

# 含糖透析液对合并糖尿病的维持性血液透析患者血糖、血压和心率变异性的影响\*

蹇丽君<sup>1,2,3</sup> 张凌<sup>1,2</sup> 关明镜<sup>1,2</sup> 综述 苟慎菊<sup>1,2</sup> 审校

(1. 四川大学华西医院肾脏内科·肾病研究所, 四川 成都 610041;

2. 肾脏疾病国家重点实验室·国家慢性肾病临床医学研究中心·解放军总医院第一医学中心肾脏病医学部, 北京 100853;

3. 四川大学华西医院金堂医院·金堂县第一人民医院肾脏内科, 四川 成都 610400)

**【摘要】** 目前研究提示含糖透析液可有效稳定血糖水平, 显著减少透析低血糖事件发生, 同时有助于稳定血压和改善心率变异性, 对心脑血管风险较高的糖尿病患者尤为重要。这些发现揭示了含糖透析液在提升糖尿病患者透析治疗质量中的潜在价值。然而, 针对其长期应用的安全性和有效性, 仍需进一步的研究探讨。本文就含糖透析液对合并糖尿病的维持性血液透析患者在透析期间对血糖、血压及心率变异性的影响进行综述, 旨在探究含糖透析液在糖尿病维持血液透析治疗中的临床应用价值, 为临床决策提供科学依据及研究方向。

**【关键词】** 含糖透析液; 糖尿病维持性血液透析; 血糖; 血压; 心率变异性

**【中图分类号】** R587.2 **【文献标志码】** A **DOI:**10. 3969/j. issn. 1672-3511. 2024. 07. 028

## Effect of sugar-containing dialysate on blood glucose, blood pressure and heart rate variability in maintenance hemodialysis patients with diabetes

JIAN Lijun<sup>1,2,3</sup>, ZHANG Ling<sup>1,2</sup>, GUAN Mingjing<sup>1,2</sup> reviewing GOU Shenju<sup>1,2</sup> checking

(1. Department of Nephrology, Institute of Nephrology, West China Hospital, Sichuan University, Chengdu 610041, China;

2. Department of Nephrology, State Key Laboratory of Kidney Disease, National Clinical Research Center for Chronic Kidney Disease, PLA General Hospital, Beijing 100853, China;

3. Department of Nephrology, Jintang Hospital, West China Hospital, Sichuan University, The First People's Hospital of Jintang County, Chengdu 610400, China)

**【Abstract】** Current studies suggest that sugar-containing dialysate can effectively stabilize blood glucose levels, significantly reduce the occurrence of hypoglycemic events on dialysis, and help to stabilize blood pressure and improve heart rate variability, which is particularly important for diabetic patients with high cardiovascular and cerebrovascular risk. These findings reveal the potential value of sugar-containing dialysate in improving the quality of dialysis treatment in diabetic patients. However, further research is still needed to explore the safety and effectiveness of its long-term application. This paper reviews the effect of sugar-containing dialysate on blood glucose, blood pressure and heart rate variability during dialysis in maintenance hemodialysis patients with diabetes, aiming to explore the clinical application value of sugar-containing dialysate in the treatment of diabetes maintenance hemodialysis, and this review provides a scientific basis and research direction for clinical decision-making.

**【Key words】** Sugar-containing dialysate; Diabetes maintenance hemodialysis; Blood glucose; Blood pressure; Heart rate variability

基金项目: 四川省科技计划项目(2020YFG0105, 2021YJ0219)

通讯作者: 张凌, 主任医师, 博士生导师, E-mail: zhanglingzy@163.com

引用本文: 蹇丽君, 张凌, 关明镜, 等. 含糖透析液对合并糖尿病的维持性血液透析患者血糖、血压和心率变异性的影响[J]. 西部医学, 2024, 36(5): 776-780. DOI: 10. 3969/j. issn. 1672-3511. 2024. 05. 028

根据 2021 年国际糖尿病联盟报告, 全球成年糖尿病患者数量达到 5.37 亿, 其中中国占 1.4 亿<sup>[1]</sup>。2022 年《中国糖尿病地图》显示, 自 1979 年以来中国 2 型糖尿病患病率呈持续增长趋势。这种高患病率给患者家庭及医保系统带来沉重的经济负担<sup>[2]</sup>。与此同时, 在中国糖尿病知晓率、治疗率和控制率低, 导致严重的并发症, 尤其是糖尿病肾病(Diabetic kidney disease, DKD)。2 型糖尿病是发达国家和发展中国家慢性肾病

