

现代

呼吸机治疗学

—机械通气与危重病

主 编 宋志芳

XIANDAI HUXIJI ZHILIAOXUE

人民军医出版社

现代呼吸机治疗学

XIANDAI HUXIJI ZHILIAOXUE

——机械通气与危重病

主 编 宋志芳

主 审 朱 诚 王一镗 陈长策 叶曜芬

审 阅 余润泉 赵定麟 闵志廉 孙耀昌

罗文侗 钮善福 钱桂生

编 者 (以姓氏笔画为序)

于秀珍 马 钧 王小军 王慧玲 乌盛平

朱 良 朱丽南 任吉忠 严 鸣 严文海

宋志芳 杜学礼 张在华 张希洲 陈 彦

陈大伟 陈学云 陈海兵 吴德升 单红卫

林兆奋 赵 良 赵忠新 赵学智 俞康龙

郭昌星 顾宏奎 顾明军 管 军 颜荣林

绘 图 严文海 张希洲 乌盛平

人 民 军 医 出 版 社

北 京

(京)新登字 128 号

图书在版编目(CIP)数据

现代呼吸机治疗学/宋志芳主编. —北京:人民军医出版社,1999.11
ISBN 7-80157-011-1

I. 现… II. 宋… III. 呼吸机-使用 IV. R459.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 41880 号

人民军医出版社出版
(北京市复兴路 22 号甲 3 号)
(邮政编码:100842 电话:68222916)
人民军医出版社激光照排中心排版
北京国马印刷厂印刷
新华书店总店北京发行所发行

*

开本:787×1092mm 1/16 • 印张:39.25 • 字数:888 千字

1999 年 11 月第 1 版 1999 年 11 月(北京)第 1 次印刷

印数:1~5000 定价:59.50 元

ISBN 7-80157-011-1/R • 011

〔科技新书目:514—377⑦〕

(购买本社图书,凡有缺、倒、脱页者,本社负责调换)

内 容 提 要

本书分 3 篇,共 38 章,详细阐述了呼吸生理、病理生理,重点介绍了呼吸机的基本结构与原理,各种类型机械通气模式的原理,包括 90 年代较新的通气模式和临床应用,各种类型呼吸机的性能和使用方法,以及机械通气在各种危重病抢救中应用的特点。书末还附录有机械通气模式、呼吸生理、呼吸功能、动脉血气分析、各个系统危重病等各种常用医学名词的英汉对照、英文缩写、ICU 常用监测指标的正常值和计算公式。

本书的主要对象是从事急诊、急救、ICU 与危重病的医护工作者,也可供麻醉和呼吸内科专业的医师参考。

责任编辑 姚 磊 黄栩兵

主 编 简 介

宋志芳,女,1952年出生,1975年安徽医学院医疗系毕业。曾在解放军105医院任麻醉军医,并在上海中山医院和新华医院麻醉科进修。1978年考取第三军医大学附属新桥医院呼吸内科研究生,主研肺功能,获硕士学位。随后任105医院肺科副主任、主任。1990年调入第二军医大学附属长征医院急救科,任主治医师、讲师、副主任医师、副教授。1995年赴德国明斯特(Muenster)大学医学院进修,在 Evenglischeng 医院 Leim sheng Hua 主任、博士指导下主攻 ICU,在明斯特大学医学院心、胸、血管外科 Scheld 教授指导下,应用分子生物学技术研究心衰发病机制,撰写了《IL-6 在扩张性心肌病和缺血性心肌病病人终末期心肌组织中表达》论文,并获得德国医学博士学位。

毛宝龄序

呼吸机治疗是抢救各种危重病呼吸衰竭最有效的措施,虽然呼吸机临床应用的历史已 60 余年,但在国内真正迅速发展和广泛应用也只有最近 10 余年。由于机械通气在临床的广泛应用,有关机械通气机的基本结构和原理、机械通气模式的临床应用及机械通气合理应用的基础理论知识,已不再仅仅是从事麻醉和呼吸专业人员所要了解和掌握的知识和技能,而应成为各专业医学工作者十分关注的重要内容。

