020-03441-0.
- [118] 中华医学会重症医学分会. 低血容量休克复苏指南(2007) [J]. *中华实用外科学杂志*, 2007, 27(8):581-587.
- [119] 中国医师协会急诊医师分会. 急性循环衰竭中国急诊临床实践专家共识 [J]. *中国急救医学*, 2016, 36(1):1-8. DOI: 10.3969/j.issn.1002-1949.2016.01.001.
- [120] Cavallaro F, Sandroni C, Marano C, et al. Diagnostic accuracy of passive leg raising for prediction of fluid responsiveness in adults: systematic review and metaanalysis of clinical studies[J]. *Intensive Care Med*, 2010, 36(9):1475-1483. DOI: 10.1007/s00134-010-1929-y.
- [121] Nette RW, van den Dorpel MA, Krepel HP, et al. Hypotension during hemodialysis results from an impairment of arteriolar tone and left ventricular function [J]. *Clin Nephrol*, 2005, 63:276. DOI: 10.5414/cnp63276.
- [122] Poldermans D, Man in 't Veld AJ, Rambaldi R, et al. Cardiac evaluation in hypotension-prone and hypotension-resistant hemodialysis patients[J]. *Kidney Int*, 1999, 56: 1905. DOI: 10.1046/j.1523-1755.1999.00737.x.
- [123] Kolb J, Kitzler TM, Tauber T, et al. Proto-dialytic cardiac function relates to intra-dialytic morbid events[J]. *Nephrol Dial Transplant*, 2011, 26:1645. DOI: 10.1093/ndt/gfq599.
- [124] Imai E, Fujii M, Kohno Y, et al. Adenosine A1 receptor antagonist improves intradialytic hypotension[J]. *Kidney Int*, 2006, 69(5):877-883. DOI: 10.1038/sj.ki.5000088.
- [125] Reinhart K, Perner A, Sprung CL, et al. Consensus statement of the ESICM task force on colloid volume therapy in critically ill patients[J]. *Intensive Care Med*, 2012, 38:368-383. DOI: 10.1007/s00134-012-2472-9.

· 读者·作者·编者·

新闻报道中的部分禁用词

1. 对有身体残疾的人士不使用“残废人”“瞎子”“聋子”“傻子”“弱智”等蔑称,而应使用“残疾人”“盲人”“聋人”“智力障碍者”等词语。

2. 报道各种事实特别是产品、商品时不使用“最佳”“最好”“最著名”等具有强烈评价色彩的词语。

3. 医药报道中不得含有“疗效最佳”“根治”“安全预防”“安全无副作用”等词语,药品报道中不得含有“药到病除”“无效退款”“保险公司保险”“最新技术”“最先进制法”“药之王”“国家级新药”等词语。

4. 对各民族,不得使用旧社会流传的带有污蔑性的称呼。不能使用“回回”“蛮子”等,而应使用“回族”等。也不能随意使用简称,如“蒙古族”不能简称为“蒙族”,“维吾尔族”不能简称为“维族”等。

5. “穆斯林”是伊斯兰教信徒的通称,不能把宗教和民族混为一谈。不能说“回族就是伊斯兰教”“伊斯兰教就是回族”。报道中遇到“阿拉伯人”等提法,不要改称“穆斯林”。

6. 香港、澳门是中国的特别行政区,台湾是中国的一个省。在任何文字、地图、图表中都要特别注意不要将其称作“国家”。尤其是多个国家和地区名称连用时,应格外注意不要漏写“国家(和地区)”字样。不得将海峡两岸和香港并称为“两岸三地”。

7. “台湾”与“祖国大陆”或“大陆”为对应概念,“香港、澳门”与“内地”为对应概念,不得弄混。不得将台湾、香港、澳门与中国并列提及,如“中台”“中港”“中澳”等。可以使用“内地与香港”“大陆与台湾”或“京港”“沪港”“闽台”等。

[摘编自《编辑学报》2011,23(4):334]