· 发明与专利 ·

一种智能控温腹透带的设计与应用

郭克芬[1] 冯丽[2]

[1]上海市老年医学中心护理部，上海 201104；[2]复旦大学附属中山医院护理部，上海 200032
通信作者：冯丽，Email：feng.li@zs-hospital.sh.cn

【摘要】 腹膜透析（PD）作为慢性肾脏病终末期患者的主要肾脏替代治疗方式之一，腹透带是其关键的辅助装置。但现有PD技术中存在加温系统与透析液系统分离，无法持续加热透析液且腹透带功能单一的问题，为解决上述问题，上海市老年医学中心的医务人员设计了一款智能控温腹透带，并获得了国家实用新型专利（专利号：ZL 2023 2 1815961.9）。该智能控温腹透带由双层固定带、智能控温系统（包括温控结构、智能控制系统）和其他辅助结构组成。腹透管可以从固定带内表层的穿入口穿入夹层中，并从外表层的穿出口穿出，双层固定带确保透析管稳定固定；固定带的两端设计有魔术贴，方便调节固定带的松紧，以适应不同腰围的人群。夹层内设有智能控温系统，可通过电加热板对透析液进行持续加温，保持与人体体温相近的温度；通过智能控制系统上的显示屏和控制器，可允许医务人员实时监测和调节透析液的温度、压力和流量等参数。此外，固定带内表层上设计有带拉链条的遮布，掀开遮布可方便医务人员将腹透管穿设在温控结构或束缚带中。智能控温腹透带提高了PD的效果，节省了PD资源，提高了PD便利性，适合家庭和医院使用，能有效提高慢性肾衰竭患者的生活质量，适合临床推广使用。

【关键词】 智能控温腹透带； 腹透效果； 舒适度； 自动温度调节
基金项目：国家实用新型专利（ZL 2023 2 1815961.9）
DOI：10.3760/cma.j.cn121430-20240312-00222

Design and application of an intelligent temperature-controlled peritoneal dialysis belt

Guo Kefen[1], Feng Li[2]
[1]Department of Nursing, Shanghai Geriatric Medical Center, Shanghai 201104, China; [2]Department of Nursing, Zhongshan Hospital, Fudan University, Shanghai 200032, China
Corresponding author: Feng Li, Email: feng.li@zs-hospital.sh.cn

【Abstract】 Peritoneal dialysis (PD) is one of the main renal replacement therapy methods for patients with end-stage chronic kidney disease, and peritoneal dialysis belt is a key auxiliary device. However, there are some problems in the existing PD technology, such as the separation of heating system and dialysate system, the inability to continuously heat dialysate and the single function of peritoneal dialysis belt. In order to solve the above problems, the staff of Shanghai Geriatric Medical Center designed an intelligent temperature-controlled peritoneal dialysis belt and obtained the National Utility Model Patent of China (patent number: ZL 2023 2 1815961.9). The intelligent temperature-controlled peritoneal dialysis belt is composed of a double-layer fixed belt, an intelligent temperature control system (including temperature control structure and intelligent control system) and other auxiliary structures. The peritoneal dialysis tube can penetrate into the dissection from the entry of the inner surface of the fixed belt and pass through the exit of the outer surface. The double-layer fixed belt ensures the stable fixation of the dialysis tube. The two ends of the fixing belt are designed with magic stickers to adjust the tightness of the fixing belt to adapt to people with different waist circumferences. The interlayer is equipped with an intelligent temperature control system, which can continuously heat the dialysate through an electric heating plate to maintain a temperature close to the body temperature. Through the display screen and controller on the intelligent control system, medical staff can be allowed to monitor and adjust the temperature, pressure and flow parameters of the dialysate in real time. In addition, a cloth with a pulling chain is designed on the inner surface of the fixed belt, and the cloth is opened to facilitate the medical staff to wear the peritoneal dialysis tube in the temperature control structure or the restraint belt. The intelligent temperature-controlled peritoneal dialysis belt enhances the effectiveness of PD, saves PD resources, improves the convenience of PD, is suitable for family and hospital use, can effectively improve the quality of life of patients with chronic renal failure, and is suitable for clinical promotion.

