

经口气管插管的定位评估防逆流装置的设计与 效用评价

鲍礼智^{1,4}, 朱玉峰², 姜梦妮⁵, 宋婧文¹, 王忠凯¹, 程 昉³, 郭志福^{1*}, 郑 兴^{1*}

(1. 第二军医大学附属上海长海医院心血管内科, 上海 200433; 2. 解放军第422医院心内科, 广东 湛江 524005;
3. 同济大学附属同济医院风湿免疫科, 上海 200065; 4. 解放军75560部队医院, 海南 定安 571231;
5. 第二军医大学附属上海长海医院消化内科, 上海 200433)

【摘要】 目的 改进实验大鼠经口气管插管定位技术, 提高气管插管效率, 减少并发症。**方法** 采用临床套管针和静脉留置针组合, 设计自制的气管插管定位防逆流装置。60只成年雄性SD大鼠随机分成A、B两组, A组40只, 用于定位效果测试, B组20只用于防逆流测试。A组进一步分为A1组采用自行设计的定位装置, A2组采用雾气法, A3组采取棉纤维法进行定位判断。B组分为B1、B2两个亚组, 均采取气泡逸出作为定位观察手段, 不同的是B1使用圆台状防逆流装置, B2组不使用。采用透光法经口气管插管, 观察并记录定位时间、呼气相定位效果、吸气相逆流水柱长度。A1组进一步行气管切开术在直视下明确定位状况。**结果** 在呼气周期内, 观察出泡口连续逸出3个以上的气泡, 可以确定插管在位良好并通畅。定位时间: A1组需要 (1.75 ± 1.02) 个呼吸周期, A2组需要 (3.30 ± 0.95) 个呼吸周期, A3组需要 (4.10 ± 0.99) 个呼吸周期。A2组与A3组两组间比较差异无显著性($P > 0.05$), A1组明确定位需要的时间明显少于A2、A3组, 差异有显著性($P < 0.01$)。B1组最长逆流水柱长度为 (3.23 ± 0.53) cm, B2组最长逆流水柱长度为 (8.48 ± 1.01) cm。**结论** 自制实验大鼠经口气管插管的定位评估防逆流装置结构简单, 使用方便, 能有效提高气管插管的定位效率, 有较好的实验应用价值。

【关键词】 大鼠; 气管内; 插管; 方法

【中图分类号】 R-33 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1671-7856(2017) 08-0070-05

doi: 10.3969/j.issn.1671-7856.2017.08.014

A simple and effective anti-backflow positioning evaluation device for orotracheal intubation in rats

BAO Li-zhi^{1,4}, ZHU Yu-feng², JIANG Meng-ni⁵, SONG Jing-wen¹, WANG Zhong-kai¹, CHENG Fang³,
GUO Zhi-fu^{1*}, ZHENG Xing^{1*}

(1. Department of Cardiology, Changhai Hospital, Shanghai 200433, China; 2. Department of Cardiovascular Medicine, NO. 422 Hospital of PLA, Zhanjiang 524005; 3. Department of Rheumatology, Tongji Hospital, Tongji University, Shanghai 200065; 4. 75560 Army Hospital of PLA, Dingan 571231; 5. Department of Gastroenterology, Changhai Hospital, Shanghai 200433)

【Abstract】 Objective To improve the orotracheal intubation verifying technique and reduce the complication of backflow in rat experiment. **Methods** A new position evaluation of anti-backflow device was designed and made of safety

【基金项目】 国家自然科学基金(81470517, 81302163)。

【作者简介】 鲍礼智(1980-), 男, 博士生, 研究方向: 分子心脏病学研究。

【通讯作者】 郑兴(1957-), 男, 教授, 研究方向: 分子心脏病学研究。E-mail: zhengxing57530@163.com; 郭志福(1978-), 男, 副教授, 研究方向: 心血管活性多肽研究, E-mail: guozhifu@126.com

