

本文引用格式:林益钦,陈英勒,吴黄辉,等.超声下腔静脉预测容量反应性和容量状态的临床应用[J].安徽医学,2023,44(5):534-540.DOI:10.3969/j.issn.1000-0399.2023.05.009

超声下腔静脉预测容量反应性和容量状态的临床应用

林益钦 陈英勒 吴黄辉 李敏 陈国忠 李顺元

[摘要] **目的** 观察超声下腔静脉(IVC)预测容量反应性和容量状态的能力。**方法** 选取2017年2~12月在中国人民解放军联勤保障部队第九〇〇医院行择期手术的全麻患者140例。麻醉诱导前超声测量IVC呼吸周期的最大直径($dIVC_{max}$)和塌陷指数($cIVC$),观察麻醉诱导后补液前后每搏输出量(SV)的变化判断是否存在容量反应性。根据机械通气下补液前超声测量IVC呼吸周期的最大直径($dIVC_{max}$)和扩张指数($dIVC$),以及同一时间的每搏变异度(SVV)值判定患者的容量状态。若 $SVV>12\%$,250 mL胶体液在15 min内输注完毕,SV增加 $\geq 10\%$,则归为容量反应性阳性组,反之为阴性组。机械通气下补液前若 $SVV\leq 12\%$,归为容量状态充足组,反之为容量不足组。记录患者于入手术室时(T_1)、插管前即刻(T_2)、插管成功即刻(T_3)、插管后1 min(T_4)、补液前(T_5)、补液后(T_6)的SBP、DBP、HR;记录 $T_2\sim T_6$ 的SV、SVV。采用受试者特征(ROC)曲线分析超声IVC预测容量状态和容量反应性的能力,以及运用灰色区域法来确定超声IVC的可疑范围。**结果** 容量反应性:容量反应性阳性组插管后1 min(T_4)、补液前(T_5)的SV明显均低于阴性组,差异具有统计学意义($P<0.05$);容量反应阳性组和阴性组不同时间的SBP、DBP、HR、SV、SVV存在时间效应($P<0.05$);且两组不同时间点的SV存在交互效应($P<0.05$); $cIVC$ 和 $dIVC_{max}$ 的曲线下面积(AUC)分别为0.86和0.71,最佳截止点分别为41%和1.8 cm;灰色区域范围分别为38%~43%和1.7~1.9 cm。容量状态:麻醉诱导后,容量充足组患者的SBP、SV均明显高于容量不足组,SVV明显低于容量不足组,差异有统计学意义($P<0.05$);两组不同时间的SBP、DBP、HR、SV存在时间效应($P<0.05$);两组不同时间点的SVV存在组间、时间及交互效应($P<0.05$); $dIVC$ 的AUC为0.85, $dIVC_{max}$ 的AUC为0.75,最佳截止点分别是12%和1.9 cm;灰色区域范围分别是12%~16%和1.7~2.0 cm。**结论** 麻醉诱导前超声测量下腔静脉有助于预测机体的容量反应性和容量状态,而且 $cIVC$ 预测容量反应性的能力胜于 $dIVC_{max}$, $dIVC$ 预测容量状态的能力胜于 $dIVC_{max}$ 。

[关键词] 下腔静脉;超声;容量状态;容量反应性

doi:10.3969/j.issn.1000-0399.2023.05.009

The clinical application of ultrasound inferior vena cava in prediction of volume responsiveness and volume status

LIN Yiqin, CHEN Yingle, WU Huanghui, LI Min, CHEN Guozhong, LI Shunyu

1. Department of Anesthesiology, Quanzhou First Hospital, Quanzhou 362000, China

2. Department of Anesthesiology, the 900th Hospital of the Joint Logistics Support Force of the Chinese People's Liberation Army, Fuzhou 350000, China

Corresponding author: CHEN Guozhong, cgzssq2000@sina.com

[Abstract] **Objective** To predict volume responsiveness and volume status by observing the ultrasound inferior vena cava (IVC). **Methods** A total of 140 patients undergoing elective surgery under general anesthesia at the 900th Hospital of the Joint Service Support Force of the Chinese People's Liberation Army from February to December 2017 were selected. Before anesthesia induction, the maximum diameter ($dIVC_{max}$) and collapse index ($cIVC$) of the IVC respiratory cycle were measured by ultrasound, and the changes in stroke output (SV) before and after fluid infusion after anesthesia induction were observed to determine whether there was volume responsiveness. The volume status of the patient was determined based on the maximum diameter ($dIVC_{max}$) and dilation index ($dIVC$) of the IVC respiratory cycle measured by ultrasound before fluid replacement under mechanical ventilation, as well as the stroke variability (SVV) value at the same time. If $SVV>12\%$, 250 mL of colloidal solution was infused within 15 minutes, and SV increased by $\geq 10\%$, it was classified as a volumetric reactivity positive group, and vice versa. If $SVV\leq 12\%$ before fluid replacement under mechanical ventilation, it was classified as the group with sufficient capacity, and

