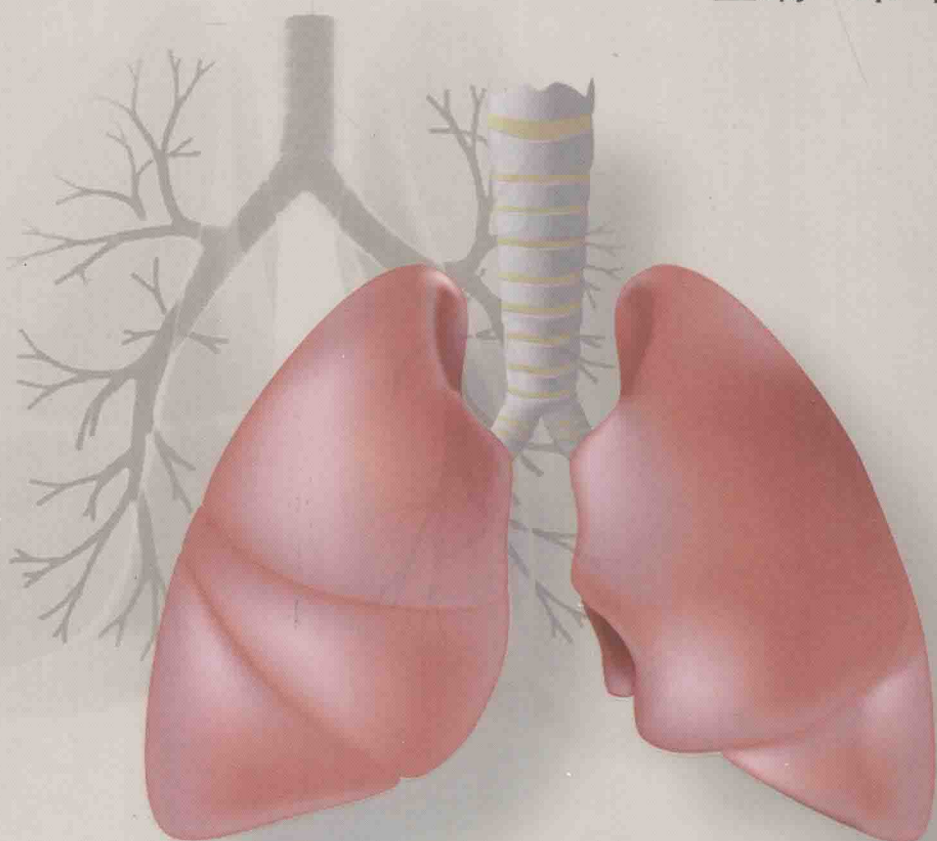


临床肺功能

CLINICAL PULMONARY FUNCTION

(第2版)

主编 朱 蕾



人民卫生出版社
PEOPLE'S MEDICAL PUBLISHING HOUSE

Clinical Pulmonary Function

临床肺功能

第2版

主 审 钮善福

主 编 朱 蕾

参编人员 (按姓氏汉语拼音顺序排列)

蔡映云	复旦大学附属中山医院	钮善福	复旦大学附属中山医院
陈 琪	复旦大学附属中山医院	任卫英	复旦大学附属中山医院
陈荣昌	广州医科大学附属第一医院	沈勤军	复旦大学附属中山医院
龚 颖	复旦大学附属中山医院	宋元林	复旦大学附属中山医院
顾宇彤	复旦大学附属中山医院	杨延杰	复旦大学附属中山医院
胡莉娟	复旦大学附属中山医院	张 静	复旦大学附属中山医院
金美玲	复旦大学附属中山医院	朱 蕾	复旦大学附属中山医院
李 丽	复旦大学附属中山医院		

秘 书 龚 颖 李 丽

人民卫生出版社

图书在版编目(CIP)数据

临床肺功能/朱蕾主编.—2版.—北京:人民卫生出版社,
2014

ISBN 978-7-117-19867-7

I. ①临… II. ①朱… III. ①肺-功能-基本知识
IV. ①R332.2

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第239199号

人卫社官网	www.pmph.com	出版物查询, 在线购书
人卫医学网	www.ipmph.com	医学考试辅导, 医学数 据库服务, 医学教育资 源, 大众健康资讯

版权所有, 侵权必究!

