

·综述·

腹膜透析在婴幼儿先天性心脏病手术后的应用



全雪丽 综述 王洁 审校

近年来,随着体外循环、外科治疗技术及围术期监护条件和整体处理水平的提高,越来越多的复杂性先天性心脏病(congenital heart disease, CHD)在婴幼儿期甚至新生儿期得到手术矫治,而液体超负荷及急性肾损伤(acute kidney injury, AKI)是婴幼儿CHD手术后常见的并发症,腹膜透析(peritoneal dialysis, PD)是小儿肾脏替代治疗不可缺少的方法之一^[1],现就PD在婴幼儿先天性心脏病手术后的应用综述如下。

一、概述

1. PD是什么? PD是利用人体腹膜作为半透膜,腹腔作为交换空间,通过弥散和渗透作用,使腹膜毛细血管静水压和腹腔渗透压之间形成压力差进行滤过,从而实现肾功能替代。

2. CHD手术后AKI的发生机制及发生情况。CHD的早期手术干预可使患儿心脏功能尽早恢复,避免延迟治疗导致继发性损伤。由于婴幼儿普遍存在脏器功能不成熟,如肾小球滤过率低、肾调节能力差等生理特点,加上低温体外循环、非搏动性血流灌注及平均动脉压下降,导致肾素、血管紧张素、儿茶酚胺及抗利尿激素分泌,使肾脏血流灌注减少;而术中发生缺血缺氧,炎症介质大量释放,大量灌注库存血都可对肾功能产生巨大冲击,患儿耐受体外循环及手术创伤的能力明显降低,因而容易发生术后早期重要脏器功能障碍,如低心排出量综合征(low cardiac output syndrome, LCOS)、急性肾功能衰竭、急性呼吸窘迫综合征、肝衰竭等^[2-5]。部分婴幼儿选择行姑息性手术,因病变没有得到根治,加之心脏畸形复杂,术后心律失常、血流动力学不稳定等,导致肾灌注不足引起AKI,低龄、复杂型CHD患儿更易发生^[6]。有报道小儿CHD手术后AKI的发生率约8%,也有报道其发生率为30%~45%,一项单中心研究显示婴儿CHD手术后AKI

发生率较高,且与预后不良有关^[7-11]。

3. PD治疗CHD手术后AKI的意义。有研究报道液体超负荷与新生儿器官功能障碍有关,且延迟拔除气管插管,增加死亡率。PD是一种常用的肾脏替代治疗方法,能够有效改善水电解质紊乱,解除液体超负荷,改善心肺功能和促进肾功能恢复,最终达到体液和电解质平衡^[12-15]。目前对于婴幼儿AKI仍以PD作为主要替代治疗方式^[16]。PD是一种安全有效的治疗AKI的方法,也是治疗术后LCOS的手段之一。PD能够改善呼吸力学,改善肺的顺应性。有研究显示CHD手术后发生AKI的患儿,早期行PD治疗可改善预后,有外科医生提出复杂危重心脏手术后应早期预防性应用PD^[10]。在AKI期间,钠和水的潴留会增加心脏前负荷,妨碍术后心脏功能的恢复。长时间少尿或无尿可导致水和电解质平衡紊乱,导致致命性的高钾血症和酸中毒,并且加剧肺水肿,影响肺泡的气体交换,引发呼吸衰竭。及时治疗术后AKI对CHD患儿的预后非常重要^[10]。早期PD治疗是防治AKI的有效措施,可以降低CHD患儿的病死率^[17,18]。术后早期发现潜在AKI迹象,应积极给予PD治疗,从而持续改善患儿血流动力学,减少正性肌力药的使用剂量和时间,有助于术后循环稳定,降低手术死亡率,使患儿早日康复^[19]。有研究表明对于CHD术后发生AKI的患儿,腹膜透析开始的时间直接影响其转归。早期预防性放置腹透管,通过纠正体液、电解质代谢紊乱和酸碱失衡,可降低并发症的发生率和死亡率,阻止AKI和过多血管外液体的滞留^[20,21]。在改善肾脏功能的同时减少炎症介质进一步产生,降低患儿全身炎症水平,最终优化患儿的全身状态^[19]。

二、PD的优势

婴幼儿每公斤体重腹膜面积约为成人的2倍,单位有效滤过面积大,水超滤效果好,利用腹膜透析平衡机体内环境可起到明显的效果。况且婴幼儿没有成人血管硬化所致的腹膜毛细血管改变,其通透性较好,溶质清除率高,滤过效率明显高于成人,因此小儿PD效果更好。

