

# SPEECH THERAPY

黄昭鸣 朱群怡 卢红云◎著



# 言语治疗学

 华东师范大学出版社

华东师范大学言语听觉科学教育部重点实验室项目  
上海泰亿格康复医疗科技股份有限公司项目

# 言语治疗学

黄昭鸣 朱群怡 卢红云 著

华东师范大学出版社

## 图书在版编目(CIP)数据

言语治疗学/黄昭鸣,朱群怡,卢红云著. —上海:  
华东师范大学出版社,2017

言语听觉科学专业系列教材

ISBN 978-7-5675-6553-1

I. ①言… II. ①黄… ②朱… ③卢… III. ①言语障  
碍—治疗学—高等学校—教材 IV. ①H018.4 ②R767.92

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第121465号

## 言语治疗学

著 者 黄昭鸣 朱群怡 卢红云

项目编辑 范耀华

特约审读 李 莎

责任校对 张多多

装帧设计 俞 越 陈晓云

出版发行 华东师范大学出版社

社 址 上海市中山北路3663号 邮编 200062

网 址 [www.ecnupress.com.cn](http://www.ecnupress.com.cn)

电 话 021-60821666 行政传真 021-62572105

客服电话 021-62865537 门市(邮购)电话 021-62869887

地 址 上海市中山北路3663号华东师范大学校内先锋路口

网 店 <http://hdsdcbs.tmall.com/>

印 刷 者 上海盛通时代印刷有限公司

开 本 889×1194 16开

印 张 29

字 数 893千字

版 次 2017年8月第1版

印 次 2017年8月第1次

书 号 ISBN 978-7-5675-6553-1/G·10413

定 价 168.00元

出 版 人 王 熠

(如发现本版图书有印订质量问题,请寄回本社客服中心调换或电话021-62865537联系)

谨将此书献给我的学生们  
感谢你们为  
中国言语听觉康复的发展所作出的贡献

In Love of My Students  
The Pioneers  
in Speech-language Pathology and Audiology

# 前 言

在我国,言语语言、听觉康复(Speech-language Pathology and Audiology)尚属一门新兴学科。相比听觉科学而言,言语科学在我国起步更晚,相关专业参考书籍寥寥无几,缺乏科学系统的理论指导,言语治疗水平参差不齐。2004年,经教育部批准,华东师范大学成立了我国第一个言语听觉科学专业,2009年,成立了言语听觉科学教育部重点实验室。这12年以来,在大家的共同努力下,从学科、教材、理论、实践等方面走过了从无到有的创建历程,已经取得了令人瞩目的成绩。但毋庸置疑,国内言语语言、听觉康复的发展和发达国家相比仍存在很大差距。尤其近年来,随着高新技术的迅猛发展,言语治疗的相关知识和治疗手段在不断地更新、丰富,并深刻影响着教学、科研和临床实践的各个方面。目前,国内许多高校也陆续开始设立康复治疗学、听力与言语康复学、教育康复学等专业,言语治疗学已成为这些相关专业的核心课程之一。因此,从学科建设、专业发展的角度看,编写一部与时俱进的系统、专业的《言语治疗学》,非常有必要。

自1995年至今22年,本人先后在中国、美国、英国、法国、西班牙、巴西、印度、韩国等多个国家,从事本科生和研究生“言语科学、言语康复、言语测量、嗓音治疗等”课程的教学、科研工作,积累了丰富的教学、科研和实践经验,《言语治疗学》这本书就是在此基础上进一步总结形成的。本书的编写过程十分艰辛,如今书稿即将付梓,在此我要特别感谢华东师范大学言语听觉康复科学系主任杜晓新教授、华东师范大学言语听觉康复研究院院长孙喜斌教授对本书理论框架建设的鼎力支持;感谢上海泰亿格康复医疗科技股份有限公司周红省、周林灿等提供现代化言语康复设备的大力支持;感谢上海泰亿格康复服务有限公司卢红云、白银婷等提供临床实践研究的大力支持;感谢华东师范大学我的博士研究生团队与我长期根植言语康复的科学研究中,不断完善理论体系,创新康复手段和方法,不断充实本书内容,他们是韩知娟、万萍、刘巧云、金野、万勤、肖永涛、卢红云、张蕾、卢海丹、周林灿、金星、孙韡郡、张磊、胡金秀、白银婷、李宁、汪红、张青、司博宇、杨三华、朱群怡、熊利平、宿淑华、王勇丽、高晓慧、张玉红、徐灵芝、刘杰、徐帅、张云舒、林青、张梓琴、李孝洁、尹敏敏等。还有我的众多硕士生们。感谢我的学生们!

