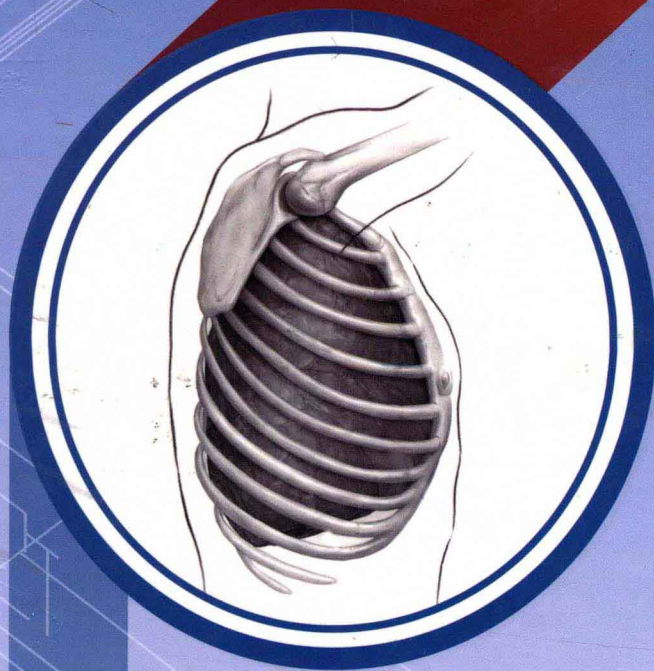


Clinical Thoracic Surgery

临床 胸部外科学

主 编 林 强



 人民卫生出版社

临床胸部外科学

主 编 林 强

副主编 傅小龙 陈克能 陈晓峰

编 者 (以姓氏笔画为序)

王 强	王成吉	王纪文	王志强	王勇杰	毛友生	毛伟敏	方文涛	龙 浩
叶 波	叶旭东	叶剑定	叶晓丹	田子强	冯 健	冯继峰	吉春宇	吕长兴
吕亚军	朱小波	朱宏伟	朱晓雷	仲 宁	仲晨曦	任 华	任书南	刘 俊
刘向阳	江 洪	孙加源	李 欣	李 星	李 俊	李 勇	李 望	李文涛
李劲松	李明峰	李单青	李晨蔚	李赛琪	杨 林	杨 敏	杨龙海	励新健
吴 捷	吴 乾	吴广州	吴蔚宇	吴德华	吴镜湘	邱郁薇	余开颜	谷志涛
沈 轶	沈 毅	沈耀峰	张 伸	张 海	张成伟	张明月	陈 刚	陈 铭
陈小中	陈文虎	陈克能	陈奇勋	陈和忠	陈晓峰	茅 腾	林 强	林志毅
岳海燕	周鑫明	赵 军	赵 珩	赵守华	赵明川	赵晓华	施巩宁	施建新
姜敏炎	祝敏芳	柴 莹	徐华明	徐江宁	徐美英	高 文	高文俊	高兆明
黄 平	黄 俊	黄日胜	黄进肃	崔红学	康晓征	葛 棣	董强刚	董静思
蒋 刚	蒋 锋	韩志军	喻木桐	傅小龙	鲁云纲	鲁为山	谢宗涛	蔡 铭
谭黎杰	熊丽纹	滕家俊	潘旭峰	薄维娜	澹台冀澂	魏为添		

编写秘书 叶 波

人 民 卫 生 出 版 社

图书在版编目(CIP)数据

临床胸部外科学/林强主编. —北京:人民卫生出版社,
2013

ISBN 978-7-117-17047-5

I. ①临… II. ①林… III. ①胸腔外科学 IV. ①R655

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 074648 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!

临床胸部外科学

主 编: 林 强

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: 889×1194 1/16 印张: 51

字 数: 1580 千字

版 次: 2013 年 7 月第 1 版 2013 年 7 月第 1 版第 1 次印刷

标准书号: ISBN 978-7-117-17047-5/R · 17048

定 价: 299.00 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)

ORDER 1

序 一

上海市胸科医院胸外科在顾恺时院长及吴善芳、黄偶麟、吴松昌、周允中等老一辈专家的艰辛创业,细心耕耘,精心培育下,加上后辈们秉承先驱们的经验和教训,发扬光大,开拓进取,将科室的学术地位始终保持在全国先进水平。并多次荣获上海市医学重点学科和全国胸外科重点专科。

我与林强主任共事近三十年,目睹其刻苦钻研,勤奋好学。长期在临床一线工作中拼搏,不断积累经验,持续提高手术技能,并开拓临床与科研相结合的新思路,使其在人才辈出的竞争中能脱颖而出,实属难能可贵。倾注其心血的《临床胸部外科学》面世就是对其学术地位的最佳肯定。

本书将现代的新理念、新技术、新手术方法及独特的手术技能融入胸外科疾病的诊断、治疗及围术期的处理中,特别是将胸部肿瘤以手术切除为主的多学科综合治疗原则下的个体化理念呈现给大家,使其能反映时代信息,为在胸外科临床一线工作的广大医师提供了难得的参考工具书。

胸外科尚有很多还未攻克的难题,愿我们的同道继续为此而努力奋斗!

陈虎

春华秋实，硕果芬芳。经过一年多的辛勤努力，由林强教授主编、众位优秀同道参编的《临床胸部外科学》付梓完成。这部交汇融合经典理论与现代技术的胸外科著作，将为探寻求知的胸外科医师们提供一个新的学习平台，亦能帮助大家在处理胸外科临床问题时开阔视野，拓宽思路。欣喜之余写下本文，是为序。

近十年来，胸外科发展突飞猛进，据有关数据统计，目前我国从事普胸外科的医师近 4000 人，每年进行普胸外科手术约 15 万例，信息科学、计算机技术、电子数字影像技术、机器人技术、材料科学等高新技术在胸外科领域得到了广泛应用，微创手术以“尽可能少或小的创伤”，愈来愈受到医生和病家的青睐。微创化、规范化、以外科为主的多学科综合治疗下的个体化治疗理念，已然成为胸外科医师们的共识。现代胸外科医师们生逢其时，先驱们的经验和教训为后来人积累了宝贵的财富，医学技术设备的日臻完善，为医生们尽显其能提供了保障。然而，面对新理论、新技术、新手术和新器械的大量涌现，各类信息资源的交错冲击，人们亟待一本能反映时代气息、指导胸外科医、教、研工作的综合性参考书，《临床胸部外科学》顺势而生，实乃不可多得的佳作。

“好书不厌百回读”。《临床胸部外科学》在编写过程中几经补充，反复修改，足见著者之认真与用心。全书百余万文字，数百幅精美彩图，贯穿胸外科术前准备到术后处理，囊括胸部疾病诊断标准与治疗精要，包含胸外科切口选择及常见并发症的处置，详解最新 EBUS-TBNA、纵隔镜、胸腔镜技术和达·芬奇机器人，系统论述肺移植、介入治疗、心脏外科参与胸外科的治疗、体外循环在胸外科的应用等，行文逻辑，布局谋篇，无不融入著者的临床思维与实践经验，体现了著者博学睿思、精进求实的治学态度。书中回顾了我国胸外科从无到有，从小到大，从弱到强的发展历史，抚今追昔，令我们每位胸外科人倍觉自豪，倍添压力，也深感责任在肩，任重道远。

我与林强教授相识十余年，他勤奋刻苦，笃志好学，从医近三十年来始终耕耘于医教研第一线，在做好临床工作的同时，他积极开展科学研究，承担多项市级医学重点学科建设、市科委科技攻关项目等，并致力于科研成果的临床转化应用，为无数患者解除了病痛之苦。随着临床经验的不断积累，业务能力的持续提高，科研新技术的逐渐成熟，林强教授对胸外科疾病的诊治，尤其是在肺癌、食管癌、胸部巨大纵隔肿瘤等病症处理方面，有着自己的独到见解和思考，这些难能可贵的心得体会归纳总结后在本书中都一一予以呈现，供同道分享借鉴。

