

· 临床研究 ·

下腔静脉扩张指数指导目标导向液体治疗对老年患者全膝关节置换术后并发症的影响

彭晶 王懿 章放香 马熠 曾德亮 何福娟 秦晨光 黄玲

【摘要】 目的 探讨下腔静脉扩张指数(IVC-DI)指导的目标导向液体治疗(GDFT)对老年患者全膝关节置换术后并发症的影响。方法 选择 2019 年 3 月到 2021 年 8 月行全膝关节置换术的老年患者 120 例,男 29 例,女 91 例,年龄 65~85 岁,BMI 18~30 kg/m²,ASA I—III 级。采用随机分组法分为三组:经胸 IVC-DI 监测组(I 组)、每搏量变异度(SVV)监测组(S 组)和血压监测组(C 组),每组 40 例。I 组 IVC-DI>18%时,补充胶体液 250 ml;若 IVC-DI≤18%,而 MAP 低于基础值的 80%,给予升压药物。S 组 SVV>13%时,补充胶体液 250 ml;若 SVV≤13%,而 MAP 低于基础值的 80%,给予升压药物。C 组 MAP 低于基础值的 80%时,补充胶体液 250 ml,当胶体液量达 20 ml/kg 时血压仍未改善,给予升压药物。记录麻醉药物用量、出血量、晶体和胶体输注量、总输注量、升压药物使用和输血情况。记录术后 6 h、1、2、3 d 活动(抬腿屈膝)时 VAS 疼痛评分。记录手术时间、术后首次下床活动时间、首次肛门排气时间、术后 48 h 内镇痛泵总按压次数和有效按压次数、恶心呕吐、切口感染、入 ICU 情况、术后住院时间。记录术后 30 d 并发症发生情况。结果 与 C 组比较,I 组和 S 组晶体输注量明显增多($P<0.05$),胶体输注量和总输注量明显减少($P<0.05$),升压药物使用率明显升高($P<0.05$)。与术后 6 h 比较,术后 1、2、3 d 三组活动时 VAS 疼痛评分明显升高($P<0.05$)。与 I 组比较,术后 3 d S 组和 C 组活动时 VAS 疼痛评分明显升高($P<0.05$)。与 C 组比较,I 组和 S 组术后首次肛门排气时间明显缩短($P<0.05$),总并发症发生率明显降低($P<0.05$)。三组手术时间、术后首次下床活动时间、镇痛泵总按压次数和有效按压次数、恶心呕吐、切口感染、入 ICU 率、术后住院时间、术后 30 d 并发症发生率差异无统计学意义。结论 与常规监测比较,IVC-DI 指导目标导向液体治疗可通过减少术后并发症加快老年患者全膝关节置换术后康复。

【关键词】 目标导向液体治疗;下腔静脉扩张指数;每搏量变异度;膝关节置换术;术后并发症

Effect of goal-directed fluid therapy guided by inferior vena cava distensibility index on postoperative complications in elderly patients undergoing total knee replacement PENG Jing, WANG Ao, ZHANG Fangxiang, MA Yi, ZENG Deliang, HE Fujuan, QIN Chenguang, HUANG Ling. Department of Anesthesiology, Guizhou Provincial People's Hospital, Guiyang 550002, China
Corresponding author: ZHANG Fangxiang, Email: zfx1205@126.com

【Abstract】 Objective To investigate the effect of goal-directed fluid therapy (GDFT) guided by the inferior vena cava distensibility index (IVC-DI) on the postoperative complications in elderly patients undergoing total knee replacement. **Methods** A total of 120 patients underwent total knee arthroplasty from March 2019 to August 2021, 29 males and 91 females, aged 65–85 years, BMI 18–30 kg/m², ASA physical status I–III, were randomly divided into three groups: fluid therapy guided by transthoracic IVC-DI monitoring (group I), stroke volume variation monitoring (group S), and blood pressure monitoring (group C), 40 patients in each group. Patients in group I were treated with colloid solution 250 ml when IVC-DI > 18%, if IVC-DI ≤ 18% and MAP less than 80% of the basal blood pressure, vasopressors were given. Patients in group S were treated with colloid solution 250 ml when SVV > 13%, if SVV ≤ 13% and MAP less than 80% of the basal blood pressure, vasopressors were given. Patients in group C were treated with colloid solution 250 ml when MAP less than 80% of the basal blood pressure and repeated until MAP more than 80% of the baseline. If it was not improved when the colloid volume reached 20 ml/kg, vasopressors was administered until MAP more than 80% of the baseline. Anesthetic drug dosage, bleeding volume, crystal and colloidal infusion, total infusion volume, vasopressor drug use, and blood transfusion were recorded. The

