

lc

# 歌唱发音的 科学基础

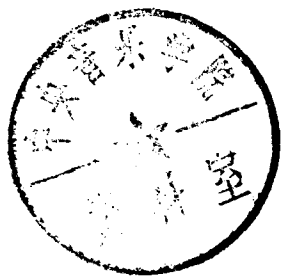
林俊卿著

上海音乐出版社

14611

# 歌唱发音的科学基础

林俊卿 著



上海音乐出版社

(沪)新登字 105 号

责任编辑： 方立平  
                  赵维庆  
封面设计： 戴逸如

**歌唱发音的科学基础**

林俊卿 著

上海音乐出版社出版、发行

(上海绍兴路74号)

新华书店经销 上海十二印刷厂印刷

开本 850×1168 1/32 印张 7.375 插页 3 字数 183,000

1982年9月第1版 1992年1月第4次印刷

印数：29,001—33,000册

ISBN 7-80553-339-3/J-291 定价：3.75元

## 重 版 前 言

此书自 1962 年问世以来,和另外两本书(《歌唱发音的机能状态》、《歌唱发音不正确的原因及纠正方法》)一样,得到了声乐工作者、嗓音科学研究者及业余声乐爱好者的支持,作为一本声乐科学的参考书发挥了一定的效用。

近年来,又相继流传国外,引起了外国朋友和海外同胞的关注。现在上海文艺出版社决定把它重版,我觉得很有必要。

此次重版又进行了必要的修改并增加了第五章。着重加强了有关意大利美声唱法的论述,较详细地阐明了美声唱法的技术特点及其发音的优越所在。希望能对读者有所帮助。由于作者水平所限,肯定还有错误和不够全面之处,敬请批评指正。

作 者

# 目 次

## 重版前言

第一章 引言	1
第二章 发音的机能状态	3
第一节 歌唱时的呼吸	6
呼吸的种类 歌唱时呼吸的特点 有“控制”的气息 正确的歌唱呼吸方法 论气势 腹部与胸部两种呼吸“控制”效果的比较 歌唱时感到“气短”与“换气”动作不灵活的原因 渐弱唱法的呼吸要特殊训练 呼吸技术的高下及其效果 歌唱时的空气排出量 “肺活量”对歌唱能力的影响 神经系统控制呼吸的机能 歌唱呼吸动作的“自动化”及大脑“半意识性”控制呼吸的机能 歌唱技巧到了纯熟的阶段,感情是“半意识性”控制呼吸的“机钮”	
第二节 声带发音的机能状态	38
声器的构造及发声的机能 决定声音高低及轻响的条件 声带构造的特性及其机能的特性 物理学上的发音原理 声带振动发音部分长短固定的发音实况 环甲肌拉紧声带的发音法 甲披裂肌缩短声带的发音法 声带发音情况跟着“音高”变化的规律 声带发音能力与气息的关系 喉肌调节声带发音的工作规律 喉肌工作失去正常规律的情形及其危害性 女声为什么与男声不同 声音发沙的原因 怎样使音色明亮 准确的发声法 声带与假声带的括约机能	
第三节 论“真”“假”声问题	69
对“真”“假”声意见有分歧的原因 论断声音的“真”“假”应当以发音原理为根据 论断“真”“假”声的几个不同的方法	
第四节 论声音的颤动	77
声音颤动的情形不同即产生不同的效果 对于声音颤动的观察 声音颤动究竟在生理上是怎样的动作 发抖的现象 发抖的原因	
第五节 歌唱调节共鸣的原理	81
物体发音的原理 音弦的发音原理 大的“开管”发音的原理 管中空	

