



北京市高等教育精品教材立项项目

胸外科学

General Thoracic Surgery



北京大学医学出版社

北京市高等教育精品教材立项项目

胸 外 科 学

General Thoracic Surgery

主 编 李 辉

北京大学医学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

胸外科学/李辉主编. —北京: 北京大学医学出版社,
2009

ISBN 978-7-81116-502-9

I. 胸… II. 李… III. 胸腔外科学 IV. R655

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 162760 号

胸外科学

主 编: 李 辉

出版发行: 北京大学医学出版社 (电话: 010-82802230)

地 址: (100191) 北京市海淀区学院路 38 号 北京大学医学部院内

网 址: <http://www.pumpress.com.cn>

E - mail: booksale@bjmu.edu.cn

印 刷: 莱芜市圣龙印务有限责任公司印刷

经 销: 新华书店

责任编辑: 赵 爽 责任校对: 金彤文 责任印制: 张京生

开 本: 889mm×1194mm 1/16 印张: 31.75 字数: 1030 千字

版 次: 2010 年 1 月第 1 版 2010 年 1 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-81116-502-9

定 价: 68.00 元

版权所有, 违者必究

(凡属质量问题请与本社发行部联系退换)

编审者名单

(按姓氏笔画排序)

王 俊	北京大学人民医院胸外科	主任医师
王 群	复旦大学附属中山医院胸外科	主任医师
王长利	天津医科大学附属肿瘤医院胸外科	主任医师
王如文	第三军医大学大坪医院胸外科	主任医师
王兴安	同济大学附属上海肺科医院胸外科	副主任医师
支修益	首都医科大学宣武医院胸外科	主任医师
石 彬	卫生部中日友好医院胸外科	主任医师
田 锋	首都医科大学附属北京友谊医院胸外科	主任医师
史宏灿	江苏省扬州大学临床医学院胸心外科	主任医师
戎铁华	中山大学附属肿瘤医院胸外科	主任医师
冯 滨	四川川北医学院附属南充市中心医院胸心外科	副主任医师
刘 军	北京大学人民医院胸外科	主任医师
刘 娜	首都医科大学基础医学院 解剖与组织胚胎学系解剖学教研室	副教授
刘吉福	北京军区总医院胸外科	主任医师
刘伦旭	四川大学华西医院胸心外科	主任医师
刘俊峰	河北医科大学第四医院胸外科	主任医师
刘德若	卫生部中日友好医院胸外科	主任医师
许 林	江苏省肿瘤医院胸外科	主任医师
许庆生	首都医科大学宣武医院胸外科	副主任医师
许起荣	四川大学华西医院胸心外科	讲师
严伟忠	卫生部北京医院胸外科	副主任医师
苏 雷	首都医科大学宣武医院胸外科	副主任医师
李 运	北京大学人民医院胸外科	副主任医师
李 彤	首都医科大学附属北京朝阳医院胸外科	副主任医师
李 辉	首都医科大学附属北京朝阳医院胸外科	主任医师
李剑锋	北京大学人民医院胸外科	主任医师
杨 跃	北京大学肿瘤医院胸外科	主任医师
何建行	广州医学院第二附属医院胸外科	主任医师
邹 卫	江苏省南京市胸科医院胸外科	主任医师
张 逊	天津胸科医院胸外科	主任医师
张 涛	解放军总医院胸外科	主治医师
张兰军	中山大学肿瘤防治中心胸科	主任医师
张国良	北京大学人民医院胸外科	主任医师
陈龙奇	四川大学华西医院胸心外科	主任医师
陈海泉	复旦大学附属肿瘤医院胸外科	主任医师

苗劲柏	首都医科大学附属北京朝阳医院胸外科	主治医师
周乃康	解放军总医院胸外科	主任医师
赵 珩	上海交通大学附属胸科医院胸外科	主任医师
赵 辉	北京大学人民医院胸外科	副主任医师
胡 滨	首都医科大学附属北京朝阳医院胸外科	主任医师
侯生才	首都医科大学附属北京朝阳医院胸外科	主任医师
姜格宁	同济大学附属上海肺科医院胸外科	主任医师
涂远荣	福建医科大学第一医院胸外科	主任医师
黄宇清	北京市海淀区医院胸外科	副主任医师
蒋耀光	第三军医大学大坪医院胸外科	主任医师
傅剑华	中山大学附属肿瘤医院胸外科	主任医师
傅毅立	首都医科大学附属北京朝阳医院胸外科	主治医师
童朝辉	首都医科大学附属北京朝阳医院呼吸内科	主任医师
曾 骐	首都医科大学附属北京儿童医院胸外科	副主任医师

前 言

以往胸外科学专业的研究生缺乏规范的专用教材，所用的教材都是外科学中的内容，因此无论从知识的深度和广度上，还是从理论到实践操作上均不能满足研究生课题研究、专业学习和临床工作的需要。正是由于这一原因，我们萌生了编写一部胸外科研究生专用教材的想法。这个设想马上得到了北京市教育委员会的认可，书稿尚未正式出版时就被定为精品教材。可见北京市教委对这部教材的重视。这给我们编者以极大的鼓舞但同时又深感责任重大。

经过一年的辛勤劳动，在三十多位国内专家学者的共同努力下，《胸外科学》终于脱稿了。在本书编写过程中得到了许多胸外科及相关学科的专家、学者及朋友的鼎力支持和帮助，他们在百忙之中应邀撰写稿件，不求任何回报。在此我对他们表示衷心的感谢，也对他们表示歉意，可能在这一年中我的 e-mail、手机短信和信件打扰了他们的正常工作。

