

# 利用相对信噪比检测喉疾病\*

## Detecting Laryngeal Diseases with Relative Harmonics-to-noise Ratio in Sound Spectrum

梁冬冬 胡维平 王修信 姚铁钧\*\* 许爱华\*\* 曾思恩\*\* 王强  
Liang Dongdong Hu Weiping Wang Xiuxin Yao Tiejun Xu Aihua Zeng si'en Wang Qiang

(广西师范大学物电系 桂林市育才路3号 541004)

(Dept. of Physics and Electronics, Guangxi Normal Univ., 3 Yucailu, Guilin, Guangxi, 541004)

**摘要** 检测对象为20岁~30岁的男女青年。中轻度声带覆盖层病态组:女30人,男31人;正常组:女36人,男38人。结果表明男女正常嗓音的频域相对信噪比均呈一个稳定的分布,而女性、男性病态嗓音的相对信噪比分别在大于1700 Hz和1000 Hz频段与正常对照组有显著的差异( $P < 0.01$ )。认为相对信噪比是区分中轻程度声带覆盖层病态嗓音和正常嗓音的有效参数,协同监视病态嗓音的频率微扰商和振幅微扰商参数的异常可基本识别声带本体层和覆盖层两类疾病。

**关键词** 喉疾病 声谱 相对信噪比

中图分类号 R 767.4; TB 526

**Abstract** The cases were divided into two groups: 30 females, 31 males in the diseased group; 36 females and 38 males in the normal group; all cases age ranging from 20 to 30 years. The result indicated that the relative harmonics-to-noise ratios of the normal voice for both male and female have a stable distribution. The diseased groups (with moderate or light laryngeal disease in the vocal cord's cover) differed significantly from the normal groups above 1700 Hz for female ( $P > 0.01$ ), and above 1000 Hz for male ( $P > 0.01$ ). It suggests that the relative harmonics-to-noise ratio is an effective parameter in distinguishing the normal and the diseased voice. The diseases in the vocal cord's cover and body could be detected combining with the unusual Jitter and Shimmer of the diseased voice.

**Key words** laryngeal disease, sound spectrum, relative harmonics-to-noise ratio

声带从组织结构上可视为双重振动体,基本上可分为由上皮层及固有层构成的覆盖层及由固有层下方的弹力圆锥和声带肌构成的声带本体。声带本体具有主动收缩和被动弹回的特性,而被盖层仅有被动伸张和弹回的特点。声带本体的效能是建立声带的形态和张力,而振动主要发生在被盖。

声带覆盖层疾病一般包括声带结节、息肉、囊肿、白斑、肿瘤以及水肿等。这些病变具有共同特点,即在病变的初期发生于粘膜层的浅层<sup>[1]</sup>,它仅仅影响覆盖层的振动,一般不会影响到声带本体振动。它的表现就是粘膜波动的不同程度减少<sup>[2]</sup>。声带本体层运动障碍一般包括声带麻痹或声带功能性障碍,此类病变的一个显著特征就是声带张力不足。根据以上分析可以从物理上将声带的疾病按起因分为两大类:一类是主

要影响声带本体振动,如声带麻痹、关节疾病等,称为本体层病变,另一类是主要影响声带覆盖层粘膜振动,如声带结节、息肉、囊肿、白斑、肿瘤以及水肿等,称为粘膜类病变。

### 1 声谱分析方法

声谱分析的方法有时域分析和频域分析两种。

经典的时域分析中最为有效的参数为频率微扰商和振幅微扰商。当人对声带的调控能力减弱时,频率微扰商和振幅微扰商就会超出正常范围。频率微扰商和振幅微扰商能够有效地检出声带麻痹等声带本体层病变,而不能检出如声带炎、声带结节等声带被盖层病变<sup>[3,4]</sup>。从物理上看,虽然中轻程度的粘膜类病变对声带振动的影响较少,用频率微扰商和振幅微扰商不能有效地将之从正常中检出,但是它们的确是影响了声带的振动。这些微少的影响最初是体现在频段的高端( $> = 4000$  Hz)噪声的出现。随着病情的加重,噪声开始逐步在愈来愈低的频段出现<sup>[5]</sup>。

