

调型和调阶对阳平和上声知觉的作用*

王韞佳¹ 李美京²

(¹ 北京大学中文系, 北京 100871) (² 韩国外国语大学汉语教育学院, 韩国首尔)

摘要 使用心理-物理的方法研究了汉语普通话母语者对阳平和上声的感知。实验结果表明: 普通话母语者对阳平和上声的分辨呈现出一定的范畴化倾向, 但普通话母语者区分这两个声调的范畴化程度不及他们区分阴平和阳平的范畴化程度; 普通话母语者不倾向于把孤立的低平升调和低平调辨认为上声; 在调阶不高的条件下, 音高曲线终点的“高”对于阳平的感知并不重要。这些结果暗示着, “低降”是和“升”分别是普通话上声和阳平的音系特征, 普通话可能也像吴方言一样存在阴、阳调域的差别, 阳平和上声同属于低调域。

关键词 阳平; 上声; 感知; 音系特征

分类号 B842

1 引言

从理论上来说, 普通话的阳平是一个升调, 全上声是一个降升调, 这两个声调的调型并不相同。但是, 声学分析的结果表明, 阳平的音高曲线在上升之前往往也会出现短暂的下降(参见吴宗济、林茂灿, 1989: 153-164), 也就是说, 阳平的音高曲线和全上声的音高曲线实际上是有一定的相似性的。不过, 迄今为止, 似乎还没有文献报道普通话母语者在辨认自然语言中的阳平和上声的困难, 尽管他们在听辨中可能也会出现少量的阳、上混淆错误。

关于普通话声调的感知模式问题, 较有影响的且较早见于文献报道的是王士元(Wang, 1976)关于普通话(北京话)阴平和阳平的感知实验。这个实验通过人工合成的升-平调连续统(continuum)**来观察阳平和阴平的感知是否存在范畴边界, 实验结果表明这两个声调的感知属于范畴感知, 即, 可以找到区分两个声调的范畴边界。但是, 几年之后Abramson (1979) 报告了他对泰语声调感知模式的所进行的实验研究, 结果表明, 泰语声调的感知属于连续感知而不是范畴感知。刘娟(2004)对普通话

降升调的感知进行了研究, 她在降升调的拐点位置和起点音高上都未能找到阳平和上声的感知边界, 因此, 她认为普通话阳平和上声的感知模式也属于连续感知。Hallé, Chang 和 Best (2004) 研究了说台湾国语的人对台湾国语阴平-阳平连续统、阳平-去声连续统和上声-去声连续统的知觉模式, 实验结果表明, 被试对阴平和阳平的区分、阳平和去声的区分以及上声和去声的感知呈现出准范畴化(quasi-categorical)的模式。Kann, Wayland, Bao 和 Barkley (2007) 用 ERP 分析了英语母语者和汉语普通话母语者对泰语中平调与高升调和中平调与低降调的区分, 他们发现普通话母语者对于音高曲拱的敏感度高于英语母语者。

调型与阳平和上声感知之间的关系也是得到学界关注的一个重要问题。王士元的研究结果表明, 阳平的感知与升调的上升幅度有关, 当升调的升幅窄到一定程度, 普通话母语者就倾向于把这个声调感知为阴平。刘娟发现, 降升调的起点音高和拐点位置都对上声的感知有显著作用, 而且这两种主效应之间有着相互补偿的作用, 即, 如果起点音高较高, 那么在拐点位置不靠后的情况下被试也倾向于

收稿日期: 2009-07-20

* 教育部人文社科研究项目“普通话语调的音系描写和语音实现——语调与声调和重音关系的量化研究”, 项目编号 09YJA40006。
通讯作者: 王韞佳, E-mail: wangyunjia@pku.edu.cn

** 在语音学中, 连续统是指从一个范畴到另一个范畴之间的某个参数(例如基频)连续变化的一系列变体。在语音心理学中, 常常使用物理声学的方法产生一个连续统, 用以观察某个声学参数与语音感知之间的关系。

把声调听为上声,反之,当拐点位置比较靠后的时候,即便起点音高不很高,被试也倾向于把声调听成上声。曹文(2008)研究了不同母语背景的人对平调的感知,他发现,一个孤立的低平调不容易被普通话母语者感知为上声。以上两项研究的结果都暗示着,音高曲线上的下降特征是辨认普通话上声的重要声学征兆。

语音的音系特征表面看来是抽象的,但是所有的音系特征都有着心理现实性,都可以在心理感知实验中获得证实。换言之,语音心理学的结果既具有心理学的意义,也具有语音学和音系学的双重意义。综合前人对阳平和上声感知和音系特征的研究,我们认为还有以下问题值得进一步探讨:(1) 阳平的感知是否与音高曲线所在的调阶有关?即,阳平的感知需要一定的音高上升幅度,这个幅度的大小是否随着音高曲线的整体音高的变化而变化?(2) 为什么阴平和阳平的区分是典型的范畴感知,而前人却未能找到阳平和上声的范畴边界?(3) 普通话母语者对平升调的感知方式与他们对降升调的感知方式是否相同?(4) 感知实验的结果与阳平和上声的音系特征有什么关系?

本文使用心理-物理的方法研究普通话母语者在感知中对阴平和阳平、阳平和上声的区分,并以感知实验的结果为基础讨论阳平和上声的音系特征问题。本研究由三个实验组成。第一个实验使用升调-平调的连续统观察被试对阳平和阴平的区分;第二个实验使用逐步改变音高曲线拐点位置和终点音高的降升调连续统,观察被试对阳平和上声的区分;第三个实验使用逐步改变拐点位置和终点音高的平升调连续统,观察被试对阳平和上声的区分。本文第一个实验的设计与王士元的实验设计有两个不同之处:(1) 王使用的是绝对音高标度,起点音高改变的步长为 3Hz,我们使用相对音高标度,起点音高改变的步长为 1 个半音(半音是一种相对音高标度,下文一律简称为 st,参考频率为 100Hz);(2) 王所使用的刺激为男性发音人的样本,基频的变化范围为 105~135Hz;本文所使用的实验刺激为女性发音人的样本,基频变化范围约为 133~233Hz。显然,两个实验当中样本的音高所处的调阶不同,而调阶的不同是否会对阳平的感知有所影响正是我们所要探究的问题。第二个实验设计与刘娟实验的不同之处在于,刘娟观察了降升调的起点音高对上声感知的作用,我们不拟重复这个设计,改为观察降升调和平升调的终点音高对声调辨认