由于这部教材定位于胸外科专业研究生，因此针对研究生的特点，我们试图从编排方法到实际内容都区别于以往外科学教材中的胸外科部分，既重视胸外科的基础理论知识，更强调临床实践内容，突出实用性。编排上以疾病为线索，不同于以往的以器官为线索，这样在阅读和学习过程中更能系统化，强调疾病的概念。我们还强化了围术期管理的概念，运用相当的篇幅详细阐述术前评估和术后并发症的诊断和治疗。这是以往教材中缺乏的内容。此外，我们特别邀请了国内一些专家就胸外科近几年的最新研究成果进行了综述和述评，其目的是帮助研究生开拓眼界，有利于他们拓展思维，希望能对他们今后的课题立项、选题等有所帮助。

我国著名胸外科前辈辛育龄教授应我之邀欣然为本书作序。我们深受鼓舞和鞭策，今后当加倍努力，不辜负老一辈的期望。

本教材的编写初衷是奉献给立志从事胸外科事业的研究生们一本系统、全面、实用的胸外科学，但由于该领域发展迅猛和作者的水平所限，书中遗漏和错误之处在所难免，诚望同行批评指正。我们将在今后的修订版中予以纠正。

李辉

2009年4月3日于北京朝阳医院

序 言

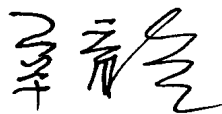
首先祝贺《胸外科学》(研究生教材)的出版。

胸外科专业研究生的培养目标是掌握坚实的胸外科基础理论和系统的专业知识,最终达到具备独立担负临床工作的能力,并且具有从事医学研究和教学工作的能力。为了达到这一目标,在研究生的教育过程中,一本规范、实用的教科书就显得尤为重要了。在这种形势下,李辉教授等三十多位从事基础和临床工作的专家结合工作和学习的经验,参考大量国内外文献资料编写了这本《胸外科学》(研究生教材)。这本教材的出版必将为广大胸外科专业的研究生提供具有较高学术和实用价值的参考书

本教材分四大部分。第一部分系统和全面地叙述了胸外科的解剖学、生理学基础知识和诊断学的特点,以及术前评估和术后管理。第二部分重点介绍了各种胸外科疾病的诊断和治疗方法,其编排不同于以往以器官为线索,而是以疾病为线索,这样在阅读和学习过程中更能系统化,强调疾病的概念。第三部分着眼于研究生今后临床工作的需要,用较大篇幅具体介绍了常见胸外科手术的围术期管理过程,包括术前准备、手术步骤、术后管理等内容。第四部分针对研究生的学习特点,专门编排了一组体现国内外胸外科最新研究成果的综述,这将对研究生的课题立项、选题有极大的帮助。

本教材的问世,结束了我国胸外科学专业的研究生缺乏规范的专用教材的历史。为此,在本书即将付梓出版之际,我向作者们表示祝贺和感谢。

辛育龄



2009年1月于北京

目 录

第一篇 胸外科基础

第一章 胸部实用解剖学	2	第四节 食管功能检查	43
第一节 肺的解剖	2	第五节 有创检查方法	45
第二节 气管及支气管解剖	7	第六节 胸部放射性核素检查	47
第三节 食管解剖	10	第七节 介入超声检查	49
第四节 胸膜及胸膜腔解剖	16	第四章 胸外科术前评估	52
第五节 纵隔解剖	17	第一节 手术创伤对机体的影响	52
第二章 胸部生理学	22	第二节 全身情况评估	55
第一节 肺的呼吸生理学	22	第三节 呼吸功能评估	55
第二节 食管运动生理	28	第四节 循环功能评估	57
第三节 胸膜腔生理	32	第五节 营养状况评估	60
第四节 纵隔生理	33	第六节 其他脏器功能的评估	62
第三章 胸外科常用诊断技术	35	第五章 胸外科术后监护	65
第一节 胸部影像学	35	第一节 术后监护	65
第二节 内镜检查	39	第二节 呼吸机的临床应用	67
第三节 肺功能测定	41		

第二篇 胸外科临床

第六章 胸部外伤	74	第七节 胸骨后甲状腺	181
第一节 胸部外伤概论	74	第八节 纵隔间叶源性肿瘤	182
第二节 胸部外伤的病理生理	75	第九节 原发性纵隔气肿	185
第三节 各类胸外科诊疗方法	77	第十节 纵隔出血	186
第七章 肺部肿瘤学	94	第十章 胸膜及胸壁肿瘤	189
第一节 原发性肺癌	94	第一节 胸膜肿瘤	189
第二节 气管肿瘤	119	第二节 胸壁肿瘤	192
第三节 支气管肺部少见恶性肿瘤	126	第十一章 食管功能性疾病	197
第四节 支气管肺部良性肿瘤	130	第一节 贲门失弛缓症	197
第五节 肺部转移瘤	133	第二节 反流性食管炎	203
第八章 食管肿瘤	137	第三节 食管裂孔疝	210
第一节 食管癌	137	第四节 Barrett 食管	213
第二节 贲门癌	151	第五节 食管源性胸痛	217
第三节 食管良性肿瘤	156	第六节 环咽肌功能障碍	218
第四节 食管少见恶性肿瘤	161	第七节 食管憩室	220
第九章 纵隔肿瘤及纵隔其他疾病	165	第八节 食管腐蚀性烧伤	223
第一节 胸腺瘤	165	第九节 自发性食管破裂	225
第二节 重症肌无力	168	第十节 Mallory-Weiss 综合征	226
第三节 神经源性肿瘤	170	第十二章 胸部先天性疾病	228
第四节 胸内嗜铬细胞瘤	173	第一节 先天性胸壁疾病	228
第五节 生殖细胞肿瘤	175	第二节 先天性肺部疾病	233
第六节 原发性纵隔囊肿	177	第三节 先天性食管疾病	241