自呼吸机问世以来,合理应用呼吸机始终是一门专业技术性较强的课题。在国外,应用呼吸机较多的部门多配有呼吸机治疗师,负责所有呼吸机方面的调试和应用,这足以说明呼吸机应用的专业性。国内以往多为从事麻醉和呼吸专业的人员负责,目前仍然大多由具备一定应用呼吸机技能的临床医师承担。随着呼吸机在临床被广泛地应用,需要掌握呼吸机治疗技术的范围正在逐渐扩大,对介绍呼吸机临床应用有关方面科学技术的需求也显得十分重要和急切。但是,目前国内介绍这方面知识的书籍不多。本书主编具有从事麻醉和呼吸内科临床工作的经历,又在综合性 ICU 工作多年,有扎实的呼吸生理与病理生理的基础理论知识,应用过多种不同类型的呼吸机,抢救过多种不同类型的危重病人。在长期的临床实践中,掌握了机械通气与危重病救治的第一手资料和信息,积累了较丰富的应用呼吸机的实践经验,具备编好此书应有的能力和水平。

然而,知识总是不断地更新与发展。随着医疗技术的提高和医疗器械的更新换代,各种不同类型呼吸机不断问世,呼吸模式和功能的增添也繁花似锦,许多新增加的呼吸机功能的真正价值尚待于临床进一步探讨和验证。限于这些功能在临床应用的时间和病例有限,该书对这方面的内容不可能介绍得十分全面、完善,这些均将有待于在今后的实际运用中不断地充实与提高。

真诚地希望这本书能将呼吸机这门特殊的医疗技术介绍给广大的医护人员,让呼吸机应用技术能真正地被临床医护人员所掌握,使呼吸机治疗在国内各医院和科室应用得更加普遍,在各种危重病救治中发挥更多、更有效的作用。同时,也寄希望于将来呼吸机技术能得到更好、更快地发展,能为拯救更多危重病人的生命作出贡献。

1998 年 11 月 1 日于重庆

王一镗序

急救医学和危重病医学都是最近 10 余年来兴起和发展的一门新兴边缘学科。国外从 70 年代初就成立了专门的组织机构和学术团体,国内在 80 年代才逐步重视其研究与应用。至今,各级医疗部门均已纷纷建立急诊、急救和重症监护病房(intensive care unit,ICU),国家卫生部已决定以此作为医院等级评审的重要条件。

虽然机械通气被应用于临床已有 60 余年的历史,但真正迅速发展是随着近 20 余年急救医学事业的发展而发展的。在近 20 年改革开放政策的实施和落实中,国内市场拥有各种性能完善、功能齐全的呼吸机,为机械通气在临床的应用创造了良好的先决条件,这使得越来越多的医护工作者体会到机械通气在急救医学和危重病医学中所具有的不可估量的价值。

由于机械通气在临床的广泛应用,有关机械通气机的基本结构和原理、机械通气临床应用的各种模式及机械通气合理应用的基础理论知识,已不再仅仅是从事麻醉和呼吸专业人员了解和掌握的知识和技能,已成为各专业医学(急诊、急救和 ICU)工作者十分关注的重要内容。

然而,目前国内介绍这方面的专业书籍还很少,且由于受出版年代的限制和作者工作经历影响,在内容的广度和深度上均不尽人意,远远满足不了临床工作者的需要,更何谈要满足从事急救和危重病医学这门边缘学科医护人员的需要。

《现代呼吸机治疗学》一书就是在这样的背景下编撰出版的。该书集机械通气与危重病为一体,全面介绍了机械通气与危重病,并分别在详述了呼吸生理和病理生理及各种危重病病因、发病机制、病理生理、临床表现、诊断与鉴别诊断、抢救与治疗的基础上,重点介绍了机械通气机的基本结构与原理、各种类型机械通气模式的原理(包括 90 年代较新的通气模式)和临床应用、各种类型呼吸机的性能和使用方法,及机械通气在各种危重病抢救中的应用和特点等。应该说它既是一本十分有价值的专业资料,也是一本十分实用的临床工具书。本书既有一定的深度,也有一定的广度,既可供有一定基础的专业人员研读参考,也可供各临床学科医师阅读借鉴和学者参考。该书深入浅出,图文并茂,通俗易懂。