气的“粘性”对发音的影响；细“开管”的发音原理 “闭管”的各型振动 “开管”与“闭管”发音的性能不同点 “气室”的发音原理 空气在固体的边缘激动而产生声音的原理 共鸣原理 比较复杂的共鸣作用 共鸣能改变音色 气体与固体在起共鸣的性能上的差别 共鸣能加大音量的原因 “惯性”与“挫丧”对共鸣振动的影响 应用簧为空气柱振动的“策动者”的发音原理 簧管“发音偶组”的发音性能 决定簧管乐器音色的因素 簧管乐器在性能上有“开管”类型与“闭管”类型之分 “开管”类型的簧管乐器的发音原理 人声产生“弛振”的原理 喇叭的功效 人声的共鸣作用 论舌部肌肉 舌部的动作所引起的共鸣腔的变化 论咽部肌肉 舌骨舌肌与咽括约下肌同样可以提高喉器及调节咽腔的大小，但发音的效果不同 咽肌工作时对共鸣腔的影响 发音时口唇舌部的动态 “人的乐器”的发音原理 调节“发音管”的原则 “人的乐器”调节“发音管”的机能 调节“发音管”发最低音的基本姿势 应用咽喉为“发音管”以唱中音的基本姿势 咽部的活动有“控制”气息的作用 歌唱的“弛振”发音情形 单独应用咽喉为“发音管”的发音情形 从声学上解释“假声” 高低不同类型的歌唱家调节“发音管”方法之不同点 高低不同类型的歌音音色不同的原因 不能调节“发音管”即不能歌唱 “发音管”调节得太细，发音的能力仍是不强 单凭天然的本能而练习发音的缺点 歌唱时调节泛音共鸣的方法 调节泛音共鸣的基本姿势 调节“发音管”的方法不正确即影响到泛音共鸣的情形；影响表音的技巧及声带发音的机能 伸缩咽腔的两个方法 单独应用舌部调节“发音管”的缺点 正确的调节共鸣的方法 民歌歌唱发音的特点 正确的民歌歌唱发音法

## 第六节 论歌唱中产生“换音”(或“破裂”)的原因及避免

其产生的方法 . . . . . 174

产生“换音”的原因 最容易产生“换音”的情形 “换音”对女声是一个比较重要的问题 避免产生“换音”的方法

## 第三章 表音的机能状态 . . . . . 181

### 第一节 母音 . . . . . 181

发母音的基本姿势 歌唱时发母音的技巧

### 第二节 子音 . . . . . 189

子音的分类 歌唱时咬子音的技巧

## 第四章 噪音在艺术上的应用 . . . . . 192

### 第一节 论噪音在艺术上的应用问题 . . . . . 192

对发音法的正确性，从科学与艺术不同的角度看，是可能会有不同的结论的

12563116

在艺术上嗓音的应用应以符合风格为主

第二节	论造成歌声的音质与音色有变化的原因	193
第三节	不同流派唱法应用不同风格的声音于歌唱的情形	201
	西洋古典唱法发音上的特点 西洋唱法男女声嗓音应用的不同 西洋高低音不同类型的歌唱家“集中”声音的方法不同 西洋女高音发音的特点 西洋女低音(包括女中音与女低音)发音的特点 西洋男高音发音的特点 西洋男中音与男低音发音共同的特点 中国民族传统唱法发音共同的特点	
第五章	意大利美声唱法的发音特点	207
第一节	音量普遍比较大	207
第二节	音质上下统一而比较结实	207
第三节	在能力范围内,只要调节“发水管”的功夫到家,唱得越响越高越不费力	208
第四节	歌声特别有“韧性”	213
第五节	母音的音色大部分靠咽部形成	216
附录	歌唱的卫生	219
	歌唱方法与卫生的关系	219
	呼吸肌肉的发展失去平衡 发音器官与呼气失去功能的平衡 喉肌的发展失去平衡 “发水管”调节失当 调节“发水管”不能配合“音高”与呼气歌唱的时间与卫生的关系 不自量力的弊病 因发音不正确或发声疲劳过度所致的疾病 健康不正常对歌唱的影响 扁桃腺对于歌唱的关系	
	系	
参考书目		225

## 第一章 引 言

在我们的国家里，声乐艺术和其他姊妹艺术一样，是为人民服务，为社会主义服务的有力工具之一。

大家知道，随着我国经济建设上的飞跃发展，文化事业日益繁荣，我们专业和业余声乐工作者的队伍亦日益发展壮大，对声乐理论研究的兴趣也日趋浓厚。为适应广大声乐工作者的需要，谨将个人多年来在声乐科学上的研究所得，提供给读者以作参考。