的作用。更重要的是,刘娟只研究了降升调的感知情况,我们还准备研究平升调的感知情况(实验III),目的在于探讨 F0 在调域低音区的下降与声调辨认之间的关系。

2 实验 I: 升调-平调的感知

2.1 方法

用语音分析软件 Praat 合成出升调-平调的连续统,负载声调的音节为 ba[pa],样品音质为女声。具体做法是,只改变音高曲线的起点,最低点为 5st(半音的参考频率为 100Hz,下文同),最高点为 15st;终点音高保持不变,为 15st;相邻两个样本的起点音高相差 1st,所有样本的带音段长度均为 400ms。这样一共产生了 11 种音高刺激,每种刺激在实验中重复出现一次,因此最终产生了 22 个刺激。音高变化方式如图 1 所示。起点最低的刺激为 1 号刺激,次低的为 2 号,余者依次类推。

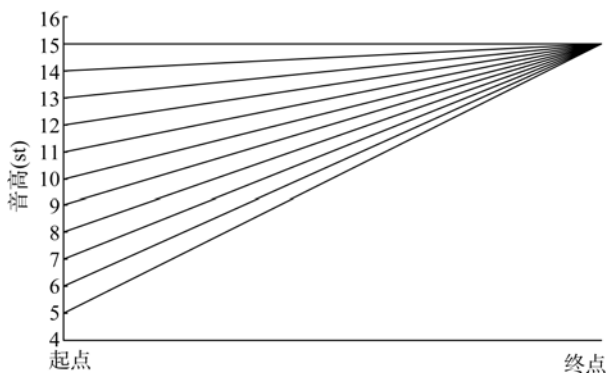


图 1 改变起点音高的升调-平调连续统

实验被试为汉语普通话母语者 11 人,男性 2 人,女性 9 人,平均年龄均为 24 岁,所有被试均没有听力障碍。随机排列 22 个声音刺激,要求被试每听到一个刺激就对刺激的调类进行辨认,辨认方式是写出他/她所听到的调类(不提供选择项)。

2.2 结果和分析

实验结果中没有出现被试将所听到的声调辨认为去声的情况,只出现了一位被试将一个样本听为上声的情况,但是这个样本的另一次播放没有出现被听为上声。图 2 显示了被试将所听声调辨认为阴平和阳平的比率,某声调的辨认比率=将某刺激听成该声调的人次/(被试数×该刺激的播放次数),下文同。很明显,被试对阴平和阳平的辨认呈现出范畴感知的特点,具体表现是,在 7 号刺激(起点音高 11st)和 8 号刺激(起点音高 12st)之间,阴平的辨

认比率上升了 100%, 阳平的辨认比率下降了 95%。在感知模式方面, 我们的结果与王士元的结果是一致的, 我们也发现了阴平和阳平之间的范畴边界, 这就是说, 音高标度的不同不会对感知实验的结果带来本质的影响。当然, 由于实验设计的不同, 我们的结果与王士元的结果也存在细节方面的差别, 而这个差别是值得进行讨论的。本文的阴平和阳平的范畴边界在起点音高的 11~12st 之间, 即, 在 400ms 的时间内, 基频必须有大于 3st 的上升幅度, 声调才有可能被听成是“阳平”, 小于或等于这个上升幅度就被听成“阴平”。而在王士元的实验中, 阴平和阳平的范畴边界在低音点音高(相当于本文的起点音高)的 123~126Hz 之间, 如果换算为以 100Hz 为参考的半音, 阳平的感知在 400ms 内需要大于 1.2st 的音高上升幅度, 比本文得到的 3st 的上升幅度小一倍半左右。我们认为, 两个实验结果的差异很可能是由于两个实验当中阴平和阳平的边界所在调阶的不同造成的。王的实验所使用的刺激的调阶比本实验当中刺激的调阶低得多, 我们的猜想是, 当调阶较低的时候, 阳平感知所需要的音高变化幅度可能会比较小。关于这个问题, 我们在本文第 4 节还会予以讨论。

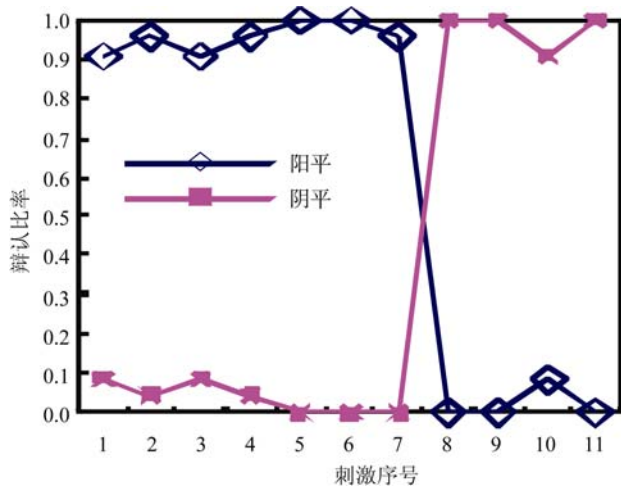


图 2 起点音高对阴平和阳平辨认率的作用

3 实验 II: 降升调的感知

3.1 方法

全上声的调型是降升调, 不过其终点音高在自然语言中并不稳定, 升尾甚至是可有可无的。阳平尽管理论上是一个升调, 但自然语言中也会在音高曲线的前半程出现短暂的下降段或者低平段。有趣的是, 阳平的“降升”和上声的“降升”似乎并未导致

人们混淆这两个声调。鉴于此, 本实验以降升调音高拐点的位置和终点音高为自变量来观察被试对上声和阳平的分辨模式。负载声调的依然是女声的 ba[pa]。拐点位置的改变方法是, 音节的总体长度保持不变(带音部分的长度为 400ms), 音高下降部分的最短长度为 60ms, 以 60ms 为步长逐渐加大下降部分的时长(同时也就逐渐减短了上升部分的时长), 下降部分的最大时长为 360ms。拐点处于带音段的第 60ms 处时为 1 号拐点位置, 余者依次类推。终点音高的改变方式是, 音高最小值为 2st, 以 1st 为步长逐步上升, 音高最大值为 15st, 终点音高为 2st 时编作 1 号音高台阶, 余者依次类推。音高曲线的起点音高(7st)和拐点音高(1st)始终保持不变。这样一共形成 $6 \times 14 = 84$ 个降升调刺激。拐点位置和终点音高改变的具体方式以及 84 个刺激的调型如图 3 所示。所有实验刺激被随机播放, 实验任务和被试组成与实验 I 相同。

