

术中目标导向液体治疗在加速康复外科中的应用

许广艳, 许力

中国医学科学院 北京协和医学院 北京协和医院麻醉科, 北京 100730

通信作者: 许力 电话: 010-69152020, E-mail: pumchxuli@163.com

【摘要】 目标导向液体治疗作为加速康复外科的重要组成部分, 在加速大型手术术后康复、改善其预后方面的作用令人关注。基于现有的文献报道, 本文总结了目前临床上常用的目标导向液体治疗的监测方法、观察指标和液体选择, 并分别探讨加速康复外科模式下目标导向液体治疗在胃肠手术、胸科手术、肝脏手术、头颈部恶性肿瘤手术中的应用及影响。结果表明, 目标导向液体治疗应用于大型手术术中液体管理具有显著优势, 可降低术后并发症发生率, 缩短住院时间, 加速术后康复和改善预后。

【关键词】 目标导向液体治疗; 加速康复外科; 大型手术; 预后

【中图分类号】 R605 **【文献标志码】** A **【文章编号】** 1674-9081(2018)06-0550-06

DOI: 10.3969/j.issn.1674-9081.2018.06.012

Application of Intraoperative Goal-directed Fluid Therapy in Enhanced Recovery after Surgery

XU Guang-yan, XU Li

Department of Anesthesiology, Peking Union Medical College Hospital, Chinese Academy of Medical Sciences &
Peking Union Medical College, Beijing 100730, China

Corresponding author: XU Li Tel: 010-69152020, E-mail: pumchxuli@163.com

【Abstract】 Goal-directed fluid therapy (GDT), as an important part of enhanced recovery after surgery (ERAS), is of great concern in accelerating the recovery and improving the prognosis after major surgery. Based on existing reports, we summarized some monitoring methods, observation indexes, and liquid selections commonly used in clinical practice, and discussed the application and effects of GDT of ERAS in gastrointestinal surgery, thoracic surgery, liver surgery, head and neck carcinoma surgery. The result showed that GDT had significant advantages for fluid management in major surgery, including decreasing overall complication rate, reducing hospital stays, accelerating recovery, and improving prognosis.

【Key words】 goal-directed fluid therapy; enhanced recovery after surgery; major surgery; prognosis

Med J PUMCH, 2018,9(6):550-555

液体治疗作为加速康复外科 (enhanced recovery after surgery, ERAS) 的重要组成部分, 直接关系患者术中安全和术后康复, 不仅为外科医生广泛关注, 也为麻醉医生所重视^[1]。近年来, 随着 ERAS 理念的推

广、中高危患者的增多、手术量及手术难度的增加, 液体治疗不断发展并吸引越来越多的学者对此展开研究^[2-3]。继传统补液治疗和限制性液体治疗后, 更加精准的目标导向液体治疗 (goal-directed fluid therapy,

GDT) 理念得到广泛认可。

GDT 是指通过监测血流动力学指标, 判断机体对液体需求, 进而采取的个体化的补液疗法。ERAS 模式下 GDT 能否充分发挥优势常取决于手术和患者共同风险因素。既往研究表明, 对于中高危患者, 术中个体化 GDT 可使其有更大获益^[4-6]。因此, 近年来 GDT 在 ERAS 中的应用研究主要集中于接受大型手术的中高危患者。本文就 GDT 目前常用监测方法、观察指标、液体选择以及 GDT 在胃肠、胸科、肝脏和头颈部恶性肿瘤手术 ERAS 管理模式中的应用现状和研究进展作一综述。

