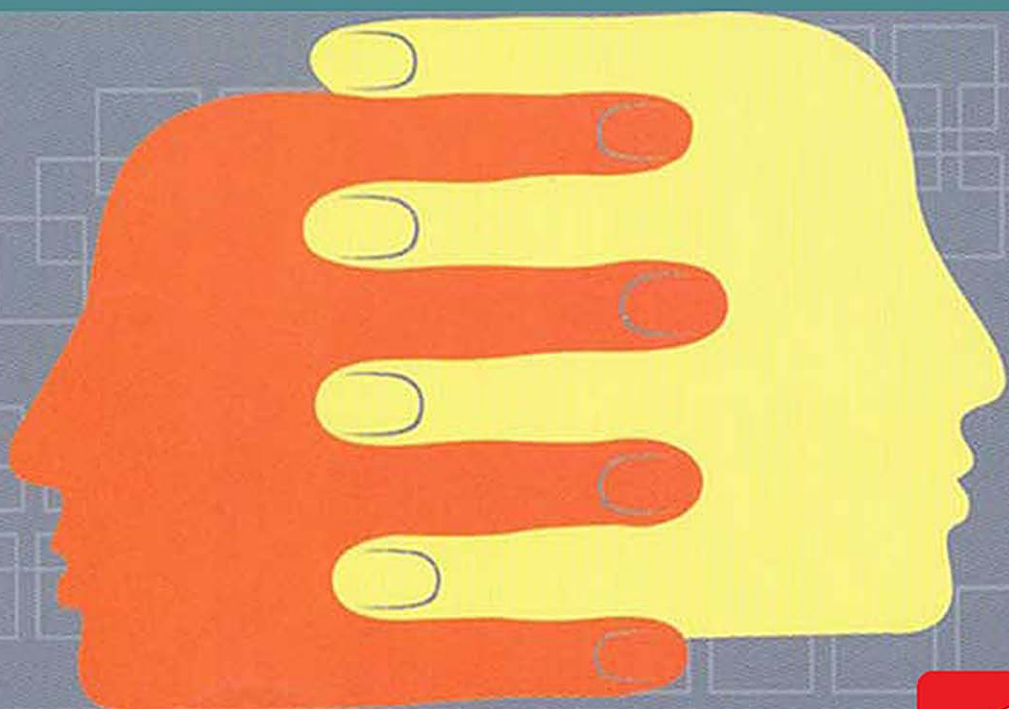


呼吸机使用手册

王传秀 党玉连 刘勇 主编



湖北科学技术出版社



呼吸机使用手册

王传秀 党玉连 刘 勇 主编

湖北科学技术出版社

编 委 会

主 编: 王传秀 党玉连 刘 勇
副主编: 黄小红 吴 君 李 莉 郑 敏
李秀婷 王长顺 孙 亮 黄 敏
杨文梓 李 炎 汤丽丽 李燕燕
黄 勤 钱金玲 王庆华 姚 萍
胡玲英 李 建 白顺荣 马泽君
杨 静 贺 荣 程海冬 王兰英
叶 明 司大秀 张迎春 彭美红
郭锐华 况 丽 赵 云 梁新娥
谢 燕

编 委: 魏宗婷 李娇娇 杨 新 谢国焯
刘 芬 李经红 刘 艳 任迎红
付 艳 张姣姣 赵 霞 熊 蕊
马 霞 燕 敏 向久荣 陈 玲
刘 静 勾 娟 杨坤正 彭 琳
薛焕英 吴 萍 杜 娟 邓荣杰
范新苗 齐 英 徐俊芳 周基莲
陈 静 杜春伟 谢 丽 王 琴
王 智 李政玲 官玉兰 刘丹丹
赵冬梅 程华丽 何 燕 张 红
罗 君 金建琴 张志芳 江新华
虞曙霞 柏风云 李文静 周 琴
马云峰

序

当今时代是医学高速发展的时代,呼吸机为危重症患者的重要抢救工具,在临床应用越来越广,成为 ICU、呼吸科、急诊科、麻醉恢复室等科室必备的设备。由于呼吸机治疗的进展很快,许多新型的进口和国产呼吸机投入临床使用,新的通气模式也不断出现。临床医、护若使用呼吸机正确,能够起到预防和治疗呼吸衰竭,抢救或延长病人生命的作用。反之,若使用呼吸机不当,则可加重病情使其恶化,甚至危及生命。所以,如何正确地选用呼吸机类型和通气方式、合理地调节通气参数、有效地达到人工通气的治疗目的,尽可能地减少并发症的发生是十分重要的。

