

# 实用临床危重病学

主编 张东波 郝惠梅 李淑云  
王文远 李志金 徐振华

天津科学技术出版社

# 实用临床危重病学

主编 张东波 郝惠梅 李淑云  
王文远 李志金 徐振华

天津科学技术出版社

## 图书在版编目(CIP)数据

实用临床危重病学/张东波等主编. —天津:天津科学技术出版社, 2011. 12

ISBN 978-7-5308-6794-5

I. ①实… II. ①张… III. ①险症—诊疗  
IV. ①R459.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 272490 号

---

责任编辑:郑东红

责任印制:兰 毅

主编 张东波 郝惠梅 李淑云  
王文远 李志金 徐振华

天津科学技术出版社出版

出版人:蔡 颢

天津市西康路 35 号 邮编 300051

电话 (022)23332695(编辑室) 23332393(发行部)

网址:www.tjkjcs.com.cn

新华书店经销

泰安开发区成大印刷厂印刷

---

开本 787×1092 1/16 印张 21.5 字数 500 000

2011 年 12 月第 1 版第 1 次印刷

定价:48.00 元

**主 编** 张东波 郝惠梅 李淑云 王文远 李志金 徐振华  
**副主编** 王书郁 马秀丽 边 华 莫湘涛 任 飞 杜志军  
魏利娟

**编 委** (以姓氏笔画为序)

马秀丽 河南省濮阳市人民医院  
王文远 河南省濮阳市人民医院  
边 华 山东省烟台解放军 107 医院  
王书郁 河北北方学院附属第一医院  
任 飞 河南省洛阳正骨医院  
连卫萍 山东省栖霞市人民医院  
杜志军 河南省洛阳正骨医院  
张东波 河南省南阳市中心医院  
李淑云 山东省荣军总医院  
李志金 山东省滕州市工人医院  
赵淑荣 山东省栖霞市人民医院  
郝惠梅 山东省胸科医院  
徐振华 河南省确山县人民医院  
莫湘涛 河南省洛阳正骨医院  
魏利娟 河南科技大学第一附属医院

## 前 言

危重病医学是研究急危重病病人的救治与护理的一门新专业,随着急救医学的发展和仪器设备的不断更新,危重病医学的范畴也日趋扩大,内容也更加丰富。为了使工作在临床第一线的广大医务人员更快了解和掌握有关危重病医学的新理论、新观点,出色地完成急诊常见疾病的医疗工作,我们在繁忙的工作之余,广泛参考国内外文献,结合自身工作经验,精心编著了这本《实用临床危重病学》,奉献给读者。

本书共分十章,介绍了 ICU 常用急救和监护技术,阐述了内科、神经科、外科、骨科、小儿科、感染科、皮肤科等常见急危重症的病因和发病机制、临床表现、诊断和处理。内容丰富、资料新颖、简明扼要,具有较强的可操作性。可供内科、神经科、外科、骨科、儿科、急诊科、感染科、皮肤科、ICU 和临床其他各科室的医护人员参考。

由于作者水平所限,本书难免有不足、遗漏之处,敬请广大读者批评指正。

张东波

2011 年 10 月

# 目 录

|                   |     |
|-------------------|-----|
| 第一章 重症监护          | 1   |
| 第一节 ICU 的基本概念     | 1   |
| 第二节 ICU 的设置与管理    | 2   |
| 第三节 ICU 的感染管理与控制  | 4   |
| 第二章 重症监测与心肺脑复苏    | 6   |
| 第一节 重症监测          | 6   |
| 第二节 心肺脑复苏         | 16  |
| 第三章 心力衰竭          | 26  |
| 第一节 急性心力衰竭        | 26  |
| 第二节 慢性心力衰竭        | 29  |
| 第四章 多器官功能障碍综合征    | 39  |
| 第五章 消化道出血         | 44  |
| 第一节 急性上消化道出血      | 44  |
| 第二节 急性下消化道出血      | 50  |
| 第六章 急性肝功能衰竭       | 55  |
| 第七章 急性肾功能衰竭       | 64  |
| 第八章 急危重症手术的麻醉     | 73  |
| 第一节 急危重症手术病人的特点   | 73  |
| 第二节 急危重症病人术前评估与准备 | 74  |
| 第三节 急危重症手术麻醉处理    | 75  |
| 第四节 全身麻醉          | 77  |
| 第五节 低温在麻醉中的应用     | 86  |
| 第六节 神经外科危重症手术的麻醉  | 91  |
| 第七节 胸外科危重症手术的麻醉   | 97  |
| 第八节 腹、盆腔危重症手术的麻醉  | 104 |
| 第九节 烧伤病人的麻醉       | 108 |
| 第十节 创伤急症手术的麻醉     | 109 |
| 第十一节 老年病人手术的麻醉    | 110 |
| 第九章 临床各科常见危重病的急救  | 114 |
| 第一节 心源性休克         | 114 |
| 第二节 高血压急症         | 118 |
| 第三节 肝性脑病          | 122 |