DOI:10.12089/jca.2023.02.003

基金项目:贵州省卫生健康委科学技术基金项目(gzkwj2022-126);贵州省人民医院青年基金(GZSYQN[2018]13号,GZSYQN[2019]20号)

作者单位:550002 贵阳市,贵州省人民医院麻醉科

通信作者:章放香,Email: zfx1205@126.com

VAS pain score was recorded 6 hours, 1, 2, and 3 days after surgery (leg lift and knee flexion). The time of operation, the first time of getting out of bed, the first time of exhaust, the total number of analgesia pump compressions and effective compressions within 48 hours after surgery, nausea and vomiting, incision infection, ICU admission, and postoperative hospital stay were recorded. The occurrence of complications in each system was followed up and recorded 30 days after surgery. **Results** Compared with group C, the crystal infusion volume in groups I and S was significantly increased ($P < 0.05$), colloid infusion volume and total infusion volume were significantly decreased ($P < 0.05$), and the utilization rate of vasopressor drugs was significantly increased ($P < 0.05$). Compared with 6 hours after surgery, the VAS pain scores in three groups 1, 2 and 3 days after surgery were significantly increased ($P < 0.05$). Compared with group I, the VAS pain scores in groups S and C were significantly increased 3 days after surgery ($P < 0.05$). Compared with group C, groups I and S had significantly shorter time for first exhaust ($P < 0.05$), the total complication rate was significantly reduced ($P < 0.05$). There were no significant differences in the operation time, the first time to get out of bed, the total and effective times of analgesic pump compressions, nausea and vomiting, incision infection, ICU admission, postoperative hospital stay, and complications 30 days after surgery among the three groups. **Conclusion** Compared with routine monitoring, goal-directed fluid therapy of IVC-DI can accelerate the rehabilitation of elderly patients after knee arthroplasty by reducing postoperative complications.

【Key words】 Goal-oriented fluid therapy; Inferior vena cava distensibility index; Stroke volume variation; Knee replacement; Postoperative complications

围术期液体治疗是临床麻醉的重要内容,液体输注量过多或过少均会对患者的术后康复产生不良影响^[1]。近年来,目标导向液体治疗(goal-directed fluid therapy, GDFT)成为常用的围术期液体治疗方法。全膝关节置换术的患者主要以高龄、合并多器官系统疾病为主,手术和麻醉可致患者循环波动,作为维持循环稳定的重要手段,液体治疗尤为重要。超声监测下腔静脉扩张指数(inferior vena cava distensibility index, IVC-DI)可以准确、快速评估危重症患者的容量状态^[2],但用于指导全膝关节置换术中液体治疗对老年患者术后并发症影响的研究较少。本研究比较 IVC-DI、每搏量变异度(stroke volume variation, SVV)以及血压监测指导的 GDFT 的效果,探讨 IVC-DI 对老年患者全膝关节置换术后并发症的影响。SVV 是临床上常用的 GDFT 指标,具有很高的敏感性和特异性。本研究比较传统血压监测、SVV 和 IVC-DI 用于指导围术期液体治疗的效果评估 IVC-DI 在临床中的应用价值,为临床提供参考。

资料与方法

一般资料 本研究经医院伦理委员会批准(2019-51),患者签署知情同意书。选择 2019 年 3 月至 2021 年 8 月择期行全膝关节置换术的老年患者,性别不限,年龄 65~85 岁, BMI 18~30 kg/m², ASA I—III 级。排除标准:拒绝参加临床研究,明显的心脏、器官功能障碍,心力衰竭,肥厚型心肌病,严重心内分流,肺动脉高压,腹腔积气,腹腔巨