正是由于林强教授本人长期在胸外科临床工作，他更能理解临床医师的所思所想，所忧所惑，因此，全书以临床需求为导向，强调科学性与实用性的统一，注重理论与实践的结合，阅读时文字与插图对照，使读者直观了解，生动具体。编写过程中，林强教授热情邀请多位知名胸外科专家加盟，他们的经验、专长，形成了《临床胸部外科学》海纳百川、兼容并蓄的风格。相信本书必将成为广大胸外科医师、研究生、医学生们的有效辅助参考工具，也希冀通过此书，给广大工作在胸外科临床前沿的医务工作者以最新的治疗理念和技术指导，成为大家的良师益友。



2012 年 7 月

PREFACE

前言

承载同道们的深切厚望,反映最新的前沿动态,《临床胸部外科学》历经寒暑,今日终于面世了。

自 20 世纪 40 年代美国密歇根大学医院的 John Alexander 最早将胸外科分出成立分科至今,胸外科经过近六十年的发展,已成为既具有深厚理论基础又与各个学科相互渗透的独立体系。一代又一代的胸外科医师们,不断探索有效治疗手段,积极寻求最佳解决之道,尤其是近年来,中国经济、科学迅猛发展,为进一步提升优化胸外科治疗技术创造了有利条件,从早年创伤较大的开胸手术到如今创伤小、安全可靠、恢复快的微创手术;从传统的强调根治切除、扩大切除、清扫切除原则,到今天的同时注重微创性、功能保护、提高生活质量的人文关怀,胸部外科学又迎来了一个新的发展阶段。

古人云:吾生也有涯,而知也无涯。新技术、新方法的推广运用,需要胸外科医师们与时俱进,不断学习,同时也需要一本能紧跟时代发展,满足临床需求,集基础理论与操作技术之大成,融诊断要点和规范治疗于一体的胸外科书籍,以便于临床医生的学习、借鉴和参考,因此,有了这本《临床胸部外科学》。

全书共六篇三十八章,涵盖了胸外科围术期处理;呼吸系统疾病,消化系统疾病,纵隔疾病,膈肌、胸膜、胸壁疾病的诊断治疗;特别讲解了具有很强实际操作性的胸外科切口选择、EBUS-TBNA(经气管镜超声引导针吸活检)、纵隔镜、胸腔镜技术;胸部外科领域的热点与焦点,如肺移植、心外科技术在胸外科手术中的应用、体外循环技术应用于胸外科围术期新进展和介入治疗等也有涉及。本书还较为详尽地介绍了气管切除术重建术和近年逐渐成为微创外科发展新趋势的达·芬奇外科手术系统(简称“达·芬奇机器人”)。气管切除术重建术基于组织生物工程和材料学研究的日趋成熟取得了很大进展,为临床应用提供了广阔前景;而达·芬奇机器人在中国大陆尚处于起步阶段,但在发达国家、地区早已被广泛使用。编者将这些内容纳入本书,使读者了解新技术的适应证、操作术,以期能够得到临床更广泛的认可、关注和应用,将精妙的技术转化为优越的治疗效果,造福患者。同时,编者在后记中介绍了我国胸外科和上海市胸科医院胸外科的发展历史,为理性的临床内容注入一丝感性温情。

全书图文并茂,内容实用,博采众长,重点突出,是编者集体智慧与经验的结晶,希望能为胸外科医师们的临床实践提供帮助,成为大家有益的参考资料。

最后,衷心感谢为本书的完成付出辛勤劳动和心血的叶波、赵小小、钱生生等 16 位优秀专家,他们的无悔支持和热情参与,为本书的编写增添光彩;感谢上海市胸科医院胸外科主任陈文虎教授对本书所给予的亲切关怀和悉心指导;孙一一教授等 5 位专家分别审阅本书稿件并提出了中肯的修改意见,在此亦表达诚挚谢意。

学海无涯,由于胸部外科学的技术、方法、材料、器械发展迅速,编者虽已多方查证资料,数易其稿,但仍感仓促,本书定有疏漏不妥之处,恳请广大读者和同道不吝赐教,再版时予以修正和补充。

林 强

2012 年 8 月

CONTENTS

目 录

第一篇 胸外科围术期处理

第一章 胸外科患者术前评估 //2

第一节 术前评估	2
第二节 肺功能检查与评估	3
第三节 气管镜技术在胸部疾病的应用	13
第四节 食管镜	28
第五节 CT 引导下经皮胸部病灶穿刺针吸 或活检技术	42
第六节 PET/CT 在胸部疾病中的 应用价值	50

第二章 胸外科患者的术前准备和术后处理 //69

第一节 术前准备	69
第二节 术后处理	73

第三章 胸外科患者的麻醉管理 //104

第一节 临床麻醉的组织实施	104
第二节 胸科手术患者麻醉的术前评估 与准备	106
第三节 肺隔离和单肺通气技术	117
第四节 肺切除术的麻醉管理	125
第五节 食管手术的麻醉管理	127

第六节 气管手术的麻醉管理	128
第七节 纵隔肿瘤与纵隔镜手术麻醉	132
第八节 肺减容术的麻醉管理	134
第九节 肺移植手术的麻醉实施	137
第十节 胸科手术麻醉恢复室的管理	144
第十一节 胸部手术后的镇痛治疗	148

第四章 胸外科术后 ICU 管理 //151

第一节 胸外科术后感染	151
第二节 胸外科术后低氧血症与机械 通气	156
第三节 胸外科术后围术期液体管理	159
第四节 纤维支气管镜在胸外科监护室中的 应用及进展	162
第五节 胸外科术后的镇痛镇静	167
第六节 胸心外科术后早期血糖控制	171
第七节 肺栓塞	173
第八节 胸外科术后急性肾损伤及肾脏 替代治疗	177
第九节 普通胸部外科手术后心律失常	181

第二篇 呼吸系统疾病

第五章 肺部感染性疾病 //186

第一节 支气管扩张的外科治疗	186
第二节 肺结核的外科治疗	195

第三节 肺脓肿的外科治疗	213
第四节 脓胸	218
第五节 肺曲霉病	226

第六节 肺隔离症	233	综合治疗	351
第七节 肺囊肿	241	第十二节 肺内毛玻璃密度影的诊治	365
第六章 胸部肿瘤外科 //246		第十三节 肺部毛玻璃样病变的外科 治疗	372
第一节 非小细胞肺癌的外科治疗	246	第十四节 肺癌的细胞与分子生物学 研究进展	375
第二节 早期肺癌外科治疗	269	第七章 气管支气管外科 //381	
第三节 局部晚期肺癌的外科治疗	282	第一节 气管肿瘤	381
第四节 小细胞肺癌的外科治疗	290	第二节 隆突重建术及其相关手术	389
第五节 肺癌淋巴结清扫	299	第三节 袖状肺叶切除术	399
第六节 肺上沟瘤	306	第八章 肺减容术 //413	
第七节 双原发肺癌	312	第九章 肺部手术后并发症及处理 //422	
第八节 肺转移瘤	319		
第九节 肺泡细胞癌	330		
第十节 肺部良性肿瘤	337		
第十一节 Ⅲ期非小细胞肺癌多学科			

