

· 临床研究 ·

全麻俯卧位辅用右美托咪定时患者对不同 升压药物的升压反应性

王丽凤 纪木火 谢珏 曾秋婷 夏江燕 杨建军

【摘要】 目的 观察在腰椎手术中全麻俯卧位辅用右美托咪定时患者对麻黄碱、去氧肾上腺素、去甲肾上腺素的升压反应性及血流动力学变化。方法 择期后入路腰椎融合手术患者 66 例,男 25 例,女 41 例,年龄 26~64 岁, BMI 18.5~24.9 kg/m², ASA I 或 II 级,随机分为三组。麻醉诱导及维持方案相同,右美托咪定 0.4 μg/kg 泵注 10 min 后 0.2 μg·kg⁻¹·h⁻¹ 维持。手术开始后,当 MAP 降低幅度超过基础值 20% 以上或 SBP<95 mmHg 时,静脉注射麻黄碱 0.1 mg/kg (DE 组, n=22), 去氧肾上腺素 1 μg/kg (DP 组, n=23) 或去甲肾上腺素 0.06 μg/kg (DN 组, n=21)。记录注药前 (T₀)、注药后 1 min (T₁)、3 min (T₂)、5 min (T₃)、7 min (T₄)、9 min (T₅) 时 MAP、HR、CVP、心输出量 (cardiac output, CO)、外周血管阻力 (SVR)、每搏量变异度 (SVV) 等血流动力学指标。结果 与 T₀ 时比较, T₁—T₅ 时 DE 组 MAP 明显升高 (P<0.05), T₁—T₄ 时 DP 组 MAP 明显升高 (P<0.05), T₁—T₂ 时 DN 组 MAP 明显升高 (P<0.05)。DE 组、DP 组、DN 组 MAP 最大升高幅度分别为 (29.8±12.4)%、(38.4±12.7)%、(23.6±10.0)%。与 T₀ 时比较, T₁—T₅ 时 DE 组 HR 明显增快 (P<0.05), T₁—T₃ 时 DP 组 HR 明显减慢 (P<0.05)。与 T₀ 时比较, T₁—T₅ 时 DE 组 CO 明显升高 (P<0.05)。DE 组 CO 升高幅度明显大于 DP 组、DN 组 (P<0.05), DP 组、DN 组 CO 升高幅度差异无统计学意义。结论 全麻俯卧位腰椎手术辅用右美托咪定时,去氧肾上腺素、去甲肾上腺素及麻黄碱均可迅速提升血压,纠正全麻俯卧位手术时因俯卧位相关的腔静脉受压,外周阻力增加,迷走张力升高等所致的低血压,但麻黄碱有效升压作用维持时间更长,有效升压同时伴有 CO 增加。

【关键词】 升压反应性;右美托咪定;低血压;俯卧位;去甲肾上腺素

Hemodynamic effects of different vasopressors bolus injection in patients in the prone position under general anesthesia combined with dexmedetomidine WANG Lifeng, JI Muhuo, XIE Jue, ZENG Qiuting, XIA Jiangyan, YANG Jianjun. Department of Anesthesiology, the Third Affiliated Hospital of Zhejiang Chinese Medical University, Hangzhou 310005, China

Corresponding author: XIA Jiangyan, Email: jiangyanxia731026@aliyun.com

【Abstract】 Objective To compare different vasopressor response to commonly used vasoconstrictors, ephedrine, phenylephrine and norepinephrine, when combined with dexmedetomidine during prone position surgery under general anesthesia. At the same time we focused on other hemodynamic parameters changes. **Methods** Sixty-six patients undergoing elective lumbar spine surgery in prone position under general anesthesia, 25 males and 41 females, aged 26 - 64 years, BMI 18.5 - 24.9 kg/m², falling into ASA physical status I or II, were enrolled in this study. The protocol of induction and maintenance of general anesthesia were identical in three groups. A bolus of 0.4 μg/kg dexmedetomidine was given 10 min prior to anesthesia induction, after that, dexmedetomidine was infused at 0.2 μg·kg⁻¹·h⁻¹. During surgery, when their MAP dropped more than 20% off the base level, or SBP decreased to lower than 95 mmHg, patients would be randomised to receive an intravenous ephedrine 0.1 mg/kg (group DE, n = 22), phenylephrine 1 μg/kg (group DP, n = 23) or norepinephrine 0.06 μg/kg (group DN, n = 21). Physiological variables recorded included mean arterial pressure (MAP), heart rate (HR), central venous pressure (CVP), cardiac output (CO), systemic vascular resistance (SVR) and stroke volume variation (SVV). The hemodynamic changes were measured immediately prior to ephedrine, phenylephrine or norepinephrine administration (T₀), 1 min after administration (T₁), 3 min after administration (T₂), 5 min after administration (T₃), 7 min after administration (T₄), 9 min after administration (T₅). **Results** Compared with T₀, a