大肿瘤,凝血功能障碍无法行神经阻滞,术前有认知功能障碍或痴呆,因血管张力降低导致术前低血压。

麻醉方法 术前禁食 8 h,禁清质饮料 2 h。入室后监测 BP、ECG、SpO₂、体温和 BIS。全身麻醉前使用 0.375%罗哌卡因 40 ml 行股神经、坐骨神经阻滞。全麻诱导采用丙泊酚 1.0~2.5 mg/kg 和舒芬太尼 0.1~0.5 μg/kg。根据患者体重选择合适的喉罩,30~50 kg 选用 3 号,50~70 kg 选用 4 号。设定 V_T 10 ml/kg, RR 8~16 次/分, I:E 1:2, 维持 P_{ET}CO₂ 30~40 mmHg。术中根据需要间断给予舒芬太尼 5~10 μg,维持 BIS 45~55,1%~2%七氟醚维持麻醉(0.8~1.2 MAC)。当 Hb<80 g/L,根据术中情况进行输血。

术后连接镇痛泵行患者自控静脉镇痛,镇痛泵配方:舒芬太尼 150 μg、格拉司琼 6 mg、氟比罗芬酯 100 mg 用生理盐水配置到 150 ml,背景剂量 2.5 ml/h,每次按压 2 ml,锁定时间 15 min,持续镇痛 48 h。术后根据加速康复外科理念,只要患者意识清醒,即可进食进饮。

分组与处理 采用随机数字表法将患者分为三组:经胸 IVC-DI 监测组(I组)、SVV 监测组(S组)和血压监测组(C组)。麻醉诱导前 30 min 给予复方乳酸钠(H20043897)250 ml 静脉输注扩容,术中以 4~8 ml·kg⁻¹·h⁻¹维持。I组:当 IVC-DI>18%时^[3],快速静脉输注羟乙基淀粉 130/0.4 氯化钠注射液(H20103246)250 ml;若 IVC-DI>18%,重复上述过程,直至 IVC-DI≤18%。当 IVC-DI≤18%时,

MAP 低于基础值的 80%, 给予去氧肾上腺素 50 μg 。

IVC-DI 的计算和测量方法: 采用彩色多普勒超声诊断仪 (Vivid E9 型), M5Sc 相控阵探头 (2~4 MHz) 于剑突下纵切取下腔静脉长轴图像, 距右心房开口 2 cm 处为测量点, 选用 M 模式采集约 10 s 下腔静脉 (inferior vena cava, IVC) 直径的变化 (包含 2~3 个呼吸周期), 测量吸气时下腔静脉最大直径 (dIVCmax) 与呼气时下腔静脉最小直径 (dIVCmin), 测量 3 次取平均值, $\text{IVC-DI} = (\text{dIVCmax} - \text{dIVCmin}) \div \text{dIVCmin} \times 100\%$ [3]。

S 组: 采用微创血流动力学监护仪 (Vigileo 03.06) 监测 SVV, 当 $\text{SVV} > 13\%$ [4], 快速静脉输注羟乙基淀粉 130/0.4 氯化钠注射液 250 ml; 若 $\text{SVV} > 13\%$, 重复上述过程, 直至 $\text{SVV} \leq 13\%$ 。当 $\text{SVV} \leq 13\%$, 但 MAP 高于基础值的 80%, 给予去氧肾上腺素 50 μg , 直至 MAP 高于基础值的 80%。

C 组: 当 MAP 低于基础值的 80% 时, 5 min 内快速输注羟乙基淀粉 130/0.4 氯化钠注射液 250 ml, 可重复上述过程, 直至 MAP 高于基础值的 80% [5]。当胶体液输注量达最大剂量 20 ml/kg, 血压仍未改善时, 静脉注射去氧肾上腺素 50 μg , 并继续以晶体液维持。

观察指标 将在病房静息时或口服降压药后的 MAP 作为血压基础值。记录麻醉诱导前 (T_0)、喉罩置入后即刻 (T_1)、麻醉诱导后 15 min (T_2)、上止血带时 (T_3)、松止血带前 (T_4)、松止血带时 (T_5) 和术毕即刻 (T_6) 的 HR、MAP 和 BIS。记录 T_1 — T_6 时 SVV 和 IVC-DI。记录麻醉药物用量、出血量、晶体和胶体输注量、总输注量、升压药物使用情况和输血情况。记录术后 6 h、1、2、3 d 活动 (抬腿屈膝) 时 VAS 疼痛评分。记录手术时间、术后首次下床活

