Original authors and their institutions:

Brett Cullis,[1,2] Mohamed Abdelraheem,[3] Georgi Abrahams,[4] Andre Balbi,[5] Dinna N. Cruz,[6] Yaacov Frishberg,[7] Vera Koch,[8] Mignon McCulloch,[9] Alp Numanoglu,[10] Peter Nourse,[9] Roberto Pecoits-Filho,[11] Daniela Ponce,[5] Bradley Warady,[12] Karen Yeates,[13] and Fredric O. Finkelstein[14]

Renal Unit,[1] Greys Hospital, Pietermaritzburg, South Africa; Renal and Intensive Care Units,[2] Royal Devon and Exeter Hospital, Exeter, United Kingdom; Pediatric Nephrology Unit,[3] Soba University Hospital, University of Khartoum, Sudan; Pondicherry Institute of Medical Sciences and Madras Medical Mission,[4] Chennai, India; Department of Medicine,[5] Botucatu School of Medicine, Sao Paulo, Brazil; Division of Nephrology-Hypertension,[6] University of California, San Diego, USA; Division of Pediatric Nephrology,[7] Shaare Zedek Medical Center, Jerusalem, Israel; Pediatric Nephrology Unit,[8] Instituto da Criança of the Hospital das Clinicas of the University of Sao Paulo Medical School, Sao Paulo, Brazil; Pediatric Nephrology Department,[9] Red Cross War Memorial Children's Hospital, University of Cape Town, Cape Town, South Africa; Department of Surgery,[10] Red Cross War Memorial Children's Hospital, University of Cape Town, Cape Town, South Africa; School of Medicine,[11] Pontificia Universidade Catolica do Parana, Curitiba, Brazil; Division of Pediatric Nephrology,[12] University of Missouri-Kansas City School of Medicine, Kansas City, USA; Division of Nephrology,[13] Queen's University, Kingston, Canada; and Yale University,[14] New Haven, USA

Translators and their institutions:

Current Chinese version of ISPD GUIDELINES/ RECOMMENDATIONS (PERITONEAL DIALYSIS FOR ACUTE KIDNEY INJURY) was translated by a global translation company (Lionbridge Singapore) and reviewed by Prof. Wang Mei and Dr. Zhao Huiping from Renal Division of Peking University People's Hospital.

Process of translation and checking:

In order to make the translation more accurate, it has been validated by three round review processes and proof reading, and thus certificated as corresponds to its original document. Here, we would like to take the opportunity to sincerely thank Prof. Wang and Dr. Zhao for their great efforts to make it happen, which will be looked a tremendous contribution to mandarin readers for their PD clinical practice.

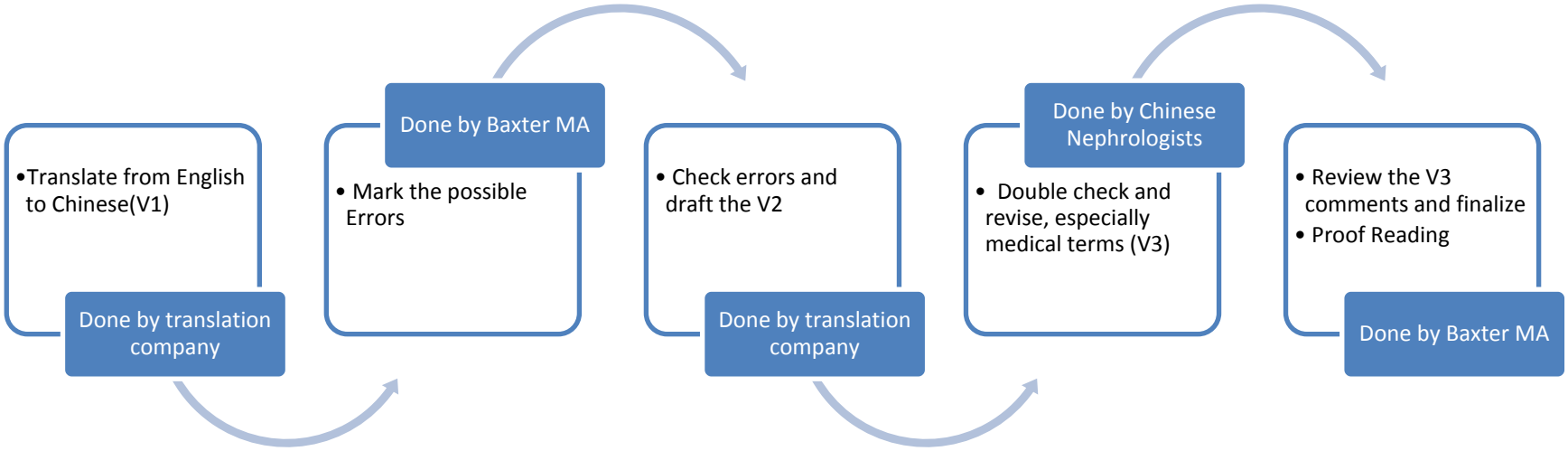
Disclosure:

Prof. Wang Mei and Dr. Zhao Huiping is a recipient of Renal Research Grant from Baxter China.

Copy right declaration:

Dr. Zhao Huiping and Prof. Wang Mei and Baxter MA are responsible for second and third round of reviewing. They are aware of the term of publication in PDI.

Process for Guideline Translation



Peritoneal Dialysis International, Vol. 34, pp. 494–517
doi: 10.3747/pdi.2013.00222

0896-8608/14 $3.00+ .00
Copyright © 2014 International Society for Peritoneal Dialysis

ISPD 指南/建议

急性肾损伤的腹膜透析治疗

Brett Cullis,[1,2] Mohamed Abdelraheem,[3] Georgi Abrahams,[4] Andre Balbi,[5] Dinna N. Cruz,[6] Yaacov Frishberg,[7] Vera Koch,[8] Mignon McCulloch,[9] Alp Numanoglu,[10] Peter Nourse,[9] Roberto Pecoits-Filho,[11] Daniela Ponce,[5] Bradley Warady,[12] Karen Yeates,[13] 和 Fredric O. Finkelstein[14]

南非彼得马里茨堡Greys医院肾内科[1];英国，Exeter,皇家德文郡及Exeter医院,肾脏及加强治疗科[2];苏丹，喀士穆大学，Soba大学医院，小儿肾脏病科[3];印度，Chennai,Pondicherry医学科学研究所及Madras医学教会[4]；巴西，圣保罗，Botucatu医学校，医学系[5];美国，圣地亚哥，加州大学，肾脏高血压科[6]；以色列，耶路撒冷，Shaare Zedek医学中心，小儿肾脏病科[7]；巴西，圣保罗，圣保罗医学院nstitute da Crianqa of the Hospital das Clinicasof医院，小儿肾脏病科[8]；南非，Cape Town，Cape Town大学，红十字战争纪念儿童医院，小儿肾脏病科[9];南非，Cape Town，Cape Town大学，红十字战争纪念儿童医院，外科[10]；巴西，库里蒂巴,Pontifida Universidade Catolica do Parana,医学院[11];美国，堪萨斯城，密苏里大学-堪萨斯城医学院，小儿肾脏病科[12];加拿大，金斯顿，女王大学，肾内科[13];美国，纽黑文，耶鲁大学[14]

腹膜透析（PD）最初被用于治疗急性肾损伤(AKI)是在二十世纪20年代，但是直到1946年才被首次报道拯救了一名患者的生命（1）。最初使用的透析液引起高氯血症及水负荷过重，但通过一些改进比如添加乳酸钠或碳酸氢盐而不是氯化钠，以及应用明胶或葡萄糖增加渗透压，而得到了更好的转归（2）。随着腹膜透析液和腹膜透析导管的改进，患者的转归也随之改善，由此促进PD的应用增加。然而，最近由于血液滤过、血液透析（HD）等更新、技术更先进的治疗方法在AKI中的应用，腹膜透析治疗被被边缘化（3,4）。在近期一篇关于AKI透析剂量的综述中，PD甚至没有作为一种有潜力的方式被提及（5）。尽管已有研究证实PD至少与每日HD甚至可能与血液滤过一样有效（6,7）。Gaiao 等在三个主要的透析会议的参会代表中做调查发现，36%的代表认为PD适合应用于重症监护室(ICU)的AKI;不过，实际上只有15%的代表将其付诸实践。关于在病房中AKI的治疗，50%以上的代表认为适合应用PD。相对于欧洲和北美的医师，亚洲医师更可能进行急性PD（8）。原因还不确定，但可能包括这样一个事实，即PD在费用和可用资源都存在重大问题的发展中国家是最常应用的一种治疗方式。在这些国家，PD比HD/血液滤过在成本和基础设施需求等方面的益处更为明显，因为PD不需要用电，也不使用昂贵的机

通讯作者：Brett Cullis 医生，11068 号邮箱，Dorpspruit，3206，南非。
Brett.cullis@gmail.com
收稿日期：2013 年 8 月 20 日；
接受日期：2014 年 2 月 24 日。
补充材料请登录 www.pdiconnect.com

2014 年 8 月 6 日下载自百特医疗用品有限公司网站http://www.pdiconnect.com/

器或消耗品（6,9）。Kilonzo等指出，用PD拯救一名AKI患者的生命大约花费370美元， George等人也注意到，急性PD的花费仅为血液滤过的一半(6,9)。

由于应用PD治疗AKI主要在发展中国家进行，而这些国家往往缺乏高质量研究的基础设施，因此在剂量、容量等临床决策基础的证据非常有限。也缺乏标准化治疗方案。例如，在已发表的研究中，每周Kt/V的范围在1.8至5.6之间，透析液剂量从每天13L至70L不等（6,7,10,11）。Gaiao 等人的调查也注意到AKI时采用的PD模式存在差异，关于治疗AKI的适当PD剂量也相当模糊。实际上，66-70%的医生表示不确定PD的适当剂量。即便在那些应用PD治疗AKI的医生中，37-52%认为不确定PD的适当剂量(8)。这可能至少部分与缺乏确定的数据和/或共识指南相关。

方法

这些指南是在国际腹膜透析协会的支持下制定的，目的是在现有证据的基础上帮助实现实践的标准化，使PD治疗AKI能取得最佳效果。希望这会促进发展中国家肾替代疗法（RRT)的应用，并采用标准化实践，作为未来研究的平台。编写委员会都是经过精心挑选的，包括成人和小儿肾脏科医师以及来自世界各地的重症监护专家，还特别包括那些常规应用PD治疗AKI的国家的医师。每一部分都由至少两名作者编写，在相关领域进行文献综述。每一部分都由两名主席（BC,FF）审阅，最后以协商一致的方式制定建议并对其进行分级。然后由全体作者审查终版指南。每一部分的作者均可在在线补充材料中找到。这些建议基于已经得到充分验证的GRADE系统，能够将建议力度与证据等级（12）相匹配，其中1级为强建议，2级为弱建议。字母（A-D）表示制定建议所用的证据等级。如果没有证据，但委员会有足够的临床经验能够制定建议时，这将被分类为观点（D级）。

这些指南是为在各种不同条件下工作的医生制定的。在某些病例中，由于资源有限，感觉上最佳的治疗方法可能不能施行。因此，确定一个需要达到的最低标准非常重要，以确保应用PD治疗AKI的益处大于风险；然而，这一最低标准可能不被视为最佳治疗。因此将针对“最低标准”或“最佳治疗”提出建议，但医生应该始终力争实现后者。没有明确定义这两个标准的方法，这些标准均基于作者在参考了现有最佳证据后达成的共识。

这些是指南，因此，应该用来指导实践工作。然而，务必记住，这些指南不可能适用于所有的临床情况；临床医师应根据信息为患者提供最佳治疗，明白必要时可能要偏离指南。

成人指南

指南 A1：腹膜透析对于成人AKI的适用性

A1.1 应将腹膜透析视为急性肾损伤患者进行持续性肾替代治疗的适当方法（1B）。

理论依据

指南 A1.1：腹膜透析相对于体外RRT,有许多潜在优势（13）。技术上简单，对基础设施的要求很低，因此费用也较低。PD可能是血管通路建立困难患者的首选，因为不需要抗凝，也可以是有出血风险患者的首选。由于溶质清除是缓慢进行的，发生失衡综合征和颅内体液转移的可能性较小，使PD对于有颅内压升高风险的患者可能是更好的治疗模式。由于不需要体外循环，因此血流动力学耐受相对较好，肾脏局部血流动力学可能得到更好的保护。有学者推测，与到体外疗法相比，PD可能更加接近生理状态并且由于没有血液与合成的膜的接触，更少引起炎症。这些因素加在一起可能会促进肾功能更早的恢复（7）。在败血症中，采用高截留膜进行血液滤过以便去除毒性细胞因子这一做法引起了极大的关注。研究显示这减少了对血管加压药的需求（14）。由于腹膜的孔径足够大，允许这些分子通过，因此PD可能比传统HD和血液滤过有更为显著的优势。

然而，关于采用PD治疗AKI，也有一些重要的问题，主要涉及到腹膜炎的风险、超滤量可能无法预测和溶质清除可能不充分，特别是对于高分解代谢型患者、内脏血流灌注不足或者正使用升压药的患者。相比之下，当前的HD机和连续性静脉-静脉血液滤过(CVVH)机具有精确的定量系统指导脱水，很多机器还具备在线溶质清除监测功能，具有极大的优势，可能使越来越多的医生觉得HD和CVVH比PD用起来更

2014 年 8 月 6 日下载自百特医疗用品有限公司网站http://www.pdiconnect.com/

为“舒适”。其他潜在的PD特有的问题还包括因使用含葡萄糖透析液导致的葡萄糖吸收和高血糖、持续暴露于葡萄糖降解产物和晚期糖基化终产物，以及通过腹膜丢失的蛋白过多。另一个关注点是机械通气患者，由于膈肌运动受损造成功能残气量减少。但是Gokbel等*的研究显示*，在健康的持续不卧床PD（CAPD）患者中，尽管肺呼气储量和功能残气量减少，但是在腹部充满腹透液时吸气量增加；因此PD对通气的影响还需要进一步研究（15）。