作者单位:362000 福建泉州 泉州市第一医院麻醉科(林益钦,陈英勒,李顺元)

350000 福建福州 中国人民解放军联勤保障部队第九〇〇医院(吴黄辉,李敏,陈国忠)

通信作者:李顺元, lshunyu@126.com

vice versa, it was classified as the group with insufficient capacity. Record the SBP, DBP, and HR of the patients were recorded at the time of admission to the operating room (T1), immediately before intubation (T2), immediately after successful intubation (T3), 1 minute after intubation (T4), before fluid replacement (T5), and after fluid replacement (T6); Record SV and SVV of T2 to T6 were recorded. The ability of ultrasound IVC to predict volume status and volume responsiveness was analyzed using subject characteristic (ROC) curves, and the gray area method was used to determine the suspicious range of ultrasound IVC. **Results** Volume reactivity: SV in the positive volume reactivity group was significantly lower than that in the negative group at 1 min (T4) after intubation and before fluid replacement (T5), with a statistically significant difference ($P<0.05$); There was a time effect on SBP, DBP, HR, SV, and SVV in the positive and negative volumetric reaction groups at different times points ($P<0.05$); There was an interaction effect between SV at different time points in the two groups ($P<0.05$); The area under curve (AUC) of cIVC and dIVCmax was 0.86 and 0.71, respectively, with the optimal cutoff points of 41% and 1.8 cm, respectively; The gray area ranged from 38% to 43% and from 1.7 to 1.9 cm, respectively. Volume status: After anesthesia induction, the SBP and SV of patients in the volume sufficient group were significantly higher than those in the volume insufficient group, and the SVV was significantly lower than that in the volume insufficient group, with a statistically significant difference ($P<0.05$); There was a time effect on SBP, DBP, HR, SV at different times points in the two groups ($P<0.05$); There were inter group, time, and interaction effects on SVV at different time points in the two groups ($P<0.05$); The AUC of dIVC was 0.85, and the AUC of dIVCmax was 0.75. The optimal cutoff points are 12% and 1.9 cm, respectively; The gray area ranged from 12% to 16% and from 1.7 to 2.0 cm, respectively. **Conclusions** Ultrasound measurement of the inferior vena cava before anesthesia induction can help predict the volume responsiveness and volume status of the body, and the ability of cIVC to predict volume responsiveness is better than that of dIVCmax, and the ability of dIVC to predict volume status is better than that of dIVCmax.

[**Key words**] Inferior vena cava; Ultrasound; Volume status; Fluid responsiveness

围手术期血流动力学稳定的关键因素是正确的液体管理,若液体管理不当,致有效循环血容量不足或过量可能会增加围手术期不良事件的发生率,甚至危及生命^[1]。既往的观念大多以为,术前常规禁食水后机体多为容量不足的状态;实则不然,围手术期患者处于应激状态,交感神经兴奋、大量激素释放等因素引起全身循环和代谢调节发生改变,机体可在一定程度上保持有效容量相对充足的状态。近年来医学技术和理念不断进步,加速康复外科(enhanced recovery after surgery, ERAS)的发展日益受到临床重视,术前禁食水时间缩短、应激控制、围术期管理措施的不断优化、目标导向液体治疗(goal-directed fluid therapy, GDT)等观点的快速革新不断给传统的围术期容量控制理念造成冲击。精准评估液体复苏前机体的容量状态以及容量反应性是围手术期最佳液体管理的前提。有研究^[2-4]表明,机体的容量状态的评估并不能通过静态指标[如中心静脉压(central venous pressure, CVP)等]准确获取;而利用动态指标如每搏变异度(stroke volume variation, SVV)等,结合 Frank-Starling 曲线变化,可进一步判断机体的容量负荷状态。容量反应性反映心脏前负荷的储备功能,容量反应性阳性为补液试验后(通常是给予 500 mL 的晶体液)每搏输出量(stroke volume, SV)增加 $\geq 10\%$ 。如今评估容量反应性最精准的是动态指标,如补液试验后监测患者心输出量(cardiac output, CO)等。但动态指标存在有创、需机械通气等局限性,限制了其临床应用。超声技术无创、可重复、简便等特点,临床运用已越来越广泛。通过检视完整的呼吸周期,下腔静脉(inferior vena cava, IVC)内径的动态变化与其他的