1 目标导向液体治疗常用监测方法

1.1 基于生物阻抗和生物反应技术的监测方法

经食道超声 (esophageal doppler, ED) 或经食管超声心动图 (transesophageal echocardiograph, TEE) 是通过放置于食管的超声探头测量心输出量 (cardiac output, CO)、每搏输出量 (stroke volume, SV) 和降主动脉校正流量时间 (the corrected flow time, FTc) 等指标作为心脏前负荷的量度。目前关于 ED 或 TEE 在临床应用的研究日趋广泛, 且有较多高质量的研究证明 ED 或 TEE 测得的血流动力学指标可较精确地反映机体心功能状态和容量状态, 术中使用 ED 或 TEE 进行 GDT 可优化机体容量管理, 改善预后^[7-9]。

1.2 热稀释法

热稀释法指应用温度作为指示剂, 一定时间内血液温度变化与血流成反比, 将冷液注入后温度的变化输送至 CO 计算机, 根据 Stewart Hamilton 公式计算出 CO 等指标监测机体血流动力学变化。常用的监测设备有 Swan-Ganz 导管与 PiCCO[®]。Swan-Ganz 导管可快速、多次重复或持续监测 CO 和混合静脉血氧饱和度 (mixed venous oxygen saturation, SvO₂), 但穿刺处易发生血肿、感染等并发症, 且有增加术后病死率的可能^[10-11]。PiCCO[®] 可测量全心相关参数, 评估心室整体收缩功能, 但无法分别评估左右心功能^[12-13]。

1.3 动脉压波形分析法

Flo-trac/Vigileo、LiDCO 等是通过动脉穿刺置管或无创传感器监测动脉波形, 通过物理学和数学原理分析动脉波形计算 CO、SV、 Δ SV、每搏输出量变异率 (stroke volume variation, SVV) 和脉压变异率 (pulse pressure variation, PPV) 等指标, 实时判断患者术中

液体需求并及时干预^[14]。Flo-trac/Vigileo 设备要求患者在机械通气条件下, 维持潮气量 8~10 ml/kg 且无心律失常和心肌疾病等合并症^[15-16]。LiDCO 分有创和无创模块, 有创模块不受动脉波形影响, 房颤等心律失常患者可使用此设备获得较精确的血流动力学指标; 无创模块是根据锂浓度变化计算 CO 等指标, 故不适用于接受锂盐治疗的患者及有心脏结构性功能病变的患者^[17]。

2 目标导向液体治疗常用观察指标

GDT 观察指标包括传统静态指标如 SvO₂、中心静脉压、肺毛细血管楔压、乳酸等, 以及功能血流动力学指标如 SV、 Δ SV、SVV、PPV 等。Flo-trac/Vigileo、LiDCO 等设备测得的 SV、 Δ SV、SVV 和 PPV 等指标是近年来研究较多的反映机体心脏前负荷的新指标^[18-19]。SVV 或 PPV 需在机械通气条件下施行, 且机体无开胸、心律失常或心肌疾病等合并症^[20-21]。而 SV 与 Δ SV 不受机体潮气量与心律的影响, 适用于清醒或伴有心律失常的患者^[2]。

3 液体选择

GDT 选用何种液体也是学者们一直争论的话题。Shaw 等^[22] 的大型开腹手术随机对照试验 (randomized control fed trial, RCT) 研究表明, 相比 0.9% 生理盐水, 术中使用平衡晶体液有助于降低术后并发症发生率和死亡率; 但术中单独应用晶体液有时并不能保证机体氧供与组织灌注。Kimberger 等^[23] 于 2009 年进行了一项关于猪模型结肠吻合术中补液的研究, 结果显示 GDT 中加入适量人工胶体液可促进吻合口愈合, 降低吻合口漏发生率, 保证组织器官灌注。但 Yates 等^[24] 进行的一项高质量 RCT 研究却表明, GDT 中应用晶体液或胶体液对患者预后无显著影响。上述相对高质量研究得出了不同结论, 可能与近年来手术技术发展、麻醉技术成熟、围手术期管理日趋完善等使患者术后并发症发生率降低有关; 其次, 不同医院实施 GDT 的流程、目标、方法、结局不一, 亦可能使研究得出不同结论; 另外, 各类研究中纳入的样本量不同, 最终的实/试验结果会产生一定差异。目前尚缺乏统一的结论指导 GDT 液体选择, 但多数指南推荐以平衡晶体液为主, 可加入适量胶体液。

