

(第2版)

呼吸疾病 鉴别诊断与治疗学

HUXI JIBING

JIANBIE ZHENDUAN YU ZHILIAOXUE

主 编 胡建林 杨和平



人民军医出版社

PEOPLE'S MILITARY MEDICAL PRESS

呼吸疾病

鉴别诊断与治疗学

HUXI JIBING JIANBIE ZHENDUAN YU ZHI LIAOXUE

(第2版)

主 审 钱桂生

主 编 胡建林 杨和平

副主编 徐 玲 吴国明 熊 玮 周向东



人民军医出版社

PEOPLE'S MILITARY MEDICAL PRESS

北 京

图书在版编目(CIP)数据

呼吸疾病鉴别诊断与治疗学/胡建林,杨和平主编. —2版. —北京:人民军医出版社,2015.6
ISBN 978-7-5091-8426-4

I. ①呼… II. ①胡…②杨… III. ①呼吸系统疾病—鉴别诊断②呼吸系统疾病—治疗学
IV. ①R56

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 107602 号

策划编辑:王琳 文字编辑:王刚 韩志 责任审读:杜云祥

出版发行:人民军医出版社 经销:新华书店

通信地址:北京市 100036 信箱 188 分箱 邮编:100036

质量反馈电话:(010)51927290;(010)51927283

邮购电话:(010)51927252

策划编辑电话:(010)51927409

网址:www.pmmp.com.cn

印、装:三河市春园印刷有限公司

开本:889mm×1194mm 1/16

印张:40.5 字数:1149千字

版、印次:2015年6月第2版第1次印刷

印数:0001—2000

定价:199.00元

版权所有 侵权必究

购买本社图书,凡有缺、倒、脱页者,本社负责调换

编著者名单

主 审 钱桂生

主 编 胡建林 杨和平

副主编 徐 玲 吴国明 熊 玮 周向东

编 者 (以姓氏笔画为序)

王 璞	王长征	王建春	文礼红	刘 刚	许 霞
李永怀	李学军	杨再兴	杨军民	杨和平	吴国明
邱 倩	张 巧	陈 涛	陈永锋	林科雄	罗 丹
罗 虎	罗奇志	周向东	周沪明	胡 晨	胡若兰
胡建林	施 毅	宫 亮	祝冰晶	敖 敏	夏前明
钱桂生	徐 玲	徐 静	郭述良	唐小葵	唐春兰
黄 英	游 箭	谢才德	雷 撼	廖克龙	熊 玮
戴晓天					

内 容 提 要

疾病的鉴别诊断和治疗是临床工作最核心的部分,本书紧紧抓住这两个方面进行编写。全书分上、下两篇,共 29 章。上篇介绍了呼吸系统疾病专科诊疗技术和方法,包括肺功能检查、血气分析、支气管镜的应用、电视胸腔镜及纵隔镜应用、胸腔和肺穿刺术、呼吸系统非血管介入治疗、呼吸系统血管介入技术、气道湿化和吸入疗法、机械通气的应用、氧气疗法、呼吸系统疾病专科药物治疗等;下篇介绍各种呼吸系统疾病鉴别诊断与治疗,包括上呼吸道、气管及支气管疾病,肺炎,弥漫性间质性肺疾病,肺循环疾病,胸膜疾病,肺部肿瘤,职业性肺病,纵隔疾病,先天性肺疾病,遗传性呼吸系统疾病,通气调节功能障碍疾病,呼吸系统急重症等。全书在第 1 版的基础上,增加了部分新的知识并修订了第 1 版中的一些错误内容,贴近临床,注重实用,对于拓展临床医师特别是青年医师思路、提高诊治水平很有裨益。适合呼吸科医师、研究生以及医学院校师生阅读参考。

前言 *Preface*

《呼吸疾病鉴别诊断与治疗学》于 2007 年出版至今已经 7 年了。该书出版后受到了广大临床医师的青睐,但读者和作者也发现了书中的一些错误和不足。医学研究的快速发展也促使临床医学知识的不断更新。因此,在广大读者的要求及出版社的筹划下,经过作者们的共同努力,完成了该书的再版工作。希望本书对呼吸系统疾病的诊断、鉴别诊断和治疗工作有所帮助。

不同的呼吸系统疾病常有许多相似的临床症状、体征、影像学改变及其他辅助检查结果,全身性疾病也可累及呼吸系统而呈现与呼吸系统原发疾病相似的表现,这是导致临床延误诊断的重要因素,临床表现不典型时更是如此。因此,掌握不同疾病的鉴别诊断要点,在临床诊治过程中认真进行问诊和体检,合理安排辅助检查,并进行细致而全面的分析,对于及时做出正确的诊断非常有益。帮助临床医师更好地掌握呼吸系统疾病鉴别诊断要点是本书的出发点之一。