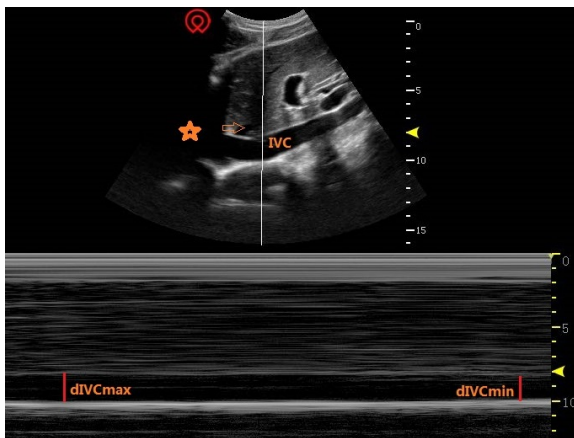
动态指标类似,均可用于指导液体治疗^[5]。但近期有研究^[6]认为,其不能准确评估患者的容量状态和容量反应性,因此其应用目前仍存在争议。本试验拟观察超声 IVC 预测容量反应性和容量状态的能力,现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取中国人民解放军联勤保障部队第九〇〇医院 2017 年 2 月至 12 月拟全麻下行择期手术患者 140 例,其中男性 61 例,女性 59 例,年龄 18~65 岁,平均(49.57 $\pm$ 10.36)岁。纳入标准:①行全麻麻醉的择期手术;②体质量 40~80 kg;③ASA 评分 I~III 级;④手术过程监测 CO 和/或 SV。排除标准:合并心律失常、肺动脉高压、严重外周血管疾病、严重心脏瓣膜关闭不全或返流;腹内压升高 ≥ 25 cmH₂O;合并自主神经系统疾病;术中需行保护性肺通气和限制性补液的患者。本研究获得了医院伦理委员会审批(审批号:2015028),且所有患者和家属均知情同意并且签署同意书。

1.2 方法 所有患者入手术室后常规行心电监测心律、心率(heart rate, HR)、无创血压(non-invasive blood pressure, NIBP)、血氧饱和度(pulse oxygen saturation, SpO₂)和 Narcotrend 麻醉深度。诱导前测量 IVC 的最大直径(dIVC_{max})和下腔静脉塌陷指数(inferior vena cava collapse index, cIVC)。患者取仰卧位,选用剑突下长轴切面, M 型二维超声扫描距右心房远端约 2~3 cm 的下腔静脉(图 1),每位患者测量 3 次,取平均值,若 dIVC_{max} 差异 >0.2 ,则退出研究。超声测量完毕后予全

身麻醉诱导:依托咪酯 0.3 mg/kg、舒芬太尼 0.3 μ g/kg、顺式苯磺酸阿曲库铵 0.15 mg/kg,行静脉麻醉诱导,气管插管后吸入 1~3 Vol.%七氟醚维持 Narcotrend 指数在 D2-E1(46~20)。机械通气补液前,测量 dIVC_{max} 和扩张指数(dIVC)。若 SVV>12%,250 mL 胶体液在 15 min 内输注完毕,若 SV 增加 $\geq$ 10%,则视为容量反应性阳性,反之为阴性,根据患者 SV 增高情况分为容量反应性阳性组($n=63$)和阴性组($n=57$)。机械通气下补液前若 SVV $\leq$ 12%,视为容量状态充足,反之为容量不足,据此分为容量充足组($n=74$)和不足组($n=46$)。手术过程中,当患者平均血压(mean blood pressure, MBP)<55 mmHg 或低血压持续时间>2 min 予麻黄碱 3 mg 或去甲肾上腺素 100 μ g。当 HR<40 次/分,予阿托品 0.3 mg。出现严重低血压或低血压持续时间>2 min 以及心率<40 次/分的患者数据不纳入统计分析。



注:dIVC_{max}和dIVC_{min}分别表示为下腔静脉最大直径、最小直径,左上方的红色圆圈表示为超声探头的 Mark 标记点,橙色的空心箭头指示为肝静脉,橙色五角星所示位置为右心房。

图1 二维超声扫描距右心房远端2~3 cm的IVC

1.3 观察指标 记录所有患者入室时(T_1)、插管前即刻(T_2)、插管成功即刻(T_3)、插管后 1 min(T_4)、补液前(T_5)以及补液后(T_6)的 HR、收缩压(systolic blood pressure, SBP)、舒张压(diastolic blood pressure, DBP);记录 $T_2 \sim T_6$ 的 SV、SVV;超声测量入室时(T_1)和补液前(T_5)的 IVC,结合补液前后 SV 和机械通气下补液前 SVV,观察超声 IVC 预测容量反应性和容量状态的能力。