|            |                     |            |
|------------|---------------------|------------|
| 第四节        | 细菌性肝脓肿·····         | 127        |
| 第五节        | 急性胰腺炎·····          | 130        |
| 第六节        | 重症病毒性肝炎·····        | 140        |
| 第七节        | 中毒性菌痢·····          | 143        |
| 第八节        | 霍乱·····             | 145        |
| 第九节        | 肾综合征出血热·····        | 150        |
| 第十节        | 颅内压增高·····          | 155        |
| 第十一节       | 颅脑损伤·····           | 160        |
| 第十二节       | 颅内感染性疾病·····        | 175        |
| 第十三节       | 颅内血管性疾病·····        | 183        |
| 第十四节       | 创伤性休克·····          | 191        |
| 第十五节       | 挤压综合征·····          | 198        |
| 第十六节       | 骨筋膜间室综合征·····       | 202        |
| 第十七节       | 开放性骨折·····          | 205        |
| 第十八节       | 四肢血管伤·····          | 207        |
| 第十九节       | 上肢骨折·····           | 211        |
| 第二十节       | 脊柱骨折·····           | 223        |
| 第二十一节      | 脊髓损伤·····           | 227        |
| 第二十二节      | 骨盆骨折·····           | 234        |
| 第二十三节      | 下肢骨折·····           | 238        |
| 第二十四节      | 断肢再植和断指再植·····      | 251        |
| 第二十五节      | 周围神经损伤·····         | 269        |
| 第二十六节      | 急性血源性骨髓炎·····       | 278        |
| 第二十七节      | 小儿急性喉炎·····         | 281        |
| 第二十八节      | 婴幼儿腹泻·····          | 283        |
| 第二十九节      | 药物性皮炎·····          | 289        |
| 第三十节       | 急性荨麻疹·····          | 292        |
| 第三十一节      | 天疱疮·····            | 296        |
| 第三十二节      | 艾滋病·····            | 299        |
| <b>第十章</b> | <b>危重病急救技术·····</b> | <b>307</b> |
| 第一节        | 环甲膜穿刺术·····         | 307        |
| 第二节        | 气管内插管术·····         | 308        |
| 第三节        | 气管切开术·····          | 310        |
| 第四节        | 高压氧治疗技术·····        | 311        |

# 第一章 重症监护

## 第一节 ICU 的基本概念

ICU(intensive care unit)意为加强监护单位、加强监护病房或加强医疗科,也可译为重症监护病房,是医护人员应用现代化医疗设施和复杂的临床监测技术,将人力、物力和重症与大手术后的患者集中一处,进行精细监测和强有力治疗与护理的场所。患者在 ICU 内,由受过特殊训练的医护人员进行管理,用较完善的电子装置和血液、生化检查等进行监测,可得到高质量的治疗和护理,比在一般条件下更易康复。ICU 的建立,对提高危重病人的治愈率和降低死亡率,发挥了重要作用,已成为临床医学进展和衡量医院现代化的重要标志。由于 ICU 卓有成效的工作,促进了基础医学、临床医学和医用电子学的发展,而且已发展成为一门新兴的临床医学学科,即重症监护医学(critical care medicine, CCM)。

早在 19 世纪中叶, Florence Nihtingal 在医院手术室旁设立手术后患者恢复病房,指导协调治疗与护理,被认为是重症加强治疗病房的起源。1923 年, Walter Dandy 率先在美国 Johns Hopkins 医院为脑外科患者开辟 3 张病床的术后恢复室,使在此专业中较为危重的术后患者得到集中管理的尝试。1930 年, Kir - schner 相继在德国创建恢复室与 ICU 混合型病房。第 1 次世界大战建立的麻醉后恢复室(PAR)乃是当今外科 ICU 的前驱。1945 年, 纽约 Filmore 医院建立了产后恢复室,使产妇病死率明显下降。1958 年, 英格兰 Southampton 医院和加拿大 Toronto 医院相继开设呼吸 ICU。1962 年, 美国 Bethany 医院最早创立冠心病 ICU(CCU)进行持续的心电监测,使冠心病病死率由 35% 下降到 17%。20 世纪 70 年代,对 ARDS 的深入研究,使呼吸治疗技术迅速提高。80 年代,人们认识到疾病发展到危重阶段,均表现为单向或多向脏器系统的功能低下,国外近几年趋向由专科 ICU 向综合 ICU 发展,集中使用仪器和人力,将危重症作为一个专业来发展。