动时间、首次肛门排气时间、术后 48 h 内镇痛泵总按压次数和有效按压次数、恶心呕吐、切口感染、转入 ICU 情况、术后住院时间。随访并记录术后 30 d 心血管系统并发症 (高血压、低血压、心功能不全、心肌缺血、心律失常等)、脑血管及神经系统并发症 (脑梗死、脑出血、术后认知功能障碍、谵妄等)、呼吸系统并发症 (肺部感染、肺栓塞、呼吸衰竭等)、泌尿系统并发症 (尿路感染、肾功能不全、肾功能衰竭等) 的发生情况。

统计分析 参考既往研究 [6] 结果, 未使用 GDFT 的患者术后总并发症发生率为 37.5%, 假设使用 IVC-DI 指导的 GDFT 患者术后总并发症发生率降低 15%, 设定 $\alpha = 0.05$, $1 - \beta = 0.8$, 得出样本量为每组 31 例, 考虑 10% 的脱落率, 每组拟纳入 40 例。

采用 SPSS 24.0 统计软件进行分析。正态分布计量资料以均数 \pm 标准差 ($\bar{x} \pm s$) 表示, 组间比较采用单因素方差分析, 组内比较采用重复测量方差分析; 非正态分布计量资料以中位数 (M) 和四分位数间距 (IQR) 表示, 组间比较采用秩和检验。计数资料以例 (%) 表示, 组间比较采用 χ^2 检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

本研究共纳入患者 120 例, 每组 40 例。三组患者性别、年龄、BMI、ASA 分级、教育程度、术前合并症和使用降压药、降糖药比例差异无统计学意义 (表 1)。

与 T_0 时比较, I 组 T_2 — T_4 时、S 组和 C 组 T_1 — T_4 时 HR 明显减慢 ($P < 0.05$), I 组 T_1 时、S 组 T_1 — T_3 时、C 组 T_1 、 T_2 、 T_5 时 MAP 明显降低 ($P < 0.05$)。与

表 1 三组患者一般情况的比较

| 指标 | I 组 ($n=40$) | S 组 ($n=40$) | C 组 ($n=40$) |
|------------------------------------|----------------|----------------|----------------|
| 男/女 (例) | 12/28 | 11/29 | 6/34 |
| 年龄 (岁) | 68.6 \pm 5.7 | 68.5 \pm 5.7 | 68.3 \pm 5.2 |
| BMI (kg/m^2) | 24.0 \pm 3.2 | 23.8 \pm 2.1 | 24.6 \pm 2.6 |
| ASA I/II/III 级 (例) | 6/26/8 | 7/25/8 | 7/24/9 |
| 教育程度 (文盲/小学/初中/高中) (例) | 27/10/3/0 | 17/17/6/0 | 19/15/5/1 |
| 高血压/慢性肺部疾病/高血脂/糖尿病/卒中/周围血管神经病变 (例) | 15/14/3/4/2/2 | 12/8/8/5/3/3 | 18/10/7/6/4/2 |
| 使用降压药 [例 (%)] | 14 (35) | 11 (28) | 16 (40) |
| 使用降糖药 [例 (%)] | 4 (10) | 5 (13) | 6 (15) |

C 组比较, T₅ 时 I 组和 S 组 MAP 明显升高 ($P < 0.05$)。三组不同时间 HR 差异无统计学意义 (表 2)。

三组术中麻醉药物用量差异无统计学意义。与 C 组比较, I 组和 S 组晶体输注量明显增多 ($P < 0.05$), 胶体输注量和总输注量明显减少 ($P < 0.05$), 升压药物使用率明显升高 ($P < 0.05$) (表 3)。三组术中和术后均未输血。

与术后 6 h 比较, 术后 1、2、3 d 三组活动时 VAS 疼痛评分明显升高 ($P < 0.05$)。与术后 3 d 比较, S 组术后 6 h、1、2 d, I 组和 C 组术后 1、2 d 活动时 VAS 疼痛评分明显升高 ($P < 0.05$)。与 I 组比较, 术后 3 d S 组和 C 组活动时 VAS 疼痛评分明显升高 ($P < 0.05$) (表 4)。