DOI:10.3969/j.issn.1671-6353.2018.10.016

基金项目:郑州市科技计划项目(编号:20150160)

作者单位:郑州市儿童医院外科监护室(河南省郑州市,450018)

通讯作者:王洁, Email: wangjie1965319@163.com

由于婴幼儿心脏手术后早期心功能未完全恢复,血流动力学尚不稳定,血管通路建立难度较大,全身体液量有限,使早期血液透析(hemodialysis, HD)存在困难。此外,与HD相比,PD具有操作简便、无需复杂设备、费用低、安全有效、对血流动力学影响小等优点。PD能给等待肾移植的患儿提供一种耐受良好的肾脏替代治疗,而HD需连续抗凝,不利于术后早期伤口止血和血流动力学稳定^[22]。因此,CHD手术后HD的应用在很大程度上是受限的,PD成为其术后AKI及液体超负荷的治疗首选。

有文献报道PD与HD相比具有以下优势:①无需全身肝素化,对机体凝血功能影响小;②对血流动力学影响小,对LCOS治疗效果好;③有效改善水电解质紊乱,改善尿量,降低血乳酸水平,降低水负荷;④对于低血压、低体重患儿亦可使用^[23];⑤改善心、肺、肾等重要脏器功能^[24,25];⑥长期随访肾脏功能预后良好^[26];⑦费用低廉、成本低,可降低总住院费用;⑧改良PD治疗创伤小,实施方便。

三、PD的原则及方法

1. 目前CHD手术后进行PD的原则。①术后持续少尿(每小时尿量 $<1\text{ mL/kg}$,持续时间 $\geq 3\text{ h}$),经使用利尿及正性肌力药物,联合扩容治疗而无效或无尿者;②组织水肿,大量腹水,经利尿和正性肌力药物治疗仍不能缓解者^[27];③持续高钾血症,血钾 $\geq 5.5\text{ mmol/L}$ 或有持续升高迹象;④体液失衡,但又需要足够的液体量来维持循环,乳酸值不断增高,常规治疗无效;⑤血清肌酐(Cr)、血尿素氮(BUN)进行性增高并出现持续难以纠正的代谢性酸中毒。婴幼儿复杂CHD手术后PD治疗宜早不宜迟,部分患儿可采用预防性腹腔置管,必要时行PD治疗,当出现以上2种情况时即可开始PD治疗,此时可不考虑血尿素氮及肌酐值是否达到透析指标。PD的禁忌证:①腹部手术后1周内;②腹膜炎,尤其坏死性小肠结肠炎;③尚未矫治的腹部畸形,如:脐膨出、膈疝;④已放置脑室至腹腔引流管者。

2. 方法。婴幼儿腹腔容量小,腹水不仅加重心脏负担,而且影响呼吸。选择经皮穿刺、小容量、连续透析方法可避免PD对循环呼吸的影响。首先经皮穿刺常规置入Tenckhoff管,经X线确定头端放入膀胱直肠窝。尾端接三通,一端接透析液输入管,另一端接排出管,透析液采用1.5%~2.5%葡萄糖液(百特透析液),每次透析量按 $10\sim 30\text{ mL/kg}$,进液时间20 min,保留30 min,排出30 min, $q_2\sim q_3\text{ h}$

重复,根据患儿病情适当调整透析间隔时间。通常透析需持续1周左右。透析期间应每日检查肾功能,每4 h复查血气及电解质。

四、并发症及应对措施

CHD术后PD的并发症较少,常见并发症包括出血、腹膜炎、肠穿孔、膀胱穿孔、网膜堵塞、导管周围透析液外漏、导管口感染等^[27,28]。婴儿PD应用可能会出现与导管植入相关的问题,如导管定位不当或导管移位。有学者发现, <1 岁的婴儿腹透管移位发生率较高,由于婴儿的腹壁较薄,可能导致导管脱出,其他潜在的因素包括营养状况差、先天性肾发育不全或阻塞性肾病变、先天性肾病综合征、多囊肾等^[29]。因此PD治疗期间需要加强监测^[28]。

