

# 液体管理在经皮肾镜取石术中的应用

赵文军, 麦尔哈巴·艾尔肯, 张毅\*

新疆医科大学第四临床医学院麻醉科, 新疆 乌鲁木齐

收稿日期: 2023年9月13日; 录用日期: 2023年10月8日; 发布日期: 2023年10月13日

## 摘要

随着泌尿外科手术新技术新设备的发展, 近些年里经皮肾镜取石术越发的成熟。与传统的开放式手术相比具有创伤小、并发症少、结石取净率高、恢复快等优点, 现如今经皮肾镜取石术已经成为泌尿外科治疗上尿路结石的主要微创术式, 然而由于手术过程中手术时间的长短、灌洗液的大量冲洗、体位的改变都可能对患者体内微循环以及术后康复产生或多或少的影响。本文结合文献对经皮肾镜取石术麻醉过程中液体管理进行简要综述。

## 关键词

经皮肾镜取石术, 围术期, 液体管理

# Application of Fluid Management in Percutaneous Nephrolithotomy

Wenjun Zhao, Maierhaba·Aierken, Yi Zhang\*

Department of Anesthesiology, The Fourth Clinical Medical College of Xinjiang Medical University, Urumqi Xinjiang

Received: Sep. 13<sup>th</sup>, 2023; accepted: Oct. 8<sup>th</sup>, 2023; published: Oct. 13<sup>th</sup>, 2023

## Abstract

With the development of new technologies and new equipment for urological surgery, percutaneous nephrolithotomy has become more and more mature in recent years. Compared with traditional open surgery, it has the advantages of small trauma, fewer complications, high stone extraction rate, fast recovery, etc. Nowadays, percutaneous nephrolithotomy has been the main minimally invasive surgical method for urological treatment of upper urinary tract stones, but due to the length of the operation time during the operation, a lot of irrigation of the lavage fluid, and changes in position may have a more or less impact on the patient's internal microcirculation and

\*通讯作者。

postoperative recovery. This article provides a brief review of fluid management during percutaneous nephrolithotomy anesthesia in conjunction with the literature.

## Keywords

Percutaneous Nephrolithotomy, Perioperative, Fluid Management

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

经皮肾镜取石术(percutaneous nephrolithotomy, PCNL)是指从患者腰部建立皮肤到肾脏的通道,通过 这个通道把肾镜以及其他碎石取石工具将肾内结石打碎取出,由于其创伤较小、术后恢复快、住院时间 短等优点,目前已经成为治疗上尿路结石的主要微创术式,然而手术过程中需要大量的灌洗液冲出结石 碎块,以及保持术野清晰,并且随着体位的变化都有可能影响患者体内液体容量的改变,造成循环超负 荷、电解质紊乱、稀释性凝血功能障碍等[1][2]。

另外,在麻醉过程中由于手术大量灌洗液的冲洗,不能严格计算灌洗液经手术创口渗入以及吸收的 量,对于麻醉过程中的液体管理造成一定的阻碍。因此,PCNL 围术期麻醉过程中的液体管理需要从手 术时间长短、灌洗液用量、灌洗液温度、静脉补液方式以及术后并发症等多个方面进行评估管理[1]。

## 2. 围术期液体管理

PCNL 围术期的特点是灌洗液的大量冲洗造成的灌洗液吸收综合征以及对体液稳态的影响,手术期 间和手术后肾脏、体液平衡和电解质问题都会造成短期以及长期的影响[3]。目前改善体液循环的众多方 法中,液体治疗对微循环的改善效果获得较多认可。液体管理可以维持循环血容量相对充足,从而改善 组织灌注,满足氧代谢[4]。还可以改善 PCNL 术中因灌洗液吸收造成的循环超负荷,通过监测电解质的 变化及时纠正酸中毒、低钾、电解质紊乱等,从而预防围术期并发症[5]。

