

Trendelenburg 体位对腹腔镜手术患者视神经鞘直径的影响^{*}

纳雪晴 谭苗 周耘

(昆明医科大学第二附属医院麻醉科, 云南 昆明 650101)

【摘要】 目的 观察腹腔镜手术中常用头低脚高位对患者视神经鞘直径(ONDS)的变化情况,并评估非陡峭 Trendelenburg 体位对患者颅内压的影响。方法 选择 2022 年 1 月—11 月于我院择期行腹腔镜下直肠癌、前列腺癌、膀胱癌根治性切除的患者 51 例,根据术中所用体位分为头低 $\leq 10^\circ$ (A 组)21 例,头低 $11^\circ \sim 20^\circ$ (B 组)30 例。所有患者均采用静吸复合麻醉,统一气腹压力 13 mmHg,调节呼吸参数维持呼末二氧化碳分压 35~40 mmHg。记录两组患者麻醉前(T0)、麻醉后(T1)、气腹头低位后 5 min(T2)、1 h(T3)、2 h(T4)、结束气腹前(T5)、恢复体位放气后 5 min(T6)双眼 ONDS 及患者的平均动脉压(MAP)、平台压(Pplat)和血二氧化碳分压(PCO₂)。结果 B 组患者 T2、T3 时刻 MAP 高于 A 组,差异有统计学意义($P < 0.05$);B 组患者 T3、T4、T5 时刻的 Pplat 高于 A 组,差异有统计学意义($P < 0.05$);各时点 PCO₂ 组间比较差异无统计学意义($P > 0.05$);T3、T4、T5、T6,两组患者 Pplat、PCO₂ 较 T1、T2 时刻有不同程度的增加($P < 0.05$)。两组患者 T2~T5 的 ONDS 较 T0、T1 时刻增加($P < 0.05$),且随着时间延长,呈不断上升趋势,直至 T6 时刻开始恢复。T2、T3、T4、T5、T6 时刻,B 组患者 ONDS 均高于 A 组患者($P < 0.05$)。B 组患者的 ONDS 在 T6 时刻仍然高于 T0 时刻($P < 0.05$)。多因素线性回归分析结果显示,Trendelenburg 体位的倾斜角与患者的 ONDS 存在关联($B = 0.058, P = 0.018$)。结论 腹腔镜手术中使用非陡峭的 Trendelenburg 体位,也可使患者视神经鞘直径增宽,且随着倾斜角度的增加,视神经鞘增宽愈明显,相应恢复时间亦延长。

【关键词】 腹腔镜手术;视神经鞘直径;颅内压;Trendelenburg 体位

【中图分类号】 R61 **【文献标志码】** A **DOI:**10. 3969/j. issn. 1672-3511. 2024. 04. 010

Influence of Trendelenburg position on optic nerve sheath diameter in patients undergoing laparoscopic surgery

NA Xueqing, TAN Miao, ZHOU Yun

(Department of Anesthesiology, The Second Affiliated Hospital of Kunming Medical University, Kunming 650101, China)

【Abstract】 **Objective** To observe the change of the diameter of optic nerve sheath (ONDS) in patients with common head low and foot high position during laparoscopic surgery, and evaluate the effect of non-steep Trendelenburg position on intracranial pressure. **Methods** Fifty-one patients scheduled for laparoscopic radical resection of rectal, prostate and bladder cancer, aged 18—80 years, with ASA grade I—III, were divided 21 patients with a head low ≤ 10 degree (group A) and 30 patients with a head low 10—20 degree (group B). All patients received general anesthesia and mechanical ventilation. CO₂ pneumoperitoneum pressure maintained at 13 mmHg during the operation. Their optic nerve sheath diameters (ONDS), mean arterial pressure (MAP), airway plateau pressure (Pplat) and partial pressure of carbon dioxide(PaCO₂) were recorded at seven predetermined time points: before anesthesia (T0), after anesthesia (T1), 5 minutes (T2), 1 hour (T3) and 2 hours(T4) after pneumoperitoneum and the trendelenburg position, before the release of the pneumoperitoneum (T5) and 5 minutes after resumption of position and deflation (T6). **Results** At T2-5, ONDS in both groups increased significantly ($P < 0.05$), and continued to increase until recovered at T6. At T2-6, ONDS in group B were higher than in group A. In group B, T6 ONDS were higher than T0 ($P < 0.05$). The results of multiple linear regression analysis showed that the tilt angle of T-position was associated with patients'optic nerve sheath diameters($B = 0.058, P = 0.018$). **Conclusion** The non-steep T position has an effect on the diameter of the optic nerve sheath

