

## · 临床研究 ·

## 脑电双频指数联合肌松监测在机器人辅助腹腔镜前列腺癌根治术老年患者中的应用

郝利娜 陈珂 鲁显福 李珺 王义桥 李元海

**【摘要】** 目的 评价脑电双频指数(BIS)联合肌松监测在机器人辅助腹腔镜前列腺癌根治术老年患者的麻醉管理。方法 选择择期行机器人辅助腹腔镜下前列腺癌根治术的患者 100 例,年龄 65~80 岁,ASA I 或 II 级,随机分为两组: BIS 联合肌松监测组(AA 组)和常规麻醉组(AC 组),每组 50 例。AA 组,丙泊酚以 BIS 值 45~55 为目标靶控输注,用肌松监测反馈仪闭环输注顺式阿曲库铵; AC 组,根据患者的生命体征及麻醉经验进行麻醉深度的维持和管理。气腹建立后,所有患者采用 40° Trendelenburg 体位。记录麻醉诱导前( $T_0$ )、麻醉插管后即刻( $T_1$ )、气腹后 10 min( $T_2$ )、气腹后 60 min( $T_3$ )、手术结束时( $T_4$ )的 BP、HR、气道平台压(Pplat)和气道峰压(Ppeak);记录术中丙泊酚、顺式阿曲库铵、舒芬太尼和瑞芬太尼的用量,血管活性药的使用例数,术后拔管时间及 PACU 停留时间。结果  $T_1$ 、 $T_2$ 、 $T_4$  时 AC 组 MAP 明显高于、HR 明显快于 AA 组( $P<0.05$ );  $T_3$  时 AC 组 MAP 明显低于 AA 组( $P<0.05$ );与  $T_0$  时比较, $T_1$ 、 $T_2$ 、 $T_4$  时 AC 组 MAP 明显升高、HR 明显加快( $P<0.05$ ),  $T_3$  时 AC 组 MAP 明显降低( $P<0.05$ ); AA 组各时点 MAP 和 HR 差异无统计学意义;与  $T_1$  时比较, $T_2$ ~ $T_4$  时两组患者 Pplat 和 Ppeak 明显升高( $P<0.05$ );  $T_2$ 、 $T_3$  时 AC 组 Pplat 和 Ppeak 明显高于 AA 组( $P<0.05$ ); AA 组术中丙泊酚和顺式阿曲库铵的用量明显少于,拔管时间和 PACU 停留时间明显短于 AC 组( $P<0.05$ )。结论 在机器人辅助腹腔镜前列腺癌根治术中,采用 BIS 联合肌松监测管理,能将术中血流动力学维持在稳定的范围,减小术中气道压波动,减少全麻药物用量,明显缩短拔管时间和 PACU 停留时间,改善麻醉苏醒质量。

**【关键词】** 机器人;腹腔镜;前列腺癌;Trendelenburg 体位

**Application of BIS and muscle relaxation monitors in robot-assisted laparoscopic radical prostatectomy**

HAO Lina, CHEN Ke, LU Xianfu, LI Jun, WANG Yiqiao, LI Yuanhai. Department of Anesthesiology, The First Affiliated Hospital of Anhui Medical University, Hefei 230022, China

Corresponding author: LI Yuanhai, Email: liyuanhai-1@163.com

**【Abstract】** **Objective** To evaluate the effect of bispectral index (BIS) and muscle relaxation monitoring on robot-assisted laparoscopic radical prostatectomy in elderly patients. **Methods** One hundred elderly patients (aged 65-80 years, ASA I or II) who underwent robot-assisted laparoscopic radical prostatectomy were randomly allocated into BIS and muscle relaxation monitoring group (group AA,  $n = 50$ ) and control group (group AC,  $n = 50$ ). In group AA, propofol was infused to achieve the BIS value of 45-55, and we monitored the muscle relaxation to conduct closed-loop infusion of cisatracurium. In group AC, we regulated the depth of anesthetic with the patients' vital signs according to anesthetists' experience. Mean arterial pressures (MAP), heart rates (HR), airway platform pressure (Pplat), and airway peak pressure (Ppeak) were recorded at following time points: before anesthesia induction ( $T_0$ ), after anesthesia induction ( $T_1$ ), 10 min ( $T_2$ ), 60 min ( $T_3$ ) after artificial pneumoperitoneum, and the end of operation ( $T_4$ ). We recorded dosage of propofol, cisatracurium, sufentanil, remifentanil, vasoactive agent, extubation time and PACU stay time. **Results** At  $T_1$ ,  $T_2$  and  $T_4$ , the MAP and HR in group AC were significantly higher than those in group AA ( $P<0.05$ ); at  $T_3$ , MAP in group AC were apparently lower than those in group AA ( $P<0.05$ ). Compared with  $T_0$ , MAP and HR in group AC were significantly increased at  $T_1$ ,  $T_2$  and  $T_4$  ( $P<0.05$ ), MAP in group AC were obviously reduced at  $T_3$  ( $P<0.05$ ), MAP and HR in group AC were also fluctuated obviously at different time points. MAP and HR in group AA at each point had no statistically significant difference. Compared with  $T_1$ , Pplat and Ppeak in the two groups were