IV catheter and closed IV catheter system. 60 adult male Sprague Dawley rats 216 ± 20 g were randomly assigned to two groups: group A ($n=40$) for verifying placement, group B ($n=20$) for anti-backflow test. Group A was further divided into group A1 using self-designed positioning device, group A2 using aerosol, group A3 taking cotton fiber for positioning judgment. The group B was divided into two subgroups, B1 and B2, counting escaped bubbles as a means of positioning observation, the difference is that group B1 using frustum of a cone shape anti-backflow device, while the group B2 using common airway tube. Routine endotracheal intubation was performed to observe and record the time of positioning, the location of exhalation phase, and the length of inspiratory phase countercurrent water column. The group A1 further performed tracheotomy under direct vision clearly to confirm the anatomic positioning status. **Results** During the exhalation cycle, three or more bubbles were observed to escape continuously, indicating that the intubation tube was properly placed and open in the airway. Positioning time: It took 1.75 ± 1.02 respiratory cycles in group A1, 3.30 ± 0.95 respiratory cycles in group A2 and 4.10 ± 0.99 respiratory cycles in group A3 to complete the assessment the positioning status. There was no statistically significant difference between groups A2 and A3 ($P > 0.05$). The time needed for group A1 was significantly shorter than that of groups A2 and A3 ($P < 0.01$). The longest countercurrent water column length in group B1 was 3.23 ± 0.53 cm, and 8.48 ± 1.01 cm in the group B2. **Conclusions** The new designed anti-backflow positioning evaluation device is a simple and convenient appliance to evaluate the location of orotracheal intubation in rat experiment. It can effectively improve the positioning efficiency and has practical application value.

【Key words】 Rat; Endotracheal; Intubation; Method

大鼠麻醉后根据实验需要进行气道管理,可以采用气管插管连接呼吸机的方式进行辅助呼吸,保证开胸手术的顺利进行,也可以进行下呼吸道给药,还可以进行气道造影的影像学检查。气管插管的常用方法是气管切开直视下插管和经口气管插管两种方法,前者因为是有创操作,存在一定的并发症风险而被尽量避免,后者成为动物实验气道管理的主要方式,光纤引导^[1]、内窥镜^[2]、耳镜^[3]、喉镜辅助^[4]等诸多操作经验不断被文献报道出来。在实际操作中,由于大鼠麻醉一般较浅,保持基本的咽喉神经反射,气管插管进入咽喉后大鼠会厌关闭伴有挣扎躁动,气管插管容易移位滑入邻近的食道,造成通气失败。反复的插管操作不仅增加喉痉挛、粘液堵塞、喉水肿的风险^[5],而且发生呼吸衰竭、甚至死亡的比例也会升高。因此,很有必要在大鼠气管插管后进一步进行定位评估,确保插管在大鼠的气管管腔中,避免不必要的插管操作。在开胸手术过程中,插管在大鼠气管中可能发生滑脱、移位、分泌物堵塞等意外,根据实验具体情况,需要重复观察,明确插管在位情况。目前最常用的定位方法有观察近口处镜子形成的雾气^[6]、棉花纤维随口中呼出的气流而摆动,还有用巴氏移液管^[1]或皮球^[7]打气观察胸廓起伏,伸缩导管的水柱摆动^[8]等方法,都不同程度存在受实验环境因素或主观因素干扰、操作繁琐等不足。笔者在大鼠心肌梗造模过程中,根据大鼠气道解剖特点,利用临床常用的简便器材,设计了一种简单易操作的经口气管插管的定

位评估防逆流装置,通过应用这种装置进行气管内插管,可以更快速、安全地完成操作,而且在实验过程中方便随时观察插管有无移位及通畅情况。

1 材料和方法

1.1 实验动物及分组

SPF 级雄性 SD 大鼠 60 只,8~10 周龄,体重(216 ± 20)g,购自上海西普尔-必凯实验动物有限公司[SCXK(沪)2013-0016]。60 只成年 SD 大鼠的饲养及所有操作均在第二军医大学实验动物中心小动物屏障实验室进行[SYXK(沪)2012-0003],并按实验动物使用的 3R 原则给予人道的关怀。自由进食,12 h 光照。

适应性饲养 1 周后,随机分成 A、B 两组,A 组 40 只,用于定位效果测试,B 组 20 只用于防逆流测试。A 组进一步分为 A1 组($n=20$ 只),采用自行设计的定位装置,A2 组($n=10$ 只)采用雾气法进行定位,A3 组($n=10$ 只)采取棉纤维法进行定位判断。B 组分为 B1、B2 两个亚组($n=10$ 只),均采取气泡逸出作为定位观察手段,不同的是 B1 使用圆台状防逆流装置,B2 组不使用。