4 加速康复外科模式下目标导向液体治疗应用现状

4.1 胃肠手术

胃肠手术创伤大、失血风险高,患者多高龄或合并多种基础疾病^[25]。ERAS理念在胃肠手术中的应用是学者们研究最多,临床上应用最广泛、最深入的亚专科,且已近趋成熟。胃肠手术中液体超负荷会增加患者术后吻合口漏和医疗相关并发症发生率,延迟胃肠功能恢复;而有效循环血容量不足又会导致组织灌注不足和缺氧,增加术后并发症发生率和死亡率^[26-28]。目前在胃肠手术中,临床上常应用ED、Flo-trac/Vigileo等设备,监测SV、SVV、PPV等指标实时动态监测机体容量状态,优化容量管理。

目前学者们设计的研究大多聚焦于ERAS围手术期管理模式与常规围手术期管理模式的对照研究以及GDT与传统或限制性液体管理理念的对照研究,而针对GDT在ERAS模式下胃肠手术中应用的研究不多,且纳入的样本量相对较小,证据级别较低。术中GDT是ERAS管理模式下围手术期液体治疗的重要组成部分,大多关于ERAS的研究都会涉及术中GDT,因此本文选取了一些相对高质量的研究来共同探讨GDT在ERAS模式下胃肠手术中应用现状和研究进展。Varadhan等^[29]于2010年发表了一篇Meta分析,共纳入了6个择期大型开腹结直肠手术的RCT研究,包含452例患者,分为ERAS组和常规治疗组,分析显示ERAS组患者住院时长和术后并发症发生率较常规治疗组明显减少,而再入院率和死亡率两组无明显区别。Nicholson等^[30]进行的一项Meta分析发现,加速康复组较标准治疗组患者术后住院时长缩短,术后30d内并发症发生风险下降了30%。Srinivasa等^[31]于2013年发表了一项纳入了85例择期腹腔镜或开腹结肠切除术患者的RCT研究,旨在研究ERAS模式下GDT是否具有显著优势。此试验在ED监测下采用FTc和SV指标指导优化术中液体管理,结果表明,ERAS模式下GDT组较液体限制组术中输注更多胶体液,心脏指数(cardiac indices, CI)更优,但两组在住院时长,术后并发症发生率及术后恢复指标方面无明显差异。2017年Grant等^[32]发表的Meta分析表明,ERAS模式下应用GDT还能降低医疗相关感染的发生,如关乎患者结局与转归的肺部感染、尿路感染及手术相关感染。上述多个相对高质量的研究表明,在胃肠手术中应用ERAS模式

进行围手术期管理或应用GDT理念优化容量管理,或两种理念结合应用均能在一定程度上给患者带来确切益处。因此,推荐在胃肠手术中应用ERAS理念行GDT优化容量管理,加速术后康复。