湖北医药学院附属人民医院重症医学科王传秀等同志根据长期临床工作经验,结合国内外呼吸机的最新进展,编写了这本《呼吸机使用手册》。此书不仅汇集了国内外各类呼吸机,同时介绍了呼吸机的工作原理、操作程序、常见呼吸机故障的处理,便于使用者掌握。该书介绍了呼吸机的管理、消毒和保养等,非常适用于护理人员。该书内容全面、系统、突出直观性和实用性,便于读者理解和掌握。



2011. 9. 29

目 录

第一章 呼吸机的的发展史	(1)
第一节 呼吸机的的发展沿革	(1)
第二节 呼吸机的类型	(6)
第三节 呼吸机的功能	(7)
第四节 呼吸机的的发展趋势	(11)
第二章 呼吸机的类型	(12)
第一节 PB840 型呼吸机	(12)
第二节 Drager 系列呼吸机	(18)
第三节 Evita 4 呼吸机	(21)
第四节 Maquet Servo 系列呼吸机	(22)
第五节 法国天马 Taema 呼吸机	(26)
第六节 纽邦(Newport) 呼吸机	(28)
第七节 瑞斯迈系列呼吸机	(31)
第八节 宝马呼吸机	(34)
第九节 伟康呼吸机	(36)
第十节 西门子呼吸机	(38)
第三章 呼吸机的工作原理及组成	(40)
第一节 呼吸机的的基本工作原理	(40)
第二节 呼吸机的控制部分	(54)
第三节 呼吸机的驱动机制	(55)
第四节 呼吸机的气体输送系统	(57)

第五节	呼吸机的其他系统	(62)
第四章	与机械通气有关的呼吸系统解剖及呼吸生理	(67)
第一节	呼吸道的结构特点与功能	(67)
第二节	肺与肺泡	(68)
第三节	呼吸生理	(71)
第五章	呼吸机操作程序	(79)
第一节	机械通气适应证	(79)
第二节	机械通气禁忌证	(80)
第三节	呼吸机的选择	(80)
第四节	呼吸机使用程序	(82)
第五节	常用机械通气模式	(83)
第六节	呼吸机常用参数设置	(91)
第七节	呼吸机的撤离	(94)
第六章	机械通气患者的监护	(102)
第一节	动脉血气分析的监测	(102)
第二节	机械通气相关的酸碱紊乱的检测	(105)
第三节	机械通气患者的一般护理	(108)
第四节	机械通气患者的病情观察	(110)
第五节	呼吸道湿化和吸痰的护理	(113)
第六节	机械通气患者胸部 X 线检查	(116)
第七节	机械通气的镇静和镇痛的护理	(119)
第八节	机械通气患者的营养支持	(122)
第九节	机械通气患者的心理护理	(125)
第十节	撤离呼吸机的护理	(127)
第七章	呼吸机常见报警、故障及处理	(129)
第一节	气道高压报警常见原因及处理	(130)

第二节	气道低压报警常见原因及处理	(132)
第三节	高分钟通气量/低分钟通气量报警	(133)
第四节	窒息报警	(134)
第五节	氧浓度报警	(135)
第六节	气源报警	(135)
第七节	电源报警	(136)
第八节	呼吸机气源、电源突然中断的原因及处理	(136)
第八章	呼吸机治疗并发症及处理	(137)
第一节	呼吸机相关性肺炎(VAP)	(137)
第二节	气胸	(139)
第三节	皮下和纵隔气肿	(141)
第四节	呼吸机使用时常见并发症	(142)
第五节	肺不张	(145)
第六节	氧中毒	(146)
第七节	呼吸机依赖	(147)
第八节	其他并发症	(148)
第九章	常见疾病呼吸机治疗的特点及注意事项	(149)
第一节	成人急性呼吸窘迫综合征机械通气特点	(149)
第二节	支气管哮喘持续状态机械通气特点	(156)
第三节	慢性阻塞性肺疾病急性加重患者的机械 通气特点	(163)
第四节	心脏外科术后呼吸机的应用	(179)
第五节	外科手术并发呼吸功能不全的呼吸机 应用	(186)
第六节	重症肌无力病人呼吸机的应用	(190)
第七节	急性肺水肿呼吸机的使用	(195)

