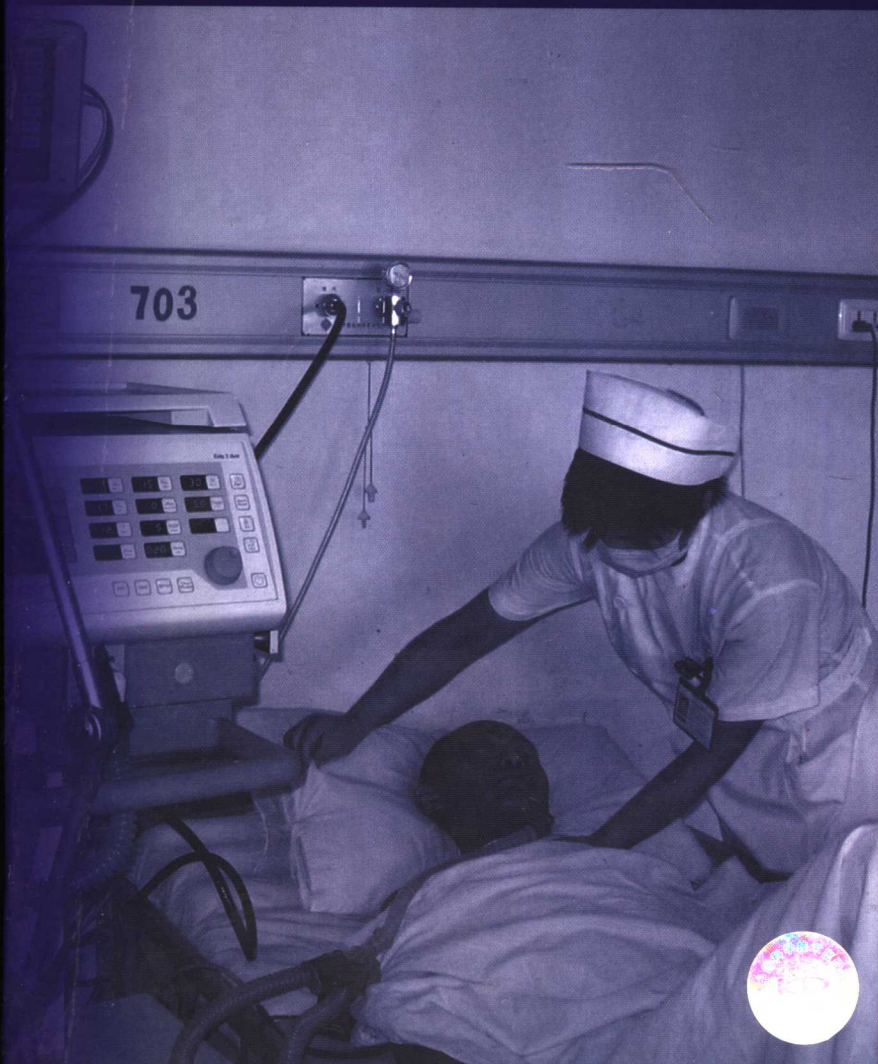


机械通气技术的 临床应用

JIXIE TONGQI JISHU
DE LINCHUANG YINGYONG

李爱敏 韩君花/主编



中国科学技术出版社

机械通气技术的临床应用

李爱敏 韩君花 主 编

中国科学技术出版社

· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

机械通气技术的临床应用/李爱敏,韩君花主编. —北京:中国科学技术出版社,2007.7

ISBN 978-7-5046-4737-5

I. 机… II. ①李… ②韩… III. 呼吸器-临床应用
IV. R318.13

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 100717 号

自 2006 年 4 月起本社图书封面均贴有防伪标志,未贴防伪标志的为盗版图书。

责任编辑: 黄爱群

封面设计: 部落艺族

责任印刷: 安利平

中国科学技术出版社出版

北京市海淀区中关村南大街 16 号 邮政编码: 100081

电话: 010-62103210 传真: 010-62183872

<http://www.kjpbooks.com.cn>

科学普及出版社发行部发行

邢台市华汇印刷有限公司印刷

开本: 787 毫米×1092 毫米 1/16 印张: 24 字数: 320 千字

2007 年 6 月第 1 版 2007 年 6 月第 1 次印刷

印数: 1—1000 册 定价: 36.00 元

ISBN 978-7-5046-4737-5/R·1288

(凡购买本社图书,如有缺页、倒页、
脱页等,本社发行部负责调换)