最后,衷心希望本书的出版能为我国言语康复的发展贡献绵薄之力。但受学识和视野之限,书中难免存有不当之处,为使本书在使用中不断完善,还望同行与读者不吝指正。

# 自序

## 不忘初心,方得始终

曾记得,1996年11月,我在美国出席ASHA(American Speech Hearing Association,美国社会健康协会)会议并做主题报告,会后一位记者向我提问:“Dr. Speech,您确实为一些发展中国家言语康复科学专业的建设与发展作出了贡献。那么,是否也能谈谈您的祖国——中国该专业的发展情况?”一听此言,我顿时语塞,竟无言以对。在此后的数天内,我经常辗转反侧、夜不能寐,经反复思量,狠下决心:立即回国,不管有多少困难险阻,我将义无反顾,决心穷毕生之力,为祖国言语语言、听觉康复科学的学科建设、为残疾人康复事业尽自己的一份绵薄之力。

光阴似箭,日月如梭,转眼已20余载。近来,我常突发奇想,如能邂逅当年的那位记者,我一定会自豪地告诉他:“中国大陆的言语听觉康复事业已今非昔比,正像雨后春笋,茁壮成长……”

回顾近20年的办学之路,作为一名亲历者,此时此刻,我不禁感慨万千。1995年,我从美国华盛顿大学言语病理学博士毕业,1998年回国后就一直寻找办学之路。起初在医学院校寻找途径,由于当时大家对言语康复还没有基本的认识,结果屡试屡败。直至2003年,我偶遇时任华东师范大学学前与特殊教育学院的副院长杜晓新教授和时任中国聋儿康复中心的副主任孙喜斌教授,他们慧眼识真才,面对中国十聋九哑、言语障碍儿童有病无处医的现状,认为中国急需言语康复的人才,高校有责任和使命引进言语语言、听觉康复学科的高端人才。

在我和杜晓新、孙喜斌教授的倡议和申报下,2004年,教育部批准华东师范大学设立言语听觉科学专业(本科)。这是我国高等教育院校中的首创,填补了国内言语语言康复领域的空白。2009年,华东师范大学成立了中国大陆第一个言语听觉康复科学系,建立了第一个言语听觉科学教育部重点实验室。2013年,教育部批准在全国成立听力与言语康复学专业(本科)。

12年的办学历经艰辛。我和同事们始终怀着“科学有险阻,苦战能过关”的信念,携手奋进,在学科建设、人才培养、科学研究与社会服务等方面取得了众多骄人的成绩。本着“科学研究、服务社会”的办学理念和“医教结合、文理结合、理论与实践相结合”的办学原则,组建了一支团队,攻关了10多项课题,创造了11项发明专利,成立了四个教学科研实践基地,构建了三套“言之有理、操之有物、行之有效”的理论体系和实践模式(即:言语康复的RPRAP理论与ATM实践模式、聋儿康复HSL理论与1+X+Y模式、多重障碍儿童多重干预的HRS理论与ATM实践模式),在全国特校建立了18所“医教结合”实验基地、23所“教育康复”师资培训基地,培养了学生3000多人,使上万残疾儿童得到

康复,对推动中国言语语言、听觉康复行业的发展以及特殊教育的改革作出了突出贡献。

在诸多的成果中,最使我感到自豪的是:2013年,我们研究团队申报的“言语听觉障碍儿童康复技术及其示范应用”科研成果,荣获上海市科学技术二等奖,凸显政府对“言听新行业”运行机制的高度认同。2015年,我们研究团队申报的“基于残障儿童综合康复理论的康复云平台的开发与示范应用”科研成果,再次荣获上海市科学技术二等奖。

然而,我们也清醒地认识到,成就和荣誉已成过去,新的机遇与挑战就在面前。我们必须继续顺应时代的发展与需求,与时俱进,不断创新,勇于改革,才能取得更大的成绩。

2012年9月,教育部等五部委联合发布12号文件,在“加大特殊教育教师培养力度”一项中提出:“加强特殊教育专业建设,拓宽专业领域,扩大培养规模,满足特殊教育事业发展的需要。改革培养模式,积极支持高等师范院校与医学院校合作,促进学科交叉,培养具有复合型知识技能的特殊教育教师、康复类专业技术人才。”2013年,经教育部批准,华东师范大学在全国率先成立教育康复学专业(本科)。教育康复学的设立是我国高等特殊教育改革的产物,符合当前特殊教育实施“医教结合”的改革思路,符合特殊教育新形势下对师资培养的需求,有助于发展基于学校的康复治疗模式。至2015年,包括华东师范大学在内,全国已有五所高校成立了教育康复学本科专业,许多医学类院校也开设了听力与言语康复学专业。

然而,新学科的建立与发展,必然面临许多理论与实际问题,其中的首要问题是课程与教材建设。在华东师范大学出版社的大力支持下,我们已经出版了多部相关专著。目前,由本人负责的专著《言语治疗学》即将付梓问世。我衷心地希望该书的出版能为言语听觉科学、听力与言语康复学、教育康复学、特殊教育学等专业的建设贡献绵薄之力,能为联合医学和教育两大系统的力量解决言语障碍儿童的需求贡献一份力量。

“木欣欣以向荣,泉涓涓而始流,赞医教之结合,感吾辈之逢时。”同仁们,让我们谨记:“空谈无益,实干兴邦!”大家携起手来,脚踏实地,求真务实,为中国康复医学和特殊教育事业的美好明天贡献力量!