与 C 组比较, I 组和 S 组首次肛门排气时间明显缩短 ($P < 0.05$), 总并发症发生率明显降低 ($P < 0.05$)。三组手术时间、首次下床活动时间镇痛泵

总按压次数和有效按压次数、恶心呕吐、切口感染、入 ICU 率、术后住院时间、术后 30 d 并发症发生率差异无统计学意义 (表 5)。

讨 论

IVC-DI 是根据下腔静脉内径变化来监测全身容量状态的一项动态容积指数。下腔静脉是一种顺应性血管, 其口径受呼吸、血容量、右心功能以及腹部压力的影响。IVC-DI 取决于下腔静脉壁外压力水平 (即腹压) 和后压水平 (即右房压) 之间的关系^[7]。自主呼吸时, 吸气时胸内压降低, 自下腔静脉回流入右房血流量增多, 下腔静脉管径减小, 呼气时胸内压升高, 下腔静脉内血液回流阻力增大, 血液回流量减少, 下腔静脉的管径增大; 机械呼吸时则呈相反表现, 吸气时, 胸膜压力的增加导致右心房和下腔静脉的血管内压力升高, 腹部压力的上

表 2 三组患者不同时间 HR 和 MAP 的比较 ($\bar{x} \pm s$)

| 指标 | 组别 | 例数 | T ₀ | T ₁ | T ₂ | T ₃ | T ₄ | T ₅ | T ₆ |
|---------------|-----|----|----------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|----------------|
| HR (次/分) | I 组 | 40 | 79.6 ± 11.0 | 67.5 ± 8.9 | 63.4 ± 7.4 ^a | 62.7 ± 8.8 ^a | 62.3 ± 8.4 ^a | 70.2 ± 7.6 | 74.7 ± 6.9 |
| | S 组 | 40 | 82.8 ± 13.9 | 62.8 ± 8.5 ^a | 61.2 ± 6.8 ^a | 63.5 ± 7.7 ^a | 62.3 ± 7.6 ^a | 67.9 ± 8.8 | 78.8 ± 9.7 |
| | C 组 | 40 | 79.1 ± 8.6 | 64.2 ± 7.7 ^a | 64.8 ± 7.7 ^a | 67.3 ± 7.9 ^a | 65.3 ± 7.0 ^a | 68.6 ± 8.1 | 76.1 ± 8.2 |
| MAP (mmHg) | I 组 | 40 | 97.7 ± 12.3 | 85.9 ± 12.9 ^a | 86.6 ± 9.9 | 91.1 ± 11.8 | 89.9 ± 13.1 | 92.9 ± 11.5 ^b | 95.1 ± 14.0 |
| | S 组 | 40 | 91.1 ± 12.1 | 80.9 ± 8.7 ^a | 82.4 ± 8.6 ^a | 84.8 ± 9.3 ^a | 90.4 ± 9.2 | 90.4 ± 7.3 ^b | 94.5 ± 7.9 |
| | C 组 | 40 | 97.6 ± 10.7 | 82.9 ± 12.0 ^a | 85.1 ± 8.4 ^a | 87.7 ± 15.0 | 88.9 ± 13.8 | 83.4 ± 6.9 ^a | 89.6 ± 14.7 |