呼吸系统疾病诊疗技术的不断改进、新的诊疗技术不断涌现、新药的发展及临床治疗方案的不总结,使临床原有的一些治疗难题也得到了部分解决。本书在较系统地介绍呼吸系统疾病治疗方法的基础上,力求介绍一些新的诊疗技术和方法。我们期待本书对提高临床医师的呼吸系统疾病诊疗水平有所裨益。

由于水平有限,本书未必能实现我们的初衷。尽管再版力求增加新的知识并避免第 1 版出现的错误,但仍不能包含全部新进展,并且本书仍会存在不妥甚至错误,希望同道们不吝赐教,我们将不胜感激。本书在编写过程中,得到了中国人民解放军总后勤部卫生部、人民军医出版社领导和同志的鼓励和支持,特此深表感谢!

胡建林 杨和平

2015 年 1 月

目录 Contents

上篇 呼吸系统疾病专科诊疗技术和方法

第 1 章 肺功能检查	3	第二节 经皮肺穿刺活检术	45
第一节 肺容量与肺通气功能检查	3	第三节 经皮穿刺胸膜活检术	47
第二节 小气道功能测定	7	第 6 章 呼吸系统非血管介入	
第三节 肺弥散功能测定	8	技术的应用	51
第四节 呼吸动力学检测	9	第一节 经支气管镜微波治疗	51
第五节 支气管舒张试验和支气管激发试验	11	第二节 经支气管镜高频电凝治疗	53
第 2 章 血气分析	13	第三节 经支气管镜冷冻治疗	54
第一节 动脉血气分析的作用	13	第四节 经支气管镜激光治疗	57
第二节 阴离子隙的临床应用	13	第五节 经纤维支气管镜支气管球囊扩张术	61
第三节 潜在 HCO_3^- 的临床应用	14	第六节 气道支架置入术	63
第四节 酸碱失衡预计代偿公式的临床应用	15	第七节 经皮肺穿刺放射性粒子种植术	66
第五节 常用的考核酸碱失衡的指标	16	第 7 章 呼吸系统血管介入	
第六节 动脉血气分析的测定方法	17	技术	70
第七节 酸碱失衡的判断	18	第一节 呼吸系统血管造影术	70
第 3 章 支气管镜应用	21	第二节 呼吸系统血管灌注化学治疗术	73
第一节 硬质支气管镜的应用	21	第三节 呼吸系统血管栓塞术	76
第二节 纤维支气管镜的应用	22	第四节 上腔静脉内支架放置术	79
第三节 超声支气管镜的应用	29	第五节 深静脉血栓-肺栓塞的介入治疗	81
第 4 章 电视胸腔镜及电视纵隔镜应用	34	第 8 章 气道湿化和吸入疗法	85
第一节 电视胸腔镜的应用	34	第一节 气道湿化疗法	85
第二节 电视纵隔镜的应用	41	第二节 气道吸入疗法	88
第 5 章 胸腔和肺穿刺术	44	第 9 章 机械通气的应用	95
第一节 胸腔穿刺术	44	第一节 呼吸机的发展史与分类	95
		第二节 机械通气的适应证和禁忌证	96
		第三节 机械通气对生理的影响	97

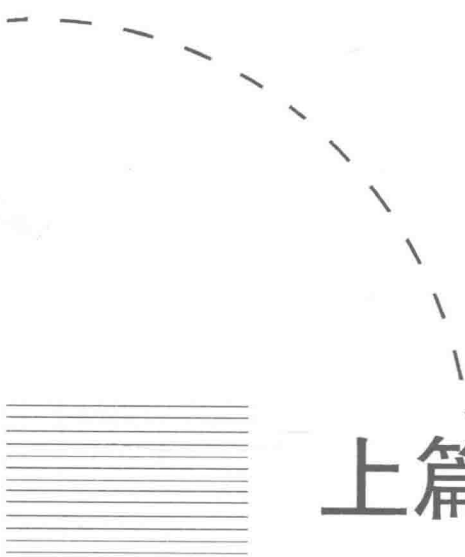
第四节	常用的机械通气模式	99	第二节	氧疗	122
第五节	呼吸机的调节	106	第 11 章	呼吸系统疾病专科	
第六节	肺保护通气策略	107		药物治疗	128
第七节	机械通气有关的并发症及其 处理原则	109	第一节	平喘药的应用	128
第八节	呼吸机撤离、拔管	113	第二节	镇咳祛痰药的应用	155
第九节	机械通气的护理	115	第三节	呼吸兴奋药的应用	160
第十节	人工气道的气囊管理	117	第 12 章	呼吸系统疾病护理	165
第十一节	机械通气在心源性肺水肿治疗 中的应用	118	第一节	呼吸系统疾病的常见症状、体征 及护理	165
第 10 章	氧气疗法	120	第二节	呼吸系统常见诊疗方法及措施 的护理	169
第一节	低氧血症	120			