1.2 主要试剂与仪器

水合氯醛(国药集团化学试剂有限公司),用无菌生理盐水配成 10% 水合氯醛溶液;Veet 脱毛膏(Reckitt Benckiser 公司)。

动物呼吸机(ALC-V8,上海奥尔科特生物科技有限公司);固定木板,冷光源(L2 型,Leica 公司);

Falcon 细胞培养皿 (60 × 15 mm, Corning 公司); Introcan Safety 静脉套管针 (14 G × 1 $\frac{1}{4}$ " , 2.2 × 32 mm, Safety Iv Catheter, B. Braun 公司); 密闭式静脉留置针 (24 G × 0.75" , 0.7 × 19 mm, Closed IV Catheter System, BD 公司); 清创手术器械套装 (组织镊、血管钳、手术刀柄、手术刀片、持针钳、角针、医用真丝编织线、线剪)、布绳、消毒棉签、镜子及胶布等。

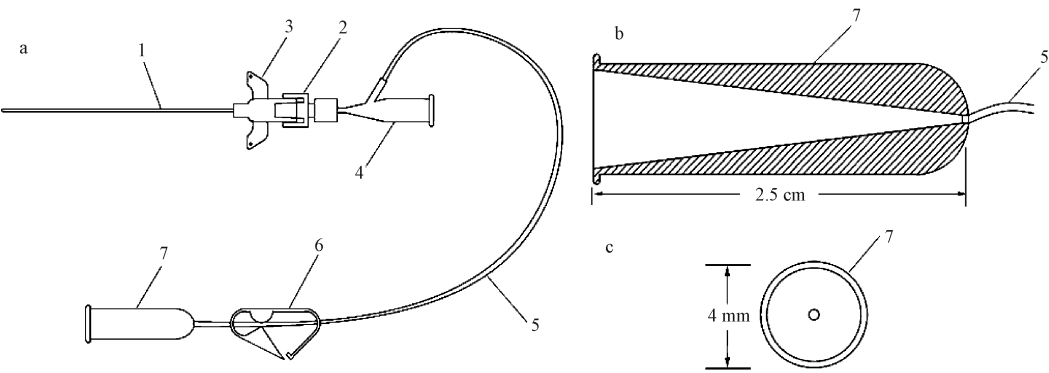
1.3 实验方法

1.3.1 实验大鼠经口气管插管的定位评估防逆流装置的设计

本实验所涉及的定位评估防逆流装置,包括插管、转接头、三通接头、导气管、开关和气泡筒,插管与转接头的前端连接,转接头的后端与三通接头的

第一端口连接,三通接头的第二端口连接呼吸机,导气管的前端与三通接头的第三端口连接、后端与气泡筒连通,气泡筒内部设有横截面呈圆形、纵截面呈梯形的圆台状气流通道,气流通道的孔径小的端口与导气管连通、孔径大的端口为出泡口,导气管上安装有开关便于定位评估与呼吸机辅助通气两种工作状态的切换。见图 1。

此设计可以利用临床操作中常用的材料进行快速拼合,分别使用 Introcan Safety 静脉套管针,密闭式静脉留置针。静脉留置针可将金属针芯适当截短,并打磨光滑,以防刺伤声门及气道周围组织。套管针的手持柄可以适度修剪,以便卡住大鼠上门齿,从而固定住本装置。各连接处可适当用胶布固定,便于重复使用。见图 2。



注:(a)大体结构图;(b)气泡筒纵截面图;(c)气泡筒横截面图;(1)插管;(2)转接头;(3)手持柄;(4)三通接头;(5)导气管;(6)开关;(7)气泡筒。

图 1 经口气管插管的定位评估防逆流装置结构示意图

Note. (a) Structural drawing; (b) Longitudinal cross section of the bubble tube; (c) Bubble tube cross section; (1) Intubation tube; (2) Adapter; (3) Handle; (4) Three way cock; (5) Air flow tube; (6) Switch; (7) Bubble tube.