基金项目:安徽省科技攻关计划项目(1301042204)

作者单位:230022 合肥市,安徽医科大学第一附属医院麻醉科

通信作者:李元海,Email: liyuanhai-1@163.com

significantly increased at  $T_2$ - $T_4$  ( $P < 0.05$ ). Pplat and Ppeak in group AC were higher than those in group AA at  $T_2$ ,  $T_3$  ( $P < 0.05$ ). Compared with group AC, the dosages of propofol and cisatracurium were less in group AA. The postoperative extubation time and PACU stay time were shorter in group AA. **Conclusion** BIS and muscle relaxation monitoring in robot-assisted laparoscopic radical prostatectomy can effectively stabilize hemodynamics, reduce airway pressure fluctuation and the dosage of anesthetics. It also shortens the extubation time and the PACU stay time and improves the anesthesia recovery quality.

**【Key words】** Robot; Laparoscope; Prostatic cancer; Trendelenburg position

在美国,机器人辅助腹腔镜下前列腺癌根治术已成为前列腺癌根治的金标准<sup>[1,2]</sup>。与普通腹腔镜微创手术相比,机器人辅助腹腔镜手术明显增加了麻醉管理的复杂性<sup>[3]</sup>,术中需严防患者因体动造成的机械臂对脏器的损伤,因此需要更加严格的麻醉深度管理和肌松状态监测。本研究主要探讨 BIS 联合肌松监测在老年患者机器人辅助腹腔镜下前列腺癌根治术中的应用及麻醉管理效果。

### 资料与方法

**一般资料** 本研究获医院伦理委员会批准,并与患者及家属签署知情同意书。选择择期行机器人辅助腹腔镜下前列腺癌根治术的患者,年龄 65~80 岁, BMI 18~25 kg/m<sup>2</sup>, ASA I 或 II 级。排除标准:合并严重心血管系统疾病、慢性阻塞性肺疾病、严重肝肾功能障碍、内分泌和代谢性疾病、困难气道以及上呼吸道感染的患者;有中枢神经系统疾病、心理疾病及合并脑血管疾病的患者;既往服用镇静剂、抗抑郁药、抗焦虑药的患者;有药物或酒精依赖史的患者;有严重视力、听力障碍或语言交流障碍的患者;术中失血量 > 800 ml 的患者。采用随机数字法,将患者分为 BIS 联合肌松监测组(AA 组)和常规麻醉组(AC 组)。

**方法** 所有患者均未术前用药。入室后,AA 组除行常规有创血压、ECG、HR 和 SpO<sub>2</sub> 监测外,需行 BIS(COVIDIEN)及肌松监测(威利方舟),而 AC 组只行常规监测。AA 组:全麻诱导时依次静脉注射咪达唑仑 0.05 mg/kg,靶控输注丙泊酚初始浓度为 1.5 μg/ml,调节幅度为 0.5 μg/ml,舒芬太尼 0.5 μg/kg,在肌松监测下输注顺式阿曲库铵 0.2 mg/kg。待 BIS < 60 且肌松监测显示第 1 个颤搐反应高度(T1) < 10%即行气管插管,插管后接麻醉机行机械通气, V<sub>T</sub> 6~8 ml/kg, I:E 1:2, RR 12 次/分;术中靶控输注丙泊酚并根据 BIS 值调节效应室浓度, BIS 值维持在 45~55,以 10 μg · kg<sup>-1</sup> · h<sup>-1</sup> 的速度静脉泵注瑞芬太尼;根据肌松监测结果,闭环输注顺式阿曲库铵,维持速度 0.33 μg · kg<sup>-1</sup> · min<sup>-1</sup>,增药速