(Chronic kidney disease, CKD) 和终末期肾病 (End-stage kidney disease, ESKD) 的主要原因之一<sup>[3]</sup>, 其导致的终末期肾脏病患者逐年增加, 治疗难度大, 死亡率高。而维持性血液透析 (Maintenance hemodialysis, MHD) 作为糖尿病肾病终末期治疗的主要治疗方法之一, 在透析过程中常见低血糖、低血压及心率变异等并发症。含糖透析液可通过稳定血糖水平和血压、改善心率变异性, 减少透析中的低血糖事件, 因此引起了广泛关注, 而研究含糖透析液对血糖、血压和心率变异性的影响, 对于改进糖尿病肾病患者的治疗策略具有重要意义。

## 1 糖尿病与血液透析

中国 MHD 患者数量庞大, 尽管透析技术不断进步, 但其死亡率和生活质量仍令人担忧。研究发现, DKD 是导致 MHD 患者死亡的主要原因, 且随着透析年龄的增加而增加<sup>[4]</sup>, 合并感染和心脑血管疾病等风险也随之增长。在接受 MHD 的 DKD 患者中, 血液透析引起的低血糖在使用无葡萄糖透析液治疗期间很常见, 这会产生类似于禁食的分解代谢状态, 血糖水平极高和极低与血管和糖尿病并发症及营养不良导致的发病率和死亡率增加有关<sup>[5]</sup>。而 MHD 中低血糖及低血压的发生互为因果, 透析中低血压与低血糖往往同时出现<sup>[6]</sup>, 特别是在老年 ESRD 以及 MHD 的 DKD 患者中, 对患者的生活质量产生严重负面影响, 并可能诱发严重的心血管事件<sup>[7]</sup>, HD 患者死亡的 37.9% 和 HD 患病患者死亡的 42.3% 是由于心血管疾病<sup>[8]</sup>, 心血管疾病死亡归因于心肌梗塞、动脉粥样硬化性心脏病、心律失常、充血性心力衰竭、心肌病、心脏骤停、瓣膜性心脏病、肺水肿、脑血管意外 (包括颅内出血) 或缺血性脑损伤/缺血性脑病的死亡<sup>[9]</sup>。同时血液透析过程中低血糖及低血压发生时, 可诱发自主神经系统激活, 使心脏的交感神经及迷走神经张力发生改变, 使心率变异性 (Heart rate variability HRV) 发生改变<sup>[10-11]</sup>, 诱发心律失常、心室肥厚、心脏衰竭, 严重时甚至诱发心源性猝死等风险。目前大多数透析中心均使用无糖透析液 (Glucose-free dialysate, GFD), 这使得 MHD 中发生低血糖、低血压及心率变异性等风险明显增加, 尤其是在 DKD MHD 患者中。故我们认为无糖透析液的使用, 可能增加 DKD-MHD 患者的死亡风险。预防 MHD 患者在透析过程中出现低血糖、低血压及心率变异性对于降低该人群的发病率和死亡率尤为重要。含糖透析液作为一种新型透析液引起了广泛关注, 目前研究显示它对改善终末期 DKD 患者的血糖、血压和心率变异性有重要作用<sup>[6, 12]</sup>。因此, 对含糖透析液对终末期 DKD-MHD 患者血糖、血压、心率变异性及远期预后的影响的相关研究具有重要意义。

## 2 含糖透析液与血糖变异性

MHD 的终末期 DKD 患者在透析过程中低血糖发生率高达 50.2%<sup>[13]</sup>, DN 患者在血液透析过程中出现低血糖不仅影响患者的残余肾功能、增加认知障碍的风险, 而且还会负面影响血液透析的质量、增加死亡风险<sup>[14]</sup>, 研究发现 19.18% 的患者在开始透析前的 1 年内至少发生过 1 次低血糖, 死亡率和随后的透析后严重低血糖均随着低血糖发作次数的增加而增加, 与没有发生低血糖事件的人相比, 发生过低血糖事件的人死亡风险高出 15%, 随后发生严重低血糖的风险高出 2.3 倍, 那些有

