

[2007年]



呼吸病学

Respirology

王辰主编

中国协和医科大学出版社
中华医学电子音像出版社



TEXTBOOKS
NATIONAL PROJECT

国家级继续医学教育项目教材

呼吸病学

Respirology

[2007年]

名誉主编

钟南山

顾问

翁心植 罗慰慈 朱元珩

于润江 邓伟吾 刘又宁 何权瀛

主 编

王 辰

副主编

李龙芸 白春学 代华平

编 委

(按姓氏笔画排序)

王 辰	王广发	王建国	邓伟吾	代华平	白春学
张黎明	李 洁	李 琦	李龙芸	李春燕	李海潮
杨媛华	肖 丹	林江涛	罗祖金	姜超美	荆志成
翁心植	郭佑民	曹志新	章 巍	黄绍光	欧阳金生

中国协和医科大学出版社
中华医学电子音像出版社

图书在版编目(CIP)数据

呼吸病学/王辰主编. —北京: 中国协和医科大学出版社, 2007. 5

(国家级继续医学教育项目教材)

ISBN 978-7-81072-900-0

I. 呼… II. 王… III. 呼吸系统疾病—终身教育: 医学教育—教材 IV. R56

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 035013 号

国家级继续医学教育项目教材 呼吸病学

主 编: 王 辰

责任编辑: 马兆毅 史仲静 李春风

出版发行: 中国协和医科大学出版社

(北京东单三条九号 邮编 100730 电话 65260378)

网 址: www.pumcp.com

经 销: 新华书店总店北京发行所

印 刷: 北京科信印刷厂

开 本: 889×1194 毫米 1/16 开

印 张: 12

字 数: 370 千字

版 次: 2007 年 5 月第一版 2007 年 5 月第一次印刷

印 数: 1—2000

定 价: 60.00 元


ISBN 978-7-81072-900-0/R·893

序

随着医学科技的飞速发展，相关领域的新理论、新知识、新技术、新方法不断涌现。如何将临床工作中发现的问题，用科学的方法研究和总结，如何将基础研究的新成果尽快应用于临床，使广大终日忙于临床工作的医务人员尤其是偏远地区的医务工作者及时共享医学科学进步的成果，已成为必须面临的现实问题。继续医学教育不失为解决这一问题的有效对策。

近年来，全国继续医学教育委员会和各省市相关部门，卓有成效地开展了一系列继续医学教育工作，每年组织和审批一大批国家和地方的继续医学教育项目，一些相应的配套政策、管理细则和实施办法也正在逐步健全和完善。国家级继续医学教育项目代表和体现了我国现代医学发展的最高学术水平，得到了广大医务工作者的认可和好评。然而，相对于我国600多万医务人员的庞大数量，现有的国家级继续医学教育项目无论如何也难以满足广大医务人员的需求。因此，如何使国家级继续医学教育项目充分发挥作用，让更多的医师有机会和条件接受国家级继续医学教育项目的培训已成为我们迫切需要解决的问题。

为此，卫生部科教司、全国继续医学教育委员会和中华医学会，共同组织全国医学界各个学科的知名专家、学者，以多媒体光盘配文字资料的形式编辑、出版了《国家级继续医学教育项目教材》，这是一种很好的继续教育模式的探索。希望这套新教材以其应有的权威性、先进性、指导性和实用性得到我国广大医务工作人员的认可和欢迎。



前 言

医学科技的发展日新月异，今日先进的诊疗手段明日可能就会因为一项研究成果的发布而落后。系统、有效地开展继续医学教育对保证临床诊疗措施的先进性和科学性极为重要，而临床诊疗措施是否得当和患者的生命健康密切相关。

《国家级继续医学教育项目教材》及时反映了年度医学各学科最新学术成果和研究进展，以文字资料和形象生动的多媒体光盘进行展示，是我国医学领域专家学者的智慧结晶。《国家级继续医学教育项目教材》具有以下特点：一是权威性，由全国众多的在本学科领域内知名的院士和专家撰写；二是具有很强的时效性，代表了经过实践验证的最新研究成果；三是强调实用性，有很强的指导性和可操作性，能够直接应用于临床；四是强调全面性，文章以综述为主，代表了学术界在某一学科方面的共识，而并非某个专家的个人观点；五是运用现代传媒出版技术。

限于编写加工制作时间紧迫，本套系列教材会有很多不足之处，真诚希望广大读者谅解并提出宝贵意见，我们将在今后的出版工作中加以改正。

本套教材的编辑出版得到了卫生部科教司、全国继续医学教育委员会、中华医学会各级领导以及众多专家的支持和关爱，相信本教材出版后也同样会受到广大临床医务工作者的关注和欢迎。在此一并表示感谢。

国家级继续医学教育项目教材编委会

全国继续医学教育委员会文件

全继委办发 [2006]06 号

关于推荐学习 《国家级继续医学教育项目教材》的通知

各省、自治区、直辖市继续医学教育委员会：

为适应我国卫生事业发展和“十一五”期间继续医学教育工作需要，开展内容丰富、形式多样、高质量的继续医学教育活动，全国继续医学教育委员会同意中华医学会编写《国家级继续医学教育项目教材》。《国家级继续医学教育项目教材》是从每年的国家级继续医学教育项目中遴选，经近千名医学专家重新组织编写而成。《国家级继续医学教育项目教材》按学科编辑成册，共 32 分册，于 2006 年 4 月陆续与读者见面。

《国家级继续医学教育项目教材》主要是提供通过自学进行医学知识更新的系列学习教材，该教材包括文字教材和光盘，主要反映本年度医学各学科最新学术成果和研究进展。教材侧重最新研究成果，对医疗、教学和科研具有较强的指导性和参考性。它的出版为广大卫生技术人员特别是边远地区的卫生技术人员提供了共享医学科技进展的平台。