该书的出版,将有助于进一步推广机械通气技术在临床的应用,提高各类危重病抢救的成功率,对推动我国急救医学和危重病医学事业的发展,具有相当深远的现实意义。

作者在多年从事麻醉和呼吸内科临床工作的基础上,又在综合性 ICU 工作多年,应用过多种不同类型的呼吸机,抢救过多种不同类型的危重病人。在长期的临床实践中,掌握了机械通气与危重病抢救的第一手资料和信息,积累了丰富的临床经验,具有写好本书的理论基础和实践经验。

谨望此书的出版,能为发展我国的急救和危重病医学事业作出一定的贡献。

1998 年 10 月 20 日于南京

前 言

大量医学实践表明,机械通气的合理应用是急救医学事业发展的重要领域,呼吸机是各种危重病救治中必不可少的器械。它不但可为医务工作者进一步抢救赢得更多的时间,给病人带来生存的希望。而且,即使是对那些病入膏肓、难以救治的危重病病人,机械通气的合理应用,也可以延长他们的生命。

近 10 多年来,随着医学事业的发展和医疗器械的更新,各种国产和国外生产的高科技呼吸机纷纷问世,如何正确掌握和操作它们是每一个急救医学工作者面临的重要课题。出于为帮助广大医务工作者尽快、更好地了解 and 掌握各种类型呼吸机性能和工作原理的目的,在同道们的鼓励下,我们编写了这部《现代呼吸机治疗学》专著,希望它能成为从事急救和危重病临床工作者的好帮手。由于本人的能力和工作经验有限,时间仓促,一定会存在许多不妥之处,恳请前辈、同行和广大读者批评、指正。

作为本书的主编,我真诚地感谢恩师、挚友和同道们曾经给予过的帮助和指教。同时,我谨向参加本书编写、绘图、打字和收集资料的同行,向在本书编写过程中给予我全力帮助、支持和鼓励的家人,表示衷心的感谢和诚挚的敬意。

宋志芳

1999 年 4 月于上海

目 录

第一篇 基础理论

第一章 呼吸系统基本结构与功能	宋志芳 (3)
第一节 呼吸道	(3)
一、上呼吸道	(3)
二、下呼吸道	(10)
第二节 肺与肺泡	(13)
一、肺	(13)
二、肺泡	(14)
第三节 肺的血管	(15)
一、肺循环系统	(16)
二、支气管循环	(17)
第四节 肺的淋巴与神经系统	(18)
一、淋巴系统	(18)
二、神经系统	(18)
第五节 胸膜、纵隔与膈肌	(19)
一、胸膜	(19)
二、纵隔	(20)
三、膈肌	(20)
第六节 胸廓	(21)
一、肋骨	(21)
二、胸骨	(22)
三、肋间隙	(22)
四、胸廓的运动	(22)
第二章 呼吸生理	宋志芳 叶曜琴 (23)
第一节 肺的容量	(23)
一、静态肺容量	(23)
二、动态肺容量	(24)
第二节 肺的通气	(28)
一、通气量	(28)
二、肺泡的气体分布	(29)
三、通气功能的评价	(30)
第三节 肺的血流	(31)
一、肺血管床的解剖学特点	(31)

二、肺循环的压力·····	(32)
三、肺血流的阻力·····	(33)
四、肺血容量·····	(33)
五、肺血流的分布·····	(33)
六、影响肺循环的因素·····	(34)
七、肺循环的神经化学效应·····	(34)
八、肺循环的功能·····	(34)
第四节 肺内气体交换·····	(35)
一、通气/血流·····	(35)
二、弥散·····	(37)
第五节 肺的力学·····	(37)
一、呼吸动力·····	(38)
二、胸和肺顺应性·····	(38)
三、气道阻力·····	(40)
四、呼吸功·····	(41)
第六节 呼吸的调节·····	(42)
一、呼吸中枢的调节·····	(42)
二、大脑皮层对呼吸运动的调节·····	(43)
三、呼吸的神经反射性调节·····	(44)
四、呼吸的化学性调节·····	(45)
五、呼吸调节的临床意义·····	(48)
六、药物对呼吸神经调节的影响·····	(49)
第三章 氧和二氧化碳运输与组织呼吸 ····· 单红卫 宋志芳	(50)
第一节 氧和二氧化碳运输·····	(50)
一、氧的运输·····	(50)
二、二氧化碳的运输·····	(53)
第二节 组织呼吸·····	(56)
一、组织呼吸的场所·····	(56)
二、组织中的气体交换·····	(56)
三、组织的氧需求与氧供给·····	(57)
四、组织氧合的监测·····	(58)
第四章 缺氧与二氧化碳潴留的病理生理 ····· 郭昌星 宋志芳	(60)
第一节 缺氧的病理生理·····	(60)
一、对呼吸功能的影响·····	(60)
二、对循环功能的影响·····	(60)
三、对血液系统的影响·····	(62)
四、对细胞代谢的影响·····	(62)
五、对中枢神经系统的影响·····	(63)
六、影响机体对缺氧耐受性的因素·····	(63)