下篇 各种呼吸系统疾病鉴别诊断和治疗

第 13 章	上呼吸道、气管及支气管疾病	181	第 15 章	非感染性肺炎	301
第一节	急性上呼吸道感染	181	第一节	放射性肺炎	301
第二节	流行性感冒	182	第二节	吸入性肺炎	304
第三节	急性气管-支气管炎	186	第三节	类脂质肺炎	306
第四节	弥漫性泛细支气管炎	187	第 16 章	弥漫性间质性肺疾病	309
第五节	慢性阻塞性肺疾病	189	第一节	特发性肺纤维化	309
第六节	支气管哮喘	196	第二节	脱屑性间质性肺炎	319
第七节	支气管扩张症	207	第三节	闭塞性细支气管炎伴机化 性肺炎	319
第八节	支气管结石症	209	第四节	特发性肺含铁血黄素沉着症	321
第九节	肺不张	211	第五节	肺出血-肾炎综合征	322
第 14 章	感染性肺疾病	214	第六节	外源性变应性肺泡炎	325
第一节	细菌性肺炎	214	第七节	肺泡蛋白沉着症	327
第二节	厌氧菌肺胸膜感染	233	第八节	药物导致的肺部疾病	330
第三节	肺部真菌病	237	第九节	肺朗格汉斯细胞组织增生症	335
第四节	病毒性肺炎	251	第 17 章	肺循环疾病	340
第五节	立克次体肺炎	261	第一节	肺水肿	340
第六节	肺炎支原体肺炎	264	第二节	高原肺水肿	346
第七节	衣原体肺炎	267	第三节	复张性肺水肿	349
第八节	肺部寄生虫病	270	第四节	肺栓塞	350
第九节	肺结核	285	第五节	急性肺源性心脏病	361
第十节	非结核分枝杆菌肺病	295	第六节	慢性肺源性心脏病	363
第十一节	肺脓肿	298	第 18 章	胸膜疾病	371
			第一节	气胸	371

第二节	血胸	376	第五节	坏死性结节样肉芽肿病	488
第三节	脓胸	377	第 23 章	纵隔疾病	489
第四节	结核性胸膜炎	379	第一节	纵隔肿瘤	489
第五节	乳糜胸	383	第二节	纵隔囊肿	503
第六节	恶性胸腔积液	385	第三节	纵隔炎	505
第七节	其他原因引起的胸腔积液	392	第四节	纵隔气肿	506
第八节	胸膜间皮瘤	392	第 24 章	膈肌疾病	508
第 19 章	肺部肿瘤	398	第一节	膈肌麻痹	508
第一节	肺癌	398	第二节	膈膨出	509
第二节	支气管、肺良性肿瘤及瘤样 病变	431	第三节	膈疝	511
第三节	肺部其他原发性恶性肿瘤	444	第四节	膈肌肿瘤和肿块	515
第 20 章	职业性肺病	448	第 25 章	先天性肺疾病	517
第一节	硅沉着病	448	第一节	先天性肺未发生	517
第二节	石棉尘肺	452	第二节	先天性肺未发育	518
第三节	滑石尘肺	453	第三节	先天性肺发育不良	519
第四节	煤尘肺	454	第四节	弯刀综合征	521
第五节	棉尘肺	456	第五节	透明肺	521
第六节	铍病	457	第六节	肺隔离症	523
第七节	农民肺	458	第七节	先天性囊状腺样畸形	525
第八节	刺激性气体所致支气管肺疾病	461	第八节	先天性支气管肺囊肿	526
第九节	职业性哮喘	463	第九节	肺动静脉瘘	527
第 21 章	结缔组织病的肺部 表现	466	第 26 章	遗传性呼吸系统疾病	530
第一节	概述	466	第一节	不动纤毛综合征	530
第二节	类风湿关节炎	467	第二节	肺囊性纤维化	531
第三节	系统性红斑狼疮	469	第三节	α_1 -抗胰蛋白酶缺乏症	533
第四节	进行性系统性硬化	471	第四节	遗传性出血性毛细血管扩张症	535
第五节	多发性肌炎-皮肌炎	472	第 27 章	通气调节功能障碍性 疾病	537
第六节	混合结缔组织病	473	第一节	睡眠呼吸暂停低通气综合征	537
第七节	干燥综合征	474	第二节	过度通气综合征	547
第八节	结节性多动脉炎	474	第三节	原发性肺泡低通气	548
第九节	贝赫切特综合征	474	第 28 章	其他呼吸系统疾病	549
第十节	强直性脊柱炎	475	第一节	呼吸肌疲劳	549
第 22 章	肉芽肿性肺疾病	476	第二节	移植肺	553
第一节	结节病	476	第三节	呼吸道淀粉样变性	563
第二节	韦格纳肉芽肿病	480	第四节	肺嗜酸性粒细胞增多症	570
第三节	淋巴瘤样肉芽肿病	484	第五节	肺泡微结石症	576
第四节	支气管向心性肉芽肿病	486			

