

临床研究

DOI: 10.13406/j.cnki.cyxh.2014.01.020

腹腔镜肾盂输尿管成型术中 CO₂ 气腹对儿童机体酸碱平衡的影响

卞则栋¹, 何大维², 刘 星², 华 燊², 刘 丰², 李旭良², 林 涛²

(1. 泸州医学院附属医院小儿外科, 泸州 646000; 2. 重庆医科大学附属儿童医院泌尿外科、儿童发育疾病研究省部共建教育部重点实验室、儿科学重庆市重点实验室、重庆市儿童发育重大疾病诊治与预防国际科技合作基地, 重庆 400014)

【摘要】目的:探讨腹腔镜肾盂输尿管成型术中 CO₂ 气腹对儿童机体酸碱平衡的影响及其防治措施。**方法:**选择 2010 年 1 月至 2011 年 6 月在我科完成的经腹腔镜及开放式肾盂输尿管成型术各 64 例, 分为腹腔镜组和开放组, 并按年龄分为婴幼儿组、学龄前组和学龄组。选择 2011 年 7 月至 2012 年 2 月完成的腹腔镜肾盂输尿管成型术 26 例, 术毕采取用空气充分置换腹腔残余 CO₂ 措施, 作为腹腔镜空气置换组。所有病例均于术后 4 h 行动脉血气分析检测。**结果:**腹腔镜组术后高碳酸血症发生率为 35.9%, 高于开放组 (18.7%) ($\chi^2=4.578, P=0.029$)。婴幼儿组、学龄前组酸碱失衡发生率分别为 91.3%、84.2% (腹腔镜组) 及 84.4%、76.5% (开放组), 均高于学龄组 (50.0%、33.3%) ($P<0.05$)。腹腔镜空气置换组术后高碳酸血症发生率为 11.5%, 低于腹腔镜组 (35.9%) ($P<0.05$)。**结论:**腹腔镜肾盂输尿管成型术中腹腔残余 CO₂ 是导致儿童术后高碳酸血症的重要因素。年龄越小, CO₂ 气腹对机体酸碱平衡影响越大。术毕充分置换腹腔残余 CO₂ 是降低术后高碳酸血症发生率的重要措施。

【关键词】腹腔镜; 肾盂输尿管成型术; 酸碱平衡**【中图分类号】**R726.9**【文献标志码】**A**【收稿日期】**2012-08-15

Effects of CO₂ pneumoperitoneum in laparoscopic pyeloplasty on acid-base balance in children

Bian Zedong¹, He Dawei², Liu Xing², Hua Yi², Liu Feng², Li Xuliang², Lin Tao²

(1. Department of Pediatric Surgery, the Affiliated Hospital of Luzhou Medical College;

2. Department of Urinary Surgery, the Children's Hospital, Chongqing Medical University,

Key Laboratory of Child Development and Disorders Co-founded by Provincial Government and Ministry of Education, Key Laboratory of Pediatrics in Chongqing, Chongqing International Science and Technology Cooperation Center for Child Development and Disorders)

【Abstract】Objective: To discuss the effects CO₂ pneumoperitoneum on acid-base balance in children after laparoscopic pyeloplasty and its prevention measures. **Methods:** Totally 64 patients underwent laparoscopic pyeloplasty and 64 patients underwent open Anderson-Hynes pyeloplasty from January 2010 to June 2011 were divided into laparoscopic group and open group. All patients were divided into infants group, preschool-age group and school-age group respectively. Twenty-six patients underwent laparoscopic pyeloplasty from July 2011 to February 2012 were selected as laparoscopic air replacement group, in which peritoneal residual CO₂ was sufficiently replaced with air at the end of operation. Blood gas analysis was made at 4 h after operation for all patients. **Results:** Hypercapnia incidence of laparoscopic group was 35.9%, higher than that of open group (18.7%) ($\chi^2=4.578, P=0.029$). Incidences of acid-base imbalance in infants group and preschool-age group were 91.3%, 84.2% (laparoscopic group) and 84.4%, 76.5% (open group) respectively, higher than those in school-age group (50.0%, 33.3%) ($P<0.05$). Hypercapnia incidence of laparoscopic air replacement group was 11.5%, lower than that in laparoscopic group (35.9%) ($P<0.05$). **Conclusions:** Peritoneal residual CO₂ in laparoscopic pyeloplasty is the major influence factor that can cause postoperative hypercapnia in children. The younger the age, the greater the effect of CO₂ pneumoperitoneum on the acid-base balance. Sufficiently replacing peritoneal residual CO₂ is the important measure that can decrease postoperative hypercapnia incidences.