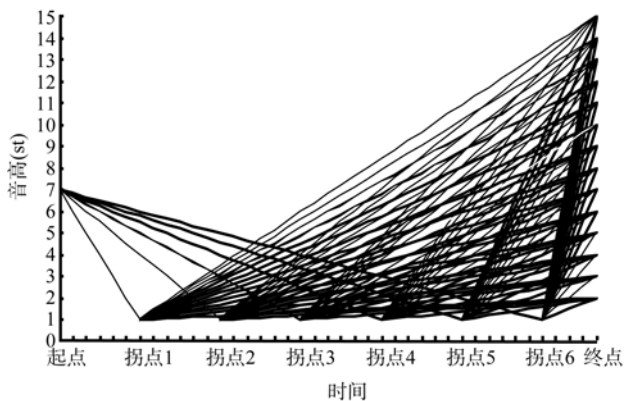


图 3 改变拐点位置和终点音高的降升调连续统

3.2 结果

3.2.1 终点音高的作用 实验结果中未发现将刺激的声调辨认为去声的情况。以终点音高为自变量、声调辨认率为因变量, 对每组被试的每一种声调辨认率进行重复测量的一元方差分析(观察值为 6 种音高条件下的辨认率)。统计结果表明, 终点音高对阴平辨认率的作用不显著, $F(13, 65) = 1.03$, $p = 0.437$; 对阳平辨认率的作用显著, $F(13, 65) = 6.17$, $p < 0.001$; 对上声辨认率的作用也显著, $F(13, 65) = 6.32$, $p < 0.001$ 。阳平辨认率的总变化趋势是随着终点音高的上升而上升, 上声辨认率的变化趋势恰好相反。由于文章容量的限制, 我们暂不拟对阴平和上声的辨认率进行专门讨论。实际上, 在多数拐点和音高条件下, 阴平的辨认比率都比较低, 因此上声辨认

率的变化规律大体可以从阳平辨认率的规律中推断出来(二者的变化趋势应该呈相反关系)。

图4显示了6个拐点位置上终点音高对阳平辨认率的作用。从图中可以看到,当拐点位置比较靠后的时候,终点音高对阳平辨认率的作用十分有限,

在拐点5、6条件下,即便终点音高上升到最高位置,阳平的最高辨认率也不到30%;而在拐点位置比较靠前(拐点1、2、3)的情况下,终点音高对阳平辨认率的作用很大,在拐点1、2条件下,终点音高导致的辨认率变化幅度都达到了100%。

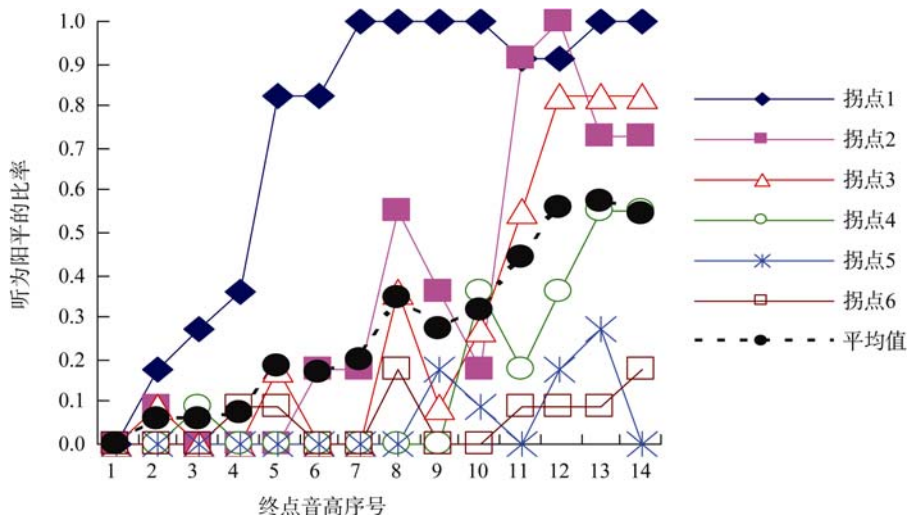


图4 降升调的终点音高对阳平辨认率的作用

3.2.2 拐点位置的作用 以拐点位置为自变量、声调辨认率为因变量,对每一种声调辨认率进行重复测量的一元方差分析(观察值为14种音高条件下的辨认率),统计结果表明,拐点位置对阴平辨认率的作用不显著, $F(5, 65)=1.13, p=0.355$; 对阳平辨认率的作用显著, $F(5, 65)=23.86, p<0.001$; 对上声辨认率的作用也显著, $F(5, 65)=26.52, p<0.001$ 。图5显示了12个终点音高台阶上拐点位置对阳平辨认率的作用(与图4用的是同一组数据,交换了纵横坐标,分别用来显示终点音高和拐点位置的作用)。从图中可以看到,在终点音高较低的条件(终点音高台阶1~4),拐点位置对于阳平辨认率的作用很有限,最高辨认率不到40%;而在其他音高条件下,拐点位置对阳平辨认率的作用很大,在终点音高台阶8至14的条件下,拐点位置导致的辨认率变化幅度都超过了90%。概括地说,图4和图5中的阳平辨认率曲线在不同的终点音高或不同的拐点位置条件下表现出了不同的变化方式以及不同的分布范围,这说明,终点音高和拐点位置这两个因素对声调的辨认是相互制约的*。