### 黄昭鸣

Daniel Zhaoming Huang, Dr. Speech  
Ph. D. in Speech-language Pathology and Audiology  
The University of Washington  
华东师范大学言语听觉科学教育部重点实验室主任  
华东师范大学教育康复学系教授、博导  
2016年9月9日于美国西雅图

# 目 录

第一章 绪论	1
第一节 言语产生的机理	1
第二节 言语产生的三大系统和五大功能模块	4
第三节 言语治疗的原理	10
第二章 呼吸系统与言语	18
第一节 呼吸系统概述	18
第二节 呼吸道	20
第三节 肺与胸膜联接	21
第四节 胸廓结构	23
第五节 呼吸肌群及其神经支配	23
第六节 言语呼吸	25
第七节 呼吸动力学	26
第三章 言语呼吸障碍的评估	33
第一节 呼吸功能评估概述	33
第二节 呼吸功能主观评估	34
第三节 呼吸功能客观测量	35
第四章 言语呼吸障碍的矫治	49
第一节 呼吸障碍矫治概述	49
第二节 呼吸放松训练	50
第三节 呼吸方式异常的矫治	52
第四节 呼吸支持不足的矫治	58
第五节 呼吸与发声不协调的矫治	67
第五章 影响言语产生的呼吸性疾病	81
第一节 帕金森氏症	82
第二节 小脑病变	83
第三节 颈脊髓损伤	83
第四节 脑瘫	84
第五节 机械性通气	86



第六节	嗓音疾病	86
第七节	听力障碍	87
<b>第六章</b>	<b>喉与声带</b>	<b>89</b>
第一节	喉的骨架	89
第二节	喉腔内的瓣膜组织	96
第三节	喉部肌群	99
第四节	喉的神经支配	104
<b>第七章</b>	<b>发声系统与言语</b>	<b>107</b>
第一节	前发声阶段	108
第二节	声带振动阶段	111
第三节	声门波及其频谱特征	115
第四节	音区	117
第五节	嗓音基频和嗓音强度的控制	121
第六节	嗓音音质	122
第七节	声带物理模型	129
第八节	声带多层质量分布模型	132
<b>第八章</b>	<b>言语发声障碍的评估</b>	<b>141</b>
第一节	发声功能评估概述	141
第二节	发声功能主观评估	142
第三节	发声功能客观测量	146
<b>第九章</b>	<b>言语发声障碍的矫治</b>	<b>161</b>
第一节	发声障碍矫治概述	161
第二节	发声放松训练	162
第三节	音调异常的矫治	165
第四节	响度异常的矫治	181
第五节	音质异常的矫治	194
<b>第十章</b>	<b>影响言语产生的发声性疾病</b>	<b>203</b>
第一节	影响言语基频和强度控制能力的疾病	203
第二节	言语基频与强度的测量及临床含义	207
<b>第十一章</b>	<b>嗓音疾病的声学和电声门图测量</b>	<b>218</b>
第一节	嗓音声学测量和嗓音疾病	218
第二节	嗓音声学测量的临床含义	220
第三节	电声门图测量和嗓音疾病	222
第四节	电声门图测量的临床含义	224

<b>第十二章 喉部疾病的喉内窥镜测量</b> .....	231
第一节 喉的检查法 .....	231
第二节 喉内窥镜的计算机图像处理系统 .....	233
第三节 喉内窥镜诊察的临床解释 .....	239
第四节 喉内窥镜诊察仪的临床应用 .....	242
第五节 病人档案管理 .....	246
第六节 内窥镜检查的一些典型病例 .....	246
<b>第十三章 共鸣系统与言语</b> .....	251
第一节 共鸣原理 .....	251
第二节 共鸣系统 .....	254
<b>第十四章 言语共鸣障碍的评估</b> .....	258
第一节 共鸣功能评估概述 .....	258
第二节 口腔共鸣功能的评估 .....	259
第三节 鼻腔共鸣功能的评估 .....	264
<b>第十五章 言语共鸣障碍的矫治</b> .....	273
第一节 共鸣障碍矫治概述 .....	273
第二节 共鸣放松训练 .....	274
第三节 口腔共鸣异常的矫治 .....	276
第四节 鼻腔共鸣异常的矫治 .....	279
第五节 共鸣音质异常的矫治 .....	283
<b>第十六章 构音障碍的评估</b> .....	287
第一节 构音器官的解剖与生理 .....	287
第二节 普通话构音的语音学基础 .....	291
第三节 构音功能的评估 .....	293
<b>第十七章 构音障碍的矫治</b> .....	329
第一节 构音障碍矫治概述 .....	329
第二节 口部运动治疗 .....	332
第三节 构音运动治疗 .....	344
第四节 构音语音训练 .....	357
<b>第十八章 语音障碍的评估与矫治</b> .....	370
第一节 语音功能的评估 .....	370
第二节 语音障碍的矫治 .....	376
<b>第十九章 影响言语产生的相关疾病</b> .....	393
第一节 构音障碍 .....	394

第二节 听力障碍 .....	396
第三节 语音障碍 .....	398
第四节 气管切开术 .....	400
第五节 腭裂 .....	400
附录 1: 言语嗓音功能评估表 .....	403
附录 2: 构音功能评估表 .....	412
附录 3: 语音能力评估表 .....	425
附录 4: 口部运动功能评估分级标准 .....	431
附录 5: 构音运动功能评估分级标准 .....	435
附录 6: 喉内窥镜评估表 .....	436
附录 7: 构音训练游戏 声母音位习得 .....	440
参考文献 .....	446

# 第一章 绪 论

## 本章目标

阅读完本章之后,你将:

1. 掌握言语产生和感知的过程;
2. 了解言语处理过程中的三个水平;
3. 了解言语产生的三大系统和五大功能模块,以及言语生理和声学之间的关系;
4. 了解言语治疗的对象与流程。