【Key words】laparoscopy; pyeloplasty; acid-base balance

作者介绍: 卞则栋, Email: Superhero828@163.com,

研究方向: 小儿泌尿外科科学。

通信作者: 何大维, Email: dw.he@163.com。

腹腔镜作为一种微创的手术方式,因其创伤小,术后恢复快的优点,在儿童上尿路疾病的治疗中得到越来越广泛的应用^[1]。经腹腔入路腹腔镜肾盂输尿管成型术是治疗儿童肾积水的主要微创手术方式^[2-3]。腹腔镜手术主要采用 CO₂ 气腹,由于 CO₂ 气体具有高弥散性以及腹膜易吸收的特点,使得 CO₂ 气腹对儿童机体生理功能可产生一定的影响,对呼吸、循环以及肾脏的影响较为显著^[4-5],尤其容易导致机体的酸碱平衡紊乱。本研究对 2010 年 3 月至 2011 年 6 月在我科完成的 64 例腹腔镜肾盂输尿管成型术患儿进行术后的血气分析检测,从而探讨 CO₂ 气腹对儿童机体酸碱平衡的影响因素及相应的防治措施。

1 资料与方法

1.1 病例选择与分组

1.1.1 病例选择方法和标准 选择 2010 年 1 月至 2012 年 2 月在我院泌尿外科行经腹腔入路腹腔镜肾盂输尿管成型术的肾积水患儿 90 例以及行开放式肾盂输尿管成型术的肾积水患儿 64 例。所有病例均无明显心肺功能异常,术前血气分析检测结果均在正常范围。

1.1.2 病例分组方法 选择 2010 年 1 月至 2011 年 6 月行经腹腔入路腹腔镜肾盂输尿管成型术的患儿 64 例,作为腹腔镜组,其中男 56 例,女 8 例,年龄 0.2~15.5 岁,中位年龄 4.4 岁。病例纳入标准为:(1)术中 CO₂ 气腹压:8~10 mmHg;(2)手术时间:60~80 min;(3)手术结束时血气分析结果在正常范围。选择与腹腔镜组相同时期、相同手术时间下行开放式肾盂输尿管成型术的患儿 64 例,作为开放组,其中男 48 例,女 16 例,年龄 0.1~11.5 岁,中位年龄 3.7 岁。腹腔镜组和开放组所有患儿按年龄分别分为婴幼儿期(0~2 岁)、学龄前期(3~6 岁)、学龄期(7~15 岁)。按腹腔镜组病例纳入标准,选择 2011 年 7 月至 2012 年 2 月行经腹腔入路腹腔镜肾盂输尿管成型术的肾积水患儿 26 例,术毕采取空气置换腹腔残余 CO₂ 措施,作为腹腔镜空气置换组,其中男 15 例,女 11 例,年龄 0.2~14.2 岁,中位年龄 4.1 岁。

1.1.3 病例排除标准 (1)术中 CO₂ 气腹压<8 mmHg 或>10 mmHg;(2)手术时间<60 min 或>80 min;(3)术前心肺功能异常;(4)术前、术毕血气分析检测结果异常。