基金项目:云南省卫生科技计划项目(2016NS274)

通讯作者:周耘,副主任医师,E-mail:zhouyun20090305@sina.com

引用本文:纳雪晴,谭苗,周耘. Trendelenburg 体位对腹腔镜手术患者视神经鞘直径的影响[J]. 西部医学,2024,36(4):524-528. DOI:10. 3969/

j. issn. 1672-3511. 2024. 04. 010

in patients undergoing laparoscopic surgery, and as the tilt angle increases. The nerve sheath widens more significantly and the recovery time is prolonged.

【Key words】 Laparoscopic surgery; Optic nerve sheath diameter; Intracranial pressure; Trendelenburg position

腹腔镜伴头低脚高(Trendelenburg)体位主要用于接受腹、盆腔手术治疗的患者,因气腹和体位可影响患者心、脑血管及呼吸系统的稳态。有研究发现,气腹和头低体位可引起颅内小动脉的扩张和脑氧和的增加,表明颅内动脉系统内的血流量增加,而颅内压本身受脑血流量的影响^[1-2]。因此,在头低脚高位下行腹腔镜手术治疗的患者可能存在有颅内压的病理改变。目前针对颅内压的研究多集中在陡峭的 Trendelenburg 体位($>35^\circ$)对颅内压的影响^[3-4],但临床上往往很少使用过于陡峭的手术体位,而这种非陡峭的体位下颅内压是否存在改变目前尚不清楚。视神经鞘直径(Optic nerve sheath diameter, ONDS)被证实与颅内压有较好的相关性,可动态反应颅内压的变化情况,及时发现颅高压的病理状态,为临床诊治提供参考^[5-7]。本研究拟对 Trendelenburg 体位下行腹腔镜手术治疗的患者术中视神经鞘的监测,通过其直径的变化情况评估临床常用手术体位对患者颅内压的影响。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选择 2022 年 1 月—11 月于我院接受腹腔镜下直肠癌、前列腺癌、膀胱癌根治性切除的患者,年龄 18~80 岁,ASA 分级 I~III 级。排除标准:既往有神经系统疾病,眼部疾患,视力受损者;超声下视神经鞘显示不清者。剔除标准:研究中出现与疾病本身或诊疗相关严重不良反应者。纳入研究的患者共 54 例,因术中调整体位退出研究 1 例;气腹压调整退出 2 例,最终完成研究 51 例。本研究经我院伦理委员会的批准。

1.2 研究方法 手术前一天与受试者签署知情同意书。所有患者术前常规禁饮禁食 8 h,入手术室后监测心电图,脉搏氧饱和度,局麻下行动脉穿刺置管,持续有创血压监测。麻醉诱导:舒芬太尼 $0.4 \mu\text{g}/\text{kg}$,丙泊酚 $2\sim 2.5 \text{ mg}/\text{kg}$,罗库溴铵 $0.6 \text{ mg}/\text{kg}$,气管插管接麻醉机控制通气,容量控制模式,潮气量 $8 \text{ mL}/\text{kg}$ (理想体重),PEEP $3 \text{ cmH}_2\text{O}$,调整呼吸频率,维持呼末二氧化碳分压 $35\sim 40 \text{ mmHg}$ 。麻醉维持:七氟醚吸入 0.7 MAC ,丙泊酚 $2\sim 2.5 \text{ mg}/(\text{kg} \cdot \text{h})$,瑞芬太尼 $0.1\sim 0.2 \mu\text{g}/(\text{kg} \cdot \text{h})$,按需追加罗库溴铵 $0.3 \text{ mg}/\text{kg}$,麻醉深度维持 BIS $45\sim 60$ 。气腹压力统一设置为 13 mmHg 。术中容量管理根据生理需要量及缺失量进行液体补充:生理需要量按照 4-2-1 法则计算;