注: 与 T₀ 比较, ^a $P < 0.05$; 与 C 组比较, ^b $P < 0.05$

表 3 三组患者术中麻醉药物用量、液体出入量和升压药物使用情况的比较

| 指标 | I 组 (n=40) | S 组 (n=40) | C 组 (n=40) |
|--------------|----------------------------------|----------------------------------|---------------------|
| 麻醉药物用量 | | | |
| 丙泊酚 (mg) | 130.3 ± 32.5 | 129.8 ± 20.2 | 132.2 ± 26.8 |
| 舒芬太尼 (μg) | 23.8 ± 6.7 | 24.0 ± 5.2 | 24.9 ± 6.8 |
| 七氟醚 (ml) | 47.4 ± 8.6 | 46.3 ± 9.5 | 48.5 ± 9.3 |
| 罗库溴铵 (mg) | 26.5 ± 7.4 | 25.8 ± 7.1 | 25.8 ± 7.8 |
| 咪达唑仑 [例 (%)] | 10 (25) | 11 (28) | 8 (20) |
| 出血量 (ml) | 150 (100~200) | 125 (50~240) | 100 (50~150) |
| 晶体输注量 (ml) | 1 000 (900~1 100) ^a | 1 100 (925~1 200) ^a | 700 (500~800) |
| 胶体输注量 (ml) | 0 (0~250) ^a | 0 (0~385) ^a | 1 100 (900~1 240) |
| 总输注量 (ml) | 1 150 (1 000~1 380) ^a | 1 200 (1 100~1 450) ^a | 1 750 (1 600~2 000) |
| 升压药物 [例 (%)] | 12 (30) ^a | 11 (28) ^a | 5 (13) |

注: 与 C 组比较, ^a $P < 0.05$

表 4 三组患者术后不同时点活动时 VAS 疼痛评分的比较(分, $\bar{x} \pm s$)

| 组别 | 例数 | 6 h | 1 d | 2 d | 3 d |
|-----|----|---------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| I 组 | 40 | 2.1±0.7 | 4.1±1.3 ^{ab} | 3.7±1.0 ^{ab} | 2.3±0.8 |
| S 组 | 40 | 1.9±0.8 | 4.5±1.1 ^{ab} | 3.8±0.9 ^{ab} | 3.0±0.8 ^{ac} |
| C 组 | 40 | 2.1±0.8 | 4.7±1.2 ^{ab} | 3.8±1.1 ^{ab} | 3.2±0.7 ^{ac} |

注:与术后 6 h 比较,^a $P < 0.05$;与术后 3 d 比较,^b $P < 0.05$;与 I 组比较,^c $P < 0.05$

表 5 三组患者术后情况的比较

| 指标 | I 组 (n=40) | S 组 (n=40) | C 组 (n=40) |
|-------------|-----------------------|-----------------------|------------------|
| 手术时间(min) | 99.1±26.0 | 95.9±27.9 | 100.5±26.4 |
| 首次下床活动时间(h) | 8.8±2.2 | 8.6±3.4 | 9.3±2.8 |
| 首次肛门排气时间(h) | 11.8±3.5 ^a | 10.6±2.5 ^a | 15.3±2.9 |
| 总按压次数(次) | 14.6±2.6 | 13.4±3.2 | 13.9±3.0 |
| 有效按压次数(次) | 10.7±2.1 | 11.0±1.8 | 11.3±2.1 |
| 恶心呕吐[例(%)] | 3(8) | 2(5) | 6(10) |
| 切口感染[例(%)] | 3(8) | 4(10) | 2(5) |
| 入 ICU[例(%)] | 1(3) | 2(5) | 3(8) |
| 术后住院时间(d) | 6.0 (4.0~8.5) | 6.0 (4.5~8.5) | 6.5 (4.0~9.0) |
| 总并发症[例(%)] | 7(8) ^a | 8(20) ^a | 14(35) |
| 心血管系统 | 2(5) | 1(3) | 2(5) |
| 脑血管及神经系统 | 0(0) | 0(0) | 1(3) |
| 呼吸系统 | 3(8) | 5(13) | 5(13) |
| 泌尿系统 | 2(5) | 2(5) | 6(15) |

注:与 C 组比较,^a $P < 0.05$

升幅度较小,只有 20% 的气道压力传递到腹部^[8-10],导致下腔静脉壁透压升高。下腔静脉随着跨壁压力的升高而扩张,低血容量时,扩张会更大,IVC-DI 的变化就会更明显。IVC-DI 的变化与通气参数相关,当 V_T 9~12 ml/kg 时 IVC-DI 的诊断阈值为 0.79~0.73^[11]。本研究固定了患者的通气参数,以减少对 IVC-DI 监测下液体治疗的影响。IVC-DI 主要应用于脓毒血症或休克需要进行大量液体治疗的患者的容量评估中,对于手术时间较短,术中要求无管化(无引流管、无尿管、无胃管)处理的全膝关节手术中指导容量治疗的临床研究尚未见相