1.2 干预措施

腹腔镜空气置换组在手术结束拔出最后 1 个套管针前,将空气经套管针注入腹腔,同时用手反复按压腹部以排空气体,使得腹腔内残余 CO₂ 与外界空气进行置换,促进 CO₂ 充分排空。腹腔镜组在手术结束时,拔出所有套管针,仅用手反复按压腹部,使腹腔内残余 CO₂ 从皮肤切口处排出。

1.3 监测指标

所有患儿均于术后 4 h 行动脉血气分析检测。根据 pH、二氧化碳分压(pressure of arterial carbon dioxide, PaCO₂)、氧分压(pressure of arterial oxygen, PaO₂)、HCO₃⁻结果,统计术后高碳酸血症、代谢性酸中毒的发生例数及发生率。高碳酸血症诊断标准:PaCO₂>50 mmHg^[6]。代谢性酸中毒诊断标准:pH<7.35、HCO₃⁻<21 mmol/L。

1.4 统计学分析

运用统计学软件包 SPSS 17.0 对数据进行统计分析。术后酸碱失衡结果数据以例数(率)表示,为计数资料,差异性比较采用卡方检验。检验水准 $\alpha=0.05$ (双侧)。

2 结果

2.1 腹腔镜组与开放组术后血气分析变化

腹腔镜组术后高碳酸血症发生率为 35.9%,高于开放组(18.7%)($\chi^2=4.758, P=0.029$),腹腔镜组与开放组术后代谢性酸中毒发生率分别为 39.1%、51.6%,差异无统计学意义($\chi^2=2.018, P=0.155$)(表 1)。

表 1 腹腔镜组与开放组术后血气分析结果

Tab.1 Postoperative results of blood gas analysis in laparoscopic group and open group

组别	例数 (n)	高碳酸血症 (n, %)	代谢性酸中毒 (n, %)	总计 (n, %)
腹腔镜组	64	23 (35.9) ^a	25 (39.1) ^b	48 (75.0)
开放组	64	12 (18.7)	33 (51.6)	45 (70.3)

注:a,与开放组比较, $\chi^2=4.758, P=0.029$;b,与开放组比较, $\chi^2=2.018, P=0.155$

2.2 血气分析变化与年龄之间的关系

随着年龄的增长,腹腔镜组病例术后酸碱失衡发生率呈逐渐下降的趋势。婴幼儿期酸碱失衡发生率为 91.3%,明显高于学龄期(50.0%)($\chi^2=7.436, P=0.006$);学龄前期为 84.2%,高于学龄期(50.0%)($\chi^2=4.758, P=0.048$);婴幼儿期(91.3%)与学龄前期(84.2%)比较无统计学差异($\chi^2=0.052, P=0.644$)(表 2)。

随着年龄的增长,开放组病例术后酸碱失衡发生率呈逐渐下降的趋势。婴幼儿期酸碱失衡发生率为 84.4%,明显高于学龄期(33.3%)($\chi^2=12.245, P=0.002$);学龄前期为 76.5%,高于学龄期(33.3%)($\chi^2=4.400, P=0.031$);婴幼儿期(84.4%)与学龄前期(76.5%)比较差异无统计学意义($\chi^2=0.056, P=0.700$)(表 2)。

2.3 腹腔残余 CO₂ 置换后血气分析变化

腹腔镜空气置换组术后高碳酸血症发生率为 11.5%,低于腹腔镜组(35.9%)($\chi^2=4.236, P=0.040$)。2 组代谢性酸中毒发生率分别为 42.2%、38.5%,差异无统计学意义($\chi^2=0.106, P=0.745$)(表 3)。

表 2 腹腔镜组与开放组术后各年龄段血气分析结果

Tab.2 Postoperative results of blood gas analysis at each age stage in laparoscopic group and open group

