

早产儿全身麻醉置入喉罩时七氟烷的最低肺泡有效浓度分析

王强,高超,姚兰[△],高岚,冯艺

(北京大学人民医院麻醉科 100044)

[摘要] **目的** 确定矫正胎龄小于 37 周的早产儿全凭吸入诱导时置入喉罩无体动反应的七氟烷最低肺泡有效浓度(MAC)。**方法** 择期行全凭吸入全身麻醉的矫正胎龄小于 37 周的早产儿 21 例,ASA 分级 I~II 级。吸入 6%七氟烷进行全身麻醉诱导,至患儿意识消失后,将呼气末七氟烷浓度调整至预定值,维持 15 min 不变,然后置入喉罩。根据 Dixon's 上下法进行试验,初始呼气末七氟烷浓度为 2%,置入喉罩时发生体动反应,下一例升高一个浓度梯度,置入喉罩时未发生体动反应,下一例降低一个浓度梯度,相邻浓度梯度为 0.2%。将体动反应到无体动反应的中点设为平衡点,计算所有平衡点七氟烷浓度的平均值即为 MAC。**结果** 矫正胎龄小于 37 周的早产儿置入喉罩无体动反应的七氟烷 MAC 为 1.71%。**结论** 矫正胎龄小于 37 周的早产儿置入喉罩无体动反应的七氟烷 MAC 值低于健康儿童的参考值,这可能是归因于早产儿中枢神经系统发育尚不完善。

[关键词] 早产儿;喉罩;七氟烷;最低肺泡有效浓度**[中图分类号]** R726.1**[文献标识码]** A**[文章编号]** 1671-8348(2016)33-4678-02

Analysis on minimum alveolar effective concentration of sevoflurane for laryngeal mask airway insertion under general anesthesia in premature infants

Wang Qiang, Gao Chao, Yao Lan[△], Gao Lan, Feng Yi

(Department of Anesthesiology, People's Hospital, Peking University, Beijing 100044, China)

[Abstract] **Objective** To determine the minimum alveolar concentration(MAC)of sevoflurane without body movement during laryngeal mask airway(LMA)intubation in premature infants less than 37 weeks of corrected gestational age undergoing total inhalation general anesthesia induction. **Methods** Twenty-one ASA I or II premature infants less than 37 weeks of corrected gestational age undergoing elective inhalation general anesthesia were enrolled in this study. At first, the general anesthesia induction was started by inhaling 6%sevoflurane. After the premature infant lost consciousness, the end tidal sevoflurane concentration(ETsev)was adjusted to the predetermined concentration and maintained stable for 15 min. After that, LMA was inserted. The up-and-down sequential allocation was used to determine MAC. The initial ETsev was 2%, which was increased or decreased by 1 gradient concentration in the next case according to the LMA insertion body movement response. The adjacent concentration gradient was 0.2%. The midpoint from the body movement response to non-body movement response was set as the balance point and the mean value of the concentrations of sevoflurane at all the balance points were calculated as MAC. **Results** The end tidal sevoflurane concentration without the body movement responses to LMA insertion was 1.71%. **Conclusion** The MAC of sevoflurane without the body movement responses to LMA insertion in premature infants less than 37 weeks of corrected gestational age is 1.71%, which is lower than that in the normal children and probably because imperfect central nervous system development in premature infants.

[Key words] premature infants; laryngeal mask airway; sevoflurane; MAC

目前,七氟烷和喉罩已经广泛应用于早产儿全身麻醉。然而,对于早产儿这一特殊高危患者群体,七氟烷用于吸入全身麻醉插入喉罩时,如何精确控制麻醉深度尚无相关药理学资料可依,这给早产儿麻醉带来极大不便和潜在风险。本研究拟确定矫正胎龄小于 37 周的早产儿置入喉罩时无体动反应的七氟烷最低肺泡有效浓度(MAC)值,从而为早产儿临床麻醉实践提供理论依据。