第三篇 消化系统疾病

第十章 食管外科 //448		第一节 良性食管肿瘤	516
第一节 食管癌的 TNM 分期	448	第二节 食管狭窄	522
第二节 食管癌的手术适应证、手术原则 及围术期准备	453	第三节 食管穿孔	523
第三节 食管癌的术式选择及手术入路 选择	463	第四节 胃食管反流性疾病与食管裂 孔疝	528
第四节 食管癌的淋巴结清扫	474	第五节 贲门失弛缓症	535
第五节 结肠代食管	478	第六节 食管憩室	547
第六节 空肠移植食管重建术	497	第十二章 食管胃交界部腺癌 //553	
第七节 河南省林州市食管癌的诊治 经验	504	第十三章 消化道切除重建的术后并发症 //559	
第八节 食管癌的放射治疗及综合治疗 ..	509	第一节 围术期并发症	559
第十一章 食管良性疾病 //516		第二节 远期并发症	566

第四篇 纵隔疾病

第十四章 纵隔解剖 //570	第十八章 胸骨后甲状腺肿 //592
第十五章 胸腺上皮肿瘤 //576	第十九章 纵隔淋巴源性肿瘤 //598
第十六章 神经源性肿瘤 //583	第二十章 结节病 //610
第十七章 纵隔畸胎瘤 //589	第二十一章 纵隔囊肿 //616

第五篇 膈肌、胸膜、胸壁疾病

第二十二章 自发性气胸的外科治疗 //622	
第二十三章 胸膜肿瘤 //635	
第二十四章 胸壁肿瘤 //647	
第二十五章 胸壁畸形 //655	
第一节 漏斗胸	655
第二节 鸡胸	662
第三节 Poland 综合征	665
第四节 胸骨裂	666
第二十六章 常见的胸部外伤 //668	
第一节 肋骨骨折	668
第二节 外伤性气胸	669
第三节 创伤性血胸	671
第四节 肺挫裂伤	673
第五节 创伤性湿肺	673
第六节 外伤性纵隔气肿	674
第七节 胸腹联合伤	675
第八节 闭合性膈肌破裂	676
第九节 胸腔镜在胸部外伤中的应用	677
第二十七章 恶性胸腔积液的外科治疗 //679	
第二十八章 膈疝 //684	
第一节 先天性膈疝	684
第二节 食管裂孔疝	686
第三节 创伤性膈疝	688

第六篇 其 他 内 容

第二十九章 胸外科切口选择 //692	
第三十章 上腔静脉综合征 //704	
第三十一章 胸廓出口综合征 //713	
第三十二章 纵隔镜技术 //719	
第三十三章 电视辅助胸腔镜外科治疗 //724	
第三十四章 机器人辅助胸腔镜技术 //740	
第三十五章 肺移植 //747	
第三十六章 心外科技术在胸外科 手术中的应用 //770	
第三十七章 体外循环技术应用于胸外科 围术期新进展 //780	
第一节 麻醉困难气道处理与气管外科 ...	780
第二节 肺移植围术期体外膜式氧合 技术的应用	783
第三节 体外循环技术在其他胸外科 围术期的应用	787
第三十八章 肺癌的介入治疗 //790	
后记 //804	

第一章 胸外科患者术前评估

第一节 术前评估

一、病史的采集

胸外科手术涉及诸如循环、呼吸和消化等诸多方面,特别是一些特殊的状况将对术前准备、手术方式和术后处理产生特殊的影响。所以尽量详细地了解患者的现病史和既往史是每个胸外科医生必须重视的环节。

病史的采集包含两个方面:专科病史和既往病史。专科病史对于肺部疾患患者应该了解患者的起病时间,发热与否,有无咳嗽、咳痰(痰液的颜色、性状、气味、痰量、与体位的关系、静置是否分层等)、痰血(血丝还是血块、是否晨起第一口血丝痰、鲜红还是暗红、是否泡沫状等),有无咯血(咯血量、与体位的关系等),有无胸痛(钝痛还是刺痛、有无固定点、是否吸气痛等),有无乏力、盗汗、低热,有无异物吸入史等。对于食管疾患患者应该了解患者的起病时间,目前饮食状况(普食、半流或流质等),进食梗阻是否持续性加重抑或受情绪波动影响,有无胸背疼痛,有无声音嘶哑、呛咳脓痰,有无呕血黑便,有无胸闷气急,有无反复发作哮喘肺炎等。对于纵隔疾患患者应该了解患者的起病时间,有无咳嗽、咳痰、痰血,有无胸痛、心悸、呼吸困难,有无头面部逐渐肿胀病程,有无肢体疼痛和运动障碍,有无异常血压增高史,有无严重乏力、睁眼无力伴复视和吞咽困难,有无急躁、怕热、心动过速等。对于一些特殊外伤病例应该了解患者的起病时间(精确到小时),是否进食,受伤当时状况和环境,是否施救以及方式,有无休克表现、严重感染表现等。

既往史应该按系统回顾详细询问。要了解患者既往是否有慢性咳嗽咳痰,是否有哮喘且每年冬春交季好发,以此判断患者是否存在慢性阻塞性肺疾

病。了解患者是否有活动后胸痛、心悸,是否有晕厥状况,以此判断患者是否存在心脏疾患。了解患者是否有慢性出血史及既往肝脏疾患,以此判断患者术中、术后是否存在血液不凝,异常出血风险。了解患者是否有内分泌疾患诸如糖尿病、甲亢、肾上腺皮质功能紊乱等,以此判断患者的手术耐受能力及决定术前术后特殊处理。对于既往手术史,食管疾患特别要了解腹部手术史和手术方式,这对于本次手术方式选择很重要。决定行胸腔镜手术的患者特别要了解术侧胸腔是否有外伤手术史,用以判断胸腔粘连程度,腔镜手术的可操作性等。

二、全面的体格检查

体格检查要求全面,任何细节都不应该放过。比如肺癌患者有时会出现皮下结节转移,笔者就曾遇到一位肺癌患者,手术前在病房突然摔倒,撞伤头皮,出血不止,结果检查发现头皮下结节癌转移。所以每一位胸外科医生都不应该轻视全身体格检查,切忌听诊一下呼吸音,触摸一下淋巴结就了事的做法。

体格检查首先要从全面大体的角度观察患者的精神状态、营养状况、体力状况,借此初步判定患者对手术的耐受程度。然后按照系统检查逐一进行,不可遗漏。

专科检查主要是触摸患者双侧锁骨上区和颈部淋巴结是否肿大、固定。观察患者气管位置是否居中,双侧胸廓活动度是否对称,肋间隙是否增宽或变窄,触觉语颤是否正常,叩诊情况以及两肺听诊呼吸音是否存在干湿啰音、哮鸣音(吸气相及呼气相)或呼吸音异常减低、杂音等。对于胸内甲状腺肿患者要详细检查患者双侧眼睑是否下垂,必要时进行“动眼疲劳试验”。对于纵隔肿瘤患者累及大血管者,要详细检查是否有颈静脉怒张,胸壁静脉显露,检查患侧肢体桡动脉搏动状况。对于年青男性患者怀疑生

殖源性肿瘤的,应该扪诊患者睾丸。

三、物理生化检测

胸外科手术创伤大、风险高,在手术前必须对患者进行全面的理化检查以排除隐匿性疾病。

生化检查应包括血、尿、粪三大常规,肝肾功能,血糖,血气分析和电解质,凝血功能,肝炎全套,梅毒和艾滋病血清检测,血清肿瘤标志物等。对于纵隔肿瘤疑胚胎源性肿瘤需检测血 α -FP 和 β -HCG 以排除非精原细胞瘤。对于纵隔肿瘤伴有药物难以控制严重高血压者,应检查尿液儿茶酚胺含量,以排除是否患有嗜铬细胞瘤。对于食管疾患和严重感染患者要特别留意血清白蛋白和前白蛋白水平,改善营养状况。