缺失量包括术前禁饮禁食的缺失量,失血量和第三间隙转移量。术前缺失量根据生理需要量及禁饮时间计算;第三间隙转移量统一按照 $4 \text{ mL}/(\text{kg} \cdot \text{h})$ 计算。液体选择醋酸林格氏液和羟乙基淀粉,两者比例为 2:1。使用去甲肾上腺素和阿托品纠正术中低血压和心动过缓,维持血压,心率变化不超过基础值的 20%。Trendelenburg 体位的放置由外科医师根据手术视野暴露的需求进行调节,固定体位后使用电子倾角仪进行测量,并记录。受试者所用 Trendelenburg 角度最小 4° ,最大 20.6° ,根据术中所用体位的倾斜角度(图 1),分为 A 组(头低 $\leq 10^\circ$)20 例;B 组(头低 $11^\circ\sim 20^\circ$)31 例。

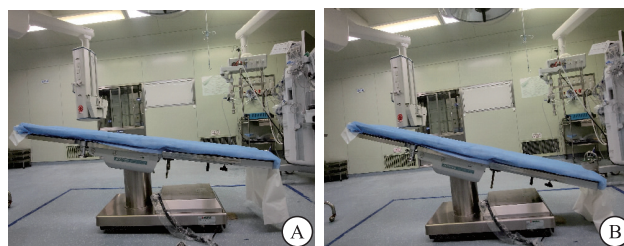


图 1 手术床的倾斜角度

Figure 1 The angle of tile of the operating table

注:A.头低脚高 10° ;B.头低脚高 20° 。

1.3 观察指标 患者的一般资料:性别、年龄、BMI、手术时间、术中的出入量、手术类型、T 位角度。分别于麻醉前(T0)、麻醉后(T1)、气腹头低位后 5 min(T2)、1 h(T3)、2 h(T4)、结束气腹前(T5)、恢复体位放气后 5 min(T6)记录双眼 ONDS、平均动脉压(MAP)、平台压(Pplat)和血二氧化碳分压(PCO_2)。ONDS 的测量:所有受试者的视神经鞘扫描由受过超声培训的医师负责。使用 GE 彩色超声仪,高频线阵探头进行测量。为减少伪影带来的误差,通过视网膜中央动脉帮助判断视神经的走行(图 2A),调整探头以显示视神经进入眼球的位置,测量球后 3 mm 处的视神经鞘宽度(图 2B)。测量双眼冠状位和矢状位的视神经鞘直径,并计算平均值。

1.4 统计学分析 采用 SPSS 24.0 软件包进行数据分析,正态分布的计量资料以 $(\bar{x} \pm s)$ 表示;偏态数据采用 $[M(P_{25}, P_{75})]$ 表示。重复测量数据采用广义估计方程分析;组间比较用 t 检验或秩和检验;计数资料进行 χ^2 检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

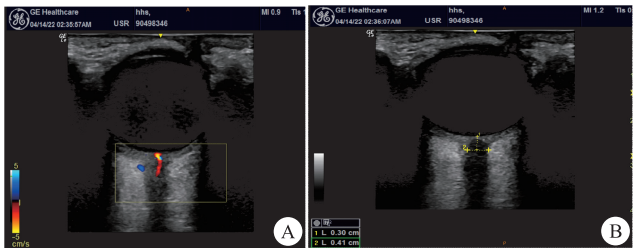


图 2 视神经鞘的超声影像

Figure 2 The ultrasonic image of the optic nerve sheath

注:A. 红色血流信号为视网膜中央动脉;B. 球后 3 mm 处所测得的视神经鞘直径 4.1 mm。

2 结果

2.1 两组患者一般资料的比较 两组患者年龄、性别、BMI、手术时间、术中出入量、手术构成比无统计学差异($P>0.05$),两组患者所用 Trendelenburge 角度比较差异有统计学意义($P<0.05$),见表 1。

2.2 两组患者 MAP、Pplat、PCO₂ 比较 经广义估计方程分析各时间点两组患者的 MAP、Pplat、PCO₂, 结果显示,B 组患者 T2、T3 时刻 MAP 高于 A 组,差

表 1 一般资料的比较 $[(\bar{x}\pm s), M(P_{25}, P_{75}), [n(\times 10^{-2})]]$

Table 1 Comparison of general information in two groups

项目	A 组(n=20)	B 组(n=31)	$t/\chi^2/z$	P
年龄(岁)	63.60±8.61	64.90±10.91	-0.479	0.634
性别(男/女)	14/6	29/2	3.472	0.062
BMI(kg/m ²)	24.10±2.15	24.50±2.74	-0.602	0.550
手术时间(min)	229(180,278)	234(180,300)	-0.019	0.984
入量(mL)	2 435.00±432.00	2 496.00±548.00	-0.426	0.672
出量(mL)	470.00±134.00	489.00±163.00	-0.429	0.670
手术类型			2.105	0.349
膀胱癌根治术	9(45.00)	13(41.9)		
前列腺癌根治	9(45.00)	10(32.3)		
直肠癌根治术	2(10.00)	8(25.8)		
T 位角度(°)	7.90±2.00	14.70±2.84	-9.271	<0.001