1 资料与方法

1.1 一般资料 本研究符合人体试验伦理学标准,已通过北京大学人民医院伦理委员会批准,患儿法定监护人签署知情同意书。择期于北京大学人民医院儿童眼病中心行玻璃体切除术的矫正胎龄(自母亲末次月经第 1 天至接受手术时的周数)小于 37 周的早产儿 21 例,ASA 分级 I~II 级,预计手术时间小于或等于 1 h。患儿均无气道异常、心肺疾病、神经系统缺陷、贫血、手术前 2 周内无上呼吸道感染。

1.2 方法 患儿麻醉前 4 h 禁食母乳或配方奶,2 h 禁食清液,均不使用术前用药。自禁饮开始开放静脉输注糖盐溶液(5%葡萄糖:0.9%氯化钠 1:1),并按照“4-2-1 输液原则”调

整输液速度。患儿到达手术室后立即监测脉搏血氧饱和度、心电图、无创血压。使用浓度为 6%的七氟烷(批号:0326,丸石制药株式会社,日本)预充呼吸回路,将面罩密闭扣于患儿口鼻,保持自主呼吸进行面罩诱导,待患儿意识消失后将一根气体采样管置入患儿鼻咽部,导管的另一端连接气体检测仪(Datex Ohmeda 公司,芬兰)连续监测呼气末七氟烷浓度(end tidal sevoflurane,ETsev)和呼气末二氧化碳浓度(end tidal carbon dioxide,ETCO₂)。待患儿睫毛反射消失、下颌肌肉松弛,将 ETsev 调至目标研究浓度并维持该浓度 15 min,然后使用标准的直接置入法插入喉罩(LMA UniqueTM,美国)。置入喉罩的操作由同一位熟练的麻醉医师实施。术中采用压力支持呼吸模式通气,吸入 60%氧气,调整新鲜气流量为 2 L/min,维持 ETCO₂ 在 30~40 mm Hg。术中以 6 mL/(kg·h)的速度持续输入糖盐溶液(5%葡萄糖:0.9%氯化钠 1:1)。

采用 Dixon's 上下法^[1]进行试验,初始 ETsev 设定为 2%^[2],若置入喉罩时发生体动反应,下一例早产患儿的目标 ETsev 升高一个浓度梯度,若置入喉罩时未发生体动反应,下一例早产患儿的目标 ETsev 降低一个浓度梯度,相邻浓度梯

度为 0.2%。“体动”定义为:插入喉罩时开口困难,插入喉罩期间或插入喉罩后 1 min 内肢体目的性运动,咳嗽,呛咳,屏气,喉痉挛和紧张。对于是否发生“体动”或“无体动”,由 3 位对本研究设计和目的毫不知情的独立的观察者进行定义,当至少有 2 位观察者记录出现“体动”时,则认定为发生“体动”^[3]。

1.3 统计学处理 采用 SPSS 21.0 统计学软件进行数据分析,计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

本试验共纳入 21 例早产患儿,男 11 例,女 10 例,出生时周龄(30.1±2.0)周,出生后周龄(6.1±1.1)周,体质量(2.8±0.9)kg,肛温(36.6±3.2)℃,睫毛反射消失(22.0±3.1)s,置入喉罩时间(40.0±4.27)s,手术时间(56.0±4.5)min。矫正胎龄小于 37 周的早产儿置入喉罩无体动反应的七氟烷 MAC 为 1.71%±0.23%(图 1)。本研究中置入喉罩时,早产患儿的体动反应表现为咳嗽、肢体活动,所有患儿均未发生喉痉挛、低氧血症等严重并发症。