第十三章 肺部良性疾病	253	第十五章 膈肌疾病	269
第一节 肺大疱及自发性气胸	253	第一节 膈疝	269
第二节 慢性阻塞性肺气肿	255	第二节 膈肌膨出与膈肌麻痹	272
第十四章 胸部感染性疾病	258	第三节 膈肌肿瘤	273
第一节 脓胸	258	第十六章 手汗症及其外科治疗	274
第二节 结核性胸膜炎	261	第一节 多汗症的定义与分类	274
第三节 胸壁结核	262	第二节 手汗症的流行病学	275
第四节 肺结核	263	第三节 手汗症的发病机制	276
第五节 支气管扩张	264	第四节 手汗症的临床表现	277
第六节 肺棘球蚴病	265	第五节 手汗症的微创手术治疗	279
第七节 胸骨感染	267	第六节 临床经验与讨论	283
第八节 纵隔感染	268		

第三篇 胸外科手术

第十七章 肺及气管外科手术	290	第二节 食管损伤手术	349
第一节 肺楔形切除术	290	第三节 食管良性疾病手术	351
第二节 肺段切除术	290	第四节 食管抗反流术	362
第三节 肺叶切除术	292	第五节 食管恶性肿瘤手术	367
第四节 全肺切除术	297	第六节 贲门癌手术	385
第五节 支气管袖状切除术	300	第七节 胸腔镜辅助食管手术	388
第六节 胸膜肺切除术	304	第十九章 胸膜、胸壁及胸廓外科手术	392
第七节 气管及隆突切除重建术	308	第一节 胸膜外科手术	392
第八节 肺尖部癌切除术	311	第二节 胸壁外科手术	397
第九节 纵隔淋巴结清扫术	313	第三节 胸廓外科手术	408
第十节 支气管、肺动脉双袖式肺叶 切除术	321	第二十章 纵隔外科手术	410
第十一节 自体肺叶重植术	326	第一节 纵隔镜手术	410
第十二节 电视胸腔镜在肺部疾病诊治 中的应用	330	第二节 重症肌无力外科手术	418
第十三节 气管及主支气管疾病的内镜 治疗	333	第三节 纵隔神经源性肿瘤切除术	420
第十四节 肺减容术	334	第四节 纵隔食管囊肿切除术	421
第十五节 肺移植术	336	第二十一章 横膈手术	423
第十八章 食管外科手术	346	第一节 先天性膈疝修补术	423
第一节 先天性食管疾病手术	346	第二节 创伤性膈疝（膈肌破裂）修补术	424
		第三节 膈肌膨出折叠术	425

第四篇 胸外科进展

肺移植外科进展	428	人工食管研究进展	468
肺减容外科进展	441	非小细胞肺癌前哨淋巴结研究进展	478
食管外科进展	446	气管组织工程研究进展	483
微创胸外科进展	456	肺癌早期诊断进展	488
人工胸壁研究进展	461	肺癌内镜诊断进展	494

第一篇

胸外科基础

第一章 胸部实用解剖学

第一节 肺的解剖

一、概述

肺是呼吸系统中最重要的器官，位于胸腔内、纵隔两侧，左右各一。正常情况下除肺根以及肺韧带固定于纵隔外，肺的其余部分完全游离。正常肺质地柔软，富有弹性并含有大量气体，肺比重为 0.35～0.75，呈海绵状且能浮于水面。但病态肺因含有大量液体或实变而比重增加，在水中可下沉。此外，未曾呼吸过的胎儿和新生儿肺内不含空气，质坚实，比重为 1.045～1.056，也会沉至水底，据此可鉴别死婴的死亡时间，具有法医学意义。正常状态下，肺表面覆盖光亮湿润的脏层胸膜（构成肺的一部分，不能作为一层剥脱），透过脏层胸膜可见到多边形肺小叶的轮廓。若有剖胸手术史或胸膜炎病史，则脏层胸膜与壁层胸膜之间会出现粘连。这种粘连可为膜性、纤维条索带或瘢痕性粘连。术中应根据不同情况分别处理。胸膜腔完整时，胸膜腔内的负压使肺处于膨胀状态，反之肺的体积会被压缩。肺的颜色随年龄和生活的环境而改变。胎儿肺为粉红色，婴幼儿时肺为淡红色。随着年龄增长，空气中的尘埃、炭末等颗粒不断被吸入并沉积于肺泡内，可使肺的颜色变为暗红或深灰色。吸烟者和生活在烟尘环境者的肺可呈棕黑色。

肺重量可因个体差异以及性别、年龄和肺内所含血液和浆液的多少而不同。一般成人肺的重量约等于其体重的 1/50，胎儿肺约为其体重的 1/70，成年男性的肺平均为 1000～1300g，女性的肺平均为 800～1000g。左、右肺的重量也不相同，左、右肺重量之比在男性为 9：10，女性为 7：8。健康成年男性两肺最大容量为 5000～6500ml，女性则小于男性。

二、肺的形态

肺近似半圆锥形，每侧肺有一尖、三缘及三面。一尖为肺尖；三缘为前缘、下缘及后缘；三面即膈面、肋面及纵隔面，分别与膈肌、胸壁、纵隔相邻。

肺尖钝圆，与胸膜顶紧密相贴。肺尖在锁骨内 1/3 段后方突向上方 2～3cm，经胸廓上口突入颈根部，可达第 1 肋软骨上 3～4cm，一般不超过第 1 肋骨颈高度。左肺尖内侧面有左颈总动脉、左锁骨下动脉、气管和食管。右肺尖内侧面由前向后有头臂静脉、气管和食管。术中若发现胸膜顶粘连，应注意周围毗邻关系，避免损伤这些结构。