总的说来，应用PD治疗AKI的高质量数据有限，最近一篇系统性综述总结了这些数据（16）。13项研究描述了仅用PD治疗的患者，11项研究比较了PD和连续性或间歇性体外RRT其中4项为随机对照试验（RCT）。总体而言，无论观察性研究【比值比（OR）0.96；95%置信区间（CI）0.53-1.71】还是4项RCT（OR1.50；95%CI为0.46-4.86），PD和体外RRT之间在死亡率方面无差异。RCT研究中的3项观察对象主要是败血症或危重的患者（77-100%的病例）。Gabriel等人的随机试验已顺利完成；不过，因为在随机化方面的瑕疵而受到了批评，包括标准和检测死亡率差异的把握度不足（7）。其它两项研究因方法学质量欠佳，随机化过程不清晰、缺乏意向治疗分析、样本量小且为单中心设计而提前终止。这3项研究中的腹膜透析技术也有差异。其中两项研究比较了连续性PD与连续性RRT（6,17），而另一项研究则比较了PD与每日间歇性HD（7）。第四项RCT将40名急性或慢性肾衰竭患者随机分配到间歇性PD组或HD组；其中仅8名患者患有AKI（4例PD、4例HD，8名患者中有7名患有败血症）（18）。在7项队列研究中，PD和体外RRT之间的死亡率无差异（OR 0.96；95% CI 0.53-1.71）。尽管4项RCT的汇总结果也表明死亡率无差异（OR 1.50；95% CI 0.46-4.86），但这些结果不具有均质性。

在Phu等人的研究中，腹膜透析显著劣于 CVVH（17）。在这项提早终止的研究中，PD技术不够理想，包括使用了硬质导管、手工换液和开放引流。实际上， 42%的患者观察到透析液浑浊，提示可能发生了腹膜炎，这可能导致PD组结局差。对于这些重症患者，CVVH组有令人惊异的低死亡率（15%），这与在败血症的AKI患者中进行的较大样本研究的结果相冲突，后者的死亡率为45-60%，提示犯了第一类错误（3,19）。此外，该研究中AKI的主要病因是严重的恶性疟疾（占病例的68%）而其他3项研究的患者是败血症。据推测，由于含葡萄糖的腹膜透析液造成的内脏血糖水平高，导致疟原虫的红细胞内期加速。不过，该研究结果受到了印度一项回顾性研究的质疑，后者显示，应用PD治疗的患者和每日HD治疗的患者之间无生存差异，尽管PD队列中发生脑型疟和休克的人数较多（20）。

在其他3项研究中，PD和体外治疗之间的死亡率相当（6,7,18）。George等人比较了PD与连续性静脉-静脉血液透析滤过（CVVHDF），主要观察溶质控制（尿毒症及电解质和酸碱平衡紊乱的纠正、）及容量超负荷的纠正（6）。CVVHDF在尿素和肌酐的清除以及容量超负荷的控制方面明显好于PD；然而，PD能更好地纠正酸中毒。腹膜透析和CVVHDF在纠正高钾血症和血流动力学紊乱方面作用是相当的。在Arogundade等人实施的一项研究中， 8名AKI患者全部存活，其中4名采用手工间歇性PD进行治疗（18）。Gabriel等人是唯一使用腹透机的研究者，这样能够达到比其他试验更大的换液量（7）。

在肾功能恢复方面，结果也不一致。一项研究（7）显示，PD治疗后肾功能的恢复时间短于每日HD治疗。另两项研究注意到，尽管没有明确报告，应用PD治疗的患者需要更多次或更长时间的透析，这可能提示肾功能恢复所需的时间较长（6,17）。

总之，有足够证据支持PD是一项适合应用于AKI的肾替代治疗方法这一建议。

指南A2：成人急性PD的通路和透析液

A2.1 在具备资源和专业知识的条件下，急性PD应使用软性腹膜导管（1C）（最佳）。在资源贫乏的环境中为了拯救生命，有可能需要使用硬质套针导管或者简易导管（2D）（最低标准）。

A2.2 我们推荐使用隧道式导管置入，以减少腹膜炎和导管周围渗漏（1D）。

A2.3 没有一种PD导管置入方法在各方面均优于其他任何一种。我们推荐置管方法的选择应根据患者情况与当地技术、设备和消耗品的可得性（1D）。

2014 年 8 月 6 日下载自百特医疗用品有限公司网站http://www.pdiconnect.com/

A2.4 由肾脏科医师置入腹膜透析导管是安全的，导管的功能与外科医生置管的结果相同（1B）。

A2.5 我们推荐肾脏科医师接受培训，并获准置入这些导管，以确保急症情况下适时进行透析（1B）。

A2.6 应尽可能在无菌的环境下插入Tenckhoff导管，采用无菌技术，同时操作者穿戴手套、手术衣和口罩（1D）。

A2.7 我们推荐在Tenckhoff导管置管术前预防性地使用抗生素（1C）。

A2.8 应使用具有Y形连接的密闭给液系统（1A）（最佳）。在资源贫乏地区，可能需要穿刺透析液袋和临时连接（2D）（最低标准）。整个过程必须严格保持无菌。

理论依据

指南 A2.1—导管类型：

*软性导管：*Tenckhoff导管仍然是PD通路的金标准，是慢性透析中使用最广泛的一种导管（21）。这些导管优于后面提到的导管，原因包括：管腔直径较大且有侧孔，使透析液达到更佳的流率和较少的导管阻塞，这是急性PD达到充分清除所必需的。此外，这种导管不易发生渗漏，腹膜炎发生率较低（22）。如果患者肾功能不恢复，可将这种导管用于长期透析，不需要更换新的导管。

这些导管可在床边或外科手术室局部麻醉下插入。床边置管采用改良的Seldinger方法，使用导丝和撕脱鞘。这是一个无法直视的手术，因此禁用于有腹中线手术瘢痕或病史提示有腹腔内粘连的患者。当患者面临由于肾衰竭随时可能死亡、并且无选择的情况下可被视为相对禁忌症。（循序渐进的置管指南将会在今年晚些时候发布于ISPD网站上。）

*硬质导管：*这种导管需要使用指向髂窝的锋利套管针装置插入。其容易插入；但是与透析效率较低相关。这种导管设计可能带来的并发症包括出血、肠穿孔或膀胱穿孔，由于侧孔和管腔较小引起的导管阻塞，及透析液渗漏。腹膜炎的发生率随着导管在腹腔内停留时间的延长而升高（23）。

*简易导管-鼻胃管、橡胶导尿管和肋间引流管：*在资源贫乏的情况下，这些简易导管被用做通路。它们需要经外科手术置入，缺点有侧孔少、不适合做皮下隧道，并且透析液渗漏的风险较高。尽管如此，但是这些导管可能挽救生命，因此在别无选择时可以使用。

在接受急性PD 治疗的64名儿童患者中比较了软性的 Tenckhoff导管和硬质套针导管，结果显示 Tenckhoff导管引起的并发症更少，并且导管生存时间显著长于硬质导管（22）。

综上所述，尽管除了一项在儿童中进行的小型研究以外，已发表的关于软性导管优于其它导管的证据很少，但是作者的经验和意见认为，使用软性导管时，流速更快并且并发症更少。这是此建议的依据。表1总结了每种导管的优缺点。

指南A2.2-A2.6—置管方法：有效PD的关键是允许液体快速流入和流出的腹膜透析管，使透析液存腹时间以及透析液与腹膜的接触时间达到最长。这主要取决于使用的导管（见上文），但也会受到导管位置和网膜或粘连造成的任何干扰的影响。腹透液通过手术伤口渗漏时，必需减少存腹剂量，或者甚至停止PD数天；因此任何能够减少这一问题的技术都更为可取。

硬质导管要应用无法直视的套管针技术置入；然而，软性导管的最佳置管方法涉及到多种技术的应用，包括经皮穿刺（应用撕脱鞘的改良Seldinger技术盲插）、腹腔镜和开放手术法。每种方法的潜在风险和益处如表2所示。多数研究在慢性PD患者中对比了上述方法，但是这些患者术前可能进行了肠道准备，并且往往可能延迟透析长达2周，因此可能会影响研究结果。另外这些措施会减少导管移位和透析液渗漏的风险；但在大多数AKI患者中并不可行。然而，这些研究有助于深入了解每种方法的风险和益处，因此在下文进行了简单讨论。Henderson等人比较了283个采用经皮穿刺法和104个采用手术法置

2014 年 8 月 6 日下载自百特医疗用品有限公司网站http://www.pdiconnect.com/

表 1
软性、硬质和其他腹膜透析通路的优缺点

	优点	缺点
硬质套针导管	• 便宜，但不一定符合成本效益 • 可在床边置管 • 易于拔出	• 导管功能不良 • 流速相关问题 • 内脏或血管有穿孔的风险
软性导管	• 腹透液流入流出更为顺畅（5,6） • 穿孔几率更小 • 渗漏和感染的发生更少 • 可在床边置管	• 价格更贵 • 比套针导管需要更多的培训 • 导管末端移位
肋间引流管、鼻胃管、橡胶管等	• 易于获得 • 便宜	• 流量相关问题 • 感染 • 渗漏风险高 • 难于达到可靠的连接

入腹透管的病例。两种方法之间渗漏（6% vs 10%，p=0.18）和引流不畅的发生率（21% vs 23%，无显著性差异）近似。不过在手术组第一个月内腹膜炎的发生率明显高于穿刺组（4% vs 13%，p =0.009）(24)。Perakis等报道了170例PD置管术（其中86例经皮穿刺），其中经皮穿刺组渗漏的发生率高（10% vs 2%）。不过，手术组感染并发症的发生比例更高（25）。一项伊朗的试验将64名患者随机分配至手术置管组或经皮穿刺组，发现手术组引流障碍和血性腹透液的发生率更高。不过，如果并发症数量少，应谨慎地解释结果（26）。英国肾脏病登记的数据显示，经手术置管的患者中，前2周内腹膜炎的发生率较高，而3个月导管功能不良的发生率较低(27)。研究显示经腹腔镜置管的渗漏发生率低至2%(28)。Strippoli等人的荟萃分析显示，应用腹腔镜置管技术衰竭的发生呈少于剖腹术的趋势，不过这并未达到统计学的显著性（相对风险 [RR]为0.45-1.08）（29）。最近Hagen等学者的一项荟萃分析显示，应

表 2
不同置管方法的优缺点

	优点	缺点
经皮穿刺（床边）	• 可在床边进行，便于迅速开始透析 • 可训练内科医师或护士进行操作	• 有肠道或膀胱损伤风险 • 不宜用于既往有腹中线手术瘢痕或腹腔粘连风险的患者
开放手术	• 多数中心可开展 • 消耗品成本低于腹腔镜置管法	• 需要安排手术时间，而手术室时间很紧俏
腹腔镜	• 渗漏的发生率较低 • 能够执行腹直肌鞘隧道传送和网膜固定术等辅助操作 • 能够在可视情况下将导管放入骨盆	• 需要技术熟练的人员操作 • 消耗品成本高

2014 年 8 月 6 日下载自百特医疗用品有限公司网站http://www.pdiconnect.com/

用腹腔镜置管，其导管生存率更高（30）。这些研究显示，在慢性PD患者中，所有不同置管方法的患者转归几乎无差异，因此国际腹膜透析协会（ISPD）的腹膜透析通路指南建议置管方法应根据各中心的专业技术水平而定（31）。在某些中心，这可能也受到导管供应和腹腔镜设备的影响。

当比较对晚期肾衰竭患者紧急开始PD时，几乎没有用于推荐首选置管方法的研究证据。Povlsen等人证实，在这类患者中，外科手术法置管的渗漏发生率为7.7%（应用小剂量存腹），这与长期透析患者无显著差异；腹膜炎发生率也无差异（32）。

综上所述，软性导管的放置方法应根据中心的情况，进行技术、资源和成本效益的评估而定。对于既往有腹中线手术瘢痕或腹腔粘连风险高的患者，应使用直视技术置入导管。

指南 A2.7—预防性使用抗生素：Tenckhoff导管的定植和/或置管时的污染使后续发生腹膜炎的风险增大，因此需要严格采用无菌技术加以避免。最适当的置管地点取决于患者的临床情况。比如，在多器官衰竭和休克患者中，最适当的置管地点可能是床边，而对于病情稳定的患者，应该转至手术室、有放射设备的套间或专用的操作室。尚无试验来回答这一问题；不过，许多临床医师的经验是，只要严格遵守无菌技术，床边置管是安全的，并且不会增加腹膜炎的风险。

如果未遵循以上措施，即使预防性使用抗生素，也不能避免感染。不过，当与无菌技术联合应用时，预防性使用抗生素可降低腹膜炎的发生率。使用何种抗生素也取决于当地的细菌敏感性、手术时间和药物供应情况。公认的一点是，需要预防的最重要的病原体是革兰氏阳性菌。然而，鉴于手术存在很小的肠道损伤的风险，一些临床医师使用了还能覆盖革兰氏阴性菌的抗生素。

在手术切开之前，预防性应用的抗生素需要达到充分的组织浓度。因此抗生素需要长时间输注，但是这不适用于需要紧急透析的患者。

慢性PD患者中最大的研究是由Gadallah等人做的，他们将254名患者随机分配至应用万古霉素、头孢唑林或不预防应用抗生素。与万古霉素相比，使用头孢唑林者发生腹膜炎的相对风险为6.54，未预防用药者为11。万古霉素需要在手术前12小时输入，需要输注30至90分钟，因此可能不适于需要紧急开始急性PD的患者（33）。Wikdahl等人报告了一项小型研究，将38名患者进行随机分配，应用头孢呋辛1.5g静脉注射（IV）+250mg加入腹透液中或者应用安慰剂。结果显示腹膜炎的发生例数显著减少，不过应当注意的是，对照组腹膜炎发生率非常高，无法接受（34）。其它已经用过的抗生素有庆大霉素及庆大霉素和头孢唑林联合应用（35,36）。2004年一项Cochrane荟萃分析显示，预防性使用抗生素后，腹膜炎的发生率显著下降（37）。