物理检查对于肺癌患者应该包括一周内的 X 线胸片、胸部增强 CT、心电图、肺功能检测、腹部 B 超、心脏彩超(年龄大于 60 岁者)、头颅 MRI 和全身骨扫描显像等。如果肺部肿瘤侵犯胸顶部大血管和臂丛神经,应该有局部 MRI 扫描,必要时需要血管造影。纤维支气管镜检查往往是必需的,有时需要了解区域淋巴结状况还需要进行 E-BUS 检查。对于食管癌患者应该包括一周内的 X 线胸片、胸部增强 CT、心电图、肺功能检测、腹部增强 CT、颈部淋巴结 B 超、心脏彩超(年龄大于 60 岁者)、上消化道吞钡造影、食管镜检查 and 病理活检等。如果怀疑是食管良性肿瘤还需要进行食管超声内镜检查,但不宜取活检。对于食管贲门功能性疾病需要做食管压力测定、24 小时食管 pH 监测和食管闪烁照相检查等。对于纵隔肿瘤应该包括一周内的 X 线胸片、胸部增强 CT、心电图、肺功能检测、腹部 B 超、心脏彩超等。如果是后纵隔肿瘤累及椎孔或侵犯臂丛神经者需行局部 MRI 检查。对于上腔静脉综合征患者可能需要行上腔静脉造影检查以了解肿瘤侵犯范围和侧支循环建立情况。对怀疑有冠心病患者需要进行平板运动试验、冠脉 CT,必要时需冠状动脉造影检查。对于心律失常患者需行心脏电生理检测,以判断是否需要消融治疗或起搏器安置。

四、系统评估

在所有的询问和检查结束后,应该结合患者的理化检查指标、患者的教育及生活背景和患者的体能状态来判断手术对于患者真正有益之处。系统评估需要回答三个问题:“是否需要手术?”“能否承受手术?”和“手术价值何在?”

“是否需要手术?”这个问题主要指疾病的手术指征是否明确,手术的彻底性和判断手术的时机。比如同样是食管破裂的患者,如果食管破裂在 24 小时之内的,可以积极手术修补,而超过 24 小时的病例往往建议单纯引流或食管切除外置处理。

“能否承受手术?”这个问题主要指患者是否有手术禁忌证,患者的生理功能和体能状态是否能耐受手术的打击,患者的教育背景和生存状况是否有足够的心理准备及治疗依从性。

“手术价值何在?”这个问题主要指患者是否能通过手术获得良好的预后或明显改善生存质量。

(吉春宇 林强)

第二节 肺功能检查与评估

一、呼吸生理的基本概念

1. 呼吸系统的结构与生理功能 呼吸系统是一个机体与外界进行气体交换的对外开放系统,它由骨性胸廓、胸膜、呼吸动力器官(膈肌、肋间内外肌、腹部肌群及辅助呼吸肌群);呼吸器官(呼吸道及肺);呼吸控制(中枢神经系统、膈神经、交感与副交感神经)等部分组成。上述部分中任何一部分的结构与功能的改变都会导致呼吸功能的变化。例如:胸廓畸形或胸腔积液;膈肌麻痹或受损;大气道或小气道的阻塞性病变;肺切除;肺纤维化等,脑干受损或压迫等都会影响呼吸功能。呼吸系统作为机体的一部分,它的功能与其他系统的功能是相互关联的。尤其是与循环系统的关系极为密切。呼吸系统与循环系统共同完成氧气与机体的交换,因此,二者不但在结构上相连,而且它们的功能状态相互影响。例如,风湿性心脏病二尖瓣狭窄、各种原因引起的左心衰竭等心脏疾病都会导致肺水肿而引起呼吸困难,反之,各种原因引起的肺功能损害(肺切除、炎症、肿瘤、肺气肿、肺纤维化、气道阻塞等)均会导致心率增快而进行代偿。慢性阻塞性肺疾病导致的肺功能长期受损还会引起肺动脉高压、肺源性心脏病甚至右心衰竭。

吸气时:气体→气管→支气管→细支气管(亚段以下)→终末性支气管→呼吸性细支气管→肺泡。从气管到肺泡,支气管约分为 23 级,正常成年人约有 3 亿个肺泡,每个肺泡的直径约为 0.2~0.25mm,其总面积约为 70~100m²。吸气末未进入肺泡的气体不能参加气体的交换,通常把这部分气

量称为无效腔量,正常时为 $1/3$ 潮气量(TV),约 150ml 左右。只有那些进入肺泡内的气体才能进行气体交换,这部分气量称为有效通气量。因此深大的呼吸远比浅快的呼吸有效。一般情况下,正常成年人的每分通气量约为 4L 左右,肺灌注血流量为 5L 左右。因此,通气/血流比大致为 0.8。由于肺循环的压力低,肺血管扩张性大,因此,肺内的血液分布受重力的影响较大,会随体位的改变而改变。直立位时肺底区供血多,肺尖少。而通气则肺底相对不足,肺尖则相对过度,侧卧位清醒情况下,下肺供血多,通气由于下位胸腔的膈肌为克服腹腔器官的推挤而运动加强。因此,下肺的通气亦增加。通气/血流比可维持正常。但是,在麻醉情况下,这种代偿消失,下肺因受纵隔和腹腔脏器的挤压,供血和通气均减少,而上肺则通气增加。但是,这种生理的扰乱,可通过机械通气和吸纯氧来矫正。开胸手术麻醉多为双腔管插管,术侧肺萎陷,对侧肺单肺通气。在吸纯氧和机械通气的情况下,虽有生理性分流,但能保证机体供氧。术侧由于胸壁创伤和肺萎陷及疼痛等因素,术后术侧胸廓和肺的顺应性下降,因此,术侧肺通气相对不足,肺的功能残气量减少,加之由于疼痛和通气不足,咳嗽排痰能力下降,呼吸道分泌物滞留于气道内,造成气道阻塞而出现区域性或肺叶甚至全肺的不张。肺不张时会出现生理性血液分流,造成通气/血流比(V/Q)失调,患者出现缺氧和呼吸困难及心跳加快(代偿性),严重时患者有二氧化碳潴留而出现面部潮红等表现。

2. 胸膜腔压力的变化 胸膜腔是位于胸膜脏层和壁层之间的腔隙,胸膜腔内压=胸廓弹性回缩压+肺弹性回缩压。平静呼吸时,胸膜腔内始终为负压。这是因为胸廓向外扩张而形成一种向外使肺扩张的力,而肺随胸廓扩张后而形成一种回缩力,从而在胸膜腔内形成负压。胸膜腔内负压在直立位时由上向下而形成一个梯度,肺尖区负压较大,肺底区负压较小。因此,吸气时肺先入肺尖区,然后入肺底区。呼气时则正好相反。胸腔内负压在平静吸气末: $-8 \sim -10 \text{ cm H}_2\text{O}$; 平静呼气末: $-3 \sim -5 \text{ cm H}_2\text{O}$ 。但是在用力吸气末可达 $-30 \text{ cm H}_2\text{O}$ 。用力呼气末可达 $+50 \text{ cm H}_2\text{O}$ 。肺泡内压=胸膜腔内压+肺泡弹性回缩压,平静吸气末: $-2 \text{ cm H}_2\text{O}$; 平静呼气末: $+3 \text{ cm H}_2\text{O}$ 。用力深吸气末可达: $-40 \text{ cm H}_2\text{O}$ 。用力呼气末可达: $+40 \text{ cm H}_2\text{O}$ 。