Fig.1 Sketch map of the anti-backflow positioning evaluation device



图 2 临床套管器材拼合图

Fig.2 Combination of the clinical cannula equipment

1.3.2 气管内插管及定位评估步骤(数字标示参见图 1)

采用 10% 水合氯醛按 350 mg/kg 体重的剂量腹腔注射麻醉大鼠完毕,取仰卧斜坡位 45°,平躺于 25 × 16 cm 木板上,固定四肢及上门齿。左手持无齿镊轻轻夹住舌头往左侧外上方向牵拉,暴露咽喉部,取冷光源对准颈部中段对应咽喉声门的部位,操作者视线与咽喉纵轴平行,利用透光法^[9]可以观察到大鼠会厌部一张一合,中间有一个透亮小点,那就是气管插管的入口。右手握住手柄部位将带针芯的插管套管,沿咽喉深入,观察会厌部张开的间隙,果断插入,通过声门时略有阻力,继续深入 3 ~ 4 mm,插管头端即位于气道内。由于插入会厌的同时,会厌反射出现吞咽动作,大鼠常常伴有一定程度的躁动,因此,操作者的视野被遮蔽,插管也有可能滑入邻近的食道。插管完毕,通过转接头 2 与三通头 4、气泡筒 7 等定位评估防逆流装置连接。

准备盛有少许双蒸水的细胞培养皿,将气泡筒的出泡口刚好没入水平面之下,观察伴随大鼠呼吸,出泡口是否有气泡逸出。如果没有气泡逸出,略提高将气泡筒抬高出水面,观察出泡口的水膜是否存在与大鼠呼吸节奏一致的起伏变化。插管定位完毕后,将开关 6 关闭,将三通接头的第二端口连接呼吸机,为实验大鼠提供气体辅助呼吸。如在实验操作中需要再次评估插管 1 的在位情况,以防移位或分泌物堵塞造成的通气失败,可以关闭呼吸机通路,重新打开开关 6,重复上述评估流程。

A1 组 30 只大鼠插管定位评估结束后均取颈部中线 10 mm 切口,用蚊式血管钳分开筋膜及颈前肌群,即可见到白色、有环行软骨的气管。于 5 ~ 6 气管环上下切开气管,观察插管在位情况,有无分泌物堵塞。观察结束,常规缝合皮肤及皮下组织。

1.3.3 观察指标

定位效果:对 A1 组 20 只大鼠采取一次性插管操作,观察气泡逸出数量,如果气泡逸出,提起圆台筒,观察有无水膜起伏。同时通过颈前皮肤入路,切开气管,观察插管的最头端的位置及通畅情况。

定位时间:对 A 组 40 只大鼠采取一次性插管操作,A1 采用自制定位装置观察并定位。A2 组采用镜子靠近插管出气口,观察有无雾气出现来判断定位。A3 组采用纤细的单根棉纤维置于插管出气口,观察棉纤维的摆动来推测插管是否位于气道内。三种定位时间均以大鼠的呼吸周期数量来计算。

逆流水柱长度:从气泡逸出口作为起点,分别量取三个呼吸周期逆流的最长水柱的长度并取平均值。

1.4 统计学方法

应用 SPSS 21.0 统计学软件,实验数据以平均数 ± 标准差($\bar{x} \pm s$)表示,两样本比较采用 t 检验,多样本比较采用单因素方差分析,以 $P < 0.05$ 为差异有显著性。

2 结果

在大鼠的每个呼气周期内,出泡口连续逸出 3 个以上气泡,与大鼠呼吸的节律一致,则说明插管的插入位置良好,气道通畅;若每个呼气周期内出泡口未见气泡逸出,提出气泡筒可见出泡口位置的水膜发生起伏,表明插管定位欠佳、插管进气口周围气道分泌物较多,需要对位置进行调整;如果既未见气泡逸出、出泡口水膜的起伏不明显,表明插管误入食道或者插管头端进气口完全被分泌物堵塞,需要重新进行插管或者对大鼠的气道进行清理。如果逸出 1 ~ 3 个与大鼠呼吸节律一致的气泡,表明气管插管贴壁或分泌物部分堵塞管腔。(见表 1)操作过程中及操作后 48 h 和 1 周均未见大鼠异常或死亡。

定位时间:A1 组明确定位需要(1.75 ± 1.02)个呼吸周期,A2 组需要(3.30 ± 0.95)个呼吸周期,A3 组需要(4.10 ± 0.99)个呼吸周期。A2 组与 A3 组两组间比较差异无显著性($P > 0.05$),A1 组明确定位需要的时间明显低于 A2、A3 组,差异有显著性($P < 0.01$)。

最大逆流水柱长度:B1 组最长逆流水柱长度为(3.23 ± 0.53)cm,B2 组最长逆流水柱长度为(8.48 ± 1.01)cm。两组间比较差异有显著性($P < 0.01$)。