1.4 统计学方法 选用 SPSS 19.0 软件,正态分布计量资料用 $\bar{x} \pm s$ 表示,组间比较选用独立样本 t 检验分析,而重复测量资料选用重复测量方差分析。非正态分布计量资料用 $M(P_{25}, P_{75})$ 表示,组间比较选用 Mann-Whitney U 检验分析。计数资料用例和率表示,选用 χ^2 检验或 Fisher 确切概率法分析。并采用受试者工作特

征(receiver operating characteristic, ROC)曲线分析超声 IVC 预测容量状态和容量反应性的能力,并利用灰色区域法(取 90% 的敏感度和 90% 的特异度)判定超声 IVC 可疑范围。以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组容量反应性一般资料比较 本研究中有 3 例患者术中出现了严重低血压和/或心律失常,17 例患者超声显像不清楚,另外 3 例患者因术中发生了严重低血压和/或心律失常,这 20 例患者最终被剔除,余 120 例完成试验和数据分析。容量反应性阳性组的 dIVC_{max} 低于阴性组, cIVC 高于阴性组,差异均有统计学意义($P<0.001$)。见表 1。

表1 容量反应性一般资料比较

项目	容量反应性阴性组($n=57$)	容量反应性阳性组($n=63$)	χ^2/t 值	P 值
年龄(岁)	48.28 $\pm$ 11.64	50.44 $\pm$ 8.82	1.154	0.251
性别(男/女,例)	28/29	33/30	0.127	0.721
BMI(kg/m ²)	21.75 $\pm$ 2.26	21.96 $\pm$ 2.50	0.486	0.628
ASA(I/II/III,例)	10/32/15	11/34/18		0.960 ^①
cIVC(%)	0.35 $\pm$ 0.07	0.46 $\pm$ 0.08	7.951	<0.001
dIVC _{max} (cm)	1.89 $\pm$ 0.20	1.74 $\pm$ 0.18	4.147	<0.001

注:①采用 Fisher 确切概率法,BMI 为身体质量指数,ASA 为美国麻醉师协会分级,cIVC 为下腔静脉塌陷指数,dIVC_{max} 为下腔静脉呼吸周期的最大直径。

2.2 两组容量反应状态一般资料比较 本研究共剔除 20 例,其中 15 例显像不清楚,5 例患者出现严重低血压和/或心律失常,余 120 例完成试验和数据分析。容量充足组的 dIVC 和 dIVC_{max} 低于容量不足组,差异均有统计学意义($P<0.05$)。见表 2。

2.3 不同时间点围术期血流动力学变化 入室时(T_1)容量反应性阳性组和阴性组患者的 SBP、DBP、HR 比较,差异无统计学意义($P>0.05$)。容量反应性阳性组插管后 1 min(T_4)、补液前(T_5)的 SV 均明显低于阴性组,差异具有统计学意义($P<0.05$)。两组不同时间的 SBP、DBP、HR、SV 和 SVV 存在时间效应($P<0.05$);且两组不同时间点 SV 存在交互效应($P<0.05$)。见表 3。

入室时(T_1)容量状态充足组和不足组患者的 SBP、DBP、HR 比较,差异无统计学差异($P>0.05$)。而在麻醉诱导后($T_2 \sim T_5$),容量充足组的 SBP 和 SV 均明显高于容量不足组,SVV 明显低于容量不足组,差异均有统计学意义(P 均<0.05)。两组患者不同时间的 SBP、DBP、HR 和 SV 存在时间效应($P<0.05$);且两组不同时间点的 SVV 存在组间、时间及交互效应($P<0.05$)。

见表 4。

表 2 容量状态一般资料比较

项目	容量充足组(<i>n</i> =74)	容量不足组(<i>n</i> =46)	χ^2/t 值	<i>P</i> 值
年龄(岁)	49.97±10.62	48.52±9.74	0.751	0.454
性别(男/女,例)	35/39	26/20	0.966	0.326
BMI(kg/m ²)	21.59±3.02	20.93±2.92	1.193	0.236
ASA(Ⅰ/Ⅱ/Ⅲ,例)	12/48/14	7/26/13		0.487 ^①
dIVC(%)	0.11±0.05	0.16±0.06	5.594	<0.001
dIVC _{max} (cm)	1.78±0.21	1.92±0.19	3.539	0.001

注:①采用 Fisher 确切概率法;BMI 为身体质量指数,ASA 为美国麻醉师协会分级,dIVC 为下腔静脉扩张指数,dIVC_{max} 为下腔静脉呼吸周期的最大直径。

表 3 容量反应性两组围术期血压心率变化的比较($\bar{x}\pm s$)

