

腭裂语音的元音语图模式特征

温波 徐勇忠 吕明臣 王双维

对腭裂语音异常机制的研究是腭裂序列治疗的前提。近年来,应用语图分析语音受到病理性语音研究者的重视,但结合汉语普通话的语音特点的腭裂语音研究尚未见报道。作者对腭裂术前患儿和健康儿童的语图模式进行比较,了解腭裂语音的变化及语图模式的发展规律,分析其发音异常所在,对语音矫治提供理论基础。

1 材料和方法

选择吉林大学口腔医学院拟行手术的腭裂患儿 29 例,年龄 5~15 岁,男 19 例,女 10 例,其中完全性腭裂 22 例,不完全性腭裂 7 例,均无明显智力及听力损害,无重度牙颌畸形,无上呼吸道感染影响鼻通气因素,无舌运动障碍,无明显地方口音,能顺利进行语音样本采集。另选择正常儿童 22 名,年龄 6~10 岁,男 13 名,女 9 名。均无智力、听力及语音功能障碍,说标准普通话,无牙颌畸形。

采用 VS-9700 语音工作站 1.0 版(北京阳宸电子技术公司)应用数字信号处理技术,将输入的模拟语音信号进行 A/D(模/数)转换,利用快速傅里叶变换方法计算信号中各频率成分的幅度,并行灰度量化。该系统配合 AST586 微机,运行 Windows3. X/ Windows95 环境下,用 Windows 系统中的声音设备完成声音的采集、语音信号的回放和编辑。能显示语音的时间波形、三维语图(宽带/窄带),利用线性预测技术(linear predictive coding, LPC)及快速傅里叶变换(fast Fourier transform, FFT)分析语图,使用协方差斜格法求解线性预测参数,并由此绘出声道响应曲线,提取共振峰数据、共振峰轨迹曲线。结果以数据和图形同屏显示,并可打印。分析汉语普通话单元音:a、o、e、i、u、y、[ɿ]、[ʅ]。

在安静房间内用 aiwa CS-WR620 高保真录音机录音,麦克风距受试者唇约 10cm,由实验者领读,语速自然,语调稳定,音量适中,语音样本重复两次。从被采集语音样本的时间波形上截取各元音的稳段,通过 LPC 技术获得元音的前 3 个共振峰参数。采样频率为 11025 Hz,主要分析 5000 Hz 范围内的语音声学特点。宽带语图分析带宽为 300 Hz, LPC 阶数 P 为 14,帧长为 20.0 ms,FFT 点数为 512,加窗类型为哈

宁窗。所有检测均由一人完成。

观察腭裂患儿和正常儿童元音的语图模式,并比较其异同。观察元音的语图模式特点,比较元音的前 3 个共振峰分布特征指数(distribution feature index, DFI)。其计算公式如下。

$$DFI = \frac{\text{第二共振峰频率值}(F2) - \text{第一共振峰频率值}(F1)}{\text{第三共振峰频率值}(F3) - \text{第二共振峰频率值}(F2)}$$

应用 SPSS for Windows6.0 统计软件进行描述性分析及配对样本 t 检验(P=0.05)。

2 结果

腭裂患儿及正常儿童所发汉语普通话单元音 a、e、i、u、y、[ɿ]、[ʅ]前 3 个共振峰频率值见表 1。

表 1 正常儿童及腭裂患儿单元音前 3 个共振峰频率值及 DFI($\bar{x} \pm s$)

Tab 1 The value of the first three formant frequency and DFI of the vowel of the normal children and the pre-operation cleft palate children($\bar{x} \pm s$)

单元音	组别	F1(Hz)	F2(Hz)	F3(Hz)	DFI
a	正常	1209 ±358	1787 ±317	3242 ±362	0.41 ±0.08
	腭裂	1023 ±90	1563 ±186	3046 ±538	0.37 ±0.10
	P 值	>0.05	>0.05	>0.05	>0.05
e	正常	1223 ±227	3068 ±315	3939 ±224	2.11 ±0.78
	腭裂	1012 ±151	2476 ±280	3165 ±194	2.15 ±0.90
	P 值	>0.05	>0.05	>0.05	>0.05
i	正常	344 ±65	3208 ±108	3897 ±254	4.15 ±1.22
	腭裂	279 ±56	1744 ±137	2411 ±172	2.20 ±1.08
	P 值	>0.05	<0.05	>0.05	<0.05
u	正常	366 ±43	753 ±86	3703 ±107	0.13 ±0.03
	腭裂	258 ±34	710 ±56	2950 ±232	0.18 ±0.06
	P 值	>0.05	>0.05	>0.05	>0.05
y	正常	387 ±75	2756 ±86	3280 ±24	4.52 ±1.52
	腭裂	258 ±48	1851 ±141	3029 ±98	1.85 ±0.58
	P 值	>0.05	<0.05	>0.05	<0.05
[ɿ]	正常	552 ±71	2627 ±114	3940 ±253	1.58 ±0.35
	腭裂	452 ±43	2260 ±145	3574 ±222	1.40 ±0.40
	P 值	>0.05	>0.05	>0.05	>0.05
[ʅ]	正常	602 ±52	2153 ±194	3617 ±237	1.05 ±0.10
	腭裂	411 ±28	1701 ±74	3294 ±331	0.65 ±0.12
	P 值	>0.05	<0.05	>0.05	<0.05