临床肺功能

第2版

主 编: 朱 蕾

出版发行: 人民卫生出版社(中继线 010-59780011)

地 址: 北京市朝阳区潘家园南里19号

邮 编: 100021

E-mail: pmph@pmph.com

购书热线: 010-59787592 010-59787584 010-65264830

印 刷: 北京人卫印刷厂

经 销: 新华书店

开 本: 787×1092 1/16 印张: 38

字 数: 948千字

版 次: 2004年8月第1版 2014年12月第2版

2014年12月第2版第1次印刷(总第3次印刷)

标准书号: ISBN 978-7-117-19867-7/R·19868

定 价: 99.00元

打击盗版举报电话: 010-59787491 E-mail: WQ@pmph.com

(凡属印装质量问题请与本社市场营销中心联系退换)



该书受上海市科委重点课题
13411951602 和
9411951300 资助

序 (第2版)

欣闻由朱蕾教授主编的“临床肺功能”即将再版，应邀作序之时顿感不胜荣幸、不胜感慨。

35年前我作为改革开放后第一批留学生，在于润江老师推荐下选择了日本东北大学的滝岛任教授作为指导教师，从此开始了我与肺功能的不解之缘。在日本的最初两年，我每周有一个半天像呼吸治疗师那样专门从事肺功能的测定与数据整理计算。应用最古老的水封式 spirometer 测肺容积；测定弥散时手里握着一块体育比赛时用的秒表来控制被试者屏气时间；应用完全手工制作的容积式体积描记仪来测定 P-V 曲线等呼吸力学参数；多导记录仪描记下的一个被试者资料的计算最少要花两小时……

肺功能在临床医学中可称得上是最复杂、最深奥的学问之一。要想“精通”肺功能实在不是一件容易的事，在拥有足够的临床知识的同时，还要掌握必需的呼吸生理、物理、数学、机械学知识，且一定要有实际操作经验。记得留学回国后我曾在《中华结核和呼吸杂志》上发表文章，向读者解释怎样才能从高频振荡法测定的阻抗 (impedance) 中计算出呼吸阻力时，文中应用了许多微积分、三角函数概念，以致多年后拿来重读，自己都不能像当初那样透彻理解。

肺功能对于呼吸专科医生的重要性是不言而喻的，基本不懂肺功能者很难成为呼吸病的“大家”。比如对于呼吸衰竭的深刻理解，以及机械通气的合理应用，肺功能是不可缺少的基本功，更不要说对气道可逆性、气流阻塞、气体交换与睡眠呼吸障碍等，与呼吸疾病密切相关的各种概念的理解与掌握了。我本人之所以后来在机械通气方面能得心应手、有所成就，主要受益于此前打下的肺功能、呼吸生理基础。回忆 20 世纪 70 年代由于小气道疾病、血气分析与气道反应性测定等的兴起，肺功能得到普遍重视，临床医生争先恐后来学习。在现代医学更多进入微观的分子生物学、基因蛋白质组学的今天，肺功能已受冷落，但我仍然坚持认为人体是统一的机体，不能人为地割裂开来对待，难以想象基本不懂肺功能的医生会成为优秀的呼吸专科医生。

本书主编朱蕾教授从事肺功能与机械通气多年,传承了中山医院吴绍青、李华德、钮善福教授等的传统与学风,做事从不半途而废。在信息化突飞猛进的今天,许多追求“实惠”的“聪明人”已将著书立说当作费力不讨好的事,避之而不及,或者任由其下属编者采用“天下写书一大抄”的手段来应付读者。朱蕾教授拖着疾病之躯,长期以来锲而不舍,在第一版基础上结合近年来的发展与自己的实践经验,使本书内容更加丰富完善。笔者衷心祝贺本书再版,并衷心向朱蕾教授及团队致谢!锲而不舍、默默付出是成功之本,天助自助者。希望广大读者能从本书中吸取知识、拓宽思路,加深对疾病的理解,并对临床科研有所启发、有所帮助。