DOI:10.12089/jca.2019.06.010

作者单位:310005 杭州市,浙江中医药大学附属第三医院麻醉科(王丽凤);东南大学附属中大医院麻醉科(纪木火、谢珏、曾秋婷、夏江燕);郑州大学第一附属医院麻醉科(杨建军)

通信作者:夏江燕,Email:jiangyanxia731026@aliyun.com

significant increase in MAP was observed in group DE at $T_1 - T_5$ ($P < 0.05$), in group DP at $T_1 - T_4$ ($P < 0.05$) and in group DN at $T_1 - T_2$ ($P < 0.05$). Compared with T_0 , groups DE, DP and DN elevated MAP maximum by $(29.8 \pm 12.4)\%$, $(38.4 \pm 12.7)\%$ and $(23.6 \pm 10.0)\%$, respectively. Compared with T_0 , ephedrine produced a significant increase in the HR at $T_1 - T_5$ ($P < 0.05$). In group DP, HR had a tendency of slowing down at $T_1 - T_3$ ($P < 0.05$). A bolus injection of ephedrine caused significant increase in cardiac output from $T_1 - T_5$ ($P < 0.05$). The magnitude of the increment of CO in group DE was higher than that of group DP and group DN ($P < 0.05$), while it showed no significant percentage changes between group DP and group DN. **Conclusion** To reverse intraoperative hypotension correlated with compression of inferior vena cava, increased systemic vascular resistance and an increase in parasympathetic activity under general anesthesia in prone position, phenylephrine, norepinephrine and ephedrine can all increase blood pressure rapidly when combined with dexmedetomidine in lumbar spine surgery. Accompanied by increasing cardiac output significantly, bolus ephedrine will produce a more persistent pressor response than that of norepinephrine and phenylephrine.

【Key words】 Pressor response; Dexmedetomidine; Hypotension; Prone position; Norepinephrine

术中低血压(intraoperative hypotension, IOH)是术中常见并发症,既往 IOH 被认为是与围术期并发症相关的独立危险因素,是术后发生心肌缺血、心肌梗死等围术期并发症的主要危险因素,并可能增加术后脑梗死发生率及术后死亡率。全麻俯卧位时因胸廓、心脏、下腔静脉等的受压、副交感神经张力升高及减压反射钝化等因素,更易于发生 IOH^[1]。麻黄碱、去氧肾上腺素(PE)是术中常用升压药物,常以单次静脉注射方式快速纠正低血压。近年亦有将去甲肾上腺素(NE)单次静注用于纠正 IOH 的报道^[2],与 PE 相比,NE 在有效升压的同时对心排出量的影响较轻。之前的研究发现,与全麻仰卧位相比,全麻俯卧位时机体对单次静脉注射麻黄碱的升压反应增强且比单次静注 PE 的有效升压作用更持久,在有效提升血压同时增加 CO,降低 SVV^[3];全麻仰卧位辅用右美托咪定则可增强机体对单次静注麻黄碱的升压反应^[4]。本研究为明确全麻俯卧位辅用右美托咪定能否像仰卧位时增强机体对麻黄碱及 PE 的升压反应,并观察全麻俯卧位手术时单次静脉注射 NE 能否有效治疗 IOH,旨在为全麻俯卧位手术期间更为合理选用升压药物以迅速有效纠正俯卧位手术期间发生的与全麻及俯卧位相关的 IOH 提供指导及数据支持。