言语障碍主要体现在呼吸、发声、共鸣、构音和语音五个方面的功能异常。正确的评估与治疗,是提高患者言语流畅性和清晰度的基础和前提,是进行正常言语沟通交流的重要保障。本书将从以上五个功能模块出发,对言语障碍的评估与治疗作较为详细的介绍。

## 第一节 言语产生的机理

言语的产生是在中枢神经系统的控制下,通过外周发音器官复杂而精确的运动从而产生语音来实现的。因此充分了解发音的原理,能为有效地选择不同的方法对言语语言障碍患者进行全面的评估、诊断和治疗奠定基础。在此之前,还必须明确两个概念:言语(speech)和语言(language)。在人们的日常生活中,言语和语言两个词往往被混用,但从言语病理学的角度来说,两者是有区别的,正确地区分“言语”和“语言”,可以帮助言语治疗人员正确地理解各种言语语言障碍,并进行有效的康复治疗。

### 一、言语和语言

语言是人类社会中约定俗成的符号系统,它是一个以语音或字形为物质外壳(形态),以词汇为建筑构建材料,以语法为结构规律而构成的体系。在人出生以后,经过各个言语器官长期综合的协调,有声语言(语音)逐渐形成,人们通过应用语音达到口语交流的目的。

形成语言的关键是语言中枢。语言中枢位于一侧大脑半球,习惯用右手者,语言中枢位于大脑左半球,习惯用左手者,其语言中枢位于大脑右半球。按照分工不同,语言中枢可分为四类:运动性语言中枢(言语中枢)、听性语言中枢(感觉中枢)、视运动性语言中枢(书写中枢)和视感觉性语言中枢(阅读中枢)。外界各种信号或刺激经过眼、耳等器官传递到大脑的语言中枢;语言中枢对传入的信号或刺激进行综合分析后,经由神经系统,将分析的结果传递到语言表达器官(主要指发音器官)。语言能力包括对符号的接受(理解)和运用(表达)的能力,其接受和表达的方式包括书写、阅读、肢体语言和哑语等。代表性的语言障碍为失语症(aphasia)和语言发育迟缓(delayed language development)。

言语是有声语言(口语)形成的机械过程,是人类沟通的主要途径之一,为使口语表达声音响亮、发音清晰,需要有与言语产生相关的神经和肌肉参与活动。

按照功能定位,可将大脑皮层划分成 47 个区,称之为波得曼区(Brodmann areas),如图 1.1 所示。与

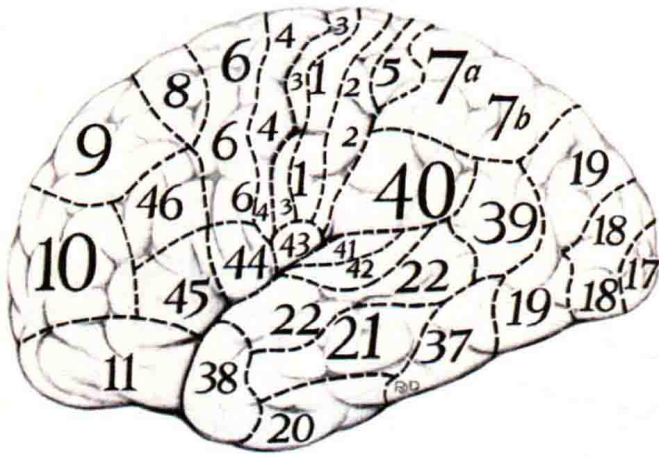


图 1.1 大脑的功能定位(波得曼区)

言语运动密切相关的是布罗卡言语区(44区与45区, Broca area), 它作为运动性语言中枢之一, 功能主要是控制、协调下颌、唇、舌、软腭等构音器官的肌肉运动, 为言语构音作准备。说话和唱歌时, 人脑的高级指令中心(包括大脑皮层的言语区), 首先确定形成言语特征序列的指令, 这些指令被传送到位于大脑额叶中央前回的运动皮质中, 运动皮质再发出一系列指令到位于脑干内的运动神经核和脊髓, 然后传送到呼吸、发声和构音系统的肌肉。当这些相关的神经或者肌肉发生病变时, 就会出现说话费力或发音不清等现象。代表性的言语障碍为运动性构音障碍(dysarthria)、嗓音障碍(voice disorder)和口吃(stutter)。

可以说, 言语是有声语言的第一步, 它是说话的动态的机械过程, 产生出的结果即为语音; 而语音在按照一定的语法结构和词汇等构成有意义的符号时, 才能被称为语言, 且这种语言是有声语言, 除此之外语言还包括肢体语言、书面语言和内部语言等。

## 二、言语的产生与感知

言语的产生是一个非常复杂的过程, 需要各言语器官的协调运动, 其中任何一个环节出现问题, 言语都难以准确形成。图 1.2 显示了人类言语产生(speech production)和言语感知(speech perception)的过程。