3.3 讨论

阳平和上声的分辨属于连续感知还是范畴感

知,这是一个比较复杂的问题,因为这里存在两个影响感知的变量,即拐点位置和终点音高,所以需要考虑阳平和上声的分辨在终点音高和拐点位置方面是否都存在感知的范畴边界。另外,我们已经知道这两种变量对声调的辨认是彼此制约的,因此可以假设,如果阳平和上声的区分属于范畴感知的话,那么,终点音高的范畴边界仅在某些拐点位置上存在,同理,拐点位置的范畴边界也仅在某些音高台阶上存在。3.2.1节中的图4体现的是不同拐点位置上辨认率与终点音高之间的函数关系,在图中我们看不到典型的范畴感知的辨认曲线(在范畴边界处的急剧变化和边界前后的无变化或者无规律的小幅度变化)。但还是有一些细节值得注意。拐点1处,阳平辨认率在终点音高台阶4和5之间有较大幅度的上升(升幅为46%),不过,在终点音高台阶1至4之间,阳平辨认率是持续且接近匀速地上升的,4个台阶之间的升幅为36%。因此,这条辨认曲线表现出了范畴感知的一些特点,只是不够典型。拐点2处,阳平辨认率在音高台阶10和11之间的上升幅度达到72%,但是在音高台阶10之前有较大幅度的波动,在台阶8处阳平辨认率曾经上升至55%,到台阶10处又下降至18%。阳平辨认

* 应该说,拐点位置和终点音高对于声调辨认率存在交互作用,但从统计学上看,交互作用的显著与否需要进行统计检验,由于实验设计中每一个拐点位置和终点音高台阶上只有一个观察值,因此无法对这两个主效应的交互作用进行统计检验,如此,这里姑且称为“彼此制约作用”。

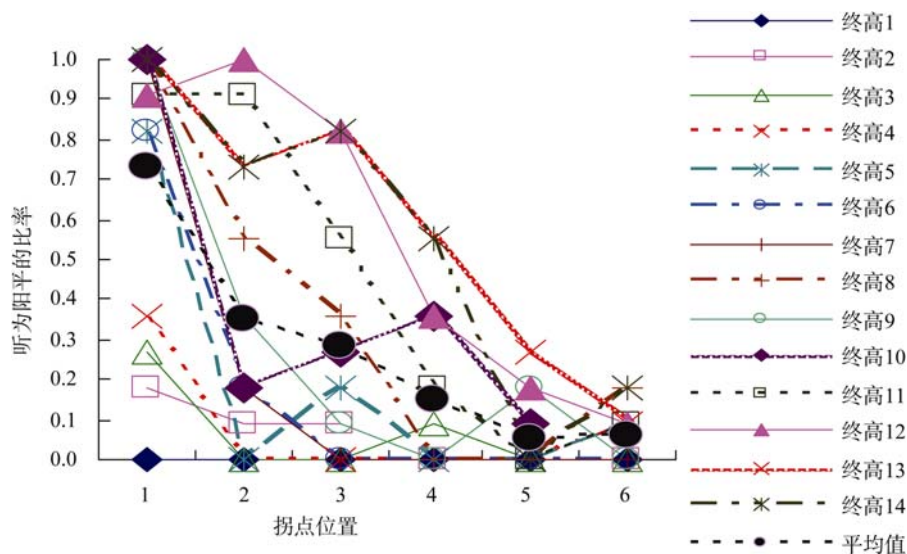


图5 升降调的拐点位置对母语者阳平辨认率的作用

率的这种剧烈的反复可能是实验刺激的排序造成的, 因此这里暂时不能认为终点音高台阶 10~11 之间是阳平和上声的范畴边界。3.2.2 节中的图 5 体现的是不同终点音高条件下辨认率与拐点位置之间的函数关系。在终点音高台阶 5、6、7 的条件下, 阳平辨认率在拐点 1 和 2 之间均出现了较大幅度的下降(降幅均超过 60%), 并且在拐点 2 之后的下降幅度均小于 20%, 应该说, 这三条曲线都具有范畴辨认的一些特点。总的来看, 阳平的感知在终点音高与拐点位置方面都出现了范畴化倾向, 拐点位置上的范畴化特点更加明显; 不过, 与阳平和阴平的分辨模式相比, 无论是在终点音高方面还是拐点位置方面, 阳平和上声分辨的范畴化特征都显得稍弱一些。

刘娟(2004)的实验结果表明, 升降调起点音高和拐点位置对于上声的感知具有互补作用, 即, 如果起点音高较高, 那么在拐点位置不靠后的情况下被试也倾向于把声调听为上声, 反之, 当拐点位置比较靠后的时候, 即便起点音高不很高, 被试也倾向于把声调听成上声。刘所称的“互补作用”与本实验中出现的终点音高和拐点位置之间的彼此制约作用是互相照应的。我们看到, 一方面, 在终点音高很低的情况下, 拐点位置对于阳平辨认率的作用很有限, 即便拐点位置很靠前, 声调被听成阳平的比率也较低, 也就是说上声的辨认率在这种条件下较高; 另一方面, 在拐点位置较后的情况下, 终点音高对于阳平辨认率的作用也很有限, 即便终点音高很高, 声调被听成阳平的比率也较低, 即上声的

辨认率在这种条件下依然较高。

关于阳平和上声在感知中的分辨模式, 刘娟得到的结果是连续感知模式。她认为, 无论是在起点音高与声调感知的关系上, 还是在拐点位置与声调感知的关系上, 都没有出现两个相邻刺激之间声调辨认率的急剧变化。但是, 刘娟的这个结论是在只观察一个变量与声调感知的关系而忽略另一个变量与声调感知之间的关系的的基础上得到的, 即, 当她观察起点音高与声调感知的关系时, 她观察的是所有拐点位置上的上声辨认率均值; 同样, 当她观察拐点位置与声调感知的关系时, 她观察的是所有起点音高条件下的上声辨认率均值。这样一来, 她就无法看到在特定的拐点和音高条件下是否存在阳平和上声的范畴边界。好在她给出了所有刺激的声调感知数据。我们首先观察了刘的数据中拐点位置对声调辨认率的作用, 我们发现, 两个相邻拐点位置之间上声辨认率的变化幅度超过 50%且这两个位置的前后辨认率的变化幅度不大的音高台阶共有 7 个, 也就是说, 刘娟的结果同样表明, 在某些特定音高台阶上, 阳平和上声的感知存在拐点位置上的范畴边界, 只不过在不同的起点音高台阶上拐点的范畴边界位置有所不同而已, 总的说来, 起点音高越高, 拐点的范畴边界越靠前。我们又观察了起点音高对上声辨认率的作用, 相邻两个音高台阶之间上声辨认率出现急剧变化只有一次, 即, 在第三个拐点位置上, 上声的辨认率于第 6 和第 7 个起点音高台阶之间上升了 41%。刘娟的实验设计尽管与本研究有所不同, 但是, 在实验结果的细节

