

发育性语音障碍儿童汉语普通话声调范畴性知觉研究

易爱文 常燕群 陈卓铭 李贤英 黄双苗 徐宁

【摘要】 目的 探讨发育性语音障碍儿童声调感知范畴化的特点及具体表现形式,为临床康复治疗提供理论依据。**方法** 选取 4~6 岁发育性语音障碍儿童 30 例设为患儿组,另选取年龄相仿的正常儿童 30 例设为正常组。要求 2 组受试者对通过语音分析软件 Praat 制作的从/bá/到/bà/的 11 个声调连续体语音材料进行声调辨认和区分实验。实验分别通过 E-prime1.1 版程序编程在电脑上呈现,根据 2 组受试者做出的行为来判断并比较 2 组在辨认率和区分率上的参数差异。**结果** 2 组受试者在辨认曲线形态上均呈典型“S”型,即 2 组受试者在感知/bá/与/bà/时,均呈现出范畴化模式,正常组的范畴边界在刺激台阶 6~7,而患者组范畴边界靠前,在刺激台阶 5~6,其差异有统计学意义($P<0.05$);在区分曲线上,2 组受试者均呈现出明显的峰值,且各峰值所对应的刺激台阶与辨认曲线的交叉中点位置基本相当。另外,患者组在辨认曲线绝对值(b_1)和区分曲线峰陡峭度(DP)上均低于正常组,其差异有统计学意义($P<0.05$),而患者组的边界宽度(W_{cb})明显高于正常组,差异有统计学意义($P<0.05$)。**结论** 发育性语音障碍儿童声调感知范畴化程度与正常同龄儿童存在不对称,他们在声调感知上可能存在障碍,这有可能是导致发育性语音障碍儿童在发音时发生语音偏误的一个重要因素。

【关键词】 声调; 发育性语音障碍; 范畴性知觉; 普通话

基金项目:国家自然科学基金面上项目(81372113);广东省公益研究与能力建设专项(2014A020215019)

The categorical perception of Mandarin tones by children with speech development disorders Yi Aiwen*, Chang Yanqun, Chen Zhuoming, Li Xianying, Huang Shuangmiao, Xu Ning. *Rehabilitation Department, Guangdong Women and Children's Hospital, Guangzhou 511400, China

Corresponding author: Chen Zhuoming, Email: zm120tchzm@qq.com

【Abstract】 Objective To investigate the perception of Mandarin's tones by children with speech development disorders so as to provide a theoretical basis for clinical rehabilitation. **Methods** Thirty children with speech development disorders (DPDs) aged 4 to 6 were matched with 30 healthy counterparts as a control group. Both groups underwent the tone perception experiment, which included tone identification and discrimination tasks. The speech stimuli were 11 computer-simulated voices expressing a continuum of sounds from Mandarin speech ranging from /bá/ to /bà/. The two groups were compared in their ability to identify and differentiate the tones. **Results** Both groups showed typical "S-shaped" identification curves in a category pattern. The category boundaries of the control group were between stimulus steps 6 and 7, significantly different from those of the experimental group where the boundary fell between stimulus steps 5 and 6. On the distinguishing curve, both groups presented obvious peak values. The stimulus steps of the peaks and the crossing points of the identification curves were consistent. In addition, the average absolute value (b_1) of the identification curve and the peaks' degree of steepness (DP) of the DPD group's distinguishing curve were significantly lower than those of the control group. At the same time, the average boundary width (W_{cb}) was significantly higher than that of the control group. **Conclusion** Children with speech development disorders perceive Mandarin tones with categories different from those of normal children. They may have difficulty in perceiving tones, which might be an important factor leading to pronunciation errors.

【Key words】 Tones; Speech development; Categorical perception; Mandarin

Fund program: National Natural Science Foundation of China (grant 81372113); Special Fund for Public Research and Capacity Building of Guangdong (grant 2014A020215019)