我们知道，歌唱是“用人声唱出与语言结合的音乐。”这个粗浅的定义指出构成歌唱行为的第一个要素是人的声音。婴孩出世未久，不会说话，就会发出声音。发声的最大目的是表达思想。以这个目的来说，声音只要相当响亮、清楚、流利也就够了；声音的好坏对语言并没有什么大关系。但以歌唱而论，声音的好坏却是最基本的问题。不言而喻：音量之大小，音域之广狭，音质之刚柔对于富有艺术性的歌唱是何等重要。所以正确的发声是歌唱的一个重要物质基础。

一般的说，声音的好坏是以悦耳的程度来衡量的。悦耳这个形容词虽然很空泛，但我们把任何人发出的声音仔细研究一下，便可发现它的悦耳或不悦耳自有一定的界线。判断悦耳的标准，不外下列几点：

一、声音的本质是否纯净、美妙而富有动人的情感；

二、声音是否相当响亮而丰满圆润（我国古人常以“珠圆玉润”一辞形容歌喉之美）；

三、声音是否均匀平稳，是否前后一致，高低同型；

四、声音是否具备“韧性”，是否可大可小、可刚可柔，亮暗变



化自如。

要达到这四点，单靠人类天生的声音和自然的发音法是办不到的。音浪能均匀平稳，声音有“韧性”，音质能始终丰满圆润，不经过技术上的琢磨是不能达到的。

歌唱既是用人声唱出带有语言的音乐，则除声音以外，第二步即涉及语言。平时我们说话都只求达意，不求发音十分准确，故若用说话的声音来唱歌，歌词往往会含糊不清。清晰准确的语言发音原是语言教育的一个部门。所谓表音学(或语音学)就是研究每一个字(西洋文字还要研究每一个字母，每一个音节)每一个词句的准确发音。表音学原则的应用，在歌唱方面比在语言方面更复杂；因为歌唱时不但要吐字准确，并且要兼顾声乐的种种技术和音乐的表情等等。所以“声乐的表音法”与语言学的表音法是两种不同的方法。表音的目的是表达思想感情，是带有艺术性的，表音法的研究是研究如何咬字才能符合音响学的规律而发出正确的子音和母音，是科学性的。语言既系形成歌唱行为的第二要素，那么，正确的“声乐表音法”自然则是歌唱的另一个重要物质基础。

有了好的声音，加上准确的表音，我们就可以开始练习歌曲了。练习歌曲时要注意到音乐上的各种问题，如节奏及表情等。普通人要能随便唱歌并不难，但要有艺术的成就便需要许多条件：在发音技巧方面，第一是天赋(天赋包括两个要点：发音器没有重要的缺陷，对音乐的感觉很灵敏)；第二是良师的指导和正确的方法；第三是勤学苦练的恒心。只有这样才能获得合乎艺术要求的发音能力和技巧。

本书的意旨是要应用生理学、解剖学、物理学、音响学等部门的知识，从科学的角度分析阐述歌唱技能及其发展与应用的物质基础，包括发音器官的发音生理机能及在发音过程中神经系统策动这些器官工作的心理状态。

希望此书对学习歌唱发音的同志们，有所裨益。

## 第二章 发音的机能状态

肺部的空气由气管呼出,因震动喉部的声带而发声;声音经过喉腔、咽腔、口腔、鼻腔各部分的时候,又得到共鸣而放大。这是最简单的发声原理。发音器官每次发声虽然同样要有呼气作为原动力,声带的振动作为声源及共鸣腔所起的共鸣使音量加大这三个因素,但是在发不同“音高”的声音时,这三个因素互相配合的情况是不同的。当发声为了达到发言或歌唱不同的目的,即使发同样高低的音,这些因素的互相配合情况也必然有所差异。谁都知道,说话的目的是通过语言表达思想。一个人只要发音器官与咬字器官(主要是舌、咽、唇、下巴这些部分)正常,而听觉没有毛病,通过语言的学习就能正常发音说话。一般人,特别是那些住在城市里的,在生活中室内说话的机会比较多,不常在室外向远处呼唤,因之其说话发音机能虽属正常,其发音能力往往不强,遇到须作较长时间的谈话或连续高声呼唤,嗓子容易疲劳,声音容易变沙变哑。歌唱则是把人的发音器官当作一部乐器来使用。一个人要学会唱一般的歌曲并不难,只要他耳朵能辨别“音高”,同时他能把说话的声音按“音高”调节就行,要能把技巧很高的艺术歌曲唱得技术上比较完整,可就很难。要能把技巧很高的曲子唱好,在能力与技巧上必须具备下列几个条件:第一,必须先锻炼发音器官达到有超过自然范围的发音能力,使音量普遍加大,音域增宽到超过说话的音域一倍以上;第二,在发音能力增强的基础上训练声音走动时有准确的“音高”,由低转高或由高转低动作都相当灵活,音量能大能小,而伸缩自如,音色能随着感情的起伏如意变化;第三,进一步要在这种音乐性很强的特殊发音情况下,学习把歌词吐清楚。