第八节 无创机械通气在临床的应用	(202)
第十章 呼吸机的管理、消毒和保养	(214)
第一节 呼吸机的管理	(214)
第二节 呼吸机使用的清洁、消毒和保养	(216)
第三节 呼吸机院感监测	(225)
参考文献	(227)
后记	(230)

第一章 呼吸机的发展史

呼吸机是麻醉、急救复苏及临床抢救和治疗各种原因引起的呼吸衰竭的不可缺少的重要工具,它是针对无呼吸功能的危重病人,采用人工方法实现呼吸功能的一种常规医疗设备。呼吸机的发明和改进是人类近百年来与疾病斗争的结果。随着科学的发展以及相关的现代化物理技术的引进,不仅推动了人类对呼吸生理认识的逐步深入和全面,同时也使越来越多的新型呼吸机不断问世,出现了各种新的通气模式和技术,给呼吸机的临床应用提供了更为广阔的前景。

第一节 呼吸机的发展沿革

一、呼吸机的萌芽

人工呼吸的历史可溯源至史前时代,但呼吸机的雏型于公元15世纪文艺复兴时代之后才诞生。1543年,Vesalius首次对猪进行气管切开并置入气管导管成功,进而证实通过气管导管施以正压能使动物的肺膨胀。1667年,Hooke在狗身上成功重复了这一实验并首次应用风箱技术成功地进行了正压通气。1792年,Curry首次在人身上成功进行了气管插管,此后,这种简单的由手动进行人工通气的风箱技术在欧洲较广泛地被用于溺水者的复苏。但由于该技术极其粗糙并且缺乏应用经验,致使应用后并发症多,成功率低。

二、近代呼吸机

自 19 世纪中叶至 20 世纪初,人们为了避免早期的有创人工通气而在体外负压技术领域进行了广泛的研究。1832 年 Dalziel 设计出一个密封的风箱装置,通过箱内的压力变化而进行通气。但由于这种箱式负压通气机需人工提供动力,因而其发展和应用大为受限。至 20 世纪初,随着电力的广泛应用,体外负压通气技术的研究和发展得以空前推进。

近代呼吸机的发展,最早始于 1915 年哥本哈根的 Molgard 和 Lund,以及 1916 年,斯德哥尔摩的外科医师 Giertz。可惜他们的成就缺乏资料记载,仅见于科学通讯报道。1926 年,Drinker 受其作为生理学家的弟弟 Cecil 和同事 Shaw 进行动物实验时所用的体积描记仪的启发,将一只注射箭毒的猫放于体积描记仪的箱内,发现呼吸肌麻痹的猫可通过体描仪内压力的变化而通气。于是 Drinker 与 Shaw 决定制造一个人体大小的箱式通气机。该通气机由金属制成,直径 0.56m,长 1.68m。患者卧于其内,头位于箱外,颈部以橡胶颈圈密封,箱底板由一电动泵驱动,随箱内压力变化而产生呼吸。Drinker 和 Shaw 同时也成为接受这一通气机治疗的首批实验者。1928 年 10 月 13 日下午 4 时,一个因脊髓灰质炎呼吸衰竭而昏迷的 8 岁女孩,首次接受箱式通气机的治疗,数分钟后患儿神志恢复,这使当时在场亲眼目睹这一奇迹的人激动得热泪盈眶,从而开创了机械通气史上的一个里程碑。1929 年 5 月 18 日美国医学会杂志(JAMA)报道了这一成果。一位不知名的记者将这一装置形象地称为“铁肺”。在 20 世纪 30~40 年代欧美脊髓灰质炎大流行时,铁肺、双人铁肺、胸甲式等个体负压通气机大量应用于临床,尽管取得了一些效果,但其固有的缺陷暴露无遗:一是疗效极低,其治疗呼吸衰竭的总死亡率高达 80%,对战伤所致的急性呼吸窘迫综合征(ARDS)的治疗未获成功;二是气道管理困难,气道分泌物难以排出;三是不能应用于外科手术麻