发育性语音障碍又名功能性构音障碍,是指儿童表现为语言发育正常,但语音存在障碍。发育性语音障碍可特征性表现为语音发音错误和语音识别障碍,确诊过程中需排除运动控制、构音器官、听力和智力等方面的因素。发音错误表现为语音弯曲、替换、减音(省略)、增音(添加)等,且以辅音的语音错误最为多见^[1]。有研究显示,在幼儿园儿童中,发育性语音障碍儿童的总流行发病率约为 7.4%,其中男童约为 8%,女童约为 6%^[2]。本课题组在临床工作中发现,发育性语音障碍儿童在发相同音节的词时,会因为声调的不同而导致辅音发音错误,这可能与发育性语音障碍儿童存在声调感知障碍有关。本研究以此为切入点,在实验语音学的基础上,首先探讨以汉语普通话为母语的发育性语音障碍儿童的声调范畴性感知模式,对比他们在感知模式上与正常同龄儿童的差异,为进一步开展对影响发育性语音障碍儿童声调感知的潜在因素研究做铺垫,并为改善发育性语音障碍儿童声调感知能力和言语训练效果提供理论依据。

资料与方法

一、一般资料

纳入标准:①符合美国精神障碍诊断统计手册第五版(Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, DSM-5)中发育性语音障碍诊断标准^[1];②年龄 4 岁~6 岁;③以普通话为母语;④听力和智力发育正常;⑤视力或矫正视力正常,均为右利手;⑥同意配合检查,并由其监护人签署知情同意书。

排除标准:①存在构音器官器质性病变者^[3],如唇腭裂;②合并其他神经系统疾病,如脑瘫、癫痫等;③合并多动等行为障碍不能配合完成实验任务者;④合并听力、智力障碍者;④有严重心、肝、肾等脏器疾病。

按随机数字表法,随机选取 2015 年 8 月至 2016 年 3 月在广东省妇幼保健院儿童神经康复科就诊且符合上述标准的发育性语音障碍患儿 30 例,设为患儿组,其中女 11 例,男 19 例;年龄 4 岁~6 岁,平均年龄(5.2±1.1)岁。同时采用随机数字表法于医院附近某幼儿园随机选取年龄相仿的儿童 30 例,设为正常组,其中女 16 例,男 14 例;平均年龄(4.9±0.9)岁。2 组儿童的性别、平均年龄经统计学分析比较,差异均无统计学意义($P>0.05$),具有可比性。

二、实验材料及程序

实验刺激的原始语音样本为一个 6 岁女孩普通话的音节/bá/与/bà/(采样率为 44.1 kHz),通过语音分析软件 Praat 制作从/bá/到/bà/的声调连续体,该声调连续体包括 11 个声调刺激,每个声调除基频外,其余声学特征均相同,且相邻声调刺激之间的基

频间隔相同。

采用声调范畴化知觉研究的经典范式——辨认及区分任务。语音材料通过 Eprime1.1 版在电脑上呈现,在辨认任务中,每次呈现 1 个刺激,要求受试者判断听到的是“升调(二声)/bá/”还是“降调(四声)/bà/”。每个刺激重复呈现 8 次,即受试者要对 88 个刺激做出识别,刺激的呈现顺序采用伪随机的方法呈现,如果受试者认为是/bá/则按电脑小键盘上的“2”键,如果认为是/bà/则按电脑小键盘上的“4”键。在区分任务中,共有 5 个刺激对(1/3、3/5、5/7、7/9、9/11),要求受试者判断每次听到的刺激对是否完全相同,每对刺激重复 16 次(不同的顺序比如 1/3、3/1 各 8 次),同时填充了等量的相同声调 6 对(1/1、3/3、5/5、7/7、9/9、11/11),共呈现 128 对刺激,如果受试者认为是相同的则按电脑小键盘上的“1”键,如果认为是不同的则按电脑小键盘上的“3”键。在正式实验之前,2 组受试者均接受 5 次培训和练习,待充分熟悉并掌握试验程序后再进入正式实验。整个实验过程需 15 min。

三、数据分析方法

1. 辨认试验范畴边界值计算^[4]: 设定 $P_i\%$ (辨认率) 为某个刺激项被辨认为/bá/或/bà/的反应率,计算公式为: $P_i\% = (\text{所有被试辨认为/bá/或/bà/的次数} \div \text{被试人数} \times \text{刺激重复的次数}) \times 100\%$,再通过二元逻辑回归拟合成 $P_i\%$ 的连续分布,回归方程表达式为: $\ln[P_i/(1-P_i)] = b_0 + b_1X$ (其中 P_i 为某个刺激项的辨认率, b_0 为回归常数, X 为连续统内的刺激台阶, b_1 为 X 的回归系数)。当 $P_i = 0.5$ 时,得出辨认曲线范畴边界 $X_{cb} = -b_0/b_1$ 。 b_1 即为辨认率回归曲线的斜率,以 b_1 的绝对值大小用来衡量范畴边界的陡峭程度,值越大,说明陡峭度越大,反之则越小。当 $P_i = 0.75$ 与 0.25 时,其中间的台阶位置线性距离为范畴边界宽度 W_{cb} ,而 W_{cb} 值越大,范畴边界陡峭度则越小,反之则越大。