两次或两次以上发作的人, 死亡风险高出 19%, 随后发生严重低血糖的风险高出 3.9 倍<sup>[15]</sup>。同时该文章指出 DN 病程 8~15 年和 16~21 年的血液透析患者发生低血糖的风险分别是 1~4 年患者的 4.5 倍和 5 倍。这就说明 DN 病程越长, 发生血液透析低血糖的风险越高。

低血糖风险增加相关的病因主要包括残肾中糖异生减少、代谢途径紊乱、营养不足、胰岛素清除率降低、葡萄糖流失到透析液中以及血液透析期间葡萄糖扩散到红细胞中<sup>[5]</sup>。无糖透析液因其较佳的保存性和较低的细菌滋生风险被广泛采用, 然而随着 DKD 患者的增加, 患者在透析过程中的葡萄糖消耗量约每小时 5.5g<sup>[16]</sup>, 使用无糖透析液 4 h, 可能丢失 20~30 g 葡萄糖, 大约 40% 的 MHD 患者会出现无症状低血糖 (定义为血清葡萄糖 <4 mmol/L), 在透析的第一年, 16.8% 的糖尿病患者和 6.9% 的非糖尿病血液透析患者出现低血糖<sup>[17]</sup>, 故透析时使用无糖透析液或者低浓度的含糖透析液更容易发生低血糖。透析过程中透析患者的血糖呈逐渐下降趋势, 与透析停止日相比, 透析日的血糖水平波动更大, 特别是从血液透析开始到血液透析后 2 h, 低血糖 (以低于目标血糖范围 (低于 3.9 mmol/L) 的时间表示) 在透析日比透析停止日更常见<sup>[18]</sup>。对于 DKD 患者往往需要使用降糖药物或者注射胰岛素, 在透析前血糖水平控制过低对于 DKD MHD 患者更容易发生低血糖, 虽有相关研究表明空腹血糖水平与全因死亡风险之间存在 J 形关联, 维持性血液透析患者合并糖尿病患者的空腹血糖水平为 80~100 mg/dL 时风险最低<sup>[19]</sup>, 但血糖控制的最佳目标仍不明确, 且 DKD 患者肾功能下降, 口服降糖药物代谢和排出延迟, 肾脏对胰岛素的清除、排泄和灭活能力进行性下降, 都会造成透析过程中发生低血糖风险增加, 而无糖透析液或者低浓度的含糖透析液的使用可能更加加剧了低血糖的发生。研究表明, DKD MHD 患者低血糖的发生还与高龄、低体重指数、病程长、文化程度低、用药依从性差、照顾能力差等因素相关<sup>[20]</sup>。

DKD MHD 患者在透析过程中极易发生低血糖, 而无糖透析液或者低浓度的含糖透析液更容易诱发, 故选用适宜浓度的含糖透析液来减少透析中低血糖的发生至关重要。有文献显示含糖透析液显著减少了低血糖发作以及低血糖发生的强度, 并且能更好控制透析间期的血糖水平和减少血糖的波动<sup>[21]</sup>。对于 DKD MHD 患者含糖透析液的使用并不引起渗透压的升高并导致透析间期口渴、体重增长过多、血压升高、生化发生改变等风险<sup>[22]</sup>。除了使用含糖透析液预防低血糖的发生以外, 应用动态血糖监测系统以密切跟踪患者血糖及糖化血红蛋白的变化<sup>[23]</sup>, 确保透析前血糖水平  $\geq 10$  mmol/L, 同时维持糖化血红蛋白水平 <7%, 制定个体化的胰岛素使用方案、加强饮食指导、加强康复运动训练、健康教育和足部护理等综合干预措施也对减少透析中低血糖的发生至关重要<sup>[24]</sup>。

非 DKD MHD 患者中, 低血糖发生率为 1.1%~14%, 低于 DKD MHD 患者的 50.2%<sup>[25]</sup>, 这一差异主要源于透析过程中血液与透析液间葡萄糖浓度梯度差, 导致血糖迅速降低, 这也进一步验证无糖透析液比含糖透析液患者血糖降低更明显, DKD MHD 患者葡萄糖的丢失量高于非 DKD MHD 患者<sup>[26]</sup>, 故笔者认为在 DKD 及非 DKD MHD 患者中使用含糖透析液,