1998-02-09收稿,1999-01-3修回

\* 广西自然科学基金资助项目(合同号:自9514010)

\*\* 桂林医学院附院病理科,桂林,541001(Department of Pathology, Affiliated Hospital, Guilin Medical College, Guilin, 541001)

在国内曾有用分段信噪比于检出正常病态噪音的实例,效果较总体信噪比为佳<sup>[6]</sup>。因此,信噪比是衡量病变程度的有效手段。通过实验比较,我们认为分段应足够小才能反映出微少的频域变化,我们做如下分段:正常女性其频域范围 180 Hz~ 350 Hz,故取 400Hz为分段单位,而正常男性其频域范围 100 Hz~ 160 Hz,取 200Hz为分段单位,计算出频域的分段相对信噪比,公式如下:

$$SNR_k = 10 \log(P(k) / Pn(k)) = 10 \log P(k) - 10 \log Pn(k)$$

其中  $P(k)$  为  $k$  次谐波处谐波幅度,  $Pn(k)$  为  $k$  次谐波处噪声幅度,  $SNR_k$  的物理意义按其对数表示公式是所分析对数谱图上谐波峰值与峰谷之间的差值。

## 1 实验方法

### 1.1 实验仪器

486微型计算机和北京邮电大学通用信号谱分析系统(包括硬件和软件,硬件使用 TM S320专用语音处理芯片)

### 1.2 测试对象

年龄 20~ 30岁,同性分为正常组和病态组两组,其中女性正常组 36人,病态组 30人;而男性正常组 38人,病态组 31人。正常组为青年大学生,要求无喉病及上呼吸道感染。病态组为到桂林医学院附属医院治疗的中轻度粘膜层声嘶的病人(诊治医生主观判断后并经临床检测证实)。

### 1.3 测试方法

采样对象发不少于 3 s 的长时连续稳定 a音,采样频率取 8 192 Hz,按频域宽 0~ 4 096 Hz对采样样本进行分析。

## 2 实验结果

实验结果见表 1和表 2 其中  $SNR_{max}$  为  $SNR_k$  的表 1 女性的相对信噪比

Table 1 Female adult's relative harmonics-to-noise ratio

频段 Range of frequency (Hz)	正常组 $SNR_k / SNR_{max}$	病态组 $SNR_k / SNR_{max}$	P 值
100~ 500	1.000 0 ± 0.000 0	0.993 0 ± 0.026 0	> 0.05
500~ 900	0.806 3 ± 0.092 6	0.790 5 ± 0.114 4	> 0.05
900~ 1 300	0.686 5 ± 0.114 0	0.674 0 ± 0.125 8	> 0.05
1 300~ 1 700	0.608 1 ± 0.127 0	0.542 0 ± 0.140 9	> 0.05
1 700~ 2 100	0.520 4 ± 0.103 7	0.407 4 ± 0.135 9	< 0.01
2 100~ 2 500	0.480 4 ± 0.101 6	0.367 8 ± 0.141 8	< 0.01
2 500~ 2 900	0.458 5 ± 0.094 6	0.331 3 ± 0.148 3	< 0.01
2 900~ 3 300	0.461 8 ± 0.073 7	0.303 5 ± 0.162 1	< 0.01
3 300~ 3 700	0.417 4 ± 0.073 4	0.277 3 ± 0.160 6	< 0.01
3 700~ 4 100	0.372 8 ± 0.087 0	0.241 7 ± 0.171 5	< 0.01