组别	年龄段	例数 (n)	高碳酸血症 (n, %)	代谢性酸中毒 (n, %)	总计 (n, %)
腹腔镜组	婴幼儿期	23	9 (39.1)	12 (52.2)	21 (91.3) ^{ab}
	学龄前期	19	8 (42.1)	8 (42.1)	16 (84.2) ^c
	学龄期	22	6 (27.3)	5 (22.7)	11 (50.0)
开放组	婴幼儿期	32	6 (18.8)	21 (65.6)	27 (84.4) ^{de}
	学龄前期	17	4 (23.5)	9 (52.9)	13 (76.4) ^f
	学龄期	15	2 (13.3)	3 (20.0)	5 (33.3)

注: a, 与腹腔镜组学龄期比较, $\chi^2=7.436$, $P=0.006$; c, 与腹腔镜组学龄期比较, $\chi^2=3.894$, $P=0.048$; b, 与腹腔镜组学龄前期比较, $\chi^2=0.052$, $P=0.644$; d, 与开放组学龄期比较, $\chi^2=12.245$; $P=0.002$; f, 与开放组学龄期比较, $\chi^2=4.400$, $P=0.031$; e, 与开放组学龄前期比较, $\chi^2=0.086$, $P=0.700$

表 3 腹腔镜组和腹腔镜空气置换组术后血气分析结果

Tab.3 Postoperative results of blood gas analysis in laparoscopic group and laparoscopic air replacement group

组别	例数 (n)	高碳酸血症 (n, %)	代谢性酸中毒 (n, %)	总计 (n, %)
腹腔镜组	64	23 (35.9)	27 (42.2)	50 (78.1)
腹腔镜空气置换组	26	3 (11.5) ^a	10 (38.5) ^b	13 (50.0)

注: a, 与腹腔镜组比较, $\chi^2=4.236$, $P=0.040$; b, 与腹腔镜组比较, $\chi^2=0.106$, $P=0.745$

3 讨论

随着微创手术的不断发展和成熟,腹腔镜在小儿泌尿生殖疾病中得到了越来越广泛的应用。但由于儿童的机体内环境调节系统尚未健全,使得腹腔镜手术后容易引起机体酸碱平衡、电解质平衡、蛋白质代谢、内分泌等方面的生理性改变,尤其对酸碱平衡的影响较显著。因此,探讨腹腔镜手术对儿童机体酸碱平衡的影响因素及防治措施,具有重要的临床意义。

腹腔镜手术中许多因素可引起机体酸碱平衡紊乱,其中 CO_2 气腹所导致的高碳酸血症是最重要的因素之一^[4]。然而,在儿童腹腔镜手术中, CO_2 气腹导致的高碳酸血症目前尚无确切的干预措施。本研究中腹腔镜组与开放组患儿在年龄、手术时间上无明显差异,而术后高碳酸血症发生率分别为 35.9%、18.7%,两者比较有统计学差异,提示腹腔镜手术中 CO_2 气腹的影响是造成儿童术后高碳酸血症的重要原因。其发生机制为: CO_2 气腹引起腹内压升高,使得膈肌上抬,胸廓顺应性下降,气道压上升;加之回心血量减少,影响肺的通气和换气功能,导致肺泡通气量下降, CO_2 潴留,从而引起 PaCO_2 明显升高及 pH 下降^[7];且儿童腹膜面积相对成人较大,术中 CO_2 通过腹膜吸收较多,也可使 PaCO_2 升高,导致高碳酸

血症。文献[8]报道,手术时间长、气腹压力高可引起术中 CO_2 吸收量增多,高碳酸血症的发生率就越高。高压气腹持续时间越长,对机体呼吸、循环的影响就越大,严重者甚至可导致肺栓塞^[9]。因此,在满足手术要求的前提下,尽可能采用较低的气腹压,缩短手术时间,减小 CO_2 气腹对患儿的呼吸影响,从而有效地降低术后高碳酸血症的发生率。