有助于减少低血糖事件发生。

### 3 含糖透析液与血压变异性

据中国国家肾脏病数据系统报告,我国血液透析新增患者每年显著增长。低血压是血透常见并发症,影响约 20%~30% 的透析人群,尤其在老年和糖尿病尿毒症患者中更为常见<sup>[27]</sup>。透析中低血压(Intradialytic hypotension, IDH)定义为透析中收缩压下降 $\geq 20$  mmHg 或平均动脉压降低 $\geq 10$  mmHg 以上,且伴有低血压症状<sup>[28]</sup>。血液透析中低血压防治专家共识(2022)中指出<sup>[29]</sup>,IDH 严重影响透析的充分性,可导致心脑血管等重要器官损伤,从而降低患者生活质量及中长期生存率。

在 DKD MHD 患者中,低血压发生率为 30.4%<sup>[30]</sup>,IDH 是超滤率、心输出量和小动脉张力之间相互作用的最终结果<sup>[31]</sup>。发生 IDH 的危险因素包括糖尿病、心血管疾病(包括收缩和舒张功能障碍、缺血性心脏病、心律失常和血管钙化)、自主神经功能障碍、营养状况不佳等<sup>[31-32]</sup>。有文献指出,透析前至透析后血压降低超过 30 mmHg 或频繁发生透析中低血压(10 个月内发生超过 10 次),死亡风险显著增加<sup>[33]</sup>。在使用无糖透析液时低血糖多数发生在透析中晚期,低血压则多数发生在透析后期,如果低血糖不及时纠正,可能会导致低血压的发生,研究发现低血糖可导致对低血压的压力反射和交感神经减弱,心脏迷走神经反射降低,加重低血压反应<sup>[34]</sup>。IDH 与心肌梗死、心力衰竭/容量超负荷住院以及心血管和全因死亡率相关<sup>[31]</sup>,有文献显示透析中低血压患者发生心力衰竭占 39.6%、心肌梗塞 24.5%,心血管疾病 8.6%,心房颤动 4.9%,IDH 患者合并有糖尿病则上诉发病率可明显增加<sup>[9]</sup>,但目前未发现发病率增加的具体值。

目前我国大多透析中心使用的是无糖透析液,低血糖与低血压的发生又互为因果,血液透析的过程中对其体内血流动力学会有一定的干扰作用,使得外周血管阻力下降,降低了应激能力<sup>[6]</sup>,从而造成患者血压难以维持稳定,特别是在 DKD MHD 患者中。有研究指出含糖透析液的个体化联合应用,对于 MHD 患者预防和控制 IDH 的发生、改善症状、提高干体重达标安全有效<sup>[35]</sup>,同时含糖透析液在 DKD MHD 患者中有升高血糖,减少心率变异性,改善自主神经系统功能失调,并抑制交感神经过度兴奋,从而有助于控制血压并提高患者舒适度的作用<sup>[36-38]</sup>。

### 4 含糖透析液与心率变异性

DKD 已成为 ESKD 维持性血液透析的主要原因,并且与心血管事件紧密相关。心血管自主神经病变是糖尿病晚期的严重并发症,易被忽视,心律失常和猝死是 MHD 患者死亡主要原因,自主神经功能障碍与压力反射敏感性降低以及交感神经和副交感神经调节受损等心率变异性有关<sup>[39]</sup>。心率变异性(Heart rate variability HRV)是评估心脏自主神经系统活动有用且安全的工具,对判断心血管预后具有重要价值。

评估 HRV 主要有时域指标[低频谱(LF)、高频谱(HF)]及频域指标(SDNN、PNN50)。在 MHD 患者中 HRV 降低与较高的全因死亡率和心血管死亡率相关,在不同的 HRV 指标中,SDNN 下降和 LF/HF 比值下降被确定为全因死亡的预测因素和心血管死亡的预测因子<sup>[40]</sup>。与血糖水平控制良好的患