刘又宁

2014年10月于北京

序 (第1版)

近10年来,呼吸生理的研究取得了巨大进步,肺功能的测定技术也发生了显著变化。现代肺功能测定应用较既往更加方便。肺功能的应用范围也更加广泛。这些都是大众瞩目的医学进展。展望未来,回顾过去的成绩,提出存在的问题,努力使临床肺功能这一课题推向新的阶段是我们呼吸专业医务工作者的责任。

对临床肺生理学颇有造诣的三位学者:复旦大学附属中山医院朱蕾教授、中国人民解放军总医院刘又宁教授和中国医科大学于润江教授主编完成的《临床肺功能》一书,将有关的临床经验、测试技术和理论基础加以归纳。这本书适应了广大医务工作者迫切希望获得临床肺功能新知识的需要,将会为提高这一领域的水平打下良好的基础。

有幸先睹此书,读后感到收益良多。此书具有知识性、实用性的特点。它首先介绍了与肺功能有关的基础力学和呼吸系统的组织结构方面的知识。大部分章节详尽地介绍了肺容量、通气和换气功能、呼吸动力学和呼吸调节、动脉血气、小儿肺功能、肺功能的临床应用等方面的内容。对于体容积描记、振荡式肺功能测定、心肺功能运动试验等技术方面的知识内容颇为详实。该书更为突出的特点是实用性和连续性,诸如传统与现代肺功能仪器结构特点和区别、技术要求、临床价值、应用中突现的问题和处理均是可借鉴应用的经验。另一值得推荐的方面是他们介绍和分析了近10年来有关肺功能测定的新的观点,如气道阻塞和气流阻塞问题、小气道功能的问题、等压点学说的问题、振荡式肺功能特点及其与传统肺功能的关系等问题。由此,也可以反映出肺功能的理论、测试技术和临床应用等方面还有许多值得研究和开发的重要课题。

读后深感作者们在繁忙的临床医疗工作中完成如此繁重的撰写任务,付出了十分辛勤的劳动,特此向他们表示深深的敬意。

罗慰慈
北京协和医院呼吸科
2004年7月

前言 (第2版)

2004年出版了第1版《临床肺功能》。随着呼吸生理理论和实践的不断发展,多年前就准备再版,但因种种原因,10年过去了才得以完成,有如释重负之感。

于润江老师和刘又宁老师不再担任本书第2版的主编工作,但一直给我很大的支持和鼓励,这也是能够完成再版的重要动力,在此表示深深的感谢。

鉴于婴幼儿肺功能特殊性,本版不再收录,特别向第一版中完成该部分内容的张皓教授表示感谢。

该版在保持第1版基本编写体例相对稳定的基础上,进行了较大幅度的修正和补充。除不再保留婴幼儿肺功能的内容外,危重患者的肺功能检测也删除,增加了肺功能概述、肺功能诊断、呼出气一氧化氮浓度检测、肺功能室管理数章;还将肺功能测定的临床意义进行细化,增加了肺功能检查在外科中的应用,以及慢性阻塞性肺疾病、支气管哮喘、肺间质病、肺血管病的肺功能变化等章节。因为国内一直没有肺功能的测定规范和诊断指南,结合国内外的文献、中山医院的应用经验、并征询多方意见,在最后附录部分又专门增加了肺功能操作指南和肺功能诊断指南两部分。为应用方便起见,将广泛应用的1988年华东地区的正常预计值公式(修订版)和我们初步探索完成的正常临界值公式也放在附录中。

为顺应名词标准化的需要,该版根据《呼吸病学》名词标准对有关肺功能名词和术语进行了规范化整理,使之能与国家标准保持一致。

该版对常规肺功能测定,即肺容积、通气功能、弥散功能测定的内容、方法、解读、质量控制等进行了大幅度的完善和修正,对接近淘汰或极少应用的旧式仪器内容进行了简化,对现代广泛应用的新式肺功能仪内容则进一步丰富。本书推荐的操作指南也摆脱了传统仪器的写法,而是以现代仪器的真实测定情况完成的。对有关呼吸阻力、顺应性、呼吸调节、动脉血气的内容,以及体容积描记法、脉冲振荡法、心肺功能运动试验的内容也进行了大幅度的修正和完善。