三、肺的结构

（一）肺门与肺根

1. 肺门 位于肺纵隔面（内侧面）中部的凹陷处，呈卵圆形，有主支气管、肺动脉、肺静脉、支气管动静脉、神经、淋巴管和肺丛等出入，又称第一肺门；各肺叶的支气管和肺血管的分支或属支等结构出入肺叶的部位，则称第二肺门。此外，第一肺门处尚有数个支气管肺门淋巴结，也称肺门淋巴结。

2. 肺根 肺门的诸结构被胸膜所包绕形成进出肺的支气管血管束称为肺根。肺根内各结构周围均包绕有疏松结缔组织。

左、右两肺根结构的位置关系自前向后是相同的,即前方是上肺静脉,中间是肺动脉,后方是主支气管和下肺静脉。但自上而下的排列左右各不相同:左肺上方为肺动脉,中间为主支气管和上肺静脉,下方是下肺静脉。而右肺上方是上叶支气管,其次是肺动脉,中、下叶支气管,上肺静脉和下肺静脉。左、右下肺静脉位置最低,并与肺根其他结构有一定距离。肺被肺根和肺韧带固定于纵隔。

肺根的毗邻左右不同:左肺根的前方有左侧膈神经、心包膈血管及迷走神经肺前支,上方有主动脉弓跨过,后方有胸主动脉、左迷走神经及其肺后支。右肺根的前方有上腔静脉、心包、右心房,右侧膈神经、心包膈血管及迷走神经肺前支贴近上腔静脉右缘下行,上方有奇静脉弓跨过,后方有奇静脉、右迷走神经及其肺后支。

(二) 叶间裂

大体上,肺叶之间被叶间裂分割开来,叶间裂由各肺叶相邻面的脏层胸膜构成。肺裂常有变异和发育不全,肺裂发育不全可分为肺裂长度不足和肺裂过浅,一些个体甚至完全没有叶间裂。

1. 斜裂 又称主叶间裂。右肺有斜裂及水平裂,其斜裂较水平裂明显要长,将右肺下叶与上叶及中叶分开。左肺仅有斜裂,其走行与右侧基本一致。

2. 水平裂 又称副叶间裂。仅见于右肺,分割了右上叶和右中叶。

四、肺叶与肺段

(一) 肺叶

右肺位于纵隔右侧,居胸腔右半部内,较短而粗大,体积大于左肺,被斜裂和水平裂分为上、中、下三叶。三叶分界明显者约占 38%,三叶之间有肺实质融合者可达 62%。

左肺位于纵隔左侧,居胸腔左半部内,较为狭长,被斜裂分为上、下两叶。斜裂:左肺较右肺稍近于垂直位,由后上斜向前下方,起自肺门的后上方,经过肺的各面而终止于肺门的前下方。

肺分裂不全时,则肺叶之间有肺实质的融合。肺实质的融合部以肺门附近为多,右肺斜裂的融合部多在肺门后上方,左肺斜裂的融合部多在肺上、下方,右肺水平裂的融合部多在肺门前下方。由于肺实质的融合,一个肺叶的感染可通过融合部扩散,并可在肺叶切除时,使肺血管难以剥离。

肺也可有额外肺裂,出现额外肺叶。额外肺裂在左肺以上叶居多,右肺以下叶居多。额外肺裂的位置,可能与肺段分界线一致,也可能不一致。下叶额外裂常见的部位是在背段与基底段之间,使背段分离成背叶;另一个是在膈面,并行向肺韧带前方,使内基底段分离成心叶。左肺上叶的额外裂多见于舌段与其他段之间,使之分离成左肺中叶。此外,在个体发育过程中,由于奇静脉弓的移位,肺尖在奇静脉弓内上方生长成为后内和前外两部分或上、下两部分,形成奇(静脉)叶。肺叶异常具有临床意义。

(二) 肺段

肺段是肺的独立解剖单位,是肺段支气管及其分支分布区域肺组织的总称。每一支气管肺段均呈圆锥形,尖朝向肺门,底位于肺表面。左肺和右肺通常各有 10 段,其命名与肺段支气管的命名相一致。但有时左肺两相邻的肺段支气管发生共干,使支气管共干的两肺段出现联合,故此左肺往往只有 8 段。各肺段各有自己的支气管及相应血管分布。肺段动脉与同名支气管伴行,但肺段静脉却在两段之间,接受相邻两段的血液,故肺段静脉可作为各段之间的分界标志。各支气管肺段都有比较固定的部位,两肺段间除借表面的肺胸膜与胸膜下的段间静脉及其分支相连外,有少量结缔组织(肺胸膜向肺实质的延续)分隔。

1. 左肺肺段 由于肺段支气管往往出现共干,例如尖段与后段、内侧底段与前底段,故左肺分为 8 个肺段。左上叶一般分为尖后段、前段、上舌段与下舌段,左下叶一般分为上段(也称背段)、内基底段、前基底段及后基底段 4 段。

2. 右肺肺段 肺段比较恒定,可分为 10 个肺段:上叶 3 段、中叶 2 段、下叶 5 段。右上叶分为尖段、后段及前段,右中叶分为外侧和内侧两段,右下叶分为上段(背段)、内基底段、前基底段、外基底段及后

基底段。

五、肺的血管

肺有双重血液供应，即肺循环的肺动脉和肺静脉及体循环的支气管动脉和静脉，前者完成气体交换，是肺的功能血管；后者供应支气管、肺组织，为肺的营养血管。两套血管通过吻合支互相交通。