醉中。

三、早期现代呼吸机

事实上,正压通气自能建立人工气道始就已引起部分学者(主要是外科和麻醉学科领域)的兴趣。19世纪末20世纪初,由于人工气道技术的完善和喉镜直视下气管插管方法的建立,正压通气方法在外科和麻醉学科领域得到较为迅猛的发展。1934年Frenkner研制出第一台气动限压呼吸机——“Spiropulsator”,它的气源来自钢筒,气体经2只减压阀,产生50cm水柱的压力。呼气时通过平衡器取得足够的气流,吸气时间由开关来控制,气流经吸入管入肺,当内压力升至预计要求时,阀门关闭,呼吸停止。1940年,Frenkner和Crafoord合作,在“Spiropulsator”的基础上进行改进,使之能与环丙烷同时使用,成为第一台间歇正压通气(IPPV)麻醉机呼吸机(apiropulsator),它被应用于胸外科手术患者和战伤ARDS的抢救中,获得成功。1942年美国工程师Bennett发明一种采用按需阀的供氧装置,供高空飞行使用。以后由加以改进,于1948年研制成功第一台初具现代呼吸机基本结构的间歇正压呼吸机——间歇正压呼吸机TV-2P,并应用于临床,以治疗急、慢性呼吸衰竭。自此“气控—气动”压力限制型呼吸机一度成为正压通气机的主流形式。这一时期的主要代表机型为Bennet PR-1A和Bird mark VII等,属于现代第一代呼吸机。但在临床实践中发现这类正压呼吸机常常不能保证有效的潮气量。为弥补这一不足,设计者们首先开发了容量监测功能装置,然后开始探索研制容量限制型呼吸机。1950年,瑞典的Engstrom Medical公司研制出世界上第一台容量转换型呼吸机Engstrom100取代了当时的“铁肺”,救治了大量的由流行性小儿麻痹引起的呼吸衰竭病人。此后,许多工程师、医师等投入呼吸机的研究,欧洲各国纷纷生产出代表呼吸机达到10种类型。标志着第二代现代呼吸机的诞生。自此,正压通气技术达到了一个新的水平。

20 世纪 50 年代开始,由于心脏外科的发展越来越多的医师认识到机械呼吸的优点。1955 年 Jefferson 呼吸机是美国市场上首先使用最广的呼吸机之一。此外,还有 Morch、Stephenson、Bennett 和鸟牌呼吸机等四种类型。

这些早期的现代呼吸机采用的是活塞、风箱等“气控—气动”机械性技术,灵敏性不高,监测功能不完善。20 世纪 60 ~ 70 年代,随着物理学的发展,电子技术被引进到呼吸机的设计中,气动能源实现了电子设备控制;由电位计所控制的容量压力监测系统和报警系统亦被开发出来,这些都大大方便了临床实践。1964 年 Emerson 的术后呼吸机,是一台电动控制呼吸机,呼吸时间能随意调节,配备压缩空气泵,各种功能均由电子调节,根本改变过去呼吸机纯属简单的机械运动的时代,而跨入精密的电子时代。这类由电子设备控制的第二代呼吸机具有代表性的主要有 Bennett MA、Engstrom 200 和 Servo 900 等型呼吸机。这一时期,随着大量临床经验的积累和研究,一些新的机械通气观念和技术得以发展和应用,如呼气末正压(PEEP)、持续气道正压(CPAP)、间歇指令通气(IMV)、同步间歇指令通气(SIMV)和 T 型管技术。

四、第三代现代呼吸机

1970 年利用射流原理的射流控制的气动呼吸机研制成功,是以气流控制的呼吸机。全部传感器、逻辑元件、放大器和调节功能都是采用射流原理,而无任何活动的部件,但具有与电路相同的效应。自 20 世纪 80 年代以来,随着人们对呼吸生理的深入了解,新的设计思想(如流体控制原理)的采用,以及电子计算机技术的引进,设计者们研制出多种第三代新型呼吸机。这类新一代多功能电脑型呼吸机具备了以往不可能实现的功能,如监测、报警、记录等。它们的功能齐全,性能先进,可靠耐用,集定压定容于一体,兼容多种新的大有前途的通气模式,部分机型还具备智能化功能。其特点具体表现在:①活塞风箱和机械性活瓣应用减