在泌尿外科腹腔镜手术中,经腹腔入路和经腹膜后入路是最常用的两种手术途径。由于经腹腔入路需切开结肠旁沟进入后腹腔,建立气腹后,由于腹腔内空间及腹膜面积均大于腹膜后间隙,使得经腹腔入路手术中 CO_2 吸收速度和吸收量均大于经腹膜后入路^[10];而且在相同潮气量下,经腹腔入路手术时气腹使膈肌抬高更明显,肺及胸廓顺应性显著下降,使得气道压力明显高于经腹膜后入路,术中 CO_2 不易排出^[11],因此经腹腔入路比经腹膜后入路更容易引起高碳酸血症。但对于婴幼儿患者,腹膜后空间狭小,需广泛游离患侧的后腹膜以建立腹膜后腔隙,创伤大,且缝合、打结困难。本研究中所有腹腔镜手术均采用经腹腔入路完成。因此本研究认为,在经腹腔入路进行儿童腹腔镜手术时,更应加强围手术期的监测和管理,尽量采用较低的 CO_2 气腹压,减少手术时间,以减小气腹对机体内环境的影响。

从表 2 可以看出,随着患儿年龄的增长,腹腔镜手术后酸碱失衡发生率呈逐渐下降的趋势,术后气腹所致的高碳酸血症发生率也逐渐下降,且年龄越大,高碳酸血症发生率下降幅度越明显。这提示患儿年龄越小,机体内环境自身调节功能越不完善,耐受手术能力越差,术中 CO_2 气腹对机体酸碱平衡的影响也越大。因此,对于儿童患者,尤其是小年龄儿童,进行腹腔镜手术时应更应注意围手术期的血气分析监测,及时干预,术后重视高碳酸血症的监测及治疗,力求最大限度地减小 CO_2 气腹对机体

酸碱平衡的影响。

文献[12]提出,术中 CO_2 气腹建立以后,由于压力的影响,导致腹膜毛细血管受压,血流量减少,使得 CO_2 吸收率有所下降;在解除气腹后,压力消失,毛细血管重新开放,使得腹腔内残存的 CO_2 重新被吸收,引起“再吸收高碳酸血症”。因此,腹腔镜手术结束后,机体在短期内通常会存在轻微的高碳酸血症。故手术结束时,充分置换或放出腹腔内残余 CO_2 可能降低术后高碳酸血症的发生。对于术后腹腔内残存 CO_2 的常见处理方法有术后继续给予人工通气、反复按压腹部、放置腹腔引流管等方法,但存在对机体创伤影响较大、腹腔内残存 CO_2 排空不满意等缺点,故本研究中采取术毕空气置换 CO_2 的方法,以减小对患儿机体的影响,且能促进腹腔残余 CO_2 的充分排空。为此,本研究对 26 例腹腔镜手术患儿采取干预措施,在手术结束拔出最后 1 个套管针前,将空气经套管针注入腹腔,同时用手反复按压腹部以排空气体,使得腹腔内 CO_2 与外界空气进行置换,促进 CO_2 充分排空,并避免皮下气肿发生,减少残余 CO_2 的延迟再吸收,降低术后再吸收高碳酸血症的发生率。临床上用空气行腹腔镜气腹时可能会形成空气栓塞,其主要原因是由于气腹针直接插入血管内充气所致。本研究中,空气是在术毕经套管针直接注入腹腔,此时腹腔内已进行彻底止血,无损伤开放的血管,而套管针在术中已明确仅位于腹腔内,未插入血管,且置换时进气速度慢,因此,发生空气栓塞的可能性极低。本文中,腹腔镜空气置换组 26 例患儿术后均未出现空气栓塞并发症。从表 3 可以看出,经过干预,腹腔镜术后高碳酸血症发生率由 35.9%降为 11.5%,腹腔镜空气置换组明显低于腹腔镜组。因此本研究认为,腹腔镜手术后促进腹腔内残余 CO_2 充分排空是有效降低术后高碳酸血症的重要措施。由于本研究中腹腔镜空气置换组病例数有限,故有待以后更大样本量的研究来进一步证实此观点。