指南A2.8—给液：各种尺寸的可折叠袋以及不同葡萄糖浓度的透析液都可用于急性PD（38）。硬质玻璃瓶和不可折叠的塑料容器也可用（10,17）。可折叠袋可能有完整的连接管路，使得一旦连接至患者即形成一个密闭系统。这比需要穿刺的橡胶塞瓶和袋更加安全。

在慢性患者中，与标准的穿刺系统相比，应用Y型管路和双袋的断开系统与较低的腹膜炎发生率相关，急性PD也是如此（39-41）。为使用该断开系统，需要供应充分的密封装置，以确保导管末端在换液过程中不被污染。如果没有这些密封装置，那么就需要让透析液袋与患者保持连接，并执行“逆向”交换可能会较安全（即，将透析液灌入腹腔存腹时，保持透析液袋与患者连接，然后引流并断开，在下一次灌液前连接新的透析液袋）。

*腹膜透析机：*自动腹透机PD一词用来指利用机器来帮助注入和引流透析液的所有形式的PD。需要制定处方透析液总量、治疗时间和存腹量。这种方法的优点是，可由经过培训的工作人员每天进行一次操作，降低了并发症的风险。由于所有机器都是自动的，还减少了护理时间。对于使用腹透机是否减少了腹膜炎的发生，报道不一，但总体而言在慢性PD患者中，与手工换液相比，腹膜炎的发生似乎无差异。另一个优点是，腹透机可以提供潮式PD，腹腔内一直保留少量液体，这可以减少机械并发症，也可以减少与液体完全引流相关的疼痛。不过，偶尔情况下，固定式液压抽吸可能加重那些液体流速已经很细的导管的机械梗阻。自动腹透机已被广泛用

2014 年 8 月 6 日下载自百特医疗用品有限公司网站http://www.pdiconnect.com/

于AKI的PD治疗中；不过在资源贫乏的地区，腹透机可能显得过于昂贵（42,43）。腹透机的另一个缺点是，如果由缺乏经验的护士操作，使用腹透机数小时后没能提供持续运转的支持，则存在为避免报警，夜间被关机的风险。

我们建议，尽量使用封闭系统。尚无证据表明自动比手工换液更加安全。

指南A3：急性PD的腹膜透析液

A3.1 在休克或肝衰竭患者中，应使用碳酸氢盐透析液（1B）（最佳）。没有这种透析液时，可使用含乳酸盐的透析液进行替代（1D）（最低标准）。

A3.2 一旦血清钾水平低至4mmol/L以下，应采用无菌技术将钾加入透析液中（见下文）（1D）。

A3.3 应每天测量血钾水平（1D）（最佳）。当这些设备不存在时，我们建议采用常规心电图（ECG）记录来评估患者。在24小时后，考虑将钾加入透析液中（2D）（最低标准）。

A3.4 应使用商品化透析液（1C）（最佳）。不过，在资源不允许的情况下，当地制备的透析液也可以挽救生命（2D）。配制透析液时污染的潜在风险高，应尽一切努力由药剂师在无菌环境中而不是在床边配置（1D）（最低标准）。

理论依据

指南 A3.1—乳酸盐与碳酸氢盐透析液间的比较：乳酸盐作为缓冲剂的腹透液是在AKI时使用的标准透析液。乳酸盐主要通过肝脏和肌肉的丙酮酸盐脱氢酶被转化为碳酸氢盐。然而，AKI大多发生于危重患者。休克、组织灌注差以及肝衰竭并非少见，这样会影响乳酸盐转化为碳酸氢盐，可能导致代谢性酸中毒的发生或加重（44-46）。

有1项入选了20名AKI患者的随机对照试验，比较了碳酸氢盐与乳酸盐腹透液的有效性(采取的方案为存腹30分钟)。作者发现对于死亡率和不良事件等临床上重要的转归，在碳酸氢盐和乳酸盐之间并无差异（RR 0.50,95% CI 0.06－3.91）（44）。截止第12个周期，在使用碳酸氢盐透析液治疗的休克患者中，血清碳酸氢盐（21.2±1.8mmol/L vs 13.4±1.3mmol/L）和血液pH值（7.3±0.03 vs 7.05±0.04,p<0.05)升高得更快。直到第36个周期结束时，上述改善在2组之间仍具有统计学意义。总体而言，无论是休克（3.6±0.4mmol/L vs 5.2±1.3mmol/L）还是无休克的患者中（2.9±0.2 mmol/L vs 3.4±0.2mmol/L），接受碳酸氢盐透析液组的乳酸盐水平显著降低。值得注意的是，无休克的患者不论使用何种透析液，其血液pH值和血清碳酸氢盐的改善幅度相当。由于可用数据有限，无法分析血流动力学稳定性等其他转归。该研究的结果表明，对于与灌注状态差相关的AKI，应使用碳酸氢盐透析液而不是乳酸盐透析液治疗（45,46）。

指南A3.2 -A3.3—钾的补充：标准的腹膜透析液不含钾（K），而在PD过程中钾会通过弥散和对流而丢失。一般来说，在存腹4-6小时后，血清和透析液的钾浓度近似（47）。因此，相当数量的PD患者发生低钾血症（K<3.5mmol/L）或者需要补充钾以维持正常的血清钾水平（47,48）。

低钾血症已被确定为慢性PD患者腹膜炎和死亡的危险因素（48,49）。Chuang等人发现，低血钾患者的腹膜炎发生率高于血钾水平正常的患者（6.9% vs2.1%,p<0.001）（49）。低钾血症会减弱胃肠道蠕动，可能导致细菌过度生长和肠道生物的透壁迁移。低钾血症可能意味着营养不良，与肠道内的免疫防御改变相关，还使腹膜炎的风险增大。Szeto等人得出结论认为，在校正了混淆因素后，患有低钾血症的慢性PD患者的生存率显著低于无低钾血症的患者。他们注意到，这些患者的血清钾水平与更差的营养状况和合并症的严重性增加相关（50）。

急性PD中钾的流失较多，因为每交换2L透析液就可能清除多达2倍的血清钾浓度。这种清除可能引起严重的钾缺乏和心血管不稳定性。这就需要通过向透析液中加钾（4mmol/L）进行预防或纠正（45）。

在Ponce等人和Gabriel等人对AKI患者进行PD的研究中，在进行1天的大剂量PD时，当血清钾低于4mmol/L时，将浓度为3.5～5mmol/L的钾加入透析液

Peritoneal Dialysis International
2014 年 8 月 6 日下载自百特医疗用品有限公司网站http://www.pdiconnect.com/

中以防止出现低钾血症，从而使血清钾得到控制(7, 11,51,52）。在透析液中加钾时，必须坚持无菌技术，并且认真指导护士，确保添加的剂量是适当的。

指南 A3.4—商品化透析液与自配透析液的比较：商业化生产的透析液经过了严格的无菌处理，并且仔细监测有无细菌和内毒素污染，因此标准较高。而自配透析液有污染和配制错误的潜在风险，这可能威胁生命。商品化透析液往往有闭合引流系统，以防止意外污染。不过，商品化透析液的缺点涉及到费用，可能会限制其在医疗资源不足情况下的应用，尤其自费的患者。成本包括购买透析液的费用及安排将透析液运输至治疗地点的费用，其中包括税款和相关主管机构的评估。不过，在基于财政原因制定决策时，由于自配透析液受到污染而导致腹膜炎的费用也必须计算在内。

ISPD建议使用以下类型的药液，按优先顺序排列：

- 商业化制备的腹透液
- 在当地经过批准和认证的无菌单位/药房内制备的腹透液。这些产品应有由生产单位标注的有限保质期（关于药物制剂配方标准的指南，请见http://www.ashp.org/DocLibrary/BestPractices/PrepGdlCSP.aspx）。
- 在清洁环境中制备的腹透液，达到穿刺次数最少以及步骤最少的要求。此种透析液配制后应立即使用。

在无法获得或者无力购买透析液的情况下，可使用现有的静脉输注液体来配制透析液。下面的表3列出了可用于配制透析液的静脉用液体的几种例子。表4列出了一些商品化透析液的成分。

通过将葡萄糖和/或碳酸氢盐加入这些注射用液体中，可以制备出与标准透析液成分近似的透析液。示例见附录1。

这些透析液的渗透压浓度和超滤能力可以通过进一步添加葡萄糖来增大，使其接近商品化透析液。

表 3
市售静脉用液体

药液类型	Na^+	K^+	Ca^{2+}	Mg	Cl-	HCO_3^-	乳酸盐	pH 值	osm.
哈特曼(Hartmann)溶液	131	5	2.0		111		29	7.0	278
乳酸林格氏液	131	5	1.8		112		28	6.5	279
勃脉力 *(Plasmalyte)*B	130	4	0	1.5	110	27		7.4	273
½ 生理盐水	77				77			5.0	154

Na =钠；K =钾；Ca =钙；Mg =镁；Cl =氯；HCO_3 =碳酸氢盐；osm =体积摩尔渗透压浓度

表 4
市售PD透析液的典型组成

类型	Na^+	K^+	Ca^{2+}	Mg	Cl-	HCO_3^-	乳酸盐	pH 值	osm.
Stay-safe 1.5%	132		2.5	0.5	95		40	5.5	344
Dianeal 1.5%	132		2.5	0.25	95		35	5.2	344

Na =钠；K =钾；Ca =钙；Mg =镁；Cl =氯；HCO_3 =碳酸氢盐；osm =体积摩尔渗透压浓度。

2014 年 8 月 6 日下载自百特医疗用品有限公司网站http://www.pdiconnect.com/

应当注意到，在采用上述方法制备透析液时，可能不含钙和镁。一般来说，由于急性PD的持续时间通常较短，因此这不是问题。如果需要补充钙或镁，则可以通过口服或静脉补充。许多血浆扩容剂含钾，尽管这在首个24小时后可能有益，但最初可能适得其反。

制备透析液的一般规则：

- 一些众所周知的静脉用溶液的浓度可能因国家不同而有所差异，所以须在混合前检查浓度；
- 混合透析液时须采用绝对严格的无菌技术；
- 加入透析液的组分越少，感染和错误的风险越低；
- 避免混合碳酸氢盐和钙，因为二者混合后会形成沉淀；
- 对于严重高钠血症患者，添加浓缩的氯化钠，将透析液钠水平升高至距患者血钠水平约15 mmol范围内，便于血清钠水平逐步下降。

指南 A4：急性PD的处方

A4.1 在资源允许的情况下，将每周的尿素清除率Kt/V目标值设定为3.5，可得到与每日HD相当的预后；设为更高值不会改善转归（1B）。此剂量可能对于许多AKI患者来说是不必要的，将每周Kt/V目标值设为2.1可能是可接受的（2D）。

A4.2 在治疗的最初24小时内，需要根据临床情况确定腹透机治疗的每个周期持续时间。在最初24小时，为纠正高钾血症、容量超负荷和/或代谢性酸中毒，短时间循环（每1-2小时）可能是必要的。之后，循环时间可以延长至4-6小时，这取决于临床情况（1D）。

A4.3 避免容量超负荷极为重要，可通过提高葡萄糖浓度和/或缩短循环持续时间来增加超滤。当患者容量正常时，应调整葡萄糖浓度和循环时间，以确保容量平衡 （1B）。

A4.4 急性PD时，药物（例如抗生素）清除可能增加，因此建议相应地调整药物剂量，在可能的条件下应监测药物浓度（1D）。

理论依据

当发生与肾损伤有关的明显代谢或液体状态紊乱时，AKI治疗涉及全身支持治疗和透析支持。在资源可提供更高强度的治疗方案时，研究显示在选择得当的患者中，PD可提供与HD相当的转归。

PD的剂量和/或疗效往往会通过以尿素为基础的Kt/V测量（各时间的尿素清除率）进行评估，其中：

K =（透析液尿素浓度/血浆尿素浓度）乘以引流的透析液量

t =透析的持续时间

V =尿素分布容积（体内总水量=体重乘以0.5[女性]或0.6[男性]）。

AKI患者治疗中最适当的PD剂量尚未明确界定。缺乏明确定义是由于：可用的对比治疗方式的试验数量非常有限，已有的研究存在方法学缺陷，以及使用的透析剂量差别太大。Gabriel等人开展的一项最彻底的研究采用带涤纶套导管（尿素Kt/V为3.6）的急性PD与每日HD进行了比较，结果显示了近似的转归（7）。一些研究采用比Gabriel研究使用的剂量低得多的剂量显示了非常好的结局（9,10）。不过，这些是非随机研究，并且需要注意报告偏倚这

2014 年 8 月 6 日下载自百特医疗用品有限公司网站http://www.pdiconnect.com/

Peritoneal Dialysis International Peritoneal Dialysis International Peritoneal Dialysis International

个问题。Ponce等和Gabriel等对他们初始的研究进行了随访对非常高剂量与较低剂量急性PD进行了比较，结果显示更高的目标值并未带来益处；较低剂量组尿素Kt/V达到了3.43，与Kt/V达到4.13的较高剂量组结局近似(11)。近期一项详细的综述表明，根据体外血液透析治疗的数据推断，PD患者每周尿素Kt/V2.1的目标剂量可能代表一个“最低剂量”的合理目标，用于指导并帮助计划一个适当的治疗方案(16)。不过，患者的个体化的最适透析剂量尚不确定。对于患有更复杂的分解代谢疾病的患者，达到较高的小溶质清除率可能是必要的 (16)。

由于我们缺乏对影响生存率的确切因素的了解，AKI透析处方的制定受到阻碍。我们知道，高钾血症、酸中毒和严重的液体超负荷需要治疗。纠正这些问题后，我们重点是要关注小分子溶质（例如，尿素、肌酐）的清除还是较大分子溶质（例如，细胞因子、可溶性受体）的清除还不确定。许多重症监护科的医师认为，清除细胞因子在感染性休克中至关重要。例如，研究显示在血液滤过中采用高截留（大孔径）膜可减少感染性休克时对去甲肾上腺素的需求。这被认为是由于清除了大的炎症分子所致(15)。如果我们在PD中重点关注较大分子溶质的清除，那么就需要记住，较大分子溶质的清除既是时间依赖性的、也是对流依赖性的，需要相应地调整透析处方。另一个问题是，尽管我们将AKI用作通用术语，但是它包括了许多不同的状况，在分解代谢、败血症患者所需要的透析清除与由于肾小管毒素导致的急性肾小管坏死患者的透析清除可能极为不同。我们敦促读者在应用这些指南时要记住这一点。