我国自 20 世纪 80 年代初开始建立 ICU。北京协和医院在 1982 年设立了第一张 ICU 病床,1984 年正式成立了作为独立专科的综合性 ICU。解放军 304 医院也借助全军创伤中心的优势于 1985 年成立了综合性 ICU。目前, ICU 的规模,精密的监护治疗仪器的配置质量,医护人员的专业救护水平及临床实践能力,已成为一个国家、一所医院急救医疗水平的主要标准。我国卫生部也将医院建立急诊科和 ICU 作为医院等级评定的条件之一。

ICU 分为综合性 ICU 和专科性 ICU 两种类型。综合性 ICU 是医院内唯一跨学科集中人力、物力对各科危重症患者集中监测、治疗和护理的场所。综合性 ICU 不仅相对地节省人力、物力,也符合 ICU 的特定目的。专科性 ICU 为各专科设置的 ICU,承担收治本科

危重患者的任务。按重症监护对象所属科别分为内科 ICU、外科 ICU、神经内科 ICU、神经外科 ICU、儿科 ICU、新生儿 ICU、妇科产 ICU 等。依据重症患者主要病变部位和性质分为呼吸 ICU、冠心病 ICU、心脏病 ICU、肾病 ICU、血液病 ICU、代谢病 ICU、神经系统疾病 ICU、烧伤 ICU、中毒 ICU、创伤 ICU 等。专科性 ICU 有利于医护人员熟悉本专业,对病人可做到更好地观察和处理,病人转送也较方便。近年来,有些发达国家的 ICU,已从综合性逐渐向专科性 ICU 转化。

ICU 收容对象包括各科的危重病人,如病情危重,处于生死关头,甚至有猝死危险的病人。危重大多由急性病变或慢性病急性变化造成。具体包括以下几种患者:①创伤、休克、感染等引起的多系统器官衰竭的患者。②急需行心、肺、脑复苏及复苏后的患者。③多发伤、复合伤患者。④急性物理、化学因素致伤性危急病症,如中毒、溺水、触电、蛇或虫咬伤和中暑等患者。⑤急性心肌梗死、严重心律失常、急性心力衰竭、不稳定型心绞痛患者,在无 CCU 时,可收入综合性 ICU 监测救治。⑥大手术后需监测救治的患者。⑦严重水、电解质、渗透压和酸碱失衡的患者。⑧甲状腺、肾上腺、胰岛和垂体等内分泌危象患者。⑨各类大出血,突然昏迷、抽搐、心力衰竭、呼吸衰竭等各系统器官功能衰竭的患者。

ICU 人员编制国内外尚未统一规定,但鉴于各类危急病人救治工作量大,治疗手段繁多,操作技术复杂,知识面要求广,故医护人员配备要超过一般内、外科。参阅有关资料提出,综合性 ICU 以 10 张床为宜,医生需 10~15 名,护士长 1 名,护士按其与床位数之比为 3.0~(3.5:1),需要 30~35 名,否则不易达到 ICU 监测和治疗要求。ICU 的负责医生应每天查房,决定治疗和监护方案,专职医生及值班医生负责执行。ICU 医生应有广泛的生理、病理和药理知识,熟悉各器官功能衰竭的诊断和正确处理。护士长负责监护室的管理工作,包括安排护理人员工作、检查护理质量、监督医嘱执行情况以及做各种记录等。护士是监护室的主任,承担监测、护理、治疗和急救任务,故除了应熟悉一般临床护理技术外,尚需具备特殊监测技术和紧急处理的能力。此外,监护室还应配有专门人员负责仪器的保养和维修。在发达国家,ICU 工作人员还包括物理治疗医师、呼吸治疗医师药师、营养师、社会学工作者、秘书等。

(张东波)

## 第二节 ICU 的设置与管理

ICU 的设置:①位置:ICU 的位置应与病人来源最多的科室相邻近,以缩短病人的转运时间。②床位要求:ICU 的房间布局有两种类型,一种是中心型的环形结构,中心监测台在中间,四周分隔成小房间,每间房的墙壁用玻璃隔开,另一种是周围型的长方形结构,房间面积比普通病房大,护士监测站在中间,对面一排是病床。ICU 内每张床的占地面积比普通病室要大,保证能容得下各种监护仪而且便于医生、护士操作。病床应易于推动,以能使病人有多种卧床的多功能病床为佳。床头应配备中心供氧、中心负压吸引、压缩空气等装置。ICU 床位数要根据医院总的床位数或某一部分或病区有多少病人需要监护来确定。一般综合医院可占总床位数的 1%~2%,最多 12 张。ICU 每个单元最好设 2~4 张床,床边有多插头电源板,每张床配备一台多功能床边监护仪和一台人工呼吸机。现代