请各省、区、市继续医学教育委员会根据实际情况协助做好教材的宣传、组织征订和相关培训工作。

全国继续医学教育委员会办公室(代章)

二〇〇六年七月廿八日

办公室

抄送：各省、自治区、直辖市卫生厅局科教处，新疆生产建设兵团卫生局科教处

中华医学会函(笺)

医会音像函[2006]80号

中华医学会关于转发全国继续医学教育委员会“关于推荐学习《国家级继续医学教育项目教材》的通知”的函

现将卫生部全国继续医学教育委员会办公室“关于推荐学习《国家级继续医学教育项目教材》的通知”转发给你们。

《国家级继续医学教育项目教材》系中华医学会接受全国继续医学教育委员会委托,与全国继续医学教育委员会联合编辑出版,是由各学科知名专家在国家级继续医学教育项目基础上按学科系统重新编撰的,反映医学各学科最新学术成果和研究进展的,集权威性、先进性、实用性为一体的继续医学教育教材,对医疗、教学和科研具有较强的指导性和参考价值。该出版物已被新闻出版总署列入“十一五”国家重点出版物出版规划(新出音[2006]817号)。

请各地方医学会和各专科分会根据实际情况协助做好教材的组织征订和相关培训工作。

特此函告。



二〇〇六年八月二十九日



TEXTBOOKS
NATIONAL PROJECT

国家级继续医学教育项目教材

编委会

顾问

蒋作君 钟南山

主任委员

祁国明 孟群

副主任委员

刘玉清 赵继宗 谌贻璞 罗玲 解江林 杨民 张辉

执行副主任委员

王云亭 敬蜀青 马志泰 冯秋阳

专家委员会委员(按姓氏笔画排序)

于富华 王辰 王宁利 王拥军 丛玉隆 刘玉清

刘国仗 刘国华 孙燕 朱新安 江观玉 何晓琥

李大魁 李春盛 李树人 杨庆铭 陆道培 陈秋立

陈洪铎 林三仁 郎景和 周东丰 胡大一 赵玉沛

赵继宗 项坤三 栾文民 贾继东 郭应禄 钱家鸣

高兴华 高润霖 曹谊林 梁万年 谌贻璞 彭名炜

曾正陪 董德刚 韩德民 魏世成

组织策划

全国继续医学教育委员会

中华医学会

主编简介

王辰,男,1962年8月出生,医学博士,主任医师,教授,博士研究生导师。1985年毕业于首都医科大学医疗系。1991年于首都医科大学获医学博士学位。1994年在美国得克萨斯大学医学院做访问学者,1999年于同校任客座教授。现任首都医科大学附属北京朝阳医院院长,北京呼吸疾病研究所副所长,中国青年科协副会长,中华医学会理事,中华医学会呼吸病学分会副主任委员,中国医师协会呼吸医师分会主任委员,国家突发公共卫生事件专家咨询委员会副主任委员,美国呼吸学会(ATS)肺循环专家委员会委员,美国胸科医师学院资深会员(FCCP),亚太呼吸学会理事,世界卫生组织(WHO)控烟合作中心副主任。担任《British Medical Journal》中文版、《Chest》中文版、《中华医学杂志》、《Chinese Medical Journal》、《中华呼吸和结核杂志》、《中华急诊医学杂志》、《中国临床医生杂志》、《中国实用内科杂志》、《国际呼吸杂志》等杂志的主编、副主编、常务编委、编委。

所从事的主要专业领域为肺栓塞与肺血管病,呼吸危重症与呼吸支持技术,COPD与肺心病,严重急性呼吸综合征(SARS)与人禽流感,烟草与健康问题。

发表论文200余篇,其中SCI收录28篇。主编、主译、副主编《肺栓塞》、卫生部统编教材《内科学》第6版、《呼吸病学教程》、《重症监护ABC》、《呼吸疾病诊断与治疗》等专著8部。获国家科技进步二等奖1项,北京市科技进步一等奖1项、二等奖2项、三等奖8项,中华医学科技一等奖1项、二等奖1项。承担国家“十一五”、“十五”、“九五”、“八五”科技攻关课题,国家“863”课题及国家自然科学基金课题9项,国际合作课题2项。

曾获中国青年科技奖,国务院政府特殊津贴(1993),中国十大杰出青年,卫生部有突出贡献中青年专家,首届中国医师奖,吴阶平医学研究一等奖,中国医学基金会医德风范奖,全国卫生系统先进工作者,全国五一劳动奖章。

呼 吸 病 学

目 录

1. 肺功能测验及其临床应用	李 琦 (1)
2. 胸部影像学研究进展	郭佑民 王建国 (7)
3. 急性上呼吸道感染	邓伟吾 (16)
4. 下呼吸道感染的处理	李海潮 (26)
5. 支气管哮喘的现代诊治	林江涛 (39)
6. 慢性阻塞性肺疾病现代诊治	黄绍光 欧阳金生 (52)
7. 静脉血栓栓塞症的诊断与治疗	杨媛华 王 辰 (65)
8. 肺动脉高压分类、诊断与治疗	荆志成 王 辰 (71)
9. 肺癌的现代诊断和治疗	李龙芸 (81)
10. 急性肺损伤与急性呼吸窘迫综合征	白春学 (96)
11. 过敏性肺炎	代华平 (102)
12. 氧 疗	李 洁 代华平 (109)
13. 雾化吸入治疗	李 洁 代华平 (120)
14. 人工气道的建立与管理	李春燕 姜超美 (129)
15. 慢性阻塞性肺疾病合并呼吸衰竭的机械通气治疗	曹志新 王 辰 (133)
16. 呼吸介入治疗技术	王广发 章 巍 (136)
17. 脏器移植后的肺部并发症	代华平 王 辰 (145)
18. 烟草对健康的危害及控制吸烟问题	肖 丹 王 辰 翁心植 (154)
19. 呼吸治疗师体制的建立与发展	罗祖金 王 辰 (162)
20. 呼吸专科医师的培养体系	张黎明 王 辰 (167)