最大值,  $SNR_k / SNR_{max}$  为相对信噪比

表 2 男性的相对信噪比

Table 2 Male adult's relative harmonics-to-noise ratio

频段 Range of frequency (Hz)	正常组 $SNR_k / SNR_{max}$	病态组 $SNR_k / SNR_{max}$	P 值
000~ 200	0.955 8 ± 0.153 2	0.860 1 ± 0.330 4	> 0.05
200~ 400	0.891 6 ± 0.077 1	0.776 9 ± 0.263 6	> 0.05
400~ 600	0.829 2 ± 0.086 3	0.749 7 ± 0.196 9	> 0.05
600~ 800	0.832 9 ± 0.094 5	0.708 3 ± 0.109 8	> 0.05
800~ 1 000	0.757 5 ± 0.110 5	0.643 6 ± 0.143 8	> 0.05
1 000~ 1 200	0.680 2 ± 0.123 3	0.537 1 ± 0.193 8	< 0.01
1 200~ 1 400	0.671 8 ± 0.130 1	0.469 9 ± 0.144 1	< 0.01
1 400~ 1 600	0.582 4 ± 0.113 2	0.402 3 ± 0.146 9	< 0.01
1 600~ 1 800	0.522 9 ± 0.121 4	0.339 6 ± 0.165 1	< 0.01
1 800~ 2 000	0.523 5 ± 0.126 3	0.267 6 ± 0.149 4	< 0.01
2 000~ 2 200	0.503 1 ± 0.140 1	0.252 4 ± 0.140 6	< 0.01
2 200~ 2 400	0.508 0 ± 0.117 6	0.251 4 ± 0.151 8	< 0.01
2 400~ 2 600	0.500 1 ± 0.123 0	0.205 8 ± 0.165 6	< 0.01
2 600~ 2 800	0.498 4 ± 0.117 3	0.223 3 ± 0.179 7	< 0.01
2 800~ 3 000	0.473 0 ± 0.129 2	0.221 2 ± 0.188 4	< 0.01
3 000~ 3 200	0.471 7 ± 0.109 9	0.200 2 ± 0.184 1	< 0.01

\*  $SNR_k / SNR_{max}$

由表 1和表 2可以看出,正常噪音的频域相对信噪比均呈一个稳定的分布;而女性、男性病态噪音的相对信噪比分别在大于 1 700 Hz和 1 000 Hz频段与正常对照组有显著的差异 ( $P < 0.01$ )。通过比较对应的分段信噪比基本上可以检出中轻程度的粘膜层声嘶。

## 3 讨论

覆盖层(粘膜层)病类,在发展足够严重之前,它主要影响覆盖层的振动,一般不会引起频率微扰商和振幅微扰商的异常,因此存在用频率微扰商和振幅微扰商不能有效地将粘膜层病类检出现象。喉疾病的共同特征就是声嘶,声嘶是声音中的谐波能量的相对减少而噪声能量的相对增加。故从频域中相对信噪比的微小变化可以有效地将正常与病类的样本检出。在实验中我们发现,正常噪音在有效频段范围相对信噪比有一个稳定分布。女性正常噪音与病态噪音在大于 1 700 Hz频段的相对信噪比有显著的差异 ( $P < 0.01$ ),而男性正常噪音与病态噪音在大于 1 000 Hz频段的相对信噪比有显著的差异 ( $P < 0.01$ )。凡是在此频段有某一处或多处相对信噪比低于正常分布的情况就可以被判定为非正常噪音。结合时域的频率微扰商和振幅微扰商分析,我们可以用相对信噪比将病态噪音从正常噪音中有效地检出;同时对病态样本

(下转第 153页 Continue on page 153)