编委会名单

主 编 李爱敏 韩君花

副主编 高志国 王少霞 游俊芳

徐爱琴 王双彩

编 委 (按姓氏笔画为序)

尹志改 冯慧霞 孙永琴

刘翠华 李淑英 张素霞

张晓茹 孟亚静 孟爱国

霍秀英

内 容 提 要

本书介绍了机械通气的应用技术,主要包括常用的机械通气模式和机械通气的连接、常见疾病的机械通气策略、机械通气的监测及撤离技术。对于呼吸生理、和机械通气有关的酸碱与电解质紊乱、动脉血气分析、机械通气患者的护理和营养支持在本书中亦有比较详细的阐述。

本书的编写人员均为临床一线工作人员,有着丰富的临床经验和理论知识,紧密结合临床实践,解释并解决临床常见问题,并将理论知识与临床工作实践密切结合,从根本上阐述了机械通气,使学习者不仅会用而且明白其机理。对呼吸内科医师、ICU 医师、急诊科医师以及相关专业进修实习医师均有一定的参考价值。

第一章 概论.....	(1)
第二章 呼吸生理.....	(7)
第一节 通气.....	(8)
第二节 肺的血液循环.....	(8)
第三节 气体在肺内的交换	(33)
第四节 呼吸的调节	(36)
第五节 体位和姿势对呼吸生理的影响	(39)
第三章 呼吸衰竭	(48)
第四章 血气分析	(58)
第五章 机械通气的模式及临床应用	(75)
第一节 呼吸机治疗的目的及呼吸机临床应用的 适应证与禁忌证	(75)
第二节 主要通气模式的特点和应用	(78)
第三节 机械呼吸机的类型	(87)
第六章 通气方式的选择和参数调节	(89)
第一节 呼吸机连接方式	(89)
第二节 呼吸机类型、模式、功能选择	(90)
第三节 通气参数的调定	(92)
第四节 人机协调	(96)
第七章 无创性机械通气技术的临床应用.....	(103)
第一节 无创与有创通气的比较.....	(103)

第二节 无创性机械通气应用范围和指征	(104)
第三节 无创通气具体操作方法	(109)
第八章 肺保护性通气策略	(113)
第九章 常见疾病的通气策略	(118)
第一节 慢性阻塞性肺疾病合并呼吸衰竭的机械通气策略	(118)
第二节 急性呼吸窘迫综合征的机械通气策略	(137)
第三节 重症 SARS 有创性机械通气治疗	(154)
第四节 关于急性心源性肺水肿的机械通气策略	(159)
第五节 睡眠呼吸暂停低通气综合征的机械正压通气治疗	(169)
第六节 危重哮喘的机械通气策略	(184)
第七节 神经-肌肉疾病的机械通气治疗	(196)
第十章 机械通气的撤离	(201)
第一节 撤机前所需满足的条件	(201)
第二节 引起撤机困难的原因和处理	(203)
第三节 撤机前准备及撤机方法	(205)
第四节 无创通气在机械通气撤离中的应用	(218)
第五节 COPD 呼吸衰竭患者的撤机问题	(219)
第十一章 机械通气对生理功能的影响	(222)
第十二章 危重症病人呼吸监测	(227)
第十三章 和机械通气有关的酸碱与电解质紊乱	(235)
第一节 酸碱与酸碱紊乱	(235)
第二节 机械通气相关性酸碱紊乱	(249)
第三节 机械通气相关性电解质紊乱	(253)
第十四章 机械通气的并发症及防治	(257)
第一节 机械通气的并发症	(257)