第 29 章 呼吸系统急重症	580	第九节 急性呼吸窘迫综合征	613
第一节 急性上气道阻塞	580	第十节 急性氨中毒	620
第二节 重症支气管哮喘	588	第十一节 急性氯气中毒	621
第三节 休克型肺炎	594	第十二节 急性一氧化碳中毒	622
第四节 重症肺结核	597	第十三节 急性硫化氢中毒	623
第五节 张力性气胸	600	第十四节 其他刺激性气体中毒	624
第六节 大咯血	600	第十五节 吸入性损伤	625
第七节 急性呼吸衰竭	604	第十六节 淹溺	633
第八节 慢性呼吸衰竭	605		



上篇

呼吸系统疾病专科诊疗 技术和方法



第 1 章

肺功能检查

肺的主要功能是呼吸,目的是吸入外界的氧气和排出体内产生的二氧化碳。肺的呼吸功能受气道阻力、肺泡的状态、呼吸膜的面积及厚度、肺通气/血流比、呼吸肌力量、呼吸中枢及其传导神经的功能状态等因素影响。肺功能检查(pulmonary

function test)主要是检测肺容量、肺通气功能、肺弥散功能、呼吸动力学指标等,必要时借助药物和运动的影响,进行支气管舒张试验和支气管激发试验,以对影响呼吸功能的各种疾病的病理生理状况进行界定,进而指导临床诊断和治疗。

第一节 肺容量与肺通气功能检查

一、肺容量的测定

肺容量(lung volume)是指静息状态下,一次呼吸所出现的容积变化,不受时间限制,为基本肺功能检查项目,分为4项基础肺容积和4项基础肺容量。

(一)肺容量及其组成(图 1-1)

1. 潮气量(tidal volume, VT) 在平静呼吸时,每次吸入或呼出的气量。正常人为 500ml。

2. 补吸气量(inspiratory reserve volume, IRV) 在平静吸气后所能吸入的最大气量。正常男性约 2160ml,女性约 1500ml。

3. 补呼气量(expiratory reserve volume, ERV) 在平静呼气后所能继续呼出的最大气量。正常男性约 910ml,女性约 560ml。

4. 残气量(residual volume, RV) 补呼气后,肺内不能呼出的残留气量。正常男性约(1380±631)ml,女性约(1301±486)ml。

以上4项为基础肺容积,彼此互不重叠。

5. 吸气量(inspiratory capacity, IC) 平静呼气后能吸入的最大气量,由 VT+IRV 组成。正常男性约 2600ml,女性约 1900ml。

6. 肺活量(vital capacity, VC) 最大吸气后所能呼出的最大气量,由 IC+ERV 组成。正常男性约 3470ml,女性约 2440ml。

7. 功能残气量(functional residual capacity,

FRC) 平静呼气后肺内所含有的气量,由 ERV+RV 组成。正常男性约(2270±809)ml,女性约(1858±552)ml。

8. 肺总量(total lung capacity, TLC) 深吸气后肺内所含有的总气量,由 VC+RV 组成。正常男性约(5090±866)ml,女性约(3996±832)ml。

以上4项为基础肺容量,由2个或2个以上的基础肺容积组成。

(二)测定方法

1. 直接测定 潮气容积、深吸气量、补呼气容积、补吸气容积和肺活量可直接通过肺量计测定。受检者取坐位,加鼻夹,口含住与肺量计相连的咬口进行测定。肺活量测定方法可分为一次法和分次法两种;深吸气后做最大呼气为一次呼气肺活量(expiratory vital capacity);深呼气后做最大吸气为一次吸气肺活量(inspiratory vital capacity)。将分别测定的深吸气量和补呼气量相加即为分次肺活量。肺活量共测3次,3次测得的差值应<5%。所得的气量均须以体温、大气压和饱和水蒸气状态校正。

