

doi: 10.3978/j.issn.2095-6959.2019.10.032

View this article at: <http://dx.doi.org/10.3978/j.issn.2095-6959.2019.10.032>

全身麻醉诱导期无通气安全时限的研究进展

谢云斌 综述 邵东华 审校

(江苏大学附属人民医院麻醉科, 江苏 镇江 212002)

[摘要] 无通气安全时限(duration of non-hypoxic apnoea)是指全麻诱导期麻醉医师进行气管插管的安全时间。对历年来无通气安全时限的相关研究进行概述。既往研究发现无通气安全时限受到患者体重及诱导时通气方式、体位、人工气道工具等因素的影响。未来在如何延长全麻诱导期无通气安全时限方面值得我们进一步深入研究。

[关键词] 无通气安全时限; 全麻诱导期; 低氧血症

Research progress of duration of non-hypoxic apnoea during induction of general anesthesia

XIE Yunbin, SHAO Donghua

(Department of Anesthesiology, Affiliated People's Hospital of Jiangsu University, Zhenjiang Jiangsu 212002, China)

Abstract The duration of non-hypoxic apnoea is a safe time for anesthesiologists to perform endotracheal intubation during induction of general anesthesia. Previous studies have found that the duration of non-hypoxic apnoea is affected by factors such as the patient's weight, the ventilation mode, position and artificial airway tool at the time of induction. In the future, it is worthwhile to further study how to extend the duration of non-hypoxic apnoea during induction of general anesthesia.

Keywords duration of non-hypoxic apnoea; general anesthesia induction period; hypoxemia

全身麻醉诱导阶段困难插管所造成的机体缺氧问题一直都是临床麻醉中的重要课题。目前临床上一般通过选用各种困难气道工具,如可视喉镜、光棒等方式辅助插管,提高困难气管插管的成功率,减少操作时间;延长无通气安全时限(duration of non-hypoxic apnoea)也可以减少机体内缺氧的发生率。无通气安全时限是指人体自停止

通气至指脉氧饱和度降至90%所需的时间^[1]。

因为S形的氧解离曲线上的转折点恰好是氧分压(PaO₂)等于60 mmHg(1 mmHg=0.133 kPa)或氧饱和度(SaO₂)等于90%。在这个转折点以上,血红蛋白可携带足够的氧气,人体一般不会发生低氧血症,低于这个转折点则会加剧PaO₂以及SaO₂下降,血红蛋白携带氧气的能力也大大降低,导

收稿日期 (Date of reception): 2019-03-12

通信作者 (Corresponding author): 邵东华, Email: 13805281211@163.com

基金项目 (Foundation item): 镇江市科技局基金 (SH2015039)。This work was supported by the Science and Technology Bureau Fund from Zhenjiang, China (SH2015039).

致身体缺氧。正常人的 SaO_2 与 SpO_2 具有显著相关性, 通过监测 SpO_2 可以较准确地反映 SaO_2 的大小。 SpO_2 等于90%是临床患者急性缺氧的最低耐受值。因此, “无通气安全时限”又可以称为“呼吸暂停安全时限”“安全窒息时限”等。

1 无通气安全时限的定义

考虑到患者安全及伦理要求, 受限技术, 相关临床研究有时无法准确且直接测量“无通气安全时限”, 特别是无通气安全时限起止时间的界定。耿桂启等^[2]认为“无通气安全时限”为观察到患者暂停呼吸起至 SpO_2 降至90%的时间。朱贤林等^[3]则认为“无通气安全时限”为麻醉诱导结束到 SpO_2 自100%降至90%的时间。钟风华等^[4-5]等认为从停止面罩(喉罩)通气到氧饱和度降至90%的时间为无通气安全时限。有学者分别将静脉注射肌松药起到氧饱和度降至95%^[6], 93%^[7], 92%^[8]作为无通气安全时限。