上还是存在相似之处的,即,在若干音高(刘的研究是起点音高,本研究为终点音高)台阶上阳平或者上声的感知都出现了拐点位置的范畴边界,在少数拐点位置上出现了起点或者终点音高的范畴边界,也就是说,拐点位置上的范畴边界更加突出一些。同时,刘的实验结果也表明,阳平和上声范畴感知的特点不如阴平和阳平的范畴感知特点强;为什么会出现这种差别,我们暂时无法给出肯定性的解释。一种可能是,平调和曲拱调的范畴边界要比两种调型具有一定相似性的曲拱调之间的范畴边界来得更加清晰。

4 实验Ⅲ:平升调的感知

4.1 方法

被试的情况与前两个感知实验相同。声音刺激为逐步改变上升点(拐点)位置和终点音高的平升调(先平后升)连续统。负载声调的音节为依然为女声的 ba[pa],带音段时长为 400ms,第一个上升点在带音段起始的位置上(拐点 1),起点音高为 2st。每隔 60ms 逐步向后移动上升起点,即音高曲线拐点的位置,最后一个拐点位置在带音段的第 360ms 处(拐点 7)。上升起点前的音高(平调段)保持不变,为 2st,终点音高的第一个台阶为 2st(1 号终点音高台阶),最后一个台阶为 15st(14 号终点音高台阶)。这样一共形成 $7 \times 14 = 98$ 个刺激。当终点音高为 2st 时,音高曲线是平的,因此实际上每一个拐点位置上都存在一个音高为 2st 的平调,即 98 个刺激中有 7 个刺激的音高曲线是完全相同的,实际的音高曲线种类只有 93 个,但用于听辨和统计的刺激仍为 98 个。实验刺激的音高和拐点变化如图 6 所示。

4.2 结果

结果中未出现将所听声调辨认为去声的情况。下面分别报告终点音高和拐点位置对阴平、阳平和上声辨认率的影响。

4.2.1 终点音高的作用 统计方法与 3.2.1 相同。统计结果表明,终点音高对阴平辨认率的作用显著, $F(13, 78) = 6.72, p < 0.001$; 对阳平辨认率的作用显著, $F(13, 78) = 8.24, p < 0.001$; 对上声辨认率的作用也显著, $F(13, 78) = 4.05, p < 0.001$ 。图 7 显示的是阴平、阳平和上声的辨认率与终点音高之间的关系。阴平的辨认率在音高台阶 1~6 之间随着终点音高的上升而下降,此后一直在非常低的水平上(<5%)作微弱波动。阳平的辨认率在音高台阶 1~8 之间随着终点音高的上升而上升,此后一直在较高的水平上

(>95%)微弱波动。上声的辨认率的变化情况与阴平相似,在音高台阶 1~7 之间随着终点音高的上升而下降,此后一直保持在非常低的水平(<5%)。另外需要注意的是,阴平和上声辨认率的最大值(图中显示实际上是所有拐点位置的平均值,因此这里的辨认率最大值是指这些均值中的最大者,而不是所有音高和拐点条件下的最大值)分别低于 30% 和 20%,最低值都是 0;而阳平辨认率的最低值超过了 50%,最高值达到了 100%。

4.2.2 拐点位置的作用 统计方法与 3.2.2 节相同。拐点位置对阴平辨认率的作用不显著, $F(6, 78) = 1.27, p = 0.28$; 对阳平辨认率的作用也不显著, $F(6, 78) = 0.73, p = 0.630$; 对上声辨认率的作用边缘显著, $F(6, 78) = 1.99, p = 0.077$ 。图 8 显示了声调辨认率与拐点位置之间的关系。阴平和阳平的辨认率与拐点位置之间的关系都不清晰,阴平辨认率始终在 10% 以下徘徊,阳平辨认率一直在 80% 以上波动。上声辨认率呈现出微弱的上升倾向,但最高辨认率也未能达到 10%。