第二节 机械通气并发症的原因和防治·····	(260)
第三节 机械通气的新对策·····	(263)
第十五章 呼吸机相关性肺炎·····	(266)
第一节 概述·····	(266)
第二节 呼吸机相关性肺炎临床表现·····	(272)
第三节 呼吸机相关性肺炎诊断标准与鉴别诊断·····	(276)
第四节 VAP 的预防措施·····	(277)
第五节 呼吸机相关性肺炎抗菌治疗·····	(282)
第十六章 重症呼吸监护患者的营养评价和支持·····	(287)
第一节 能量代谢的基础知识·····	(287)
第二节 呼吸重症病人的能量代谢·····	(289)
第三节 营养状态的评价指标·····	(294)
第四节 重症呼吸监护患者的营养支持·····	(296)
第五节 营养支持的并发症·····	(300)
第六节 临床营养支持新进展·····	(301)
第十七章 人工气道的建立和管理·····	(304)
第一节 人工气道的种类·····	(304)
第二节 人工气道的管理·····	(309)
第三节 气道湿化疗法·····	(311)
第四节 气囊上滞留物的清除·····	(320)
第五节 危重病人紧急人工气道的建立·····	(320)
第十八章 呼吸机的维护和管理·····	(326)
第十九章 氧气治疗·····	(332)
第一节 氧疗的指征、目的、方法·····	(334)
第二节 氧疗的副作用及氧中毒·····	(340)

第三节	合理氧疗·····	(344)
第二十章	机械通气病人的护理·····	(350)
第一节	机械通气的常规护理·····	(350)
第二节	人工气道的护理·····	(353)
第三节	拔管前后的护理·····	(356)
第四节	感染的预防及护理·····	(357)
第五节	危重患者的姿势和体位·····	(359)
第六节	机械通气病人的心理护理·····	(362)
第二十一章	通气机依赖病人的心理问题·····	(367)
第一节	ICU 病人的心理问题·····	(367)
第二节	肺部疾病通气机依赖病人的特殊心理问题·····	(371)
第三节	心理障碍评估·····	(374)
第四节	通气机依赖病人心理障碍的治疗·····	(376)
附录	机械通气最基础的名词解释·····	(382)

第一章 概 论

随着急诊与危重病医学事业的迅速发展,机械通气技术临床应用已显得日益重要,成为急救与危重病抢救中不可缺少的手段。十余年来,机械通气临床应用的范围不断扩大,应用技术也在提高。然而,受人力、物力、财力等因素的影响,国内急诊与危重病医学发展极不平衡,相当范围内有关机械通气临床应用的技术与理论亟待普及与进一步提高。

机械通气技术临床应用是一门实际应用科学,合理应用机械通气技术的主要环节在于将机械通气技术临床应用的理论与病人的具体情况相结合,它涉及如何掌握机械通气技术临床应用的适应证与禁忌证、应用和撤除机械通气的时机,以及对不同疾病患者病理生理改变的特点的了解等。同样,它也涉及怎样在一定理论知识的指导下,合理设置呼吸机的各项参数,灵活运用不同的通气模式、功能等,并根据病情变化随时调整。要做到这些,不是一朝一夕所能掌握的,它需要操作者充分了解和掌握各种不同疾病和病人呼吸衰竭产生和发展的不同病理机制,结合自己所具有的临床应用经验,合理应用和调节。

虽然不同疾病和病人所应用的呼吸机模式、参数和时机可以完全不同,但同样疾病、同一个病人,不同的操作者可能会应用不同的操作方式。因此,合理应用呼吸机的唯一目标,就是最大限度地发挥呼吸机治疗的临床疗效,尽最大可能降低呼吸机治疗的并发症,而并不强调所有操作者均按照固定的方式和方法应用呼吸机。换句话说,呼吸机的临床应用是一门十分灵活的操作技术,它需要大量的实际应用经验,也需要相当水平的理论知识指导。随着呼吸机临床应用的日益广泛和普及,有关呼吸机治疗的理论和经验,将会

得到更大的发展和提高。

为适应当前的医疗形势,满足急诊与危重病医学事业发展的需要,本章将围绕机械通气技术临床应用的理论,结合多年来在呼吸机临床应用过程中积累的一些经验,将有关机械通气技术临床应用的基本技能介绍如下,供从事急诊与危重病医学的同行们借鉴。

严格地讲,呼吸功能包括外呼吸和内呼吸,呼吸机只能替代和改善外呼吸,所以应该称为机械通气机(mechanical Ventilator)或人工通气机(artificial Ventilator)。鉴于人们长期的应用习惯,还鉴于呼吸机的不断改进和完善,依靠呼吸机改善肺功能障碍已越来越普遍,故将机械通气(人工通气)或机械通气机(人工通气机)说成人工呼吸或人工呼吸机也无妨。为了以更加通俗易懂的方式介绍机械通气技术的临床应用,本文以下将机械通气和机械通气机统一称为人工呼吸和呼吸机。