2 影响无通气安全时限的因素及相关研究

2.1 体重

Jense等^[9]研究发现: 无通气安全时限与肥胖增加呈显著负相关($r=-0.83$), 而这意味着超重或肥胖患者与体重正常的患者相比, 在无通气期间更容易发生低氧血症。同样, 朱贤林等^[3]指出: 随着患者体重指数(body mass index, BMI)的增加, 可以容忍的无通气安全时间逐渐缩短。究其原因, 一方面肥胖患者肺内氧储备少。Jones等^[10]研究指出功能残气量(functional residual capacity, FRC)与BMI呈负相关, 当BMI为30 kg/m²时, 其FRC仅是BMI为20 kg/m²人群的3/4; 另一方面, Prentice等^[11]研究指出: 高BMI患者的基础代谢率(basal metabolic rate, BMR)以及总能量消耗(total energy expenditure, TEE)都显著超过正常BMI患者, 且发现随BMI的增加, BMR以及TEE也显著增加。由此看来, 低FRC、高BMR以及高TEE是造成肥胖及高体重患者无通气安全时限减少的重要原因。

2.2 通气方式

全麻诱导期传统的给氧方法是在患者停止呼吸时用面罩扣在其面部正压辅助通气。这种方法可能会增加气体进入胃内的概率, 增加反流误吸的风险。对于腹腔镜手术, 胃内气体的增加又会

带来手术视野减小、操作难度增加等问题。但是通过改变诱导前后呼吸方式及借助于其他呼吸辅助工具可以有效地提升无通气安全时限。

2.2.1 自主呼吸法

石伟等^[12]在麻醉诱导前让患者自主呼吸3 min, 相较于传统给氧方法, 无通气安全时限延长, 同时胃内积气减少。黄邵强等^[13]也指出: 全麻诱导预给氧前采用潮气量呼吸3 min紧接快速顺序诱导的方式, 与常规诱导面罩正压通气相比, 无通气安全时限明显增长; 同时指出在情况紧急时采用30 s内深呼吸4次的方法, 虽然无通气安全时限较传统方式短, 但能满足大多数麻醉插管耗时的需要。有学者^[14]建议在60 s内进行8次深呼吸, 该法与传统的30 s内深呼吸4次的给氧方法相比, 无通气安全时限无明显差异, 但减少了相应的胃胀气等潜在危险, 更推荐急诊手术患者饱胃时使用。Nimmagadda等^[15]通过测量呼吸末端氧浓度(ETO_2), 发现60 s内通过深呼吸8次最终获得 ETO_2 约87%, 低于传统的预吸氧法($ETO_2 \geq 90\%$), 只有当呼吸时间延长到1.5~2 min时, 两者才类似。而在此基础上, Baraka等^[16]提出在传统的预氧方法前加用“深吸一口气”的步骤, 通过减少肺内含氮量, 从而优化预吸氧效果, 此法相较于传统给氧法60 s时的 ETO_2 更高。

2.2.2 正压辅助通气法

Sreejit等^[7]指出: 全麻诱导前面罩预充氧5 min期间运用持续气道正压通气(CPAP 5 cmH₂O), 可显著提高无通气安全时限。韩洪涛等^[17]在使用CPAP(6 cmH₂O)的同时, 加用压迫环状软骨法(cricoid pressure, CP)取得类似效果, 而且可以防止因正压通气而导致的胃胀气。邵大清等^[18]指出肥胖患者及老年患者在全麻诱导呼吸暂停后面罩下加用PEEP(6 cmH₂O)可以有效降低肺内分流, 延长无通气安全时限。Herriger等^[1]对于正常体重成年患者, 麻醉诱导中联合运用这2种正压通气(CPAP+PEEP, 6 cmH₂O)的策略可以延长无通气安全时限2 min左右。而对肥胖人群(BMI>35 kg/m²), Gander等^[19]研究发现联合使用CPAP+PEEP(均为10 cmH₂O)无通气安全时限平均延长约1 min。