2. 区分实验区分正确率峰值计算^[5]: 设定 $P_{A-B}\%$ (区分率) 为某对刺激被正确区分的反应率,计算公式为: $P_{A-B}\% = (\text{所有被试正确区分的次数} \div \text{被试人数} \times \text{该对刺激重复次数}) \times 100\%$, $A-B$ 为刺激对 1-3、3-5、5-7、7-9、9-11。区分曲线的峰陡峭度(DP) = $P_{max} - (P_{1-3} + P_{9-11})/2$, P_{max} 为区分率峰值。

四、统计学方法

采用 SPSS 19.0 版统计学软件进行数据分析。所得数据采用($\bar{x} \pm s$)表示,组间比较采用 χ^2 检验或 Fisher 确切概率法。以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

一、辨认试验结果

根据计算公式,得出 2 组受试者各刺激项的 $P_i\%$,

并绘制成散点图(图1)。从曲线形态分析,2组受试者的辨认曲线均呈典型“S”型,提示2组受试者在感知/bā/与/bà/时,均呈现出范畴化模式,但在两者交叉中点位置及曲线陡峭程度上存在一定差异,正常组范畴边界在刺激台阶6、7之间,患儿组语音障碍儿童范畴边界在刺激台阶5、6之间。

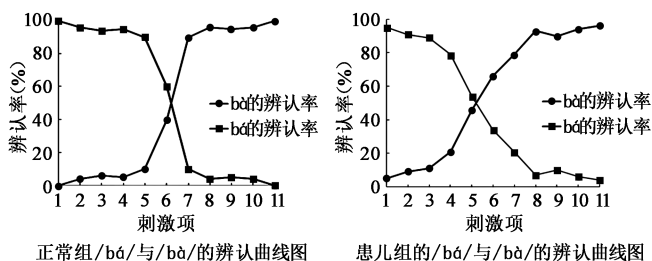


图1 辨认曲线图

二、区分实验结果

根据计算公式,得出2组正确的 $P_{A-B}\%$,并绘制成散点图(图2),2组受试者在区分曲线上均呈现出明显的峰值,各峰值所对应的刺激台阶与图1辨认曲线的交叉中点位置基本相当。

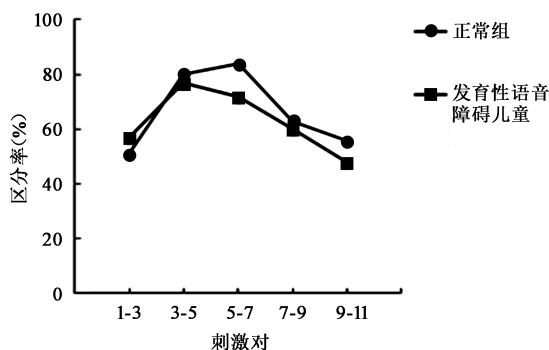


图2 区分正确率曲线图

三、2组受试者辨认曲线各项指标比较

2组受试者在辨认曲线绝对值(b_1)及范畴边界(X_{cb})及边界宽度(W_{cb})上均有统计学意义($P<0.05$)。在区分曲线峰陡峭度(DP)上,差异亦有统计学意义($P<0.05$),详见表1。

表1 2组儿童/bā/与/bà/辨认曲线各项指标比较($\bar{x}\pm s$)

组别	例数	b_1	$X_{cb} = -b_0/b_1$	W_{cb}	DP
正常组	30	-3.31 ± 0.86	6.24 ± 0.41	2.26 ± 0.48	0.43 ± 0.12
患儿组	30	-2.11 ± 0.91^a	5.31 ± 0.29^a	3.81 ± 0.36^a	0.35 ± 0.15^a