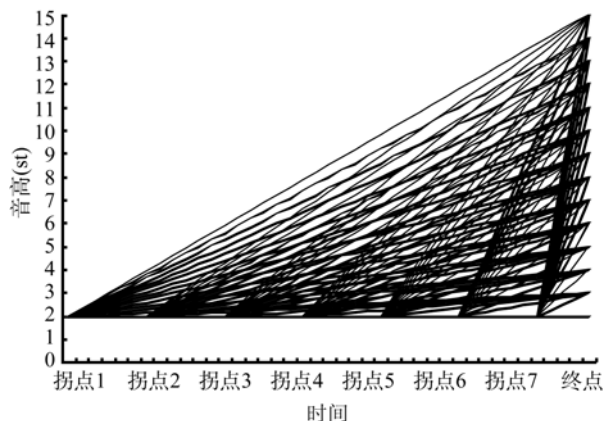


图 6 改变终点音高和拐点位置的平升调连续统

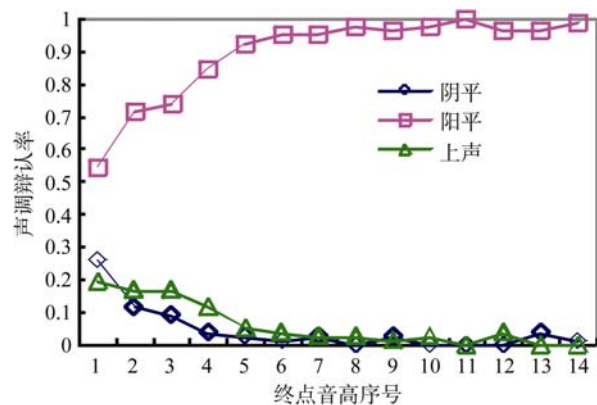


图 7 终点音高对平升调知觉的作用

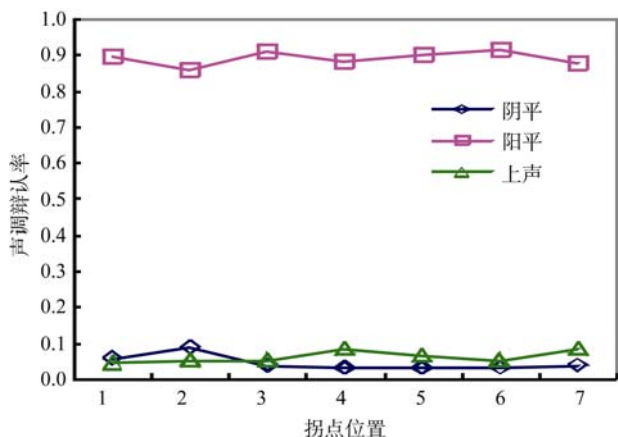


图8 拐点位置对平升调知觉的作用

4.3 讨论

4.3.1 降升调和平升调感知结果的比较 首先看终点音高的作用。在平升调的连续统中, 阳平辨认率在所有音高条件下的都超过了 50%, 在第 5 个音高台阶之后一直高于 90%; 上声辨认率在所有音高条件下都低于 20%, 到第 6 个音高台阶后一直处于 5% 以下的位置(这些数据为所有音高台阶上的平均值)。这个结果说明普通话母语者倾向于把平升调听成阳平而不是上声, 无论终点音高是高还是低。而在降升调的连续统中, 当终点音高较低时, 无论拐点位置处于何处, 阳平辨认率都较低(参见 3.2.1 节图 4)。

再看拐点位置的作用。一个有意思的现象是, 在平升调条件下, 拐点位置对阳平辨认率的作用不显著, 对上声辨认率的作用边缘显著, 这个结果与降升调的感知结果很不相同, 对于降升调来说, 拐点位置对阳平辨认率不仅有显著作用, 而且作用力度相当大。而对于平升调来说, 无论拐点位置怎样改变, 阳平的辨认率都在 80% 以上, 上声的辨认率都在 10% 以下(所有终点音高条件下的平均值)。在音系描写上, 阳平具有高调特征, 同时也是一个升调。但是, 本研究中降升调和平升调感知实验的结果表明, (1) 阳平在上升之前可以有一个平调成分, 而且平调段的长短对于阳平的感知并不重要; (2) 对阳平感知起着最重要影响的是上升点之前是否存在音高的下降, 如果存在音高的下降, 上升点在整个音高曲线中的位置才会对阳平的感知有显著作用。

由于平升调条件下阳平的辨认率始终较高(高于 50%), 上声的辨认率始终较低(低于 30%), 而因此这里就没有必要再讨论阳平和上声的辨认是否

具有范畴性了。

4.3.2 阳平的感知与阳平的音系特征 在平升调的感知结果当中, 阳平辨认率有一个耐人寻味之处, 那就是, 在终点音高与平调段的音高只相差 1st 的情况下, 所有拐点位置上阳平辨认率的平均值依然超过了 50%; 而当拐点位置最靠前, 即, 音高曲线为一个升幅非常小的低升调的时候, 阳平辨认率竟达到了 81%。这个结果让我们联想到实验 I 中阳平和阴平感知的范畴边界的位置, 这个位置处于起点和终点音高相差 3~4st 的地方, 即, 在终点音高较高的前提下, 如果声调的升幅不超过 3st, 普通话母语者就倾向于把它听成阴平调。显然, 在实验 I 和实验 III 中, 普通话母语者对于阳平升幅的“要求”不一致, 而我们在这里所比较的两个声音刺激存在一个重要的差别, 即调阶不同, 实验 I 中阴平和阳平边界处的升调的调阶(11st~15st)大大高于 2 号终点音高台阶上的升调所在的调阶(2st~3st)。我们解释本文实验 I 的结果与王士元(1976)结果差异的时候已经提出, 调阶的降低会导致感知中对阳平上升幅度要求的降低; 本文两个实验的不同结果再次说明, 在调阶较低条件下, 普通话母语者对于阳平的感知不需要很大的升幅, 而在调阶较高的条件下, 阳平的感知需要一定的升幅。

关于阳平的音系特征, 一般都描写为/MH/(中高, 例如吴宗济等, 1989: 270~271)或/LH/(低高, 例如 Yip, 2005)。从我们的实验结果看, 在调阶不高的条件下, 阳平的感知并不需要一个绝对音高较高的终点。这个结果让我们不禁联想到音系学界关于汉语声调的阴、阳调域的划分。阴、阳调域的划分最早是由于吴语当中有阴、阳调的对立而提出的, 阳调域中的高调永远低于阴调域中的高调, 王洪君(2008)曾经提出北方方言的声调系统是否也有阴、阳域的疑问。根据我们的结果, 似乎可以假设汉语普通话的阴平和去声属于阴域, 阳平和上声处于阳域。除了阳平的感知在调阶较低的情况下不需要较高的终点音高以外, 我们还可以找到其他的证据来支持这个假设。例如, 沈炯(1985)关于语调与声调音域关系的实验结果表明, 语流中阳平高音点的变化比较特别, 在句末和停顿之前, 阳平的高音点比阴平和去声高音点低很多, 而阳平的起点是随着音域下限的变化而变化的, 其音高也与上声的起点接近, 据此, 沈炯认为阳平的特征应是“升”而不是“高”。但是, 按照生成音系学的操作方法, 任何一个曲拱声调都被离解为若干平调特征, 因此阳平的

起点和终点音高必须被定义。我们认为,阳平可以被定义为/MH/,但是其调域属于阳调域,因此,在自然语言中的语音实现中,它的起点音高总是跟随整体音域的下限而变化,它的终点音高(声调的高音点)也比阴调域的阴平和去声的高音点来得低。由于本文篇幅的限制,阳平在自然语言中的复杂变化及其所属调域问题,我们将另文予以专门讨论。

4.3.3 上声的感知与上声的音系特征 单字调中,上声的调值为[214],这是语音学层面的描写。上声的音系学特征到底是什么,各家的看法有所不同不同。王力(1979)认为上声是一个低平调,林焘、王理嘉(1992: 130)认为上声的主要特点是低;Yip (2005)把上声的音系特征描写为/L/,王洪君(2008)认为上声是一个斜调(低降调)。本文的结果表明,普通话母语者不倾向于把低平调和低平升调辨认为上声,刘娟(2004)的实验结果从另外一个角度照应了本文的结果。刘的结果表明,起点的高低是听辨普通话升降调的有效特征,下降段的起点音高越高,听成上声的比率越大,也就是说,降升调下降段的降幅对于上声的辨认有着显著作用。鉴于音高曲线前半段的低音区对于上声的感知起着决定性的作用,而上升部分的终点高度却与上声的辨认率呈反相关的关系,因此,将上声的音系特征描写为低调域中的/ML/可能是比较合适的。