一、定义

呼吸机是借助人工装置(机械通气机或人工呼吸机)的机械力量,将空气、氧气或空气-氧气混合气压入肺内,产生或辅助患者的呼吸动作,使肺间歇性膨胀,达到增强和改善呼吸功能、减轻或纠正缺氧(O_2)与二氧化碳(CO_2)潴留目的的一种治疗措施或方法。

二、临床价值

能引起呼吸衰竭的疾病和因素很多。当这些疾病和因素在短期内无法控制或去除时,仅缺氧或二氧化碳潴留就足以造成患者死亡。呼吸机的合理应用,能纠正缺氧和二氧化碳潴留,不但能直接挽救患者生命,也能为原发病治疗赢得时间。因此,应用呼吸机是治疗各种类型呼吸衰竭和各种原因引起的缺氧与二氧化碳潴留最直接而有效的方法与措施。

三、呼吸机临床应用的现状与发展趋势

虽然呼吸机技术临床应用经历了十分漫长的发展过程,早在 15~19 世纪

中叶就有类似人工呼吸机的装置产生,但呼吸机真正得到迅速发展还是在 20 世纪中下叶。尤其在我国,呼吸机技术临床应用日益普及和迅速发展是在 20 世纪 90 年代。先是在经济和学术水平发展提高比较迅速的城市,如北京和上海,以后相继在经济发达的沿海城市和省份,如广东、浙江等地区。目前,随着经济发达地区呼吸机技术临床应用日益成熟与完善,呼吸机技术临床应用的价值也日益被认可,拥有各种类型呼吸机的医院不断增多,许多单位纷纷成立 ICU 和急诊科,设立急诊和 ICU 专业,培养呼吸机技术临床应用的专业人才。可以预言,随着我国经济的迅速发展,21 世纪将可能是呼吸机技术临床应用和发展最辉煌的时期。

然而,由于各地区经济发展的不平衡,各单位购买呼吸机的财力严重影响着呼吸机技术临床应用的发展和普及,尤其在边远地区;其次,呼吸机技术临床应用的水平也有待不断提高和普及。不少经济发达的沿海城市,虽然具备了购置性能良好、功能齐全进口呼吸机的财力,但由于缺乏专业人才合理使用呼吸机,有时会出现呼吸机闲置现象。造成呼吸机闲置现象的另一个原因,是畏惧由于应用呼吸机带来的医疗与护理工作量和医疗费用的增加。此外,财力充足的单位,盲目追求购置价格昂贵的多功能呼吸机,片面认为只有价格高的呼吸机才是真正性能好、功能齐全的呼吸机,这些均在一定程度上造成资源浪费和配置不合理。

鉴于呼吸机的主要功能是纠正缺氧与二氧化碳潴留,也鉴于现有国内场所拥有的各种类型国产和进口呼吸机,无论价格高低,纠正一般缺氧与二氧化碳潴留的基本功能已经具备,不少呼吸机之所以价格昂贵,主要消耗在监测项目和特殊模式或功能键方面,而这些并不是呼吸机技术临床应用中必不可少的。掌握了足够的呼吸机临床应用知识,使用时机和方法等得当,即便是十分简易的呼吸机,甚至手捏皮球人工呼吸,也同样有可能挽救患者的生命。因此,笔者主张各单位根据各自的财力与使用范围,选购单位经济实

力可以承受的呼吸机。推动呼吸机技术临床应用发展和提高的主要环节,至少在目前阶段应该放在普及和提高使用呼吸机的基本功能和知识方面。随着呼吸机技术临床应用知识的普及与提高,危重病抢救成功率必定会得到很大提高,我国的危重病与急救医学事业也会得到更大发展。因此,呼吸机合理使用将成为本世纪我国危重病与急救医学事业发展中不可缺少的基本环节和主要保障。