【Key words】 Intelligent temperature-controlled peritoneal dialysis belt; Peritoneal dialysis effect; Comfort; Automatic temperature adjustment
Fund program: National Utility Model Patent of China (ZL 2023 2 1815961.9)
DOI: 10.3760/cma.j.cn121430-20240312-00222

腹膜透析（peritoneal dialysis，PD）作为一种重要的肾脏替代治疗方式，在慢性肾脏病患者中得到了广泛应用[1]。透析液的理想温度应保持在37 ℃左右，温度过高或过低均会影响治疗效果和患者舒适度[2]。目前常见透析液加温方式存在加温系统与透析液系统分离的弊端，随着输注时间的推移，透析袋中的透析液温度容易受外界温度影响而逐渐降低，导致进入腹腔的透析液温度不达标。此外，腹透带作为PD过程中的关键辅助装置，其设计和性能优化一直是PD

患者管理研究的热点，但主要侧重于腹透带的固定和保护功能[3-5]，对患者的其他需求关注不足。

为此，上海市老年医学中心的医护人员设计了一款集温度控制与固定保护于一体的智能控温腹透带，并成功获得了国家实用新型专利（专利号：ZL 2023 2 1815961.9）。该设计解决了透析液加温系统与透析液系统分离的问题，实现了 PD 过程中对透析液的持续加温，确保进入腹腔的透析液温度始终保持在 37 ℃左右，这不仅避免了入腹透析液温度不达标的问题，还提高了患者的舒适度，减少了不适感，并提升了 PD 治疗的整体体验。现就智能控温腹透带的设计与应用介绍如下。

1　智能控温腹透带的结构和特点（图 1）

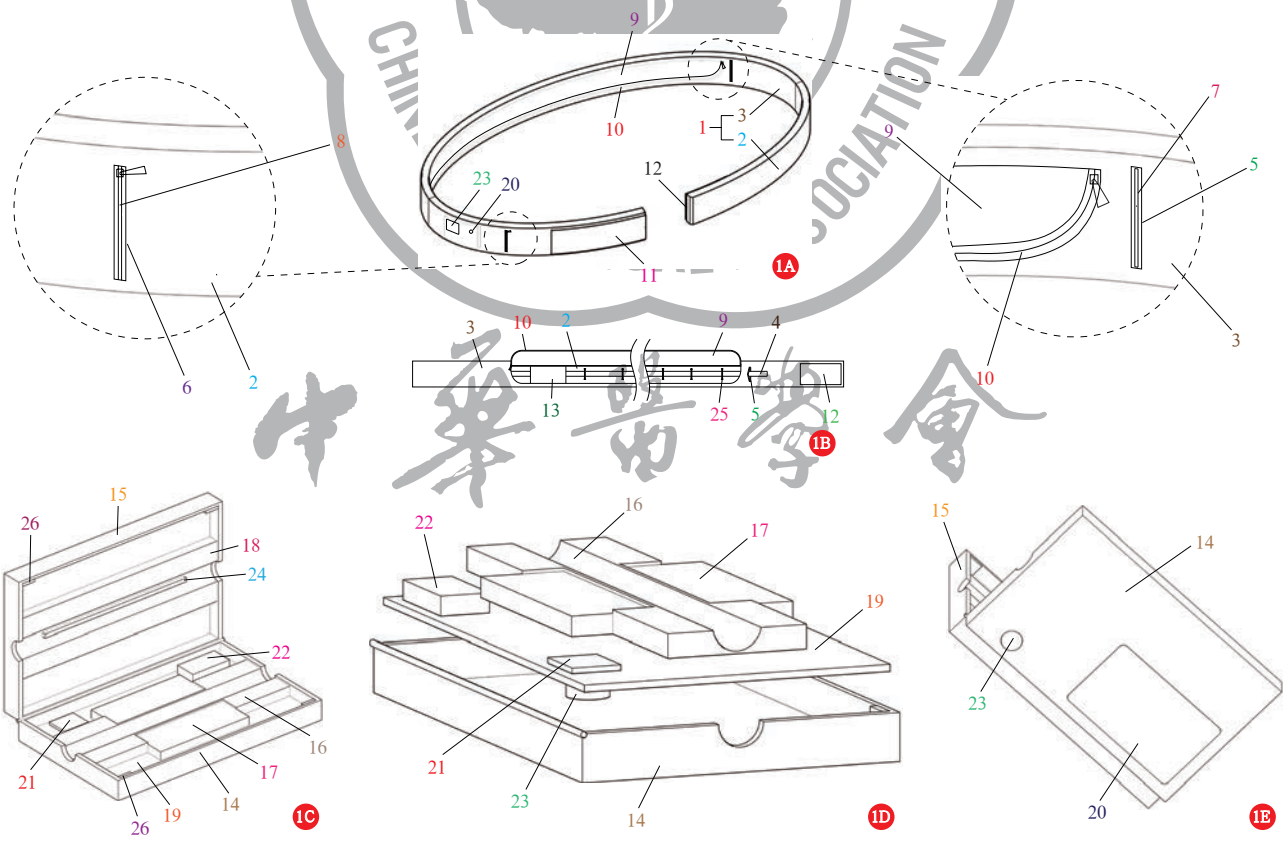
智能控温腹透带主要由双层固定带、智能控温系统（包括温控结构、智能控制系统）及其他辅助结构等组成。