功能残气量及残气容积:不能直接用肺量计来测定,可通过气体分析方法间接测算,测定气体不能与肺进行气体交换的气量,常用的有两种方法:密闭式氦稀释法和密闭式氮稀释法。

①密闭式氦(He)稀释法

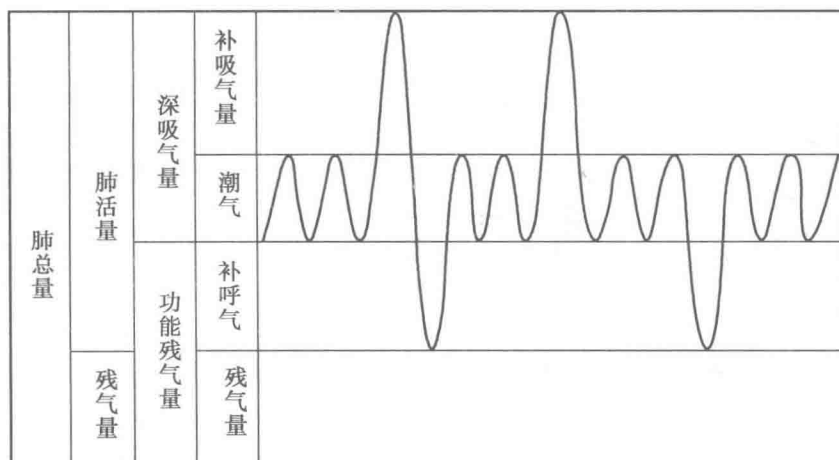


图 1-1 肺容量及其组成示意

原理:用一定容积的已知氮浓度的氮-空气混合气体与肺内的残气相平衡。按氮浓度的稀释度来计算残气量。

测定方法:受检者取坐位,在平静呼气末,与一定容积的已知氮-空气混合气体进行重复呼吸至肺内与肺量计中的氮浓度完全平衡止,通过下列公式计算出功能残气量与残气容积。

$FRC = (He \text{ 初始读数} - \text{终末读数}) \times (\text{筒容} + \text{仪器死腔}) / He \text{ 终末读数}$

$RV = FRC - ERV$

两次测定间隔 20min,正常人的测定差异可在 $\pm 5\%$ 范围内。

② 密闭式氮稀释法

原理:肺量计内充入 5000ml 纯氧。受检者在平静呼气末与肺量计相连,重复呼吸使肺量计内的氮浓度与肺内的氮达到平衡。由肺量计中的氮浓度,通过下列公式,计算出功能残气量。

$$FRC = \frac{y(a-b) - (c+e) \times 100}{79.1-y} - d$$

a 肺量计中充入的氧量(ml)

b 重复呼吸机体的耗氧量

c 重复呼吸体内排氮量约为 8ml

d 肺量计死腔容积

e 肺量计内氧的含氮量

y 重复呼吸后肺量计中氮浓度

2. 总量测定 可由肺活量+残气容积或由深吸气量+功能残气量求得,也可由肺活量通过以下公式推算。

15—34 岁: $VC/0.8 \times 100$

35—49 岁: $VC/0.75 \times 100$

>50 岁: $VC/0.65 \times 100$

(三) 临床意义

深吸气量为肺活量的主要组成部分,约占肺活量的 2/3,可以反映肺及胸廓的顺应性和参与吸气的肌肉力量。

补呼气容积约占肺活量的 1/3,反映气道的通畅度和呼气肌力量。

肺活量实测值最高值与预计值相比,差值 < 20% 者属于基本正常,VC 正常值判定 $80\% \leq \text{实测/预计}\% < 120\%$ 。正常人吸气肺活量、呼气肺活量和分次肺活量均相等。阻塞性肺疾病时,气道易于塌陷或闭合,补呼气量受影响,吸气肺活量大于呼气肺活量,分次肺活量大于一次肺活量。肺活量减小见于胸廓、肺扩张受限、气道阻塞、肺组织损害等。

功能残气量与残气容积改变,通常是同时存在的。常随年龄增长而增加。容积增加见于胸廓和肺弹力减退或气道阻力增加,如肺气肿、支气管哮喘。临床上,常以残气容积/肺总量%(RV/TLC%)作为考核指标(表 1-1)。功能残气量减少,见于肺间质纤维化、肺切除术后等。

表 1-1 阻塞性通气障碍导致的肺气肿考核标准

肺气肿程度	RV/TLC%
正 常	<35
轻度肺气肿	40~50
中度肺气肿	51~60
重度肺气肿	>60

肺总量在健康人实测值与预计值相比的差异为 $\pm 15\% \sim \pm 20\%$ 。肺总量增加见于肺气肿、老年肺,减少见于限制性肺疾病,如弥漫性肺间质纤维化、肺占位性病变、肺组织受压、充血性心脏病等。

VC及TLC降低是限制性通气功能障碍的特点。见于呼吸运动受限者。

二、肺通气功能的测定

肺通气功能又称动态肺容积,是指在单位时间内,随呼吸运动进出肺的气量和流速。凡能影响呼吸频率和呼吸幅度的生理、病理因素,均可影响通气功能。通气功能测定是肺功能测验的最基本内容。