四、呼吸机的工作原理

(一)人为产生呼吸动作

1. 依赖呼吸中枢,产生、控制和调节呼吸动作;
2. 代理呼吸中枢,产生、控制和调节呼吸动作;
3. 代理神经、肌肉等,产生呼吸动作。

(二)改善通气

机械通气的正压气流,不但可以使呼吸道通畅的患者得到足够的潮气量(VT)和通气量(MV),还能通过不同方式或途径,克服气道阻力增加和顺应性下降,改善气道阻力增加和顺应性下降患者的通气功能。

(三)改善换气

呼吸机可以通过不同通气模式或方式等,改善肺的换气功能。

1. 提高吸入氧浓度(F_{iO_2}),增加氧的弥散,提高 PaO_2 ;
2. 利用特殊通气模式或功能,如吸气末屏气、呼气延长、呼气末正压通气(PEEP)等,改善肺内气体分布,增加氧弥散,促进 CO_2 排出,减少肺内分流(Q_s/Q_t),纠正通气/血流比率(V_A/Q)失调,改善换气功能。

(四)减少呼吸作功

机械通气可以不依赖神经、肌肉的兴奋、传导与收缩产生呼吸动作,能减少呼吸作功,降低呼吸肌氧消耗。

(五)纠正病理性呼吸动作

机械通气的气道内正压,能纠正病理性呼吸动作,如多发、多处肋骨骨折所致连枷胸引起的反常呼吸运动(paradoxical respiratory movement),并纠正由反常呼吸引起的缺氧或二氧化碳潴留。

五、呼吸机的分类

(一)按使用类型

1.控制性机械通气(control mechanical Ventilation, CMV)。在自主呼吸消失或减弱的状态下,完全由机械通气机产生、控制和调节患者的呼吸。

2.辅助性机械通气(assistant mechanical Ventilation, AMV)。在自主呼吸存在的状态下,由机械通气机辅助或增强患者的自主呼吸。

(二)按使用途径

1.胸内或气道内加压型。指在建立人工气道(面罩、经口或经鼻气管插管、气管切开造口置管)的前提下,机械通气机产生正压气流,经气道进入肺内,产生或辅助呼吸。

2.胸外型。指机械通气机在胸外产生正压或负压,使患者的胸廓和肺被动性地膨胀或萎陷,并产生呼、吸气动作。

(三)按吸、呼气相切换方式

1.定压型(pressure control)压力切换。机械通气机产生正压,气流进入肺内,当预定压力值达到后,气流中断,呼气阀打开,胸廓和肺被动性地萎陷,产生呼气。

2.定容型(Volume control)容量切换。同样是通过正压将预定的 VT 送入呼吸道或肺内,并将压力控制在一定范围内,但当预定的 VT 达到后,机械通气机才停止供气,气流中断,呼气阀打开,肺和胸廓萎陷,产生呼气。

3.定时型(time control)时间切换。按预定的吸、呼气时间供气(吸气)或排气(呼气)。VT 由机械通气机的工作压力、吸气时间和由此产生的吸气流速控制或调节,多与定压型共存。

4. 多功能型 (Versatile Ventilator)。指在同一台机械通气机中,兼有定压、定容、定时的切换装置,这是机械通气机进一步完善的必然趋势。使用这种类型机械通气机时,吸、呼气相的切换或控制方式既可以由操作者任意选择,也可以由机械通气机本身根据所设置的参数和监测指标综合调置。

(四)按通气频率高低

1. 高频通气 (high frequency Ventilation, HFV)。通气频率通常均 > 60 次/min。初始应用于 20 世纪 60 年代末,是借助高压气源向气道内有节律地、短促地喷气,并以较小的 VT、较高的通气频率达到 IPPV 的目的。优点是低气道压、低胸内压、对循环干扰小、 FiO_2 保证等。

(1) 高频正压通气 (high frequency positive pressure Ventilation, HFPPV)。结构与常规通气机相似,但通气频率多为 $60 \sim 100$ 次/min,吸气时间 $< 30\%$, VT 较小, $\text{VT} > \text{死腔量} (V_D, \text{Volume of dead airway})$,但可以接近正常。

(2) 高频喷射通气 (high frequency; jet Ventilation, HFJV)。用喷射管直接喷射,利用 Venturi 原理进行通气,并可直接插入气管内,通气频率 $100 \sim 200$ 次/min, $\text{VT} \leq V_D$ 。