异有统计学意义($P<0.05$);B 组患者 T3、T4、T5 时刻的 Pplat 高于 A 组,差异有统计学意义($P<0.05$);各时点 PCO₂ 组间比较差异无统计学意义($P>0.05$);T3、T4、T5、T6 时刻,两组患者 Pplat、PCO₂ 较 T1、T2 时刻有不同程度的增加($P<0.05$),见表 2。

表 2 两组患者 MAP、Pplat、PCO₂ 比较 $(\bar{x}\pm s)$

Table 2 Comparison of mean arterial pressure, respiratory plateau pressure and exhalative carbon dioxide in two groups

指标		T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6
MAP(mmHg)	A 组	103.00±8.70 ^{①②}	84.00±12.10	89.00±8.30	83.00±8.20 ^②	84.00±10.90	84.00±8.90	82.00±6.90 ^②
	B 组	107.00±7.30 ^{①②}	85.00±11.50 ^②	95.00±8.80 ^①	89.00±6.20 ^②	89.00±8.90 ^②	86.00±8.40 ^②	82.00±8.20 ^②
	P	0.067	0.858	0.013	0.023	0.121	0.729	0.925
Pplat(cmH ₂ O)	A 组		9.00±3.40 ^②	11.00±4.30 ^①	12.00±4.00 ^{①②}	12.00±4.20 ^{①②}	12.00±5.00 ^{①②}	9.00±3.60 ^②
	B 组		8.00±3.90 ^②	14.00±6.00 ^①	17.00±7.30 ^{①②}	18.00±8.40 ^{①②}	17.00±7.60 ^{①②}	11.00±5.00 ^{①②}
	P		0.832	0.068	0.004	0.001	0.006	0.118
PCO ₂ (mmHg)	A 组		34±4.0 ^②	36±3.3 ^①	42±6.1 ^{①②}	43±5.5 ^{①②}	44±5.8 ^{①②}	40±6.5 ^{①②}
	B 组		36±4.3	36±3.7	43±5.3 ^{①②}	43±5.3 ^{①②}	44±5.9 ^{①②}	39±4.7 ^{①②}
	P		0.152	0.846	0.494	0.967	0.998	0.914

注:与 T1 时刻比较,① $P<0.05$;与 T2 时刻比较,② $P<0.05$ 。

2.3 两组患者 ONDS 比较 组内 ONDS 的比较采用广义估计方程分析结果显示,A 组患者 ONDS 在气腹头低位后各时刻(T2、T3、T4、T5)均高于 T0 时刻($P<0.05$),且呈上升趋势并在 T4 时刻达峰值,结束气腹头低位后的 T6 时刻 ONDS 恢复至术前水平;B 组患者 ONDS 在气腹头低位后各时刻(T2、T3、T4、T5、T6)高于 T0 时刻($P<0.05$),且呈上升趋势,于 T4、T5 时刻达峰值,但在结束气腹头低位后的 T6 时刻,ONDS 依然高于 T0 时刻($P<0.05$)。为减少 ONDS 基线值对结果的影响,以 T0 为协变量进行广义估计方程分析,结果显示,T2、T3、T4、T5、T6 各时间点,B 组患者的 ONDS 均高于 A 组,差异有统计学意义($P<0.05$),见图 3。

2.4 影响视神经鞘直径的多因素线性回归分析 为避免取标本时解除气腹对结果的影响,选择 T4 时刻的 ONDS 进行回归分析。纳入相关危险因素与 T4 时

刻 ONDS 构建多因素回归方程,在调整了 BMI、年龄、MAP、Pplat、PCO₂ 的影响后,结果表明头低角度与 ONDS 的关联存在统计学差异($B=0.058, P=0.018$),见表 3。