4.2 胸科手术

随着侵入性较小的胸腔镜辅助下胸科手术的广泛开展,ERAS理念在胸科手术中的应用成为可能。胸科手术常采用单肺通气模式,低血容量或过度的液体灌注对机体均有害^[33-34]。ERAS要求尽可能精确地进行围手术期容量管理,既要避免循环血容量较少所致的缺氧和组织灌注不足,也要避免液体过负荷所致的肺水肿和吻合口漏的发生^[35]。目前临床常用ED、Flo-trac/Vigileo等设备,监测CO、CI、 Δ SV等指标实时动态监测胸科手术患者术中容量状态,优化液体管理。现有的关于胸科手术ERAS模式下的管理和GDT理念下容量管理的相关研究并不多。Zhang等^[36]以80例行择期胸腔镜下肺叶切除术为研究对象的RCT研究中,将患者分为GDT组和对照组,GDT组应用FloTrac/Vigileo设备监测SVV和CI指标指导术中液体管理,结果表明GDT组较对照组术后拔管时间缩短,通气血流比明显改善,术中液体用量和术后并发症发生率均明显降低。Xu等^[37]将168例行择期胸腔镜下肺叶切除术患者随机分为限制性目标导向液体治疗组和常规液体治疗组,结果发现基于SVV和CI的限制性目标导向液体治疗方案应用于接受单肺通气的患者,不仅改善了术中肺部氧合,还可减少术后并发症发生率、缩短住院时间。但该方案不能减少局部或全身炎症。Zakeri等^[38]纳入60例行单肺切除术患者的回顾性RCT研究中,将患者分为ERAS组和常规组,结果显示ERAS组手术相关并发症如肺水肿发生率降低,术后住院时间缩短。此外,Rogers等^[39]关于ERAS模式下肺癌根治术的前瞻性队列研究表明,ERAS可以改善原发性肺癌患者预后。而关于胸科术中液体选用方面,Ahn等^[40]进行了一项纳入1442例患者的回顾性研究,包括肺叶切除术和食管癌根治术,研究发现患者急性肾功能不全与应用羟乙基淀粉有关,术中应谨慎使用含此种成分的液体。目前ERAS理念在胸科手术中的应用研究渐趋增多,大多数研究证实应用ERAS模式或GDT理念或两者结合可给此类患者带来明确益处,故推荐在胸科手术中应用ERAS模式行术中GDT。

4.3 肝脏手术

肝脏手术出血量大,患者通常基础情况复杂,多

合并全身性代谢功能紊乱,对于围手术期液体管理要求较高,“干”或“湿”对患者均不利。随着围手术期优化管理模式以及新技术的发展,肝切除术后患者早期死亡率不断下降,但其并发症发生率仍高达15%~50%^[41-42]。目前临床可应用ED/TEE、Flotrac/Vigileo等设备,监测SVV、PPV等指标来优化肝术中液体管理。Jones等^[43]纳入104例行择期开腹肝切除术患者的RCT研究中,将患者分为ERAS组和标准治疗组,研究发现在开腹肝切除术中应用ERAS方案是安全有效的,ERAS组相比标准治疗组,患者术后恢复加快、住院时间缩短、与医疗相关并发症发生率降低且生活质量得到改善。Reydellet等^[44]关于GDT对接受肝移植患者术后液体平衡影响的回顾性研究结果表明,GDT组液体用量较少,机械通气时间和术后胃肠功能恢复时间均缩短。Correa-Gallego等^[45]在135例开腹肝脏切除术中应用了GDT理念进行术中液体管理并进行了前瞻性RCT研究,患者被随机分为以SVV为指导的GDT组和标准治疗组,结果表明GDT在肝切除术中应用是安全的,GDT组术中复苏液体用量较少;虽然两组术后并发症的发生率相似,但术中复苏量较低与整个队列中术后并发症的发生率降低独立相关。Li等^[46]比较ERAS模式与传统手术方式在肝切除术中的Meta分析结果表明,在肝脏切除手术中应用ERAS方案是安全、有效、可行的;应用TEE指导术中GDT,ERAS组较对照组可显著降低并发症发生率和死亡率,缩短住院时间,减少医疗费用,加速术后康复。在我国,孟改革等^[47]也进行了GDT对肝切除术患者预后影响的RCT研究,结果显示,与单独使用晶体液比较,加入适量胶体液可降低术后恶心呕吐发生率,但在组织灌注和术后恢复等方面两组未见明显差异。上述多个相对高质量的研究表明,在肝脏手术中应用ERAS模式进行围手术期管理或应用GDT理念优化容量管理或将两种理念结合应用均能在一定程度上给患者带来确切益处。因此,推荐在肝脏手术中应用ERAS理念行GDT优化容量管理,以加速术后康复。