化的 ICU 病床单位设计日趋向空中发展,且尽可能减少地面上物品堆集,以方便临床抢救护理工作的开展。③中心监护站:中心监护站的设计原则,应在护士站即能直接观察到所有病床,护士站内应有中心监测显示仪、电子计算机,病历柜内有各种监护记录本,药物储存柜,联系电话等。④计算机网络监护系统:根据情况选择由 6~10 台床边监护仪组成的网络监护系统,中心监护台置于护士中心监护站,床边监护仪应安装在墙壁的适当位置,既利于护士操作、观察,又保证病人不易碰及。⑤闭路电视监控系统:中心监护站尽可能安装较大屏幕显示器,各室内安装转式搜寻器,可同时监控多个病人动态,以利全面观察、护理。

仪器设备:除普通病室所备仪器之外,ICU 尚需备有多功能监护仪、中心监护仪、床边监护仪、闭路电视监控系统、呼吸机、除颤器、起搏器、心肺复苏机、输液泵、心电图机、床边 X 线机、血气分析仪,以保证顺利完成各种监护及抢救任务。

监测和治疗条件:ICU 应具备的监测和治疗条件包括:①有专业医护人员负责危重病入的收入、转出与 24 小时连续监测和紧急处理;②有进行心肺复苏的设备和技术条件;③连续的心电监护,直流电复律和心脏电起搏等;④血流动力学监测,包括中心静脉压、动脉压、肺动脉压、肺动脉楔嵌压和心排出量监测;⑤呼吸监测;⑥血气、电解质、肝功能、肾功能、心肌酶等测定的综合实验条件;⑦辅助呼吸机治疗;⑧胃肠道外高营养导管的放置和维持;⑨透析治疗条件;⑩应用输液泵进行药物滴注治疗;⑪体外反搏及主动脉内气囊反搏的设备和技术。此外,ICU 内每个床头均应设氧气、负压吸引器、压缩空气等管道装置,要有多插头电源和可移动的床头灯等设施。

ICU 管理:①ICU 组织管理:危重病入的救治成功率是衡量一个医院医疗水平的重要指标。由于 ICU 集中了全院最危重的病人,因此,从院长到每一个专业医务人员都要十分关注 ICU 的建设和发展。医疗行政的主管部门应该特别关注全院危重病入的流向,专科与 ICU 病人危重程度、数量的比例,制订相应政策,促使危重病人正常地输送到 ICU。对 ICU 的组织管理大致可分为三个层次,即:战略管理:应由医院的最高领导层决定,包括 ICU 的工作性质、建设规模和经费投入。组织管理:主要目的是保证实施战略管理的有效性和高效率。结合我国的实际情况,这一层次的职能部门应该是医疗行政主管部门,如医务部、处或医政科,其具体工作是负责 ICU 与各专科的协调以及对 ICU 的保障。战术管理:由 ICU 主任和护士长实施完成,如制订 ICU 工作的阶段规划、年度计划,组织实施日常医、教、研和行政的管理工作。衡量组织管理工作的好坏,主要有两个指标:一是预算投入与产出效益的比值,即要用较少的资源投入而获得较大的社会 and 经济效益。对此,要排除那种以赢利为目的的商业性活动,并以完成 ICU 的目标为前提。因此,第二个指标就是减少危重病入的死亡率和各种严重并发症的发生率。②ICU 的病室管理:探视管理:ICU 病室内无家属陪住。病人进入 ICU 后,家属可留下电话号码,有情况随时可与家属联系。设计现代化的 ICU,其外常有一圈玻璃窗与走廊,在家属休息室有闭路电视可以观察 ICU 病区内病人情况,因而可减少因探视给 ICU 病区带来污染及对正常医护工作的干扰。

(张东波)

### 第三节 ICU 的感染管理与控制

ICU 收治病人来源广,病情危重,自身低抗和保护能力均较差,随时处于发生感染的危险之中。而一旦感染,则会加重原发病,使病情恶化复杂,给治疗及护理工作带来极大困难。同时,由于 ICU 病人流动性大,如果忽视感染的管理与控制,就有可能造成在医院内的感染流行。因此,ICU 内的感染控制是一个很重要的问题。