（一）肺动脉

主肺动脉的上方为主动脉弓，下方为肺动脉主干，右侧为右肺动脉，左侧为动脉韧带。肺动脉干由右心室动脉圆锥发出后在主动脉弓下方相当于第5胸椎平面分为左、右肺动脉后分别进入左、右肺。肺动脉干平均长度4.5cm，X线活体测量其平均宽度为3.8cm。肺动脉入肺后，伴随支气管分支分布，行走于相应支气管的背侧和下方，最终在肺泡壁形成稠密的毛细血管网，其血液与肺泡进行气体交换，使静脉血变为动脉血。肺动脉干与升主动脉共同包裹在心包浆膜脏层内，纤维性心包在该两血管外膜表面逐渐消失。肺动脉干自升主动脉根部前面上行至升主动脉左侧，在此，隔心包横窦与左心房上部邻接。肺动脉干前面隔心包与左肺及左胸膜前部邻近。在肺动脉干起始部，左、右冠状动脉和左、右心耳分别位于它的两侧。

1. 右肺动脉 右肺动脉较左肺动脉粗且长，在主动脉升部和上腔静脉后方、奇静脉弓下方、右主支气管的前方、右上肺静脉的上后方横行进入右肺门，分为上、下两支。上支较小，进入右肺上叶，称为上干，主要分布于尖段和前段。下支（叶间干）较大，进入右肺中、下叶，分为右肺中、下叶动脉。右肺动脉分支比较恒定，变异较小。右肺动脉前邻升主动脉及上腔静脉，手术时术野狭小。在上腔静脉外侧，右肺动脉前方有右膈神经下行，前下方有右上肺静脉和右心房，由于上腔静脉与右肺动脉间有较紧密的纤维结缔组织韧带相连，手术分离时有一定困难。右肺动脉后邻食管及右主支气管，奇静脉弓绕右肺动脉上方及右主支气管，注入上腔静脉，因此，手术时应特别小心。

（1）右肺上叶的动脉：分布于上叶的动脉有前支和叶间支，1~4支，以2~3支为多，多与肺段支气管伴行。尖段动脉自前干分出，多为1支，也可见2~3支的。前段动脉由前干发出，多为1~2支。后段动脉可有1~3支，以2支者多见，多由叶间动脉发出的叶间支和自前干发出的返支供应，也可单独由叶间支或返支供血。

（2）右肺中叶的动脉：多数与同名支气管伴行。中叶动脉于右肺斜裂与水平裂交接处发出，多数分为外、内侧两支肺段动脉。外侧支沿中叶支气管外侧走行，内侧支沿中叶支气管上外侧走行。

（3）右肺下叶的动脉：右肺动脉进入下叶后首先发出背段动脉，其后称为基底动脉干。该干呈辐射状发出分支至各底段。右肺下叶的5支肺段动脉均与相应肺段支气管伴行，分别分布于各同名肺段。

2. 左肺动脉 经胸主动脉、左主支气管前方、肺静脉后方进入左肺门，然后绕左主支气管上后方分出数支上叶支，再转向下后方分出下叶及舌叶支。左肺上叶动脉分支变异较大，少则3支，多则7支，但以4支多见。左肺动脉虽较右肺动脉短，但在它前面没有大血管遮挡，手术时术野显露较好，也容易结扎。但在施行左肺上叶手术时，也需将各分支显露清楚，以免误伤。

（1）左肺上叶的动脉：不形成粗大的动脉干，都是一些短小的分支。一般有2~6支，以4支最多见。其第一个分支虽能分布到左肺上叶各段，但以到前段和尖后段居多，前段动脉多为1支，常发自左肺动脉前部。尖后段动脉多发自上部，以2支者居多。上、下舌段动脉以1支为多。左肺上叶的动脉支数和分支形式均变异较大，并跨段较多，故施行左肺上叶肺段切除时，须将肺动脉各分支显露清楚，准确结扎，否则极易伤及拟予保存的肺动脉分支。

（2）左肺下叶的动脉：首先发出背段动脉（60%以上为单支），以后称基底段动脉干（90%以上为2分支），伴随支气管走行，分布于同名的底段。左肺下叶上段动脉起点可高于舌支，以单干2支型为多，往往一支起点高于舌支，另一支低于舌支。前底支是基底段动脉干的第一个分支。外侧底支为基底段动脉干的终末支之一，但常与后底支共干，不宜单独行肺段切除。外侧底支是基底段动脉干的延续。

（二）肺静脉

两肺静脉逐级汇集成左、右的上、下肺静脉。左上肺静脉收集左上叶及舌叶的静脉血；右上肺静脉收

集右肺上叶及中叶的静脉血；左、右下肺静脉分别收集两肺下叶静脉血，最后汇入左心房。上肺静脉在肺门区位于前部，前入路手术时切开肺根表面的胸膜即可显露；下肺静脉位于肺根最底部，而以右下肺静脉尤其短且深，结扎较困难；手术中应充分考虑肺静脉注入心房的途径而避免损伤。临床发现约 20% 的肺静脉在注入左心房前合成为左肺静脉干和右肺静脉干，而左、右肺静脉共干注入左心房的约有 6.3%，有 91% 肺静脉分由 4 支注入左心房，手术时应充分显露辨别。

1. 左肺静脉 分为左肺上静脉与左肺下静脉两支，分别汇集左肺上、下叶的血液，左肺静脉较右肺静脉表浅。在左肺门上方，常有一小浅静脉，汇集肺门上方纵隔面的血液，当上、下肺叶实质有部分融合时，除引流上叶后部的部分血液外，也可引流下叶背段的部分血液。

(1) 左肺上叶的静脉：大多数经肺段之间，通常先汇集成尖后支、前支和舌支三支，最后注入左肺静脉上支。

(2) 左肺下叶的静脉：一般先汇集成背段静脉和总基底静脉，再汇合成左肺下静脉。

2. 右肺静脉 右肺的静脉汇集成右肺上静脉和右肺下静脉。前者收集右肺上、中叶的静脉血，后者收集下叶的静脉血。

(1) 右肺上叶的静脉：分为浅静脉和深静脉。浅静脉居纵隔面胸膜下；深静脉位于叶间或段间，一般在同名支气管内侧或下方，可分为尖、后、前 3 支静脉，分别汇集同名肺段的血液，注入右肺上静脉。