制定急性PD中的透析处方需要形成多个关于腹膜转运的假设，因为关于急性重症患者腹膜转运特性的数据很少。不同急性疾病时溶质转运率可能发生的变化尚未被充分研究。不过，内脏血流速度和各种细胞因子的存肯定会影响溶质的清除。

如果在治疗过程中有许多循环，那么溶质弥散进入腹腔的时间就会缩短（原因是腹透液流入和流出占用的时间比例变大）。存腹时间缩短及快速循环意味着透析剂量较大时，尿素和其他小溶质的清除率不一定相应地提高；实际上，中分子和大分子溶质的清除可能减少。举例来说，如果透析是采用每小时交换的方式进行的，我们假设10分钟流入和20分钟的引流时间，那么只有半天的时间是利用2升腹透液在腹腔内进行溶质扩散。如果每2小时换液一次，那么一天的四分之三时间都将处于弥散过程中。

尽管对溶质清除的关注很多，但仔细留意液体平衡对ICU 的患者至关重要，这一点越来越显而易见。因此，制定透析处方需要仔细留意这些患者的超滤和容量评估情况(53)。必须记住，4.25%的透析液能够在4小时内清除多达1升的体液，尽管需要注意高血糖，但是高渗透析液的风险在短期内是可以忽略不计的，这与慢性维持性PD患者的长期应用是截然不同的。

还需要注意各种药物（例如抗生素）的剂量调整，即可能需要根据急性PD达到的腹膜清除率进行调整，尤其是在大剂量透析治疗时(54)。

在资源非常贫乏的背景下，已有报道，急性PD治疗带来相对较好的结局，这促使我们建议可以应用急性PD来治疗AKI(6,9,18,51,55,56)。2009年7月至2011年6月间在坦桑尼亚成人和儿童中实施了一项针对急性PD的试验性研究，入选了20名患者，转归较好(9)。20名患者中16名存活并出院。16名患者均为成人。采用闭合的双袋系统，在成人最初为2小时一次循环及2升透析液存腹（第一天1升），技术生存率较好。感染率低，仅2名患者被怀疑发生腹膜炎

2014 年 8 月 6 日下载自百特医疗用品有限公司网站http://www.pdiconnect.com/

(11)。Chitalia等在一项使用硬质、无涤纶套导管的交叉研究中，比较了在中度分解代谢患者中两种AKI治疗模式。患者或者在48小时内接受手工PD，4小时循环一次，使用2升透析液，或者接受自动腹透机行潮式PD治疗，最初2升透析液存腹，之后是675 mL的潮量，20分钟循环一次，持续12小时。手工PD每周Kt/V达到1.8，潮式PD每周Kt/V达到2.43。为达到上述目标值，潮式自动PD(APD)需要的透析液量是手工PD的两倍 (10)。转归非常好，87名患者有86名恢复了肾功能。Phu等人进行了一项随机研究，比较了使用硬质导管、开放引流系统进行急性PD与使用当地配制的透析液进行CVVH(17)。腹膜透析处方为2升液体、存腹时间30分钟。未报告达到的剂量，并且由于PD组死亡率较高，该试验被提前终止。由于明显的方法学缺陷（见上文），这一研究结果被排除出此分析。

一项来自巴西的研究在AKI患者中比较了连续性PD (Continous PD, CPD)和每日的HD(Daily Hemod-ialysis, dHD)。该研究入选了共计120名急性肾小管坏死(Acute Tublar Necrosis, ATN)的患者，并随机分配至接受自动腹透机的CPD组或dHD组。主要终点为医院生存率和肾功能恢复情况。次要终点包括代谢和酸碱参数，及液体管理。在RRT开始时，2组患者在年龄、性别、败血症、休克、ATN严重程度及急性生理和慢性健康状况(APACHE)评分等方面是近似的。组间比较显示，大剂量CPD提供了适当的代谢和pH控制，生存率与dHD组相似，并且肾功能恢复明显更快。该研究的局限性在于，该研究排除了身体质量指数非常高的患者或者被认为高分解代谢的患者，因为在这些患者中，预期在“尿毒症”控制方面会遇到困难。PD治疗方案被确定为透析24小时，尿素Kt/V目标值为每天0.65（每周Kt/V4.5）。此方案包括换液量2升，存腹时间为35－50分钟；Kt/V达到3.6(7)。然而如前所述，同一个巴西研究团队实施的一项随访研究表明较低剂量PD获得了与较高剂量PD相同的结果。

George等人还在一项随机对照试验中比较了PD和 CVVHDF（每组25名患者）；2组转归近似，但死亡率极高（CVVHDF组84%，PD组72%）(6)。该研究中应用的PD剂量不清，并且使用了硬质、无涤纶套的PD导管。

由于比较PD（达到的每周Kt/V为3.5）和dHD 的唯一一项随机对照试验显示了相似的死亡率，因此我们将Kt/V3.5用作最佳剂量。如果从体外研究向外推，最低的最佳剂量可能是每周Kt/V2.1 (16)。在对这2个剂量进行头对头比较之前，应将前一剂量视为最佳剂量，但是后者为最低标准。下面的算法（图1）考虑了这一点，用以确定资源充足和资源贫乏环境中的透析处方。

应定期评估透析充分性。对此尚无明确的指南，尽管Kt/V测量可能较为理想，但在许多国家并不可行。在这种情况下，不得不根据液体平衡、血钾水平恢复正常和酸碱改善等临床指标来评估充分性。

PD治疗AKI时的 并发症

许多可能的并发症与急性PD相关。尽管这些并发症的深入讨论超出了这些指南的范围，但下文简要讨论了以下并发症：

- 腹膜炎
- 机械并发症
- 蛋白质丢失
- 高血糖

2014 年 8 月 6 日下载自百特医疗用品有限公司网站http://www.pdiconnect.com/

Peritoneal Dialysis International Peritoneal Dialysis International Peritoneal Dialysis International

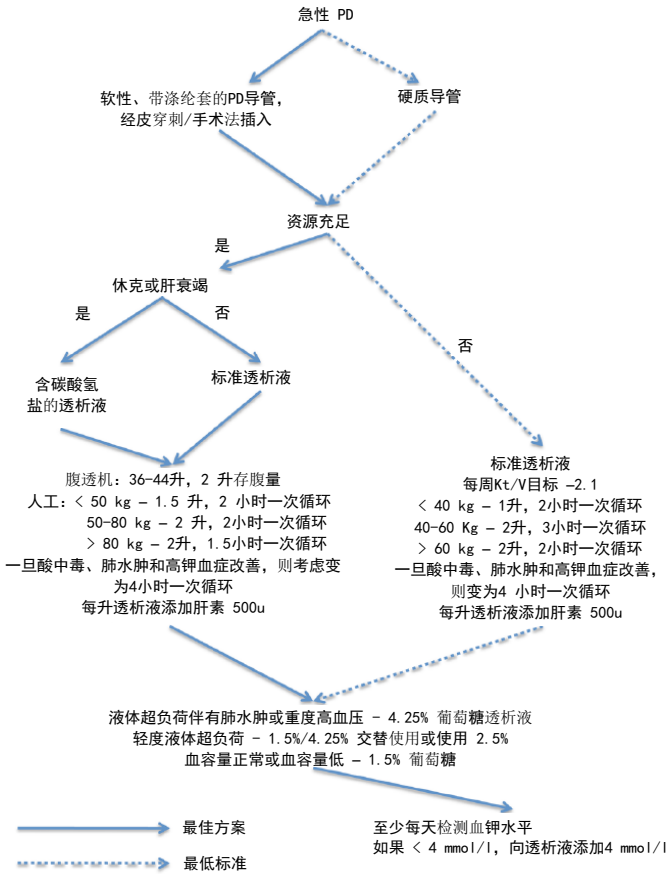


图 1 – 建议的剂量算法。

腹膜炎的诊断可能具有挑战性，但应以ISPD感染性并发症指南的建议为依据(57)。诊断依据为出现腹痛、透析液混浊以及在透析液存腹2小时后白细胞计数>100/μL（或多形核细胞>50%）等情况。每日对接受急性PD的患者进行白细胞计数以便监测腹膜炎，这是一种合理做法。在资源有限的情况下这种做法可能不可行，可替代的方法是每日用尿白细胞酯酶试纸检测，如果 > 2+，则应立即进行治疗，同时等待白细胞计数和培养结果加以验证。该方法在小型研究中表现出良好的敏感性与特异性，不过腹痛及发热等其他特征也提示需进一步调查(58、59)。

腹膜炎的治疗不在这些指南的涵盖范围内，建议查阅ISPD感染性并发症指南(57)。应注意的是，由于在急性PD中换液的速度通常快于慢性PD，因此应从腹腔给予抗生素，并且在每一次换液时向腹膜腔内加入抗生素。因为在快速循环时，从血清透入腹膜腔的抗生素不足以达到治疗水平 (60)。

另一个重要的并发症是机械性或导管相关的问题。在一项研究中，随机分配至PD组的患者中，超过10%的患者由于机械性并发症停止PD。Ponce等研究了204名接受急性PD的患者，结果发现机械并发症的发生率为7.3%，2.6%中断治疗 (52)。导管阻塞可能由于导管或管路的纤维蛋白堵塞、导管移位伴或不伴大网膜包裹所致。在前一情况下，利用无菌盐水冲洗导管（采用无菌技术）可去除阻塞物。一旦液体流入流出恢复通畅，可能要向每升PD 液中添加500 – 1000单位的肝素。

PD导管移位的处理方法包括使用轻泻药和使用导丝（盲插或X光检查）进行操作。如果这些方法无效，则应使用原导管通道进入腹腔更换导管以减少渗漏。

对于接受慢性PD的患者，蛋白质经腹膜流失在不同研究中有所差异，介于每24小时 6.2-12.8g之间。然而，在腹膜炎发作期间已知蛋白质的丢失可增至高达48g(10、61、62)。一项巴西研究在31名接受超过208次大剂量急性PD的患者中测定了蛋白质的丢失情况。结果显示蛋白质丢失情况为4.2(±6.1)g/24h，与白蛋白水平没有相关性。然而，腹膜炎确实使蛋白质的丢失增加(63)。应注意确保摄取充足蛋白质，目标摄取量为每24小时约1.2g/kg蛋白质。蛋白质负平衡的患者与死亡率增加相关，但此情况与疾病严重程度有关还是与蛋白质的摄取不足有关还不明确(52)。

由于腹膜透析液中含有高浓度葡萄糖，因此在急性PD中存在高血糖的趋势。此情况可降低 腹透液与血清之间的渗透梯度，应对此进行治疗以获得最佳超滤效果。已经显示，维持血糖浓度正常可显著改善危重患者的生存(64、65)。

2014 年 8 月 6 日下载自百特医疗用品有限公司网站http://www.pdiconnect.com/

结论

对于AKI患者，PD 是一种可接受的治疗方式。虽然在发达国家AKI患者的治疗中PD并不常用，但近期研究已表明PD与体外RRT的转归相同。毫无疑问，在发展中国家采用PD治疗AKI患者具有很大优势。虽然上述指南侧重于最佳治疗方法，但需务必牢记的是，治疗模式需要根据患者的个人状况制定，且需要将可用的资源和医院环境考虑在内。在资源缺乏的环境中，可能需要对治疗模式进行灵活且适当的调整。

儿童指南

在非ICU和ICU儿童中，急性肾损伤早已被确定为发病率和死亡率的重要危险因素(66－70)。发达国家和发展中国家儿童之间的AKI病因存在差异。在发达国家，继发于早产、心脏手术后或骨髓移植的缺血/缺氧性和肾中毒损伤较为常见；而在发展中国家，感染相关的原因（尤其是疟疾）、胃肠炎及原发性肾脏病较为常见 (68－70)。不同形式的肾脏替代包括PD、HD或持续肾脏替代疗法(Continuous Renal Replacement Therapy, CRRT)是常常需要的，而且这些方法的使用决定不应延迟；新生儿和婴儿的更高存活率与及早开始PD相关(71,72)。

腹膜透析是首先用于治疗所有年龄段儿童AKI的肾替代治疗方法，且仍是年幼儿童的首选方法。然而由于新的体外血液净化技术的应用，PD的应用已经减少了(73)。对于发达国家和发展中国家AKI儿童患者可用的RRT选择进行调查，结果不同且高度依赖于国家的社会经济状况，还具有地区特异性。在一项来自印度的调查中，几乎100％的接受调查的透析中心均可提供PD，即使有其他方法可供选择，PD仍是最常用的方法(74)。与此相比，北美和欧洲的调查结果显示在这两个地区随着 CRRT 的应用，PD 的使用已显著降低(作为小婴儿治疗方法的情况除外)。在许多中心，CRRT 已成为首选方法 (73、75)。尽管技术先进、得到优化且已制定CRRT仪器的安全操作规程，但该疗法在儿童中的应用仍然费用昂贵、复杂并且依赖于技术，还需要经验丰富的专业护理人员，致使其很难引入资源有限的地区。

腹膜透析也经历了技术发展，出现了新机器（ 循环式腹膜透析机），安全性能更佳，连接次数更少且可能执行更多样的PD处方。然而，手工换液技术在不太发达的国家仍然更为常用。在早产儿和较小的新生儿，自动循环式腹膜透析机无法注入极少量的液体，这时可使用新型闭合的手工换液系统进行PD。这些手工换液系统费用较低，可应用于最小的婴儿，且世界各地均可随时提供(76)。最后，透析液有了很大改进，包括低葡萄糖降解产物的透析液（GDP）、碳酸氢盐透析液（使灌液疼痛减少）。遗憾的是，许多国家无法获得这些透析液。