### 2.1. 术前评估和治疗

术前液体管理的目的是确保患者进入手术室时,处于适当的循环稳定状态。为了达到这个目的,不 建议长时间禁食水,并且应该避免对肠道进行机械清洁。应当鼓励患者在手术前两到三小时喝一杯富含 碳水化合物的透明饮料。术中液体管理的目标是维持中枢血红蛋白水平,避免过多的盐和水[6]。美国麻 醉师协会指南中建议虽然要求患者在手术前至少 8 小时不要进食固体食物,尤其是脂肪餐,但在麻醉诱 导前两小时摄入少量清澈的液体,不会增加麻醉期间反流误吸等并发症[7]。相反有研究指出这种措施可 以改善新陈代谢至合成代谢状态[8],降低胰岛素抵抗[9],减少焦虑、饥饿不适以及减少恶心和呕吐[10]。 有文章指出疼痛给患者造成较严重的心理困扰、推迟自主活动,延长住院时长、治疗费用和医疗诉讼增 加,对医院以及医生满意度下降。术前禁食禁饮脱水的患者,术后疼痛阈值减低,痛感增加;相反,采 取术前两小时饮用少量清水的患者,术后疼痛阈值明显增加,痛感和疼痛评分均降低。因此麻醉类镇痛 药物用量减少,麻醉复苏期间病人恢复较好,病人满意,大大缩减住院时间[11]。在 PCNL 术前也可提 前补充水盐电解质用于维持术中可能造成的因灌洗液吸收导致的电解质紊乱、稀释性凝血功能障碍等[2]。

## 2.2. 术中评估和治疗

PCNL 术中液体管理无疑是比较困难的,一方面由于麻醉药物的扩血管作用导致血管扩张,相对循环血容量下降[12];另一方面由于受手术创口大小、灌洗液压力、手术时间长短影响导致灌洗液的吸收成为一个未知量[13]。因此术中选择合适的监测指标对术中液体管理至关重要。当前使用的动态参数包括收缩压变化(SPV)、脉压变化(PPV)、中心静脉压变化(CVP)、搏动量变化(SVV)和体积描记波形变化(PWV),对于离子的监测一般使用术中血气分析。动态参数在临床上的应用受到许多因素的限制,麻醉医生使用它们必须清楚地理解它们的变化与循环的关系[14]。有文章指出在术中补液过程中补充过多的液体(通常为晶体)与血管损伤有关。给予过量液体使循环血量增多,导致血管内静水压升高,并释放可能损害心房的物质:利钠肽[6]。有研究指出血管内皮上方覆盖着一层膜结合蛋白聚糖和糖蛋白称为内皮糖萼(endothelial glycocalyx, EGX)。EGX 作为血管渗出的第二个障碍,在控制血管通透性中起着重要作用。不幸的是,它很容易损坏,脓毒血症、低血容量以及血容量过多均可导致糖萼受损,从而导致渗漏[15]。所以应保持术前术中体重不变,也应避免使用限制性输液策略,因为这又会引起循环血容量不足。有文章发表的使用限制性补液策略的方案旨在维持术前体重,目的是在保持中枢血流正常的同时,尽量控制盐和水的出入量[6]。因此每一台手术均应根据患者的实时状况补充或者限制液体用量。

## 2.3. 术后评估和治疗

在术后恢复期间维持适当的液体管理也同样重要。最重要的是预防与液体超负荷和静脉输液过多有关的并发症,这有助于改善肺功能组织氧合,加速患者术后恢复,缩短住院时间等[16] [17]。如果 PCNL 术中静脉输液过量或者灌洗液吸收较多通常会导致血管内的液体增加,血管内静水压增加,这会导致有害的组织液积聚,从而导致器官功能障碍。例如,由于肺泡-肺动脉血氧梯度增加,肺水肿可导致氧合不良,增加术后恢复难度。由水肿引起的器官功能障碍的另一个方面就是肠道水肿了,肠道水肿可使胃肠蠕动减弱,延缓术后肠内营养的摄入,间接造成术后康复时间延长[17]。有文章指出许多术后病理生理变化导致患者对液体和电解质的需求发生变化。通过释放促肾上腺皮质激素(ACTH)、抗利尿激素(ADH)、醛固酮等各种介质使机体发生全身炎症反应、神经体液反应(例如儿茶酚胺↑)对全身血容量重新分配,并因此导致全身性的组织灌注失衡。手术因素以及全身组织灌注重新分配导致肾小球滤过率也降低,肾小管对钠的重吸收增加。这种现象被描述为身体的“盐分不耐受”[18]。此外,围术期液体管理不但可以对术后住院身体恢复有着积极的影响,而且可以减少术后并发症的发生。可以通过患者循环血液的生化指标评估恢复程度,确定出院时间。术后的液体恢复我们可以看作是对术中液体失衡的重新调整,也可以看作是对术后减少并发症,缩短住院时间的一种积极治疗措施。具体还是需要临床医生个体化的管理每一个患者。