肺功能检测及其临床应用

Pulmonary Function Tests and Clinical Applications

李琦 北京市结核病胸部肿瘤研究所

临床常用肺功能测验包括肺通气功能(肺容积、肺通气量、小气道功能)和肺弥散功能测定。此外,呼吸力学和气道反应性测定已日渐广泛地用于临床,心肺运动试验已逐渐得到临床医师的重视。肺功能测验可为受试者呼吸功能的评估、呼吸困难原因的鉴别、呼吸系统疾病的诊断和病情评估及预后、手术适应证的选择、运动康复处方的制定、机械通气参数的调整和重症监护等提供依据。

肺功能检测在临床上的应用已有百年以上的历史,目前已成为呼吸科和相关学科的常规检测项目。肺功能在临床上的应用已由单纯的呼吸功能评估,扩展到为疾病的诊断、治疗方法的选择、疗效的观察等提供重要依据。

肺功能检测的内容

按受试者的测试状态大致分为静息肺功能测定和心肺运动试验。前者指在静息状态下,对受试者的肺通气功能(肺容积、肺通气量、小气道功能、呼吸动力学、吸入气体分布、呼吸肌功能)和肺换气功能(弥散功能、通气血流比值)进行测定和评估;后者指在负荷运动中对受试者的能量代谢、心肺功能和心电图进行同步测定和综合评估。此外,肺功能检测还包括呼吸调节功能、气道反应性、肺血流量测定等。在这些检测项目中,肺容积、肺通气量、小气道功能、弥散功能测定已成为临床肺功能常规检测的重要内容,而呼吸力学测定和气道反应性测定已日渐广泛地用于临床,心肺运动试验已逐渐得到临床医师的重视。

常用肺功能检测

一、肺通气功能

(一)肺容积

肺容积指肺在不同呼吸水平所能容纳的气体量。由8部分构成,即潮气量(TV)、补呼气量(ERV)、补吸气量(IRV)、残气量(RV)、深吸气量(IC)、功能残气量

(FRC)、肺活量(VC)和肺总量(TLC)。

1. 肺活量(VC) VC指最大吸气后所能呼出的最大气量(呼气肺活量)或最大呼气后所能吸入的最大气量(吸气肺活量)。用肺量计法进行测定。正常VC实测值与预计值的百分比(VC%)>80%。VC反映肺脏的扩张能力,降低见于肺和(或)胸廓扩张受限、呼吸肌疲劳和神经肌肉病变等。

2. 残气量(RV)、肺总量(TLC)和残总比值(RV/TLC) RV指最大呼气后剩余在肺内的气量。TLC指最大吸气后肺内所含的气体总量。常用氦稀释法进行测定。正常RV和TLC实测值与预计值的百分比(RV%和TLC%)为80%~120%,增加见于阻塞性肺疾病,降低见于限制型肺疾病。RV/TLC指残气量与肺总量的比值,正常<35%。肺气肿时RV/TLC增加。

(二)通气量

反映肺通气量的指标用肺量计法进行测定。

1. 用力肺活量(FVC)、1秒量(FEV₁)和1秒率(FEV₁%) FVC指最大吸气后以最大的努力和最快的速度呼气所得到的呼气肺活量。FEV₁指做FVC时第1秒内所呼出的气量,二者实测值与预计值的百分比>80%为正常。FEV₁与FVC之比为1秒率(FEV₁%),是反映气道阻塞的指标,正常>70%,降低见于气道阻塞和(或)肺气肿。

2. 最大自主通气量(MVV) MVV指在单位时间内以尽快的速度和尽可能深的幅度重复最大自主努力呼吸所得到的通气量。正常MVV实测值与预计值的百分比(MVV%)>80%。MVV是反映肺通气功能的综合指标,降低见于肺和(或)胸廓扩张受限、呼吸肌疲

劳、神经肌肉病变、气道阻塞和肺气肿等。

(三) 小气道功能

最大呼气流量-容积曲线是测定和评估小气道功能的主要方法。它指在受试者最大用力呼气过程中,将其呼出的气体容积和相应的呼气流量相对应描记成的一条曲线,主要反映在用力呼气过程中,胸内压、肺弹性回缩压、气道阻力对呼气流量的影响。曲线升支的最大呼气流量与受试者的呼气用力有关,降支的最大呼气流量则取决于肺泡弹性回缩力和周围气道阻力。根据曲线形态和不同肺容积水平的呼气流量评价小气道功能。正常流速-容量曲线升支陡直,降支斜行下降,最大流量逐渐降低。小气道病变时,曲线降支凹向容量轴,坡度变小。COPD 患者随病变的发展,最大呼吸流量进行性降低,曲线降支的坡度进行性减小。常用评价指标为:呼出 50% 肺容积时的最大呼气流量(FEF_{50})和呼出 75% 肺容积时的最大呼气流量(FEF_{75}),二者实测值与预计值百分比 $> 80\%$ 为正常,其降低提示小气道功能减退。

(四) 呼吸力学

呼吸力学测定呼吸过程中的压力、容积和流量,从而研究呼吸过程中的动力和阻力。前者用呼吸肌功能评估,但因其测定方法较为复杂,未列入常规检测。而后者则是临床常用检测项目。

1. 气道阻力(R_{aw}) R_{aw} 指呼吸时气体在气道内流动所产生的阻力。其大小与气道内径、气流速度及气体的黏度和密度有关。常用体积描记仪测定。基本原理为受试者在密闭仓内通过呼吸流量仪进行呼吸,当气道阀门开放时,可测得呼吸流量和仓压曲线($\dot{V}/\Delta P_{box}$);而当将气道外口阻断时,则可得到肺泡压和仓压曲线($\dot{V}\Delta P_A/\Delta P_{box}$),则:

$$\text{气道阻力}(R_{aw}) = \frac{\Delta P_A / \Delta P_{box}}{\dot{V} / \Delta P_{box}}$$