指南 P1：PD 在 AKI 儿童中的适用性

P1.1 腹膜透析是适用于AKI儿童的RRT方式(1C)。

理论依据

指南 P1.1： 目前尚无随机临床试验对比治疗AKI儿童的不同RRT方式（PD、HD和CVVH）。观察性研究显示接受PD治疗与接受CVVH治疗的儿童在死亡率方面没有差异(68，77－79)。然而在1项研究中，CVVH与更好的容量控制相关，且在治疗败血症导致的高

2014 年 8 月 6 日下载自百特医疗用品有限公司网站http://www.pdiconnect.com/

分解代谢型AKI方面优于 PD(79)。在另一项研究中，CVVH与更好的超滤、溶质清除及营养支持相关(77)。然而，这些研究均未显示出使用CVVH与生存受益相关。一项研究比较了在儿童中这3种方法的应用，结论是死亡的预测指标是基础疾病、血流动力学稳定性以及升压药的使用，而并非RRT的类型(68)。与许多儿科调查的特点一样，这些研究均受到以下情况的阻碍：患者数量少、治疗缺乏标准化、可用的治疗方式的变化性，以及不同治疗方式的专业知识和经验存在变化性；因此无法消除偏倚的影响。

在治疗ICU中高分解代谢的儿科患者时，PD的充分性存在很大争议。尚无前瞻性研究评估透析方式对ICU的AKI儿童转归的影响(80)。

指南 P2：儿童急性PD时的通路和换液

P2.1 我们建议由外科医生在手术室插 Tenckhoff 导管，以此作为PD通路的最佳选择(1B)（最佳）。如果没有相关设施，则利用Seldinger技术在可用的最无菌的环境中置入Cook导管（美国印第安纳州，布卢明顿库克医疗公司）（婴儿和新生儿）或Tenckhoff导管（年龄较大的儿童）(1C)。在没有其他相关产品可供使用的情况下，临时性导管也可能挽救生命，但不建议常规性使用(2D)（最低标准）。

P2.2 在进行手工PD时，应使用配有Buretrol的封闭系统测定入液量和引流量(1C)（最佳）。在资源有限的环境中，可使用穿刺透析液袋的开放系统；但是在设计上应限制该系统可能污染部位的数量 (2D)（最低标准）。

P2.3 自动化PD（APD）适用于治疗儿科AKI，但出生体重低的新生儿除外，因为对于目前的腹透机而言，这些新生儿的入液量太少，机器难于达到(1D)。

理论依据

指南 P2.1 — 导管设计和置管技术：由于存在许多因素，包括缺少适合幼儿和婴儿使用的设备（包括PD导管、管路和透析液袋）和适合给小患者透析的接受培训的员工（包括医生和护士），因此儿童急性透析的准备是一项具有挑战性的工作(81，82)。特别是，不熟悉PD导管置管一直是阻碍PD广泛使用的明显障碍。在置管方面常常被认为存在技术难度，从而导致不去采用这种可能拯救生命的治疗方式。与此相反的是，即使临床医师未接受过手术培训，在儿童中仍可以安全实现PD导管置入。（置管方法步骤的指南将会在今年发布于ISPD网站上。）

腹膜透析管的差别在于腹内段（直型、卷曲型、带有硅盘及T型凹槽的直型 ）和皮下段。涤纶套也不同，腹透管可能有一个、两个或圆盘球状的涤纶套。其他短期导管，如Cook 腹透管（美国印第安纳州，布卢明顿库克医疗公司）和多用途引流导管，也适用于急性PD(83)。

开始进行儿童急性PD时，应将通过手术法置入的Tenckhoff管作为首选。一项在59名儿童中进行的研究对比了手术法置入Tenckhoff导管和硬质导管，研究结果示，Tenckhoff导管与使用时间更长（16.5天 vs 4.9天($p < 0.001$)）、导管并发症更少（9% vs 49%）相关(84)。当前的趋势是在设施允许的情况下通过腹腔镜置管，原因在于与开腹手术置管相比，前者渗漏的几率更小。

Peritoneal Dialysis International Peritoneal Dialysis International Peritoneal Dialysis International

2014 年 8 月 6 日下载自百特医疗用品有限公司网站http://www.pdiconnect.com/

在寻找适合这一患者群体的儿外科医生和场所设施方面可能受到限制。因此儿科医生常常会在未准备手术场所和设施的情况下被要求床旁置管。在这种情况下儿童床旁置管的镇静和镇痛是最大的危险，必须提供相关设施和人员来管理和处理这些药物的后果。该手术需要在可提供的最无菌的环境中进行，且术者必须穿戴帽子、口罩、隔离衣和手套。

在对108例由小儿肾脏科医师床旁置管进行的一项研究中显示，该方法安全且具成本效益。尤其值得注意的是，采用盲法和Seldinger技术时均未出现肠穿孔病例(85)。

软性Cook Mac-Loc（美国印第安纳州，布卢明顿库克公司）和多用途引流管(CMMDC) 是Tenckhoff导管的替换品，可在床旁置入任何体型的儿童体内。这些导管已在21名平均年龄6.9个月的婴儿和儿童中应用。仅有2名患儿发生了3 种并发症从而停止了PD，其余患儿一直使用这种导管，直至AKI恢复或非肾性死亡(83)，达到了良好的目标超滤及溶质清除且无导管相关感染。平均无并发症天数为10.5天（范围为2－29天），14天时导管生存率为90%。在无并发症的生存和导管相关并发症方面，CMMDC与先前的Tenckhoff导管无显著差异(p = 0.057)。

以Seldinger方式放置Cook PD导管提供了一种快速、安全的手术方式。在一项小型研究中，无出血病例(0/44)，渗漏风险低(1/44)，而且导管处理及腹膜炎发生率低(81)。这种导管可以用于自动循环式腹膜透析机以使清除率达到最大，并允许用于闭合系统有助于预防感染(22、86)。

带有套管针的硬质导管使用频率较低，原因在于与Tenckhoff管相比，渗漏的频率增加（10/33 vs 2/34，$p < 0.01$），且意外脱出、穿孔等风险明显增加(22)。此类导管应仅在无法获得其他Seldinger导管的情况下才应用。

此外，其他已用作腹透管替换品的导管包括双腔成人透析导管、胸腔引流管以及放置在脐下部位的鼻胃管。虽然这些设备可能会挽救生命，但在安全性和疗效方面支持其应用的证据很少，因此不推荐常规使用。

在许多AKI病例中，由于立即使用腹透管会导致透析液渗漏。当导管出口处发生渗漏时，在儿童中成功应用了纤维蛋白胶。在一项小型研究中，8名儿童在透析最初的24－48小时发生透析液渗漏，在导管出口处的外部应用了纤维蛋白胶(1mL)。随后在这8名儿童中均未观察到透析液渗漏的复发(86)。

指南 P2.2 — 手工PD换液系统： 可使用手工和重力系统对AKI婴儿和儿童进行腹膜透析。这个管路应当是一个闭合系统，从而减少感染的风险(87)。严格的液体平衡对于年幼患者极其重要，可以辅助使用Buretrol，它能够精确计算注入和引流量。另外，这种技术使连接次数达到最少，从而使接触污染的风险也减至最小。目前市售的系统包括PD-Paed 系统（德国巴特洪堡，费森尤斯医疗公司）和Dialy-Nate系统/Gesco Dialy-nate（美国犹他州米德丽尔市，犹他医疗产品公司）。对于年龄稍大的儿童，可使用双袋系统（长期PD患者使用）以确保系统密闭。

在资源有限的环境中，可能无法获得这种闭合系统，而需要使用开放系统。这应当尽量减少来源于穿刺点的污染、与导管连接、与引流袋连接的可能污染。这个管路应当由单个连接到Buretrol 的透析液袋和入液管路（通过3通连接到透析管）组成。然后可将引流管插入空的、无菌的200mL透析液袋或导管袋中。对于新生儿和婴儿患儿，Buretrol是必需

Peritoneal Dialysis International Peritoneal Dialysis International Peritoneal Dialysis International

2014 年 8 月 6 日下载自百特医疗用品有限公司网站http://www.pdiconnect.com/

装置，因要提供精确的灌入量，以降低腹腔过度膨胀的风险（这可能导致呼吸窘迫或透析液渗漏）。

注：对年龄较大的儿童和/或不易获得Buretrol的情况下，可使用天平在液体流入和流出期间对PD袋进行称重。

指南 P2.3—自动化PD系统：配有循环控制装置的自动化腹膜透析在上世纪80年代被引入临床应用，降低了AKI患者腹膜炎的发生率并提供了有效的代谢及电解质控制(88，89)。自动化腹膜透析通过使用短的留腹时间、高透析液流量以及自定制腹膜内容量(IPVs)，可提供更宽泛的高效治疗方案的选择。自动化腹膜透析具有对强化护理需求更少的优势，但会产生经济负担。

*APD系统的组成：*循环式腹膜透析机：治疗的设定，如透析液的注入量和透析液在腹腔内停留的时间（留腹时间），均可被编程到腹膜透析机中。然后腹膜透析机会自动执行治疗。与手工PD一样，APD换液分3个阶段：入液、存腹和引流。

APD 处方的组成：

- 透析液的种类
- 总的透析液治疗量
- 总治疗时间：总时间从最初引流开始。最大设置为48小时，最小设置为10分钟，设置增量为10分钟
- 腹腔内的入液量

*适用于AKI治疗的APD选项如下：*持续循环腹膜透析(Continuous Cycling Peritoneal Dialysis, CCPD)/间歇性的腹膜透析 (Intermittent Peritoneal Dialysis, IPD)：用于此疗法的PD透析液总量包括所有循环的总入液量和末袋存腹量。在这种APD模式中，必须规定末袋存腹量，即在治疗结束时灌入并保留在腹腔内的量。用于“末袋存腹量”的腹透液的葡萄糖浓度可以与整个透析过程所用的透析液浓度相同，也可以不同。不用规定总循环次数（不包括末袋存腹量）及存腹时间，这些数值是由腹膜透析机计算出来的。

*潮式PD：*在这种模式中，每个治疗周期腹腔内的透析液仅引流出一部分，然后注入新的透析液；这使得透析液剩余一部分留在腹腔内。这种方式有2个优势：a) 即使在腹腔内灌入和引流透析液时，残余的透析液持续促进水和溶质的清除，从而增加了有效治疗时间；b)腹腔完全排空可能会出现透析液难以引出或出现引流疼痛，而此种模式由于导管没有直接贴近腹膜，有助于改善上述问题。

对于潮式 PD，腹膜透析机程序设定需要包括：

- 潮量百分比(每一周期引流或重新注入的透析液量，以占初始入液量的百分比来表示)
- 总超滤(UF)（整个透析周期预期的总UF）。
- 透析过程中完整的腹腔引流周期数。

腹膜透析机计算出周期数、每个周期的存腹时间、潮量和超滤量。

婴儿和儿童使用APD的限制因素是：尚不能为儿科患者提供低剂量入液模式的选择以及可接受的最少入液量。

指南 P3：儿童急性PD的腹膜透析液

2014 年 8 月 6 日下载自百特医疗用品有限公司网站http://www.pdiconnect.com/

P3.1 急性PD透析液的组分应包括不同浓度的葡萄糖，以达到不同的超滤目标(1D)。

P3.2 对于透析最初的24小时，应当每12小时测定一次血清电解质浓度，待结果稳定后每日测定一次(1D)（最佳）。在资源不足的情况下，如果可行的话，应当每日测定钠和钾的水平(2D)（最低标准）。

理论依据

指南 P3.1： 急性 PD 腹膜透析液一般在市场可以买到，葡萄糖浓度为1.5%、2.5%和4.25%（如果测定葡萄糖，等效于1.36%、2.27%或 3.86%）。成人指南 3.4（上文）介绍了药房制备的透析液独特之处。1.5%、2.5% 和4.25% 的透析液，渗透压浓度分别为346、396 和485 mOsmol/L，含葡萄糖透析液的应用会在透析液和血浆之间形成渗透压梯度，从而促进液体清除(90)。腹膜会持续吸收葡萄糖，在急性PD时主要应用的低容量换液会促进葡萄糖的吸收，从而导致渗透压梯度逐渐减小、超滤效率下降。因此，在液体负荷重或为避免透析液渗漏使用换液容量较小的时候，急性PD开始常使用2.5%的葡萄糖透析液，以达到有效的超滤。当容量平衡或仅存在轻度容量超负荷时，最初时使用1.5%的透析液可能是合适的。在PD处方中使用2.5%或4.25%的透析液频繁换液，可能导致高血糖，尤其是在较小的婴儿，这可能需要胰岛素治疗或修改所用的葡萄糖浓度。后者可通过Y形管连接的二个Buretrol输注混合等量的1.5%和2.5%的葡萄糖透析液实现。如果胰岛素要通过加入透析液中来使用，其剂量相对于透析液的葡萄糖浓度应该是适合的。然后频繁监测血糖以调整胰岛素剂量(90)。典型的初始剂量如下，*这应该仅在高血糖的情况下使用，而不是常规应用于所有患者。*

胰岛素4－5单位/L用于1.5g/dL的葡萄糖透析液

胰岛素5－7单位/L，用于2.5g/dL的葡萄糖透析液

胰岛素7－10单位/L，用于4.25g/dL的葡萄糖透析液

在透析液中加入碱有助于纠正AKI可能并发的酸中毒。而许多商用急性PD透析液是乳酸盐透析液，其浓度为35-40mmol/L，在除美国以外的国家可购买到生物相容性更好的透析液（如碳酸氢盐或乳酸盐/碳酸氢盐透析液），并已被用于急性PD (91－93)。有时，在肝功能不全、血流动力学不稳定和持续性/恶化的代谢性酸中毒时，婴儿和较小的儿童不能耐受从透析液中吸收的乳酸盐。在这些情况下，最好使用商业制备的或者药房制备的碳酸氢盐透析液。如果需要钙（见下文），则必须通过PD透析液以外的途径给予，以防止沉淀产生。当透析液中含有高浓度的碳酸氢盐时，必须密切监测血清离子钙水平，以防止手足搐搦的风险。还应当注意的是，由于对流清除的作用，高超滤率会导致透析液中碳酸氢盐丢失增加(94)。