(一)测定内容

1. 每分钟静息通气量(minute ventilation, V_E) 指静息状态下,每分钟进出肺的气量,等于潮气容积与呼吸频率的乘积。正常男性约 (6663 ± 200) ml,女性约 (4217 ± 160) ml。 >10 L为通气过度, <3 L为通气不足。由于通气功能有极大的储备,除非有严重通气障碍,一般静息通气量不会出现异常。

2. 肺泡通气量(alveolar ventilation, V_A) 指在吸气时进入肺泡的有效通气量。肺泡通气量=(潮气容积-无效腔量) $\times$ 呼吸频率。

3. 无效腔量 呼吸道中不进行气体交换的传送气道(口腔、鼻腔、咽、喉、气管和支气管)称解剖无效腔,与年龄、性别、体表面积等有关。留存于解剖无效腔内,不参与气体交换的气量,称为无效腔气,即死腔量,正常约150ml。正常情况下,无效腔量/潮气量的比值为 $0.3 \sim 0.4$,比值越大,即无效腔量大,有效通气量越小。

4. 最大通气量(maximal voluntary ventilation, MVV) 指在单位时间内以最大幅度最快速度进行呼吸的最大气量。正常男性约 (107 ± 2.71) L,女性约 (82.5 ± 2.17) L。

5. 用力肺活量(forced vital capacity, FVC) 指深吸气后以最大的力量最快的速度所达到的最大呼气肺活量。正常人 $FVC=VC$,有气道阻塞时 $FVC<VC$ 。

6. 呼气高峰流量(peak expiratory flow rate, PEFR) 在TLC位,猛力快速之最高呼气流速,受性别、年龄及身高的影响。

(二)测定方法

1. 肺泡通气量不能用肺量计直接测定。一般先测定生理死腔量(V_D),然后由 $V_A=(V_T-V_D) \times RR$ (呼吸频率)求出。

2. 最大通气量 受检者取坐位,加鼻夹,与肺量计相连做每秒1次的最大呼吸,连续12次,累计12次的呼气量乘以5为每分钟最大通气量。通常根据实测值占预计值(%)进行判定, $<80\%$ 为异常。

3. 用力肺活量 受检者取坐位,加鼻夹,口含与肺量计相连的咬口,深吸气后尽可能快而用力地做一深呼气,记录其用力呼气肺活量曲线,共测3次,最佳差异 <100 ml,取FVC及FEV1均为最大值者为最佳曲线,并计算出第1、2、3秒所呼出之气体量占FVC的百分率,正常值分别为83%、96%、99%。一般以第一秒用力呼气量(FEV1)及第一秒用力呼气量占用力肺活量百分率(FEV1/FVC%或FEV1%)作为判定指标,其正常值前者男性约 (3179 ± 117) ml,女性约 (2314 ± 48) ml;后者均应 $>80\%$ 。FEV1% $<70\%$ 说明气道阻塞,常见于慢性阻塞性肺疾病;可逆性气道阻塞如支气管哮喘,应用支气管扩张药后能使FEV1%得到改善。

4. 呼气高峰流量 受检者取立位,加鼻夹,吸足气后,猛力快速用最高呼气流量向仪器内吹气,记录表上读数。测定3次,每次间隔至少1min,3次读数相差在5%以内,取最大值。

(三)临床意义

肺泡通气量即有效通气量,有助于了解肺部疾病对呼吸功能损害的严重程度,如慢性阻塞性肺疾病(COPD)及肺栓塞使生理死腔增加,肺泡通气量下降。肺泡通气量不足,将导致缺氧与二氧化碳潴留。肺泡通气量增加可导致呼吸性碱中毒。

最大通气量是一项简单的负荷试验,用以衡量肺组织的弹性、气道阻力、胸廓的弹性和呼吸肌的力量。通常作为外科手术的指标,尤其是胸科手术的重要风险指标,实测值占预计值 $>80\%$ 属于正常, $<50\%$ (同时FEV1 <1.5 L)胸科手术应慎重考虑或列为禁忌,非胸科手术应酌情考虑。最大通气量是一项较剧烈的呼吸运动,体弱、严重心肺疾病患者及咯血患者均不宜做此检查,可通过FEV1推算求得,有两种方法:(通常由此算出结果比实测值大)①最大通气量 $=33 \times FEV1 + 9.0$ L;②最大通气量 $=FEV1 \times 35$ L。