正压辅助通气法的理论基础在于通过在吸气期内持续稳定地施加正压气流大于吸气气流, 使得患者增加潮气量, 同时呼气期气道内也形成正压, 使得肺泡萎陷减少, FRC增加, 最终提高机体氧储备^[19]。

2.3 体位

人体主要的呼吸肌是膈肌, 站立时吸气的主要力量来自于膈肌收缩并向下移位, 而当人处于仰卧位时, 膈肌向头侧移位, 吸气时只能承担站立位时2/3的吸气力, 同时腹腔内脏也向头侧移位, 并对近背侧的膈肌造成压迫而使膈肌进一步移向头侧。FRC和肺总容量都相应减少。黄小静等^[20]发现: 对于正常体重成年人, 头高15°斜坡位相较于平卧位可以有效延长无通气安全时限, 而不影响气管插管操作。Ramkumar等^[21]则运用头高20°斜坡位的预吸氧方式, 发现同样可以延长无通气安全时限。

与正常体重成年人相比, 肥胖患者因为胸腹部过多脂肪的限制, 胸廓扩张受影响, 胸肺顺应性较差, 继而肺活量减少, FRC减少, 肥胖患者在平卧位时这些表现更为明显。Altermatt等^[22]发现将肥胖患者处于坐位时进行麻醉诱导也能延长无通气安全时限, 但坐位降低了患者的舒适度及增加了麻醉医师的操作难度。Boyce等^[23]推荐: 对于重度肥胖患者, 采用30°反屈氏体位(reverse Trendelenburg's position)相较于平卧位, 可以延长无通气时限约1 min。王泓波等^[24]发现: 对肥胖患者预给氧时使用头高25°斜坡位的方式可以明显改善患者的无通气安全时限。同样, Lane等^[6]采用20°头高位也有类似发现。而唐李隽等^[8]采用15°头高位时, 虽然也可以延长无通气安全时限, 但FRC增加效果不如25°明显。

头高斜坡位增加无通气安全时限的原理在于: 一方面因膈肌稍微往下移位, 胸腔内容积相较于仰卧位时增多, 同时减轻腹腔内脏器对膈肌的压迫, 胸廓顺应性变大, 下肺部压力性肺不张得到缓解, FRC得以增加^[25]; 另一方面, 因为重力的影响, 可改变机体组织器官的血液分布。当患者处于头高位时, 心脏水平以下的静脉相较于平卧位都低于腔静脉, 使得血液回流心脏变少, 心排量继而减小, 随之组织器官的灌注量降低, 最终导致氧代谢减少^[8]。

2.4 人工气道工具

程涛等^[26]发现, 对于全麻手术患者, 使用鼻导管吸氧法较传统面罩给氧方法(氧流量均为5 L/min)的无通气安全时限长。彭俊等^[27]对非困难气道患者麻醉诱导前使用高流量(60 L/min)纯氧经鼻导管通气, 也可以达到类似效果。Taha等^[28]则在诱导结束呼吸暂停后加用鼻咽通气管持续吹入氧气, 同样也有效增加了无通气安全时限。针对阻塞性

睡眠呼吸暂停综合征患者, 贺伟忠等^[5]在全麻诱导期表面麻醉后使用OPLAC喉罩通气也延长了无通气安全时限, 吸氧效果增加。

2.5 其他因素

术前血红蛋白水平对无通气安全时限有一定的影响。耿桂启等^[2]发现慢性贫血因素可减少女性患者全麻诱导期无通气安全时限。人体内1 g血红蛋白可以与1.34~1.39 mL氧气结合, 当机体血红蛋白减少时, 氧与血红蛋白的结合也相应减少, 从而影响了机体氧储备。在成年患者中, 年龄因素也会影响无通气的安全时限。年龄越大的患者因为肺内氧储备量减少, 因而机体对缺氧更为敏感, 无通气安全时限减少^[29]。