4.4 头颈部恶性肿瘤手术

头颈部恶性肿瘤患者通常营养不良,术后并发症发生率高,且手术操作较复杂,常涉及自由皮瓣移植^[48]。术中液体超负荷可增加术后液体相关并发症如脑水肿、肺水肿的发生率;循环容量不足又会导致组织灌注不足,影响术后意识恢复和降低移植皮瓣存活率,故需维持较精确的液体管理模式^[49]。由于头颈

部手术部位的限制,目前临床常采用Flotrac/Vigileo或LiDCO设备,监测SVV、PPV等指标来优化机体容量管理。Coyle等^[50]对31例行头颈部恶性肿瘤手术的患者应用了ERAS理念行围手术期管理,其中仅有10%的患者行术中GDT,研究表明在此类手术中行ERAS方案是安全有效的,可明显改善患者预后、缩短住院时间,但GDT能否使患者受益则无法评价。Abdel-Galil等^[51]的研究表明,术中利用TEE指导液体管理可缩短术后恢复时间和住院时间,降低术后并发症发生率。但因其需要麻醉医生频繁接近头部以优化探头位置,故不太适用于头颈部恶性肿瘤手术。Chalmers等^[52]报道,与PiCCO®相比,在头颈部恶性肿瘤术中应用LiDCOTM rapid®行GDT,可得到与其相似的益处,即术中液体用量、与容量管理相关的并发症发生率以及住院时间均减少。目前ERAS理念在头颈部恶性肿瘤手术中的应用逐渐增多,越来越多的学者对此展开研究且绝大多数研究均证实应用ERAS模式或GDT理念或两者结合可给此类患者带来明确益处,故推荐在头颈部恶性肿瘤手术中应用ERAS模式行术中GDT。

5 结论

随着大型手术和中高危患者越来越多,临床对具有循证医学证据的ERAS方案的需求日益增加。在ERAS研究伊始,学者们即已发现优化术中液体管理能给患者带来显著益处。从传统的补液方案发展到限制性补液方案,再发展到循证医学证据支持的个体化GDT方案,研究者们对术中液体管理方案的争议一直存在。众多高质量研究表明,对于接受大型手术的中高危患者,术中应用GDT具有显著优势,可降低术后并发症发生率和死亡率、缩短住院时间、降低医疗费用、加速术后康复、提高生活质量,这与ERAS理念不谋而合。严格来说,ERAS模式下的围手术期液体管理应包括患者术前、术中和术后整个诊疗过程的液体管理,且每个诊疗阶段的液体管理对患者预后均存在重要影响,任何一个诊疗阶段处理不当都可能会破坏整个ERAS路径,影响最后结局。本文仅详细探讨ERAS模式下的术中液体管理,未涉及术前和术后液体管理方案。介于目前医疗模式以及整个ERAS方案实施中的角色担当,麻醉医生仅仅能够掌控与精确处理患者术中液体管理阶段。术前与术后液体管理往往仍是外科医生在执行,这与麻醉医生倡导的围手术期

连续统一的液体管理理念相违背。围手术期液体管理的理念虽早已存在,但对于目前的医疗发展模式而言,上述理念在临床上尚无法真正统一实施。随着围手术期医学科概念的提出,期待未来能够成立专门的学科来统一管理患者围手术期过程,届时,麻醉医生想要对择期手术患者实施连续统一的液体管理或将成为可能。