3. 呼吸阻力与呼吸功能的重要性 在一个发育正常的成年人,如果呼吸控制部分功能正常,其呼

吸功能的检测主要检测其呼吸器官(呼吸道和肺)及呼吸动力器官的功能。平静呼吸过程中吸气为主动过程,是需要做功的。而呼气则为被动放松过程,不需要做功。但如果为深呼吸,则吸气与呼气均为主动过程,都需要做功和消耗能量。呼吸动力的 75% 来源于膈肌,25% 来源于肋间外肌。根据呼吸阻力公式 $R = \Delta P / V$ 及 $\Delta P = 8\mu L \times V / \pi r^4$, 则呼吸阻力与气道长度成正比,而与气道的半径的 4 次方成反比,即气道半径每缩小 $1/2$, 则气道阻力增长 16 倍。由于气道阻力的 80% 来源于大气道,20% 来源于小气道(直径小于 2mm 的亚段以下的细支气管)。因此大气道阻塞时所产生的呼吸困难症状远比小气道阻塞时明显。胸部手术后的患者呼吸困难的原因是胸廓的完整性受到损伤;膈肌损伤;肺组织切除或受损;术后因疼痛及组织损伤而致咳嗽排痰乏力、呼吸道分泌物阻塞气道等多种原因造成。术后不但因胸廓、膈肌及肺的损伤而使胸廓与肺的顺应性下降导致弹性阻力明显增加,而且呼吸的黏性阻力因痰的阻塞,肥胖等原因也增加很多。对于那些术前呼吸功能已明显受损的患者呼吸困难会更明显。其中部分患者可能会因手术的创伤而发生心肺并发症。因此术前检测肺功能对于了解患者的手术承受能力和预测及预防术后心肺并发症是极端重要的。因手术而致的损伤术后已无法解除,唯一能够缓解呼吸困难的途径则为止痛与咳嗽排痰及充分引流胸膜腔以免限制肺的活动。故术后止痛及鼓励和帮助患者咳嗽排痰对于缓解呼吸困难和促进患者康复是极为重要的。

4. 等压点 在小气道结构与功能正常的情况下,气道阻力不大,等压点位于大气道内,由于有软骨的支持,不会出现气道的关闭。当小气道有阻塞性病变时,呼气时为克服这些小气道的阻塞所带来的阻力,胸膜腔内压力增加,气道内外的压力等压点逐渐下移至无软骨支撑的小气道附近,从而出现小气道受压而变得更加狭窄(图 1-1)。如慢性支气管炎患者,由于小气道阻力增加。呼气时就需要增加胸内压力来克服小气道阻力的增加,再加上肺的弹性回缩压下降。因此,等压点向小气道末梢方向逐渐下移。肺内小气道病变愈重,等压点愈移向气道末梢下移。从而造成小气道提前关闭。引起呼气不完全,因此使肺内闭合容量、残气量、功能残气量和肺总量增加而造成肺气肿。

5. 内外呼吸过程与呼吸功能测定的关系(图 1-2)

6. 肺容量与肺功能测定的关系(图 1-3)

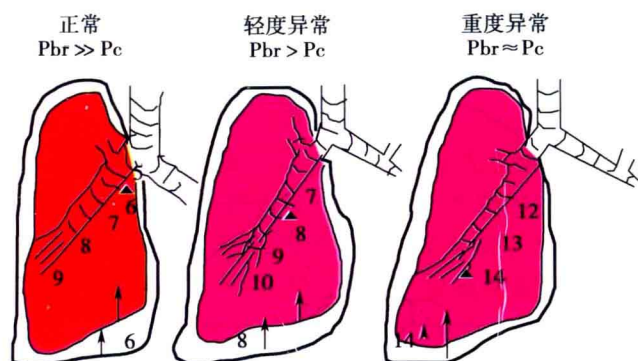


图 1-1 肺内压力分布图

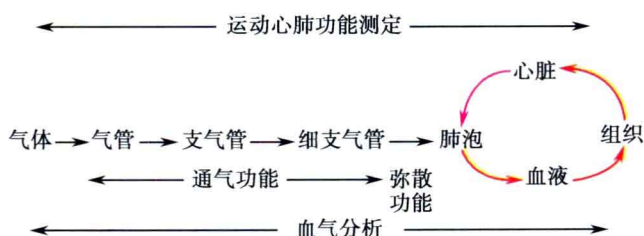


图 1-2 内外呼吸过程与呼吸功能测定的关系

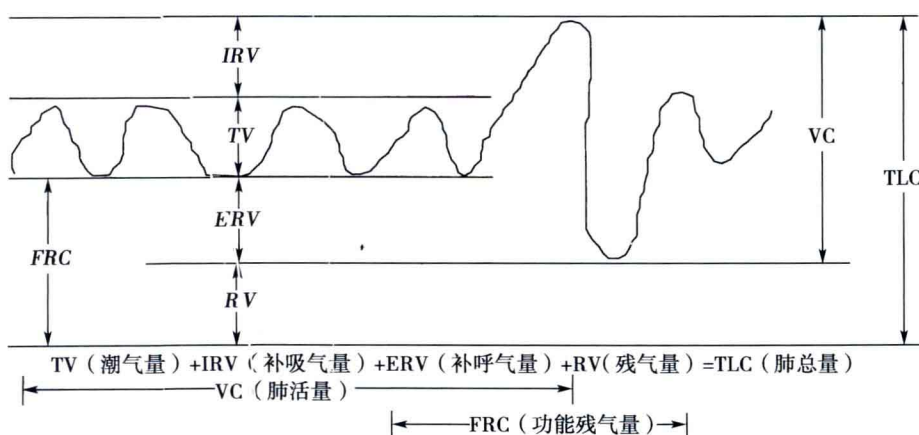


图 1-3 肺容量与肺功能关系

二、肺功能测定的指标

1. 肺容量 肺总量(TLC)、残气量(RV)、功能残气量(FRC)、闭合气量(CV)。
2. 肺通气功能 肺活量(VC)、用力呼气肺活量(FVC)、FEV₁、流速容量曲线环(FV loop)、每分钟最大自主通气量(MVV)、每分通气量(MV)。
3. 肺弥散功能 D_LCO、D_LCO/预计值%。
4. 动脉血气分析 PaO₂、PaCO₂、Hb。
5. 运动心肺功能 终止负荷运动时的功率/预计值%(W%)、最大氧耗量/预计值%(VO₂max%)、每分钟每千克体重最大氧耗量[VO₂max/(kg·min)]、无氧阈(AT)、代谢当量(MET)、氧脉搏(O₂ pulse)、潮气量(VTe)、呼吸频率(BF)、呼吸困难指数(DI)、12导联运动心电图。

三、肺通气功能测定的原理和临床意义

1. 历史和发展 1846年 Hutchinson 开始用水封闭肺量计检测肺结核患者的肺活量。1933年 Hermannsersn 开始测定 MVV。1947年 Tiffeneau 开始测定 FVC, FEV₁。1955年 Leuallen 和 Fowler

开始测定 FEF_{25%~75%}。到了 20 世纪 70 年代由于电子技术和计算机的发展,出现了电子肺量计和大型肺功能仪。使得肺功能的测定得以广泛地应用于呼吸内科、心胸外科和环境保护等领域。但是,呼吸功能是一项需要患者主观配合才能客观反映其功能状况好坏的检查。因此,它不像 ECG、B 超及 X 线检查那样受主观因素影响较少,而是在很大程度上受到患者的文化素养、配合程度和检查者质量控制意识等因素的影响。由于地区、民族和个体的差异,常常每一地区的人群需要有自己的预计值公式(要求 95% 的正常人群其功能处于其预计的正常范围)。因此,在购置仪器设备和阅读肺功能报告时要注意到这一点。