王漠等^[30]对尘肺患者进行研究, 发现随尘肺的期别发展, 患者的无通气期安全时限逐渐缩短, III期尘肺患者尤甚突出。当然氧浓度大小对无通气安全时限也有一定的影响。钟凤华等^[4,31]则认为对于业务熟练的麻醉医师, 即使全麻诱导时无通气安全时限缩短了, 但仅用40%氧浓度的氧气或直接使用空气进行面罩通气即可有足够的时间来完成气管插管操作, 减少了诱导期肺不张的形成及相关并发症的出现。

3 结语

在临床麻醉工作中, 一个合格的麻醉医师针对不同的患者要有不同的认识, 结合自己的操作习惯及已有的工具, 选用合适的方法, 充分把握住无通气安全时限的相关概念, 提高患者氧气储备, 在气管插管过程中避免出现低氧血症及减少反流误吸的发生。

参考文献

1. Herriger A, Frascarolo P, Spahn DR, et al. The effect of positive airway pressure during pre-oxygenation and induction of anaesthesia upon duration of non-hypoxic apnoea[J]. *Anaesthesia*, 2004, 59(3): 243-247.
2. 耿桂启, 刘海恋, 黄绍强. 慢性贫血因素对女性患者全麻诱导气管插管时无通气安全时限的影响[J]. *中华麻醉学杂志*, 2014, 34(7): 812-814.
GENG Guiqi, LIU Hailian, HUANG Shaoqiang. Effect of chronic anemia on duration of non-hypoxic apnea during tracheal intubation after induction of general anesthesia in female patients[J]. *Chinese*