指标	组别	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆
SBP(mmHg)	阴性组	153.3±20.1	121.2±17.3	142.5±26.9	149.8±31.7	127.1±30.3	118.8±20.3
	阳性组	151.7±23.9	115.5±20.2	137.5±32.1	153.4±35.5	117.8±19.7 ^①	115.0±18.0
<i>F</i> _{组间/时间/交互} 值		0.988/94.689/1.583					
<i>P</i> _{组间/时间/交互} 值		0.324/<0.001/0.185					
DBP(mmHg)	阴性组	76.1±10.6	64.7±11.3	78.2±16.8	79.1±17.2	67.1±14.4	63.4±12.0
	阳性组	75.9±11.8	62.9±11.7	77.8±18.9	84.7±20.0	64.5±11.6	61.7±11.1
<i>F</i> _{组间/时间/交互} 值		0.166/77.397/1.943					
<i>P</i> _{组间/时间/交互} 值		0.686/<0.001/0.114					
HR(bpm)	阴性组	80.6±16.5	75.4±18.4	84.2±20.3	86.7±19.2	78.1±18.8	71.2±18.4
	阳性组	79.9±15.9	77.1±16.2	87.7±19.5	91.8±19.0	78.7±16.3	70.3±14.9
<i>F</i> _{组间/时间/交互} 值		0.288/51.155/1.938					
<i>P</i> _{组间/时间/交互} 值		0.593/<0.001/0.115					
SV(mL)	阴性组		66.3±18.7	68.7±17.1	73.0±19.7	68.5±17.4	67.5±18.2
	阳性组		60.2±17.5	63.5±17.2	62.2±16.3 ^①	57.2±16.1 ^①	71.1±20.7
<i>F</i> _{组间/时间/交互} 值		3.245/18.669/15.712					
<i>P</i> _{组间/时间/交互} 值		0.077/<0.001/<0.001					
SVV(%)	阴性组		10.4±5.3	7.9±4.5	8.7±4.4	10.9±5.1	9.9±4.4
	阳性组		11.5±5.6	7.9±5.6	10.1±4.6	13.1±5.5	9.9±4.1
<i>F</i> _{组间/时间/交互} 值		2.570/18.172/1.612					
<i>P</i> _{组间/时间/交互} 值		0.115/<0.001/0.184					

注:SBP 为收缩压,DBP 为舒张压,HR 为心率,SV 为每搏输出量,SVV 为每搏变异度;SBP 的 Mauchly's 检验统计量 *W*=0.377,DBP 的 Mauchly's 检验统计量 *W*=0.329,HR 的 Mauchly's 检验统计量 *W*=0.266,SV 的 Mauchly's 检验统计量 *W*=0.447,SVV 的 Mauchly's 检验统计量 *W*=0.574,5 组数据球形检验的结果均为 *P*<0.05,均不满足球形假设条件,取 Greenhouse-Geisser 方法校正后行统计量;与阴性组比较,①*P*<0.05。

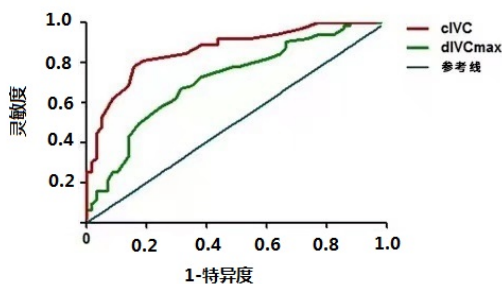
2.4 ROC 曲线分析结果 cIVC 预测容量反应性的 AUC 面积为 0.86,最佳截止点为 41%,灵敏度 77.8%,特异度 84.2%。dIVC_{max} 预测容量反应性的能力不及 cIVC,AUC 面积为 0.71,最佳截止点为 1.8 cm,灵敏度 66.7%,特异度 68.4%。dIVC 可以准确反映机体的容量状态,AUC 面积为 0.85,最佳截止点为 12%,灵敏度 89.1%,特异度 71.6%。dIVC_{max} 预测容量状态的能力不及 dIVC,AUC 面积为 0.75,最佳截止点为 1.9 cm,灵敏度 58.7%,特异度 82.4%。见图 2、3。

2.5 ROC 曲线的灰色区域分析 关于容量反应性的预测,cIVC 的灰色区域范围为 37.5%~42.5%,为方便结果描述,范围调整为 38%~43%,包含了 28 例患者。dIVC_{max} 的灰色区域范围 1.7~1.9 cm,包含了 70 例患者。关于容量状态的预测,dIVC 的灰色区域范围 11.5%~15.6%,为方便结果描述,范围调整为 12%~16%,包含了 19 例患者。dIVC_{max} 的灰色区域范围在 1.7~2.0 cm,包含了 64 例患者。见图 4~5,表 5。