1. 透析液引流不畅。导管堵塞导致机械性梗阻是PD失败的常见原因之一。主要原因为透析管移位、漂浮、扭曲,血凝块、纤维蛋白、大网膜阻管,肠胀气等。预防措施:置管时,予肝素盐水冲管;腹透期间,适当改变患儿体位;使用开塞露刺激肠蠕动;肛管排气改善腹胀;肝素按 2 mg/L 加入透析液中可防止纤维素堵管,堵管时可用肝素盐水反复冲洗,如仍无效,严重堵管时及时更换腹透管。但有研究表明,导管堵塞导致操作次数增多,感染的风险会增加^[6]。

2. 腹膜炎。PD期间腹膜炎主要与透析管道有关,如置管时皮肤和(或)腹膜切口太大或未行双荷包严密缝合,导致透析管周围液体渗漏,操作时因肠胀气损伤肠壁,透析管位置偏移、堵塞,反复更换导管。另外,透析过程不规范,易引起感染。预防感染应严格控制无菌操作,采用简易PD,经皮穿刺,切口小,感染发生率低。PD期间常规行腹水培养,根据培养结果及药敏试验调整抗生素。病情允许时,尽早停用PD,拔除透析导管。另外,与腹膜炎相关的心包腹膜漏发生率很低,但也有报道^[30]。

3. 肠穿孔、肠麻痹。穿孔是指病变肠管穿透肠管壁导致肠内容物溢出至腹腔的过程,继发于术后LCOS,多脏器损害。肠穿孔和(或)肠麻痹是PD少见却很严重的并发症,国内报道不多,国外文献报道其发生率为1%~10%,病死率高达46%~57%,平均确诊时间为10 d。临床上需密切观察腹透液的性状,腹部立位X线片观察膈下游离气体以及肠梗阻情况。肠麻痹肠蠕动减弱也是PD术后不可忽视的并发症,肠麻痹将影响消化系统功能的恢复及患儿的营养状态。

4. 水、电解质平衡失调、血糖紊乱等。婴幼儿PD期间需监测血糖,警惕高血糖症,尤其在应激状态会导致或加重高血糖。因此,PD期间应间断复查血气、电解质、血糖。适当补钾,补钙,维持内环境稳定。随着PD的进行,糖的吸收和酸中毒的纠正,细胞外钾向细胞内转移,血钾下降明显;另外,水清除过多会导致高钠血症。

5. 蛋白质丧失和营养失调。PD患儿营养不良的问题越来越被重视,营养不良是病人预后差的重要预测指标。有报道PD患儿营养不良的发生率达20%~40%。24 h持续PD者,白蛋白丢失较多,造成低蛋白血症,应及时补充白蛋白,防治低蛋白血症。PD治疗的同时应加强患儿的营养管理;补充营养物质,可联合静脉营养支持。

五、结语及展望

PD是婴幼儿CHD术后肾脏替代治疗及去除液体超负荷的重要手段,特别在复杂性先天性心脏病中应用更多。但哪些患儿更适用这种治疗,治疗开始时机、持续时间、透析液的浓度、管道的选择等问题,尚有待于多中心试验研究来确定,包括收集大量具有这些特征的PD患儿,以获得重要的临床信息,进而推进婴幼儿CHD手术后透析技术更加快速向前发展。