第二节 二氧化碳潴留的病理生理	(64)
一、对呼吸系统的影响	(64)
二、对循环系统的影响	(64)
三、对中枢神经系统的影响	(64)
四、对酸碱平衡与血电解质的影响	(65)
五、对肾和胃肠道功能的影响	(66)
第五章 氧疗的基本知识	宋志芳 陈海兵 (67)
一、缺氧的原因与分类	(67)
二、氧疗的呼吸生理学基础	(68)
三、缺氧的诊断与程度判断	(70)
四、氧疗纠正缺氧的机制	(70)
五、氧疗的原则与适应证	(71)
六、氧疗的途径	(71)
七、氧源或氧供类型	(72)
八、 FiO_2 控制与计算	(72)
九、氧疗的时间方式	(73)
十、氧疗的注意事项与副作用	(73)
第六章 动脉血气分析	严文海 宋志芳 (75)
一、测定方法与原理	(75)
二、项目和指标	(76)
三、动脉血气分析的临床意义	(78)
四、低氧血症和酸碱失衡的诊断标准	(79)
五、测定的质量控制	(79)
第七章 水、电解质与酸碱平衡	宋志芳 钱桂生 (81)
第一节 水与电解质平衡	(81)
一、水、电解质分布与调节	(81)
二、水与电介质的生理功能	(86)
三、水与电介质紊乱的纠正方法	(88)
第二节 酸碱平衡	(90)
一、酸碱平衡的基本概念	(90)
二、酸碱平衡调节	(90)
三、几种常见的酸碱失衡类型	(93)
第三节 水、电解质紊乱与酸碱失衡	(93)
一、三个规律	(94)
二、酸碱失衡与电解质紊乱	(95)
第四节 酸碱失衡的判断与纠正	(97)
一、阴离子间隙	(97)
二、潜在 HCO_3^-	(97)
三、酸碱失衡预计代偿公式的临床应用	(98)

四、酸碱失衡判断方法	(99)
五、酸碱失衡类型及判断	(101)
六、酸碱失衡的纠正	(104)
第八章 危重病人感染与抗菌药物治疗	俞康龙 罗文侗(107)
第一节 危重病人感染的特点	(107)
一、流行病学	(107)
二、病原微生物及其变迁	(108)
三、临床特点	(109)
四、病原学诊断	(109)
五、治疗	(111)
六、预防	(112)
第二节 抗菌药物治疗	(113)
一、治疗原则	(113)
二、危重病人抗菌药物使用特点	(115)
三、抗菌药物的种类与特点	(116)
第三节 危重病病人的抗菌药物治疗	(121)
一、下呼吸道感染	(122)
二、败血症	(123)
三、导管相关菌血症	(123)
四、腹腔感染	(124)
五、重症胰腺炎	(124)
六、胆道感染	(124)
七、尿路感染	(124)
八、深部真菌感染	(124)
九、感染性腹泻	(125)
十、器官移植后感染	(125)
十一、骨关节感染	(126)
第九章 危重病病人的营养支持	陈大伟(127)
第一节 机体正常营养物质代谢的特点	(127)
一、碳水化合物代谢特点	(127)
二、脂肪代谢特点	(128)
三、蛋白质代谢特点	(128)
四、维生素代谢特点	(129)
五、电解质代谢特点	(129)
六、微量元素代谢特点	(129)
第二节 危重病人营养物质代谢特点	(129)
一、饥饿时营养物质代谢特点	(130)
二、应激时营养物质代谢的特点	(131)
第三节 营养和代谢状态的评定	(132)