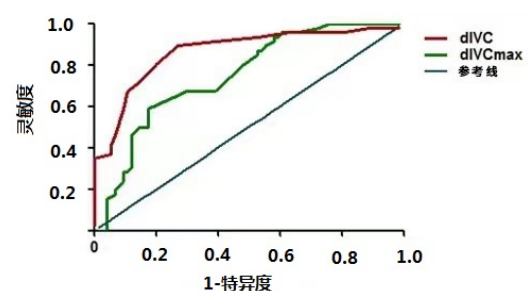
表4 容量状态两组围术期血压心率变化的比较($\bar{x}\pm s$)

指标	组别	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆
SBP(mmHg)	充足组	152.6±19.7	120.6±18.1	138.8±27.4	152.4±32.3	127.5±30.4	120.0±20.8
	不足组	150.0±20.1	112.1±21.3 ^①	132.3±31.8 ^①	140.5±35.9 ^①	112.1±20.9 ^①	113.2±18.5
$F_{\text{组间/时间/交互}}$ 值		3.764/70.876/1.353					
$P_{\text{组间/时间/交互}}$ 值		0.059/<0.001/0.257					
DBP(mmHg)	充足组	75.4±10.4	62.8±10.3	76.2±18.3	80.8±17.5	65.3±13.8	61.3±10.5
	不足组	74.5±10.1	60.6±11.5 ^①	74.2±17.1	76.8±19.8 ^①	62.5±11.7 ^①	61.3±11.9
$F_{\text{组间/时间/交互}}$ 值		0.735/56.255/0.443					
$P_{\text{组间/时间/交互}}$ 值		0.396/<0.001/0.732					
HR(bpm)	充足组	77.6±15.5	73.3±15.7	83.6±20.7	85.7±17.7	74.0±13.9	68.9±16.6
	不足组	83.3±14.2 ^①	80.6±16.8 ^①	88.3±18.5	91.6±20.4	82.4±18.3 ^①	72.2±16.0
$F_{\text{组间/时间/交互}}$ 值		4.146/33.695/0.698					
$P_{\text{组间/时间/交互}}$ 值		0.047/<0.001/0.583					
SV(mL)	充足组		67.5±17.4	70.4±16.5	71.5±18.3	68.3±17.4	74.7±21.6
	不足组		57.0±16.9 ^①	59.8±16.9 ^①	60.8±17.3 ^①	55.1±14.3 ^①	64.5±17.9 ^①
$F_{\text{组间/时间/交互}}$ 值		11.774/10.910/0.577					
$P_{\text{组间/时间/交互}}$ 值		0.001/<0.001/0.630					
SVV(%)	充足组		9.5±4.6	6.4±4.0	8.1±3.4	8.7±2.5	8.1±2.6
	不足组		13.2±5.8 ^①	9.2±6.2 ^①	12.0±5.1 ^①	17.5±4.4 ^①	12.6±4.1 ^①
$F_{\text{组间/时间/交互}}$ 值		48.067/28.749/7.744					
$P_{\text{组间/时间/交互}}$ 值		<0.001/<0.001/<0.001					

注:SBP为收缩压,DBP为舒张压,HR为心率,SV为每搏输出量,SVV为每搏变异度;SBP的Mauchly's检验统计量 $W=0.305$,DBP的Mauchly's检验统计量 $W=0.211$,HR的Mauchly's检验统计量 $W=0.407$,SV的Mauchly's检验统计量 $W=0.489$,SVV的Mauchly's检验统计量 $W=0.512$,五组数据球形检验的结果均为 $P<0.05$,均不满足球形假设条件,取Greenhouse-Geisser方法校正后行统计量;与容量充足组比较,^① $P<0.05$ 。



注:cIVC表示下腔静脉塌陷指数,dIVC_{max}表示下腔静脉最大直径。

图2 麻醉诱导前dIVC_{max}和cIVC预测容量反应性

注:dIVC表示下腔静脉扩张指数,dIVC_{max}表示下腔静脉最大直径。

图3 机械通气下dIVC_{max}和dIVC预测容量状态

3 讨论

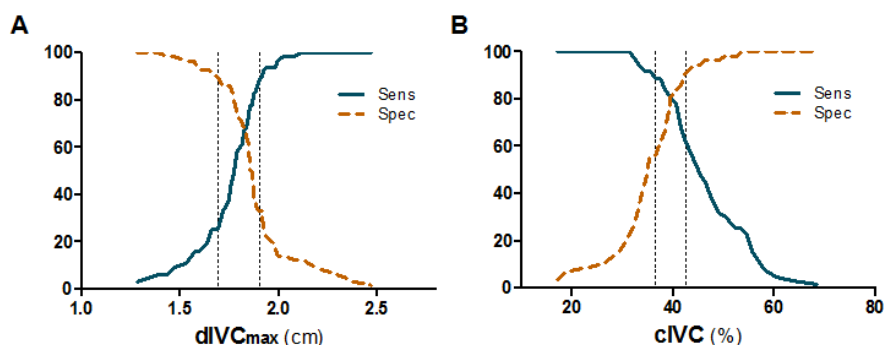
在临床上,大部分低血压患者需经过液体复苏得以纠正,若液体复苏不得当将加重机体损害,可能导致更为严重的后果。有研究^[7]表明,大概有50%的重症患者、创伤患者和手术患者可能不存在容量反应性。故准确评估机体的容量反应性是液体复苏治疗前不可或缺的程序。不合理的液体治疗可能对机体造成损