但作为通气功能储备能力的考核指标,多以通气储量的百分比表示,常用于胸外科手术前肺功能状况的评价和职业病劳动能力鉴定等。

$$\text{通气储量} = \frac{\text{最大通气量} - \text{静息通气量}}{\text{最大通气量}} \times 100\%$$

提示在基础条件下,正常值应 $>95\%$, $<86\%$ 提示通气功能储备不佳, $<70\%$ 为胸科手术禁忌。

$$\text{气流指数} = \frac{\text{最大通气量实测/预计值}\%}{\text{肺活量实测/预计值}\%}$$

对阻塞性或限制性通气功能损害的鉴别有一定价值, <1.0 为阻塞性, >1.0 为限制性。

用力肺活量可以反应较大气道呼气期的阻力。是 COPD 辅助诊断与疗效考核的良好指标,操作简便、快速,易得到患者的合作,重复性强,正常人 $\text{FEV1}\%>80\%$, $<70\%$ 提示有气道阻塞。

利用支气管舒张药(常用 β 受体激动药沙丁胺醇气雾剂)进行支气管舒张试验可以测定气道阻塞的可逆性,通常采用 FEV1 计算改善率。

$$\text{改善率}(\%) = \frac{\text{用药后测得值} - \text{用药前测得值}}{\text{用药前测得值}} \times 100$$

COPD 患者可有改善。改善率在 15% 以上才判为阳性, $15\% \sim 24\%$ 为轻度可逆, $25\% \sim 40\%$ 为中度可逆, $>40\%$ 为高度可逆。支气管哮喘患者改善率均在 25% 以上。

呼气高峰流量是一项简便的肺功能测验方法,广泛应用于呼吸疾病的流行病学调查,尤其对支气管哮喘病情、疗效的判断更为实用,常用于哮喘病人 24h 病情的动态观察以指导用药。呼气高峰流量受性别、年龄、身高的影响,与年龄呈负相关,与身高呈正相关。其正常变异较大,可用实测/预计值 $\%$ 表示, $>78\%$ 属正常。哮喘患者用微型最高呼气流量仪测定,PEFR 最小值出现在凌晨 0~5 时。

$$24 \text{ 小时 PEFR 波动率}(\%) = \frac{\text{PEFR 最大值} - \text{PEFR 最小值}}{\text{PEFR 最大值}} \times 100$$

$>20\%$ 为异常,支气管哮喘无论是缓解期或是发作期其波动率均 $>20\%$ 。

(四)临床应用

通气功能障碍有 3 种基本类型,即阻塞性、限制性、混合性。

根据 VC、MVV、 $\text{FEV1}\%$ 、RV 及 RV/TLC 来判断通气障碍类型及程度(表 1-2)。

1. 限制性通气功能障碍 指肺扩张受限制引起的通气障碍,常见于肺间质疾病、肺占位性病变、胸膜疾病、胸壁脊柱疾病等。通常肺功能指标 VC (FVC)、TLC、RV 等均下降。常见病因如下。

(1)肺变小:手术切除后,间质纤维化、间质性肺炎、肿瘤、硅沉着病等。

(2)胸廓活动受限:胸腔积液,胸膜增厚、粘连,胸廓畸形。

(3)胸腔受压:腹水、妊娠、肥胖等。

(4)呼吸肌无力:膈肌疲劳、肌无力、肌萎缩、营养不良等。

(5)单侧主支气管完全性阻塞。

2. 阻塞性通气功能障碍 指气道阻塞或狭窄而引起的气体流量下降所致通气功能障碍,常见于咽喉部肿瘤、水肿、气管和气管周围疾病以及肺气肿等。通常肺功能指标 FEV1 、 $\text{FEV1}/\text{FVC}$ 、MMEF、MVV 均下降,TLC 和 RV 可增高。常见病因如下。

(1)气管支气管疾病、气管肿瘤、狭窄等:如支气管哮喘、慢性阻塞性支气管炎、闭塞性细支气管炎。

(2)肺气肿、肺大疱。

(3)其他原因不明的如纤毛运动障碍。

3. 混合性通气功能障碍 兼有阻塞和限制性因素的存在。肺功能指标 VC 下降, $\text{FEV1}/\text{FVC}$ 、流量、MVV 均下降;TLC 和 RV 无增高。常见原因如下。

(1)慢性肉芽肿疾病:结节病、肺结核。

(2)肺囊性纤维变和支气管扩张。

(3)硅沉着病、煤尘肺。

(4)充血性心力衰竭。

表 1-2 通气功能障碍类型的鉴别

类型	VC	MVV	$\text{FEV1}\%$	RV	RV/TLC
阻塞性	N 或 ↓	↓ ↓	↓ ↓	↑ ↑	↑ ↑
限制性	↓ ↓	↑ 或 N	N 或 ↑	↓	N 或 ↑
混合性	↓	↓	↓	不等	不等