资料与方法

一般资料 本研究已获东南大学附属中大医院伦理委员会批准(2012ZDIKY27.0, 2018-ZDKYSB189),并行临床研究注册(ChiCTR-RNRC-13003094),患者或授权家属签署知情同意书。选择择期后路腰椎融合术发生术中低血压的患者,性别不限,年龄 26~64 岁, BMI 18.5~24.9 kg/m², ASA I 或 II 级。无自主神经系统疾病史,近期未使

用影响自主神经功能药物。采用随机数字表法将其分为三组:麻黄碱干预组(DE 组)、PE 干预组(DP 组)和 NE 干预组(DN 组)。

麻醉方法 术前常规禁饮禁食。入室后开放前臂静脉通路,输注羟乙基淀粉(130/0.4)5 ml/kg^[5]后输注复方乳酸钠 10 ml·kg⁻¹·h⁻¹。接 IntelliVue MP20 监护仪,脑电麻醉深度监测仪,局麻下桡动脉置管,连接监测传感器,调零,获得最佳波形后,记录有创 MAP、SBP、DBP、HR、心输出量(CO)、心指数(CI)、每搏量(SV)、每搏量变异度(SVV)等基础值,计算需要接受升压药物干预的 MAP 目标值(低于基线 MAP 的 80%)。

三组麻醉诱导及维持方案相同:右美托咪定(批号:H20090248)0.4 μg/kg 负荷量泵注 10 min 后开始麻醉诱导:舒芬太尼 3~5 μg/kg、丙泊酚 1.5~2.5 mg/kg、顺式阿曲库铵 0.25 mg/kg。呼吸参数:FiO₂ 50%, V_T 8 ml/kg,调整 RR 维持 P_{ET}CO₂ 35~40 mmHg。诱导后行右颈内静脉置管监测 CVP。麻醉维持:右美托咪定 0.2 μg·kg⁻¹·h⁻¹+1%~3%七氟醚+瑞芬太尼 5~10 μg·kg⁻¹·h⁻¹,调节七氟醚吸入浓度维持意识镇静指数(IOC)40~60。根据手术时间,术中间断追加顺式阿曲库铵及舒芬太尼。俯卧位期间补液速率 10 ml·kg⁻¹·h⁻¹,晶体:胶体=2:1,使用自体血回收装置,患者 Hb<70 g/L 时输库血。

研究用药均使用生理盐水配置为:麻黄碱 1 mg/ml, PE 10 μg/ml, 或 NE 0.6 μg/ml(批号:H31021177),总量均为 10 ml。根据文献报道^[6]及本课题组前期研究结果^[7],麻黄碱、PE 及 NE 的等效剂量如下:0.1 mg/kg=1 μg/kg=0.06 μg/kg,故三种药物单次给予量均为患者体重(kg)/10(ml)。手术期间,于血流动力学稳定、手术刺激无明显变

化,未使用过或至少 1 h 内未使用过血管活性药及阿托品,出血量<200 ml,患者 MAP 较基线值降低幅度达 20%以上或 SBP<95 mmHg,不伴心动过速时,DE 组、DP 组和 DN 组分别经中心静脉注射麻黄碱 0.1 mg/kg,PE 1 μg/kg 或 NE 0.06 μg/kg。手术结束前 30 min 停止输注右美托咪定,术毕停用七氟醚及瑞芬太尼。所有麻醉操作、术中管理及数据收集均由同一组麻醉科医师及助手完成,主麻医师及助手对患者分组不知情。

观察指标 记录术前、术后 1 d 血红蛋白、红细胞压积,记录术中输液量、术中输血量、术中出血量、术中尿量、手术时间、麻醉时间和麻醉药物使用情况。记录注药前(T₀)、注药后 1 min(T₁)、3 min(T₂)、5 min(T₃)、7 min(T₄)、9 min(T₅)时 MAP、HR、CVP、CO、SVR 和 SVV 值。采集数据期间,不改变麻醉药物用量/浓度、输液速度及通气参数。