害,或可导致死亡率的升高。大容量液体复苏可造成血管内皮损伤,进一步加剧液体外渗以及组织水肿。反之,间质水肿和血管外肺水肿进一步加重器官功能损害,增加死亡风险。然而,有容量反应性并不代表患者补液可以获益,因此血管内容量的判断也是优化血流动力学的重要组成部分。

早期CVP等静态指标已被证实不能准确反应机体的容量状态。动态指标如SVV等能准确预测容量状态^[8]。但是,动态指标通常为有创操作以及需机械通

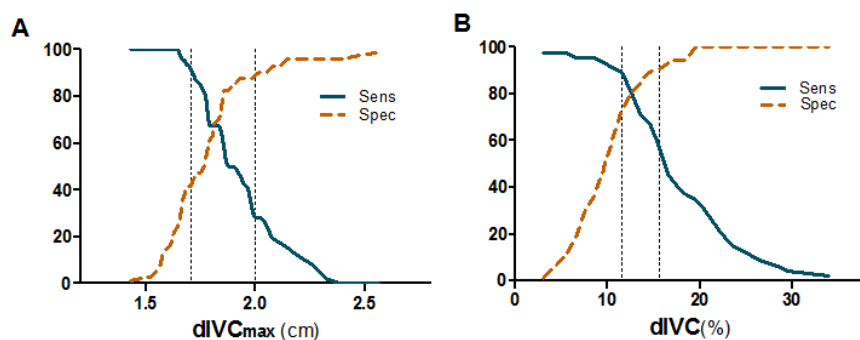
表 5 预测容量反应性和容量状态的能力

参数	最佳截断点	灰色区域范围	灰色区域例数	曲线下面积(95%CI)	敏感度(95%CI)	特异度(95%CI)	约登指数
容量反应性							
cIVC	41%	38%~43%	28	0.86(0.80~0.93)	78(66~87)	84(72~93)	0.62
dIVC _{max}	1.8 cm	1.7~1.9 cm	70	0.71(0.62~0.81)	67(54~78)	68(55~80)	0.35
容量状态							
dIVC	12%	12%~16%	19	0.85(0.78~0.93)	89(76~96)	72(60~82)	0.61
dIVC _{max}	1.9 cm	1.7~2.0 cm	64	0.75(0.66~0.84)	59(43~73)	82(72~90)	0.41



注:dIVC_{max}表示下腔静脉最大直径,cIVC表示为下腔静脉塌陷指数,Sens表示为敏感度,Spec表示为特异度,灰色区域范围为两条虚线之间区域。

图4 依据麻醉诱导前 dIVC_{max}(A)和 cIVC(B)进而预测容量反应性的敏感度和特异度绘制灰色区域



注:dIVC_{max}表示下腔静脉最大直径,dIVC表示为下腔静脉扩张指数,Sens表示为敏感度,Spec表示为特异度,灰色区域范围为两条虚线之间区域。

图5 依据机械通气下 dIVC_{max}(A)和 dIVC(B)进而预测容量状态的敏感度和特异度绘制灰色区域

气,这些局限性阻碍了其在临床运用中的推广。B 超检查为无创操作,操作简便、重复性高等优点,使其在临床的运用日益广泛。前期研究表明,IVC 是一个预测容量状态和容量反应性的可靠的指标^[9],可在较大的范围内指导液体的挑战^[10]。

Muller 等^[11]研究发现,当 cIVC>40% 时,具有较强的能力预测容量反应性。另外一项研究也表明,当 cIVC>43% 时,和/或 dIVC_{max}<1.8 cm 时可以准确预测容量反应性^[12]。机械正压通气时,当 dIVC>16% 则提示容量状态不足(灵敏度 67%,特异度 100%)^[13]。另有

研究^[14-15]表明,机体的容量状态可通过机械通气状态下患者的ΔIVC 而准确预测,其 AUC 分别为 0.82 和 0.83,最佳截止点分别为 12% 和 15%。同先前的研究结果相类似,本研究中 cIVC 和 dIVC_{max} 的最佳截止点分别是 41% 和 1.8 cm,以及 dIVC 和 dIVC_{max} 的最佳截止点分别为 12% 和 1.9 cm。dIVC_{max} 预测容量反应性和容量状态的能力劣于 cIVC 以及 dIVC,很可能是因为不同患者的 IVC 直径差异所致。