3 讨论

在本装置中,三通接头将插管、呼吸机和用于定位评估的气泡筒连接,插管经口插入到大鼠的咽喉处声门以下,连接呼吸机进行辅助呼吸,将气泡筒的出泡口刚好没于水面之下,通过观察气泡筒的气泡逸出情况以及将气泡筒略提出水面,表面张力在出泡口自然形成水膜,通过观察水膜的起伏状况,从而判断插管插入到大鼠咽喉的位置是否正确或者插管是否发生堵塞,方便及时作出调整,确保插管插入到大鼠的气管管腔中并保持通畅。通过

表 1 插管后解剖定位情况
Tab. 1 Anatomical position after intubation

观察情况 Observed results	解剖定位 Anatomical location	通畅情况 Flow conditions	大鼠数量 Rat number
无气泡逸出 Bubble free	食管 Esophagus	通畅 Unobstructed	3
无水膜起伏 No water film fluctuation	气管 Trachea	分泌物完全堵塞管腔 Completely blocked	1
无气泡逸出 Bubble free	气管 Trachea	分泌物部分堵塞管腔 Partially blocked	2
有水膜起伏 Water film fluctuation			
		气管插管贴壁 Cannula is placed against the trachea wall	1
1 ~ 2 个气泡逸出 1 ~ 2 bubbles escaped	气管 Trachea	分泌物部分堵塞管腔 Partially blocked	2
3 个以上连续气泡 ≥3 bubbles escaped	气管 Trachea	管腔通畅 Unobstructed	11

与胸部起伏反映出的呼气节律一致的气泡来判断插管定位虽然快速、准确、直观,但吸气期返流的水柱如果到达口腔亦可能引起呛咳、窒息、呼吸衰竭等并发症,特别是在大鼠麻醉程度不深,躁动或呼吸机抵抗引起潮气量增大时,返流的风险更大。气泡筒内部的气流通道设计为横截面呈圆形、纵截面呈梯形的圆台状结构,一方面有利于大鼠呼气时在出泡口的位置观察到明显的气泡逸出,同时从通气管到圆台结构的改变,可以滤过胃肠道自然蠕动引起的微量气流改变产生的干扰,另一方面有利于防止大鼠吸气时水沿着导气管发生逆流。这种三通管的结构设计,有利于在实验操作中随时评估插管的在位情况,以防移位或分泌物堵塞造成的通气失败,特别是开胸手术过程中,器械牵拉、肺不张等因素影响,不便于观察胸廓起伏,更需要借助不影响手术操作的方式来准确判断通气状况。此装置在本课题组的动物实验过程中使用超过 500 次,无论是配合呼吸机辅助通气还是通过微量进样针气道内给药,总体效果良好,值得进一步推广。

参考文献:

[1] Rivera B, Miller S, Brown E, et al. A novel method for endotracheal intubation of mice and rats used in imaging studies

[J]. Contemp Top Lab Anim Sci, 2005, 44(2): 52-55.
[2] Vergari A, Polito A, Musumeci M, et al. Video-assisted orotracheal intubation in mice [J]. Lab Anim, 2003, 37(3): 204-206.
[3] Kastl S, Kotschenreuther U, Hille B, et al. Simplification of rat intubation on inclined metal plate [J]. Adv Physiol Educ, 2004, 28(1-4): 29-32.
[4] Spoelstra EN, Ince C, Koeman A, et al. A novel and simple method for endotracheal intubation of mice [J]. Lab Anim, 2007, 41(1): 128-135.
[5] Rivard AL, Simura KJ, Mohammed S, et al. Rat intubation and ventilation for surgical research [J]. J Invest Surg, 2006, 19(4): 267-274.
[6] Balloy V, Huerre M, Latge JP, et al. Differences in patterns of infection and inflammation for corticosteroid treatment and chemotherapy in experimental invasive pulmonary aspergillosis [J]. Infect Immun, 2005, 73(1): 494-503.
[7] 孙龙, 池一凡, 孙忠东, 等. 成年大鼠气管插管方法的改良 [J]. 中国比较医学杂志, 2008, 18(6): 63-64.
[8] Watanabe A, Hashimoto Y, Ochiai E, et al. A simple method for confirming correct endotracheal intubation in mice [J]. Lab Anim, 2009, 43(4): 399-401.
[9] Cambron H, Latulippe JF, Nguyen T, et al. Orotracheal intubation of rats by transillumination [J]. Lab Anim Sci, 1995, 45(3): 303-304.

[收稿日期] 2016-12-12