据观察,当人们初学发声,不论是为说话还是为歌唱,一般都应用比较自然的发音方法,到后来因发音须要符合不同目的要求才逐渐“分化”,在方法的应用上才逐渐有分歧。当开始有分歧时,大多数只是在量方面有不同程度的发展(就是这时候方法上的分歧较少,只是能力发展的程度较有差别。比方多练习歌唱之后,发音就比较有力量而比较能持久),到后来才造成在质方面有显著的差别(就是方法上的分歧比较多。例如发音时有关肌肉的工作情况,声带的动态以及能发出声音的音响学原理皆不相同)。从这点我们可推想到,一个人如果只想学会唱技巧不高的曲子,可随便应用自然说话发音方法没有多大关系;如果想发展其嗓音到能发出较美妙的声音,或是把一只技巧很高的曲子唱得技术上比较完整,则必须通过用一套专门发展嗓音的方法长期训练;不但如此,在训练中他还必须不断解除自然说话方法中某些对嗓音发展有妨碍的不良习惯,嗓音的发展才有可能攀上高峰。为什么必须这样呢?上面说过,说话与歌唱虽然都有发音的动作,其实是两种不同的技能。前者虽然有发音的动作,但大部分是咬字吐词的技巧;而后者则虽然也有咬字吐词,但主要则是发美妙的声音和用声音表现音乐艺术的技巧。当它们分道发展,分化到一定的程度之后,它们之间在发音机能上就会产生相当大的矛盾,到引起心理学上的所谓“互相干涉”作用。具体来说:我们知道,用不同语言来说话,咬字吐词的方法是不同的。一个人如果经常用一种方言说话,其发声器官和咬字器官及咬字器官在生理机能的发展上,必定共同走上适应这种方言的发音咬字习惯的道路,而在适应这种发音习惯的过程中,某些常用的肌肉必定会逐渐变为比较强壮,而那些少用的肌肉则相反的必定会变为比较软弱。这样,久而久之,也就必定造成发声器官和咬字器官的某些部分,因肌肉过于发达而经常处于紧张状态。这样对说话发音来说,可能一时没有多大妨碍,对正规的发展歌唱发音能力及技巧来说,可就很不利。京剧传统在练唱上有这样说法:“咬字要象大猫衔小猫那样,不要太用力把字‘咬死’。”不但歌唱时咬字须用特别方法,即在发音上,我国民族戏曲

传统也要求始终要用“丹田”气的方法来发音，要求声音响亮带金属性的“堂音”，要求唱高用“脑后音”等。这些在说话的发音都没有的。可见歌唱必须应用与普通说话不同的发音方法和咬字方法才能达到艺术的要求。