注:与正常组比较,^a $P<0.05$

讨 论

从认知心理语言学上分析,语音障碍属于语音感知的范畴,对于声调语言,声调的感知与发音有着密切的联系^[6]。汉语普通话作为典型的声调语言,包括四

个声调(阴平、阳平、上声、去声),对于相同音位组成的音节,不同的声调可代表不同的意思。以普通话为母语的儿童获得普通话音节的四大要素按以下顺序:首先习得声调,然后是元音及韵母,最后才能习得声母。人们在掌握汉语声调的过程中,对于声调的听觉感知及记忆处理与其发音的准确程度有紧密的联系,正确的声调感知才能准确把握发音,错误的感知则有可能造成发音的错误。声调可以承载语义,声调感知障碍可以直接导致言语感知功能异常,出现语音障碍。

以往对于发育性语音障碍的研究较多的是分析语音错误类型及如何矫正的问题,尚未涉及声调方面的研究。而在声调感知的研究上^[7-9],目前研究对象较多针对听力障碍儿童及以非声调语言或声调语言作为第二语言的学习者,对发育性语音障碍儿童的研究尚少。研究证明,婴儿在6月龄至8月龄前语音知觉模式不受母语因素的影响,不同语种婴幼儿的语音知觉模式具有高度一致性^[9],但随后会随着母语的不同逐渐呈现出特异性改变。在儿童汉语声调范畴产出研究中发现,1岁半至3岁儿童声调的产出发展有四个阶段,阳平和上声的混淆存在于前三个阶段,到了阶段四,阳平和上声的混淆现象则逐渐消失^[10]。由此发展,4岁以上儿童已基本能区分汉语普通话的四个声调。

范畴化特性是指听者将连续变化的语音知觉为离散的、数量有限音位的现象^[11]。声调知觉作为语音感知中的重要组成部分,声调的范畴化现象承载着声调知觉的基础特性,因此针对声调知觉的范畴化特征在第二语言学习及语音声学分析的研究上一直备受关注。以往的研究发现,在成人的声调知觉模式研究上,普遍认为母语为声调语言的被试其声调知觉模式是范畴性的,而母语为非声调语言的被试声调知觉模式则是连续性的^[11]。在儿童声调感知的研究上,Werker等^[12]的研究表明,语音知觉的形成开始于婴幼儿早期阶段,且1月到4月龄婴儿语音知觉模式已呈现出范畴化特征,而随后因母语环境暴露的增多而呈现出与母语相关的特征。毛弈韬^[13]的研究发现,人工耳蜗植入儿童在声调感知及不同声调类型的区分上都存在明显缺陷,且容易受到噪声环境的影响,这可能是导致他们存在不同程度的语音障碍的最直接的因素。发育性语音障碍儿童同样表现为各种发音错误,由此看来,他们有可能在语音习得(包括声调)和对声调的听觉处理上都存在不同程度的障碍。本研究在以往研究的基础上,将普通话为母语的典型的语音障碍儿童作为研究对象,分析对比其声调知觉的范畴化特征,可作为声调感知及语音感知的重要参考。

本课题组认为,确立典型范畴化知觉特性需满足如下条件:①辨别曲线形态表现为陡峭的特征(上升

或下降);②区分曲线有明显的峰值;③辨别曲线的交叉突变点与区分曲线峰值基本相符。从本研究结果来看,2 组受试者在感知普通话的升调及降调时,均呈现出“S”型曲线,即表现为范畴化模式,不过两者在范畴化边界位置、范畴化程度都有一定的差异。具体为:发育性语音障碍儿童范畴化边界中点位置较正常同龄儿童提前将近 1 个台阶,且边界宽度较正常儿童明显增宽。此外,在辨认曲线斜率绝对值、区分曲线峰值及峰陡峭度上,正常儿童均较发育性语音障碍儿童偏大。从以上结果来看,发育性语音障碍儿童在感知普通话升调和降调时虽表现出范畴化特性,但与正常同龄儿童存在不对称性,即发育性语音障碍儿童在声调感知上可能存在障碍,这有可能是导致发育性语音障碍儿童在发音时发生语音偏误的一个重要因素。本课题组认为,在言语训练过程中需同时进行声调感知训练以提高康复疗效。