曹文(2008)对平调感知的研究结果从另一个角度与本文的结果形成了照应。曹发现,当声调为低平调(大致相当于五度制的[11])时,普通话母语者听成阴平、阳平、上声和去声的比例均未超过 50%,对声调的辨认与随机判断无显著差异,也就是说,被试对低平调没有明确的辨认倾向。本文的结果与曹文结果相异之处有两个:(1)本文的结果中,低平调没有出现被选为去声的;(2)本文的结果中,把低平调辨认为阳平的比率超过了 50%。 χ^2 检验的结果表明,本研究中被试对于低平调的感知与对阴平、阳平和上声三个声调的随机判断有显著差异, $\chi^2(2)=21.86, p<0.001$ 。但是,本研究中低平调的阴平、阳平和上声辨认率分别为 26%、55%和 19%,上声的辨认比率最低,这个结果说明低平调在普通话母语者的知觉中与上声的拟合度最差,这与曹文所得到的普通话母语者不倾向于把低平调听成上声的结论是一致的。至于本研究中被试表现出的微弱将低平调听成阳平的倾向,可能与实验任务的形式有关。如果被试认为低平调与阴平和上声的拟合度比与阳平的拟合度更差,那么即便低平调不是

“理想的阳平调”,他们也可能在完成任务的时候将它作为阳平;而这个结果也从一定程度上说明阳平的知觉的确不需要较高的终点。

这里还有必要提及 Zue (1976, 转引自 Gandour, 1978)的关于普通话阳平和上声感知的一个实验研究。据 Gandour 的报道,Zue 在实验中使用的是只改变拐点位置(以 50ms 为步长)的平升调连续统,上升部分的起点音高为 100Hz,终点音高为 160Hz。实验结果表明,普通话母语者和美国英语母语者的范畴感知边界都出现在拐点位置 5,他们把拐点位置 1~4 的刺激归入“主要特征上升(predominantly rising)”型,而把拐点位置 6~9 的刺激归入“主要特征持平(predominantly level)”型。Gandour 认为,这个结果与上声的变调形式有关,因为上声在非上声前的变调形式就是平调。Zue 的这个结果与本文的结果有着较大的差异,在我们的结果中,普通话母语者把平升调听为阴平或者上声的比率从未超过 50%,他们在所有终点音高条件下都未出现拐点位置的范畴边界。不过,在 Zue 的实验中,被试的任务是对“升或平”而不是对“阳平还是上声”的强迫选择,因此,我们认为 Zue 的实验结果依然不能充分证明低平是上声的音系特征。

刘娟、曹文和本研究使用的听辨刺激都是孤立音节。林焘和王士元(1984)研究过双音节词中声调的感知问题,这项研究的一个结果是,当前音节为平调(168Hz,负载音节为 qing)、后音节为比前音高高 52Hz 的高平调(220Hz,负载音节为 tian)时,听音人倾向于把前音节听为上声(10 个听音人中有 7 个把双音节词听为“请天”)。中,这个结果表明,在双音节词的听辨中,上声的感知并不以“降”为条件,显然,这与刘、曹和本文的结果是不一致的。不过,我们认为,关于上声在连读中的感知特点,似乎还有继续研究的空间。例如,在林和王的实验中,被试的任务是进行三择一的强迫选择(“青天”/“晴天”/“请天”),这个任务容易让被试将三个选择项的语义焦点放在第一个音节上,而焦点的语音表达形式是提高声调的高音点,如果声调本身没有高音点(例如半上声),则抬高临近声调的高音点。这样一来,当前音节声调较低、后音节较高时,被试就不可能将这个声调听成阴平和阳平了而只能听成上声了,因为焦点位置上的阴平以及阳平的高音点应该比其后声调的高音点来得高,而处于焦点位置的上声之后的声调的高音点恰好是被抬高的,也就是说,被试的选择在很大程度上受到了实验任务在形

式上的影响。此外,上声处于后字位置时的感知特点是怎样的?低平的上声和低降的上声在感知的自然度上是否有差异?这些问题都有待进行更加深入的实验研究。

5 结论

通过三个心理-物理实验得到以下结论:

首先,在相对音高标度的实验设计中,普通话母语者对阴平和阳平的区分仍然呈现出范畴感知的模式,这说明实验设计中使用绝对音高标度还是相对音高标度对于阴平和阳平感知结果没有影响。

其次,普通话母语者对于阳平和上声的辨认呈现出准范畴化模式,阴平和阳平区分的范畴化程度比阳平和上声的区分来得更高,这或许是因为平调和曲拱调的边界要比两个曲拱调的边界更加清晰。

第三,调型对于阳平和上声感知的作用强于平升调或者降升调音高曲线上拐点位置和终点音高的作用。普通话母语者倾向于把平升调感知为阳平而不是上声,音高曲线上升之前的下降是辨认上声的必要条件。这些结果说明,上声的音系特征似乎应该同时包括“低”和“降”。

最后,阳平的辨认与调阶有着密切的关系,在调阶不高的时候,阳平的辨认在平升调和升调的条件下均不需要太大的升幅。实验结果提供了这样的暗示:为普通话的声调系统中可能也存在阴、阳两个调域,阳平和上声同属于阳域(低调域),这个假设可以很好地解释阳平的低音点和高音点在自然语言中的变化以及阳平的感知特点。