## 3. 液体性质分类

围手术期输液治疗是围术期重要的管理措施。现在围术期主要输注晶体液(低、等渗和高渗)和胶体(合成和天然)液体[19]。晶体溶液是由水和电解质和葡萄糖等小溶质组成的水溶液。晶体溶液也可以根据它们是低渗、等渗还是高渗来分类,但其有效性是短暂的,并且不如胶体溶液。而胶体是指含有有机大分子和电解质的水溶液。由于胶体溶液中的大分子较难穿过细胞膜,导致这些分子比纯晶体在更大程度上保留在血管内空间中,从而可以长时间的保证血管内的血容量[20]。

### 3.1. 晶体液

晶体液根据钠离子浓度分为等渗晶体液、低渗晶体液和高渗晶体液。等渗晶体溶液包括等渗氯化钠

盐水、5%葡萄糖溶液、原始哈特曼氏溶液(Hartmanns 溶液即乳酸钠林格氏液,其主要成分:每 1000 毫升中含乳酸钠 3.1 克,氯化钠 6.0 克,氯化钾 0.3 克,氯化钙 0.2 克)和林格溶液的衍生物[21]。通常把与细胞外液接近的溶液又称为“平衡溶液”“缓冲溶液”,虽然对于细胞外液来说任何溶液都无法完全与之相同。在乳酸钠林格液和醋酸钠林格液以及 0.9%氯化钠溶液中,由于大量输注氯化钠可能会引起高氯性酸中毒造成体内离子紊乱酸碱失衡[20],所以已经在临床中较少使用。其次醋酸钠盐在多个器官中代谢,主要在外周骨骼肌中代谢。乳酸盐主要在肝内代谢为碳酸氢盐。所以两种平衡液哪种是更好的选择依然存在争议[22]。低渗晶体溶液在临床中主要用于维持液体需求、治疗无溶质缺水 and 给药[19],例如大量尿液、汗液、发热等高渗性脱水的疾病。高渗晶体溶液是有效渗透压(张力)大于正常人有效渗透压(张力的)液体[23]。输液将增加细胞外液的渗透压,导致水从细胞内液中重新分配,从而增加细胞外液体积;高渗盐水也用于定制晶体溶液以达到所需的钠浓度,最常用于治疗患有低钠血症的患者。此外,可以为有颅内高压症状的患者开具甘露醇和高渗盐水。高渗盐水的作用包括增加血浆渗透压和钠和氯化物浓度,加压素的内源性释放[19]。对于 PCNL 术中发生灌洗液吸收所导致的稀释性低渗脱水是有效的,但是还是需要个体化进行评估给液。

### 3.2. 胶体液

胶体是含有大分子溶质的溶液,可在血管内增加血浆胶体渗透压,并将血管中的液体保留在血管中。胶体有效地增加了对容积敏感的患者血管容量、预负荷、心输出量和组织灌注[14]。临床上使用的第一种胶体溶液是白蛋白。白蛋白是从人血浆中收获的,它有多种浓度(4%、5%、20%和 25%)。由于其获取的方式比较单一,且各个国家成本也大不相同,因此以其成本高,获取方式繁琐在临床中使用比较少。其次还有合成胶体,特别是羟乙基淀粉(Hydroxyethyl Starch, HES)、明胶和葡聚糖是现在临床上最主要用的几种胶体,是更经济的替代品。明胶来源于牛明胶,其胶体基质是蛋白质[20]。HES 来源于马铃薯或玉米的淀粉,它们的胶体基质是一种大的碳水化合物分子,可以使用各种分子量的溶液。葡聚糖也是一种以碳水化合物为基础的胶体,又称右旋糖酐,为一种多糖。存在于某些微生物在生长过程中分泌的粘液中。葡聚糖具有较高的分子量,随着微生物种类和生长条件的不同,其结构也有差别。葡聚糖在输血过程中可代替一部分全血,作为血浆体积的扩充剂(称为代血浆)。商品血浆代用品是部分解聚的葡聚糖,溶于生理盐水;淀粉的羟基化导致它们在特定组织中积累,包括皮肤、肾脏或肝脏,从而导致器官特异性临床表现和潜在的发病率,例如急性肾损伤(AKI)或肝损伤[16] [20]。因此在 PCNL 以及其他短时间的手术中如果患者没有大出血或者急需扩充血容量的需求的话还是建议尽量以输入晶体液为主。但是,在大手术中,建议使用包含胶体和平衡盐溶液的个体化的输液方案。在给予羟乙基淀粉之前,应先对患有已知肾功能不全和败血症的患者应进行评估[14]。