从儿童早期声调的发展上看,声调获得先于鼻辅音和韵母,声母最晚获得。而发育性语音障碍主要表现为声母发音障碍。以往的研究表明^[14],儿童学会控制声门产生声调要比控制舌、软腭、口唇等构音器官要更加容易,声调获得可为音节、音段的习得打下良好的基础。有学者认为,儿童声调学习是整个语音学习中不可或缺的部分^[15]。从认知的角度上看,只有具备了对声调的感知和区别,才可能对汉语普通话的词义、概念作出正确的判断,获得正常的语音清晰度,避免出现语音障碍。这与本课题组上述观点基本一致。因此,本课题组认为,在临床开展语音训练时,需进行一定强度的声调训练,包括基础性训练及声调发音训练。基础性训练主要为声带的运动能力、肌肉的放松及协调训练等,如大声发“i”、“a”,打哈欠,呼吸训练等。声调是音节的必要组成部分,代表着音节高低升降的音高变化,声调发音训练可结合特定的单音节词进行目标声调的针对性训练,并根据不同声调的感知觉特性,进行相应声调的对比练习。

综上所述,对于以普通话为母语的发育性语音障碍儿童来说,在进行语音纠正训练的同时,音节的声调训练也是非常重要的,其担负着重要的辨义作用。虽然本研究仅以升调(阳平)及降调(去声)连续统作为刺激材料,但从结果来看,已充分说明发育性语音障碍儿童与正常儿童的差异,在今后的研究中尚需进一步

对阴平与阳平、阳平与上声、阴平与去声进行范畴性知觉模式研究,并对四声调的识别研究,为临床开展声调感知康复训练提供更有效的客观依据,以进一步提高康复疗效。

参 考 文 献

- [1] 美国精神医学学会. 张道龙,译. 精神障碍诊断与统计手册[M]. 北京:北京大学医学出版社,2015:40-62.
- [2] 陈卓铭. 特殊儿童的语言康复[M]. 北京:人民卫生出版社,2015:148-154.
- [3] 苏会芝,程岩,程丽红,等. 腭裂患者术后语音治疗的疗效观察[J]. 河北医药,2014,36(24):3779-3780. DOI: 10.3969/j.issn.1002-7386.
- [4] Xu Y, Gandour JT, Francis AL. Effects of language experience and stimulus complexity on the categorical perception of pitch direction. J Acoust Soc Am,2006,120(2):1063-1074.
- [5] 王星,刘亚丽. 元音差异对声调感知范畴的影响[J]. 声学技术,2013,32(6):221-222.
- [6] 王韞佳,覃夕航. 普通话单字调阳平和上声的辨认及区分[J]. 语言科学,2015,14(4):337-352. DOI: 10.7509/j.linsci.201504.029558.
- [7] Bidelman GM, Lee CC. The influence of language experience on categorical perception of pitch contours [J]. Neuroimage,2015,120:191-200. DOI: 10.1016/j.neuroimage.2015.06.087.
- [8] 张林军. 日本留学生汉语声调的范畴化知觉[J]. 语言教学与研究,2010,3:9-15.
- [9] 荣蓉,石锋. 音高和时长对普通话阴平和上声的听感影响[J]. 语言科学,2013,12(1):17-26.
- [10] Zhang Y, Zhang L, Shu H, et al. Universality of categorical perception deficit in developmental dyslexia: an investigation of Mandarin Chinese tones [J]. J Child Psychol Psychiatry, 2012, 53(8):874-882. DOI:10.1111/j.1469-7610.2012.02528.x.
- [11] 亓贝尔,刘博. 声调知觉的范畴化特征及其研究进展[J]. 临床耳鼻咽喉头颈外科杂志,2015,29(15):1396-1400. DOI:10.13201/j.is.sn.1001-1781.2015.15.024.
- [12] Werker JF, Tees RC. Speech perception as a window for understanding plasticity and commitment in language systems of the brain [J]. Dev Psychobiol, 2005, 46(3):233-251.
- [13] 毛弈韬. 人工耳蜗植入儿童声调感知与发声及歌唱能力研究. 长沙:中南大学,2014.
- [14] 孙敏. 儿童普通话声调习得实验研究. 大众文艺,2015,9:87-89. DOI:10.3969/j.issn.1007-5828.2010.09.074.
- [15] 杭利滨. 听力障碍儿童声调发音实验研究. 中国特殊教育,2005,6:36-39.

(修回日期:2016-12-07)

(本文编辑:阮仕衡)