关报导。本研究选择 ASA I—III 级并排除有严重合并症的患者和血管张力较低的患者进行液体反应性的治疗,是相对安全和有效的。并不是 GDFT 单独优化液体反应性,而是 GDFT 和其他优化目标优化组织和器官灌注,使接受手术的患者受益^[12]。本研究采用 IVC-DI 联合 MAP 的方式,以增加围术期患者的安全性。SVV 是以心肺相互作用为基础的动态容积指数,常常作为 GDFT 指导指标应用于临床,具有很高的敏感性和特异性^[1]。SVV 可通过机械通气时分析动脉波形,实时调整患者的液体需求,达到最佳前负荷状态,维持有效的组织灌注^[13]。

本研究结果显示,IVC-DI 和 SVV 监测与血压监测比较,胶体液输注量和液体总输注量较少,术中升压药物使用次数较多。从血流动力学的情况来看,麻醉诱导后患者 MAP、HR 与诱导前比较明显降低,MAP 在喉罩置入后和麻醉诱导后 15 min 降低明显,IVC-DI 以及 SVV 在麻醉诱导后有明显增高,后随着升压药物的使用和输液量的增加而有所下降。本研究使用 IVC-DI 和 SVV 监测的患者麻醉诱导后偶尔有低血压发生,但 IVC-DI 和 SVV 监测值在正常范围,这种情况在给予小剂量升压药物后缓解。而血压监测患者在 MAP 低于基础值的 80% 时是以补充胶体液来作为治疗方案,因此血压监测患者的晶液体输注量较少,胶体液输注量较多,总的液体输注量也较多。对于老年患者来说,随着年龄的增加,心血管调节能力下降,血管弹性逐步降低,易受麻醉药物影响,导致血管扩张,循环波动^[14]。Deng 等^[15]研究表明,老年患者循环维持采用适当补充液体量,辅助一定的升压药物优于单纯靠液体维持血流动力学稳定更利于患者康复。本研究与上述研究一致。本研究中,IVC-DI 和 SVV 的患者与传统补液患者相比,MAP 的波动在松止血带时不明显,考虑与使用小剂量升压药物提升患者有效的灌注压有关。IVC-DI 指导的 GDFT 可减轻老年患者松止血带相关血流动力学波动,使血流动力学更平稳^[16],通过液体管理和血管收缩药物的联合应用,是改善腹部和骨科手术高危患者肾脏灌注和氧合的最佳方式^[17]。

本研究结果显示,IVC-DI 和 SVV 的患者术后 3 d 活动时 VAS 疼痛评分较血压监测患者低,术后首次肛门排气时间较血压监测患者缩短近 3 h,术后总并发症发生率降低,其临床结局优于血压监测患者。可能的机制为减少组织水肿,减少术后组织间质氧弥散距离,改善患者呼吸动力学参数,减轻肺

部水肿^[18],利于氧气交换,减少肺部感染机会,减少炎性因子释放^[19],减轻疼痛和肠道的水肿,有利于胃肠道功能恢复。同时,IVC-DI 指导的 GDFT 临床结局与 SVV 相似,但经胸监测 IVC-DI 患者费用较低,考虑由于 SVV 监测所需耗材昂贵,经胸超声是一种更为经济的监测方式。

本研究结果表明, GDFT 中应用 IVC-DI 联合 MAP 指导下液体治疗可实时、动态地监测患者的容量状态,在维持适宜血容量、保证组织器官氧供需平衡的基础上尽可能地减少液体的输注,既能避免容量超负荷,又能适当提高外周阻力维持心输出量的稳定,有助于老年患者的术后恢复。不足之处在于,本研究仅以 SVV 达标设立每搏输出量(stroke volume, SV)最大化,以下腔静脉变异度评价血管内容量,未设置采取管控静脉血管张力策略以提高容量输注的反应性,希望在未来做进一步研究来论证。

综上所述,IVC-DI 联合 MAP 的 GDFT 与 SVV 和传统血压监测比较,是一种更经济、安全有效的指标,改善患者术后疼痛及胃肠功能,降低全膝关节置换术老年患者并发症的发生,促进患者术后康复,具有一定临床指导价值。