R_{aw} 正常为 $0.098 \sim 0.294 \text{ kPa}/(\text{L} \cdot \text{s})$,增加提示气道阻塞,见于阻塞性肺疾病。

2. 呼吸总阻抗 按物理性质,呼吸阻力被分为黏性、弹性和惯性阻力,三者之和为呼吸总阻抗。常用脉冲震荡法测定,基本原理是由振荡器产生脉冲压力信号,施加于呼吸系统,激发口腔流速改变,对此进行检测,测定并计算呼吸阻抗及其组成成分。测定结果用图形和指标表示。①图形:主要包括阻抗容积图(分析阻抗与容积的依赖性),频谱分析图(观察黏性阻力,弹性阻力和惯性阻力曲线的改变),结构参数图(用图解的方法显示结构参数的分布与大小),Intrabreath 图(分析阻力和电抗的流速和容积依赖性)。②常用指标:呼

吸总阻抗(Z_{rs})、总气道阻力(R_5)、中心气道阻力(R_{20})的实测值/预计值的百分比 $< 120\%$ 为正常;周边弹性阻力(X_5),正常应大于预计值 $- 0.2 \text{ kPa}/(\text{L} \cdot \text{s})$;中心阻力(R_c),正常为 $0.21 \text{ kPa}/(\text{L} \cdot \text{s})$;周围阻力(R_p),正常为 $0.26 \text{ kPa}/(\text{L} \cdot \text{s})$ 。

阻塞型通气功能障碍时, Z_{rs} 、 R_5 、 R_{20} 、 R_c 、 R_p 增高, X_5 略降低。其中, $R_p > R_c$, R_5 常 $> R_{20}$,呼气末黏性阻力和弹性阻力增加。阻抗容积图呈气体陷闭特征。限制型通气功能障碍时, Z_{rs} 、 R_5 、 R_{20} 增高, X_5 明显降低。其中, R_5 与 R_{20} 相接近。吸气末黏性阻力和弹性阻力增加。

由于 $R_5 - R_{20}$ 和 R_p 被视为反映周围气道阻力的指标,IOS 能否替代体描仪就成为争议。笔者认为:二方法虽相关,但不能互相替代。因为两种方法测定的是呼吸力学的不同方面,IOS 是从物理学的角度探讨不同物理性质的呼吸阻力的改变,缺乏严格的解剖学定位;体描仪是从解剖学的角度探讨气道阻力的改变,比较局限,不能反映其他部位(肺、胸廓)呼吸力学的改变。

二、肺换气功能

肺换气功能指肺泡与肺毛细血管间进行的气体交换,其正常与否取决于肺弥散功能和通气血流比值,因后者的测定较为复杂,难以在临床推广,肺弥散功能测定就成为评价肺换气功能的主要方法。

肺弥散指氧和二氧化碳通过肺泡毛细血管膜的过程。临床上常以一氧化碳弥散量($D_L CO$)评价肺弥散功能,计算公式如下:

$$D_L CO = \dot{V} CO / (P_A CO - P_C CO)$$

式中, $\dot{V} CO$ 为每分钟一氧化碳摄取速率, $P_A CO$ 为平均肺泡气一氧化碳分压, $P_C CO$ 为平均肺毛细血管血一氧化碳分压(可忽略不计)。常用测定方法为单次呼吸法、重复呼吸法和恒定状态法,临床上常用单次呼吸法。

常用评价指标为:①一氧化碳弥散量($D_L CO$),指单位时间内、单位压力差下通过肺泡毛细血管膜进入毛细血管血液中的 CO 量;②弥散系数($D_L CO/VA$),指一氧化碳弥散量与肺泡气量之比,二者实测值与预计值的百分比 $> 80\%$ 为正常。

肺弥散功能降低见于:①呼吸膜增厚,常见于间质性肺疾病;②呼吸面积减少,常见于肺切除术后、损毁肺等;③血红蛋白量减少,见于贫血;④通气血流比值失调或通气血流分布不均,常见于阻塞性肺疾患;⑤肺毛细血管血容量减少,常见于肺血栓栓塞症。

三、气道反应性测定

气道反应性是指气道对于各种物理、化学、药物或

生物刺激的反应。

1. 支气管激发试验 此试验系用某种刺激(变应原、药物、运动等)使支气管平滑肌收缩,用肺通气功能指标判定支气管狭窄的程度,从而测定气道反应性。临床常用乙酰甲胆碱或组胺激发试验。潮气法用 $PC_{20}-FEV_1$ (使 FEV_1 降低20%所需激发药物浓度)作为评价指标, $PC_{20}-FEV_1 < 8 \text{ mg/ml}$ 为气道反应性增高。计量法用 $PD_{20}-FEV_1$ (使 FEV_1 降低20%所需药物累计量)作为评价指标,组胺 $PD_{20}-FEV_1 < 7.8 \mu\text{mol/L}$,乙酰甲胆碱 $PD_{20}-FEV_1 < 12.8 \mu\text{mol/L}$ 为气道反应性增高。测定前12 h应停用茶碱类、 β_2 受体激动剂、抗胆碱药物和吸入糖皮质激素,测定前48 h停止口服糖皮质激素和抗组胺药物。心肺功能不全、高血压、甲亢、妊娠、 $FEV_1 \leq 70\%$ 预计值、哮喘症状未缓解或仍有哮鸣音者不宜进行本项试验。