#### 一、感染源

ICU 病室内主要感染菌为细菌、病菌、真菌。由于大量广谱抗生素的使用,医院感染菌株已由革兰阴性杆菌取代了革兰阳性菌,ICU 病房主要的感染菌属为假单胞菌属和肠道细菌,如绿脓杆菌、克雷白杆菌、大肠杆菌、变形杆菌。目前认为,假单胞菌属是造成感染的首要原因。

#### 二、感染途径

ICU 病人感染途径主要有两部分,分为内源性感染和外源性感染。内源性感染是指病人在入 ICU 以前已经发生的感染或在病情严重时,由于肠黏膜屏障作用减弱而导致的感染。外源性感染或医源的感染是由于 ICU 病房环境差,室内空气中细菌指数超标或治疗时操作不严格以及与医生、护士、来访者的接触而发生的感染。

#### 三、感染的原因

1. 不同病种与不同感染部位的危重病人集中在 ICU 治疗、护理,是发生感染的基础因素。
2. 各种先进的有创监测技术造成的侵袭性感染日益增多,是使侵袭性成为感染的直接原因,如监测用的气囊漂浮导管、中心静脉压、动静脉测压导管、各种人工气道、呼吸器的使用、透析、导尿等。
3. 危重病人集中、护理人员缺乏、工作繁忙,多个病人的治疗由一名护士连续完成,使感染成为可能。
4. 大量多种广谱抗生素的使用,造成大量耐药菌株在医院内流行,是造成院内感染的重要原因。
5. 长时间大范围手术,器官移植和免疫抑制剂的应用,化疗及放疗,多脏器功能损害造成抵抗力和自我保护下降,发生肠源性感染。
6. 由于经济条件所限,不能按规定使用一次性治疗护理用品或重复使用的物品消毒不彻底造成感染。

#### 四、控制感染的管理与措施

1. 为了最大限度的杜绝感染,ICU 的感染管理必须从基础设施抓起。首先应重视病房的设计,如工作人员与病人,消毒物品与污染物品分道运行,还应设置空气调节净化装置,病房应划分隔离区、保护性隔离区和普通病房,设备用具放置简洁,两床间距应在 1 米以上,以降低尘埃和飞沫造成的交叉感染,每床上方应有紫外线灯,病房内还应配备紫外线强度测试仪、微生物采样器、紫外线强度指标,消毒液浓度试纸及各种消毒用品,以便进行消毒工作及感染监测。

2. ICU 的医护人员,应有较强的预防感染的意识,了解和掌握感染监测的各种知识和技能,并且能自觉执行各种消毒隔离制度,医护人员出入病房前后要严格更衣、沐浴,穿专用的隔离衣,戴工作帽,换工作鞋。在接触病人,各种技术操作前后,护理两个病人之间,处理大小便器之后,进入或离开监护病房时,均应洗手,并严格消毒液泡手制度。在保障有效治疗护理的前提下,尽可能的控制人员流动,减少较多人参加的大查房活动。住在隔离病房和保护性隔离病房的病人应谢绝家属探视,普通病房的病人家属也只能通过专门通道隔窗探望。病房入口安装层流装置。病房和整个病区都要有良好的通风,尤其在病房内应安装空气净化通风装置,使泵入的经过滤的新鲜空气略大于大气压  $0.3 \sim 0.5 \text{ mmHg}$  ( $0.0399 \sim 0.0655 \text{ kPa}$ ),保证空气的单向流动。其次,病区内应定期清扫和消毒。

3. 严格护理操作,控制交叉感染。ICU 内工作人员在接触每一个病人前后认真洗手仍然是最重要的防止感染扩散的措施,单纯使用肥皂洗手仍有局限性,还应建立常规消毒液泡手制度,以尽可能地控制医源性的感染。严格无菌操作,熟练掌握各种操作技术,减少因各种侵入性治疗造成的感染。严禁探视家属进行技术性操作,如吸痰、雾化吸入等。

4. 加强重病人口腔护理、皮肤护理、鼓励协助病人咳嗽、排痰,以减少肺部感染。

5. 合理使用抗生素,可在做细菌培养及药物敏感试验后选用抗生素。

6. ICU 各项监测结果应认真记录、存档,以备日后对感染管理情况与监测结果进行分析、小结、总结,发现问题及时解决。

(张东波)

## 第二章 重症监测与心肺脑复苏

### 第一节 重症监测

#### 一、呼吸功能监测

##### (一) 肺容量测定

1. 肺容量及其组成 肺容量是具有解剖学意义的静态指标,反映外呼吸的空间,是呼吸功能的物质基础。静态肺容量的测定包括潮气量、补吸气量、残气量、深吸气量、功能残气量、肺活量和肺总量。除功能残气量外,通常可用肺量计算直接描记,描记的曲线称为肺量图。