## 4. 补液方式

### 4.1. 开放性补液

开放性补液方式是 1961 年 shires 根据第三间隙理论所提出的,他认为在手术创伤等应激状态以及麻醉药物的影响可能会使血管内液体渗入第三间隙,从而造成相对性的血容量不足。因此提出开放性液体治疗,国内外许多学者纷纷作出这一方面的研究。有文章指出,开放性补液在一些大手术高龄患者中具有显著优势,不仅可以保证机体充足的有效循环血量,还能维持一些重要脏器的灌注,避免麻醉过程中由于全麻药物扩张血管造成的血压下降所引起的组织缺氧。还有研究表明与限制性补液相比开放性补液一定程度可以降低患者的术后应激反应,术后恶心、头晕等症状也更少[24]。但是根据 Frank-Starling 曲线描述了通过输液增加的预负荷与由此引发的每搏输出量增加之间的生理关系得知,

增加输入量提升每搏输出量是有限的，并且在液体供应过剩的情况下可能导致心肌“性能”降低。其次在术后也有可能会导致肾内灌注过多引起肾间质水肿，以及肠道水肿引起肠道梗阻延缓恢复时间[18]。

## 4.2. 限制性补液

限制性补液方式在 1959 年由 Moore 首次提出，目的是保证机体循环血容量平衡，避免容量超负荷。有学者将限制性补液定义为手术开始第 1 个小时予 7 mL/kg 补液，接着以 5 mL·kg/h 的剂量进行。还有学者把限制性补液定义为麻醉诱导期间输注晶体溶液不超过 5 mL/kg，接着以 5 mL·kg/h 的剂量进行液体治疗直至手术结束[24]。限制性补液与开放性补液相比确实能减少术后肾间质水肿以及肠道水肿等并发症，在 PCNL 手术中也能起到预防液体超负荷所造成的不良影响。在术后恢复的过程中也能尽早恢复胃肠道功能，缩短住院时间。不过相对而言，如果患者围术期血容量不足那么对于麻醉的复苏以及术后的恢复都会造成一定的阻碍。

## 4.3. 目标导向性补液

Rivers 提出了“目标导向液体治疗(Goal-directed fluid therapy, GDFT)”的概念，以血流动力学指标为导向，维持组织器官的灌注[24]。GDFT 是指通过实时监测组织灌注和(或)血流动力学指标与术前患者组织灌注，血流动力学指标动态的调整，确保在围术期各个阶段能够平稳的过度。GDFT 的监测指标包括心排血量(cardiac output, CO)、每搏量(stroke volume, SV)、每搏量变异度(stroke volume variation, SVV)、动脉血压(Arterial blood pressure, AP)以及中心静脉压(Central venous pressure, CVP)等。这些指标的动态变化可用于评估患者何时可以进行输液治疗以及何时应停止输液治疗[14]。有学者指出过量或过少的液体治疗对肾脏灌注或多或少会产生一些影响[25]。围手术期液体精准管理对于术后急性肾损伤有一定的预防作用，使肾功能损害的风险降低。肾脏对血流动力学的改变非常敏感，恰当的液体管理在患者术后容量过负荷、低血压及术后肾脏相关并发症等方面有一定的预防作用[24]。目标导向液体治疗中的监测指标可以实时评估患者体内循环的变化，可用于指导各种外科手术患者的液体疗法，包括 PCNL 术中循环容量的维持。由于经皮肾镜手术过程中灌洗液的吸收和盲目的补液使得目标导向液体治疗显得更加重要。精准的血流动力学监测也为 PCNL 麻醉期间什么时候需要用正性肌力药，什么时候需要使用血管活性药或是利尿剂用药提供精准方案，因此具有更好的肾脏保护作用。