者相比,当患者血糖水平控制不佳时,时域和频域 HRV 均较低。此外,心率和呼吸频率随着实时血糖水平的增加而增加,糖尿病患者的血糖水平控制不佳与较低的 HRV 独立相关,表明心脏自主神经功能障碍是由血糖水平升高引起的<sup>[41]</sup>,故接受长期 HD 的 DKD 患者比非 DKD MHD 患者有更高的心血管死亡率。有文献显示,使用含糖透析液时 LF 和 SDNN 指标明显较低,表明交感神经激活水平低,同时与使用无糖透析液比较,无糖透析液更容易引起交感神经兴奋<sup>[36]</sup>。故 DKD MHD 患者使用含糖透析液更能有效减少交感神经兴奋,减少心率变异性。同时透析过程中血流动力学发生改变,可诱发 ANS 激活,可见透析过程中降低血压波动和有效控制血糖尤为重要。

### 5 维持性血液透析与含糖透析液的使用

透析液中使用葡萄糖贯穿在整个 HD 发展史中,早期在透析液中加入葡萄糖,是认为可减少透析失衡,但随着含糖透析液使用浓度的增加,也出现致死性的非酮症性高血糖的报道。且含糖透析液有易于导致细菌滋生、价格高昂、配置困难、不易保存等问题,促使了目前无糖透析液的广泛应用。目前 DKD MHD 发病高,对血糖、血压及心率变异性有严重影响,故含糖透析液又被作为一种新型透析液重新提出来,希望更多的随访及临床实验能够解决目前面临的困难。

无糖透析液的使用可能造成脂肪异常代谢、氧化应激有关的代谢产物增多、心率变异性增高、低血压及低血糖的发生率增加等风险,而含糖透析液的使用不但不会影响脂肪代谢,还可补充能量、减少糖异生发生、减少氨基酸释放、增加内源性神经递质传递、减少低血糖的发生,维持血压稳定及降低低血压的发生率,降低心率变异性,预防心血管事件发生<sup>[42]</sup>。但高浓度的含糖透析液的使用也可能导致高血糖的出现,导致氧化应激和促炎因子活化,如白介素-6 和 C 反应蛋白等这些炎症指标升高可能,故选择适当浓度的含糖透析液在 DKD MHD 患者中至关重要。

不同浓度的含糖透析液对机体的影响不同,低浓度的含糖透析液与无糖透析液相当,而高浓度的含糖透析液可能出现多种严重高血糖并发症<sup>[43]</sup>,选择生理浓度的含糖透析液(5mmol/L 或 5.5mmol/L)可能更有效减少低血糖及低血压的发生对于透析中血糖是否达到生理浓度<sup>[44]</sup>,可以选择采用碘量法检测透析液中葡萄糖含量及旋光仪检测法检测浓缩液 A 液<sup>[45]</sup>,但临床上操作困难。含糖透析液使用的利弊、浓度的选择、浓度的检测、配置保存等情况是值得进一步探究。

### 6 展望

终末期 DKD 及非 DKD MHD 患者发生低血压、低血糖、心率变异性高,机制复杂,心脑血管意外常见,花费昂贵,治疗困难。对于糖尿病所致的终末期 DKD 的发生、发展、演变、治疗及随访等过程需要进一步研究,找到更好的预防及治疗方法。含糖透析液被作为一种新型透析液,其优缺点,机制及后期随访并不清楚,它与无糖透析液各具有不同的优势与劣势,笔者认为不同的患者可以采用个体化的透析液方案,来减少低血压、低血糖及心率变异性的发生。

对于含糖透析液适宜浓度的选择,研究指出适量的透析液

葡萄糖浓度可以防止严重的高血糖和危及生命的低血糖,可减少严重的心血管并发症和糖尿病合并症的发生,使用接近生理浓度的含糖透析液更为合适<sup>[46]</sup>。由于含糖透析液易滋生细菌,建议在使用过程中尽量缩短透析液开封后的储存时间。此外,监测细菌菌落数和内毒素含量是减少含糖透析液可能导致负面影响的有效方法。为避免含糖透析液从配置到使用多个环节,考虑到透析 A 液为强酸性物质,不易滋生细菌,可考虑使用成品含糖透析 A 液。当前,市场上此类产品较少,且缺乏充足的文献支持,这可能成为未来研究的重要方向。

在 HD 对终末期 DKD 患者的血糖、血压及心率变异性问题方面,含糖透析液的使用可以有效降低低血糖、低血压及心率变异性的发生率,且不会影响透析效果及生化指标。这一结果对于改善终末期 DKD 患者的治疗效果具有重要的临床意义。然而,当前研究样本量较小,还需要进一步的大样本多中心研究来验证和深入探究。同时,还可以对不同葡萄糖浓度的含糖透析液进行比较研究,以找到最佳的治疗方案。含糖透析液对非 DKD MHD 患者的血糖和血压的影响也具有积极的作用仍需要更多的样本数据支持。