度 5 μg · kg<sup>-1</sup> · min<sup>-1</sup>,增药反馈条件设为 T1 > 8%,手术结束前 15 min(前列腺标本分离完成后)停止使用肌松药。AC 组:全麻诱导时根据经验,依次静脉注射咪达唑仑 0.05 mg/kg、丙泊酚 2 mg/kg、舒芬太尼 0.5 μg/kg 和顺式阿曲库铵 0.2 mg/kg, 3 min 后插气管导管,接麻醉机行机械通气;根据血压、心率调节丙泊酚输注速度,间断静脉注射顺式阿曲库铵,同样按照 10 μg · kg<sup>-1</sup> · h<sup>-1</sup> 的速度静脉泵注瑞芬太尼。两组患者术中均维持 HR > 50 次/分, BP 维持在术前基础值的 80%~20%。手术开始后,先将脐部造口 8 mm,插入套针,连接气腹机行 CO<sub>2</sub> 气腹(12~15 mm Hg)。所有患者采用 40° Trendelenburg 体位。两组患者均采用诱导期扩容 8~10 ml/kg,维持期容量限制的补液措施, Hb < 70 g/L(Hct < 21%)为输血绝对指针。当患者 HR < 50 次/分持续 5 min,给予阿托品 0.25 mg, SBP < 80 mm Hg 或 DBP < 50 mm Hg,给予麻黄碱 6 mg。MAP > 基础值 130% 或者 BP > 160/95 mm Hg 时静注尼卡地平 0.2 mg; HR > 120 次/分时静注艾司洛尔 10 mg;必要时重复以上操作。手术结束前 20 min 两组患者静脉注射舒芬太尼 10 μg 和非甾体类药物后完善术后镇痛,给予阿扎司琼 20 mg 预防术后呕吐,并停止顺式阿曲库铵的泵注。手术结束前 10 min 停止瑞芬太尼的泵注,皮肤缝合完毕后停止静脉给药。将患者送入麻醉后恢复室(PACU),达到拔管指征即拔除气管导管, Aldrete 评分 ≥ 9 分后将患者送回病房。

**观察指标** 记录患者麻醉诱导前(T<sub>0</sub>)、麻醉插管后即刻(T<sub>1</sub>)、气腹后 10 min(T<sub>2</sub>)、气腹后 60 min(T<sub>3</sub>)、手术结束时(T<sub>4</sub>)的 BP、HR、气道平台压(Pplat)和气道峰压(Ppeak);记录患者术中丙泊酚、顺式阿曲库铵、舒芬太尼、瑞芬太尼和血管活性药的用量;记录术中补液量、失血量、拔管时间及 PACU 停留时间。

**统计分析** 采用 SPSS 16.0 统计学软件进行分析。正态分布的计量资料以均数 ± 标准差( $\bar{x} \pm s$ )表示,组间比较采用两独立样本 *t* 检验,组内

比较采用重复测量数据方差分析。计数资料比较采用  $\chi^2$  检验。  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

### 结 果

两组患者年龄、身高、体重、手术时间、麻醉时间、术中补液量及失血量差异无统计学意义(表 1)。

$T_1$ 、 $T_2$ 、 $T_4$  时 AC 组 MAP 明显高于、HR 明显快于 AA 组 ( $P < 0.05$ )， $T_3$  时 AC 组 MAP 明显低于 AA 组 ( $P < 0.05$ )；与  $T_0$  时比较， $T_1$ 、 $T_2$ 、 $T_4$  时 AC 组 MAP 明显升高、HR 明显加快 ( $P < 0.05$ )， $T_3$  时 AC 组 MAP 明显降低 ( $P < 0.05$ )；AA 组各时点 MAP 和 HR 差异无统计学意义；与  $T_1$  时比较， $T_2 \sim T_4$  时两组患者 Pplat 和 Ppeak 明显升高 ( $P < 0.05$ )； $T_2$ 、 $T_3$  时 AC 组 Pplat 和 Ppeak 明显高于 AA 组 ( $P < 0.05$ ) (表 2)。

AA 组术中丙泊酚和顺式阿曲库铵的用量明显

少于 AC 组 ( $P < 0.05$ )，瑞芬太尼和舒芬太尼用量差异无统计学意义。两组患者血管活性药的使用例数差异无统计学意义(表 3)。

AA 组拔管时间和 PACU 停留时间明显短于 AC 组 ( $P < 0.05$ ) (表 4)。两组患者均未发生术中知晓。

### 讨 论

以达芬奇手术机器人系统为代表的人工智能辅助手术系统由于其精细、灵活的操作系统，视野清晰，创伤小、出血少，术后恢复快，术后疼痛程度降低等优点在外科中的应用越来越广泛<sup>[4]</sup>。与传统腹腔镜手术类似，机器人腹腔镜手术同样存在一系列问题，包括  $CO_2$  潴留，内环境紊乱等，给麻醉管理增加了难度与复杂性<sup>[5]</sup>。精准麻醉管理理念主要包括麻醉镇静深度的监测和调控、精准的给药技术、多