1.1　双层固定带：固定带（图 1–1）由外表层（图 1–2）和内表层（图 1–3）组成，两者之间形成一个夹层，腹透管（图 1–4）可以从内表层的穿入口（图 1–5）穿入夹层中，并从外表层的穿出口（图 1–6）穿出。穿入口的内边缘有弹性带（图 1–7），可以使穿入口紧贴在腹透管的外表面，防止布料与切口摩擦。穿出口的内边缘有 1 个闭合件（图 1–8），可以控制穿出口的开闭，实现腹透管的完全包裹或部分取出。内表层上有 1 个可掀开的遮布（图 1–9），通过拉链条（图 1–10）与内表层连接。固定带的两端分别设计为魔术贴毛面（图 1–11）和魔术贴勾面（图 1–12），方便调节固定带的松紧，以适用于不同腰围的人群。

1.2　智能控温系统（图 1–13）：该系统是智能控温腹透带的核心部分，包括温控结构和智能控制系统两个子系统。

1.2.1　温控结构：温控结构位于夹层内，包括 1 个壳体（图 1–14）和 1 个翻盖（图 1–15）。壳体内有用于固定腹透管的第一卡槽板（图 1–16），其两侧有电加热板（图 1–17）；翻盖上有与第一卡槽板对应的第二卡槽板（图 1–18）。当翻盖扣合在壳体上时，腹透管被夹持在两个卡槽板之间，电加热板对腹透管的两侧持续加温，使透析液的温度与体温相近。

1.2.2　智能控制系统：智能控制系统包括线路板（图 1–19）、显示屏（图 1–20）、控制器（图 1–21）、电池（图 1–22）、蜂鸣器（图 1–23）和液体感测板（图 1–24）。线路板位于壳体和第一卡槽板之间；控制器、电池和蜂鸣器位于线路板上。液体感测板位于第二卡槽板的卡槽内，可以实时监测腹透管内的透析液，当监测到无透析液时，控制器控制蜂鸣器报警提醒。显示屏位于壳体的外面，通过固定带外表层上的一个孔洞露出，作为显示窗口，使医护人员可以直接在固定带的外表层上读取显示屏上显示的透析液温度、压力和流量等参数。