经配对 t 检验表明:腭裂患儿和正常儿童元音 a、

作者单位:130041 吉林大学口腔医学院(温波,徐勇忠),吉林大学中文系(吕明臣),东北师范大学物理系(王双维)

e、u、[ɿ]的前3个共振峰频率值及其DFI均无显著性差异($P>0.05$),即共振峰模式无明显变化。而i、y、[ɿ]的前3个共振峰的DFI均有显著性差异($P<0.05$),即共振峰模式有明显变化。腭裂患儿元音i的DFI值明显小于正常儿童,且与其e的DFI值相近,其中i的F2值明显低于正常值(图1、图2)。腭裂患儿元音y及[ɿ]的DFI值明显小于正常儿童,其中二者的F2值明显低于正常值。

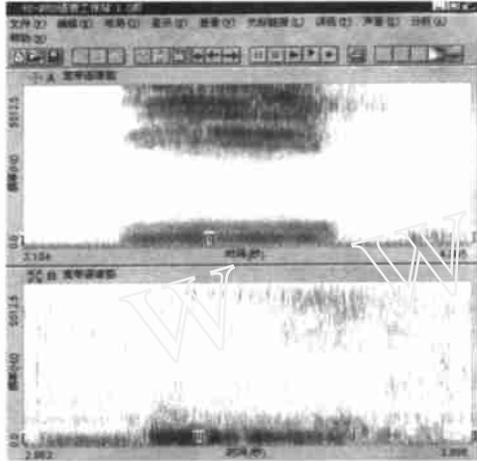


图1 正常儿童与腭裂患儿元音i 宽带语图对比
上:正常儿童语图 下:腭裂患儿语图

Fig 1 The spectrum of the vowel i of the normal children and the pre-operation cleft palate children
Upper: The spectrum of the normal children
Under: The spectrum of the cleft palate children

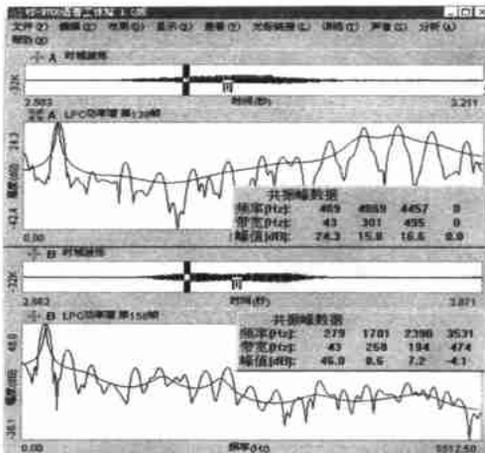


图2 正常儿童与腭裂患儿元音iLPC 功率谱对比
上:正常儿童语图 下:腭裂患儿语图

Fig 2 The LPC spectrum of the vowel i of the normal children and the pre-operation cleft palate children
Upper: The spectrum of the normal children
Under: The spectrum of the cleft palate children

3 讨 论

应用计算机技术和数字信号处理技术,大大加快了语音分析的速度,增大了语音采集的容量,具有精度高、功能强、操作灵活的特点。语音信号处理技术中最基本的手段是LPC和FFT,可以计算语音声波的基频、共振峰、相关系数及进行频谱分析。LPC原则上只适用于元音的分析,能精确地估计语音参数,并能给予明了的语音基本模型,可找出谱线中各个共振峰的位置,得到确切的频率数据。相比之下FFT能更为客观地反映辅音的频谱情况。

语音的感知中其音质最为重要。元音的音质由共振峰模式决定。每一元音均有许多共振峰,共振峰指声腔的共鸣频率,决定音质的主要是前3个共振峰,因而语音学中常用共振峰的频率值来描述元音音色。单元音的基本特性可以用频率谱表示。在元音频谱中,可以根据共振峰的频率和宽度求出各共振峰的强度和频谱包络。由于带宽变化不大,因此频谱包络影响最大的各共振峰的频率值,称为共振峰模式。经与发音语音学比较,得出共振峰模式和声道形状密切相关,不同的元音有不同的共振峰模式,不同的共振峰模式取决于不同元音产生时声道形状^{1,2}。

文抑西等³研究表明,元音a共振峰模式与正常组接近,o、i、u的F2、F3、F4值均低于正常组,eF3值低于正常组,而y的各共振峰值高于正常组。

本研究对比观察腭裂语音的元音语图模式的特征,总结出腭裂语音的声学特性:腭裂患者元音a、e、u、[ɿ]共振峰模式无明显变化,而i、y、[ɿ]的共振峰模式有明显变化,这与主观聆听结果一致。元音a、e、u、[ɿ]分别为舌面前低元音、舌面前半高元音、舌面后高元音及舌尖后高元音,而i、y均为舌面前高元音,[ɿ]为舌尖前高元音。可见腭裂对舌位前高的元音影响较大,而对其它舌位的元音影响不明显。

参考文献

- 1 吴宗济,林茂灿主编. 实验语音学概要. 北京:高等教育出版社,1989:35~76
- 2 Kent RD, Read C. The Acoustic Analysis of Speech. California: Singular Publishing Group,1992:56~73
- 3 文抑西,刘建华. 应用计算机语音分析技术对腭裂语音元音音素的初步分析. 华西口腔医学杂志,1994,12(3):175~179

(2000-12-14 收稿,2002-04-02 修回)

(本文编辑 邹玲莹)