参 考 文 献

- [1] Carli F, Baldini G. Fast-track surgery: it is time for the anesthesiologist to get involved [J]. *Minerva Anesth*, 2011, 77: 227-230.
- [2] Hamilton M, Cecconi M, Rhodes A. A systematic review and meta-analysis on the use of preemptive hemodynamic intervention to improve postoperative outcomes in moderate and high-risk surgical patients [J]. *Anesth Analg*, 2011, 112: 1392-1402.
- [3] McGee WT, Raghunathan K. Physiologic Goal-Directed Therapy in the Perioperative Period: The Volume Prescription for High-Risk Patients [J]. *Cardiothorac Vasc Anesth*, 2013, 27: 1079-1086.
- [4] Rhodes A, Cecconi M, Hamilton M, et al. Goal-directed therapy in high-risk surgical patients: A 15-year follow-up study [J]. *Intensive Care Med*, 2010, 36: 1327-1332.
- [5] Miller TE, Roche AM, Mythen M. Fluid management and goal-directed therapy as an adjunct to enhanced recovery after surgery [J]. *Can Anesth*, 2015, 62: 158-168.
- [6] Cannesson M, Pestel G, Ricks C, et al. Hemodynamic monitoring and management in patients undergoing high-risk surgery: A survey among North American and European anesthesiologists [J]. *Crit Care*, 2011, 15: 197-207.
- [7] Phan TD, Ismail H, Heriot AG, et al. Improving perioperative outcomes: fluid optimization with the esophageal Doppler monitor, a meta-analysis and review [J]. *Am Coll Surg*, 2008, 207: 935-941.
- [8] Wetterslev M, Moller-Sorensen H, Johansen RR, et al. Systematic review of cardiac output measurements by echocardiography vs. thermodilution: the techniques are not interchangeable [J]. *Intensive Care Med*, 2016, 42: 1223-1233.
- [9] Mercado P, Maizel J, Beyls C, et al. Transthoracic echocardiography: an accurate and precise method for estimating cardiac output in the critically ill patient [J]. *Crit Care*, 2017, 21: 136-143.
- [10] Teboul JL, Saugel B, Cecconi M, et al. Less invasive hemodynamic monitoring in critically ill patients [J]. *Intensive Care Med*, 2016, 42: 1350-1359.
- [11] Backer DD, Bakker J, Cecconi M, et al. Alternatives to the Swan-Ganz catheter [J]. *Intensive Care Med*, 2018, 44: 1-12.
- [12] Tagami T, Kushimoto S, Tosa R, et al. The precision of PiCCO[®] measurements in hypothermic post-cardiac arrest patients [J]. *Anaesthesia*, 2012, 67: 236-243.
- [13] Hofer CK, Ganter MT, Klaghofner R, et al. Volumetric assessment of left heart preload by thermodilution: comparing the PiCCO-VoLEF[®] system with transoesophageal echocardiography [J]. *Anaesthesia*, 2006, 61: 316-321.
- [14] Schlöglhofer T, Gilly H, Schima H. Semi-invasive measurement of cardiac output based on pulse contour: a review and analysis [J]. *Can Anesth*, 2014, 61: 452-479.
- [15] Michard F. Changes in arterial pressure during mechanical ventilation [J]. *Anesthesiology*, 2005, 103: 419-428.
- [16] Reuter DA, Bayerlein J, Goepfert MS, et al. Influence of tidal volume on left ventricular stroke volume variation measured by pulse contour analysis in mechanically ventilated patients [J]. *Intensive Care Med*, 2003, 29: 476-480.
- [17] Sundar S, Panzica P. LiDCO systems [J]. *Int Anesthesiol Clin*, 2010, 48: 87-100.
- [18] Marik PE, Cavallazzi R, Vasu T, et al. Dynamic changes in arterial waveform derived variables and fluid responsiveness in mechanically ventilated patients: a systematic review of the literature [J]. *Crit Care Med*, 2009, 37: 2642-2647.
- [19] Zhang Z, Lu B, Sheng X, et al. Accuracy of stroke volume variation in predicting fluid responsiveness: a systematic review and meta-analysis [J]. *Anesthesia*, 2011, 25: 904-916.
- [20] Cannesson M, et al. Assessing the Diagnostic accuracy of pulse pressure variations for the prediction of fluid responsiveness: A “gray zone” approach [J]. *Anesthesiology*, 2011, 115: 231-241.
- [21] MacDonald N, Le Manach Y, Hofer CK, et al. Dynamic preload markers to predict fluid responsiveness during and after major gastrointestinal surgery: an observational substudy of the optimal trial [J]. *Br J Anaesth*, 2015, 114: 598-604.
- [22] Shaw AD, Bagshaw SM, Goldstein SL, et al. Major complications, mortality, and resource utilization after open abdominal surgery: 0.9 % saline compared to Plasma-Lyte [J]. *Ann Surg*, 2012, 255: 821-829.
- [23] Kimberger O, Arnberger M, Brandt S, et al. Goal-directed colloid administration improves the microcirculation of healthy and peri-anastomotic colon [J]. *Anesthesiology*, 2009, 110: 496-504.
- [24] Yates DR, Davies SJ, Milner HE, et al. Crystalloid or colloid for goal-directed fluid therapy in colorectal surgery [J]. *Br J Anaesth*, 2014, 112: 281-289.
- [25] Pearse RM, Harrison DA, MacDonald N, et al. Effect of a Perioperative, Cardiac Output-Guided Hemodynamic Therapy Algorithm on Outcomes Following Major Gastrointestinal Surgery [J]. *JAMA*, 2014, 311: 2181-2190.
- [26] Kalyan JP, Rosbergen M, Pal N, et al. Randomized clinical