注：A 为整体结构立体图；B 为内部结构示意图；C 为智能温控系统结构图；D 为壳体的分解图；E 为壳体的底面结构图；1 为固定带，2 为外表层，3 为内表层，4 为腹透管，5 为穿入口，6 为穿出口，7 为弹性带，8 为闭合件，9 为遮布，10 为拉链条，11 为魔术贴毛面，12 为魔术贴勾面，13 为智能控温系统，14 为壳体，15 为翻盖，16 为第一卡槽板，17 为电加热板，18 为第二卡槽板，19 为线路板，20 为显示屏，21 为控制器，22 为电池，23 为蜂鸣器；24 为液体感测板，25 为束缚带，26 为磁铁

图 1　智能控温腹透带的整体及内部结构

1.3 其他辅助结构：在固定带外表层的内侧设有束缚带（图1–25），其沿着固定带的长度方向间隔布设，可以防止腹透管在夹层中扭曲。在智能控温系统翻盖与壳体之间安装有磁铁（图1–26），可使翻盖与壳体紧密闭合，增强密封性，确保加热过程的安全性。

2 智能控温腹透带的使用方法

2.1 安装腹透带：将腹透带固定在患者腹部，腹透管从内表层的穿入口穿入至夹层中，并从外表层的穿出口穿出，连接腹透液管路。通过拉链条掀开内表层上的遮布，可以方便医务人员将腹透管穿设在温控结构或束缚带中。

2.2 设定目标温度：根据患者体温或者医嘱，设定透析液的目标温度，一般为37 ℃左右。显示屏会显示目标温度和当前温度，方便观察和调节。

2.3 开始PD：打开腹透管路，开始PD。智能控温系统会根据透析液的温度和患者体温，自动调节腹透带的温度，保持透析液的恒温。显示屏会随时显示透析液的温度、压力和流量等参数，可以通过手机或其他智能设备与控制器通讯，设置和调节这些参数的标准值及报警范围。

2.4 结束PD：PD结束后关闭腹透管路，拆卸腹透带，断开腹透液管路，取下温度传感器，清洁和消毒腹透带，充电或更换电池，妥善保管装置。

3 智能控温腹透带的优点

3.1 提高PD效果：透析液的温度对PD的效果有重要影响，温度过低会导致透析液的渗透压降低，影响毒素的清除；温度过高会导致透析液的渗透压升高，影响水分的排出，同时还会造成腹膜的损伤。智能控温腹透带能够保持透析液恒温，避免温度的波动，提高PD的效果。

3.2 提高PD舒适度：透析液的温度对PD患者的舒适度也有重要影响，温度过低会使患者感到寒冷，温度过高会使患者感到灼热，同时还会引起腹部不适、恶心、呕吐等症状[6]。智能控温腹透带能够根据患者的体温，自动调节腹透带的温度，保持透析液的恒温，提高PD的舒适度。

3.3 节省PD资源：传统的腹透带无法调节温度，需要使用恒温箱或微波炉等设备对透析液进行加温，这不仅增加了腹透的成本和耗材，还增加了PD的复杂度和风险性。智能控温腹透带能够自动调节透析液的温度，无需使用额外的加温设备，节省了腹透的资源和空间，简化了PD的流程和操作。

3.4 提高PD便利性：传统的腹透带无法调节温度，需要在特定的环境和时间进行PD，限制了患者的活动和生活质量。智能控温腹透带能够自动调节透析液的温度，以适应不同的环境和时间，增加了灵活性和便利性，适合家庭和医院使用。

4 讨 论

腹透带作为PD患者的重要辅助设备，对于提高患者的生活质量和治疗效果具有重要意义[7]。智能控温腹透带的设计，不仅可解决现有PD技术中加温系统与透析液系统分离的问题，还集多功能于一体，显著提升了PD的便利性和效果。在对比分析中，我们注意到吕明花等[8]开发的悬挂式腹膜透析液加热保温袋在提供加热功能方面作出了贡献。而智能控温腹透带在设计上追求了更高的集成度和紧凑性，不仅保留了加温功能，还通过自动温度调节机制确保透析液在灌注过程中维持恒定温度，这种设计有助于减少因透析液温度下降而引发的胃肠道不适，从而提升患者的整体舒适度；同时，双层固定带设计增强了腹透带的稳定性，这有助于提高PD的效率和效果。