少,代之以电子模拟装置,重要部件具有双重性结构,故障发生率
低,安全可靠。②附属加温加湿功能更加充分,部分机型还带有
气道雾化给药装置。③吸入氧浓度的调节更加灵活,随意性更
大。④辅助通气的功能元件灵敏度提高,反应时间缩短,多不超
过 150ms; 开发出流速触发时的阻力和呼吸功消耗,使自主呼吸更
易与呼吸机协调同步。⑤增加了吸气流速波型变化、吸气暂停、
深吸气等有益的特殊功能。⑥开发出多种新的通气模式,其中部
分模式具有智能化功能,如压力支持通气(PSV)、压力调节容积
控制通气(PRVCV)、容积支持通气(VSV)、压力释放通气(PRV)、
双相气道正压通气(BiPAP)、适应性支持通气(adaptive support
ventilation, ASV)、适应性压力通气(adaptive pressure ventilation,
APV)和容积保障压力支持通气(VAPSV)等,其共同特点是较以
往辅助通气模式更加接近生理状态。⑦监测、警报系统更加完
善,应用了自动反馈调节系统和自动校正系统,使调节更加简单,
增加了安全性。部分机型还具有相应的通讯接口,可连接计算机
和监护仪,为临床提供更多的资料和数据。⑧一机多能,同一型
号呼吸机既适用于成人又可用于儿童,集压力、容积、时间及流速
切换于一身,扩大了应用者的选择范围。这一类呼吸机的代表机
型有 Servo900c, Servo 300, Newport E - 200, Bennett 7200 和
7200ae, Engstrom Elrira 和 Hamilton Galileo 等型呼吸机。美国伟
康公司于 1989 年研制出双水平气道正压通气(BiPAP)模式,尤适
宜于睡眠呼吸暂停患者。

在 20 世纪 90 年代,机械通气领域最重要的进展当属液体通
气和智能化通气的出现。前者以一种称为全氟化碳(perfluorocar-
bon)的液体与常规机械通气结合,可明显降低通气压力,改善气
体交换。后者则以压力调节容积控制(PRVC)和容积支持(VS)
通气为代表,在机械通气过程中呼吸机的电脑可测定每一次呼吸
的肺顺应性自行调整下一次通气所需要的压力,从而使机械通气

更接近生理状态。Zapol 于 1992 年首次提出“容积损伤”(Volutrauma)的概念,但容量限制则可能导致高碳酸血症,因此“允许性高碳酸血症通气”(Permissive hypercarpic Ventilation PHV)策略被提出。认为适当限制通气容量可避免肺的损伤。

我国呼吸机的研制起步较晚,1958 年在上海制成钟罩式正负压呼吸机。1971 年制成电动时间切换定容呼吸机。改革开放以后,我国呼吸机的制造水平得到长足的进步,各种类型的呼吸机已接近国外先进水平,代表机型有 SH 系列呼吸机、HVJ-880 同步呼吸机、SC 型电动呼吸机和 KTH 系列呼吸机。

第二节 呼吸机的类型

一、按照压力方式及作用划分

- (1) 体外式负压呼吸机: 如早期的铁肺、胸盔式呼吸机等。
- (2) 直接作用于气道的正压呼吸机: 现代呼吸机均为此种类型。

二、按照动力来源划分

- (1) 气动呼吸机。
- (2) 电动呼吸机。
- (3) 电控、气动呼吸机。

三、按照吸气向呼气的切换方式划分

- (1) 压力切换型。
- (2) 容积切换型。
- (3) 时间切换型。
- (4) 流速切换型。
- (5) 联合切换型。

四、按通气频率的高低划分

- (1) 常规频率呼吸机: 目前常用的呼吸机多为此种类型。

(2) 高频喷射呼吸机: 可控制频率在 1 ~ 20Hz。

(3) 高频震荡呼吸机: 频率在 50Hz 以上。

五、按应用对象划分

(1) 成人呼吸机。

(2) 小儿呼吸机。

(3) 成人—小儿兼用呼吸机。

六、按呼气向吸气转化的方式划分

(1) 控制型。

(2) 辅助型或同步型。

(3) 混合型多功能呼吸机。

七、按呼吸机的复杂程度划分

(1) 简易呼吸机: 早期的呼吸机及应急用呼吸机多为此种类型。

(2) 多功能呼吸机。

(3) 麻醉用呼吸机。

(4) 智能化呼吸机。

八、按驱动气体回路划分

(1) 直接驱动呼吸机(单回路)。

(2) 间接驱动呼吸机(双回路)。

第三节 呼吸机的功能

呼吸机是一个肺通气装置(Lungventilator) ,因为它只能起到将气体送到肺内和排出肺外的作用,而并没有参与呼吸的全过程,它并不能代替肺的全部功能(指换气功能)。所以有人认为将其称之为通气机更为确切,我们所谈到的呼吸机的功能实际上是指它的通气功能。呼吸机的功能可分为几大类: 主要功能、次要