(2) 右肺中叶静脉：大多数位于肺段之间，一般在肺门处注入右肺上静脉。中叶静脉有外、内两个属支，分别汇集中叶外、内段血液，多数合并成 1 支，少数以 2 支注入右肺上静脉。

(3) 右肺下叶的静脉：与上、中叶者相似，多经肺段之间，由背支和总基底段静脉汇合而成，收集右肺下叶回流的血液。

(三) 支气管动脉与支气管静脉

1. 支气管动脉 支气管动脉血流量约占左心室输出量的 0.1%~0.2%，以供血营养支气管壁和肺组织。支气管动脉数量和起源常有变异。可以直接起源于主动脉、锁骨下动脉、胸廓内动脉或无名动脉。左、右两侧的支气管动脉分别起源。支气管动脉最常见为 3 支。支气管动脉在肺门处形成广泛的交通网，还发出分支分布于纵隔胸膜、心包、淋巴结和迷走神经。入肺后伴随支气管弯曲而行，常在支气管分叉部前方或后方分支，且常为 2 支呈对向排列沿支气管的分支分布，在支气管壁的外膜和黏膜下层分别形成动脉网，也分布至肺动静脉壁、肺淋巴结、小叶间隔和肺胸膜。一般认为支气管动脉只营养支气管，在终末细支气管之前其终末支便走向肺叶间或肺表面，而肺泡管、肺泡壁的营养则由分布于其壁的支气管动脉和肺动脉的终末支共同供应，这种分布很有规律，即肺泡壁的一侧接受肺动脉的终末支，而另一侧接受支气管动脉的终末支。

支气管动脉和肺动脉在肺内的吻合支，一组位于支气管第 3~8 级分支处，连接段支气管动脉终末支和肺动脉分支，另一组位于肺表面的胸膜内。此吻合支对调节肺循环具有重要意义。在呼气时，随肺动脉压下降，血液由支气管动脉经吻合支流入肺动脉。因此，支气管动脉内的氧和血可经毛细血管前吻合支至肺动脉，以代偿供应通气差或膨胀不全的肺区。当有肺部慢性疾病或有某些先天性心脏病时，支气管动脉常常变粗，能部分地代偿肺动脉的作用。

分布于肺胸膜的动脉来源有二：一是由支气管动脉和肺动脉的终末支延伸而至，在此互相连接成网；二是肺门外支气管动脉发出 2~4 支，行走于肺胸膜深面，分布到肺胸膜纵隔面及肺叶毗邻面，并与肺内来源的支气管动脉吻合成较粗大的血管网。

2. 支气管静脉 分为深浅两种。深支有许多属支，起自肺内细支气管的毛细血管网，与肺静脉吻合，最后形成 1 支注入肺静脉或左心房。浅支一般每侧各有 2 支，引流肺外支气管、肺胸膜及肺门淋巴结的静脉血，也与肺静脉吻合，右侧汇入奇静脉，左侧汇入副半奇静脉或左最上肋间后静脉，还可直接汇入上腔静脉。来自支气管动脉的血液，只有一部分经由支气管静脉回流入体循环静脉，最后注入右心房；另一部分则经由属肺循环的肺静脉汇入左心房。

(四) 肺动、静脉心包内解剖

肺动、静脉的心包内段是指：肺动脉的起始段和肺静脉的末段被心包包绕的部分。肺动脉的心包内段

长于心包外段。手术时可经心包腔结扎肺动脉；肺静脉心包内段的长度也比较长，手术时经心包腔结扎也比较容易。切开心包解剖肺动脉和肺静脉，可增加游离肺血管的长度，完成肺切除术，提高肺癌的切除率和肺癌病人的生存率及减少手术探查率。

行心包内肺切除术时除应严格掌握的适应证外，为预防大出血，还应注意以下环节：①在肺门前方和膈神经之间纵行切开心包，左侧应注意主动脉干内侧缘，右侧应注意上腔静脉内侧缘，先向上分离肺动脉和心包的返折处，在直视下游离出肺动脉，在向下分离时应将心包切口延长至下肺静脉干处，解剖上肺静脉、下肺静脉和心包间的隐窝，在直视下游离出上、下肺静脉；②为使结扎和缝扎的肺血管有足够的长度，须明确心包内肺血管的部位和走行，尽量使其与心包外血管相沟通；③在心包内游离肺动脉干时不能误伤其后壁，用左手示指和直角钳交替分离是一种安全的方法；④在结扎肺动脉主干时，一般宜试收紧结扎线，观察生命体征无变化后方可结扎。

在心包内处理肺血管时，对左肺动脉的处理帮助不大，而对肺静脉和右肺动脉主干的显露和处理较为满意；心包内操作易引起心律失常，应注意药物纠正。如右肺动脉主干太短，可沿上腔静脉近心端及右心房行钝性分离，同时用手将右心房向前推移，可使右肺动脉主干增加显露约 2cm，有利于处理该血管。如发生大出血，用手指压迫，并吸净术野，慢慢放松后缝合止血。