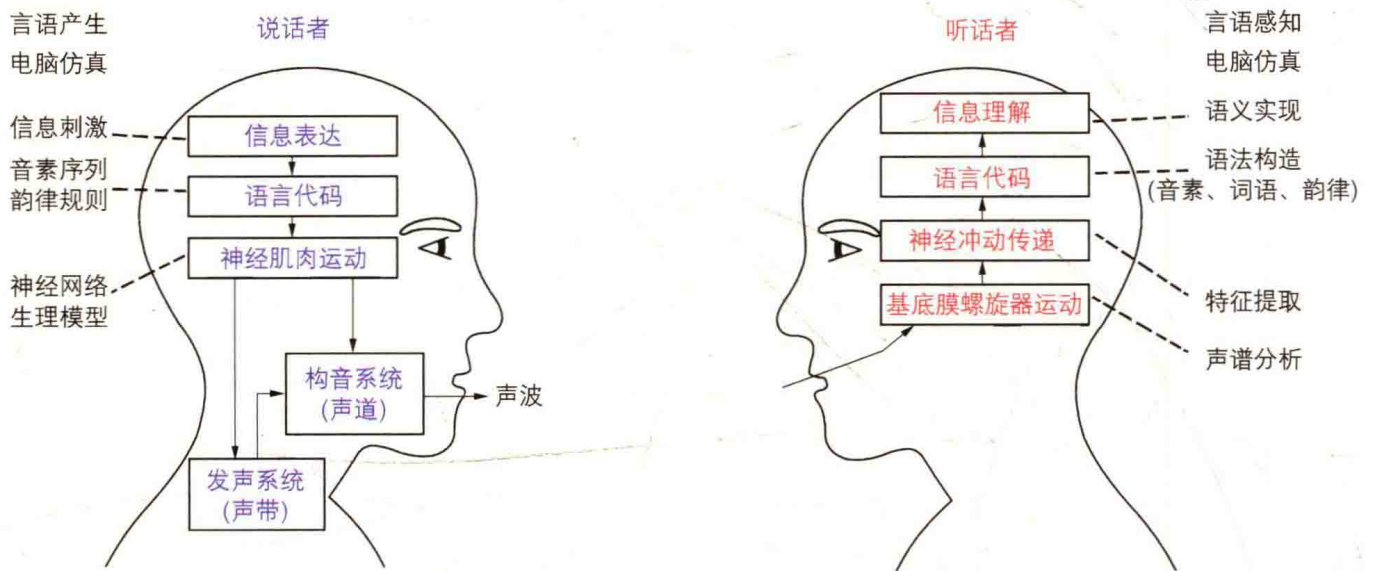


图 1.2 言语产生和感知过程

说话者在向听话者传递言语信息之前, 首先将该信息在大脑中进行加工处理, 这时言语产生的过程就开始了(相当于电脑仿真程序中的建立表达信息含义的刺激)。下一步是将该信息转变成语言代码(在电脑仿真程序中, 这相当于把信息源转变成一系列的音素序列, 并以韵律的方式标定其响度、音调、音长等特征)。选定了语言代码(语音特征)后, 说话者的神经系统就发出一系列神经肌肉的运动指令(神经冲动的传递及其受支配肌肉的运动), 促使声带发生振动, 进而声道形状发生变化。这些指令必须能够同时控制呼吸系统、发声系统和构音系统中各器官的运动(构音过程表现), 其中包括控制膈肌、声带、唇、下颌、舌部和软腭等结构的运动, 这样就产生了一系列有序的言语声, 最后由说话者发出。言语声最终以声波的形式输出(声学表现)。

当言语信号以声波的形式传递给听话者时, 言语的感知过程就开始了。首先, 言语信号在听话者内耳基底膜的螺旋器上进行声学信号处理, 这是对输入言语信号进行的初步声学分析。然后, 基底膜输出的声

音信号被转变成听觉神经传递的电信号,这相当于一个特征提取的过程。听觉神经冲动(即:神经电信号)传递到大脑高级听觉中枢后,将以一种十分抽象的方式转变成一种语言代码(相当于电脑的仿真程序中的句子构造),进而最终实现对言语信号的理解(相当于电脑的仿真程序中的语义实现)。

每一种言语声都能用抽象复杂的语音特征表现出来,即语音能力。语音能力可以从不同的角度来进行分析和考察。从心理学的角度分析,语音是语言符号的标记,是语言中唯一具有物质特性的部分。从生理学的角度分析,语音的构成(不包括机器合成)是指通过人类相关发音器官的运动来影响喉腔、咽腔、口腔或鼻腔内空气的流动,从而产生声波并形成语音的过程。所谓的发音器官,如肺、声带、舌等,在解剖和生理学中,它们原本分属于呼吸器官和消化器官,但是因为语言在人类现代文明社会生活中的作用越来越重要,所以,我们从发音功能的角度把这些器官归为一类,并从思维科学、通讯科学、社会学、人类学等现代学科的角度对发音器官的机制和功能进行了科学研究。

语音能力还可以从计算机处理的角度(输入—输出机制)加以考察,即语音的收发能力。将语音看作一种语言代码时,语音输入就是对语言代码进行信息理解,这是一个由表层向深层过渡的过程,称为语音解码(phonetic decode);而语音输出则是将信息以语言代码的形式表达出来,是一个由深层向表层过渡的过程,其最后一个程序则是语音编码(phonetic code)。可见输入和输出则是一组逆向的过程,而语音能力恰好分属于听觉功能和言语技能的最表层。但是,从语言获得和语言发展的角度来看,语音输入的能力跟语音输出的能力一般是不平衡的。在时间上,语音“输入”能力的获得大大早于“输出”能力的获得,并且“输入”的容量也远远大于“输出”的容量。