- trial of fluid and salt restriction compared with a controlled liberal regimen in elective gastrointestinal surgery [J]. *Br J Surg*, 2013, 100: 1739-1746.
- [27] Abraham-Nordling M, Hjerm F, Pollack J, et al. Randomized clinical trial of fluid restriction in colorectal surgery [J]. *Br J Surg*, 2012, 99: 186-191.
- [28] Myles PS, Bellomo R, Corcoran T, et al. Restrictive versus Liberal Fluid Therapy for Major Abdominal Surgery [J]. *N Engl J Med*, 2018, 378: 2263-2274.
- [29] Varadhan KK, Neal KR, Dejong CH, et al. The enhanced recovery after surgery (ERAS) pathway for patients undergoing major elective open colorectal surgery: a meta-analysis of randomized controlled trials [J]. *Clin Utr*, 2010, 29: 434-440.
- [30] Nicholson A, Lowe MC, Parker J, et al. Systematic review and meta-analysis of enhanced recovery programmes in surgical patients [J]. *Br J Surg*, 2014, 101: 172-188.
- [31] Srinivasa S, Taylor MH, Singh PP, et al. Randomized clinical trial of goal-directed fluid therapy within an enhanced recovery protocol for elective colectomy [J]. *Br J Surg*, 2013, 100: 66-74.
- [32] Grant MC, Yang D, Wu CL, et al. Impact of Enhanced Recovery after Surgery and Fast Track Surgery Pathways on Healthcare-associated Infections; Results from a Systematic Review and Meta-analysis [J]. *Ann Surg*, 2017, 265: 68-79.
- [33] Moller AM, Pedersen T, Svendsen PE, et al. Perioperative risk factors in elective pneumonectomy: the impact of excess fluid balance [J]. *Eur J Anaesth*, 2002, 19: 57-62.
- [34] Eng OS, Arlow RL, Moore D, et al. Fluid administration and morbidity in transhiatal esophagectomy [J]. *Surg Research*, 2016, 200: 91-97.
- [35] Chau EH, Slinger P. Perioperative fluid management for pulmonary resection surgery and esophagectomy [J]. *Semin Cardiothorac Vasc Anesth*, 2014, 18: 36-44.
- [36] Zhang J, Chen CQ, Lei XZ, et al. Goal-directed fluid optimization based on stroke volume variation and cardiac index during one-lung ventilation in patients undergoing thoracoscopy lobectomy operations: a pilot study [J]. *Clinics*, 2013, 68: 1065-1070.
- [37] Xu H, Shu SH, Wang D, et al. Goal-directed fluid restriction using stroke volume variation and cardiac index during one-lung ventilation; a randomized controlled trial [J]. *Thorac Dis*, 2017, 9: 2992-3004.
- [38] Zakeri R, Rao J, Edwards J, et al. Enhanced recovery after thoracic surgery: outcomes following implementation of a tailored ERAS pathway in a tertiary center [J]. *Int J Surg*, 2015, 23: 34-35.
- [39] Rogers LJ, Bleetman D, Messenger DE, et al. The impact of enhanced recovery after surgery (ERAS) protocol compliance on morbidity from resection for primary lung cancer [J]. *Thorac Cardiovasc Surg*, 2018, 155: 1843-1852.