为保证研究结果准确性,减少统计结果误差,本研究选用 ROC 曲线灰色区域法进行分析。对于 cIVC 和

dIVC_{max},灰色区域内包含的例数百分比分别为23%和58%,对于dIVC和dIVC_{max},灰色区域内包含的例数百分比为16%和53%。结果表明,cIVC和dIVC,灰色区域内例数即不确定例数明显低于dIVC_{max},因此cIVC在临床运用中更具实用性。本研究中cIVC落在灰色区域内的比例偏高,笔者认为很大原因是患者自主呼吸用力的程度和幅度各不相同。研究过程中有17例患者因超声检查失败被剔除,本研究超声检查成功率高达88%,适合在临床运用中推广。本研究纳入的不同类型的手术可能存在异质性,可能会对研究结果造成一定影响;但也因手术类型的多元化,才使本研究结果的临床实用性和广泛性更具说服力。

综上所述,麻醉诱导前超声测量下腔静脉有助于预测机体的容量反应性和容量状态,而且cIVC预测容量反应性的能力胜于dIVC_{max},dIVC预测容量状态的能力胜于dIVC_{max}。

参考文献

- [1] SCHEEREN T W L, WIESENACK C, GERLACH H, et al. Goal-directed intraoperative fluid therapy guided by stroke volume and its variation in high-risk surgical patients: a prospective randomized multicentre study[J]. J Clin Monit Comput, 2013, 27(3): 225-233.
- [2] MICHARD F, BIAIS M. Rational fluid management: dissecting facts from fiction[J]. Br J Anaesth, 2012, 108(3): 369.
- [3] DUNKI J, PHILIPS P, SCOGGINS C, et al. Stroke volume variation in hepatic resection: a replacement for standard central venous pressure monitoring[J]. Ann Surg Oncol, 2014, 21(2): 473.
- [4] CANNESO N M. Arterial pressure variation and goal-directed fluid therapy[J]. J Cardiathor Vasc An, 2010, 24(3): 487-497.
- [5] RICHTER H P, PETERSENC, GOETZ A E, et al. Detection of right ventricular insufficiency and guidance of volume therapy are facilitated by simultaneous monitoring of static and functional preload parameters[J]. J Cardiathor Vasc An, 2011, 25(6): 1051-1055.
- [6] LONG E, OAKLEY E, DUKE T, et al. Does respiratory variation in inferior vena cava diameter predict fluid responsiveness: a systematic review and meta-analysis[J]. Shock, 2017, 47(5): 550.
- [7] MONNET X, TEBOUL J L. Passive leg raising [J]. Intens Car Med, 2008, 34(4): 659.
- [8] MARIK P E, 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 Car Med, 2009, 37(9): 2642-2647.
- [9] ZENGIN S, AL B, GEN C S, et al. Role of inferior vena cava and right ventricular diameter in assessment of volume status: a comparative study: ultrasound and hypovolemia[J]. Am Journal Emerg Med, 2013, 31(5): 763-767.
- [10] ZHANG Z, XU X, YE S, et al. Ultrasonographic measurement of the respiratory variation in the inferior vena cava diameter is predictive of fluid responsiveness in critically ill patients: systematic review and meta-analysis[J]. Ultrasound Med Biol, 2014, 40(5): 845-853.
- [11] MULLER L, BOBBIA X, TOUMI M, et al. Respiratory variations of inferior vena cava diameter to predict fluid responsiveness in spontaneously breathing patients with acute circulatory failure: need for a cautious use[J]. Crit Care, 2012, 16(5): R188.
- [12] ZHANG J, CRITCHLEY L A. Inferior vena cava ultrasonography before general anesthesia can predict hypotension after induction[J]. Anesthesiology, 2016, 124(3): 580.
- [13] EDOLIVEIRA O H, FREITAS F G, LADEIRA R T, et al. Comparison between respiratory changes in the inferior vena cava diameter and pulse pressure variation to predict fluid responsiveness in postoperative patients[J]. J Crit Care, 2016, 34: 46-49.
- [14] MACHARE DELGADO E, DECARO M, MARIK P E. Inferior vena cava variation compared to pulse contour analysis as predictors of fluid responsiveness: a prospective cohort study[J]. J Intensive Care Med, 1900, 26(2): 116-124.
- [15] LANSPE M J, GRISSOM C K, HIRSHBERG E L, et al. Applying dynamic parameters to predict hemodynamic response to volume expansion in spontaneously breathing patients with septic shock[J]. Shock, 2013, 39(2): 155-160.

(2021-12-23收稿)

(本文编校:崔月婷,张迪)