统计分析 采用 SPSS 22.0 软件行统计学分析。正态分布计量资料以均数±标准差表示,组间比较采用单因素方差分析;非正态分布计量资料以中位数(M)和四分位间距(IQR)表示,组间比较采用 Kruskal-Wallis 秩和检验。计数资料比较采用χ²检验。注药后血流动力学指标采用重复测量资料的两因素方差分析。以时间为组内因素,组别为组间因素,比较分组与时间交互作用。时点多重比较采用事前检验。三组均数的多重比较采用 LSD 法检验。P<0.05 为差异有统计学意义。

结 果

三组患者性别、年龄、身高、体重、BMI 和手术椎体水平差异无统计学意义(表 1)。

三组麻醉时间、手术时间、舒芬太尼用量、七氟醚浓度、术中输液总量、术中输晶液体、胶体液体量、术中出血量、自体血回收量、术中尿量、术前 Hb、术前 Hct、术后 Hb、术后 Hct 差异无统计学意义(表 2)。

T₀ 时三组血流动力学指标差异无统计学意义。与 T₀ 时比较,T₁—T₅ 时 DE 组 MAP 明显升高(P<

0.05),T₁—T₄ 时 DP 组 MAP 明显升高(P<0.05),T₁—T₂ 时 DN 组 MAP 明显升高(P<0.05)。DE 组、DP 组、DN 组 MAP 最大升高幅度分别为(29.8±12.4)%、(38.4±12.7)%、(23.6±10.0)%(表 3)。与 T₀ 时比较,T₁—T₅ 时 DE 组 HR 明显增快(P<0.05),T₁—T₃ 时 DP 组 HR 明显减慢(P<0.05),DN 组 HR 差异无统计学意义。T₁—T₅ 时 DE 组 HR 明显快于 DP 组、DN 组(P<0.05),DP 组、DN 组 HR 差异无统计学意义(表 3)。与 T₀ 时比较,T₁ 时 DP 组 CVP 明显升高(P<0.05)(表 3)。与 T₀ 时比较,T₁—T₅ 时 DE 组 CO 明显升高(P<0.05)。DE 组、DP 组、DN 组 CO 最大升高幅度分别为(25.5±12.4)%、(7.7±10.7)%、(4.9±8.7)%,DE 组 CO 升高幅度明显大于 DP 组、DN 组(P<0.05),DP 组、DN 组差异无统计学意义(表 3)。与 T₀ 时比较,T₂ 时 DE 组 SVR 明显升高(P<0.05),T₁—T₃ 时 DP 组 SVR 明显升高(P<0.05),T₁—T₂ 时 DN 组 SVR 明显升高(P<0.05)(表 3)。与 T₀ 时比较,T₂—T₅ 时 DE 组 SVV 明显降低(P<0.05),T₁—T₅ 时 DP 组 SVV 明显降低(P<0.05),DN 组 SVV 差异无统计学意义(表 3)。

讨 论

本研究观察了全麻俯卧位腰椎手术辅用右美托咪定发生 IOH 时,机体对三种临床常用升压药物等效剂量单次静脉注射的升压效果及对血流动力学指标的影响。单次静注等效剂量的麻黄碱、PE、NE 均可明显提升患者血压,但麻黄碱升压幅度更高,有效升压作用持续更长并伴有 CO 的明显增加。

低血压是常见麻醉并发症,与仰卧位比较,全麻俯卧位时因胸廓、心脏、下腔静脉等的受压、副交感神经张力升高及减压反射钝化等因素,更易于发生 IOH。低血压相关的氧供减少可增加术后心肌损伤,急性缺血性肾损伤、术后谵妄等风险^[8-9]。及时有效提升患者血压水平可减少手术患者围术期并发症及死亡率。麻黄碱和 PE 为术中常用升压药。

表 1 三组患者一般情况的比较

组别	例数	男/女 (例)	年龄 (岁)	身高 (cm)	体重 (kg)	BMI (kg/m ²)	手术椎体水平
DE 组	22	8/14	54.1±9.6	163.5±7.3	66.2±8.3	22.9±2.1	T ₄ —T ₅
DP 组	23	7/16	53.4±9.5	163.1±7.2	64.8±7.2	22.8±2.2	T ₄ —T ₅
DN 组	21	10/11	54.9±7.6	163.7±6.7	64.8±8.2	22.6±2.1	T ₄ —T ₅