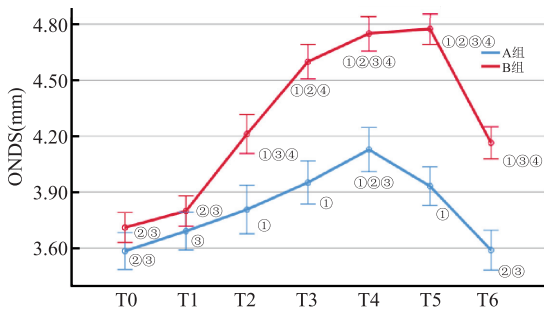


图 3 两组患者视神经鞘直径比较

Figure 3 Comparison of the optic nerve sheath diameter within groups

注:与 T0 比较,① $P<0.05$;与 T2 比较② $P<0.05$;与 T3 比较,③ $P<0.05$;与 A 组比较,④ $P<0.05$ 。

表 3 影响视神经鞘直径的多因素线性回归分析

Table 3 Multiple linear regression analysis about the diameter of optic nerve sheath

变量	B	B 值 95% CI	t	P
T 位角度	0.058	0.010~0.105	2.461	0.018
BMI	0.088	0.025~0.150	2.836	0.007
年龄	-0.002	-0.018~0.014	-0.247	0.806
MAP	0.002	-0.014~0.018	0.263	0.794
Pplat	0.001	-0.023~0.025	0.114	0.909
PCO ₂	0.013	-0.018~0.044	0.875	0.387

3 讨论

随着微创技术的发展及其在外科领域的独特优势,越来越多的胸腹部及盆腔手术采用在腔镜辅助下完成,甚至取代传统开放手术,成为外科治疗的首选手术方式。但不可避免,腔镜手术也会对患者的一些生理指标造成负面影响,如呼吸功能受损,血压波动,脑血流改变等。近年来视神经鞘直径被证实与颅内压的变化有很好的相关性^[8],借助视神经鞘的监测,不少学者发现腹腔镜手术伴陡峭 Trendelenburge 体位的患者可出现明显的颅内压升高。有研究^[3]认为设置了一个较大的倾斜角度 35°~45°,结果发现视神经鞘增宽大于 5 mm。在临床实践中我们发现接受腔镜手术治疗的,包括使用机器人辅助的手术,往往很少需要摆放如此大角度的体位;国内外均有学者提出与陡峭的手术体位相比,在 15°~16°的倾角下进行手术,术野暴露、手术时间、出血量及预后无差别^[9-11]。

有创的颅内压监测技术是诊断颅高压的金标准,在重型颅脑疾病患者的诊治中应用价值较高,可改善患者预后^[12],但其本身潜在的出血、感染、脑组织损伤等风险,限制了该技术在临床上的广泛应用。因此非侵入性的方法如多普勒超声、头颅 CT、视神经鞘超声检测逐渐被开发用于颅内压的监测和评估。其中超声测量视神经鞘因安全,便捷,学习周期短而被用于颅高压的早期筛查。视神经由视神经鞘包绕,视神经鞘由三层脑膜结构硬脑膜,蛛网膜和软脑膜延伸而成,与颅内相通;视神经周围充满脑脊液,当颅内压增加时,脑脊液通过相通的视神经管进入,引起视神经鞘增宽。研究发现视神经鞘直径与颅内压有很好的相关性,可动态反应颅内压的变化情况,为临床医师评估颅内压提供帮助^[5,13]。目前对于 ONDS 预测颅高压的阈值仍无定论,但大部分学者将 ONDS>5 mm,作为判断颅内压>20 mmHg 的指标^[14-17];部分学者认为 4.1~4.8 mm 的 ONDS 已经代表了颅内压的升高^[18-19]。本研究中我们发现两组患者在气腹头低位后,视神经鞘均出现了不同程度的增宽,且随着