在日常生活和工作中,人们运用言语进行交往和传递信息,而产生和运用言语的过程常常是无意识的,人们意识不到有哪些言语器官参与了此过程,以及它们是如何运动的。实际上,言语处理的过程是相当复杂的。为了便于理解,可将言语的产生(说话者)和感知(听话者)过程分为三个水平,如图 1.3 所示。

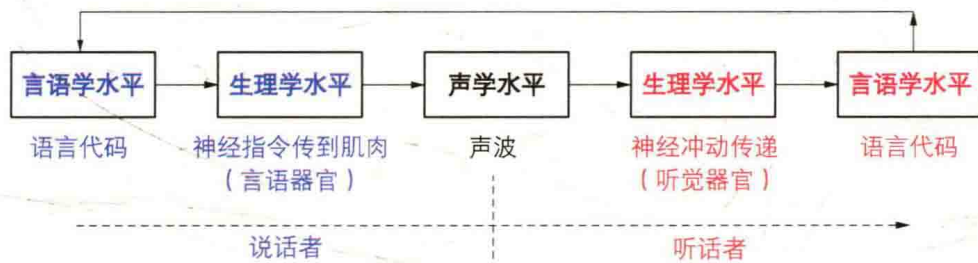


图 1.3 言语听觉链

### 1. 言语学水平 (speech level)

言语学水平阶段的活动是在大脑内完成的。不论是汉语、英语,还是其他语种,都是以规定的符号为基础,用语言学概念将所要表达的内容组合起来,例如,小单位由一个个的音排列成单词,大单位依语法结构排列成词组、句子和文章等。

### 2. 生理学水平 (physiological level)

决定了要表达的内容后,呼吸器官、发声器官和构音器官就开始工作了。通过这些器官的协调运动,人们说出单词、词组、句子和文章。例如,表达“苹果”这个词时,要在大脑和神经的支配下,通过言语肌群(呼吸肌群、发声肌群和构音肌群)的协调运动来实现;在说出这个词后,其声音通过听话者的外耳、中耳、内耳、听神经传到听觉中枢,同时,也通过同样的途径传到说话者的听觉中枢。由此,说话者可以调节和控制自己说话的音调和音量。

### 3. 声学水平 (acoustic level)

通过言语肌群的协调运动产生的单词或语句,是以声音的形式传递的。这种形式包括三方面的因素:

声音的大小(强度)、声音的高低(音调)和声音的长短(时长)。

在言语处理过程中,每一水平都很复杂,而且要表达的意图、内容的组合、发音器官(呼吸器官、发声器官和构音器官)的协调运动等都随着年龄的变化而变化,所以,言语功能与大脑的发育有关。如果存在先天性因素导致的大脑发育不全,便会不同程度地影响言语学水平的处理过程。后天性因素,如脑梗死或脑外伤等损伤了大脑的语言中枢,也会影响言语学水平和生理学水平的处理过程,进而影响声学水平。如在言语发育完成之前发生听力障碍,则言语产生和感知的三个水平都会受到影响。

## 第二节 言语产生的三大系统和五大功能模块



图 1.4 言语产生的三大系统

言语的产生过程涉及三大系统、五大功能模块,三大系统是指呼吸系统、发声系统和共鸣系统,如图 1.4 所示。在三大系统的基础上再加上构音和语音,则形成了五大功能模块,如图 1.6 所示。

贮存在肺、气管与支气管内的气体随呼气运动有规律地排出,形成气流;当气流到达声门处时,被转变成一系列的脉冲信号(声门波),然后通过声道的共鸣作用,形成具有适当形态的声波,最终由嘴和鼻发出并产生言语信号(声波)。在言语的产生过程中,听觉反馈使说话者能够更好地调节自身言语的输出。

言语产生的决定性条件是声带振动。声带作为振动源,可以用其位置、形状、大小和黏弹性来

描述其特征。声带的振动受到喉部发声肌群、声带结构及其附属结构的影响。声道指位于喉与唇、鼻之间的通道,是一个共鸣腔。声道的形状主要通过构音器官的运动来进行调节,但也受到声带振动方式的影响,如图 1.5 所示。从声学角度来看,声带有两个主要功能:其一,把直流气流转换成交流气流;其二,把气流的动能转变成声学能量。

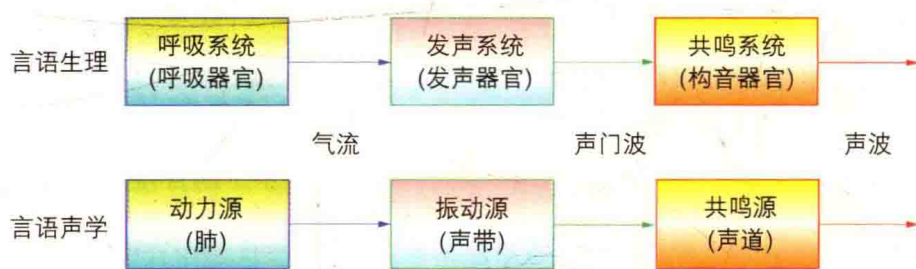


图 1.5 言语生理和言语声学之间的关系

从言语的发育角度而言,言语由呼吸(R)、发声(P)、共鸣(R)、构音(A)和语音(P)五个板块构成,即:“言语产生的 RPRAP 理论”(如图 1.6 所示)。其中,呼吸是言语产生的动力源。在言语过程中,需要瞬间吸入大量的气体并维持平稳的呼气,用较小的气流来维持足够的声门下压,这种呼吸调节过程要求呼气运动与吸气运动之间相互协同和拮抗,即呼吸支持。因此,呼吸支持是言语的基础。发声时产生振动源。呼吸时产生的气流作用于声带,声带运动并产生振动,发出声音,这一过程即为发声。因此,发声时声带振动,形成振动源。不同的共鸣形成不同的嗓音。声带振动产生的声能脉冲信号通过咽腔、口腔、鼻腔时,会产生不同的共鸣,从而形成不同音色的嗓音。构音是言语发育过程的转化点。舌、软腭等构音器官的运