参 考 文 献

- [1] Malbrain M, Langer T, Annane D, et al. Intravenous fluid therapy in the perioperative and critical care setting: executive summary of the International Fluid Academy (IFA). *Ann Intensive Care*, 2020, 10(1): 64.
- [2] Upadhyay V, Malviya D, Nath SS, et al. Comparison of superior vena cava and inferior vena cava diameter changes by echocardiography in predicting fluid responsiveness in mechanically ventilated patients. *Anesth Essays Res*, 2020, 14(3): 441-447.
- [3] 段纷雨, 赵志斌, 张小宝, 等. 下腔静脉扩张指数指导液体管理改善经尿道前列腺切除术患者早期预后. *临床麻醉学杂志*, 2021, 37(5): 484-488.
- [4] 蔡勤芳, 袁维秀, 米卫东. 不同潮气量通气患者液体治疗时每搏量变异度判断扩容效应的阈值. *中华麻醉学杂志*, 2010, 30(7): 817-819.
- [5] Benes J, Haidingerova L, Pouska J, et al. Fluid management guided by a continuous non-invasive arterial pressure device is associated with decreased postoperative morbidity after total knee and hip replacement. *BMC Anesthesiol*, 2015, 15: 148.
- [6] Wang A, Peng W, Zhang L, et al. Application of phenylephrine combined with goal-directed fluid therapy in elderly patients undergoing hip arthroplasty: a randomized controlled trial. *Altern Ther Health Med*, 2022, 28(7): 132-138.
- [7] Regli A, De Keulenaer BL, Palermo A, et al. Positive end-expiratory pressure adjusted for intra-abdominal pressure - a pilot study. *J Crit Care*, 2018, 43: 390-394.
- [8] Persichini R, Lai C, Teboul JL, et al. Venous return and mean systemic filling pressure: physiology and clinical applications. *Crit Care*, 2022, 26(1): 150.
- [9] Antunes T, Anbar J, Barbas C. Effects of PEEP and external abdominal weight on respiratory mechanics. *Intensive Care Med*, 2003, 28: S34.
- [10] Runck H, Schumann S, Tacke S, et al. Effects of intra-abdominal pressure on respiratory system mechanics in mechanically ventilated rats. *Respir Physiol Neurobiol*, 2012, 180(23): 204-210.
- [11] He F, Li X, Thapa S, et al. Evaluation of volume responsiveness by pulse pressure variability and inferior vena cava collapsibility index at different tidal volumes by mechanical ventilation. *Braz J Med Biol Res*, 2019, 52(9): e8827.
- [12] 郭高锋, 王洋洋, 容雄飞, 等. 不同 SVV 指导术中液体治疗对腹腔镜肝叶切除术中出血及术后肾功能的影响. *中华麻醉学杂志*, 2021, 41(5): 584-588.
- [13] 丁妮, 张冬梅, 高玉华, 等. 每搏量变异度指导的目标导向液体治疗对胃肠肿瘤患者术中、术后胃肠功能的影响. *临床麻醉学杂志*, 2018, 34(1): 45-49.
- [14] Guo X, Hu J, Xiao H, et al. Effect of continuous intraoperative infusion of methoxamine on renal function in elderly patients undergoing gastrointestinal tumor surgery: a randomized controlled trial. *BMC Anesthesiol*, 2020, 20(1): 148.
- [15] Deng QW, Tan WC, Zhao BC, et al. Is goal-directed fluid therapy based on dynamic variables alone sufficient to improve clinical outcomes among patients undergoing surgery? *Crit Care*, 2018, 22(1): 298.
- [16] 张少云, 曹国瑞, 裴福兴. 髋、膝关节置换术加速康复围术期液体治疗方案. *中国矫形外科杂志*, 2018, 26(3): 234-237.
- [17] Giglio M, Dalfino L, Puntillo F, et al. Hemodynamic goal-directed therapy and postoperative kidney injury: an updated meta-analysis with trial sequential analysis. *Crit Care*, 2019, 23(1): 232.
- [18] 张晓敏, 李建立, 容俊芳. 目标导向液体治疗对肺叶切除术患者的肺保护作用. *中华麻醉学杂志*, 2020, 40(1): 82-86.
- [19] 王学敏, 韩胜华, 王向托. 容量超负荷对血液透析患者心功能、血脂及炎症因子的影响. *中国老年学杂志*, 2019, 39(17): 4138-4140.

(收稿日期:2022-03-26)