- [40] Ahn HJ, Kim JA, Lee AR, et al. The risk of acute kidney injury from fluid restriction and hydroxyethyl starch in thoracic surgery [J]. *Anesth Analg*, 2016, 122: 186-193.
- [41] Palavecino M, Kishi Y, Chun YS, et al. Two-surgeon technique of parenchymal transection contributes to reduced transfusion rate in patients undergoing major hepatectomy: analysis of 1, 557 consecutive liver resections [J]. *Surgery*, 2010, 147: 40-48.
- [42] Virani S, Michaelson JS, Hutter MM, et al. Morbidity and mortality after liver resection: results of the patient safety in surgery study [J]. *Am Coll Surg*, 2007, 204: 1284-1292.
- [43] Jones C, Kelliher L, Dickinson M, et al. Randomized clinical trial on enhanced recovery versus standard care following open liver resection [J]. *Br J Surg*, 2013, 100: 1015-1024.
- [44] Reydellet L, Blasco V, Mercier MF, et al. Impact of a goal-directed therapy protocol on postoperative fluid balance in patients undergoing liver transplantation: a retrospective study [J]. *Ann Fr Anesth Reanim*, 2014, 33: 47-54.
- [45] Correa-Gallego C, Tan KS, Arslan-Carlon V, et al. Goal-Directed Fluid Therapy Using Stroke Volume Variation for Resuscitation after Low Central Venous Pressure-Assisted Liver Resection: A Randomized Clinical Trial [J]. *Am Coll Surg*, 2015, 221: 591-601.
- [46] Li L, Chen J, Liu Z, et al. Enhanced recovery program versus traditional care after hepatectomy: A meta-analysis [J]. *Medicine*, 2017, 96: 8052-8058.
- [47] 孟改革, 方卫平, 张雷, 等. 目标导向液体治疗下晶体液与胶体液输注对肝切除患者组织灌注和术后恢复的影响 [J]. *临床麻醉学杂志*, 2017, 33: 557-561.
- [48] Stableforth WD, Thomas S, Lewis SJ. A systematic review of the role of immunonutrition in patients undergoing surgery for head and neck cancer [J]. *Int Oral Maxillofac Surg*, 2009, 38: 103-110.
- [49] Haughey BH, Wilson E, Kluwe L, et al. Free flap reconstruction of the head and neck: analysis of 241 cases [J]. *Otolaryngol Head Neck Surg*, 2001, 125: 10-17.
- [50] Coyle MB, Hughes C, et al. Enhanced recovery after surgery (ERAS) for head and neck oncology patients [J]. *Clin Otolaryngol*, 2016, 41: 118-126.
- [51] Abdel-Galil K, Craske D, McCaul J. Optimisation of intraoperative haemodynamics: early experience of its use in major head and neck surgery [J]. *Br J Oral Maxillofac Surg*, 2010, 48: 189-191.
- [52] Chalmers A, Turner MW, Anand R, et al. Cardiac monitoring to guide fluid replacement in head and neck microvascular free flap surgery-what is current practice in the UK? [J]. *Br J Oral Maxillofac Surg*, 2012, 50: 500-505.

(收稿日期: 2018-06-12)