2. 肺活量(vital capacity, VC) 肺活量是指在最大限度吸气后作最大限度的呼气所能呼出的气量。其正常范围为 80%~120%(实测 VC 值/预计 VC 值%)。当低于 70% 时会使手术风险增加。VC 的下降常见于肺组织切除、肺阻塞性病变和肺内大的占位性病变、胸廓畸形和胸腔内积液、肺顺应性下降(肺纤维化、肺炎及肺气肿)等。

3. 用力呼气肺活量(forced vital capacity,

FVC) 最大限度吸气后用最大的力量和最快的速度呼气所能呼出的气体量。正常情况下, FVC 应该与 VC 几乎相当, 其差别不应该大于 5% 或 200ml。但当患者小气道病变严重时, 患者愈用力呼气, 小气道愈提前关闭, 这是因为前述的等压点在愈用力的情况下愈往气道末梢移动而造成的。因此, 残留在小气道内的气体量会愈增加。这样会使 $FVC < VC$, 如果, 患者小气道病变严重, 其差别可以 $> 5\%$ 。但在判断这项指标时, 一定要首先确认肺功能检查的准确程度是否与患者的真实情况相符, 如果肺功能的准确性不够, 则应该重复检查。此项检查中, $FEV_1\%$ (第 1 秒 FVC 实测值/FVC 实测值%) 是一个非常有用的指标。它是判断肺阻塞性病变严重程度的有效指标, 但不是一个最敏感的指标。它的异常常预示小气道已有较严重的病变。正常的年轻人应该在 80% 以上, 而一般的中老年人不应低于 70%。65 岁以上的老年人可以低于 70%, 但一般不应低于 65%。人为的标准将 60%~69% 定为轻度阻塞性病变, 40%~59% 为中度阻塞性病变, $< 40\%$ 为重度阻塞性病变。 $< 35\%$ 时则为开胸禁忌状态。 $FEV_1\%$ 的准确与否常常与患者的主观配合有很大关系, 如果患者用力不够, 则会出现 $FEV_1\%$ 下降的假象。当 FVC 值不准确时, 会出现 $FEV_1\%$ 升高的假象。最大呼气中期流速 (maximal middle expiratory flow rate, MMEFR 或 MMF): 用力呼气肺活量的 75%~25% 之间的最大平均呼气流速。这是一个比 $FEV_1\%$ 更敏感的判断小气道病变的指标。当 $FEV_1\%$ 仍处于正常范围时, 它已经可以表现出异常。

4. 每分最大自主通气量 (maximal voluntary ventilation, MVV) 每分钟内用最大的力量和最快的速度呼吸所能吸入或呼出的气量。这是一个心胸外科领域中判断能否开胸手术的重要指标。当 MVV 低于 50% 预计值时则禁忌全肺切除。 $< 40\%$ 时则不宜作肺叶切除。 $< 35\%$ 不宜开胸。

5. 每分静息通气量 (minute ventilation, MV) 每分钟静息状态下呼出或吸入的气量。正常情况下一般为 8~10L。低于 35% 预计值则为通气不足。心胸外科术后的患者或机体代谢增加的患者 (甲亢) 每分静息通气量增加。

6. 流速容量曲线环 (flow volume loop, FV) 均匀用力呼气至残气位后用力吸气至肺总量位, 然后用最大的力量和最大的速度呼气至残气位, 紧接着再用力吸气至肺总量位所形成的一个流速容量曲

线环。如图 1-4 所示。

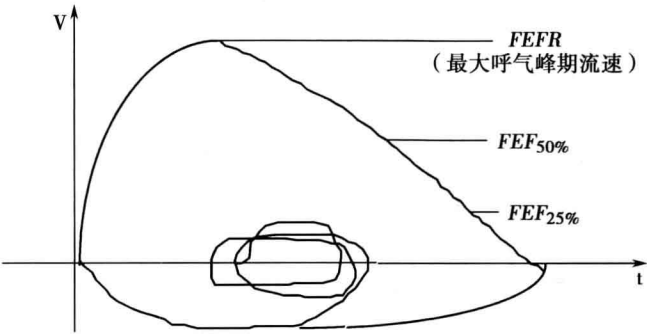


图 1-4 流速容量曲线环

肺容量的多少和呼气力量的大小常与身高成正比, 故为了消除其身高的影响常将 $FEF_{75\% \sim 25\%}$ (用力呼气流速的 75%~25%) 除以身高。即为 $FEF_{75\% \sim 25\%}/HT$ 和 $FEF_{25\%}/HT$ 。FV 中有两个判断小气道病变的重要指标。即 PEFR (最大呼气中期流速) 和 $FEF_{25\%}/HT$ 。当呼气至 FVC 的 25% 时 (肺内还剩下 25% FVC), 这时肺内的容量已明显减少, 肺已基本上回缩。因此, 肺的弹性回缩压下降, 肺泡内压也下降。气体的流速减慢, 受气道狭窄的影响会更明显。故选择 $FEF_{25\%}/HT$ 来判断小气道病变会比较敏感。当小气道病变明显时, PEFR 和 $FEF_{25\%}/HT$ 都会下降, 而且其异常早于 $FEV_1\%$ 的异常改变。

四、肺容量的检查

肺容量检查包括肺总量 (total lung capacity, TLC)、功能残气量 (functional residual capacity, FRC)、残气量 (residual volume, RV) 三项主要检查。

1. 肺容量测定的原理 肺容量测定的方法常有四种: ① He-O₂ 混合气法 (He 80%, O₂ 20%); ② 体积描记法; ③ 胸片内径测量法; ④ N₂ 冲洗法 (N₂ WO)。四种方法中最常用的方法是 He-O₂ 混合气持续呼吸测定法。这种方法比较可靠和准确, 但它受肺交换气量的多少的影响。如肺气肿患者出现肺不张, 将出现交换气量减少, 从而影响其测定的准确性。因此, 对于测定肺总量此方法不甚理想。体积描记法是让患者坐在密闭的测定仪器内, 以胸部起伏的体积变化来描记出肺总量、FRC 和 RV。此方法受患者吸气和呼气程度的影响, 其测定差异较大。N₂ 冲洗法 (N₂ WO) 由于操作复杂, 而且测定结果比 He-O₂ 法准确性差, 一般也不由于常规检查。

2. He-O₂ 混合气法测定原理 打开肺功能仪后,开启 FRC 功能档,机器自身计算机计算无效腔量和调零后在其肺量计的容量袋内灌入一定量的 He-O₂,使 He 的浓度达到 10%。然后人与机器通过咬嘴连接在一起,使人与机器形成一个密闭系统。打开人机连接处开关,持续呼吸长约 6 分钟。当 He 在人体内浓度稳定后作 VC 测定。根据测定前后 He 浓度的变化及容量的变化来计算出 TLC、RV、FRC。

3. 判断标准(表 1-1)

表 1-1 中显示肺容量既不能低于也不能高于其预计值的范围许多,维持合适的肺容量是保证肺有效通气功能的必要条件。

表 1-1

容量	轻度异常	中度异常	重度异常
TLC	70%~80%	60%~70%	<60%
	120%~130%	130%~150%	>150%
FRC	55%~65%	45%~55%	<45%
	135%~150%	150%~200%	>200%
RV	55%~65%	45%~55%	<45%
	135%~150%	150%~250%	>250%

4. RV/TLC 的意义 在肺容量检查中,RV/TLC 是一个判断肺气肿的重要指标,许多小气道病变的患者均有不同程度的 RV 增加。正常中青年人应<30%,老年人应<40%。当 RV/TLC 40%~50%为轻度肺气肿;50%~60%为中度肺气肿;>60%时为重度肺气肿。当 RV/TLC>50%时则不宜作全肺切除。

五、肺弥散功能的测定(D_LCO)