透析液钠浓度通常为132－134 mmol/L。由于透析液和血浆之间仅存在较小的浓度梯度，钠的转运主要是通过对流。正如急性PD时通常发生的情况，为促进超滤而应用高渗透析液快速循环可导致高钠血症，这是由于钠筛和水分通过水通道蛋白转运引起自由水清除增加而导致的(95)。在每次换液的前30-60分钟，自由水的清除率最大。如果发生了高钠血症，则应考虑延长留腹时间（如果溶质清除容许）或降低透析液中葡萄糖的浓度。如果溶质清除需要

2014 年 8 月 6 日下载自百特医疗用品有限公司网站http://www.pdiconnect.com/

快速循环且液体平衡适中或为负平衡，可静脉输注低渗液体，如0.45%的生理盐水，以与PD的净超滤匹配。

因为许多患者会出现高钾血症，常伴有代谢性酸中毒，所以在开始治疗时透析液中的钾离子浓度应该极低(0－2mmol/L)，。一旦血清钾浓度达到正常，如通常在最初的6-12小时后，可逐渐增加透析液中钾的浓度至≤4mmol/L，并根据影响血清钾水平的因素（例如透析液的葡萄糖浓度，血清二氧化碳、药物，胃肠外营养等等）不断进行调整。如果没有测定血清钾的设施，应考虑在持续PD 12小时后按照经验往透析液中加入钾，使透析液的钾浓度达到3－4 mmol/L。

指南 P4:儿科患者的急性PD处方

P4.1 初始入液量应该限制在10－20mL/kg，以使透析液渗漏的风险减至最小；当患者可耐受时，逐渐增加透析液容量至约30－40mL/kg(800－1100mL/m^2)(1D)。

P4.2 最初的交换周期，包括入液、留腹和引流时间，一般应间隔 60-90分钟；当液体和溶质的清除达到目标时，可逐渐延长留腹时间(1D)。对于新生儿和小婴儿，可能需要缩短循环时间以实现充分超滤。

P4.3 为了达到和维持正常血压和容量平衡，必须密切监测总的液体出入量(1B)。

P4.4 急性PD应该持续24小时治疗1-3天(1C)。

P4.5 急性PD时，药物清除率（如抗生素）可能增加，建议相应地调整剂量，如果可能，应监测药物水平(1D)。

理论依据

指南 P4.1： 在急性PD开始时和PD导管置入后不久，通常建议使用低容量交换，以降低因腹膜透析液诱导的腹腔内压力(IPP)升高引起透析液渗漏的风险。如果没有发生渗漏，可逐渐增加交换容量，以提高溶质和液体的清除，因为较大的换液量能够使浓度和渗透压梯度维持时间更长(96)。一般来说，年龄<2岁的患儿，换液量不应超过 800mL/m^2，否则可能引起IPP相应升高，从而导致超滤液通过淋巴管重吸收(97)。如果需进行持续性PD，极少需要交换容量>40mL/kg(1100mL/m^2)，这可能会导致在ICU的患儿发生呼吸窘迫(96)。（剂量算法请参阅图2。）

指南 P4.2： 最初使用短的交换时间的目的是达到预期的超滤和溶质清除，同时保持血清和透析液之间的梯度。虽然偶尔已经使用更短的交换时间（<60分钟），由于大部分时间都花在入液和引流上，溶质清除率往往有所降低(98)。总体而言，入液时间为5-10分钟（或更短），并且取决于要灌入的液体量、透析液袋相对于患者的高度以及PD导管和相关管路产生的阻力。存腹时间（即透析液停留在腹腔时的交换时间）约为30-40分钟。引流时间通常为10-20分钟，并且取决于要引流液体的容量、导管和管路的阻力以及在患者和引流袋之间的高度差。正如前面提到的，频繁交换增加了高钠血症的风险，需要密切监测这些实验室检测异常。最终，可以逐渐延长换液的持续时间并逐渐增加换液容量，直至与长期透析的处方相近，这取决于患者的耐受性以

2014 年 8 月 6 日下载自百特医疗用品有限公司网站http://www.pdiconnect.com/

及治疗方案达到溶质和液体清除目标的能力。

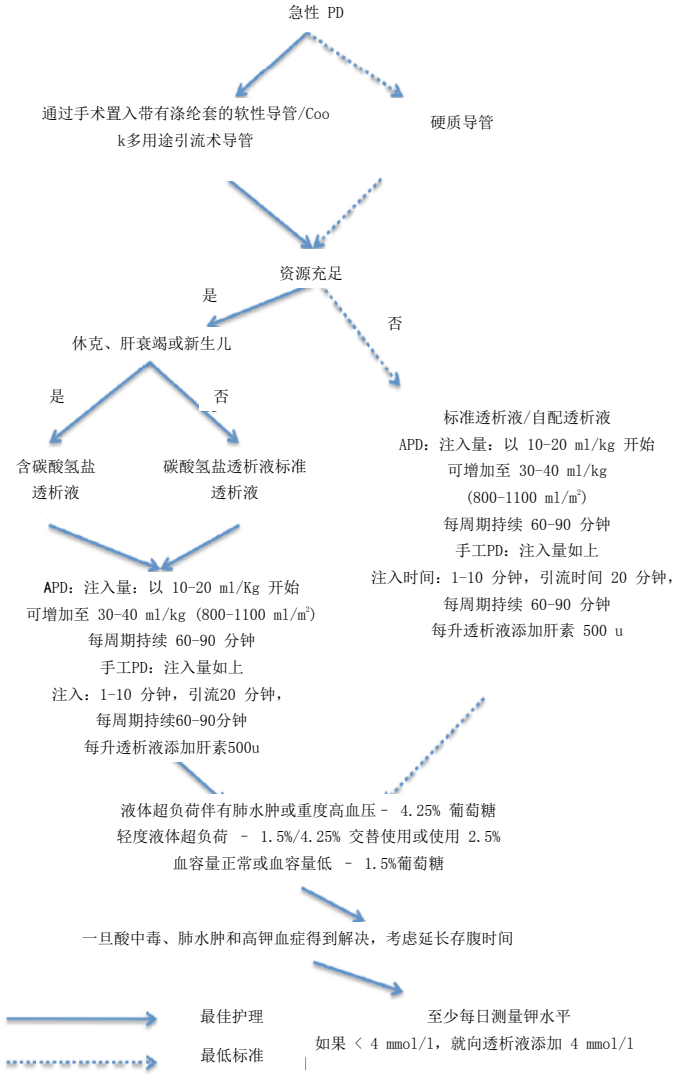


图 2 - 建议的儿科剂量算法

指南 P4.3： 儿科AKI患者通常血容量过多且严重的液体超负荷与发病和死亡风险增加相关(99)。因此，液体清除是许多患儿的重要治疗目标。在理想情况下，通过每次换液产生的成功超滤（加上可能存在的尿量）能解决体液超负荷状态，同时满足患者用药、血液制品输注、营养和维持血流动力学稳定性的需求。在急性PD早期，当换液容量少时，为常规达到正超滤并满足患者需要，往往需要应用高渗透析液(2.5%/4.25%)及频繁换液；如超滤的需要改变，则必须调整透析处方。在理想情况下，一旦患者的容量正常，则可以降低透析液的葡萄糖浓度和换液频率。

经常评估患者的体液状态以及相关的液体出入量至关重要。在治疗早期，应用高渗透析液频繁换液可清除大量液体，有时会导致血管内容量不足。如果未能通过减少超滤或增加肠内或胃肠外液体的供给解决此问题，可能会减缓肾恢复。相反，监测各种来源的液体摄入（如药物、营养、血液制品）同样重要。当对患儿维持性应用呼吸机/振荡机时，非显性的体液丢失减少可能会明显影响小婴儿的液体平衡。在大多数情况下，应当重新评估能否实现目标脱水量，最初至少每2-3小时一次，随后必要时应修改治疗方案。一旦体液管理达到稳定，可逐渐延长评估间隔。

指南 P4.4： 在大多数情况下，在稳定的初始期，应当持续使用频繁换液的急性PD方案，以满足患儿溶质和液体清除的需求。应当根据患者的临床状况来确定换液频率。在初始治疗时通常采用的低容量交换限制了PD治疗AKI的疗效，因此在急性情况下，为达到充分的清除率，需要持续进行PD超过24小时。应当每日重新评估患者的需求。一旦满足了患者的紧急需求，这时最常出现的是肾功能逐渐恢复，并达到溶质/液体的稳定性，这种情况下增加换液量且每24小时内仅部分时间进行透析通常足够。应当强调的是，持续PD的使用并不会抑制AKI的缓解。

指南 P4.5: 一旦伴有少尿的AKI患者接受PD治疗，许多药物的清除率就可能发生改变。这可能导致药物血清水平不足，尤其诸如抗生素和抗痉挛药等药

Peritoneal Dialysis International
2014 年 8 月 6 日下载自百特医疗用品有限公司网站http://www.pdiconnect.com/

物，药物剂量应作相应的调整。

指南 P5：持续流动腹膜透析（CFPD）

P5.1 当需要提高溶质清除率和超滤作用但使用标准的急性PD无法实现时，可以考虑将持续流动腹膜透析作为PD治疗的选择。由于有关这种治疗方式的经验有限，使用这种技术进行治疗应被视为试验性的（未分级）。

P5.2 当只能首选极小的交换容量时，可考虑应用持续流动腹膜透析用于AKI儿童的透析治疗（如采用高呼吸机压力的患儿）（未分级）。

理论依据

与常规PD相比，持续流动腹膜透析已被证明在长期PD的成人患者中能使小分子溶质的清除率增加3-8倍，并显著增加超滤(100－102)。在对AKI患者使用这种透析技术的少数研究中有一项，即Ponce等在两名成人AKI患者中使用CFPD并达到了类似于使用体外血液净化方法报告的清除率，且超滤率达到了200－500mL/h(45)。一项对6名继发性AKI患儿进行CFPD处方的研究结果显示，较常规PD相比，清除率增加了5倍，超滤增加了9倍(103)。在另一项针对儿童的研究中，在伴急性呼吸窘迫综合征(ARDS)的体液超负荷的儿童中使用CFPD，获得了成功的超滤。鉴于这些儿童无法耐受腹腔内容量过高，CFPD没有固定的入液量，且腹膜流量相对较低(104)。

在大多数关于CFPD的成人研究中，标准入液量约为2升，腹膜流量介于100－300mL/min之间且葡萄糖浓度为1.5%。使用这个处方，超滤和清除率得到显著改善(100－103)。然而，这些研究都以病情稳定的长期PD患者作为研究对象。如第P5.1部分所述，在儿童急性PD中，因为考虑到IPP升高及其对通气的影响，习惯在开始给予低的入液量处方(10－20 mL/kg)（80)。Raaijmakers等使用20mL/kg的入液量、腹膜流量为100mL/1.73m^2/min且透析液葡萄糖浓度通常为1.5%进行CFPD，能够明显地改善小分子溶质清除和超滤（105)。因此，当由于需要少量注入使标准急性PD无法实现充分清除或超滤的时候，CFPD可能很有用。在使用各种方法进行急性PD时，仔细、频繁地监测患者非常重要，且需要密切监测超滤率。

在实践中，可用以下方式进行 CFPD（参见图3）。应当在腹腔内置入第二根导管以获取充分的流速。Raaijmakers等在他们的一系列病例中，将第一根导管置于脐下，第二根导管置于上髂嵴和脐之间的中间位置(105)。源自透析液的管路流经一个流入泵。在此之后（或之前），透析液应当流经加热器，然后通过其中一个导管注入患者体内。在这部分回路中最好应当设置气泡捕捉器和压力传感器，如果流入压力太高，应当能够报警（高于基线>10m Hg）。源自流出导管的管路也应经过泵，设流速（2.5 mL/1.73m^2/min）略快于流入泵。此回路最好连接一个传感器，如果流出压力过高时报警（101,102)。

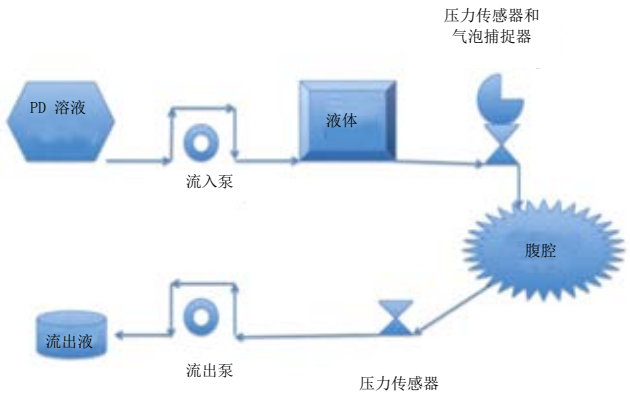


图 3 - 持续流动PD循环示例图。

2014 年 8 月 6 日下载自百特医疗用品有限公司网站http://www.pdiconnect.com/

单一通路的CFPD回路在成人患者中已有介绍，仅使用一个流入泵且部分阻塞流出量以维持满意的流量(102,103)。纯重力辅助的CFPD也已经在儿童患者中提到，但没有固定的腹膜内容量(104)。单一通路的CFPD使用的透析液在流经腹部后弃去且不再更新。鉴于儿童患者所用的透析液很少，因此认为这种情况是合理的。须注意的是，CFPD的相关经验有限，尽管该技术可能是有用的，但其使用应当被视为试验性的。

CFPD的透析处方：

- 入液量为10 – 20mL/kg
- 透析液流速为100 mL/1.73 m^2/min
- 超滤流速：最初可设置为2.5mL/1.73 m^2/min，可根据实际超滤进行调整。
- 透析液：使用1.5%的透析液通常可实现充分的超滤，然而，有时可能需要增加透析液的葡萄糖浓度。
- 透析时间：最初可能处方6 – 8小时的透析，然后根据患者的重新评估结果视需要调整方案。
- 一旦血清钾低于4mmol/L，应当向透析液中添加钾(4mmol/L)。