表 1 两组患者一般情况的比较 ( $\bar{x} \pm s$ )

组别	例数	年龄 (岁)	身高 (cm)	体重 (kg)	手术时间 (min)	麻醉时间 (min)	术中补液量 (ml)	术中失血量 (ml)
AA 组	50	70.2 ± 5.8	168.2 ± 4.0	69.4 ± 14.2	163.8 ± 20.9	200.4 ± 24.3	1 444.2 ± 276.3	310.9 ± 61.8
AC 组	50	69.0 ± 6.6	169.3 ± 4.4	67.3 ± 8.3	177.2 ± 43.9	212.1 ± 45.0	1 472.1 ± 236.4	307.9 ± 50.2

表 2 两组患者不同时点 MAP, HR, Pplat 和 Ppeak 的比较 ( $\bar{x} \pm s$ )

指标	组别	例数	$T_0$	$T_1$	$T_2$	$T_3$	$T_4$
MAP (mm Hg)	AA 组	50	93.8 ± 5.2	93.1 ± 5.6	94.7 ± 4.9	92.1 ± 5.1	94.5 ± 4.8
	AC 组	50	94.4 ± 6.6	106.0 ± 6.6 <sup>ab</sup>	98.1 ± 6.6 <sup>ab</sup>	87.8 ± 6.9 <sup>ab</sup>	102.5 ± 6.5 <sup>ab</sup>
HR (次/分)	AA 组	50	71.3 ± 9.7	73.0 ± 10.4	71.9 ± 10.7	70.7 ± 10.9	72.4 ± 10.7
	AC 组	50	71.5 ± 6.8	80.0 ± 6.0 <sup>ab</sup>	76.2 ± 7.1 <sup>ab</sup>	72.4 ± 8.9	78.0 ± 9.6 <sup>ab</sup>
Pplat (cm H <sub>2</sub> O)	AA 组	50	—	11.6 ± 1.1	20.0 ± 0.9 <sup>a</sup>	18.9 ± 1.1 <sup>a</sup>	13.2 ± 1.0 <sup>a</sup>
	AC 组	50	—	11.6 ± 0.9	21.9 ± 1.7 <sup>ab</sup>	20.7 ± 1.3 <sup>ab</sup>	13.6 ± 1.0 <sup>a</sup>
Ppeak (cm H <sub>2</sub> O)	AA 组	50	—	12.5 ± 1.1	21.6 ± 1.1 <sup>a</sup>	20.3 ± 1.1 <sup>a</sup>	14.7 ± 0.9 <sup>a</sup>
	AC 组	50	—	12.8 ± 0.8	23.7 ± 1.7 <sup>ab</sup>	22.3 ± 1.4 <sup>ab</sup>	15.0 ± 0.9 <sup>a</sup>

注：与  $T_0$  比较，<sup>a</sup> $P < 0.05$ ；与 AA 组比较，<sup>b</sup> $P < 0.05$

表 3 两组患者术中麻醉药和血管活性药使用情况的比较

组别	例数	丙泊酚 (mg)	顺式阿曲库铵 (mg)	舒芬太尼 ( $\mu$ g)	瑞芬太尼 (mg)	麻黄碱 [例(%)]	尼卡地平 [例(%)]	去氧肾上腺素 [例(%)]
AA 组	50	975.6 ± 160.7	25.9 ± 3.7	52.6 ± 7.0	1.8 ± 0.4	14(28.0)	19(38.0)	8(16.0)
AC 组	50	1 061.0 ± 147.9 <sup>a</sup>	30.3 ± 3.3 <sup>a</sup>	49.8 ± 9.4	1.8 ± 0.4	11(22.0)	17(34.0)	9(18.0)

注：与 AA 组比较，<sup>a</sup> $P < 0.05$

表 4 两组患者拔管时间和 PACU 停留时间的比较  
(min,  $\bar{x} \pm s$ )

组别	例数	拔管时间	PACU 停留时间
AA 组	50	18.1 ± 10.3	49.1 ± 15.2
AC 组	50	32.9 ± 12.3 <sup>a</sup>	70.3 ± 19.7 <sup>a</sup>

注:与 AA 组比较,<sup>a</sup> $P < 0.05$

模式镇痛、预防恶心呕吐、术中体温管理和血管活性药物调控等多方面的内容。老年患者由于其生理机能的减退,药代动力学和药效动力学都发生了变化,对麻醉药物的敏感性增加,导致老年患者麻醉用药难以掌握,不易控制麻醉深度,易发生术后苏醒延迟,拔管困难,麻醉风险增加<sup>[6]</sup>。