- Journal of Anesthesiology, 2014, 34(7): 812-814.
3. 朱贤林, 但伶, 李炜, 等. 体重指数对患者耐受呼吸暂停安全时限的影响[J]. 重庆医科大学学报, 2010, 35(7): 1074-1076.
ZHU Xianlin, DAN Ling, LI Wei, et al. Effects of body mass index of patients on duration of non-hypoxic apnoea[J]. Journal of Chongqing Medical University, 2010, 35(7): 1074-1076.
 4. 钟凤华, 李冬雪, 李子嘉, 等. 全麻诱导期不同吸氧浓度对气管插管时无通气安全时限的影响[J]. 中华生物医学工程杂志, 2018, 24(4): 272-277.
ZHONG Fenghua, LI Dongxue, LI Zijia, et al. Effect of different oxygen inhalation concentrations on safe duration of apnea during tracheal intubation under general anesthesia[J]. Chinese Journal of Biomedical Engineering, 2018, 24(4): 272-277.
 5. 贺伟忠, 杨义, 闫国中, 等. OPLAC喉罩通气对OSAS患者全麻诱导期低氧血症的影响[J]. 中国实用医刊, 2016, 43(23): 52-54.
HE Weizhong, YANG Yi, YAN Guozhong, et al. Effects of OPLAC laryngeal mask airway ventilation on OSAS patients during induction of general anesthesia[J]. Chinese Journal of Practical Medicine, 2016, 43(23): 52-54.
 6. Lane S, Saunders D, Schofield A, et al. A prospective, randomised controlled trial comparing the efficacy of pre-oxygenation in the 20 degrees head-up vs supine position[J]. Anaesthesia, 2005, 60(11): 1064-1067.
 7. Sreejit MS, Ramkumar V. Effect of positive airway pressure during pre-oxygenation and induction of anaesthesia upon safe duration of apnoea[J]. Indian J Anaesth, 2015, 59(4): 216-221.
 8. 唐李隼, 汪正平, 黄施伟, 等. 头高位对肥胖患者全麻诱导期无通气时限的影响[J]. 临床麻醉学杂志, 2008, 24(10): 877-879.
TANG Lijun, WANG Zhengping, HUANG Shiwei, et al. Effect of head height on duration of non-hypoxic apnoea during induction of general anesthesia in obese patients[J]. Journal of Clinical Anesthesiology, 2008, 24(10): 877-879.
 9. Jense HG, Dubin SA, Silverstein PI, et al. Effect of obesity on safe duration of apnea in anesthetized humans[J]. Anesth Analg, 1991, 72(1): 89-93.
 10. Jones RL, Nzekwu MM. The effects of body mass index on lung volumes[J]. Chest, 2006, 130(3): 827-833.
 11. Prentice AM, Black AE, Coward WA, et al. Energy expenditure in overweight and obese adults in affluent societies: an analysis of 319 doubly-labelled water measurements[J]. Eur J Clin Nutr, 1996, 50(2): 93-97.
 12. 石伟, 王硕, 石碧明, 等. 不同吸氧去氮方法对腹腔镜手术全身麻醉诱导的影响[J]. 中国药物与临床, 2018, 18(7): 1186-1188.
SHI Wei, WANG Shuo, SHI Biming, et al. Effects of different oxygen and nitrogen removal methods on induction of general anesthesia in laparoscopic surgery[J]. Chinese Remedies & Clinics, 2018, 18(7): 1186-1188.
 13. 黄绍强, 解轶, 耿桂启. 给氧方式对全麻插管安全时限的影响[J]. 临床麻醉学杂志, 2009, 25(7): 587-590.
HUANG Shaoqiang, XIE Yi, GENG Guiqi. Effect of oxygenation techniques on the safety period for tracheal intubation[J]. The Journal of Clinical Anesthesiology, 2009, 25(7): 587-590.
 14. Pandit JJ, Thomas D, Robbins PA. Total oxygen uptake with two maximal breathing techniques and the tidal volume breathing technique: a physiologic study of preoxygenation[J]. Anesthesiology, 2003, 99(4): 841-846.
 15. Nimmagadda U, Chiravuri SD, Salem MR, et al. Preoxygenation with tidal volume and deep breathing techniques: the impact of duration of breathing and fresh gas flow[J]. Anesth Analg, 2001, 92(5): 1337-1341.
 16. Baraka AS, Taha SK, El-Khatib MF, et al. Oxygenation using tidal volume breathing after maximal exhalation[J]. Anesth Analg, 2003, 97(5): 1533-1535.
 17. 韩洪涛, 王亚丽, 薛刚. 持续气道正压通气联合环状软骨压迫法对全身麻醉诱导期无通气安全时限的影响[J]. 实用临床医药杂志, 2013, 17(21): 73-76.
HAN Hongtao, WANG Yali, XUE Gang. Effects of continuous positive airway pressure combined with cricoid pressure on non-ventilation safe time limit during induction of general anaesthesia[J]. Journal of Clinical Medicine in Practice, 2013, 17(21): 73-76.
 18. 邵大清, 叶志坚, 卢照德, 等. 呼气末正压通气对肥胖患者全麻诱导期肺内分流和氧合指数的影响[J]. 浙江实用医学, 2013(4): 237-239.
SHAO Daqing, YE Zhijian, LU Zhaode, et al. Effect of positive end-expiratory pressure ventilation on intrapulmonary shunt and oxygenation index during induction of general anesthesia in obese patients[J]. Zhejiang Practical Medicine, 2013(4): 237-239.
 19. Gander S, Frascarolo P, Suter M, et al. Positive end-expiratory pressure during induction of general anesthesia increases duration of nonhypoxic apnea in morbidly obese patients[J]. Anesth Analg, 2005, 100(2): 580-584.
 20. 黄小静, 李士通, 汪正平, 等. 全麻诱导期头高15°斜坡位对无通气安全时限的影响[J]. 医学新知杂志, 2007, 17(6): 319-321.
HUANG Xiaojing, LI Shitong, WANG Zhengping, et al. Effect of 15° head-up tilt position during pre-oxygenation and induction of general anaesthesia on duration of non-hypoxic apnoea[J]. Journal of New Medicine, 2007, 17(6): 319-321.
 21. Ramkumar V, Umesh G, Philip FA. Preoxygenation with 20° head-up tilt provides longer duration of non-hypoxic apnea than conventional preoxygenation in non-obese healthy adults[J]. J Anesth, 2011, 25(2): 189-194.
 22. Altermatt FR, Muñoz HR, Delfino AE, et al. Pre-oxygenation in the obese patient: effects of position on tolerance to apnoea[J]. Br J