六、肺的淋巴引流

肺的淋巴结甚为丰富，分浅、深两组。浅组分布于肺胸膜深面，形成淋巴管丛，再汇合成淋巴管，最后注入支气管肺门淋巴结。深组淋巴管在肺组织内，即围绕肺小叶的毛细淋巴管网和围绕终末细支气管及呼吸性细支气管黏膜下层和外层的毛细淋巴管网，分别汇成小叶间淋巴管和小叶内淋巴管，经支气管、肺动脉及肺静脉周围的淋巴管丛，最后也回流至支气管肺门淋巴结。此浅、深两组淋巴管在肺胸膜下肺组织内和肺门有较广泛的交通。关于肺的淋巴引流及其所注入的局部淋巴结尚有不同意见。一般认为在纵隔胸膜返折外侧，被脏层胸膜所包绕的淋巴结称为肺内淋巴结（包括肺门淋巴结），所有位于纵隔胸膜返折以内的淋巴结称为纵隔淋巴结。

肺的淋巴流向：肺内淋巴流向一般认为与呼吸活动有关，吸气时肺内一部分淋巴可经肺深部的毛细淋巴管流向浅层毛细淋巴管网，再经浅层淋巴管流向局部淋巴结。呼气时浅层毛细淋巴管内的淋巴可经深部淋巴管流向肺门。肺的淋巴流向与肺癌的转移以及肺结核的扩散有一定关系，对这些疾病的诊断有重要意义。

肺的淋巴结可分为 14 组。其中 1~9 组为纵隔淋巴结，10~12 组为肺门淋巴结，13、14 组为肺内淋巴结。这对肺癌根治术中系统淋巴结清扫有非常重要的意义。

七、肺的神经

肺的神经支配来自迷走神经的副交感纤维和第 2~4 胸段脊髓的交感神经纤维以及感觉神经纤维，它们在肺根的前、后方分别组成肺前丛和肺后丛。一般认为，交感神经对肺的作用是使血管收缩和支气管扩张，迷走神经使血管扩张和支气管收缩。但在临床上切断迷走神经的病人，支气管管径和分泌并无明显改变，说明迷走神经对支气管管壁肌的影响不大，也说明支气管壁有双重神经支配。研究证实肺存在有第三神经（非肾上腺素能 NA、非胆碱能 NC）支配，导致了对一些肺部疾病新的认识。

气管和支气管的腺体主要由交感神经支配，副交感神经也参与其中，其结果为分泌增加；经由迷走神经传入的感觉冲动与肺泡容积的调节有关，吸气时肺扩张，刺激肺泡壁内的牵张感受器，神经冲动进入延髓的呼吸中枢，终止吸气，然后呼气开始，肺泡及细小支气管收缩，再次刺激感觉末梢，冲动传入呼吸中枢，发放吸气冲动。这一径路，形成 Hering-Breuer 反射。

由于神经肽广泛分布于呼吸道，参与呼吸道的调控。淋巴结内的淋巴细胞是免疫功能的主要执行者，气管和支气管内存在的免疫反应纤维，可能与神经免疫调节作用有关，淋巴系统参与的免疫反应具有呼吸道保护作用。

第二节 气管及支气管解剖

一、气管

气管是喉与隆嵴（隆突）* 之间的呼吸道。其上端借环气管韧带始于环状软骨下缘（平第 6 颈椎），向下至胸骨角平面（相当于第 4、5 胸椎体交界处）止于气管隆嵴水平，继续向下分为左、右主支气管。深吸气和呼气时气管下端可降至第 6 胸椎体。

（一）气管的形态和位置

气管主要由气管软骨、平滑肌纤维及结缔组织构成。气管软骨为缺口向后呈蹄铁形或 C 字形的透明软骨环，约占气管周径的 2/3。气管通常包含 12~22 个软骨环，平均为 15.8 个，男性平均比女性多一个软骨环，大约每两个软骨环为 1cm。成人气管的横截面呈椭圆形，横径约 2.3cm，前后径约 1.8cm。在婴儿，气管的前后径较大，随着生长发育，气管的形状逐渐出现变化。在慢性阻塞性肺部疾病和肺气肿的病人，气管的前后径明显增大，甚至可达气管横径的两倍，称为“刀鞘样”气管。气管下端在左、右主支气管的分叉处，称气管杈。在此气管软骨环下缘中部的黏膜向上凸入腔内，在气管内形成半月状嵴，称之为气管隆嵴。气管的后壁由弹性纤维和平滑肌封闭，称气管膜部，其内所含平滑肌纤维称气管肌。各相邻的软骨间，均以弹性纤维形成的环状韧带（又称气管韧带）连接。由于气管软骨具有支架作用，致使管腔永远保持开放状态，以维持呼吸功能的正常进行。由于气管膜部具有一定的舒缩性，有利于其后方的食管扩张，易于食团顺利下行入胃。气管软骨于 40~50 岁时出现钙化，其管壁内的弹性纤维亦趋于减少。

（二）气管的长度

气管的长度和口径，因性别和年龄而异。一般成年男性较女性的长且口径大；小儿气管细小，位置较深而活动度较大。尸检中测量国人成年男性气管平均长度为 10.31cm，女性平均为 9.71cm。气管镜测量活体成人气管长度，男性平均为 13.6cm，女性平均 12.1cm，男女平均相差 1.5cm，与尸检气管长度对比悬殊。

（三）气管的分段和毗邻

气管依所在部位可分为颈段和胸段两部分，二者以胸廓上口的平面为界。胸段气管较长，成人约占气管全长的 2/3。

1. 颈段气管 上端起自环状软骨下缘，下至胸骨的颈静脉切迹（第 2~3 胸椎平面），续于气管胸部，长度较短。

颈段气管居颈部正中区，前方为颈部皮肤、颈部筋膜和胸骨舌骨肌及胸骨甲状肌覆盖，后方紧邻食管，侧面与甲状腺及颈动脉鞘相邻。颈部筋膜内有颈阔肌、颈前筋膜和皮神经。在颈静脉切迹上方的颈筋膜内有连接于两侧颈前静脉之间的颈静脉弓横过。在气管前间隙上部，重要的结构为甲状腺峡，它覆盖第 2、3、4 气管软骨环的前面，峡窄者仅覆盖 1 个气管环，较宽者可跨越 7 个气管环。老年人和较胖的短颈者，峡的位置较低。峡的上方有由两侧甲状腺上动脉组成的动脉弓，峡的下方有甲状腺下静脉或静脉丛，常为切开气管时出血的潜在来源。约 18.2% 的人还有甲状腺最下动脉经过。由于气管与周围结构固定不牢，当邻近肺、胸膜腔病变时，可牵拉压迫导致气管移位。临床进行气管切开术时，多在第 2、3 或第 3~5 气管