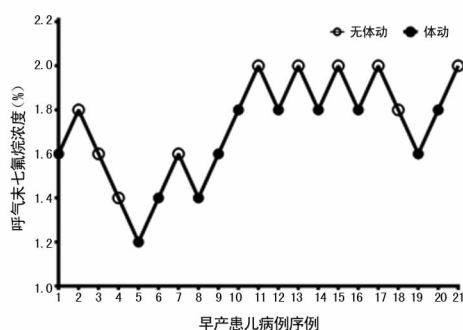


图 1 全凭吸入七氟烷置入喉罩时无体动反应的序贯图

3 讨论

早产儿视网膜病变是一种重要的危害早产儿视力的疾病,而尽早及时的在全身麻醉下接受手术治疗对于改善早产儿的视力预后极为重要^[4]。七氟烷因具有气道刺激小、血气分配系数低、诱导迅速等特点而广泛用于早产儿全凭吸入麻醉下实施眼科手术^[5]。而喉罩与气管插管相比具有操作简单、苏醒快、损伤小、喉部并发症少等优势也被广泛应用于早产儿全身麻醉时的气道管理^[6]。然而,置入喉罩的操作风险较高,此时麻醉过深会导致呼吸抑制、上气道梗阻甚至血流动力学显著波动,而麻醉过浅则易发生呛咳、喉痉挛等并发症,如处理不及时甚至可危及生命^[7-8]。而矫正胎龄小于 37 周的早产儿因为体质量较低、器官功能未发育完善等原因,在置入喉罩时如果麻醉深度掌握不佳则较足月婴幼儿和儿童更易发生呼吸抑制、窒息、喉痉挛等严重的麻醉并发症^[7]。因此,对于矫正胎龄小于 37 周这一特殊早产患儿群体,如何精确控制置入喉罩时的麻醉深度尤为重要。目前,尚无研究观察矫正胎龄小于 37 周的早产儿置入喉罩时无体动反应的七氟烷 MAC。

在临床麻醉实践中,MAC 常被用来评价吸入麻醉药的作用强度,而且,MAC 还被用于指导调控吸入全身麻醉诱导及维持时的麻醉深度^[8]。MAC 是指在一个大气压下与纯氧同时吸入某种挥发性麻醉药,能使 50% 患者在切皮刺激时不发生体动反应时的最低肺泡有效浓度^[9]。而 MAC 喉罩则是指在一个大气压下与纯氧同时吸入某种挥发性麻醉药,能使 50% 患者在置入喉罩时不发生体动反应时的最低肺泡有效浓度^[10]。

本研究对矫正胎龄小于 37 周早产儿的 MAC 喉罩进行了测定,而研究表明,诸多因素可以影响测定 MAC 的准确性^[11-14]。通常,MAC 的测定是于吸入麻醉药在肺泡-血液-脑达到平衡后,测定呼出气中该麻醉药的浓度来代表肺泡气浓

度^[11]。在本研究中,置入喉罩前所有早产患儿的 ET_{sev} 均保持在预定值稳定达 15 min,从而使肺泡-血液-脑的七氟烷浓度充分达到平衡,进而保证了所测定 MAC 喉罩的准确性。研究表明,吸入麻醉药在人体的 MAC 随温度的下降而下降^[12],而本研究维持每个早产患儿的肛温在 36.5℃~37.0℃ 之间,从而排除了温度对 MAC 测定的影响。另外,研究发现通气不足或通气过度均会影响七氟烷向肺泡的转运^[13],因此本研究在诱导过程中通过辅助通气维持每个早产患儿的 ET_{CO₂} 始终在 35~45 mmHg 之间,从而避免了这一问题。而且,本研究中将测定呼气末七氟烷浓度的采样管置于早产患儿鼻咽部,从而连续监测 ET_{sev},此法获得的 ET_{sev} 较将采样管置于面罩与呼吸回路连接处的传统方法更接近肺泡七氟烷浓度,从而更加准确。通过上述措施,本研究大大提高了所测量的七氟烷 MAC 喉罩的准确性。

既往研究指出,年龄是影响 MAC 测定的重要因素,对于年龄大于 1 岁的人群,所有吸入麻醉药的 MAC 随着年龄的增大而逐渐降低^[14]。Taguchi 等^[10] 研究发现,1~9 岁的儿童置入喉罩无体动反应的七氟烷 MAC 是 2.00%±0.28%。Nishina 等^[2] 发现 3~11 岁的儿童,置入喉罩无体动反应的七氟烷 MAC 是 2.00%±0.16%。贺琳等^[15] 发现,国内 3~8 岁的小儿置入喉罩时无体动反应的七氟烷 MAC 是 2.01%±0.19%。目前尚无研究测定矫正胎龄小于 37 周的早产儿置入喉罩时七氟烷的 MAC,而本研究所测定的 MAC 是 1.71%±0.23%,这一数值低于既往研究者在健康儿童人群的测定结果。本研究结果与既往研究的差异,很可能是归因于早产儿的中枢神经系统发育尚不完善,其与健康儿童的中枢神经系统发育程度存在差异,因此他们对吸入麻醉药七氟烷的反应也并不相同^[4]。