## 5. PCNL 液体治疗的潜在风险

由于在 PCNL 期间对患者进行了大量的液体治疗，因此存在潜在的风险，比较常见的是高压灌洗液经过手术创面开放的血管吸收，肾盂反流以及肾周围组织吸收等进入体液循环。有研究发现灌洗液吸收的量与灌洗时间以及灌洗量相关，且灌洗液吸收不易引起血液循环和生化指标的剧烈波动，但是当手术时间过长以及组织创伤较大时可能会导致出现循环超负荷[1]；发热是 PCNL 术后另一常见的并发症，肾结石的患者一般存在不同程度的尿路感染，术中经手术创口很容易使细菌入血造成发热[13]。其次，长时间的灌洗液冲洗导致灌洗液吸收入血是术后发热的另一主要因素。为减少这一现象一方面需要确保术中的无菌操作，另一方面可以采取多通道、多次碎石，减少手术时间；术中低体温以及麻醉苏醒延迟一般也较为常见，由于大量灌洗液带走体内大多数热量，在全身麻醉药物的作用下抑制下丘脑体温调节中枢，使得患者体温更容易受到手术间低温的影响[1]。而低温又会导致麻醉药物代谢缓慢，延长麻醉复苏时间。作为麻醉医生，应密切关注患者体温的变化，根据情况调节术间温度以及为患者使用加温毯保温。对于苏醒延迟的患者应延长复苏时间密切关注生理指标变化。

## 6. 总结

在 PCNL 围手术期间, 随着大量的灌洗液吸收所引起的血清电解质、血容量以及酸碱平衡的变化, 麻醉医生应该与外科医生通力合作共同保证患者的整个围术期的生命体征平稳, 降低并发症发生的几率。在手术麻醉过程中需要做好生命体征的监测, 严格监测中心静脉压、动脉血压、血清生化以及体温, 确保术中出入量的平衡, 应用目标导向液体治疗的方式个体化评估每个患者的微循环状态, 避免因为输液所造成的术后并发症。在今后经皮肾镜的发展过程中我们还需要从减少手术操作时间、优化灌洗液成分以及应用合适的液体管理方案三个主要方面去研究。

## 参考文献

- [1] 谢红, 张晓东, 杨天德. 72 例经皮肾镜气压弹道碎石术的麻醉管理[J]. 重庆医学, 2012, 41(1): 71-73.
- [2] 廖飞, 陈静宜, 朱雁鸿, 等. 不同灌注液量在经皮肾镜术中 pH 值及电解质的影响[J]. 云南医药, 2018, 39(2): 139-140.
- [3] Hashem, R. and Weissman, C. (2011) Renal Dysfunction and Fluid and Electrolyte Disturbances. *Current Opinion in Critical Care*, **17**, 390-395. <https://doi.org/10.1097/MCC.0b013e328348bef5>
- [4] 阎乃璐, 陆菡, 于布为. 围术期微循环的相关研究进展[J]. 上海交通大学学报(医学版), 2021, 41(1): 108-111.
- [5] 闫成智, 夏连营. 经皮肾镜取石术中高灌注致老年患者的内环境的波动[J]. 医学理论与实践, 2012, 25(18): 2207-2208.
- [6] Miller, T.E., Roche, A.M. and Mythen, M. (2015) Fluid Management and Goal-Directed Therapy as an Adjunct to Enhanced Recovery after Surgery (ERAS). *Canadian Journal of Anesthesia*, **62**, 158-168. <https://doi.org/10.1007/s12630-014-0266-y>
- [7] (2017) Practice Guidelines for Preoperative Fasting and the Use of Pharmacologic Agents to Reduce the Risk of Pulmonary Aspiration: Application to Healthy Patients Undergoing Elective Procedures: An Updated Report by the American Society of Anesthesiologists Task Force on Preoperative Fasting and the Use of Pharmacologic Agents to Reduce the Risk of Pulmonary Aspiration. *Anesthesiology*, **126**, 376-393. <https://doi.org/10.1097/ALN.0000000000001452>
- [8] Tian, Y., Cao, S., Li, L., et al. (2020) Effects of Perioperative Enhanced Recovery after Surgery Pathway Management versus Traditional Management on the Clinical Outcomes of Laparoscopic-Assisted Radical Resection of Distal Gastric Cancer: Study Protocol for a Randomized Controlled Trial. *Trials*, **21**, Article No. 369. <https://doi.org/10.1186/s13063-020-04272-8>
- [9] Zheng, C. and Guo, C.B. (2019) Intraoperative Urine Output Is Associated with Postoperative Outcome in Pediatric Population Undergone Major Abdominal Operations. *Therapeutics and Clinical Risk Management*, **15**, 1453-1460. <https://doi.org/10.2147/TCRM.S228528>
- [10] Tribuddharat, S., Sathikarnmanee, T. and Sappayanon, P. (2019) Emergency Surgery Mortality (ESM) Score to Predict Mortality and Improve Patient Care in Emergency Surgery. *Anesthesiology Research and Practice*, **2019**, Article ID: 6760470. <https://doi.org/10.1155/2019/6760470>
- [11] 李成付, 夏瑞, 朱斌. 术前饮水与加速康复外科实践[J]. 中国现代普通外科进展, 2017, 20(11): 876-880.
- [12] Jor, O., Maca, J., Koutna, J., et al. (2018) Hypotension after Induction of General Anesthesia: Occurrence, Risk Factors, and Therapy. A Prospective Multicentre Observational Study. *Journal of Anesthesia*, **32**, 673-680. <https://doi.org/10.1007/s00540-018-2532-6>
- [13] 任明华, 倪少滨, 陈起引, 等. 经皮肾镜取石术灌注液对患者机体的影响[J]. 中华医学杂志, 2010, 90(4): 225-227.
- [14] Navarro, L.H., Bloomstone, J.A., Auler Jr, J.O., et al. (2015) Perioperative Fluid Therapy: A Statement from the International Fluid Optimization Group. *Perioperative Medicine*, **4**, Article No. 3. <https://doi.org/10.1186/s13741-015-0014-z>
- [15] Liu, H.Q., Li, J., Xuan, C.L. and Ma, H.C. (2020) A Review on the Physiological and Pathophysiological Role of Endothelial Glycocalyx. *Journal of Biochemical and Molecular Toxicology*, **34**, e22571. <https://doi.org/10.1002/jbt.22571>
- [16] Gupta, R. and Gan, T.J. (2016) Peri-Operative Fluid Management to Enhance Recovery. *Anaesthesia*, **71**, 40-45. <https://doi.org/10.1111/anae.13309>
- [17] Makaryus, R., Miller, T.E. and Gan, T.J. (2018) Current Concepts of Fluid Management in Enhanced Recovery Path-