另外,腹腔镜手术中麻醉医师的围手术期管理也是影响儿童机体术后酸碱平衡的重要因素。由于 CO_2 气腹对患儿呼吸影响较大,因此术中麻醉医师应和外科手术医师密切配合,针对患儿的年龄、手术入路、手术时间、 CO_2 气腹压力,密切监测 PaCO_2 与 pH 值。一旦发现 PaCO_2 升高, pH 下降明显,麻醉医师应及时调整呼吸机参数,通过增加通气量和呼吸频率进行干预,将 PaCO_2 和 pH 维持在正常范围,减少术后高碳酸血症的发生率。本组资料中腹腔镜组

病例在手术中麻醉医师均密切监测血气分析,并完全纠正酸碱平衡紊乱,手术结束时所有病例血气分析结果均正常。然而,术后 4 h 再次监测血气分析,高碳酸血症发生率仍有 35.9%,这也提示腹腔镜手术结束时腹腔内残余 CO_2 是导致术后高碳酸血症的重要因素。

因此,腹腔镜肾盂输尿管成型术中腹腔残余 CO_2 是导致儿童术后高碳酸血症的重要因素。年龄越小, CO_2 气腹对机体酸碱平衡影响越大。术毕充分置换腹腔残余 CO_2 是降低术后高碳酸血症发生的重要措施。

参 考 文 献

- [1] Smaldone MC, Sweeney DD, Ost MC, et al. Laparoscopy in paediatric urology: present status[J]. BJU Int, 2007, 100(1): 143-150.
- [2] Wolf JS. Laparoscopic transperitoneal pyeloplasty[J]. J Endourol, 2011, 25(2): 173-178.
- [3] Porpiglia F, Billia M, Volpe A, et al. Transperitoneal left laparoscopic pyeloplasty with transmesocolic access to the pelvi-ureteric junction: technique description and results with a minimum follow-up of 1 year[J]. BJU Int, 2008, 101(8): 1024-1028.
- [4] Gutt CN, Oniu T, Mehrabi A, et al. Circulatory and respiratory complications of carbon dioxide insufflation[J]. Dig Surg, 2004, 21(2): 95-105.
- [5] Ichino M, Kuroyanagi Y, Kusaka M, et al. Increased urinary neutrophil gelatinase associated lipocalin levels in a rat model of upper urinary tract infection[J]. J Urol, 2009, 181(5): 2326-2331.
- [6] Murdock CM, Wolff AJ, Van Geem T. Risk factors for hypercarbia, subcutaneous emphysema, pneumothorax, and pneumomediastinum during laparoscopy[J]. Obstet Gynecol, 2000, 95(5): 704-709.
- [7] Wittgen CM, Andrus CH, Fitzgerald SD, et al. Analysis of the hemodynamic and ventilatory effects of laparoscopic cholecystectomy[J]. Arch Surg, 1991, 126(8): 997-1000; discussion 1000-1001.
- [8] Wolf J S Jr, Carrier S, Stoller ML. Intraperitoneal versus extraperitoneal insufflation of carbon dioxide as for laparoscopy[J]. J Endourol, 1995, 9(1): 63-66.
- [9] Wittich P, Steyerberg EW, Simons SH, et al. Intraperitoneal tumor growth is influenced by pressure of carbon dioxide pneumoperitoneum[J]. Surg Endosc, 2000, 14(9): 817-819.
- [10] Karsli C, El-Hout Y, Lorenzo AJ, et al. Physiological changes in transperitoneal versus retroperitoneal laparoscopy in children: a prospective analysis[J]. J Urol, 2011, 186(s4): 1649-1652.
- [11] Giebler RM, Kabatnik M, Stegen BH, et al. Retroperitoneal and intraperitoneal CO_2 insufflation have markedly different cardiovascular effects[J]. J Surg Res, 1997, 68(2): 153-160.
- [12] Blobner M, Bogdanski R, Jelen-Esselborn S, et al. Visceral resorption of intra-abdominal insufflated carbon dioxide in swine[J]. Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther, 1999, 34(2): 94-99.

(责任编辑:唐秋姗)