(1) 潮气量(VT):在平静呼吸时,每次吸入或呼出气体容量。

①正常值:400~500ml。但受性别、年龄、体表面积和代谢状态等影响。

②临床意义:在运动或在发热疾病状态时,氧耗量和二氧化碳产生增加,潮气量即增大。

(2) 补吸气量(IRV):平静吸气后,再用力作最大吸气,所能吸入的气体容量。正常值为男性2100ml,女性1400ml。补吸气量能反映呼吸肌力、胸廓弹性和肺脏弹性。当呼吸肌无力,胸肺限制性病变,如胸膜增厚、肺纤维化时,则此值减少。

(3) 深吸气量(IC):指潮气量与补吸气量之和( $TV + IRV$ )。是反映平静呼气后所能吸入的最大气量。深吸气量是衡量最大通气潜力的一个重要因素,和吸气肌的力量、胸肺弹性及气道通畅情况均有关。

(4) 补呼气量(ERV):指在平静呼气后,再用力做一深呼气所能呼出的气量。正常成年人补呼气量一般为900~1200ml。

(5) 肺活量(VC):最大吸气后,能呼出的最大气量,包括深吸气量和补呼气量。正常值为男性3470ml(或 $2310 \times$ 体表面积),女性2400ml(或 $1800 \times$ 体表面积)。肺活量与体表面积、性别、年龄、胸廓结构、组织弹性、呼吸肌强度有关。肺活量的改变反映胸廓、肺组织的病理和呼吸肌力的强弱。由于正常情况下影响因素较多,故减少大于20%方可认为异常。肺组织损害和肺炎、肺纤维化、肺不张和肺切除等;胸廓活动度减低,如神经-肌肉疾病;胸廓活动限制,如胸廓畸形、胸廓改形术、肋骨骨折及硬皮病等;膈肌活动受限,如妊娠、腹腔积液、腹部肿瘤和膈神经麻痹;肺扩张受限制,如大量气胸、胸腔积液、膈疝等,均可使肺活量降低,呈现限制性通气障碍。

(6) 残气量(RV):补呼气后,肺内不能被呼出的残留气量。RV的大小受肺弹性回缩力的影响,肺气肿时肺弹性回缩力减低,RV增加,而结节病、石棉肺、特发性肺间质纤维化时弹性回缩力增强,RV下降,与其他肺容量的减少不成比例。

(7)功能残气量(FRC):平静呼气后肺内所含的气量。它含两种成分,即残气量(RV)和补呼气量(ERV)。FRC反映了呼吸肌松弛情况下,正常呼气末尾时肺内空气含量。它在生理上是最重要的肺容量,因为它接近于正常呼吸模式,不受被测者主观用力呼气与否的影响。测定时只需被测者平静呼吸,而不需特殊的合作,因而重复性较好。RV测定则不然,它要求被测者用力呼气,因此其用力程度和配合的好坏可能影响RV的测定值。胸廓弹性回缩力和肺弹性回缩力对肺容量有着相反的影响,FRC反映于这两种弹的关系。正常情况下这两种力量相等而互相抵消,FRC约相当肺总量(TLC)的40%。这两种弹力的改变将导致FRC的改变,胸廓弹性回缩力增高(如脊柱侧弯、胸廓成形、肥胖等)或肺弹性回缩力下降(如肺气肿)均可使FRC增高,反之FRC下降。肺水肿、肺间质纤维化、间质性肺炎或其他限制性肺疾病使肺弹性回缩力增加则可使FRC下降。但当脊柱侧弯、胸廓成形伴有严重胸廓变形、扩张受限、肥胖伴腹压增高、横膈上移超过了胸廓弹性回缩力的影响时,FRC下降。

正常情况下,RV占TLC的25%,而且随FRC的改变而改变,但有两个例外,即限制性疾病时RV比其他肺容量更接近于正常。在小气道疾病时,RV可能升高,而FRC和FEV<sub>1</sub>保持正常。