## 7 结论

综上所述,含糖透析液对终末期 DKD MHD 患者血糖、血压和心率变异性的影响具有积极作用,可以在不影响生化指标的情况下有效减少低血糖和低血压的发生率。但当前研究还存在一些局限性,未来需要更大规模的临床试验或长期跟踪研究,来验证含糖透析液在 DKD 与非 DKD MHD 患者中血压、血糖及心率变异性的影响,以进一步提高疾病管理水平,改善患者的生活质量。

## 【参考文献】

- [1] GREGORY G A, ROBINSON T I, LINKLATER S E, *et al.* Global incidence, prevalence, and mortality of type 1 diabetes in 2021 with projection to 2040: a modelling study[J]. *The Lancet Diabetes & endocrinology*, 2022, 10(10): 741-760.
- [2] SUN H, SAEEDI P, KARURANGA S, *et al.* IDF Diabetes Atlas: Global, regional and country-level diabetes prevalence estimates for 2021 and projections for 2045[J]. *Diabetes research and clinical practice*, 2022, 183: 109119.
- [3] JOHANSEN K L, CHERTOW G M, FOLEY R N, *et al.* US renal data system 2020 annual data report: epidemiology of kidney disease in the United States[J]. *American journal of kidney diseases*, 2021, 77(4): A7-A8.
- [4] NAVANEETHAN S D, ZOUNGAS S, CARAMORI M L, *et al.* Diabetes management in chronic kidney disease: synopsis of the KDIGO 2022 clinical practice guideline update[J]. *Annals of internal medicine*, 2023, 176(3): 381-387.
- [5] ABE M, KALANTAR-ZADEH K. Haemodialysis-induced hypoglycaemia and glycaemic disarrays[J]. *Nature Reviews Nephrology*, 2015, 11(5): 302-313.
- [6] 王天智,刘翠红. 含糖透析液在糖尿病肾病维持性血液透析病人中的应用[J]. *中国妇幼保健研究*, 2016, S1: 272-273.
- [7] OKPA H O, EFFA E E, OPARAH S K, *et al.* Intradialysis blood pressure changes among chronic kidney disease patients on maintenance haemodialysis in a tertiary hospital south-south Nigeria; a 2 year retrospective study[J]. *Pan African Medical Journal*, 2019, 33: 91.
- [8] DATA U R. Report: Atlas of Chronic Kidney Disease and End-Stage Renal Disease in the United States. National Institutes of Health, National Institute of Diabetes and Digestive and Kidney Diseases[J]. Bethesda, 2013; 12: 2.
- [9] MAJOR R W, CHENG M R I, GRANT R A, *et al.* Cardiovascular disease risk factors in chronic kidney disease: A systematic review and meta-analysis[J]. *PLoS one*, 2018, 13(3): e0192895.
- [10] KOENEMAN M, OLDE BEKKINK M, MEIJEL L, *et al.* Effect of hypoglycemia on heart rate variability in people with type 1 diabetes and impaired awareness of hypoglycemia[J]. *Journal of Diabetes Science and Technology*, 2022, 16(5): 1144-1149.
- [11] YALIM Z, DEMIR M E, YALIM S A, *et al.* Investigation of heart rate variability and heart rate turbulence in chronic hypotensive hemodialysis patients[J]. *International Urology and Nephrology*, 2020, 52: 775-782.
- [12] 孙艳君. 含糖透析液对糖尿病透析患者透析低血糖和低血压的影响[J]. *糖尿病新世界*, 2017, 20(15): 37-38.
- [13] LIU J, ZHANG H, DIAO Z, *et al.* Epidemiological analysis of death among patients on maintenance hemodialysis: results from the Beijing blood purification quality Control and Improvement Center[J]. *BMC nephrology*, 2023, 24(1): 236.
- [14] ZHANG R T, LIU Y, LIN K K, *et al.* Development of a clinical automatic calculation of hypoglycemia during hemodialysis risk in patients with diabetic nephropathy[J]. *Diabetology & Metabolic Syndrome*. 2023, 15(1): 199.
- [15] CHU Y W, LIN H M, WANG J J, *et al.* Epidemiology and outcomes of hypoglycemia in patients with advanced diabetic kidney disease on dialysis: A national cohort study[J]. *PLoS one* 2017, 12(3): e0174601.
- [16] BURMEISTER J E, MILTERSTEINER D D A, BURMEISTER B O, *et al.* Risk of hypoglycemia during hemodialysis in diabetic patients is related to lower pre-dialysis glycemia[J]. *Archives of endocrinology and metabolism* 2015, 59: 137-140.
- [17] KANG D H, STREJA E, YOU A S, *et al.* Hypoglycemia and mortality risk in incident hemodialysis patients[J]. *Journal of Renal Nutrition*, 2023; S1051-2276(23)00151-6.
- [18] LI J, ZHANG R, WU Z, *et al.* Blood glucose fluctuation in older adults with diabetes mellitus and end-stage renal disease on maintenance hemodialysis: an observational study[J]. *Diabetes Therapy*, 2022, 13(7): 1353-1365.
- [19] YOON S Y, KIM J S, KO G J, *et al.* Fasting blood glucose and the risk of all-cause mortality in patients with diabetes mellitus undergoing hemodialysis[J]. *Kidney Research and Clinical Practice*, 2024. doi: 10.23876/j.krcp.23.098. Epub ahead of print. PMID: 38325864.
- [20] 张莹. 基于 Logistic 回归模型分析糖尿病肾病维持性血液透析患者发生低血糖的危险因素[J]. *实用中西医结合临床*, 2023, 23(11): 18-20, 38.
- [21] PADMANABHAN A, VELAYUDHAM B, VIJAYKUMAR N, *et al.* Evaluation of glycemic status during the days of hemodialysis using dialysis solutions with and without glucose[J]. *Saudi Journal of Kidney Diseases and Transplantation*, 2018, 29(5): 1021-1027.