通常,测定吸入麻醉药的 MAC 指的是肺泡内该麻醉药的浓度,经典的方法是将气体采样管的一端置于气管隆突附近采集呼出气中挥发性麻醉药,另一端连接气体分析仪进行测量^[16],而本研究中在置入喉罩之前无法实现这一操作,这也是本研究的一个缺陷。

综上所述,矫正胎龄小于 37 周的早产儿置入喉罩时无体动反应的七氟烷 MAC 是 1.71%±0.23%,低于既往研究结果中健康儿童的 MAC 值。

参考文献

- [1] Niu B, Fang Y, Miao JM, et al. Minimal alveolar concentration of sevoflurane for induction of isoelectric electroencephalogram in middle-aged adults[J]. Br J Anaesth, 2014, 112(1):72-78.
- [2] Nishina K, Mikawa K, Uesugi T, et al. Oral clonidine premedication reduces minimum alveolar concentration of sevoflurane for laryngeal mask airway insertion in children[J]. Paediatr Anaesth, 2006, 16(8):834-839.
- [3] Kihara S, Yaguchi Y, Inomata S, et al. Influence of nitrous oxide on minimum alveolar concentration of sevoflurane for laryngeal mask insertion in children[J]. Anesthesiology, 2003, 99(5):1055-1058.
- [4] Yu L, Sun H, Yao L, et al. Comparison of effective inspired concentration of sevoflurane in preterm infants with different postconceptual ages[J]. Paediatr Anaesth, 2011, 21(2):148-152.
- [5] Ghatge S, Lee J, Smith I. Sevoflurane: an ideal agent for adult day-case anesthesia? [J]. Acta Anaesthesiol Scand, 2003, 47(8):917-931.

- [9] Burnett RS, Haydon CM, Rorabeck CH, et al. Patella resurfacing versus nonresurfacing in total knee arthroplasty: results of a randomized controlled clinical trial at a minimum of 10 years' follow up[J]. *Clin Orthop Relat Res*, 2004(428): 12-25.
- [10] Campbell DG, Duncan WW, Ashworth M, et al. Patellar resurfacing in total knee replacement: a ten-year randomised prospective trial[J]. *J Bone Joint Surg Br*, 2006, 88(6): 734-739.
- [11] Burnett RS, Boone JL, Mccarthy KP, et al. A prospective randomized clinical trial of patellar resurfacing and nonresurfacing in bilateral TKA[J]. *Clin Orthop Relat Res*, 2007, 464(1): 65-72.
- [12] Smith AJ, Wood DJ, Li MG. Total knee replacement with and without patellar resurfacing: a prospective, randomised trial using the profix total knee system[J]. *J Bone Joint Surg Br*, 2008, 90(1): 43-49.
- [13] Burnett RS, Boone JL, Rosenzweig SD, et al. Patellar resurfacing compared with nonresurfacing in total knee arthroplasty. A concise follow-up of a randomized trial[J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2009, 91(11): 2562-2567.
- [14] Beaupre L, Secretan C, Johnston DW, et al. A randomized controlled trial comparing patellar retention versus patellar resurfacing in primary total knee arthroplasty: 5-10 year follow-up[J]. *BMC Res Notes*, 2012, 5(1): 273.
- [15] Liu ZT, Fu PL, Wu HS, et al. Patellar reshaping versus resurfacing in total knee arthroplasty—results of a randomized prospective trial at a minimum of 7 years' follow-up[J]. *Knee*, 2012, 19(3): 198-202.
- [16] 鲍亮, 高智慧, 施小强, 等. 全膝关节置换术中髌骨置换的临床研究[J/CD]. *中国医学前沿杂志(电子版)*, 2012(11): 34-39.
- [17] Fu Y, Wang G, Fu Q. Patellar resurfacing in total knee arthroplasty for osteoarthritis: a meta-analysis[J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2011, 19(9): 1460-1466.
- [18] Pakos EE, Ntzani EE, Trikalinos TA. Patellar resurfacing in total knee arthroplasty. A meta-analysis[J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2005, 87(7): 1438-1445.
- [19] Patel K, Raut V. Patella in total knee arthroplasty: to resurface or not to—a cohort study of staged bilateral total knee arthroplasty[J]. *Int Orthop*, 2011, 35(3): 349-353.
- [20] Calvisi V, Camillieri G, Lupporelli S. Resurfacing versus nonresurfacing the patella in total knee arthroplasty: a critical appraisal of the available evidence[J]. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2009, 129(9): 1261-1270.
- [21] He JY, Jiang LS, Dai LY. Is patellar resurfacing superior than nonresurfacing in total knee arthroplasty? A meta-analysis of randomized trials[J]. *Knee*, 2011, 18(3): 137-144.
- [22] Seo SS, Kim CW, Moon SW. A Comparison of patella retention versus resurfacing for moderate or severe patellar articular defects in total knee arthroplasty: minimum 5-year follow-up results[J]. *Knee Surg Relat Res*, 2011, 23(3): 142-148.
- [23] Hwang BH, Yang IH, Han CD. Comparison of patellar retention versus resurfacing in LCS mobile-bearing total knee arthroplasty[J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2012, 20(3): 524-531.
- [24] Muller W, Wirz D. The patella in total knee replacement: does it matter? 750 LCS total knee replacements without resurfacing of the patella[J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2001, 9 Suppl 1: S24-S26.