一、人体组成及测定	(132)
二、机体组成的其他指标及测定方法	(133)
三、营养指标及测定	(133)
四、营养不良的判断和预后性营养指数	(135)
第四节 营养物质的需要量	(136)
一、能量需要量	(136)
二、蛋白质需要量	(138)
三、维生素需要量	(139)
四、电解质和微量元素需要量	(140)
第五节 营养支持途径	(140)
一、肠内营养	(140)
二、肠外营养	(141)

第二篇 呼吸机及其应用

第十章 呼吸机的工作原理	宋志芳 顾宏奎 俞康龙 (145)
第一节 呼吸机的工作环节	(145)
一、人为地产生呼吸动作	(145)
二、改善通气	(146)
三、改善换气功能	(146)
四、降低呼吸做功	(146)
五、纠正病理性呼吸动作	(146)
第二节 呼吸机的分类	(146)
一、按使用或应用的类型分类	(146)
二、按(使用)机械通气的途径分类	(147)
三、按吸、呼气相的切换方式分类	(147)
四、按通气频率的高低分类	(149)
五、按是否有同步装置或性能分类	(149)
六、按适用对象分类	(150)
七、按工作原理分类	(150)
第三节 呼吸机模式与功能	(152)
一、主要的机械通气模式	(152)
二、主要的机械通气功能	(160)
第四节 高频通气	(164)
一、工作原理	(164)
二、特点及优缺点	(165)
三、分类和工作原理	(165)
四、临床应用	(166)
第十一章 机械通气对生理的影响	宋志芳 (167)
第一节 对呼吸生理的影响	(167)

一、肺容量	(167)
二、肺的通气	(168)
三、肺内气体分布	(168)
四、 $\dot{V}_A/\dot{Q}$	(169)
五、气体弥散	(170)
六、肺的力学	(171)
七、对肺的不利影响	(171)
第二节 对循环和血流动力学的影响	(172)
一、回心血量和心脏的充盈度	(172)
二、心排量、心排指数、血压	(173)
三、心功能状况	(174)
四、肺循环的影响	(174)
五、对 O_2 运输的影响	(174)
第三节 对中枢、肾和消化功能的影响	(174)
一、对中枢的影响	(174)
二、对肾功能的影响	(176)
三、对消化功能的影响	(176)
第十二章 呼吸机临床应用	宋志芳 张在华 (177)
第一节 机械通气的适应证与禁忌证	(177)
一、适应证	(177)
二、禁忌证	(180)
第二节 呼吸机类型和通气方式、模式与功能选择	(181)
一、呼吸机类型选择	(181)
二、通气方式、模式与功能选择	(182)
第三节 呼吸机的连接方式	(184)
一、连接方式的类型	(184)
二、连接方式的选择	(186)
第四节 呼吸机参数设置和调节	(187)
一、参数设置	(187)
二、参数调节	(190)
三、报警参数设置和调节	(192)
第五节 呼吸机与自主呼吸的协调	(193)
一、呼吸机与自主呼吸不协调的影响	(193)
二、呼吸机与自主呼吸不协调的原因	(194)
三、呼吸机与自主呼吸不协调的一般处理	(195)
四、呼吸机与自主呼吸不协调的药物处理	(196)
第六节 呼吸机的撤离	(200)
一、撤离指征和标准	(200)
二、撤离方法	(202)