与其他领域相比,常规肺功能的变化相对较少,但问题较多。如2005年ATS/ERS制定了阻塞性通气功能障碍的诊断和分级标准,但并没有获得广泛的临床应用。COPD是阻塞性肺疾病的典型代表,由GOULD制定的定性标准和分级标准与ATS/ERS的标准完全不同,却获得了广泛应用,很多地区甚至将其误用于肺功能的诊断和分级标准。作者对这些方面也进行了分析和阐述。

由于作者水平所限,不足之处在所难免,请广大读者批评指正。

朱 蕾

2014年10月

前言 (第1版)

肺有多种功能,如呼吸功能、内分泌功能、代谢功能等,但临床所指的肺功能测定一般是指肺的通气和换气功能测定。1961年由吴绍青、李华德、萨藤三主编《肺功能测验在临床上的应用》,1992年由穆魁津、林友华主编《肺功能测定原理与临床应用》两部专著对推动国内肺功能测定技术的开展和临床应用发挥了重要作用。

10余年来,肺功能的测定方法和内容有较大改变,如脉冲振荡技术能在静息呼吸的情况下测定肺的功能,可用于配合不佳的老年人及儿童的测定;可区分中心气道和周边气道阻力,可区分黏性阻力、弹性阻力和惯性阻力,但对其测定结果的分析仍有较多问题,甚至存在较大争议,其测定结果如何与常规肺功能指标相对应也仍未解决。传统肺功能指标的测定方法和技术要求也有较大改变,总体上趋向于用一台仪器完成肺容量、通气功能和弥散功能的测定,并直接完成实际值和预计值的比较,甚至诊断,因此指标的测定手段和数据的显示变得比较抽象,技术人员和临床医生不容易理解其原理和技术要求,对可能出现的问题也不容易进行正确的判断。不仅如此,10年来呼吸生理理论也发生了巨大变化,比如慢性阻塞性肺疾病的肺功能改变已由“气道阻塞”改为“气流阻塞”,所谓测定小气道功能的含义也有较大变化,用等压点学说解释流量-容积曲线也存在较多争议。肺功能测定的临床应用显著增加,不仅继续用于肺部疾病的功能判断和疾病的诊断、鉴别诊断,更多地用于指导手术治疗,特别是进行胸腹部手术的老年患者几乎常规进行肺功能检查,如何根据肺功能指标对手术及手术后的康复进行评估特别重要。因此我们组织完成了《临床肺功能》一书,希望对近年来肺功能测定技术的进展和现状进行系统的总结。本书共21章,主要包括肺容量、通气功能、换气功能、侧位肺功能、动脉血气、呼吸动力学和呼吸调节、小儿肺功能、人体体积描记肺功能测定、脉冲振荡肺功能测定、肺功能测定的临床应用和肺功能的考核等内容。重点论述肺功能指标的理论基础、测定原理、方法和技术要求、存在的问题、临床意义和临床应用价值,重视文字描述和图解的结合,不单纯强调数据或正常值的大

小；重视不同指标的内在联系和如何联系；解释清楚肺功能的诊断程序及如何应用于临床；重视肺功能测定仪器结构特点和操作要求的介绍，以及传统肺功能仪与现代肺功能仪的异同；客观评价不同类型的肺功能测定仪器及测定方法。