* 目前临床上常用的“气管隆突”一词按照全国自然科学名词审定委员会公布的医学名词称为“气管隆嵴”（carina of trachea）。因此，解剖学教科书和部分医学杂志均应用“气管隆嵴”作为正式名称。

软骨环，一般不宜低于第5气管环，头部过于后仰或向下分离过深均易伤及颈根部大血管和颈胸膜。气管活动大，当头后仰时，气管可上升约1.5cm，沿颈部正中中线易扪及气管环、环状软骨、喉结及舌骨，故气管切开时头须向后仰，使下颏、喉结及颈静脉切迹三点保持在一条直线上，以便使气管固定于正中矢状位上。儿童的气管较细软，头位稍有转动气管即不易扪到，固定头位尤为重要。气管两侧为甲状腺左、右叶和颈部血管神经束。在气管和食管两侧之间的沟内有喉返神经上行，与由外侧行向内侧的甲状腺下动脉交叉。食管紧贴气管后壁下行，在吸入性呼吸困难的吸气期，气管后壁可向前凸，故气管切开时勿过深，以免损伤气管后壁造成气管-食管瘘。

有时一些解剖学变异应引起临床医师的重视，如儿童及一些成人（可达54%）的左头臂静脉及主动脉弓偏高，这些血管可平颈静脉切迹或其稍上方斜越气管之前，因此为外科危险区。不合适的气管套管压迫可引起气管前壁穿孔，造成感染甚至血管壁（一般是右头臂动脉）受损，导致大出血。

2. 胸段气管 居上纵隔内，自颈静脉切迹平面续于气管颈部，至胸骨角平面气管分叉处，长度较长。前方与胸骨柄胸骨甲状肌和胸骨舌骨肌的起始部、胸腺遗迹、甲状腺下静脉、左右头臂静脉、主动脉弓、头臂干、左颈总动脉、心深丛及淋巴结等相邻。气管后壁的膜部有食管随行，两者之间有疏松结缔组织相连。气管与食管之间两侧的沟内有喉返神经，气管周围有蜂窝组织，内含一些淋巴结，迷走神经与交感神经的上、下心支紧贴气管，它们在气管分叉部前面的蜂窝组织内分支组成心丛。胸导管、左膈神经、左迷走神经、左喉返神经都位于气管左侧的蜂窝组织中。由于胸段气管相邻重要结构，故胸腺大、主动脉弓瘤、食管病变都容易压迫气管，特别是前邻众多血管，自前方暴露气管全长有相当难度。胸段气管左侧与主动脉弓、左颈总动脉、左锁骨下动脉及喉返神经相邻，右侧与右头臂静脉、上腔静脉、右迷走神经、奇静脉、右肺及胸膜相邻。气管前筋膜是纵隔镜检查的自然间隙，沿此间隙直向下分离，可直接到达气管杈下方。在行纵隔镜时应仔细分离，避免损伤气管前及两侧重要血管。

（四）气管的组织学

气管、支气管壁由黏膜层、黏膜下层、软骨、肌肉层及外膜4层组成。

黏膜层是气管、支气管的内层，表面被覆假复层纤毛柱状上皮，其间嵌有杯状细胞，有黏液分泌功能。并散在分布有浆液腺体，气管的纤毛具有清除微粒物质及分泌物的功能，具有一定的防御能力。

黏膜下层为疏松、菲薄结缔组织，含有微血管、淋巴管和神经纤维。内含有开口于管腔的支气管腺体。

气管的软骨纤维层主要由透明软骨和致密结缔组织构成。气管肌层多为弹性平滑肌，间以软骨环。气管外膜为疏松的结缔组织。

（五）气管的血液供应

气管上段由甲状腺下动脉发出数条气管支营养。甲状腺下动脉与甲状腺上动脉的气管支和支气管动脉吻合，形成气管两旁的纵行血管束向上、下走行，分节段发出横行分支分布到气管壁。最上肋间动脉、锁骨下动脉、胸廓内动脉及无名动脉也可发出分支供应气管上部，这些动脉的分支下行供应气管和食管。

气管下段的血供主要来自支气管动脉，有时主动脉弓、胸廓内动脉和头臂动脉发出的分支也供应气管下段。

膜部的血供可来自气管动脉和食管动脉。

气管静脉在气管周围形成静脉丛，多汇集成一支管径较粗的静脉，汇入甲状腺下静脉或奇静脉及半奇静脉。

气管与大血管相邻，通过任何单一的切口均不能显露气管的全长，因此，临床上在制定外科手术入路时应根据病变部位决定。根据以上气管血运的解剖特点，外科医师需注意以下几点：

1. 气管手术或颈前部手术时，特别是在气管两侧进行钝性分离时，须注意保护两侧纵行的血管束。
2. 气管的血运大部分来自终末血管，并且呈节段性分布，切断侧面的血管，容易使气管失去血供而坏死，故应尽量避免气管的环周游离。
3. 气管软骨环的营养靠软骨膜的血管供给，手术时需保留软骨膜，气管黏膜具有非常丰富的毛细血管和静脉网，它们对调节吸入空气的温度及湿度有重要作用，因此气管的愈合能力较强，软骨也会很快愈合。