(收稿日期: 2016-03-22 修回日期: 2016-06-06)

(上接第 4679 页)

- [6] Aantaa R, Takala R, Muittari P. Sevoflurane EC50 and EC95 values for laryngeal mask insertion and tracheal intubation in children[J]. *Br J Anaesth*, 2001, 86(2): 213-216.
- [7] O'brien K, Robinson DN, Morton NS. Induction and emergence in infants less than 60 weeks post-conceptual age: comparison of thiopental, halothane, sevoflurane and desflurane[J]. *Br J Anaesth*, 1998, 80(4): 456-459.
- [8] 熊波, 史琪清, 王炫. 右美托咪定对小儿吸入七氟烷最低肺泡有效浓度的影响[J]. *中国临床医学*, 2011, 18(5): 685-687.
- [9] 张弦, 陈瑛琪, 岳云. 七氟烷最低肺泡有效浓度和异丙酚意识消失半数有效浓度麻醉下患者 BIS 值的比较[J]. *中华麻醉学杂志*, 2012, 32(4): 451-453.
- [10] Taguchi M, Watanabe S, Asakura N, et al. End-tidal sevoflurane concentrations for laryngeal mask airway insertion and for tracheal intubation in children[J]. *Anesthesiology*, 1994, 81(3): 628-631.
- [11] Zbinden AM, Petersen-Felix S, Thomson DA. Anesthetic depth defined using multiple noxious stimuli during isoflurane/oxygen anesthesia. II. Hemodynamic responses[J]. *Anesthesiology*, 1994, 80(2): 261-267.
- [12] Quasha AL, Eger EI, Tinker JH. Determination and applications of Mac[J]. *Anesthesiology*, 1980, 53(4): 315-334.
- [13] He L, Wang X, Zhang XF, et al. Effects of different doses of remifentanyl on the end-tidal concentration of sevoflurane required for tracheal intubation in children[J]. *Anaesthesia*, 2009, 64(8): 850-855.
- [14] Mapleson WW. Effect of age on Mac in humans: a meta-analysis[J]. *Br J Anaesth*, 1996, 76(2): 179-185.
- [15] 贺琳, 张学锋. 小儿喉罩通气道置入时呼气末七氟烷的最低肺泡有效浓度[J]. *中华医学杂志*, 2009, 89(15): 1021-1023.
- [16] Inomata S, Yaguchi Y, Toyooka H. The effects of clonidine premedication on sevoflurane requirements and anesthetic induction time[J]. *Anesth Analg*, 1999, 89(1): 204-208.

(收稿日期: 2016-02-25 修回日期: 2016-07-13)