头低角度的增加和手术时间的延长,视神经鞘增宽愈明显,在峰值时刻,B 组患者 ONDS 接近 4.8 mm,提示了颅内压的增加。

正常生理状态下,颅腔内的血液、脑脊液、脑组织通过自身调节处于动态平衡,维持颅内压<15 mmHg。当平衡打破,脑血流急剧增加,脑脊液引流不畅,或出现颅内占位时,颅内压升高,一般颅内压>15 mmHg 即为颅内压增加,超过 20 mmHg 可诊断颅高压,需要积极进行干预。Rosenthal 等^[20]在动物研究中发现 CO₂ 气腹通过早期机械和晚期化学两个因素引起颅内压的升高:早期腹内压的增加通过膈肌移动增加胸内压,两者共同作用影响外周脑脊液压力,使脑脊液回流增加,流出减少;同时胸腔腔升高的压力压迫上下腔静脉,中心静脉压升高,进而影响颅内血液回流,增加颅内压;晚期因通气受限及 CO₂ 吸收增加所导致的血 PaCO₂ 升高,进一步扩张脑血管,增加颅内压,而头低体位,可使上述效应增加,进一步升高颅内压。有学者研究了孤立的 Trendelenburge 体位对颅内压的影响,发现 35°头低位 5 min,患者 ONDS 增宽大于 5 mm,考虑是头低体位影响了脑脊液及脑血流的移动,从而导致颅内压的增加^[21]。本研究中发现,在气腹和体位固定后 5 min,两组患者 ONDS 均开始变宽,且随着手术进行,呈进行性增加,直至平卧位解除气腹后开始恢复,而 PaCO₂ 也表现出同 ONDS 相同的变化趋势,与 Rosenthal 等^[20]的研究结果一致。组间比较,气腹头低位后各时点,B 组 ONDS 均高于 A 组,表明 ONDS 与体位的倾角相关(B=0.058,P<0.05)。在恢复体位解除气腹后,ONDS 的恢复,A 组快于 B 组,A 组患者 ONDS 基本恢复到术前水平,而 B 组仍然高于术前的基础值,这是单纯的 ONDS 恢复延迟,或 ICP 与 ONDS 同步延迟恢复,目前尚不清楚。但 Wu 等^[22]研究发现,在颅内压恢复正常后,ONDS 的恢复存在延迟,考虑与高颅压所致的视神经鞘短暂回缩功能受损有关。有研究^[23-24]发现使用右美托咪定,甘露醇等治疗措施可以减缓腹腔镜伴陡峭头低位手术中 ONDS 增加的幅度,降低患者术后不良反应的发生率,在这些研究中经过治疗后的神经鞘直径为 4.6~5.3 mm,与本研究者的结果相近或高于本研究结果。因此,腹腔镜手术中严格控制患者体位,避免使用陡峭的 Trendelenburge 体位,对减缓 ONDS 的增加,防止颅高压的出现效果显著。

4 结论

腹腔镜手术中使用非陡峭的 Trendelenburge 体位,也可使患者视神经鞘直径增加,存在颅内压增加的风险,且随着手术体位的加大,视神经鞘增宽愈明

显,提示颅内压受体位的影响,因此腹腔镜手术中严格控制手术体位,避免使用陡峭的头低脚高位对患者是有益的。本研究尚无法得到最佳的倾斜角度,需要根据患者的外科情况及预后进一步研究。