训练歌唱嗓音的必须应用与说话发音不同的另一套方法，理论上是清楚了，可是，实际上对那些只要用普通的音量而在说话音域范围之内歌唱的人，往往很难取得了解。因为在说话音域范围之内进行歌唱，他们可纯用说话的发音方法，而不感到有甚么困难。声音的美不美是另一回事。有些人因为他们迷信了以往的说法，“说话与歌唱的发音机能是完全一样的，认为要获得唱高的能力，惟有按自然发音法训练‘循序渐进’。”由于不相信要发展歌唱的嗓音须另用特殊的方法，这种人往往一辈子在“循序”而结果是“不进”，也不知道是什么原故。这种理论只有那些需要唱得很高及唱得很响而经过正确的方法训练获得了这种能力的人，才能切身体会到其正确性。某些发高音能力很强的京剧老生们曾告诉我们，要唱高音必须运“丹田”气，用“脑后音”。意大利的高音歌唱家们也常常告诉我们，唱高音必须用很浓的“头音”，声音才会结实、脆亮，唱来才比较不费力；还说歌唱家须经常用一种发“咽音”的方法来练声，才能很快地发展歌唱发音能力达到超过自然范围的地步。嗓音科学家们研究他们的发音情况之后告诉我们，他们这些高音歌唱家们所以有比一般人强的发音能力，是因为他们歌唱时应用一种与天然说话发音截然不同的发音方法：在一般人说话发音的情况，声带是被拉长拉紧的，同时声带的振动是整体的，而在他们发高音时的情况，声带则自动缩短，内部自己张紧，边缘变薄，而声带的振动也只限于其边缘变薄部分。这种发音方法虽然不自然，但发音效率很高，所以用它发高音可比较不费力。据了解，一般发音能力很强的歌唱家们所以能应用这种特殊的发音法于歌唱，没有例外的都是经过知道这种方法的良师的指导，和自己长期按方法锻炼的结果。譬如跳高，要跳超过一般的高度，不可随便用比较自然的“跨越式”姿势来跳，必须用较不自然但的确能跳得比

较高的“俯卧式”、“仰卧式”甚至很不自然的“背越式”等姿势。

说话与歌唱的发音既然机能上有差别，要知道差别究竟在什么地方，自然必须先了解有关发音的生理解剖及发音的音响学原理，然后一方面观察一般人用天然说话发音方法来发音的机能状态，了解其对歌唱要求所存在的缺点，另一方面观察发音能力较强的某些歌唱家们发音动作的特点来进行比较。这样才能知道哪些的确是歌唱发音比较正确的方法，以这些方法作为标准，我们才能具体指出一般人学习歌唱发音时所犯的错误，也才能想出办法预防或矫正。在此必须说明，所谓“比较正确”是指发音效率比较高，对发声器官的健康比较有利，不是从艺术的角度来说的。在艺术上，发音正确与否，是以是否符合艺术风格来衡量的。

## 第一节 歌唱时的呼吸

歌唱时的呼吸，与日常生活中的呼吸或说话时的呼吸，有时相同，有时截然不同。平常的呼吸纯为天然的动作；歌唱（尤其是唱相当艰难的段落）的呼吸，则是高度技术性的、后天训练的结果。我们可以用解剖生理上的许多事实逐一分析证明。

**呼吸的种类** 呼吸可分三种：第一种是身心安静时的呼吸；第二种是体力劳动时或心情紧张兴奋时的呼吸；第三种是大声疾呼时或歌唱时的呼吸——这是一种有意识的强力呼吸。

一个人身心安静时的呼吸，需要的空气不多：只要把膈膜<sup>①</sup>（俗称横膈膜）慢慢的轮流作收缩<sup>②</sup>与放松的动作，就能供给所需要的空气量。作此种呼吸时，若用爱克司光透视，即可看到胸廓<sup>③</sup>并无明显的改变；只有膈膜慢慢的上下动，吸气时即把腹部的内脏压下去，故腹部略呈突出现象；膈膜一上一下的动作，其位置高低相差，通常为30至50公厘。

- ① 膈膜为吸气肌肉之一，用力时是往下动的。
- ② 凡肌肉用力即自动缩短，生理学上称之为“收缩”。
- ③ 胸廓为整个胸部的轮廓。

根据生理解剖,不论男女老少,作此安静时的呼吸,都主要靠下面图表中所列的肌肉工作。

遇到需要呼吸较多的空气的时候(即体力劳动或情绪紧张时),即不能单靠膈膜的动作,而需要运用胸腹的各种肌肉了,吸气时,除膈膜照常往下收缩外,胸部有提高肋骨作用的各肌肉(即所谓吸气肌肉群)也同时收缩,把所有肋骨一齐提高,这提高的动作是用胸部上端第一对肋骨做动力支点的。人的胸部构造非常奇妙,全部肋骨都呈弓形,肋骨的支力点即在弓形的两端;故吸气肌肉群用力收缩时,肋骨的弓弧即随之而提高并向外展开,使胸腔<sup>①</sup>容量大为增加,从而吸入大量空气。呼气的动作则比较简单,只须把