每分钟每毫米汞柱气体分压下透过肺泡膜进入血液的气体量称之为肺的弥散能力。

1. 测定原理 测定弥散能力常用一氧化碳(CO),测定的方法有一口气测定法(DLsb)和持续呼吸法两种。一口气测定法操作简单而且比较准确。而持续呼吸法则用于那些不能屏气和在运动状态下测试。因为 CO 在血液内的浓度几乎是零,所以,肺泡-血液之间的分压差可以用进入肺泡内的 CO 分压计算。另外,CO 的弥散能力和与 Hb 的结合能力是 O₂ 的 210 倍。一旦与 Hb 结合不会再游离于血浆中。由于这两个特点,故 CO 常被用于测定肺的弥散能力。在机器的容量袋内灌入一定量的

标准气体:CO 0.3%,O₂ 20%,N₂ 70%,He 10%。然后,人机通过咬嘴连接成一个密闭的系统。在深呼吸完毕时,打开人机连接器的开关。深吸气到肺总量位,屏气 7 秒。然后作最大限度的呼气。通过气体离子浓度分析器测定呼吸前后的 CO 的浓度和机器内的容量的变化计算出 CO 每分钟每毫米汞柱通过肺泡膜弥散到血液里的容量。

2. 正常值 一般为 18~45ml/(Hg·min)。男性不应低于 25,女性不应低于 18。当弥散功能低于 50%预计值时,则不宜作全肺切除。

3. 临床意义 在肺泡膜面积没有明显减少、严重肺纤维化或肺水肿等情况下,D_LCO 与静息状态下的血气分析测定结果的临床意义差不多。不能反映出肺的病变程度,只有当上述肺内病变明显时才会在静息状况下测试时显示出明显异常。如在运动状态下测试可以发现轻度异常病变。D_LCO 的下降常见于肺切除术后、肺气肿(肺泡膜面积下降)、肺不张、肺内和胸内占位性病变、肺动脉栓塞和小气道病变致严重通气血流比失调、肺纤维化(硅沉着病、肺尘埃沉着病、胸部肿瘤放化疗后)、肺水肿、左心衰竭致肺水肿等原因。另外,Hb 严重下降和重度吸烟者也会使 D_LCO 下降。肺弥散功能在一定程度上可以代替术前血气分析的作用,术前静息状态下或吸烟状态下血气分析并不能反映患者的心肺功能状况。

六、闭合气量的测定

1. 测定原理 由于胸内压自上而下逐渐增加,从而形成一个压力梯度。因此,吸气时气体先入上肺野(前 26%),然后,再入下肺野。而呼气时则相反,气体先出下肺野,然后再出上肺野。当小气道有病变时,等压点移向气道末梢,因此,在呼气过程中,当气道内压力与胸内压相等时则引起下肺野内的小气道提前关闭。此时肺内的容量称为肺闭合总量(closing capacity,CC),而上肺野内的气体则继续呼出,这些从上肺野内继续呼出至残气位的气量称之为闭合气量(closing volume,CV)。闭合容量曲线如图 1-5 所示:

第 I 相的产生是由于气道无效腔内未参加交换的纯氧,故 N₂ 的浓度为零。第 II 相是由于下肺泡内含 N₂ 呼出而形成。因此,曲线迅速上升。第 III 相为上下肺泡含氮混合气体呼出,其 N₂ 与第 II 相终末时无多大差异。第 IV 相下肺野小气道关闭后为上肺野肺泡内含有高浓度 N₂ 的残气呼出(O₂ 吸收更多)故形成一个向上抬的一个小尾巴。

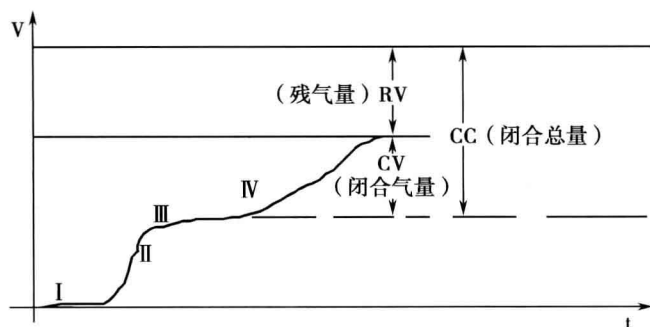


图 1-5 闭合容量曲线

2. 临床意义 闭合气量是检查早期小气道病变的较为敏感的指标。但由于操作时需要受检查者高度配合,按严格要求进行呼吸。故一般非科研情况下不使用此项检查。它的主要指标是 $CC/TLC\%$ 与 $CV/VC\%$ 。当 $CC/TLC > 30\%$ 时为异常。

七、区域肺功能的测定

当患者的肺通气功能测定处于边缘状态时,常常难以预测患者手术风险。因此,需加作区域肺功能检查。术前可以利用氙气(^{133}Xe)惰性放射性气体进行肺通气的扫描以了解肺局部的肺通气功能。结合肺血流灌注扫描可以判断肺局部区域的肺通气和血流情况。利用肺通气不良区域肺血管收缩的原理,即肺灌注差的区域通气亦差。既往许多研究证实用肺血流灌注扫描,即可很好地预测肺的区域肺功能。进行肺血流灌注扫描时,常用 ^{99m}Tc 标记的大颗粒聚合人血清白蛋白($^{99m}\text{Tc-MAA}$)。这些带有放射性核素标记的白蛋白短暂滞留于肺毛细血管内,通过扫描仪扫描计算出每个肺段区域的血流灌注量的百分比,即可了解局部肺功能。然后再根据手术范围预测术后 FEV_1 值($\text{Post-}FEV_1 = \text{Pre-}FEV_1 \times \text{剩余肺段数/总肺段数}$)。如果术后预测 FEV_1 值能 $> 0.8\text{L}$,则可以行既定的手术治疗。如果预测术后 $FEV_1 < 0.8\text{L}$,则需要缩小手术切除范围或放弃手术治疗。

八、运动负荷试验

目前,大部分胸部肿瘤患者(肺癌、食管或贲门癌等)就诊时已属中晚期,需要以手术为主的综合治疗。因此,部分患者术前接受过放疗、化疗。少数患者出现转移或复发或第二原发癌需要第二次手术。手术、放疗和化疗相结合的综合治疗会导致肺功能损害的叠加。随着人们生活水平的提高,人口老龄化明显,近年来收治的胸部肿瘤患者中,心肺功能差

的高危患者所占比例逐渐增加,其中约 60% 高龄患者不但年龄大,而且还伴有慢性呼吸道疾病、心血管疾病或其他疾病,如慢性支气管炎、肺气肿、冠心病和糖尿病等。这些伴随疾病都会影响患者的心肺功能,可能会导致患者围术期心肺并发症增加,甚至死亡。因此,术前心肺功能检查和手术风险评估对于这些高危胸部肿瘤患者术前治疗方案的制定和选择至关重要。国外文献报道,运动心肺功能检查对于术后心肺并发症的预测要比其他检查手段更加客观可靠,尤其是对于那些肺功能处于边缘状态或有上述伴随病或肿瘤治疗病史者或需要行全肺或三切口等大型手术者。除常规肺功能检查外,建议加做运动心肺功能检查。运动心肺负荷试验不但检测肺通气功能的潜在能力,也同时检测心脏的供血和耐受情况以及心肺功能的整体水平和潜在代偿能力。这对于接受胸部大手术治疗的患者及肺功能处于边缘状态的患者,此项检查是极有必要的。