表 2 三组患者手术相关指标的比较

指标	DE 组 (n=22)	DP 组 (n=23)	DN 组 (n=21)
麻醉时间(min)	220.6±49.3	218.1±55.2	222.4±56.7
手术时间(min)	179.5±43.1	178.3±47.5	180.8±49.4
舒芬太尼用量(μg)	25(20~30)	20(20~25)	25(20~30)
七氟醚浓度(%)	1.25 (1.07~1.44)	1.25 (1.13~1.47)	1.19 (0.95~1.28)
术中输液总量(ml)	2 098±525	2 138±446	2 052±513
术中输晶液体(ml)	1 100 (1 000~1 350)	1 100 (1 000~1 450)	1 100 (1 000~1 250)
术中输胶体液(ml)	1 000 (750~1 000)	1 000 (750~1 000)	1 000 (700~1 000)
术中出血量(ml)	593±313	576±382	585±370
自体血回收量(ml)	250(0~500)	250(0~500)	250(0~750)
术中尿量(ml)	404±196	404±222	400±238
术前 Hb(g/L)	132.8±15.3	129.8±15.3	134.9±18.2
术前 Hct(%)	39.9±4.1	39.2±4.1	40.2±4.6
术后 Hb(g/L)	100.7±14.8	98.9±14.8	106.2±17.8
术后 Hct(%)	30.3±4.2	30.0±4.1	31.8±4.7

麻黄碱可直接或间接作用于 α, β 肾上腺素能受体。PE 则为纯 α 受体激动药, PE 在升高血压同时增加静脉血管阻力, 限制患者 CO 进一步增高。临床麻醉中常以单次静脉注射前述升压药物的方式纠正与麻醉相关的低血压以维持重要器官灌注。NE 常以持续泵注的方式用于危重患者血压的维持, 近年来, 有研究发现在椎管内麻醉产妇^[2,6]中 NE 单次静脉注射, 其弱 β 受体激动作用在升高血压同时较 PE 有潜在优势: 对 HR 影响更小, 更有助于维持 CO。在临床麻醉中选用升压药物时, 除考虑其有效升压幅度、时长外, 还需考虑其对重要器官灌注功能的影响, 可快速有效升压又不减少重要器官灌注的药物较为理想。

本课题组前期研究发现, 全麻俯卧位较仰卧位时增强患者对麻黄碱的升压反应^[3]。在俯卧位腰椎手术发生 IOH 时, 0.1 mg/kg 麻黄碱可使 SBP、DBP、MAP 分别提升 23.1%、20.9% 和 22.7%^[3]。本研究发现, 辅助使用右美托咪定时, 0.1 mg/kg 麻黄碱可使全麻俯卧位患者 SBP、DBP、MAP 分别提升 34.9%、30.1% 和 29.8%。同时发现全麻俯卧位辅用右美托咪定时亦增强机体对 PE 的升压反应,

表 3 三组患者不同时点血流动力学指标的比较 ($\bar{x} \pm s$)