另外，智能控温腹透带的设计思路与自动化腹膜透析技术的发展趋势相契合。自动化腹膜透析技术能够实现透析液的自动和连续控制[9]，而智能控温腹透带则在此基础上，通过自动温度调节功能，为患者提供了更加精准和个性化的PD治疗。这种创新性的设计，不仅简化了PD的操作流程，还有助于减少因操作不当或温度控制不准确引发的并发症，从而提高PD的安全性和患者的生活质量。

此外，考虑到PD患者腹腔压力监测的重要性，未来智能控温腹透带的设计还可以进一步融入腹腔压力测量功能，如借鉴夏美霞等[10]设计的腹腔压力测量装置，实现对患者腹腔内压力的实时监测和记录，可为临床提供更加全面和准确的PD数据支持。这种多功能集成的智能腹透带设计将有望为PD患者提供更加全面、便捷和高效的治疗方案。

综上所述，智能控温腹透带的设计不仅体现了技术创新与人文关怀的结合，更会为PD患者带来更多的治疗益处和生活质量的提升。未来，随着技术的不断进步和临床应用的深入，智能控温腹透带有望在PD领域发挥更加重要的作用。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

[1] 曹培叶，赵慧萍，武蓓，等. 成人腹膜透析患者管理的最佳证据总结[J]. 中国血液净化，2023, 22 (7): 551–556. DOI: 10.3969/j.issn.1671–4091.2023.07.017.
[2] Fontana F, Torelli C, Giovanella S, et al. Influence of dialysate temperature on creatinine peritoneal clearance in peritoneal dialysis patients: a randomized trial [J]. BMC Nephrol, 2020, 21 (1): 448. DOI: 10.1186/s12882–020–02113–z.
[3] 陈海燕. 一种固定腹膜透析管的腹透带用存放装置：中国，201921429955.3 [P]. 2020–07–14 [2024–02–01].
[4] 贾欢欢. 一种可调式腹透带：中国，202021636705.X [P]. 2021–08–03 [2024–02–01].
[5] 刘林林，郑建楠，杨伟光，等. 腹膜透析腹透体外管定位保护装置：中国，202020281381.6 [P]. 2020–12–22 [2024–02–01].
[6] 《中国腹膜透析管理现状白皮书》项目组. 中国腹膜透析管理现状白皮书[J]. 中华肾脏病杂志，2022, 38 (12): 1076–1104. DOI: 10.3760/cma.j.cn441217–20220418–00158.
[7] 桓雪莱，耿立艳，袁柳，等. 腹膜透析立体腹带的改良设计与临床应用[J]. 护理实践与研究，2016, 13 (11): 40–41. DOI: 10.3969/j.issn.1672–9676.2016.11.018.
[8] 吕明花，王惠珍，杨绮璇，等. 悬挂式腹膜透析液加热保温袋的研制与应用[J]. 医疗装备，2024, 37 (14): 21–24. DOI: 10.3969/j.issn.1002–2376.2024.14.006.
[9] 梁高旗，李爱仙. 透析患者应用自动化腹膜透析的研究进展[J]. 中国医药科学，2024, 14 (14): 33–36. DOI: 10.20116/j.issn2095–0616.2024.14.08.
[10] 夏美霞，余卫卫，丁世云，等. 腹膜透析患者腹腔压力测量装置设计与应用[J]. 肾脏病与透析肾移植杂志，2023, 32 (5): 437–442. DOI: 10.3969/j.issn.1006–298X.2023.05.007.

（收稿日期：2024–03–12）
（责任编辑：保健媛 李银平）