由于作者水平有限，不足之处请广大读者批评指正。

朱 蕾 刘又宁 于润江

2004 年 7 月

目 录

第一章 与肺功能有关的物理学知识	1
第一节 基础力学	1
第二节 流体力学	3
第三节 热力学	6
第二章 呼吸系统的功能解剖	8
第一节 呼吸道的结构特点与功能	8
第二节 肺与肺泡	14
第三节 肺的血液循环	15
第三章 肺功能检查概述	19
第一节 肺功能检查仪	19
第二节 肺功能检查仪的发展历史	25
第三节 肺功能测定的基本内容	27
第四节 现代肺功能仪的特点	27
第五节 肺功能检查的适应证和禁忌证	29
第六节 肺功能测定的基本要求	31
第七节 肺功能测定准备工作中的重要术语	34
第四章 肺容积检查	35
第一节 肺容积的基本概念	35
第二节 肺活量的测定	36
第三节 肺量计和气体分析仪的校准和质量控制	41
第四节 肺活量及相关肺容积的特点和临床意义	48
第五节 功能残气量的测定	51
第六节 测定功能残气量的常用气体分析法	52
第七节 测定功能残气量的其他方法	60
第八节 功能残气量及相关参数的临床意义	61
第九节 影响肺容积的生理因素和病理因素	64
第十节 各种肺容积参数价值的客观评价	68

第五章 肺的通气功能	69
第一节 每分钟静息通气量	69
第二节 每分钟静息肺泡通气量和无效腔通气量	69
第三节 流量-容积曲线的测定和解读	73
第四节 最大呼气流量-容积曲线测定的临床意义	82
第五节 流量-容积曲线的不准确概念	89
第六节 最大呼气流量-容积曲线测定的质量控制	92
第七节 用力肺活量的测定和质量控制	96
第八节 用力肺活量测定的临床意义	104
第九节 最大自主通气量	108
第十节 呼气中期流量和最大呼气流量	112
第十一节 支气管舒张试验	116
第十二节 通气功能的评价	128
第六章 侧位肺功能	130
第七章 肺内气体分布	134
第一节 闭合容积曲线	134
第二节 闭合容积曲线的测定	135
第三节 吸入气体分布的特点和临床意义	137
第八章 肺内的气体交换	140
第一节 与气体交换有关的重要概念	140
第二节 气体交换的基本概念及其临床意义	143
第三节 气体弥散的特性及其临床意义	148
第四节 一氧化碳弥散量的测定理论基础	153
第五节 一氧化碳弥散量的临床测定	156
第六节 影响一氧化碳弥散量的生理学和病理学因素	171
第七节 循环功能对一氧化碳弥散测定结果的影响及其临床意义	176
第八节 静动脉血分流率的测定及临床意义	181
第九节 通气血流比例失调的测定	184
第十节 通气血流比例失调影响气体交换的机制及临床意义	189
第九章 小气道功能	198
第一节 小气道的概念与特点	198
第二节 小气道功能与小气道病变	198
第三节 小气道功能的测定	200
第十章 呼吸阻力与顺应性	204

第一节	呼吸阻力的分类及正常呼吸状态下的阻力	204
第二节	呼吸系统顺应性的基础知识	209
第三节	不同状态下的压力-容积曲线	216
第四节	呼吸系统顺应性的测定	222
第五节	呼吸系统顺应性测定的临床意义	229
第六节	机械通气患者的顺应性测定	233
第七节	非弹性阻力的基本知识	238
第八节	气道阻力及其他黏性阻力的测定	242
第九节	气道阻力及其他黏性阻力测定临床意义	247
第十节	呼吸功	248
第十一章	呼吸肌功能	252
第一节	呼吸肌的解剖与生理	252
第二节	肺通气的动力	255
第三节	呼吸运动单位及其募集	257
第四节	呼吸肌疲劳概述	260
第五节	呼吸肌疲劳的临床表现及诊断	261
第六节	最大吸气压和最大呼气压的测定	266
第十二章	动脉血气分析与酸碱平衡	271
第一节	氧的代谢	272
第二节	酸碱的概念	284
第三节	动脉血二氧化碳和酸碱的代谢	290
第四节	酸碱平衡	299
第五节	酸碱平衡紊乱	312
第六节	慢性呼吸衰竭患者机械通气后碱中毒	321
第七节	吸收性碱中毒	322
第八节	酸碱紊乱的判断	326
第九节	动脉血气检查原理、方法和质量控制	330
第十三章	呼吸调节的检测及临床意义	337
第一节	呼吸中枢和呼吸调节的基本概念	338
第二节	呼吸中枢与呼吸节律	341
第三节	呼吸的调节	346
第四节	呼吸的化学性调节	350
第五节	呼吸调节的检测	357
第十四章	肺功能诊断	370
第一节	肺功能诊断的基本概念	370