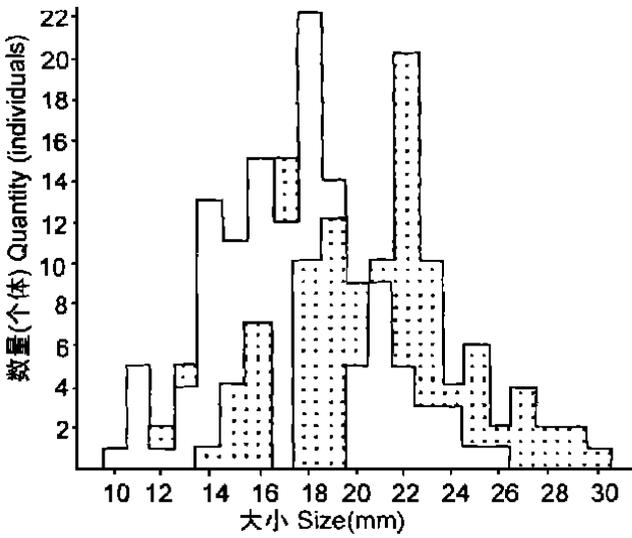


图1 合浦珠母贝幼苗的大小组成

Fig. 1 The size composition of *Pinctada fucata* spat.  $N = 125$  (1998年9月21日下海幼苗, 12月1日取样, Spats cultivating into the sea on September 21, 1998, collected sample on December 1) 平均大小 Average size: 17.4 mm (壳高 Shell height)  $\times$  20.3 mm (壳长 Shell length); 最小个体 Smallest individual: 10.5 mm  $\times$  11.5 mm; 最大个体 Largest individual: 23.0 mm  $\times$  29.7 mm  $\square$  壳高 Shell height;  $\cdots$  壳长 Shell length.

在这批抽样测量、记录的贝苗中,平均大小为20 mm左右,但最大个体约为最小个体的3倍大小,这就是说,在同一时间、地点和相同的养殖条件下,幼苗的体质和生长能力相差约2倍,优质苗和劣质苗差别十分悬殊。因此,为了提高生产效率,应该增加亲贝培育并建立人工选择幼苗的工作制度,及时加以挑捡并分别笼养,把一些劣质苗和弱苗人工淘汰掉。同时,还可以把体质和生长最好的个体,从小到大就有

意识地选择出来,分别笼养,作为将来备用的亲贝群,建立留种制度。

1998年苏进和、杜观好发表了1991年合浦珠母贝(马氏珠母贝)幼苗生长的实验结果<sup>[3]</sup>,他们改良了幼苗管养的方法,在幼苗较小阶段即移出育苗池下海笼养,结果生长正常并且在同期内比继续留在室内饲养的,成活率提高了23.2% (24 d)或32.7% (31 d),生长率提高了约1倍 (24 d)或1.5倍左右 (31 d) (表1)。这也说明了,改良管养方法的潜力很大,管养方法的改良可以使幼苗的生长成倍地加快,生产效率也因而可以成倍提高。在这种情况下,那种所谓贝苗“长不大了”、“变小了”和“退化”了的一些不科学的说法,就完全不足信了。相反地,应该加强生产的科学管理和珍珠贝养殖场的管养工作,鼓励通过辛勤的劳动去发展生产,提高养殖生产的水平。

#### 致谢

广东省惠东加华养殖有限公司珍珠养殖场王穗莺场长提供了合浦珠母贝的人工苗样本和养殖情况,谨致衷心感谢。

#### 参考文献

- 1 谢玉坎. 关于“贝种退化”问题的探讨. 广西科学, 1998, 5 (4): 250-254.
- 2 魏贻尧, 吴伯堂, 彭云辉等. 合浦珠母贝各级苗笼内贝苗生长的初步观察. 见: 珍珠贝文集, 北京: 科学出版社, 1984. 9-17.
- 3 苏进和, 杜观好. 贝苗海上中间培育试验. 水产科技, 1998, 2: 26-27.

(责任编辑: 蒋汉明 邓大玉)

(上接第130页 Continue from page 130)

计算频率微扰商和振幅微扰商值,以判断病态噪音的起因、分类、病变是否侵及声带本体。

#### 参考文献

- 1 Kahane JC et al. 噪音医学进展. 国外医学耳鼻喉科学分册. 1989, 13 (5): 280-283.
- 2 杨式麟, 何平. 频闪喉镜的原理和应用. 中华耳鼻喉科杂志, 1996, 31 (2): 123-124.

- 3 王丽萍, 杨式麟. 频率微扰在正常及病态噪音声学分析中的应用. 中国医科大学学报. 1994, 23 (3): 265-267.
- 4 胡连生, 赵玉红, 杨式麟. 噪音频率微扰的检测及临床意义. 临床耳鼻咽喉科杂志, 1993, 7 (1): 39-40.
- 5 Yingyong Qi, Thomas Shipp. An adaptive method for tracking voicing irregularities. J Acoust Soc Am, 1992, 91 (6): 3471-3477.
- 6 邵庆余, 潘燕, 梁文革等. 喉病患者发音的微机分析系统. 中国生物医学工程学报, 1994, 13 (1): 36-43.

(责任编辑: 蒋汉明)