动,改变了声道的形状大小,从而使人发出不同的元音和辅音,使单纯的声音向复杂的构音转化。**语音是言语发育过程的连接点。**它是人类发音器官发出的具有区别意义功能的声音,包括超音段音位和音段音位(二者将构音与连续的语音连接起来)。

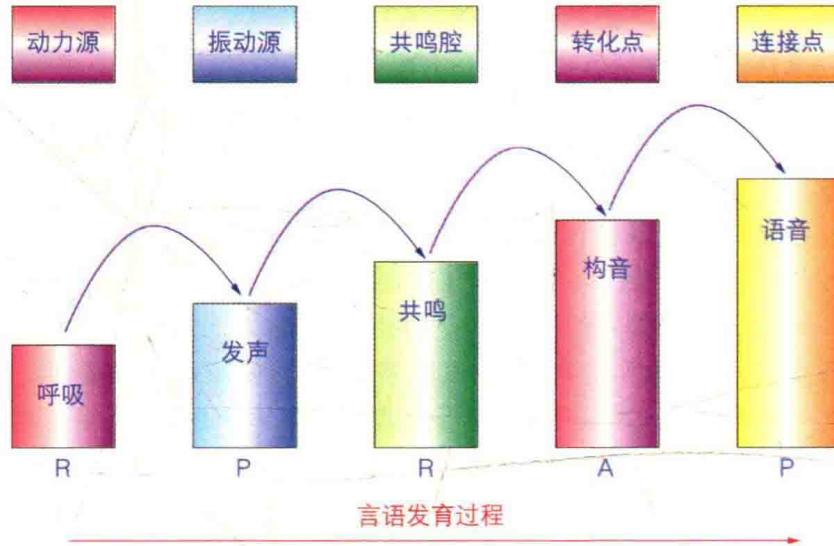


图 1.6 言语产生的五大功能模块

## 一、呼吸与言语

呼吸(respiration)是人体重要的生命活动之一。如图 1.7 所示,当人体吸气时,膈肌和肋间外肌收缩,胸廓扩张,膈肌下降,胸腔内负压增大,外界富含氧气的新鲜空气经气道进入肺泡内,氧气透过肺泡壁进入毛细血管内,而毛细血管内由组织新陈代谢而产生的二氧化碳进入到肺泡内。人体呼气时,膈肌及肋间外肌松弛,肋间内肌收缩,胸廓依靠弹性回收,二氧化碳便经气道排出体外。由呼吸肌的收缩和舒张所引起的胸腔的扩大与缩小,称为呼吸运动。平静状态下,吸气时胸腔的前后、左右和上下径均增大,肺容积随之增大,空气被吸入肺内,称为吸气运动。呼气时胸腔各径均缩小,肺内部分气体被驱出,称为呼气运动。言语呼吸是以平静状态下的生理呼吸为基础的。言语是在呼气的过程中产生的。言语呼吸,要求瞬时吸入较多的气体,呼气则是一个缓慢的过程,呼出的气流能使声带振动,产生嗓音。**肺的运动,是言语产生的动力源。**

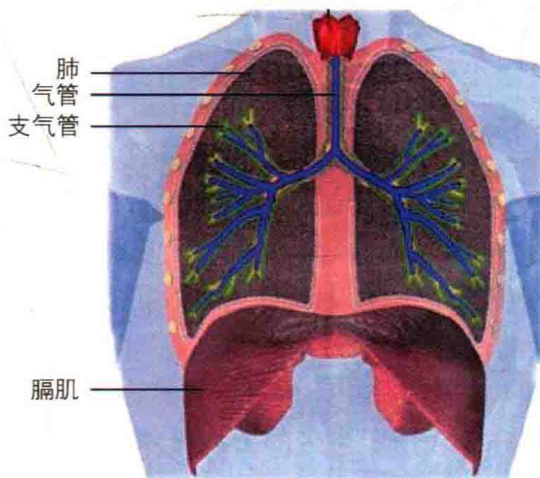


图 1.7 呼吸器官示意图

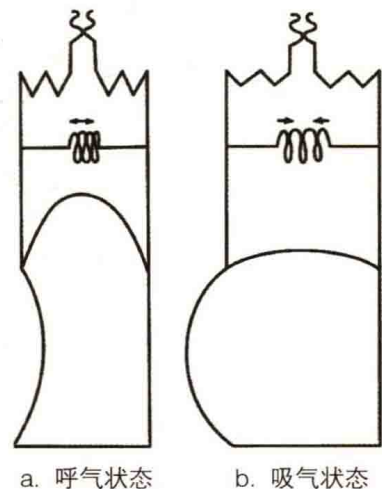


图 1.8 呼吸系统的物理模型

呼吸系统的生理和物理模型如图 1.7 和图 1.8 所示。图中,肺组织类似于一个弹簧,膈肌位于胸腔和腹腔之间。图 1.8a 是机体处于呼气状态时的模型,此时,肺内压小于大气压,膈肌舒张,腹部回缩,胸腔容积减小,肺部被压缩,气体排出。图 1.8b 是机体处于吸气状态时的模型,此时,肺内压大于大气压,膈肌收