- [22] 张宇宇, 黄芸, 王瑛, 等. 含糖透析液对糖尿病肾病血透患者影响因素研究的 Meta 分析[J]. 现代实用医学, 2018, 30(12): 1579-1581, 1717.
- [23] CAVALLARI G, MANCINI E. The nephrologist's role in the collaborative multi-specialist network taking care of patients with diabetes on maintenance hemodialysis: An overview[J]. Journal of Clinical Medicine, 2022, 11(6): 1521.
- [24] 周雨婷, 蔡小霞, 林亚妹, 等. 糖尿病肾病维持性血液透析患者低血糖发生机制及预防研究进展[J]. 医学综述, 2020, 26(6): 1183-1187.
- [25] 史丹阳. 对比分析终末期糖尿病肾病、非糖尿病肾病血液透析患者并发症发生情况[J]. 中国医疗器械信息, 2020, 26(8): 68-69.
- [26] 韩雨, 曲志杰, 封文媛, 等. 维持性血液透析患者透析中血糖变化及低血糖发生情况分析[J]. 中国血液净化, 2023, 22(6): 421-425.
- [27] KUIPERS J, VERBOOM L M, IPEMA K J R, *et al.* The prevalence of intradialytic hypotension in patients on conventional hemodialysis: a systematic review with meta-analysis[J]. American journal of nephrology, 2019, 49(6): 497-506.
- [28] CHEUNG A K, CHANG T I, CUSHMAN W C, *et al.* KDIGO 2021 clinical practice guideline for the management of blood pressure in chronic kidney disease[J]. Kidney International, 2021, 99(3): S1-S87.
- [29] 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.
- [30] SINGH R G, SINGH S, RATHORE S S, *et al.* Spectrum of intradialytic complications during hemodialysis and its management: a single-center experience[J]. Saudi Journal of Kidney Diseases and Transplantation, 2015, 26(1): 168-172.
- [31] KANBAY M, ERTUGLU L A, 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.
- [32] OKOYE O C, SLATER H E, RAJORA N. Prevalence and risk factors of intra-dialytic hypotension: a 5 year retrospective report from a single Nigerian Centre[J]. Pan African Medical Journal, 2017, 28: 62.
- [33] VAN BUREN P N, INRIG J K. Special situations: intradialytic hypertension/chronic hypertension and intradialytic hypotension [C]. Seminars in dialysis, 2017, 30(6): 545-552.
- [34] ADLER GK, BONYHAY I, FAILING H, *et al.* Antecedent hypoglycemia impairs autonomic cardiovascular function: Implications for rigorous glycemic control[J]. Diabetes, 2009, 58: 360-366.
- [35] LIWH, YUMY, HAO C, *et al.* Clinical research on individualized hemodialysis preventing unconventional hypotension in diabetic nephropathy patient[J]. The International Journal of Artificial Organs, 2020, 43(4): 229-233.
- [36] 张守清. 含糖或无糖透析液对糖尿病肾病血液透析患者平均动脉压和心率变异性的影响[J]. 实用心脑血管病杂志, 2014, 22(7): 73-74.
- [37] 陈庆云. 含糖透析液对糖尿病肾病透析患者血压、血糖的影响[J]. 中国实用医药, 2015(8): 105-106.
- [38] 张桂芝, 李寒, 吴胜利, 等. 含糖透析液对非糖尿病透析相关低血压患者血压和舒适状况的影响[J]. 护理管理杂志, 2014, 14(5): 326-328.
- [39] SUDO S Z, MONTAGNOLI T L, ROCHA B D, *et al.* Diabetes-induced cardiac autonomic neuropathy: impact on heart function and prognosis[J]. Biomedicine, 2022, 10(12): 3258.
- [40] YANG L, ZHAO Y, QIAO B, *et al.* Heart rate variability and prognosis in hemodialysis patients: a meta-analysis[J]. Blood Purification, 2021, 50(3): 298-308.
- [41] IM S I, KIM S J, BAE S H, *et al.* Real-time heart rate variability according to ambulatory glucose profile in patients with diabetes mellitus[J]. Frontiers in Cardiovascular Medicine, 2023, 16(10): 1249709.
- [42] 李琴, 郝丽荣. 含糖透析液在血液透析中应用的利与弊[J]. 现代医学, 2018, 46(5): 586-589.
- [43] 曹伟波. 含糖透析液对糖尿病肾病血液透析患者的影响[J]. 中外医疗, 2017, 36(8): 25-27.
- [44] 王天智, 曹义甫, 刘翠红. 三种不同浓度含糖透析液对糖尿病肾病维持性血液透析病人低血糖的影响[J]. 中国妇幼健康研究, 2016, S2: 201-202.
- [45] 柯军, 叶晓燕, 张海悦, 等. 含糖血液透析液中葡萄糖含量检测方法的探讨[J]. 中国医疗器械信息, 2020, 26(23): 23-25.
- [46] LOCATELLI F, LA MILIA V, VIOLO L, *et al.* Optimizing haemodialysate composition[J]. Clinical kidney journal, 2015, 8(5): 580-589.