2. 支气管舒张试验 此试验系用某种药物使受试者支气管平滑肌松弛,用肺通气功能指标判定支气管舒张的程度。临床常测定吸入 β_2 受体激动剂前和吸入15 min的 FEV_1 ,并计算:

$$FEV_1 \text{ 改善率} = \frac{\text{吸药后 } FEV_1 - \text{吸药前 } FEV_1}{\text{吸药前 } FEV_1} \times 100\%$$

如改善率 $\geq 15\%$ 且 FEV_1 绝对值增加200 ml,则认为试验阳性。

四、心肺运动试验

心肺运动试验是指在运动负荷下对受试者的心肺功能进行联合测定和综合评估。

(一) 常用评价指标

1. 代谢参数 ①最大氧摄取量($\dot{V}O_{2\max}$):指负荷运动达最大负荷时每分钟被吸入体内并被机体所利用的最大氧量,实测值与预计值的百分比 $> 84\%$ 为正常。 $\dot{V}O_{2\max}$ 反映机体气体运输系统(心血管、肺、血红蛋白)及肌肉细胞有氧代谢是否正常,其中任何一个环节异常,均使其降低;②公斤氧摄取量($\dot{V}O_2/\text{kg}$):指单位体重的最大氧摄取量,正常 $\geq 21 \text{ ml}/(\text{min} \cdot \text{kg})$;③无氧阈(AT):运动中,血乳酸浓度急剧升高之前的最大氧摄取量。正常 $AT > \text{最大氧摄取量预计值的 } 40\%$ 。到达无氧阈时,有氧代谢已不能满足运动肌肉的能量需求,需要动用无氧代谢补充有氧代谢的能量不足,心肺功能异常均可致无氧阈提前出现。

2. 心功能参数 ①代谢当量(MET):表示做功量的基本单位,1 MET 相当于 $3.5 \text{ ml}/(\text{min} \cdot \text{kg})$ 的

$\dot{V}O_2/\text{kg}$,正常 $> 7 \text{ MET}$ 。常作为评价心功能的指标;②氧脉搏($\dot{V}O_2/\text{HR}$):指 $\dot{V}O_2$ 与HR的比值。代表心脏每次射血的供氧能力和心脏的储备功能,间接反映心排量。实测值与预计值的百分比 $> 80\%$ 为正常。心脏病变、严重的肺部病变、代谢异常的病变均可使 $\dot{V}O_2/\text{HR}$ 降低。

3. 肺功能参数 ①通气量(\dot{V}_E):指运动中的每分钟通气量。正常约为最大自主通气量的60%~70%。它反映肺脏的代偿能力,是呼吸疾病患者运动受限的关键指标。②呼吸储备(BR)和呼吸困难指数(DI):前者指MVV与运动中 \dot{V}_E 的差值,正常 $> 15 \text{ ml/min}$ 。后者指运动中 \dot{V}_E 与MVV的比值。正常 $< 75\%$ 或85%。肺部疾病患者BR降低,DI增加。③呼吸频率(f):在最大负荷运动中,正常 $< 50 \text{ 次/min}$ 。④血氧饱和度($\text{SaO}_2\%$):最大负荷运动时降低 $> 5\%$ 为异常。⑤生理死腔与潮气量之比(V_D/V_T):运动中,由于潮气量和肺血流量的增加, V_D/V_T 降低。正常 < 0.28 。

(二) 常见心肺疾病时运动心肺功能特点

心肺运动试验的生理基础为心肺耦联转运 O_2 和 CO_2 所介导的细胞线粒体内的氧化反应,为运动提供能量。其中任一个环节因疾病异常时,均可致受试者运动能力下降、运动心肺功能异常,其特点见表1。

表1 常见心肺疾病运动心肺功能特点

指标	心衰	COPD	ILD	PVD
最大氧摄取量	↓	↓	↓	↓
无氧阈	↓	正常或↓	正常或↓	↓
最大心率	常正常	↓或正常	↓	正常或轻度↓
氧脉搏	↓	正常或↓	正常或↓	↓
呼吸困难指数	正常或↓	↑	正常或↑	正常
死腔/潮气量	↑	↑	↑	↑
动脉血氧分压	正常	不定	↓	↓
肺泡动脉氧分压差	常正常	不定,常↑	↑	↑

肺功能测定的临床意义

一、评价呼吸功能

肺功能测定的主要目的是对受试者的呼吸功能进行评价。目前国内大多数医院仍沿用表2的标准对受试者的呼吸功能进行评估。

但表2不含弥散功能和运动心肺功能的指标及标准,无法对患者的肺换气功能及心肺储备功能进行评估。故采用美国医学会提出的评价肺功能障碍的标准

(表 3)似乎更为合理。根据此标准,不仅能评估受试者肺功能减损的程度,而且能分析肺功能减损的原因。

表 2 肺功能减退的分级标准

	VC 或 MVV%	FEV ₁ %	SaO ₂ %	PaO ₂ (mm Hg)	PaCO ₂ (mm Hg)
基本正常	>81	>71	>94	>87	<45
轻度减退	80~71	70~61	>94	>87	<45
显著减退	70~51	60~41	93~90	87~75	<45
严重减退	50~21	<40	89~82	74~60	>45
呼吸衰竭	<20		<82	<60	>45

表 3 美国医学会肺功能障碍分级标准

肺功能指标	一级 (功能减损 0~9%)	二级 (功能减损 10%~25%)	三级 (功能减损 26%~50%)	四级 (功能减损 52%~100%)
FVC	≥正常低限	60%~79%	51%~59%	≤50%
FEV ₁	≥正常低限	60%~79%	41%~59%	≤40%
DLCO	≥正常低限	60%~69%	41%~59%	≤40%
VO ₂ /kg	25%	20%~24%	15%~19%	<15%