参考文献

- Warady BA, Hebert D, Sullivan EK, et al. Renal transplantation, chronic dialysis and chronic renal insufficiency in children and adolescents. The 1995 Annual Report of the North American Pediatric Renal Transplant Cooperative Study[J]. *Pediatr Nephrol*, 1997, 11(1): 49-64.
- Allan CK, Newburger JW, McGrath E, et al. The relationship between inflammatory activation and clinical outcome after infant cardiopulmonary bypass[J]. *Anesth Analg*, 2010, 111(5): 1244-1251. DOI:10.1213/ANE.0b013e3181f333aa.
- Mahle WT, Matthews E, Kanter KR, et al. Inflammatory response after neonatal cardiac surgery and its relationship to clinical outcomes[J]. *Ann Thorac Surg*, 2014, 97(3): 950-956. DOI:10.1016/j.athoracsurg.2013.10.069.
- 莫绪明. 我国小儿先心病外科面临的挑战与思考[J]. *临床小儿外科杂志*, 2016, 15(3): 209-211. DOI:10.3969/j.issn.1671-6353.2016.03.001.
Mo XM. Challenges and considerations of surgical treatment for Chinese children with congenital heart disease[J]. *Chin J Ped Sur*, 2016, 15(3): 209-211. DOI:10.3969/j.issn.1671-6353.2016.03.001.
- Thiele RH, Isbell JM, Rosner MH. AKI associated with cardiac surgery[J]. *Clin J Am Soc Nephrol*, 2015, 10(3): 500-514. DOI:10.2215/CJN.07830814.
- Parikh CR, Devarajan P, Zappitelli M, et al. Postoperative biomarkers predict acute kidney injury and poor outcomes after pediatric cardiac surgery[J]. *J Am Soc Nephrol*, 2011, 22(9): 1737-1747. DOI:10.1681/ASN.2010111163.
- Lee SH, Kim SJ, Kim HJ, et al. Acute kidney injury following cardiopulmonary bypass in children-risk factors and outcomes[J]. *Circ J*, 2017, 81(10): 1522-1527. DOI:10.1253/circj.CJ-17-0075.
- Krawczeski CD, Woo JG, Wang Y, et al. Neutrophil gelatinase-associated lipocalin concentrations predict development of acute kidney injury in neonates and children after cardiopulmonary bypass[J]. *J Pediatr*, 2011, 158(6): 1009-1015. DOI:10.1016/j.jpeds.2010.12.057.
- Ladd AP, Breckler FD, Novotny NM. Impact of primary omentectomy on longevity of peritoneal dialysis catheters in children[J]. *Am J Surg*, 2011, 201(3): 401-405. DOI:10.1016/j.amjsurg.2010.08.022.
- Ricci Z, Di Nardo M, Iacoella C, et al. Pediatric RIFLE for acute kidney injury diagnosis and prognosis for children undergoing cardiac surgery: a single-center prospective observational study[J]. *Pediatr Cardiol*, 2013, 34(6): 1404-1408. DOI:10.1007/s00246-013-0662-z.
- Antonucci E, Lippi G, Ticinesi A, et al. Neutrophil gelatinase-associated lipocalin (NGAL): a promising biomarker for the early diagnosis of acute kidney injury (AKI)[J]. *Acta Biomed*, 2014, 85(3): 289-294.
- Nath JP, George J, Das M, et al. Successful management of acute kidney injury in severe acute pancreatitis with intra-abdominal hypertension using peritoneal dialysis[J]. *Indian J Crit Care Med*, 2014, 8(12): 834. DOI:10.4103/0972-5229.146344.
- Sasser WC, Robert SM, Askenazi DJ, et al. Peritoneal dialysis: an alternative modality of fluid removal in neonates requiring extracorporeal membrane oxygenation after cardiac surgery[J]. *J Extra Corpor Technol*, 2014, 46(2): 157-161.
- Griksaitis MJ, Kemp RR, Dyer RJ, et al. Short-term renal support in postoperative repair of tetralogy of Fallot in the paediatric intensive care unit: can we predict those who need it? [J]. *Cardiol Young*, 2015, 25(4): 760-764. DOI:10.1017/S1047951114000961.
- 魏丹, 刘迎龙, 贺彦. 腹膜透析在小儿先天性心脏病术后的应用[J]. *心肺血管病杂志*, 2014, 33(4): 544-547. DOI:10.3969/j.issn.1007-5062.2014.04.019.
- Wei D, Liu YL, He Y. Peritoneal dialysis in children after