1. 运动心肺功能检测仪器与方法 每位患者在做运动心肺功能之前均需签署知情同意书以告知运动试验过程中可能出现的一些不测的风险如心肌梗死或其他意外情况,且整个运动试验过程中需要一名医生全程监控以便在出现不测的紧急情况时给予处理。先行常规肺功能测定,在患者充分休息和进食后 2 小时进行。依据肺功能测定要求常规测定患者的肺活量($VC\%$)、最大流速容量曲线环[包括第 1 秒用力呼气容积(FEV_1)、第 1 秒用力呼气肺活量/用力呼气肺活量($FEV_1\%$)等]、一氧化碳弥散量/预计值($D_LCO\%$),每项指标各测定三次,取其中最佳值。休息 20~30 分钟后,可用卧式自行车功率计进行运动心肺功能测定,采用运动负荷递增的方案(静息 1 分钟,无负荷踏车运动 3 分钟,起始负荷 20W,每分钟递增 12W),让患者持续进行踏车运动,维持转速在 40 转左右。运动过程中每 3 分钟检测血压一次,用 12 导联心电图持续监测患者心率、心律和心肌供血状况。并持续监测血氧饱和度变化。当达到预计最大负荷或出现下列症状之一者需立即终止负荷运动试验检查:胸痛;缺血性心电图改变(ST 段抬高或下降 $\geq 0.1\text{mV}$);血压 $\geq 27.93/15.96\text{kPa}$ (210/120mmHg);动脉血氧饱和度下降至 85% 以下;自觉明显心慌气短或不适而不能继续登车运动。负荷运动终止后需恢复到起始负荷 20W 继续踏车 4 分钟。

2. 主要观察指标 终止负荷运动时完成的实际功率(load),实际功率占预计功率百分比($W\%$);最大

氧耗量(VO_2max),最大氧耗量占预计值百分比($\text{VO}_2\text{max}/\text{pred}\%$);每分钟每千克体重最大耗氧量 $[\text{VO}_2\text{max}/(\text{kg}\cdot\text{min})]$;氧脉搏(VO_2/HR)、无氧阈(AT)、代谢当量(MET)、潮气量(VTe)、呼吸频率(BF)、呼吸困难指数(DI)、12导联运动心电图等指标。

3. 结果判断 患者受试前可以根据患者的性别、年龄用相应的预计值公式预测患者的最大做功量、最大氧耗量(VO_2max)、最大心率等。然后依据患者完成的负荷量情况试验中的反应与症状及各项指标占预计值的百分比来判断患者的运动心肺功能检查是否能真实反映患者的心肺功能水平。如果患者运动负荷试验完成负荷量低于预计值的70%,说明患者心肺功能因伴随心肺疾病而受损。依据国内外研究结果,上述运动心肺检查指标中以 $\text{VO}_2\text{max}/(\text{kg}\cdot\text{min})$ 分层为最优: $\text{VO}_2\text{max}/(\text{kg}\cdot\text{min}) > 20.0\text{ml}$ (正常)、 $15.0\sim 19.9\text{ml}$ (轻中度异常)、 $10.0\sim 14.9\text{ml}$ (中重度异常),且与 FEV_1 相关性较好。多项研究表明以 $\text{VO}_2\text{max}/(\text{kg}\cdot\text{min})$ 预测术后心肺并发症发生可能性大小最为可靠, $\text{VO}_2\text{max}/(\text{kg}\cdot\text{min}) > 20.0\text{ml}$ 的患者可以耐受任何类型的胸部手术且风险较小, $\text{VO}_2\text{max}/(\text{kg}\cdot\text{min})$ 为 $15.0\sim 19.9\text{ml}$ 的患者可耐受中型胸部手术如肺叶切除或一般食管手术,但可能有一定的手术风险; $\text{VO}_2\text{max}/(\text{kg}\cdot\text{min})$ 为 $10.0\sim 14.9\text{ml}$ 的患者手术风险较大,一般只能耐受楔形或

部分肺叶切除等小手术。当 $\text{VO}_2\text{max}/(\text{kg}\cdot\text{min}) < 10\text{ml}/(\text{kg}\cdot\text{min})$ 则不宜开胸。

九、肺功能在心胸外科领域的应用

1. 心肺功能检查常用的指标 VC , $\text{VC}\%$; FVC , $\text{FVC}\%$, FEV_1 , $\text{FEV}_1\%$; PEFR , MMEF ($\text{FEF}_{25\%\sim 75\%}$), $\text{FEF}_{25\%}/\text{HT}$; MVV , $\text{MVV}\%$; $\text{D}_L\text{CO}\%$; $\text{FRC}\%$, $\text{TLC}\%$, $\text{RV}\%$, $\text{RV}/\text{TLC}\%$; PaO_2 , PaCO_2 , SaO_2 , $\text{VO}_2\text{max}/(\text{kg}\cdot\text{min})$ 。

2. 肺功能检查的筛选程序 对于所有的胸外科患者,均应先行常规肺通气功能和肺弥散功能检查。依据检查结果可把患者大致分为两组:即肺功能正常组和异常组。正常组可以耐受任何一种类型的胸部手术而手术风险一般较低。而对于异常组则需要根据患者肺功能受损的程度;患者的一般情况;病变范围,支气管受累或阻塞的程度以及手术切除的范围进行判断。如果患者经上述检查后仍然不能确定其术后风险程度,或患者伴有其他心血管疾病、严重肺气肿、肺纤维化或胸部肿物放化疗后,建议加作心肺运动负荷试验以确定 VO_2max 。另外,可加作区域肺功能检查并行术后肺功能预测,即行肺血流灌注扫描以预测术后 FEV_1 以判断其手术风险。如条件允许,也可利用双腔心导管进行患侧肺动脉阻断后的压力变化及 PaO_2 的检测(图1-6)。

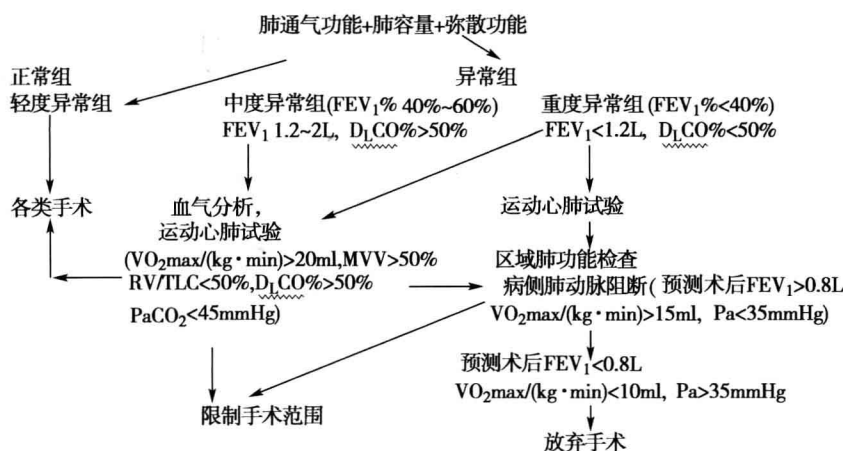


图 1-6 肺功能检查的筛选程序

3. 围术期及术后长期肺功能的改变 肺功能检查为了解心胸外科患者肺功能受损程度,估计手术切除范围,预测术后心肺并发症发生可能性大小,指导术前用药和术后治疗以及预测术后患者生存质量而提供依据。

如果术前肺功能检查发现患者有明显的肺阻塞性病变,应结合患者的病史、吸烟情况和肺部听诊情

况,术后可给予适当的抗炎、解痉和祛痰等治疗以减少术后呼吸道并发症。这对于降低术后心肺并发症的发生率及促进患者术后的康复极有益处。

患者行胸部手术治疗以后,术后一周内肺功能损害明显,文献报道术后第1天用力肺活量(FVC)降至术前肺功能的40%,潮气量(TV)降至术前的50%。术后第3天FVC恢复到50%,TV基本恢复