(8)肺总量(TLC):深吸气至最大限度时肺内的气量即深吸气量加上功能残气量(IC + FRC)。正常值为男性5020ml,女性3460ml。

肺总量增加见于:①胸肺顺应性增加。②经体育锻炼等使呼吸肌力增强;③肺气肿、哮喘、阻塞性肺部疾病患者。肺总量减少见于:①胸肺顺应性增加。②吸气肌力减弱,如重症肌无力等。③肺间质纤维化、肺水肿、肺不张、肺炎、气胸、胸腔积液等。残气占肺总量的百分比(残气量/肺总量)是用来反映肺气肿程度的重要指标,正常比值为20%~35%。该比值增高往往表示肺弹性降低和(或)肺内气体潴留。残气量/肺总量>40%,提示有肺气肿存在,肺总量正常或增大,并不表示功能正常。因为它包含肺活量和残气量,肺活量降低和残气量增加,可使肺总量完全正常或增大,因此必须分析其组成有无变化。

## 2. 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,测定不能与肺进行气体交换的气量,常用的方法有两种:密闭式氮稀释法和密闭式氮稀释法。

(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。

$$15 \sim 34 \text{ 岁: } VC/0.8 \times 100$$

35 ~ 49 岁:  $VC/0.75 \times 100$

> 50 岁:  $VC/0.65 \times 100$

(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。

### 1. 测定内容

(1)静息通气量:是指在基础代谢情况下所测得每分钟的通气量。潮气量乘以每分钟呼吸次数即为每分钟静息通气量。人体肺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)最大通气量(MVV):为单位时间内最大的呼吸气量,它反映呼吸动态功能,是测定通气功能中较有意义的一种。MVV 减少见于:①肺活动度受限:如肺间质纤维化、大量胸腔积液;②气道阻力增加:如各种慢性阻塞性肺疾患(COPD)或支气管肿瘤;③呼吸肌无力:如脊髓灰质炎和重症肌无力;④脊柱活动受限:如类风湿性脊椎炎、强直性脊柱炎和脊柱畸形。

(3)用力肺活量(FVC):深吸气后用最大的力气,最快速度所能呼出的最大气量,它所表达的是呼出气的流速,包含时间的因素,可以计算出最初 3 秒钟用力呼气量,因此通过 FVC 测定可得到时间肺活量和最大呼气流速(PEF)。最常用的时间肺活量是第一秒用力呼气容积( $FEV_{1.0}$ ,通常简化为  $FEV_1$ )。由  $FEV_1$  可以得到三个参数:① $FEV_1$  绝对值:表示用力呼气第一秒呼出的气量;② $FEV_1$  占预计值的%;③ $FEV_1$  占 FVC 的%。

正常人实测  $FEV_1$  值应为预测值的 80% ~ 120%,而  $FEV_1$  占 FVC 的百分比( $FEV_1/FVC\%$ )应  $\geq 75\%$ 。

$FEV_1$  减少的临床意义:临床上通常只有  $FEV_1$  减少,而不会有  $FEV_1$  增加。 $FEV_1$  减少说明气道的阻塞。因此临床上广泛用于:①评估哮喘和 COPD 的严重程度;②通过气道激发试验和支气管舒张试验检测气道的易收缩性和可舒张性,为哮喘的早期诊断和鉴别诊断提供依据;③定期的  $FEV_1$  监测有助于了解患者的病情变化,调整治疗方案;④观察药物疗效。

最大呼气流速(PEF)测定的临床意义:①PEF 测定的意义基本同  $FEV_1$ ;②由于呼气流速仪体积小,携带方便,可随时随地测试,因此可通过昼夜多次测定计算最大呼气流速变异率以协助判断通气功能的变化和哮喘患者病情的稳定性。

(4)肺泡通气量(VA):指每分钟肺泡通气量中真正参与气体交换的通气部分是肺泡通气量或称有效通气量。因此,每分钟肺泡通气量 = (潮气量 - 无效腔) × 呼吸频率。无效腔包括解剖无效腔及肺泡无效腔,又称为生理无效腔,约占潮气量的 30%。因此,除去不参加气体交换的无效腔通气后,正常肺泡通气量约为每分钟静息通气量的 70%。

当每分钟通气量相等,但潮气量及呼吸频率不同时,每分钟肺泡通气量可有较大的差别,因而深而慢的呼吸时的肺泡通气量较浅而快时为高。临床上有许多疾病,如急性呼吸窘迫综合征、肺间质纤维化等,每分钟通气量可正常,但潮气量小,呼吸频率快,故肺泡通气量减低。