第二节 小气道功能测定

小气道定义:吸气状态下气道管口径直径 $<2\text{mm}$ 的小支气管及终末细支气管,它包括约10级以下的细支气管、终末细支气管和部分内径较小的小支气管。这些区域发生阻塞性病理改变,统称为小气道疾病,如慢性支气管炎、支气管哮喘、肺气肿等。

生理特点:①总横断面积大,气流速度慢,阻力小;②管腔狭窄,易因黏液、炎性分泌物和黏膜肿胀等而致阻塞;③纤毛柱状上皮减少,黏液等不易排出;④管壁薄,局部防御能力薄弱,炎症时易波及全层。

一、测定内容

小气道疾病是COPD早期的病理生理基础,在临床上多无症状,通常在胸部X线及反映大气道的常规肺功能测定中均基本正常,不利于COPD的早期诊断。以下介绍两种测定方法,分别为最大呼气流量-流速曲线和闭合气量曲线,另一种动态顺应性的频率依赖性将在呼吸动力学中讲解。

1. 最大呼气流量-容积曲线(maximal expiratory flow-volume curve,MEFV) 指从TLC位一次用力呼气至RV位过程中,用X-Y记录仪(X轴为容量,Y轴为流量)描绘出肺容量及相应气流速度的曲线,以肺活量的75%、50%、25%时的流量为定量指标,通常以 $\text{FEF}_{50\%}(V_{50})$ 、 $\text{FEF}_{25\%}(V_{25})$ 、 $\text{FEF}_{75\%}(V_{75})$ 表示,为用力呼气50%(或25%、75%)时的瞬间流速。原理是以等容积压力-流速曲线为基础,以等压点学说为理论的。Mead等(1964年)根据流速-容量曲线的分析提出等压点(equal pressure point)学说,指在呼气过程中,气道内压力逐渐下降,达到胸内压的水平,即促使气道扩张的气道内压与促使气道塌陷的胸内压两种压力相等的那点。其中, $\text{FEF}_{50\%}(V_{50})$ 、 $\text{FEF}_{25\%}(V_{25})$ 是反映小气道阻力最敏感的指标。

2. 等流量容积(volume of isoflow,Viso-V) 吸入80%氮和20%氧的混合气达TLC位后,一次用力呼气至RV位,描记出MEFV H_2O_2 与MEFV空气两个曲线相交处所示的肺容量即为等流量容积。

3. 闭合容积(closing volume,CV) 从肺总量

(TLC)位一次呼气过程中,在下肺区小气道开始塌陷时,上肺区气道继续呼气至结束的肺活量。通常以 $\text{CV}/\text{VC}\%$ 表示,正常值 $<15\%$ 。

4. 闭合容量(closing capacity,CC) 从TLC位一次呼气过程中,在下肺区小气道开始塌陷时肺内留存的气量。 $\text{CC} = \text{CV} + \text{RV}$ 。通常以 $\text{CC}/\text{TLC}\%$ 表示,正常值 $<15\%$ 。

二、测定方法

1. 最大呼气流量-容积曲线 受检者取立位,加鼻夹,口含纸筒,平静呼吸2~3次缓慢吸气至TLC位,然后尽快用力一次呼气至RV位。

2. 等流量容积曲线 受检者取立位,加鼻夹,口含纸筒测定吸空气流量-容积曲线后,休息片刻,然后呼吸80%氮和20%氧混合气做2次肺活量以冲洗肺泡氮。第3次吸入氮氧混合气至TLC位后做最大呼气流量-容积曲线。将此曲线复绘于第一次流量-容积曲线上。

3. 闭合容积 测定原理是利用吸入标记气体后肺上部和下部分布的浓度不等,呼出时上下肺部浓度各异的气体又是非同步排空的差异来计算,目前主要有弹丸法和氮气法。

(1)弹丸法(bolus technique):用氮作为指示气体,嘱受试者在用力呼气至残气位后,缓慢吸气,于吸气开始插入一定数量(约10%VC)指示气体(氮气),吸气至肺总量位后,再缓慢而均匀地将气体完全呼出至残气位。由于上肺气体先“进”后“出”,在浓度描记曲线的尾端,可出现指示气体浓度陡然上扬曲线。闭合容积曲线分为4段,I段为不含指示气体的死腔气;II段为气道与肺泡之混合气,指示气体浓度急剧上升,曲线斜行向上;III段为各区域肺泡呼出气体的混合气,由于各区气体同步呼出,混合气中指示气体浓度大致相同,曲线是高浓度的水平线,有“肺泡坪”(alveolar platen)之称,此相可出现心源波动;IV段:由于下肺小气道开始闭合,含有较高浓度的指示气体开始从上肺呼出,曲线明显上升,呈上扬型。

(2)氮气法或称残气稀释法(residual gas technique):用空气中不参与气体交换的氮气作指示气体,要求受试者用力呼气至残气位,然后吸入纯氧