(收稿日期: 2024-02-11; 编辑: 张翰林)

## (上接第 775 页)

- [21] NAM J G, LEE J M, JOO I, *et al.* Intrahepatic Mass-Forming Cholangiocarcinoma: Relationship Between Computed Tomography Characteristics and Histological Subtypes [J]. Journal of computer assisted tomography, 2018, 42(3): 340-349.
- [22] FUJITA N, ASAYAMA Y, NISHIE A, *et al.* Mass-forming intrahepatic cholangiocarcinoma: Enhancement patterns in the arterial phase of dynamic hepatic CT - Correlation with clinicopathological findings [J]. European radiology, 2017, 27(2): 498-506.
- [23] PARK S, LEE Y, KIM H, *et al.* Subtype Classification of Intrahe-

patic Cholangiocarcinoma Using Liver MR Imaging Features and Its Prognostic Value [J]. Liver cancer, 2022, 11(3): 233-246.

- [24] AISHIMA S, ODA Y. Pathogenesis and classification of intrahepatic cholangiocarcinoma: different characters of perihilar large duct type versus peripheral small duct type [J]. Journal of hepato-biliary-pancreatic sciences, 2015, 22(2): 94-100.
- [25] XIAO Y, ZHOU C, NI X, *et al.* Preoperative subcategorization based on magnetic resonance imaging in intrahepatic cholangiocarcinoma [J]. Cancer imaging : the official publication of the International Cancer Imaging Society, 2023, 23(1): 15.

(收稿日期: 2023-05-11; 修回日期: 2023-12-11; 编辑: 张翰林)