(3) 高频振荡通气。(high frequency oscillatory Ventilation, HFOV) 通气频率 $200 \sim 900$ 次/min, $\text{TV} < V_D (20\% \sim 80\% V_D)$ 。

2. 常频通气。除高频通气机以外,均属常频通气或呼吸机,通气频率可以任意调节,但一般均 < 60 次/min。

(五)按是否有同步装置

1. 同步机械通气。自主呼吸通过通气机的触发压 (sensitivity) 使机器供气,产生吸气。触发装置分压力、流量、容量触发等 3 种类型,触发水平可由操作者任意设置或调节。同一水平的触发压,不同类型机械通气机的触发灵敏度不尽相同,主要取决于机械通气机的同步性能。以往多采用压力触发,近来有采用流量触发,灵敏度较高,同步性能好。

2. 非同步机械通气。指不具备同步装置的机械通气机,已逐渐被同步型机械通气机所替代,简易和便携式急救通气机例外。

(六)按应用对象

根据年龄分为婴儿型、小儿型、成人型。

(七)按工作原理

1. 简易呼吸器。呼吸频率、吸/呼、VT、压力、流速,均由操作者调节。体积小,便于携带和安放,常用于:①紧急情况下来不及连接机械通气机或急救场地无法安装机械通气机时;②机械通气治疗前,采用简易呼吸器进行过度通气,使机械通气与自主呼吸同步或协调;③手感气道阻力和肺、胸的顺应性;④搬运患者作某些特殊检查或给患者翻身、吸痰、更换气管导管时;⑤常规机械通气机出现故障时临时替代。

2. 常用呼吸机(本文介绍的均为此种类型呼吸机)。

3. 膜肺(extracorporeal membrane oxygenation, ECMO)。是将未经气体交换的血液,由体内引出流经一种特殊装置,进行气体交换,将氧气吸入,而将二氧化碳排除。这种能吸入氧气、排除二氧化碳的装置称为膜肺。国外已经用于临床,因价格昂贵并不普及;国内仅有少数单位在进行小儿疾病方面的试验研究。严格意义上讲,膜肺不属于呼吸机范畴,本文不赘述。

4. 液体通气(liquid Ventilation, LV)。是将一种流经气管和支气管后能释放出氧和携带走二氧化碳的全氟碳(perfluorocarbon, PFC)液体,经人工气道持续滴入肺内,协同呼吸机临床应用,共同纠正缺氧与二氧化碳潴留。国外目前仍在临床研究过程中,因褒贬不一,不作赘述。

(韩君花)

第二章 呼吸生理

呼吸系统的功能主要是进行气体交换,即从大气中摄入氧气并把代谢后产生的二氧化碳排出体外。呼吸在人体生命过程中是不可停顿的。危重急症常会影响呼吸功能,处置和抢救急症患者时必须尽力维护患者的呼吸功能。本章对在诊治急症患者中可能涉及的呼吸生理作一概述。

从肺脏的解剖结构考虑,可将每个肺泡和它相应的毛细血管看作是最基本的肺的气体交换单位。在这里进行的氧和二氧化碳交换是外呼吸,经体循环将氧携带至身体各部,在组织中细胞水平所进行的气体交换称为内呼吸。一般呼吸生理主要讨论的是外呼吸的各个环节,概括起来可分为通气、弥散、血流灌注和呼吸控制 4 个方面。

第一节 通 气

通气(ventilation)是指空气自外界经气道流向肺泡,在肺内分布的过程。

一、肺容积及其组成

吸气肌收缩产生足够的力使肺和胸壁扩张并克服气道内的阻力,空气才能从体外流向肺的气体交换单位。至于究竟有多少容积的气体流抵肺泡,则由肺实质、气道和胸壁的力学特性以及呼吸肌可能产生的收缩力所决定。呼吸系统内的气量反映进行外呼吸的空间,是通气和气体交换的基础。因此对肺容积的测定可提供患者呼吸功能最基本的资料。在疾病过程中,或手术前后作肺容积的动态观察可帮助对疾病的了解。

1. 潮气容积(V_T)。每次吸入或呼出的气量为潮气容积。它受机体代谢