安 静 时 的 吸 气	
用 力 工 作 的 肌 肉	作 用
(1) 膈方肌	固定第 11、12 肋骨。
(2) 胸部吸气肌肉群一齐用力,	(1) 提高第 3、4、5、6 肋骨,使: (甲)胸部的前右径加大; (乙)上腹的前后径略为加大; (丙)第 1、2 肋骨间距离变小; (丁)其余的肋骨间距离皆变大。 (2) 提高第 8、9、10 肋骨,使其往两侧与背后扩张,把上腹的左右径加大。
(3) 膈膜	往下移动(左边约移动 12 公厘,右边约移动 12.5 公厘)胸腔的上下径因之增加。

安 静 时 的 呼 气	
工 作 的 肌 肉	作 用
(1) 扩大胸廓肌肉〔即上表中的 (1)(2)(3)〕一齐放松,使胸廓自然弹缩。	胸廓收缩,恢复吸气前的状态。
(2) 腹部肌肉略为用力工作,帮助膈膜恢复吸气前的位置。	(1) 把腹部的内脏推回吸气前的位置。 (2) 拉下胸廓的下部,使胸廓收缩得更快。

① 胸腔为胸部内的容积。

膈膜和吸气肌肉群一齐放松，胸廓原来是有弹性的，所以自然会瘪缩，从而把空气压出。可是单靠胸廓的弹性，瘪缩得比较慢，倘呼气时呼气肌肉群也一齐收缩，就更能促使胸廓很快的恢复原状。

体力劳动时作深吸的情形	
用力工作的肌肉	作用
(1) 背部各肌肉，	固定背部及两肩胛骨靠近脊椎的边缘。
(2) 由上肢达到胸部各肌肉(斜方肌、前锯肌、胸大肌、胸小肌、背阔肌等)，	增强胸廓扩大的力量。
(3) 由颈侧达到胸部的肌肉(胸锁乳突肌)，	提高胸骨，固定锁骨。
(4) 由颈脊两侧达到胸部的肌肉(前、中、后三对斜角肌)，	提高第1、2肋骨，使胸廓能尽量扩大。
(5) 胸廓深层的肌肉(上后锯肌，骶棘肌)，	把弯曲的胸脊柱扳直，使胸廓能尽量扩大。

体力劳动时作深吸后的呼气情形	
工作的肌肉	作用
(1) 扩大胸廓的肌肉一齐放松，	胸廓自然瘪缩。
(2) 胸部呼气肌肉群(下后锯肌、胸横肌、肋下肌等)同时用力收缩，	促使胸廓瘪缩得比较快。
(3) 腹部各肌肉一齐用力，	促使胸廓瘪缩得更快。

根据生理解剖，人们作此种呼吸，主要靠上面图表中所示的肌肉用力工作。

9页至12页的几个图解，可以使我们看到各呼吸肌肉的位置及其作用。图1至图6示吸气肌肉群(包括胸锁乳突肌、前斜角肌、后斜角肌、胸小肌、前锯肌、胸大肌、上后锯肌、提肋肌、斜方肌、腰方肌及骶棘肌)。图7至图9示呼气肌肉群(包括下后锯肌、胸横肌、中间腹直肌及腹内斜肌)。