缩,腹部突出,胸腔容积增大,肺组织扩张,气体吸入。

言语过程中的快速吸气运动,源自胸腔和肺部的扩张,以及膈肌的快速收缩下移。当呼气肌(主要是肋间内肌)收缩和吸气肌(主要是肋间外肌和膈肌)舒张时,胸腔内产生的压力大于大气压,再加上肺的弹性回缩力的共同作用,使胸腔逐渐变小。双肺体积的缩小增加了肺内压力,使得气流被呼出。气流呼出的多少,能直接控制言语声的大小:耳语声需要的气流量非常少;相反,大声说话要求呼出的气流量大。

## 二、发声与言语

气流从肺部呼出,途经肺泡、支气管和气管,然后到达喉部。如图 1.9 所示,两侧声带位于喉部,声带间的区域称为声门,a 图表示声门开放,b 图表示声门闭合。

图 1.9a 中,吸气时声门开放呈倒置的“V”形,空气经过声门,无任何阻力地到达肺部。吸气完成后声门闭合呈“l”形,如图 1.9b 所示。发声时,呼出的气流挤开声门,使声带产生振动。声带振动产生一系列气流脉冲波,并转化成一系列声能脉冲信号,从而形成言语的基本声源,这就是发声(phonation),或被称为嗓音。**运动的声带,是言语产生的振动源。**

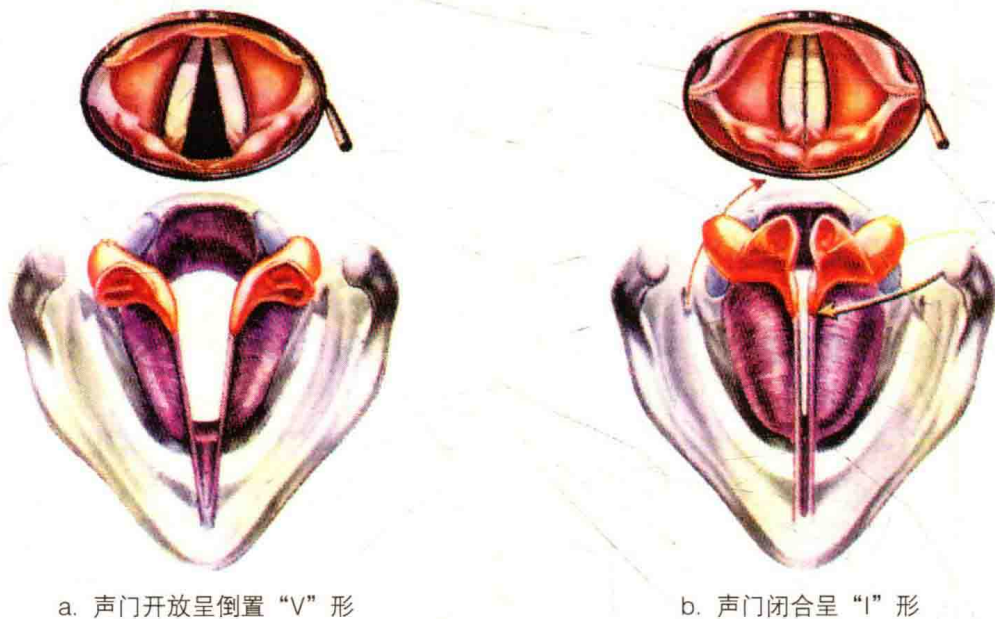


图 1.9 声带示意图

如图 1.10 所示,喉主要有三种发声功能:其一,气流形成的声门下压作用于声带,使两侧声带边缘在靠近到一定程度时产生振动,发出浊音;其二,开启声带,发出清音;其三,作为发声系统的重要组成部分,喉为构音系统提供必需的声学能量。

图 1.11 是声带(vocal folds)单质量块模型示意图。图中,声带类似于一个机械振荡器, $M$  代表声带的质量,弹性系数  $K$  代表声带张力,黏性阻尼  $B$  代表声带关闭时双侧声带之间相互碰撞的边界状态(即阻尼状态)。而没有相互碰撞的声带表面则是无质量的或是流体的。当双侧声带在中线相遇时,它们会失去一部分冲量。但是,由于声带固有的特性(惯性),它们仍将向中线移动,其结果是声门关闭一段时间。当声门关闭时,由于声带自身弹力,会立刻出现一个作用于声带的力冲开声门。于是,声带产生了自激振荡。

图 1.11 中, $P_s$  表示声门下压(subglottal air pressure), $P_1$  和  $P_2$  分别表示声门输入和输出的压力, $U_g$  表示气流通过声门时的速度。呼气时,气流开始经过声门,声带向中线靠拢,使声门间的气道变得窄小,阻止声门间的气流通过,从而使声门下压增加。声门下压的增加使声门间的气流速度加快,结果使声门间产生负压,两侧声带互相吸引,从而使声门关闭,这种现象称为伯努利效应。