安全性：

- 应当采取安全性措施以确保在流出道阻塞时透析液不再继续流入。使用传感器或仔细观察带警报装置的液体泵可帮助监测。
- 建议监测过度超滤和由此产生的腹内压力上升。同时应当结合每小时一次的腹围测量以及通气、灌注和血压变化来监测。如果患者在ICU，还应使用膀胱导管评估腹腔内压力。
- 因为CFPD的效率高，经常评估血清钾水平很重要。测定频率取决于基线值和透析液流速。

结论

腹膜透析用于治疗儿童AKI是一种安全且有效的血液净化和体液清除的方法。PD具有不需要血管通路（在急性重症婴儿和年幼儿童通常难以建立血管通路）的显著优势。在发展中国家，有资质的儿科HD工作人员和设备通常有限，在多数情况下甚至缺乏，而PD是一种相对便宜、安全有效、能拯救生命的治疗方式。本指南针对发达国家和发展中国家的临床医生而编制，如此，最佳实践和最低标准之间存在差异。因此，本指南应当联系当地的资源以及临床医生的总体技能来理解，但目标始终是努力按最佳实践行事并尽可能取得最佳的患者转归。

缩略词：

AKI	急性肾损伤
APD	自动化腹膜透析
ARDS	急性呼吸窘迫综合征
ATN	急性肾小管坏死
CAPD	持续非卧床腹膜透析
CFPD	持续流动腹膜透析
CPD	持续腹膜透析
CRRT	持续肾替代治疗
CVVH	持续静脉-静脉血液滤过
CVVHDF	持续静脉-静脉血液透析滤过
dHD	每日血液透析
ICU	重症监护室
IPP	腹腔内压力
PD	腹膜透析
RCT	随机对照试验
SLED	持续低效透析
UF	超滤

Peritoneal Dialysis International Peritoneal Dialysis International Peritoneal Dialysis International

2014 年 8 月 6 日下载自百特医疗用品有限公司网站http://www.pdiconnect.com/

声明

BC从Baxter Healthcare、Adcock IngramCritical Care和Fresenius Medical收到了讲课费。RPF从Baxter Healthcare 收到了讲课费并且从Baxter Healthcare和Fresenius Medical收到了研究经费。KY从Amgen 和Otsuka Pharmaceuticals收到了讲课费。BW是Baxter Healthcare的顾问并收了Baxter Healthcare的研究经费。FOF从Baxter Healthcare收到过讲课费且得到了Fresenius Medical的研究资助。其余作者没有经济利益需要声明。

参考文献

1. Frank H, Seligman A, Fine 3. Treatment of uraemia after acute renal failure by peritoneal irrigation. *JAMA* 1946; 130(11):703－5.
2. Frank H, Seligman A, Fine J. Further experiences with peritoneal irrigation for acute renal failure. *Ann Surg* 1948; 128(3):561－608
3. Uchino S, Kellum JA, Bellomo R, Doig GS, Morimatsu H, Morgera S *et al*. Acute renal failure in critically ill patients: a multinational, multicenter study. *JAMA* 2005; 294:813－8.
4. Basso F, Ricci Z, Cruz D, Ronco C. International survey on the management of acute kidney injury in criticall y ill patients: year 2007. Blood Purif 2010; 30:214－20.
5. Vijayan A, Palevsky PM. Dosing of renal replacement therapy in acute kidney injury. *Am J Kidney Dis* 2012; 59:569－76.
6. George J, Varma S, Kumar S, Thomas J, Gopi S, Pisharody R. Comparing continuous venovenous hemodiafiltration and peritoneal dialysis in critically ill patients with acute kidney injury: a pilot study. *Perit Dial Int* 2011; 31:422－9.
7. Gabriel DP, Caramori JT, Martim LC, Barretti P, Balbi AL. High volume peritoneal dialysis vs daily hemodialysis: a randomized, controlled trial in patients with acute kidney injury. *Kidney Int* 2008; 108(Suppl):S87－93.
8. Gaiao S, Finkelstein FO, De Cal M, Ronco C, Cruz DN. Acute kidney injury: are we biased against peritoneal dialysis? *Perit Dial Int* 2012; 32:351－5.
9. Kilonzo K, Ghosh S, Temu S, Maro V, Callegari J, Carter M, et al. Outcome of acute peritoneal dialysis in northern Tanzania. *Perit Dial Int* 2012; 32:261－6.
10. Chitalia V, Almeida A, Bapat M, Chitalia K, Acharya V, Khanna R. Is peritoneal dialysis adequate for hypercatabolic acute renal failure in developing countries? *Kidney Int* 2002;61:747－57.
11. Ponce D, Brito G, Abrao J, Balbi A. Different prescribed doses of high-volume peritoneal dialysis and outcome of patients with acute kidney injury. *Adv Perit Dial* 2011; 27:118－24.
12. GRADE working group. Grading quality of evidence and strength of recommendations. *BMJ* 2004; 328:1490.
13. KDIGO Group: KDIGO clinical practice guideline for acute kidney injury. *Kidney Int Suppl* 2012; 2:1－115.
14. Morgera S, Haase M, Kuss, T, Vargas-Hein O, Zuckermann- Becker H, Melzer C, et al. Pilot study on the effects of high cutoff hemofiltration on the need for norepinephrine in septic patients with acute renal failure. *Crit Care Med* 2006; 34:2099－104.
15. Gokbel H, Yeksan M, Dogan E, Gundogan F, Uzun K. Effects of CAPD application on pulmonary function. *Perit Dial Int* 1998;18:344－5.
16. Chionh CY, Ronco C, Finkelstein FO, Soni SS, Cruz DN. Use of peritoneal dialysis in AKI: a systematic review. *Clin J Am Soc Nephrol* 2013 Oct; 8(10):1649－60. Epub 2013 Jul 5.
17. Phu NH, Hien TT, Mai NT, Chau TT, Chuong LV, Loc PP, *et al*. Hemofiltration and peritoneal dialysis in infection－associated acute renal failure in Vietnam. *N Engl J Med* 2002; 347: 895－902.
18. Arogundade FA, Ishola DA, Jr., Sanusi AA, Akinsola A. An analysis of the effectiveness and benefits of peritoneal dialysis and hemodialysis using Nigerian-made PD fluids. *Afr J Med Med Sci* 2005; 34:227－33.
19. Renal replacement therapy study investigators, Bellomo R, Cass A, Cole L, Finfer S, Gallagher M, *et al*. Intensity of continuous renal-replacement therapy in critically ill patients. *N Engl J Med* 2009; 361:1627－38.
20. Mishra S, Mahanta K. Peritoneal dialysis in patients with malaria and acute kidney injury. *Perit Dial Int* 2012; 32:656－9.
21. Tenckhoff H, Shilipetar G, Boen ST. One year's experience with home peritoneal dialysis. *Trans Am Soc Artif Intern organs* 1965; 11:11－7.
22. Wong SN, Geary DF. Comparison of temporary and permanent catheters for acute peritoneal dialysis. *Arch Dis Child* 1988; 63:827－31.
23. Rao P, Passadakis P, Oreopoulos DG. Peritoneal dialysis in acute renal failure. *Perit Dial Int* 2003; 23:320－2.
24. Henderson S, Brown E, Levy J. Safety and efficacy of per- cutaneous insertion of peritoneal dialysis catheters under sedation and local anaesthetic. *Nephrol Dial Transplant* 2009; 24:3499－504.
25. Perakis K, Stylianou K, Kyriazis J, Mavroeidi V, Katsipi I, Vardaki E, *et al*. Long-term complication rates and survival of peritoneal catheters: the role of percutaneous versus surgical placement. *Semin Dial* 2009; 22:569－75.
26. Atapour A, Asadabadi H, Karimi S, Eslami A, Beigi A.

2014 年 8 月 6 日下载自百特医疗用品有限公司网站http://www.pdiconnect.com/

Comparing the outcomes of open surgical procedure and percutaneously peritoneal dialysis catheter (PDC) insertion using laparoscopic needle: a two month follow-up study. *J Res Med Sci* 2011 April; 16(4):463－8.

27. Briggs V, Pitcher D, Braddon F, Fogarty D, Wilkie M. UK Renal Registry 15th annual report: Chapter 8 - UK multisite peritoneal dialysis access catheter audit for first PD catheters 2011. *Nephron Clin Pract* 2013; 123(Suppl 1):165－81.

28. Crabtree J, Fishman A. A laparoscopic method for optimal peritoneal dialysis access. *Am Surg* 2005; 71:135－43.

29. Strippoli G, Tong A, Johnson D, Schena F, Craig J. Catheter- related interventions to prevent peritonitis in peritoneal dialysis: a systematic review of randomized controlled trials. *J Am Soc Nephrol* 2004; 15:2735－46.

30. Hagen S, Lafranca J, Steyerberg E, Ijzermans J, Dor F. Laparoscopic versus open peritoneal dialysis catheter insertion: a meta-analysis. *PloS one* 2013; 8(2):e56351.

31. Figueiredo A, Goh B, Jenkins S, Johnson D, Mactier R, Ramalakshmi S, *et al*. Clinical practice guidelines for peritoneal access. *Perit Dial Int* 2010; 30:424－9.

32. Povlsen J, Ivarsen P. How to start the late referred ESRD patient urgently on chronic APD. *Nephrol Dial Transplant* 2006; 21:ii56－9.

33. Gadallah MF, Ramdeen G, Mignone J, Patel D, Mitchell L, Tatro S. Role of preoperative antibiotic prophylaxis in preventing postoperative peritonitis in newly placed peritoneal dialysis catheters. *Am J Kidney Dis* 2000; 36(5):1014－9.

34. Wikdahl A, Engman U, Stegmayr B , Sorenssen J. One- dose cefuroxime i.v. and i.p. reduces microbial growth in PD patients after catheter insertion. *Nephrol Dial Transpl* 1997; 12:157－60.

35. Bennett-Jones DN, Martin J, Barratt AJ, Duffy TJ, Naish PF, Aber GM. Prophylactic gentamicin in the prevention of early exit-site infections and peritonitis in CAPD. *Adv Perit Dial* 1988; 4:147－50.

36. Lye WC, Lee EJ, Tan CC. Prophylactic antibiotics in the insertion of Tenckhoff catheters. *Scand J Urol Nephrol* 1992; 26:177－80.

37. Strippoli GFM, Tong A, Johnson DW, Schena FP, Craig JC. Antimicrobial agents for preventing peritonitis in peritoneal dialysis patients. *Cochrane Database Syst Rev* 2004 Oct 18; 4:CD004679.

38. Dombros NV, Liakopoulos V. *Peritoneal Dialysis Connectology. Nolph and Gokal' s Textbook of Peritoneal Dialysis*, Third Edition. 2009; 10:267－301.

39. Monteón F, Correa-Rotter R, Paniagua R, Amato D, Hurtado ME, Medina JL, *et al*. Prevention of peritonitis with disconnect systems in CAPD: a randomized controlled trial. The Mexican Nephrology Collaborative Study Group. *Kidney Int* 1998; 54: 2123－8.

40. Honkanen E, Kala AR. Divergent etiologies of CAPD peritonitis in integrated double bag and traditional system? *Adv Perit Dial* 1991; 7:129－32.

41. Dryden M, McCann M, Wing AJ, Phillips I. Controlled trial of a Y-set dialysis delivery system to prevent peritonitis in patients receiving continuous ambulatory peritoneal dialysis. *J Hosp Infect* 1992; 20185－92.

42. Negoi D, Nolph KD. Automated peritoneal dialysis— indications and management. *Contr ib Nephrol* 2006; 150:278－84.

43. Grassmann A, Gioberge S, Moeller S, Brown G. ESRD patients in 2004: global overview of patient numbers, treatment modalities and associated trends. *Nephrol Dial Transplant* 2005; 20(12):2587－93.

44. Bai ZG, Yang K, Tian J, Ma B, Liu Y, Jiang L, *et al*. Bicarbon-ate versus lactate solutions for acute peritoneal dialysis. *Cochrane Database Syst Rev* 2010 Sep 8; (9):CD007034.

45. Ponce D, Balbi AL, Amerling R. Advances in peritoneal dialysis. *Blood Purif* 2012; 34(2):107－16

46. Kooienga LA, Teitelbaum I. Correction of fluid, electrolyte, and acid-base derangements by peritoneal dialysis in acute renal failure. In: Ronco C, Bellomo R, Kellum JA, eds. *Critical Care Nephrology*, 2nd ed. Canada: Saunders Elsevier, 2009:1486－90.

47. Silva CAB, Vieira Neto OM. Complicações metabólicas, mecânicas e não infecciosas da diálise peritoneal. In: Vieira Neto OM, Abensur H, eds. *Diálise peritoneal: Manual prático*, 1ª ed. São Paulo, Brasil: Livraria Baleiro, 2012:155－68.

48. Zanger R. Hyponatremia and hypokalemia in patients on peritoneal dialysis. *Semin Dial* 2010; 23(6):575－80.

49. Chuang YW, Shu KH, Yu TM, Cheng CH, Chen CH. Hypokalaemia: an independent risk factor of Enterobacteriaceae peritonitis in CAPD patients. *Nephrol Dial Transplant* 2009; 24(5):1603－8.

50. Szeto CC, Chow KM, Kwan BC, Leung CB, Chung KY, Law MC, *et al*. Hypokalemia in Chinese peritoneal dialysis patients: prevalence and prognostic implication. *Am J Kidney Dis* 2005; 46(1):128－35.

51. Gabriel DP, Nascimento GV, Caramori JT, Martim LC, Barretti P, Balbi AL. High-volume peritoneal dialysis for acute renal failure. *Perit Dial Int* 2007; 27:277－82.