此外,在肺功能评价时还应了解肺通气功能障碍的类型及程度,见表 4、5。

表 4 肺通气功能障碍的类型

	限制型	阻塞型	混合型
定义	肺扩张受限所致	气道阻塞或狭窄所致	肺扩张受限并气道阻塞所致
常见疾病	肺间质疾病、肺占位性病变、肺切除、胸膜疾病、胸壁疾病等	COPD、哮喘、肺气肿、肺癌等	肺结核、结节病、支扩、矽肺等
VC	↓↓	N	↓
RV	↓↓	↑↑	不定
TLC	↓↓	N 或 ↑	不定
RV/TLC	不定	↑↑	不定
FEV ₁ %	N 或 ↑	↓↓	↓
MVV%	↓	↓↓	↓
R	N	↑↑	↑
C	↓	↑	不定

表 5 肺通气功能障碍程度的分级标准

	TLC (%)
轻度	60~79
中度	40~59
重度	<40

(2)阻塞型

	FEV ₁ (%)
轻度	70~61
中度	60~40
重度	<40

二、鉴别呼吸困难的原因

呼吸困难是患者在呼吸科和心血管科就诊的常见主诉。利用肺功能检查可为临床医师提供诊断和鉴别诊断的思路。

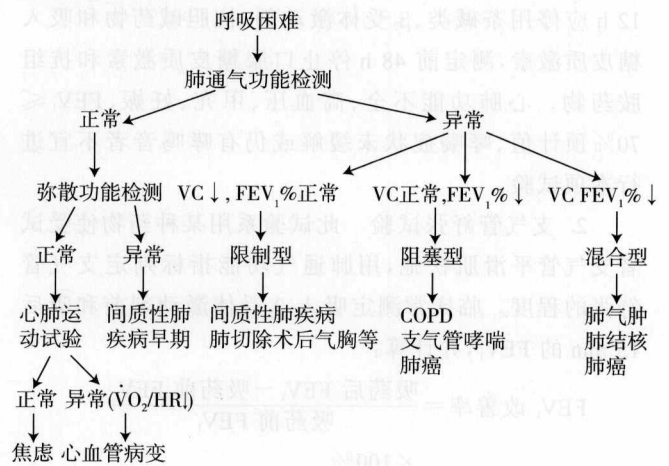


图 1 呼吸困难的诊断流程图

三、疾病的诊断、病情评估、预后

(一)慢性阻塞性肺疾病(COPD)

COPD 是以不可逆的气流受限为特征的疾病。因肺通气功能测定(特别是呼气流速、气道阻力)在发现 COPD 患者气流受限方面具有很重要的作用,使其成为 COPD 诊断、病情严重度分级及预后的重要依据。

1. 早期诊断 肺通气功能检测能否用于 COPD 的早期诊断仍有争议,焦点集中在 FEV₁、FEV₁ 等指标能否发现或反映 COPD 早期的气流受限,但根据 2000 年 COPD 的全球倡议,对于慢性咳嗽、咳痰的患者,即使无呼吸困难,也应该进行肺功能检查,常用指标为 FEV₁%。

2. 病情严重度分级 根据 2000 年 COPD 的全球倡议,除了临床症、征以外,肺通气功能指标也是 COPD 诊断和病情严重度分级的重要依据,见表 6。

3. 预后 Fjvind RH 报道,峰值流速、FEV₁ 与 COPD 患者的死亡率密切相关,提示肺通气功能测定、特别是动态观察其改变,可为 COPD 患者的预后提供依据。

表 6 COPD 病情严重度分级

0:具有危险倾向		I:轻度 COPD	II:中度 COPD	III:重度 COPD
FEV ₁ %	正常	<70%	<70%	<70%
FEV ₁	正常	≥80% 预计值	≥30%但<80% 预计值	<30% 预计值或<50% 预计值伴呼衰、右心衰等

(二) 间质性肺疾病

间质性肺疾病是以肺泡壁和肺泡腔具有不同程度和形式的炎症和纤维化为特征性病理改变的一组弥漫性肺疾病的总称,这些病理改变常导致限制型通气功能障碍和气体交换障碍,因此,肺功能检查在间质性肺疾病诊断、预后、疗效观察等方面发挥重要作用。

1. 诊断 综合国外多篇文献报道。间质性肺疾病患者肺功能正常者约 9%~12%,弥散功能减退者约 82%~100%,低氧血症者约 57%~96%,伴通气功能减退者约 9%~78%,运动中血氧饱和度降低者达 90%以上。提示弥散功能降低和心肺运动试验异常是此类疾病的重要特征。特别是早期,当肺容积无明显降低时,DLCO 已经降低,终止负荷运动时血氧饱和度、最大氧摄取量已经降低。因此,肺功能测定,特别是弥散功能测定是间质性肺疾病的重要诊断依据之一。2002 年中华医学会呼吸病学分会制定的“间质性肺疾病诊治指南”中将 DLCO%<60%列入特发性肺纤维化(IPF)的诊断标准。

2. 评估疾病的严重程度 有关肺功能指标与其严重程度间的关系报道不一,有作者报道 DLCO 和运动中血氧饱和度与 IPF 的病变范围具有良好的相关性($r=-0.68$ 和 0.64)。近年来有作者用 CRP(临床症状、影像学检查、肺功能)评分评价间质性肺疾病的严重程度,发现 CRP 评分与纤维化($P<0.046$)、肉芽/结缔组织($P<0.001$)的面积密切相关。但作者认为此评分还需进一步研究。

3. 疗效观察 有关以肺功能指标动态监测间质性肺病患者疗效的报道较多,如有作者报道,IPF 患者治疗 1 年后 FVC 或 DLCO 增加 10%或未降低者疗效好,生存率高。但因限于病种和观察例数的不同,尚未见指南性的意见。

4. 预后 Panagiota I 等人对多项评估 UIP 和 NSIP 患者预后的因素进行分析,发现:发病 6 个月时,肺功能障碍和组织病理学诊断均为预后的重要因素;发病后 1 年,仅肺功能障碍与预后密切相关。Nesrin M 等人则认为 DLCO%结合高分辨率 CT 评估患者预后的特异性和敏感性分别为 84%和 82%。提示动态观察肺功能可为患者的预后提供依据,但尚未见指南性意见。