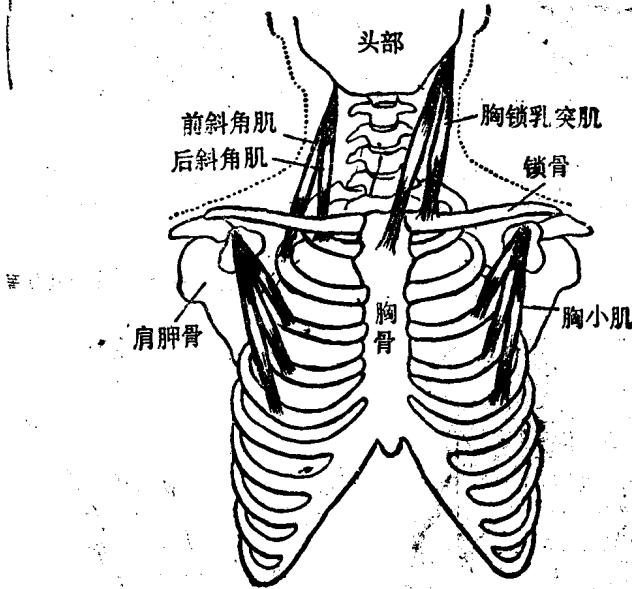
谈到呼吸肌肉群时，我们必须认清两点，就是：

一、肋间肌对呼吸的动作并无直接关系。肋间肌共有两组，位

于胸廓靠内层部分的叫做内肋间肌，位于靠外面部分的叫做外肋间肌。葛莱氏在所著的《人体解剖学》中说：“内外肋间肌对肋骨的动作是不直接起作用的。肺部呼吸时，内外肋间肌一齐收缩，使胸廓有坚固的墙壁及均匀的弹性。在此种情形之下，胸廓受到空气的压力才不会走样。”

二、关于提肋肌的作用，葛莱氏说：“提肋肌虽名称提肋，实际上因其动力点(指肌肉插入肌骨的部位)离支力点(在此是指脊柱)太近，将肋骨往上牵动的力量极微，其主要功用并不在把肋骨往上

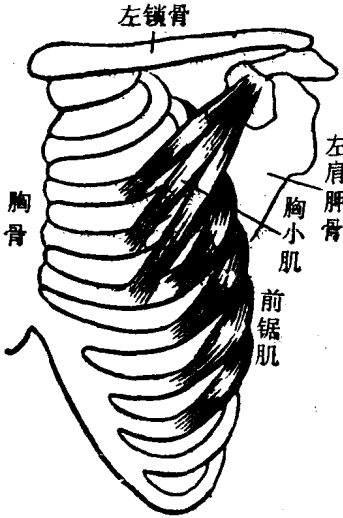
图 1 胸廓骨构前面简图



- (1) 胸锁乳突肌(图中只示左边,右胸锁乳突肌略去未画,其位置与左肌恰相对称)收缩时,即将胸骨与两边的锁骨提高,使胸廓扩大。
- (2) 前斜角肌与后斜角肌(图中亦只示两肌的右边,左边略去)两肌收缩时,即将两边第1及第2肋骨提高,亦即扩大胸廓。
- (3) 胸小肌(图中已示两边)收缩时,即将第3、4、5肋骨提高,亦即扩大胸廓。

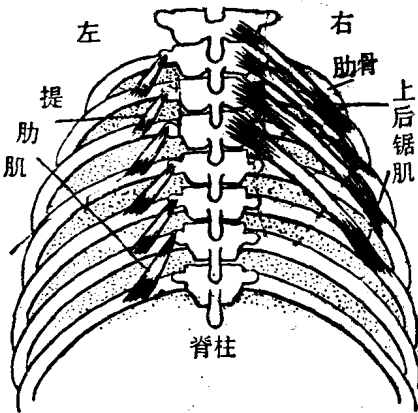


图 2 胸廓左边前面解剖简图



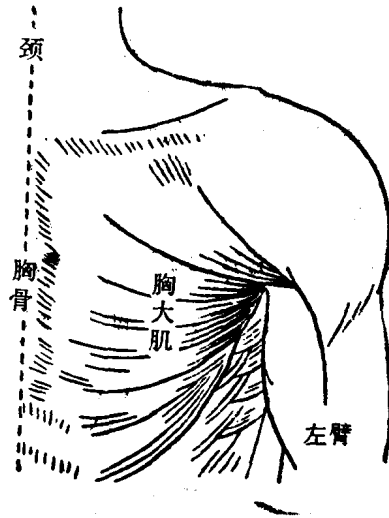
图示前锯肌自肩胛骨的内边缘发出后，到各肋骨的位置。前锯肌群收缩时，即将胸廓扩大。

图 4 胸廓骨构后面解剖简图



图示提肋肌(只示左边的)及上后锯肌的位置。此两群肌肉收缩时，都把肋骨提高，扩大胸廓。

图 3 胸部前面左上半身解剖简图



图示左胸大肌的位置。此肌肉下面的部分收缩时，即将胸廓的下部扩大。

图 5 示斜方肌与胸锁乳突肌的位置