在机器人辅助腹腔镜下前列腺癌根治术中,手术需要长时间 Trendelenburg 体位及高压(12~15 mm Hg)的 CO<sub>2</sub> 气腹,两者均可导致患者气道压明显升高且血流动力学出现较大波动。在本研究中,AA 组不同时点血压和心率波动较小,是因为 AA 组中可以根据 BIS 值的变化趋势提前调控麻醉深度,同时靶控输注技术能使患者丙泊酚的实际血浆浓度快速升高至设定血浆浓度。有研究表明,采用 BIS 调控麻醉深度,可以使麻醉深度维持在合适状态,结合血管活性药物的使用也使患者生命体征更加稳定,从而减轻机体的应激反应,提高麻醉质量<sup>[7]</sup>。本研究中,两组患者气腹后的气道平台压和气道峰压都明显增高,主要是由于人工气腹和 Trendelenburg 体位造成腹腔内压力增加引起膈肌上移,运动受限,致胸肺顺应性下降,肺活量减少。AA 组因使用肌松监测设备,术中能精确的调节肌松程度,减少因肌松不足导致的人机对抗,因此 AA 组术中气道峰压及气道平台压较 AC 组的波动明显减小。

本研究中,AA 组丙泊酚和顺式阿曲库铵的用量明显减少,术后拔管时间及 PACU 停留时间也明显缩短,与之前的报道一致<sup>[8]</sup>。传统的麻醉深度监测主要通过观察患者的血压、心率、眼征以及肌肉松弛程度等体征来判断,难以做到个体化的优化用药。BIS 作为常用的临床麻醉深度监测手段之一,为临床工作者了解麻醉药物镇静强度和监测术中麻醉深度提供了有用的信息<sup>[9]</sup>。而肌松监测仪的闭

环输注系统,能根据手术及麻醉对肌松的要求,合理持续泵注肌松药物。

本研究中 BIS 联合肌松监测能观察术中数字化精确给药下各时间点麻醉深度和肌松水平,平稳恰当、可控性高,可有效避免患者体动对机器人机械臂的相互损伤,减少肌松药和镇静、镇痛麻醉药物的不合理应用,又能及时预防术中知晓。

综上所述,BIS 联合肌松监测用于老年患者机器人辅助前列腺癌根治术中的麻醉管理,能为手术提供合适的麻醉深度,并将患者术中血流动力学、气道压波动维持在稳定范围,同时也能指导术中全麻药物的使用,减少不必要的麻醉药用量,改善患者的预后。

#### 参 考 文 献

- [1] Trinh QD, Sammon J, Sun M, et al. Perioperative outcomes of robot-assisted radical prostatectomy compared with open radical prostatectomy: results from the nationwide inpatient sample. *Eur Urol*, 2012, 61(4): 679-685.
- [2] Novara G, Ficarra V, Rosen RC, et al. Systematic review and meta-analysis of perioperative outcomes and complications after robot-assisted radical prostatectomy. *Eur Urol*, 2012, 62(3): 431-452.
- [3] 王维, 隋波, 李冠华, 等. 达芬奇机器人胸腺瘤切除术的麻醉管理. *中国微创外科杂志*, 2011, 11(8): 706-708.
- [4] Steenwyk B, Lyerly R 3rd. Advancements in robotic-assisted thoracic surgery. *Anesthesiol Clin*, 2012, 30(4): 699-708.
- [5] 丁玲玲, 张宏, 米卫东, 等. 机器人辅助根治性膀胱切除+原位新膀胱手术的麻醉管理. *北京大学学报: 医学版*, 2013, 45(5): 819-822.
- [6] Janda M, Simanski O, Bajorat J, et al. Clinical evaluation of a simultaneous closed-loop anaesthesia control system for depth of anaesthesia and neuromuscular blockade. *Anaesthesia*, 2011, 66(12): 1112-1120.
- [7] 李传耀, 康芳, 马骏, 等. 脑电双频谱指数联合听觉诱发电位指数调控麻醉深度对应激反应的影响. *中国临床保健杂志*, 2013, 16(4): 342-345.
- [8] 纪金芬, 钱敏, 钟国云, 等. 脑电双频指数在老年患者胃癌根治术中的临床应用. *临床麻醉学杂志*, 2014, 30(12): 1225-1226.
- [9] Sahinovic MM, Beese U, Heeremans EH, et al. Bispectral index values and propofol concentrations at loss and return of consciousness in patients with frontal brain tumours and control patients. *Br J Anaesth*, 2014, 112(1): 110-117.

(收稿日期:2016-09-28)