【参考文献】

- [1] JIN D, YU H, LI H, *et al.* Hemodynamic changes of anesthesia, pneumoperitoneum, and head-down tilt during laparoscopic surgery in elderly patients[J]. *Ann Transl Med*, 2021,9(14):1177.
- [2] KOBAYASHI H, ASANO N, KONDO D, *et al.* Influence of pneumoperitoneum and head-down maneuver on the cerebral microvasculature in rabbits[J]. *BMC Anesthesiol*, 2022,22(1):370.
- [3] BALKAN B, EMIR N S, DEMIRAYAK B, *et al.* The effect of robotic surgery on intraocular pressure and optic nerve sheath diameter: a prospective study[J]. *Brazilian journal of anesthesiology (Elsevier)*, 2021,71(6):607-611.
- [4] BLECHA S, HARTH M, SCHLACHETZKI F, *et al.* Changes in intraocular pressure and optic nerve sheath diameter in patients undergoing robotic-assisted laparoscopic prostatectomy in steep 45° Trendelenburg position[J]. *BMC anesthesiology*, 2017,17(1):40.
- [5] CHEN L, WANG L, HU Y, *et al.* Ultrasonic measurement of optic nerve sheath diameter: a non-invasive surrogate approach for dynamic, real-time evaluation of intracranial pressure[J]. *The British journal of ophthalmology*, 2019,103(4):437-441.
- [6] LOCHNER P, CZOSNYKA M, NALDI A, *et al.* Optic nerve sheath diameter: present and future perspectives for neurologists and critical care physicians. [J]. *Neurological sciences*, 2019,40(12):2447-2457.
- [7] WANG L J, CHEN L M, CHEN Y, *et al.* Ultrasonography Assessments of Optic Nerve Sheath Diameter as a Noninvasive and Dynamic Method of Detecting Changes in Intracranial Pressure[J]. *JAMA Ophthalmol*, 2018,136(3):250-256.
- [8] KIM E J, KOO B N, CHOI S H, *et al.* Ultrasonographic optic nerve sheath diameter for predicting elevated intracranial pressure during laparoscopic surgery: a systematic review and meta-analysis[J]. *Surg Endosc*, 2018,32(1):175-182.
- [9] 孔维杰,李伟,刘彤. 不同 Trendelenburg 角度对腹腔镜直肠癌根治术中术野暴露及患者心肺功能的影响[J]. *腹腔镜外科杂志*, 2021,26(11):830-834.
- [10] 李振平,袁孝忠,曹婧,等. 不同头低位腹腔镜手术对患者血流动力学及心功能的影响[J]. *浙江临床医学*, 2020,22(2):208-210.
- [11] SUKHU T, KRUPSKI T L. Patient positioning and prevention of injuries in patients undergoing laparoscopic and robot-assisted urologic procedures[J]. *Curr Urol Rep*, 2014,15(4):398.
- [12] 吴文昌,吴雪松,潘荣南,等. 有创颅内压监测在大面积脑梗死患者手术治疗中的应用[J]. *西部医学*, 2019,31(6):904-907.
- [13] ROBBA C, SANTORI G, CZOSNYKA M, *et al.* Optic nerve sheath diameter measured sonographically as non-invasive estimator of intracranial pressure: a systematic review and meta-analysis[J]. *Intensive Care Med*, 2018,44(8):1284-1294.
- [14] JEON J P, LEE S U, KIM S E, *et al.* Correlation of optic nerve sheath diameter with directly measured intracranial pressure in Korean adults using bedside ultrasonography[J]. *PLoS One*, 2017,12(9):e183170.
- [15] HYLKEMA C. Optic Nerve Sheath Diameter Ultrasound and the Diagnosis of Increased Intracranial Pressure[J]. *Crit Care Nurs Clin North Am*, 2016,28(1):95-99.
- [16] SITANAYA S N, KAMAYANTI F, NUGROHO H A, *et al.* Comparing ultrasonographic optic nerve sheath diameter to head computed tomography scan to predict intracranial pressure elevation[J]. *SAGE Open Med*, 2022,10:383038646.
- [17] 李臻,张旭乡,杨惠青,等. 超声测量视神经鞘直径预测颅内压的影响因素研究[J]. *中国超声医学杂志*, 2018,34(11):961-964.
- [18] WANG L, FENG L, YAO Y, *et al.* Optimal optic nerve sheath diameter threshold for the identification of elevated opening pressure on lumbar puncture in a Chinese population[J]. *PLoS One*, 2015,10(2):e117939.
- [19] RAJAJEE V, FLETCHER J J, ROCHLEN L R, *et al.* Comparison of accuracy of optic nerve ultrasound for the detection of intracranial hypertension in the setting of acutely fluctuating vs stable intracranial pressure: post-hoc analysis of data from a prospective, blinded single center study[J]. *Crit Care*, 2012,16(3):R79.
- [20] ROSENTHAL R J, FRIEDMAN R L, KAHN A M, *et al.* Reasons for intracranial hypertension and hemodynamic instability during acute elevations of intra-abdominal pressure: observations in a large animal model[J]. *J Gastrointest Surg*, 1998,2(5):415-425.
- [21] CHIN J, SEO H, LEE E, *et al.* Sonographic optic nerve sheath diameter as a surrogate measure for intracranial pressure in anesthetized patients in the Trendelenburg position[J]. *BMC anesthesiology*, 2015,15:43.
- [22] WU G B, TIAN J, LIU X B, *et al.* Can optic nerve sheath diameter assessment be used as a non-invasive tool to dynamically monitor intracranial pressure? [J]. *J Integr Neurosci*, 2022,21(2):54.
- [23] 钱美娟,赵李红,谢阳,等. 右美托咪定对妇科腹腔镜手术 Trendelenburg 体位患者视神经鞘直径的影响[J]. *实用临床医药杂志*, 2022,26(4):1-4.
- [24] JUN I J, KIM M, LEE J, *et al.* Effect of Mannitol on Ultrasonographically Measured Optic Nerve Sheath Diameter as a Surrogate for Intracranial Pressure During Robot-Assisted Laparoscopic Prostatectomy with Pneumoperitoneum and the Trendelenburg Position[J]. *J Endourol*, 2018,32(7):608-613.

(收稿日期:2022-11-28;修回日期:2024-01-25;编辑:黎仕娟)