三、脱机困难的原因和处理	(204)
第十三章 呼吸机治疗期间的监测 宋志芳 俞康龙	(206)
第一节 基本监测.....	(206)
一、生命体征监测	(206)
二、呼吸机自动监测	(209)
三、动脉血气分析监测	(210)
四、胸部 X 线监测	(212)
五、其他重要脏器或系统功能监测	(213)
第二节 特殊监测.....	(215)
一、 $P_{ET}CO_2$ 和 $F_{ET}CO_2$ 监测	(215)
二、呼吸力学监测	(216)
三、持续 SaO_2 或 SpO_2 监测	(216)
四、经皮氧和二氧化碳分压的监测	(217)
五、 V_D/V_T 监测	(218)
六、呼吸指数(PaO_2/FiO_2)监测	(218)
七、 $D(A-a)O_2$ 监测	(219)
八、 $\dot{Q}_s/\dot{Q}_I$ 监测	(219)
九、持续心电图监测	(220)
十、血流动力学的监测	(220)
十一、床边肺功能测定	(223)
第十四章 人工气道的建立和护理 宋志芳 王小军	(225)
第一节 人工气道的建立.....	(225)
一、面罩、接口与口含管.....	(225)
二、气管插管	(226)
三、气管切开造口置管	(230)
四、气管插管导管、气管切开套管和气囊.....	(235)
第二节 人工气道和机械通气时的护理.....	(236)
一、人工气道的护理	(236)
二、气道湿化	(239)
三、分泌物吸引	(241)
四、感染的预防和处理	(242)
第十五章 机械通气常见并发症的预防与处理 宋志芳	(245)
第一节 气压伤.....	(245)
一、气胸	(245)
二、皮下和纵隔气肿	(248)
第二节 呼吸系统并发症.....	(249)
一、过度通气	(249)
二、通气不足	(250)
三、肺部感染	(251)

四、氧中毒	(253)
五、呼吸机依赖	(254)
六、上呼吸道堵塞	(255)
七、肺不张	(256)
第三节 机机通气致其他并发症	(257)
一、循环系统并发症	(257)
二、气管及邻近组织损伤	(257)
三、胃肠道系统并发症	(258)
第十六章 呼吸机的基本结构	顾宏奎 宋志芳 (260)
第一节 基本结构	(260)
第二节 供气部分	(262)
一、电动呼吸机	(262)
二、气动呼吸机	(263)
第三节 呼气部分	(263)
一、呼气阀	(263)
二、PEEP 阀	(264)
三、呼气单向阀	(264)
第四节 控制部分	(264)
一、气控	(264)
二、电控	(264)
三、微处理机或计算机控制型	(264)
第五节 呼吸机的监测系统	(265)
一、压力监测	(265)
二、流量监测	(265)
三、FiO ₂ 监测	(265)
第六节 湿化器与雾化器	(266)
一、湿化器	(266)
二、雾化器	(266)
第十七章 呼吸机清洗与消毒、保养与维护	陈彦 宋志芳 (267)
一、呼吸机的清洗与消毒	(267)
二、呼吸机的保养与维护	(268)
第十八章 各种类型呼吸机简介	马钩 宋志芳 顾宏奎 (269)
一、呼吸机类型简介	(269)
二、各种类型呼吸机性能简介	(269)

第三篇 各种危重病与机械通气

第十九章 心肺脑复苏	宋志芳 王一镗 (277)
第一节 概述	(277)
一、诊断	(277)

二、病因	(278)
三、心搏、呼吸停止的机制	(279)
第二节 心肺复苏	(280)
一、基本原则	(280)
二、基本步骤	(281)
三、疗效评价	(283)
四、注意事项	(283)
第三节 脑复苏	(284)
一、脑组织的特点	(284)
二、一般治疗	(285)
三、特殊脑复苏措施	(286)
四、脑复苏后期的康复治疗	(288)
五、脑复苏的效果和影响因素	(289)
六、终止脑复苏的指标	(290)
第四节 呼吸机治疗	(291)
一、适应证	(291)
二、人工气道的选择	(291)
三、呼吸机类型选择	(291)
四、呼吸机模式和功能的选择	(291)
五、脱机标准	(292)
六、注意事项	(292)
第二十章 多系统脏器功能衰竭	宋志芳 朱 良 王一镗 (293)
第一节 概述	(293)
一、病因	(293)
二、发病机制	(294)
三、病理生理改变	(297)
四、临床表现与诊断标准	(298)
五、临床监测标准	(298)
六、MSOF 预防	(300)
七、治疗进展	(300)
第二节 各器官功能衰竭的治疗重点	(301)
一、肺	(301)
二、心	(302)
三、肾	(302)
四、肝	(302)
五、胃肠功能	(304)
六、凝血功能支持	(304)
七、脑功能支持	(304)
八、营养支持	(306)