- ways. *British Journal of Anaesthesia*, **120**, 376-383. <https://doi.org/10.1016/j.bja.2017.10.011>
- [18] Zausig, Y.A., Weigand, M.A. and Graf, B.M. (2006) Perioperatives Flüssigkeitsmanagement: Eine Analyse der aktuellen Studienlage. *Der Anaesthesist*, **55**, 371-390. <https://doi.org/10.1007/s00101-006-0988-5>
- [19] Rudloff, E. and Hopper, K. (2021) Crystalloid and Colloid Compositions and Their Impact. *Frontiers in Veterinary Science*, **8**, Article 639848. <https://doi.org/10.3389/fvets.2021.639848>
- [20] Lira, A. and Pinsky, M.R. (2014) Choices in Fluid Type and Volume during Resuscitation: Impact on Patient Outcomes. *Annals of Intensive Care*, **4**, Article No. 38. <https://doi.org/10.1186/s13613-014-0038-4>
- [21] Ellekjaer, K.L., Perner, A., Jensen, M.M. and Møller, M.H. (2020) Lactate versus Acetate Buffered Intravenous Crystalloid Solutions: A Scoping Review. *British Journal of Anaesthesia*, **125**, 693-703. <https://doi.org/10.1016/j.bja.2020.07.017>
- [22] Reddy, S., Weinberg, L. and Young, P. (2016) Crystalloid Fluid Therapy. *Critical Care*, **20**, Article No. 59. <https://doi.org/10.1186/s13054-016-1217-5>
- [23] Tyagi, A., Maitra, S. and Bhattacharjee, S. (2020) Comparison of Colloid and Crystalloid Using Goal-Directed Fluid Therapy Protocol in Non-Cardiac Surgery: A Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Journal of Anesthesia*, **34**, 865-875. <https://doi.org/10.1007/s00540-020-02832-5>
- [24] 孙佳晗, 徐毅, 罗艳. 不同液体治疗方案对腹部大手术患者急性肾损伤发生率影响的研究进展[J]. 国际麻醉学与复苏杂志, 2022, 43(2): 177-181.
- [25] 李其振. 目标导向液体治疗在肾移植术中的应用[J]. 海南医学, 2022, 33(6): 787-789.