第二节	肺功能诊断标准	373
第三节	与肺功能诊断有关的其他概念	378
第十五章	无创动脉血气的测定	382
第一节	经皮血氧饱和度的测定和应用	382
第二节	呼出气二氧化碳分压的测定	386
第十六章	气道反应性	394
第一节	基本概念	394
第二节	气道高反应性的发生机制	396
第三节	支气管激发试验的基本介绍	398
第四节	常用气道激发试验的介绍	403
第五节	气道激发试验的质量控制与解读	408
第六节	其他类型的常用气道激发试验	413
第七节	气道反应性测定的临床意义	414
第十七章	脉冲振荡技术测定肺功能的原理及临床应用	417
第一节	脉冲振荡技术的发展简史	417
第二节	脉冲振荡技术的基本原理	418
第三节	脉冲振荡技术测定的肺功能内容	425
第四节	阻抗的容积依赖性分析	431
第五节	脉冲振荡肺功能的报告分析	434
第六节	脉冲振荡肺功能的测定标准	437
第七节	脉冲振荡技术的问题	438
第十八章	体容积描记仪	442
第一节	体容积描记仪的发展历史	442
第二节	体容积描记仪的基本类型	442
第三节	体容积描记仪测定的基本原理	444
第四节	体容积描记仪的测定方法	447
第五节	体容积描记法的测定要求	450
第六节	体容积描记法测定的适应证和禁忌证	454
第十九章	心肺运动试验	455
第一节	基本概念	455
第二节	运动气体代谢测定技术的发展历史	459
第三节	心肺功能的综合评估	463
第四节	运动负荷的设计	467
第五节	心肺运动试验的特征性反应	468

第六节 运动试验的临床应用	475
第二十章 呼出气一氧化氮浓度检测	479
第二十一章 肺功能室的管理	485
第一节 肺功能室的人员组成	485
第二节 肺功能检查的定标和质量控制	485
第三节 肺功能检查的安全防护和设备的消毒	493
第二十二章 肺功能检查的临床应用概况	497
第一节 肺功能检查在疾病诊治方面的应用	497
第二节 肺功能测定在外科手术方面的应用概况	501
第二十三章 肺功能检查在外科的应用	502
第一节 手术后的基本肺功能变化	502
第二节 与手术有关的主要肺功能参数及其他指标	505
第三节 其他影响围术期肺部并发症的因素	507
第四节 引起术前肺功能减退的胸部疾病	509
第五节 手术后的常见肺部并发症及处理原则	510
第二十四章 慢性阻塞性肺疾病的肺功能变化	516
第一节 COPD 的概念和基本特点	516
第二节 COPD 的肺功能变化规律	519
第三节 阻塞性通气功能障碍与 COPD 的关系	523
第二十五章 支气管哮喘的肺功能变化	527
第一节 支气管哮喘的基本知识	527
第二节 支气管哮喘的基本肺功能变化	529
第三节 危重支气管哮喘的呼吸生理变化与机械通气治疗	532
第二十六章 间质性肺疾病的肺功能变化	535
第二十七章 肺血管病的肺功能变化	537
第一节 肺动脉高压的肺功能变化	537
第二节 肺栓塞的肺功能变化	538
第二十八章 肺功能的考核	540
参考文献	546

目 录

附录	551
附录 1 肺功能测定指南	551
附录 2 肺功能诊断指南	563
附录 3 华东地区肺功能参数的正常预计值公式 (1988 年修订版)	566
附录 4 复旦大学附属中山医院肺功能参数临界值的预计公式 (2011 年版) (试用)	567
附录 5 常用肺功能概念的中英文对照	568