(5)最大呼气流量(PEF):从深吸气末用力呼气的最大瞬时流量。

①正常值男性:350~800L/min,女性:166~614L/min。

②临床意义:是反映大气道阻塞的一项主要指标。由于其操作方便,因而被广泛应用于呼吸系统疾病流行病学调查、哮喘病情及预后的判断等。

(6)呼气高峰流量(PEER):在 TLC 位,猛力快速的最高呼气流速,受性别、年龄及身高的影响。

## 2. 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钟 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 <100ml,取 FVC 及  $FEV_1$  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出量( $FEV_1$ )及一秒率( $FEV_1/FVC\%$ 或  $FEV_1\%$ )作为判定指标,其正常值前者男性约为( $3179 \pm 117$ )ml,女性约为( $2314 \pm 48$ )ml;后者均应 >80%。 $FEV_1\% < 70\%$ 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,应用支气管扩药后能使  $FEV_1\%$  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) 通气功能障碍的类型和分级 通气功能障碍分为三个类型。

1. 限制性通气障碍 由于①肺间质疾病,如肺间质纤维化、尘肺、肺水肿等。②肺占位性病变,如肿瘤、囊肿等。③胸膜病变,如气胸、胸腔积液等。④胸廓病变,如脊柱畸形、胸廓改形术等。⑤肺切除。⑥神经-肌肉疾病。⑦肥胖、妊娠、腹腔积液等。引起肺扩张和胸廓活动受限制。

肺功能的改变:肺活量及肺总量显著减少,残气及残气量占肺总量百分比正常或稍有减低;第一秒呼气肺量、最大呼气中期流速、最大通气量正常或稍降低;第一秒用力呼气肺量百分率正常或提前完成。

2. 阻塞性通气障碍 系指气道阻塞或狭窄引起的气体流量下降。用以测定气道阻力的肺功能检查为 FCV 曲线。引起阻塞性通气障碍的原因为:①上呼吸道疾患:咽部或喉部肿瘤、水肿和感染、异物;②气管和周围气道疾患:气管肿瘤、萎缩和狭窄,支气管炎、细支气管炎、支气管哮喘;③肺气肿、肺大泡等。 $FEV_1$ 、 $FEV_1/FCV\%$  下降为阻塞性通气障碍典型肺功能改变。

3. 混合性通气功能障碍 混合型通气功能障碍指的是两种通气功能障碍同时存在,需要全面测定肺容量后才能确定该疾患。其肺功能改变特点为:

①通气功能,MVV 下降, $FEV_1$ 、 $FEV_1\%$ 、MMEF 均下降。

②肺容量测定,VC 下降,FVC 较 VC 下降不明显,RV 可以正常,TLC 正常或下降。

③SGaw 下降,Raw 升高。

④弥散功能多见减低。

混合通气功能障碍多见于阻塞性疾病与限制型疾病同时存在,例如肺囊性纤维变、支气管扩张或身体极度衰弱患者等。

#### (四)小气道功能测定

1. 测定内容 小气道疾病是 COPD 早期的病理生理基础,临床上多无症状,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)闭合气量:闭合气量系指平静呼气至接近残气位时,肺下垂部小气道开始闭合时的肺容量。在许多的肺疾患的早期,小气道的病变使呼气时小气道提前关闭,闭合气量明显增高。有人认为慢性阻塞性肺疾病患者,在疾病缓解期如若第一秒用力呼气量( $FEV_1$ )降低,应视为不可逆性病变;如若  $FEV_1$  正常而仅闭合气量增高,则其小气道阻塞有可能恢复,可视为可逆性病变。

(2)最大呼气流速-容量曲线:在做用力肺活量时,令患者吸气至肺总量后,用最快最大力量呼气至残气位,呼气流速随肺容量不同而改变,以此绘图,即最大呼气流速-容量曲线。其特点是在不同肺容量下,压力-流速的关系存在差别。在 75% 以上肺容量时,胸内压增加,呼气流速也相应增加,即流速和“用力有关”,受呼气肌和意志的影响。在 75% 以下肺活量时,每一肺容量均有一个最大的流速点,达到此点后,即使胸内压继续增加,呼气流速仍保持不变,即与“用力无关”。随着肺容量的减少,呼气流速也逐渐减低。在阻塞性肺疾患时,最大流速和各阶段流速减低,肺活量减少。限制性肺疾患则表现为肺活量小,流速高,但因肺活量少,流速下降快,表现为曲线高耸,倾斜度大。

(3)等流量容积( $Viso-V$ ) 吸入 80% 氦和 20% 氧的混合气达 TLC 位后,一次用力呼气至 RV 位,描记出  $MEFV_{HeO_2}$  与  $MEFV_{空气}$  两个曲线相交处所示的肺容量即为等流量容积。

#### 2. 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,平静呼吸二三次缓慢吸气至 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% 氦和 20% 氧混合气做二次肺活量以冲洗肺泡氮。第三次吸入氦氧混合气至 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)闭合气量: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以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):用氦气作为指示气体,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(氦气),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