参 考 文 献

- Abramson, A. S. (1979). The noncategorical perception of tone categories in Thai. In Lindblom, B., & Öhman, S. (Eds.), *Frontiers of speech communication research* (pp.127-134). London: Academic Press.
- Cao, W. (2008). A Comparative study on tone perception (I)——Report on level tones. In *the Proceedings of the 8th phonetics conference of China and the international symposium on phonetic frontiers – Celebration of Professor Wu Zongji's 100th birthday*. Beijing.
- [曹文. (2008). 声调感知对比研究(一)——关于平调的报告. 见 第八届中国语音学学术会议暨庆贺吴宗济先生百岁华诞语音科学前沿问题国际讨论会论文集. 北京.]
- Gandour, J. T. (1978). The perception of tone. In Fromkin, V. A. (Eds.), *Tone, a Linguistic survey* (pp.41-76). New York: Academic Press.
- Hallé, P. A., Chang, Y., & Best, C. T. (2004). Identification and discrimination of Mandarin Chinese tones by Mandarin Chinese vs. French listeners. *Journal of Phonetics*, 32, 395-421.
- Kaan, E., Wayland, R., Bao, M., & Barkley, C. M. (2007). Effects of native language and training on lexical tone perception: An event-related potential study. *Brain research*, 1148, 113-122.
- Lin, T., & Wang, L. J. (1992). *A course of phonetics*. Beijing: Peking University Press.
- [林焘, 王理嘉. (1992). *语音学教程*. 北京: 北京大学出版社.]
- Lin, T., & Wang, S. Y. (1984). On the perception of tone. *Journal of Chinese Linguistics*, 2, In *Collected papers of Lin Tao in linguistics* (2001) (pp.142-155). Beijing: Commercial Press.
- [林焘, 王士元. (1984). 声调感知问题. *中国语言学报*, 2, 见 *林焘语言学论文集* (pp. 142-155). 北京: 商务印书馆 2001 年.]
- Liu, Juan. (2004). Perceiving the boundary between the lexical rising tone and the falling-rising tone. In Shi F., & Shen Z. W. (Eds.), *Joy of research a festschrift in honor of Professor William S-Y. Wang on his seventieth birthday* (pp. 222-233), Tianjin, China: Nankai University Press.
- [刘娟. (2004). 普通话阳平和上声调的感知界限. 见石锋、沈钟伟(编). *乐在其中——王士元教授七十华诞庆祝文集* (pp. 222-233), 天津: 南开大学出版社.]
- Shen, J. (1985). Pitch range of tones and intonation in Beijing Mandarin. In Lin T. & Wang L. J. (Eds.), *Experimental studies on the sound of Beijing Mandarin* (pp.73-125). Beijing: Peking University Press.
- [沈炯. (1985). 北京话声调的音域和语调, 见 林焘, 王理嘉等. *北京语音实验录* (pp.73-125). 北京: 北京大学出版社.]
- Wang, H. J. (2008). *Nonlinear phonology of Chinese* (revised and enlarged version). Beijing: Peking University Press, pp. 230-234.
- [王洪君. (2008). *汉语非线性音系学*(增订版). 北京: 北京大学出版社, pp. 230-234.]
- Wang, L. (1979). Several problems in the analysis of modern Chinese speech. *China philology*, 4, 281-286.
- [王力. (1979). 现代汉语语音分析中的几个问题. *中国语文*, 4, 281-286.]
- Wang, W. S-Y. (1976). Language change. *Annals of N.Y. academy of science*, 280, 61-72.
- Wu, Z. J., & Lin, M. C. (Eds.). (1989). *Introduction to experimental phonetics*. Beijing: High Education Press.
- [吴宗济, 林茂灿. (主编). (1989). *实验语音学概要*. 北京: 高等教育出版社.]
- Yip, M. (2005). *Tone* (pp. 180-181). Beijing: Peking University Press.

The Effects of Tone Pattern and Register in Perceptions of Tone 2 and Tone 3 in Mandarin

WANG Yun-Jia¹; LI Mei-Jing²

(¹ Department of Chinese Language and Literature, Peking University, Beijing 100871, China)

(² School of Chinese Language Education, Hankuk University of Foreign Studies, Seoul, Korea)

Abstract

The results of previous psycho-phonetic studies indicate that Mandarin native speakers discriminate tone 1 and tone 2 categorically, while they discriminate tone 2 and tone 3 continuously. Tone 3 in Mandarin is phonologically described as a low tone, while the results of perceptual experiments suggest that Mandarin speakers tend not to identify a low level tone as tone 3. This study aims to answer the following questions: 1) Does register have an effect on the perception of tone 2? 2) Is it true that there is no category boundary between tone 2 and tone 3? 3) Do Mandarin speakers perceive a low-rising tone in the same way as they perceive a falling-rising tone? 4) What do the results of perceptual experiments indicate about the phonological features of tone 2 and tone 3 in Mandarin?

Three psycho-acoustical experiments were conducted. Experiment I aimed to investigate how Mandarin speakers discriminate tone 1 and tone 2, using rising tone continuum which was created by changing the onset frequency step by step. Experiment II aimed to investigate how Mandarin speakers discriminate tone 2 and tone 3, using falling-rising tone continuum which was created by changing the ending frequency and the turning point position of pitch curve step by step. Experiment III aimed to investigate how Mandarin speakers perceive level-rising tone, using level-rising tone continuum which was also created by changing the ending frequency and the turning point position of pitch curve step by step. The subjects were 11 Mandarin native speakers. The subject tasks of the three experiments were all identification, i.e., to identify tone category for each tone they heard.

The results of experiment I showed that Mandarin speakers also discriminated tone 1 and tone 2 when a relative scale, i.e. semitone, was used in step design of the tone continuum, and that when the register was relatively high, a larger rising range was needed to identify tone 2. The results of experiment II demonstrated that 1) the main effects of the turning point position and of the ending pitch of a falling-rising tone on identification of tone 2 and tone 3 were both significant, and the interaction of the two factors was also significant; 2) under certain conditions of final pitch and of turning point position there existed a boundary between tone 2 and tone 3, although the boundary was not significant under all conditions. The results of experiment III showed that both the turning point position and the ending pitch of a falling-rising tone had effects on identifying tone 2 and tone 3. However, the rate of identification of tone 3 was always below 20 percent.

In conclusion, the results of this study indicate that 1) identification of tone 2 does not need a large rising range when the tone register is not high; 2) discrimination of tone 2 and tone 3 is quasi-categorical; 3) the pattern of pitch curve plays an important role in identification of tone 2 and tone 3, i.e., the falling feature is significant for tone 3; 4) there may exist both a high range and a low range in the Mandarin tone system, and tone 2 and tone 3 belong to the low tone range.

Key words tone 2; tone 3; perception; phonological feature