- congenital heart surgery [J]. *Journal of Cardiovascular and Pulmonary Diseases*, 2014, 33 (4): 544 - 547. DOI: 10.3969/j. issn. 1007-5062. 2014. 04. 019.
- 16 Chakravarti S, Al-Qaqa Y, Faulkner M, et al. Novel use of an ultrafiltration device as an alternative method for fluid removal in critically ill pediatric patients with cardiac disease; a case series [J]. *Pediatr Rep*, 2016, 8 (2): 6596. DOI: 10.4081/pr. 2016. 6596.
 - 17 Sanchez-de-Toledo J, Perez-Ortiz A, Gil L, et al. Early initiation of renal replacement therapy in pediatric heart surgery is associated with lower mortality [J]. *Pediatr Cardiol*, 2016, 37 (4): 623-628. DOI: 10.1007/s00246-015-1323-1.
 - 18 Warady BA. Paediatrics: Peritoneal dialysis for AKI-time may be of the essence [J]. *Nat Rev Nephrol*, 2012, 8 (9): 498-500. DOI: 10.1038/nrneph. 2012. 166.
 - 19 Sasser WC, Dabal RJ, Askenazi DJ, et al. Prophylactic peritoneal dialysis following cardiopulmonary bypass in children is associated with decreased inflammation and improved clinical outcomes [J]. *Congenit Heart Dis*, 2014, 9 (2): 106-115. DOI: 10.1111/chd. 12072.
 - 20 郑雪梅, 谈林华, 范庆浩, 等. 小儿心脏术后早期应用腹膜透析对预防急性肾功能不全的作用 [J]. *实用医学杂志*, 2011, 27 (8): 1447-1449. DOI: 10.3969/j. issn. 1006-5725. 2011. 08. 055.
Zheng XM, Tan LH, Fan QH, et al. Role of early application of peritoneal dialysis in preventing an onset of acute renal insufficiency in cardiac surgical children immediately post-operation [J]. *Journal of Practical Medicine*, 2011, 27 (8): 1447 - 1449. DOI: 10.3969/j. issn. 1006 - 5725. 2011. 08. 055.
 - 21 Modem V, Thompson M, Gollhofer D, et al. Timing of continuous renal replacement therapy and mortality in critically ill children [J]. *Crit Care Med*, 2014, 42 (4): 943 - 953. DOI: 10.1097/CCM. 0000000000000039.
 - 22 McCullough PA, Mehta A, Szerlip H. Improving detection of cardiac surgery-associated acute kidney injury [J]. *J Am Coll Cardiol*, 2014, 64 (25): 2763 - 2764. DOI: 10.1016/j. jacc. 2014. 09. 065.
 - 23 Stojanovic VD, Bukarica SS, Antic JB, et al. Peritoneal dialysis in very low birth weight neonates [J]. *Perit Dial Int*, 2017, 37 (4): 389-396. DOI: 10.3747/pdi. 2016. 00039.
 - 24 Basu RK, Wong HR, Krawczeski CD, et al. Combining functional and tubular damage biomarkers improves diagnostic precision for acute kidney injury after cardiac surgery [J]. *J Am Coll Cardiol*, 2014, 64 (25): 2753 - 2762. DOI: 10.1016/j. jacc. 2014. 09. 066.
 - 25 Konigstein M, Ben-Assa E, Banai S, et al. Periprocedural bleeding, acute kidney injury, and long-term mortality after transcatheter aortic valve implantation [J]. *Can J Cardiol*, 2015, 31 (1): 56-62. DOI: 10.1016/j. cja. 2014. 11. 006.
 - 26 Mel E, Davidovits M, Dagan O. Long-term follow-up evaluation of renal function in patients treated with peritoneal dialysis after cardiac surgery for correction of congenital anomalies [J]. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2014, 147 (1): 451 - 455. DOI: 10.1016/j. jtcvs. 2013. 03. 032.
 - 27 Rodriguez CM, Alcaraz RA, Rodriguez OA, et al. Use of peritoneal dialysis in newborns undergoing cardiac surgery with cardiopulmonary bypass [J]. *An Pediatr (Barc)*, 2014, 80 (5): 321-325. DOI: 10.1016/j. anpedi. 2013. 06. 031.
 - 28 Stone ML, LaPar DJ, Barcia JP, et al. Surgical outcomes analysis of pediatric peritoneal dialysis catheter function in a rural region [J]. *J Pediatr Surg*, 2013, 48 (7): 1520-1527. DOI: 10.1016/j. jpedsurg. 2013. 02. 032.
 - 29 Phan J, Stanford S, Zaritsky JJ, et al. Risk factors for morbidity and mortality in pediatric patients with peritoneal dialysis catheters [J]. *J Pediatr Surg*, 2013, 48 (1): 197-202. DOI: 10.1016/j. jpedsurg. 2012. 10. 035.
 - 30 Teoh CW, Nadel H, Armstrong K, et al. Peritoneal-pericardial communication in an adolescent on peritoneal dialysis [J]. *Pediatr Nephrol*, 2016, 31 (1): 153 - 156. DOI: 10.1007/s00467-015-3206-3.
- (收稿日期: 2017-02-17)

本文引用格式: 全雪丽, 王洁. 腹膜透析在婴幼儿先天性心脏病手术后的应用 [J]. *临床小儿外科杂志*, 2018, 17 (10): 795 - 798. DOI: 10.3969/j. issn. 1671 - 6353. 2018. 10. 016.

Citing this article as: Quan XL, Wang J. Application of peritoneal dialysis for infants and toddlers after operations for congenital heart disease [J]. *J Clin Ped Sur*, 2018, 17 (10): 795-798. DOI: 10.3969/j. issn. 1671 - 6353. 2018. 10. 016.