指标	组别	例数	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅
MAP (mmHg)	DE 组	22	62.5±7.6	71.0±9.8 ^a	80.2±11.8 ^a	76.1±11.1 ^a	72.9±10.7 ^a	72.6±11.0 ^a
	DP 组	23	64.5±6.6	88.7±7.3 ^a	80.3±7.9 ^a	75.7±8.1 ^a	71.7±7.7 ^a	68.6±6.8
	DN 组	21	66.1±6.8	81.3±8.2 ^a	71.8±7.5 ^a	68.1±7.6	66.7±7.0	68.1±10.2
HR (次/分)	DE 组	22	59.8±8.9	68.1±10.1 ^a	65.1±8.8 ^a	66.8±9.3 ^a	67.7±9.9 ^a	65.9±9.2 ^a
	DP 组	23	61.1±9.5	57.0±9.3 ^{ab}	58.5±9.2 ^{ab}	59.8±9.6 ^{ab}	60.2±9.6 ^b	60.9±9.6 ^b
	DN 组	21	59.6±10.8	58.6±9.6 ^b	59.4±9.2 ^b	59.7±10.1 ^b	59.7±9.4 ^b	60.1±9.3 ^b
CVP (mmHg)	DE 组	22	7.2±2.7	7.2±2.6	7.2±2.6	6.8±2.2	6.9±2.4	6.4±2.4
	DP 组	23	7.9±2.7	9.2±3.0 ^a	8.8±3.2	8.4±3.1	8.2±2.7	8.0±2.7
	DN 组	21	8.0±2.7	8.5±2.8	7.8±3.0	7.9±3.1	7.8±3.4	7.3±3.2
CO (L/min)	DE 组	22	3.6±0.5	4.5±0.7 ^a	4.2±0.7 ^a	4.2±0.8 ^a	4.2±0.7 ^a	4.2±0.7 ^a
	DP 组	23	3.7±0.6	3.6±0.5	3.9±0.5	4.0±0.5	3.9±0.5	3.9±0.6
	DN 组	21	3.9±0.9	3.9±1.0	3.9±0.9	3.9±0.9	4.0±1.0	4.1±1.0
SVR (dyn·s·cm ⁻⁵)	DE 组	22	1 321.4±289.1	1 227.5±267.4	1 560.2±315.8 ^a	1 485.5±357.7	1 382.5±300.7	1 362.2±319.1
	DP 组	23	1 354.3±299.6	1 945.9±399.3 ^a	1 634.5±300.9 ^a	1 510.6±284.2 ^a	1 434.1±270.3	1 388.6±301.5
	DN 组	21	1 398.2±309.8	1 733.0±397.7 ^a	1 483.6±297.1 ^a	1 419.4±253.7	1 392.8±273.8	1 379.1±308.9
SVV (%)	DE 组	22	10.4±2.6	11.0±3.1	7.5±3.0 ^a	7.0±3.1 ^a	7.2±2.9 ^a	8.1±3.6 ^a
	DP 组	23	10.7±3.1	8.9±3.3 ^a	8.0±3.1 ^a	8.0±2.5 ^a	8.6±3.2 ^a	8.4±3.2 ^a
	DN 组	21	9.1±3.2	7.8±2.5	8.6±3.4	8.5±3.0	9.6±4.0	8.7±3.7

注: T₀ 比较, ^aP<0.05; 与 DE 组比较, ^bP<0.05

PE 有效升压作用可持续 8 min, 长于全麻俯卧位未辅用右美托咪定时的 5 min^[7]。

麻醉药主要通过抑制交感神经系统以及压力感受反射影响心血管系统。机体对升压药物的升压反应则受自主神经张力, 肾上腺素能受体敏感性, 减压反射的敏感性等多种因素的影响^[10-11], 并认为副交感神经张力增高可增强机体对麻黄碱等的升压反应^[12]。右美托咪定是强效高度选择性的 α_2 肾上腺素能受体激动剂^[13], 可抑制机体应激反应并增强副交感神经张力。既往有研究发现 α_2 受体激动剂可乐定可增强机体对麻黄碱的升压反应^[10], 并认为与麻黄碱增加儿茶酚胺释放及升高迷走张力相关。Geloan 等^[14] 研究发现, 右美托咪定减少感染性休克患者所需升压药物剂量, 恢复患者 α_1 受体敏感性, 减缓 α_1 受体减少。本研究发现右美托咪定亦可延长 PE 有效升压时间至 8 min, 长于 NE, 与 Tanaka 等^[15] 研究结果一致。

全麻俯卧位时机体迷走张力增高, 辅用右美托咪定可使迷走张力进一步升高并可能使 α 肾上腺素能受体敏感性增强, 这可能是全麻俯卧位辅用右美托咪定可较全麻仰卧位^[3] 及全麻俯卧位未辅用右美托咪定^[7] 机体对麻黄碱和 PE 升压反应增强的原因。