(三) 支气管哮喘

支气管哮喘是由多种细胞参与的气道慢性炎症,它

导致气道反应性增加。

1. 诊断 支气管激发试验主要用于支气管哮喘的诊断,特别是临床症、征不典型的支气管哮喘的诊断。连续观察有助于判断触发病因和病情发展,对于哮喘的流行病学研究也有重要意义。但气道反应性增高并非都是哮喘,需结合临床综合判断。支气管扩张试验在支气管哮喘的诊断中也具有较为重要的意义,但结果阴性不足以否定哮喘,尤其是晚期重症患者或合并慢性支气管炎的哮喘患者以及部分哮喘缓解期患者。此外,10%的 COPD 患者支气管舒张试验可为阳性。

2. 评估严重程度 除了临床症、征以外,可以用肺功能指标和血气分析指标分别对急性非发作期和急性发作期哮喘的病情进行评估(表 7、8),以指导治疗。

表 7 急性非发作期哮喘病情的评价

	间歇发作	轻度	中度	重度
PEF 或 FEV ₁	≥80%	≥80%	60%~80%	<60%
PEF 变异率	<20%	20%~30%	>30%	>30%

表 8 急性发作期严重程度评价

	轻度	中度	重度
PaO ₂ (吸空气)	正常	60~80 mm Hg	<60 mm Hg
PaCO ₂	<40 mm Hg	≤45 mm Hg	>45 mm Hg
SaO ₂ (吸空气)	>95%	91%~95%	≤90%

3. 治疗方法选择和疗效评估 气管扩张试验常作为治疗方法选择和疗效评估的重要方法。因支气管对支气管扩张剂的反应是气道上皮、神经、介质和支气管平滑肌的综合反应。欧洲呼吸病学会和美国胸科协会认为,若支气管扩张试验阴性,提示支气管扩张剂的疗效可能欠佳。

四、肺切除手术适应证的选择

肺功能检测胸腔积液是评估肺切除术适应证的重要方法,其目的在于评估患者是否有手术风险,明确患者能否耐受全身麻醉、能否耐受手术、能耐受何种术式、能否安全渡过围术期、术后如何康复等,以防止术后肺部并发症,改善或保证患者术后的生活质量。既往

常用 MVV% 作为评估肺切除术适应证的指标,即: MVV% > 70%, 手术无禁忌; 69% ~ 50%, 应严格考虑; 49% ~ 30%, 应尽量保守和避免; < 30%, 手术禁忌。但目前常用的指标为 FEV₁, 因为 FEV₁ 与术后死亡和术后肺部并发症的相关性高于 MVV%。但多篇文献报道, 与其他方法相比, MVV、FVC 和 FEV₁ 预测术后呼衰的可靠性较差, 但由于肺通气功能检测简便易行, 常作为评估手术适应证的初筛方法。20 世纪 80 年代, 发现 D_LCO < 60% 的患者术后死亡率为 25%, 预计术后 FEV₁ (FEV₁-PPO) < 40% 时, 术后死亡率为 50%, 提示弥散功能测定和放射性核素定量肺显像检查 (QLS) 由于能较为精确地预测术后肺功能和术后呼衰而被认为是评价手术适应证的重要方法。90 年代, 多篇文献报道 $\dot{V}O_2/kg < 10 \text{ ml}/(\text{min} \cdot \text{kg})$ 时, 术后死亡率可达 100%, 而 $\dot{V}O_2/kg > 15 \text{ ml}/(\text{min} \cdot \text{kg})$ 时, 90% 以上的患者不出现术后并发症。因为缺氧是术后器官衰竭乃至死亡的重要原因。因此, 心肺运动试验几乎成为手术适应证, 特别是高危患者手术适应证选择的重要方法。

目前常采用的评估肺切除术适应证的流程和标准见图 2。

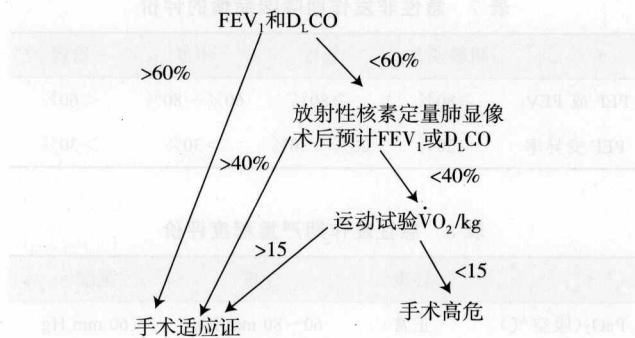


图 2 评估肺切除术适应证的流程图

五、康复方法的选择或运动处方的确定

就慢性肺部疾病患者而言, 适量、合理的运动是康复的重要手段, 可使患者在生理、心理两方面受益。静息肺功能和心肺运动试验对选择合理的运动量、运动方式、运动项目或制定运动处方具有重要意义。

六、机械通气参数调整及监护

机械通气中的肺功能监测可保证机械通气能较为理想地符合呼吸生理, 减少气压伤等。如自主呼吸的深度和频率是反映自主呼吸能力和通气压力的综合指标。动脉血气变化可判断通气参数的设置是否合理, 并判断病情变化。混合静脉血氧分压和饱和度可了解氧合和循环功能及组织利用氧的能力。氧合指数、 Q_s/Q_T 、 V_D/V_T 可监测肺换气功能, 并综合反映病情的变化和机械通气效率。顺应性、气道阻力、压力-容积曲线的测定, 可用以选择 PEEP、判断病情变化、指导机械通气参数的设置等。