- Anaesth, 2005, 95(5): 706-709.
23. Boyce JR, Ness T, Castroman P, et al. A preliminary study of the optimal anesthesia positioning for the morbidly obese patient[J]. *Obes Surg*, 2003, 13(1): 4-9.
 24. 王泓波, 佟德惠. 肥胖病人头高位预氧合的安全时限研究[J]. *临床麻醉学杂志*, 2007, 23(11): 940-941.
WANG Hongbo, TONG Dehui. Study on safety time limit of pre-oxygenation in obese patients[J]. *The Journal of Clinical Anesthesiology*, 2007, 23(11): 940-941.
 25. Magnusson L, Spahn DR. New concepts of atelectasis during general anaesthesia[J]. *Br J Anaesth*, 2003, 91(1): 61-72.
 26. 程涛, 于朝霞, 高尚超, 等. 鼻导管吸氧去氮法对全麻患者诱导时血气分析值的影响[J]. *中国实用医药*, 2016, 11(17): 218-219.
CHENG Tao, YU Zhaoxia, GAO Shangchao, et al. Effect of nasal tube oxygenation and denitrication on blood gas analysis value during induction of general anesthesia[J]. *China Practical Medical*, 2016, 11(17): 218-219.
 27. 彭俊, 陈羽青, 叶健鸿, 等. 经鼻高流量吸氧对预充氧及安全窒息时限的影响[J]. *中山大学学报(医学科学版)*, 2018, 39(2): 263-268.
PENG Jun, CHEN Yuqing, YE Jianhong, et al. Clinical effects of high flow nasal cannular insufflation on preoxygenation and extension of safe apneic period[J]. *Journal of Sun Yat-sen University. Medical Sciences*, 2018, 39(2): 263-268.
 28. Taha SK, Siddik-Sayyid SM, El-Khatib MF, et al. Nasopharyngeal oxygen insufflation following pre-oxygenation using the four deep breath technique[J]. *Anaesthesia*, 2006, 61(5): 427-430.
 29. 张黄丽, 张桂荣. 年龄对无通气安全时限的影响[J]. *山西临床医药*, 2001, 10(4): 297.
ZHANG Huangli, ZHANG Guirong. The effect of age on duration of non-hypoxic apnoea[J]. *Shanxi Clinical Medicine*, 2001, 10(4): 297.
 30. 王漠, 周洪恩, 张才军, 等. 期别不同对尘肺患者无通气期安全时限的影响[J]. *工业卫生与职业病*, 2011, 37(3): 153-155.
WANG Mo, ZHOU Hong'en, ZHANG Caijun, et al. Effects of different pneumoconiosis stages on safe duration of apnoea[J]. *Industrial Health and Occupational Diseases*, 2011, 37(3): 153-155.
 31. 李子嘉, 芦坤, 王凯, 等. 全麻诱导期间空气面罩通气与纯氧面罩通气的无通气安全时限和气管插管时长的比较[J]. *南方医科大学学报*, 2017, 37(12): 1643-1647.
LI Zijia, LU Kun, WANG Kai, et al. Comparison of safe duration of apnea and intubation time in face mask ventilation with air versus 100% oxygen during induction of general anesthesia[J]. *Journal of Southern Medical University*, 2017, 37(12): 1643-1647.

本文引用: 谢云斌, 邵东华. 全身麻醉诱导期无通气安全时限的研究进展[J]. *临床与病理杂志*, 2019, 39(10): 2304-2308. doi: 10.3978/j.issn.2095-6959.2019.10.032

Cite this article as: XIE Yunbin, SHAO Donghua. Research progress of duration of non-hypoxic apnoea during induction of general anesthesia[J]. *Journal of Clinical and Pathological Research*, 2019, 39(10): 2304-2308. doi: 10.3978/j.issn.2095-6959.2019.10.032