本研究显示, 全麻俯卧位辅用右美托咪定时, 与 PE 及 NE 比较, 等效剂量的麻黄碱单次静注有效升压作用持续时间更长, 并可有效增加 CO, PE 及 NE 升压同时不有效增加机体 CO。全麻俯卧位辅用右美托咪定可较未辅用时增强机体对麻黄碱, PE 的升压反应。尽管麻黄碱增快 HR 作用明显, 但俯卧位手术患者因迷走张力增加等原因, HR 一般较慢, 使用麻黄碱后增快的 HR 仍在正常范围。

参 考 文 献

- [1] Chui J, Craen RA. An update on the prone position: continuing professional development. *Can J Anaesth*, 2016, 63 (6): 737-767.
- [2] Ngan Kee WD. A random-allocation graded dose-response study of norepinephrine and phenylephrine for treating hypotension during spinal anesthesia for cesarean delivery. *Anesthesiology*, 2017, 127(6): 934-941.
- [3] 夏江燕, 孙永瀛, 袁静, 等. 不同全身麻醉下麻黄碱升压效应的比较. *中华麻醉学杂志*, 2013, 33(9): 1037-1039.
- [4] 查俊, 杨晓斌, 朱家明, 等. 辅用右美托咪定全麻诱导对麻黄碱升压效应的影响. *临床麻醉学杂志*, 2014(12): 1199-1201.
- [5] Wu CY, Lee TS, Chan KC. Does targeted pre-load optimisation by stroke volume variation attenuate a reduction in cardiac output in the prone position. *Anaesthesia*, 2012, 67(7): 760-764.
- [6] Ngan Kee WD, Lee SW, Ng FF, et al. Randomized double-blinded comparison of norepinephrine and phenylephrine for maintenance of blood pressure during spinal anesthesia for cesarean delivery. *Anesthesiology*, 2015, 122(4): 736-745.
- [7] 夏江燕, 袁静, 孙永瀛, 等. 麻黄碱与去氧肾上腺素对全麻俯卧位手术患者血流动力学影响的比较. *中华麻醉学杂志*, 2015, 35(8): 909-912.
- [8] Salmasi V, Maheshwari K, Yang D, et al. Relationship between-intraoperative hypotension, defined by either reduction from baseline or absolute thresholds, and acute kidney and myocardial injury after noncardiac surgery. *Anesthesiology*, 2017, 126(1): 47-65.
- [9] Hirsch J, DePalma G, Tsai TT, et al. Impact of intraoperative hypotension and blood pressure fluctuations on early postoperative delirium after non-cardiac surgery. *Br J Anaesth*, 2015, 115(3): 418-426.
- [10] Ishiyama T, Kashimoto S, Oguchi T, et al. The effects of clonidine premedication on the blood pressure and tachycardiac responses to ephedrine in elderly and young patients during propofol anesthesia. *Anesth Analg*, 2003, 96(1): 136-141.
- [11] Ogawa Y, Iwasaki K, Shibata S, et al. Different effects on circulatory control during volatile induction and maintenance of anesthesia and total intravenous anesthesia: autonomic nervous activity and arterial cardiac baroreflex function evaluated by blood pressure and heart rate variability analysis. *J Clin Anesth*, 2006, 18(2): 87-95.
- [12] Charkoudian N, Joyner MJ, Sokolnicki LA, et al. Vascular adrenergic responsiveness is inversely related to tonic activity of sympathetic vasoconstrictor nerves in humans. *J Physiol*, 2006, 572(3): 821-827.
- [13] Mariappan R, Ashokkumar H, Kuppuswamy B. Comparing the effects of oral clonidine premedication with intraoperative dexmedetomidine infusion on anesthetic requirement and recovery from anesthesia in patients undergoing major spine surgery. *J Neurosurg Anesthesiol*, 2014, 26(3): 192-197.
- [14] Geloan A, Chapelier K, Cividjian A, et al. Clonidine and dexmedetomidine increase the pressor response to norepinephrine in experimental sepsis: a pilot study. *Crit Care Med*, 2013, 41(12): E431-E438.
- [15] Tanaka M, Nishikawa T. Effects of clonidine premedication on the pressor response to alpha-adrenergic agonists. *Br J Anaesth*, 1995, 75(5): 593-597.

(收稿日期: 2018-05-25)