参考文献

- 中华医学会呼吸病学分会. 特发性肺(间质)纤维化诊断和治疗指南(草案). 中华结核和呼吸杂志, 2002, 25(7):387-489.
- 中华医学会呼吸病学分会哮喘学组. 支气管哮喘防治指南(支气管哮喘的定义、诊断、治疗及教育和管理方案). 中华结核和呼吸杂志, 2003, 26:132-138.
- Sood A, Redlich CA. Pulmonary function tests at work. Clin Chest Medicine, 2001, 22(4):783-793.
- Pauwels RA, Buist AS, Calverley PM, et al. Global strategy for the diagnosis, management, and prevention of chronic obstructive pulmonary disease. NHLBI/WHO global initiative for chronic obstructive lung disease (GOLD) workshop summary. Am Respir Crit Care Med, 2001, 163: 1256-1276.
- Hansen EF, Vestbo J, Phanareth K, et al. Peak flow as predictor of overall mortality in asthma and chronic obstructive pulmonary disease. Am Respir Crit Care Med, 2001, 163(3):690-693.
- Lama VN, Martinez FJ. Resting and exercise physiology in interstitial lung diseases. Clin Chest Medicine, 2004, 25(3):435-454.
- Pellegrino R, Viegi G, Brusasco V, et al. Interpretative strategies for lung function tests. Eur Respir J, 2005, 26(5):948-968.
- Beckles MA, Spiro SG, Colice GL, et al. The physiologic evaluation of patients with lung cancer being considered for resectional surgery. Chest, 2003, 123:105S-114S.
- British Thoracic Society and Society of Cardiothoracic Surgeons of Great Britain and Ireland Working Party. Guidelines on the selection of patients with lung cancer for surgery. Thorax, 2001, 56(1):89-108.

胸部影像学研究进展

Update in Thoracic Imaging

郭佑民 王建国 西安交通大学医学院附属第二人民医院影像中心

近年来,呼吸系统疾病的影像学诊断与呼吸系统的其他方面进展一样,促进了呼吸系统疾病的诊断和治疗的发展。由于胸部影像学研究的迅速进展,尤其是计算机X线摄影/数字X线摄影、高分辨率CT、螺旋CT与多层探测器螺旋CT、磁共振等检查方法在胸部应用的广泛开展,大大丰富了胸部影像学诊断所涵盖的内容和信息,对提高呼吸系统疾病的诊断水平起到了积极的作用。现就呼吸系统影像学诊断的进展论述如下。

计算机X线摄影/数字X线摄影

由于肺组织与周围软组织结构之间的美好自然对比,普通X线胸片一直是胸部疾病诊断的常用检查方法。近年来,随着计算机X线摄影(computed radiography, CR)和数字X线摄影(digital radiography, DR)的发展,X线检查和研究在经历了数十年的增感屏——胶片系统成像方式后,迎来了数字化时代的到来,进入了一个崭新的阶段。

CR与DR的优势之一在于取消了胶片管理、归档工作,并可以为医院PACS系统提供数字平台,从而实现了医学影像信息的共享。

CR是通过影像板(image plate, IP)代替传统的增感屏,IP经X线照射后,在成像层形成潜影,含有潜影的IP被激光束扫描后读出,经光电转换、模数转换成为数字影像。

DR是应用数字平板探测器(flat panel detector, FPD)接受穿过人体的X线信号,然后将这些信号直接转化为数字信号,传给图像处理系统进行处理。

CR与DR的优势之二是显著地降低了患者所接受的X线照射剂量,同时由于其强大的后处理功能,又大大提高了成像质量,扩大了诊断范围。一次曝光后的CR/DR成像,通过图像后处理即可完成对胸部各种组织结构的清晰显示,对与纵隔结构重叠的肺组织也能够显示得非常清晰,对肺纹理的数量及细微肺纹理的显示等优于传统X线片。CR与DR对肺部细小钙化灶的检出率有了很大的提高,可以分辨直径1mm左右的钙化点。

CR与DR的密度分辨率均高于普通X线平片,能够精确地检测每一种组织间微小的X线吸收差别。普

通X线检出的肺部孤立病灶,大多数局限在5mm以上,而DR可以显示3mm甚至更小的病灶。DR的量子检出效率为40%~50%,高于模拟系统20%左右。正是由于其具有很高的空间分辨率(3.6 LP/mm),大大提高了DR对微小病变的检出能力。DR还可以进行局部放大、显示窗的调试而不出现图像失真,使影像的清晰度明显提高。

黄谋清等通过对50例病人进行CR和普通平片检查后发现,CR的正确诊断率为92%,平片为80%。CR的阳性率为52%,普通X线为44%,而且CR的漏诊率与不确定诊断率均低于普通X线,因此研究者认为CR的正确诊断率高于普通X线。

DR数字平板探测器对低密度病灶特有的、敏感的可探测性和丰富的灰阶等级以及其可调性,决定了DR具有更高的密度分辨率。在胸部疾病的X线诊断中,对感兴趣区中微小病灶的检出能力既依赖于图像的空间分辨率,也依赖于其对比分辨率,所以DR在胸部疾病的诊断中将发挥日益重要的作用。

CR的缺点是时间分辨率较差,不能满足运动器官的显示,不能用于透视。DR的不足是购置设备价格较高,只能专机专用,不能像CR一样直接应用于现有的X线设备。CR与DR在一段时间内将会长期共存,功能互补,共同实现常规X线摄影的数字化。

尽管CR与DR较传统的X线检查在技术上有了很大的进步,但是他们所拍摄的图像毕竟是胸部的重叠图像,对于胸部的一些隐蔽部位(如纵隔旁、心后、后肋膈角等)病变的诊断仍然存在盲区。所以当怀疑这些部位的病变时应该进行CT检查,以防止病变的漏诊。同时,由于CR与DR对肺内疾病的细节观察也不