功能、特殊功能、辅助功能。

一、主要功能

1. 调节通气气压或通气容积

定压型呼吸机优先设定压力,通气量决定于通气压力的大小,而定容型呼吸机优先设定通气量,通气压力的大小决定于通气量的大小。现在较高档的多功能呼吸机两种功能兼而有之,但因定压型呼吸机在机械通气时,气道内压力保持恒定,而其通气量与肺顺应性成正比,当呼吸道有分泌物或气道痉挛致阻力增大,以及肺有实变或纤维增生顺应性不良时,其通气量不够恒定,掌握比较困难,现已逐步被淘汰。

2. 调节呼吸频率或呼吸周期

大多数呼吸机可直接设定通气频率,但也有的呼吸机则通过设定通气周期来达到改变通气频率的目的。通气周期指完成一次吸气、呼气加静止期所需要的时间总和,如设定通气周期为3s,则每分钟呼吸频率为20次。目前有些高档呼吸机的呼吸频率可以调节得很快,达100~3000次/min,远远高于人的正常呼吸频率,这种功能可以应付一些特殊情况,如气管插管困难、做支气管镜检查、人工气道严重漏气、肺叶切除术后及气胸病人等。

3. 调节吸/呼比值

机械通气时的吸/呼比值取决于3个因素,即通气频率、通气容积(或压力)、吸气流速,在设定通气频率及通气容积的前提下,可通过调节吸气流速来改变吸/呼比值。比较特殊的例子像反比通气(IRV),即吸气时间长于呼气时间,它适用于肺硬化或纤维化病人。

4. 调节辅助通气的灵敏度

敏感度的高低通常取决于吸气时回路中负压的大小,所以设定的负压越大则敏感度越低,反之则越高。成人辅助通气的敏感度应0~-3cm水柱进行调节。

二、次要功能

1. 调节吸入气体中的氧浓度

用“空气—氧”混合器将 100% 的纯氧和压缩空气进行混合。可将吸入氧浓度调至 21% ~ 100% ,该装置所调的氧浓度恒定,多用于间接驱动呼吸机;而直接驱动呼吸机多用文丘里装置,即用纯氧射流的速度,将周围的空气吸入,以降低氧浓度,但所调的氧浓度不恒定,必须有氧浓度的直接监测手段,以防氧中毒。

2. 对吸入气体进行加湿、加温

大多数的呼吸机采用热湿化器将水加温后产生蒸汽,混进吸入气中,混入吸入气体中,同时起到加温加热的作用。一般调节温度为 32 ~ 35℃。但也有的呼吸机不具备加温功能。

三、特殊功能

1. 呼气末正压(PEEP)

此功能可对小气道及肺泡起到顶托作用,使内压在呼气末仍保持在高于大气压的水平,防止小气道及肺泡的萎陷,并能使功能残气量增加,肺顺应性增加,从而改善了肺的弥漫功能。多用于 ARDS(急性呼吸窘迫综合征)患者及肺不张患者。

2. 持续气道正压(CPAP)

其作用与 PEEP 相似,可防止和逆转小气道的闭合及肺泡萎陷,使胸膜腔内压增加,吸气省力,自觉舒服。

3. 压力支持(PSV)

这是一种辅助通气压力功能,即患者先触发通气,呼吸机在吸气时给患者一定水平的正压支持,以减少患者吸气时的做功,有利于呼吸肌功能的恢复,患者易于接受。可使呼吸频率减慢,是撤离呼吸机的一种手段。

4. 叹息功能(SIGH)

此功能仅用于长时间间歇正压通气(IPPV) 时,可使肺泡充分扩张,但容易造成气压伤,对有肺大泡的患者应慎用。