52. Ponce D, Berbel MN, Regina de Goes C, Almeida CT, Balbi AL. High-volume peritoneal dialysis in acute kidney injury: indications and limitations. *Clin J Am Soc Nephrol* 2012; 7(6):887－94

53. National Hear t, Lung, and Blood Institute Acute Respiratory Distress Syndrome (ARDS) Clinical Trials Network. Comparison of two fluid-management strategies in acute lung injury. *N Engl J Med* 2006; 354:2564－75.

54. Bouman C. Antimicrobial dosing strategies in critically ill patients with acute kidney injury and high-dose continuous veno-venous hemofiltration. *Curr Opin Crit Care* 2008; 14:654－9.

55. Sharma SK, Manandhar D, Singh J, Chauhan HS, Koirala B, Gautam M, *et al*. Acute peritoneal dialysis in eastern Nepal. *Perit Dial Int* 2003; 23(Suppl 2):S196－9.

56. Ademola AD, Asinobi AO, Ogunkunle OO, Yusuf BN, Ojo OE. Peritoneal dialysis in childhood acute kidney injury: e

2014 年 8 月 6 日下载自百特医疗用品有限公司网站http://www.pdiconnect.com/

xperience in southwest Nigeria. *Perit Dial Int* 2012; 32(3): 267 - 72.
57. Li P, Szeto C, Piraino B, Bernardini J, Figueiredo A, Gupta A, *et al*. Peritoneal dialysis-related infections. Re commen -dations: 2010 update. *Perit Dial Int* 2010; 30:393 - 423.
58. Park SJ, Lee JY, Tak WT, Lee JH. Using reagent stri ps for rapid diagnosis of peritonitis in peritoneal dialys is patients. *Adv Perit Dial* 2005; 21:69 - 71.
59. Akman S, Uygun V, Guven AG. Value of the urine stri p test in the early diagnosis of bacterial peritonitis. *Pe diatr Int* 2005; 47:523 - 7.
60. Diaz-Buxo J, Crawford T, Bailie G. Peritonitis in a utomated peritoneal dialysis: antibiotic therapy and Pharm acokinetics. *Perit Dial Int* 2001; 21(Suppl 3):S197 - 201.
61. Blumenkrantz M, Gahl G, Kopple J, Kamdar A, Jones M, Kessel M, *et al*. Protein losses during peritoneal dialysis. *Kidney Int* 1981; 19(4):593 - 602.
62. Perl J, Huckvale K, Chellar M, John B, Davies S. Pe ritoneal protein clearance and not peritoneal membrane tra nsport status predicts survival in a contemporary cohort o f peritoneal dialysis patients. *Clin J Am Soc Nephrol* 2009; 4:1201 - 6.
63. Goes CR, Berbel MN, Balbi AL, Ponce D. Metabolic im plications of peritoneal dialysis in patients with acute k idney injury. *Perit Dial Int* 2013; 33(6):635 - 45.
64. Van den Berghe G, Wouters P, Weekers F, Verwaest C, B ruyninckx F, Schetz M, *et al*. Intensive insulin therapy in critically ill patients. *N Engl J Med* 2001; 345:1359 - 67.
65. Van den Berghe G, Wilmer A, Hermans G, Meersseman W, Wouters PJ, Milants I, *et al*. Intensive insulin therapy in the medical ICU. *N Engl J Med* 2006; 354:449 - 61.
66. Schneider J, Khemani R, Grushkin C, Bart R. Serum c reatinine as stratified in the RIFLE score for acute kidne y injury is associated with mortality and length of stay f or children in the pediatric intensive care unit. *Crit Car e Med* 2010; 38:933.
67. Symons JM, Chua AN, Somers MJ, Baum MA, Bunchman TE, Benfield MR, *et al*. Demographic characteristics of pediatr ic renal replacement therapy: a report of the prospective p ediatric continuous renal replacement registry. *Clin J Am S oc Nephrol* 2007; 2:732.
68. Bunchman TE, McBr yde KD, Mottes TE, Gardner JJ, Ma xvold NJ, Brophy PD. Pediatric acute renal failure: outcom e by modality and disease. *Pediatr Nephrol* 2001; 16:1067.
69. Vachanichsanong P, Dissaneewate P, Lima A, McNeil E. Childhood acute renal failure: 22-year experience in a uni versity hospital in southern Thailand. *Paediatrics* 2006; 1 18:e786.
70. Anochie IC, Eke FU. Acute renal failure in Nigerian c hildren: Port Harcourt experience. *Pediatr Nephrol* 2005 No v; 20(11):1610 - 4.
71. Sorof JM, Stromberg D, Brewer ED, Feltes TF, Fraser C D Jr. Early initiation of peritoneal dialysis after surgic al repair of congenital heart disease. *Pediatr Nephrol* 199 9 ; 13:641 - 5.
72. Bojan M, Gioanni S, Vouhé PR, Journois D, Pouard P. E arly initiation of peritoneal dialysis in neonates and inf ants with acute kidney injury following cardiac surgery is associated with a significant decrease in mortality. *Kidne y Int* 2012 Aug; 82(4):474 - 8.
73. Warady BA, Bunchman T. Dialysis therapy for childre n with acute renal failure: survey results. *Pediatr Nephro l* 2000 Nov; 15(1 - 2):11 - 3.
74. Vasudevan A, Iyengar A, Phadke K. Modality of choic e for renal replacement therapy for children with acute ki dney injury: Results of a survey. *Indian J Nephrol* 2012 Ma r; 22(2):121 - 4.
75. Sutherland SM, Alexander SR. Continuous renal repla cement therapy in children. *Paediatr Nephrol* 2012; 27:2007 - 16.
76. Walters S, Porter C, Brophy PD. Dialysis and pediat ric acute kidney injury: choice of renal support modality. *Pediatr Nephrol* 2009; 24:37 - 48.
77. Flynn JT, Kershaw DB, Smoyer W, Brophy PD, McBryde K D, Bunchman T. Peritoneal dialysis for management of pedia tr ic acute renal failure. *Per it Dial Int* 2001; 21:390 - 4.
78. Fleming F, Bohn D, Edwards H, Cox P, Geary D, McCri ndle B, *et al*. Renal replacement therapy after repair of c ongenital heart disease in children: a comparison of hemof iltration and peritoneal dialysis. *J Thorac Cardiovasc Sur g* 1995; 109:322 - 31.
79. Bandeira MF, Gama A, Zagury A, Matulevic LC, Mariz L A, Almeida M. Renal replacement therapy (RRT) in acute ren al failure (ARF) in critically ill children under 10 kg. P oster/Abstract, Annual Dialysis Conference, 2005, Tampa, F L.
80. Bonilla-Felix M. Per itoneal dialysis in the pediat r ic intensive care unit setting: techniques, quantitation s and outcomes. *Blood Purif* 2013; 35(1 - 3):77 - 80.
81. Strazdins V, Watson AR, Harvey B. Renal replacement t herapy for acute renal failure in children: European Guide lines. *Ped Nephrol* 2004 Feb; 19(2):199 - 207.
82. Dell'Aquilla R, Chiaramonte S, Rodighiero MP, Span o E, Di Loreto P, Kohn CO, *et al*. Rational choice of perit oneal dialysis catheter. *Perit Dial Int* 2007 Jun; 27(Suppl 2):S119 - 25.
83. Auron A, Warady BA, Simon S, Blowey DL, Srivastava T, Musharaf G, *et al*. Use of multipurpose drainage catheter f or the provision of acute peritoneal dialysis in infants a nd children. *Am J Kidney Dis* 2007 May; 49(5):650 - 5.
84. Chandha V, Warady BA, Blowey DL, Simckes AM, Alon U S. Tenckhoff catheters prove superior to Cook catheters in pediatric acute peritoneal dialysis. *Am J Kidney Dis* 2000; 35:1111 - 6.
85. Asku N, Yavascan O, Anil M, Kara OD, Erdogan H, Bal A. A ten-year experience in children on chronic peritoneal di alysis - significance of percutaneous placement of perito neal dialysis catheters. *NDT* 2007; 22(7):2045 - 51.

2014 年 8 月 6 日下载自百特医疗用品有限公司网站http://www.pdiconnect.com/

86. Rusthoven E, Van de Kar NA, Monnens LA, Schröder CH. Fibrin glue used successfully in peritoneal dialysis catheter leakage in infants and small children with acute renal failure treated with PD. *Perit Dial Int* 2004 May－Jun; 24(3): 287－9.
87. Valeri A, Radhakrishnan J Vernocchi L, Carmichael L, Stern L. The epidemiology of peritonitis in acute peritoneal dialysis: a comparison between open- and closed-drainage systems. *Am J Kidney Dis* 1993 Mar; 21(3):300－9.
88. Burdmann EA, Chakravarthi R. Peritoneal dialysis in acute kidney injury: lessons learned and applied. *Semin Dial* 2011; 24:149－56.
89. Ash SR, Bever SL. Peritoneal dialysis for acute renal failure: the safe, effective and low cost modality. *Adv Ren Replace Ther* 2:160－3.
90. Ansari N. Peritoneal dialysis in renal replacement therapy for patients with acute kidney injury. *Int J Nephrol*; 2011; E-pub 2011 Jun 8.
91. Brophy PD, Yap HK, Alexander SR. Acute kidney injury: diagnosis and treatment with peritoneal dialysis, hemodialysis, and CRRT. In: Warady BA, Schaefer F, Alexander SR, eds. *Pediatric Dialysis*, 2nd ed. New York: Springer; 2012: 697－736.
92. Mishra OP, Gupta AK, Pooniya V, *et al*. Peritoneal dialysis in children with acute kidney injury: a developing country experience. *Perit Dial Int* 2012; 32:431－6.
93. Santos CR, Branco PQ, Gaspar A, Bruges M, Anjos R, Gonçalves MS, *et al*. Use of peritoneal dialysis after surgery for congenital heart disease in children. *Perit Dial Int* 2012; 32:273－9.
94. Krediet KT. The physiology of peritoneal solute, water, and lymphatic transport. In: Khanna R, Krediet RT, eds. *Nolph and Gokal's Textbook of Peritoneal Dialysis*, 3rd ed. New York: Springer; 2009:137－72.
95. Warady BA, Alexander SR, Schaefer F. Peritoneal dialysis in children. In: Khanna R, Krediet RT, eds. Nolph and Gokal's Textbook of Peritoneal Dialysis, 3rd ed. New York: Springer; 2009:803－59.
96. Morgenstern BZ. Equilibration testing: close, but not quite right. Pediatr Nephrol 1993; 7:290－1.
97. Fischbach M, Haraldsson B. Dynamic changes of total pore area available for peritoneal exchange in children. *J Am Soc Nephrol* 2001; 12:1524－9.
98. Fischbach M. Peritoneal dialysis prescription for neonates. *Perit Dial Int* 1996; 16(Suppl 1): S512－4.
99. Askenazi D. Evaluation and management of critically ill children with acute kidney injury. *Curr Opin Pediatr* 2011; 23:201－7.
100. Ronco C, Dell'aquila R, Bonello M, Gloukhoff A, Amerling R, Cruz C, *et al*. Continuous flow peritoneal dialysis: a new double lumen catheter. *Int J Artif organs* 2003; 26:984－90.
101. Freida P, Issad B. Continuous flow peritoneal dialysis: assessment of fluid and solute removal in a high-flow model of "fresh dialysate single pass." *Perit Dial Int* 2003; 23:348－55.
102. Cruz C, Melendez A, Gotch FA, Folden T, Crawford TL, Diaz-Buxo JA. Single-pass continuous flow peritoneal dialysis using two catheters. *Semin Dial* 2001 Sep－Oct; 14(5):391－4.
103. Amerling R, DeSimone L, Inciong-Reyes R, Pangilinan A, Folden T, Ronco C, *et al*. Clinical experience with continuous flow and flow-through peritoneal dialysis. *Semin Dial* 2001; 14:388－90.
104. Sagy M, Silver P. Continuous flow peritoneal dialysis as a method to treat severe anasarca in children with acute respiratory distress syndrome. *Crit Care Med* 1999; 27: 2532－6.
105. Raaijmakers R, Schröder CH, Gajjar P, Argent A, Nourse P. Continuous flow peritoneal dialysis: first experience in children with acute renal failure. *Clin J Am Soc Nephrol* 2011 Feb; 6(2):311－8.

2014 年 8 月 6 日下载自百特医疗用品有限公司网站http://www.pdiconnect.com/

附录 1：

现配透析液

透析液种类	Na^+	K^+	Ca^{2+}	Mg	Cl-	HCO_3-	乳酸盐	pH 值	osm.
哈特曼(Hartmann)溶液	131	5	2.0		111		29	7.0	278
乳酸林格氏液	131	5	1.8		112		28	6.5	279
勃脉力(Plasmalyte) B	130	4	0	1.5	110	27		7.4	273
½ 生理盐水	77				77			5.0	154

Na =钠；K =钾；Ca =钙；Mg =镁；Cl =氯；HCO_3 =碳酸氢盐；osm =重量克分子渗透压浓度。

使用上述静脉用溶液配制透析液：

- 1L 勃脉力(Plasmalyte)+30mL 50%葡萄糖 (15g)将得到以下浓度的溶液：葡萄糖1.45%、Na 126mmol/L、HCO_3-27mmol/L、K 3.8mmol/L、 Mg 1.45mmol/L、osmo =342
  这非常类似于市售的一些碳酸氢盐透析液。
- 1L 乳酸林格氏液 +30mL 50% 葡萄糖 (15g)将得到以下浓度的溶液：Na 127mmol/L、乳酸盐 27mmol/L、Ca 1.36mmol/L、K 3.8mmol/L、葡萄糖 1.45%、osmo = 346
  这类似于乳酸盐 PD 透析液。

注：上述透析液均含有钾

- 1 L ½ 生理盐水 + 40mL 8.5% Na Bic (40mmol) + 40mL 50%葡萄糖(20g)+60mL 3%NaCl(30mmol) 将得到以下浓度的透析液：Na ±130mmol/L、碳酸氢盐35mmol/L、葡萄糖1.7%、osmo =340

2014 年 8 月 6 日下载自百特医疗用品有限公司网站http://www.pdiconnect.com/