

## 婴儿期母语音位范畴习得：来自言语知觉的证据\*

刘文理<sup>1,2</sup> 杨玉芳<sup>1</sup> 伊廷伟<sup>3</sup>

(<sup>1</sup>中国科学院心理研究所, 北京 100101) (<sup>2</sup>中国科学院研究生院, 北京 100039)

(<sup>3</sup>顺义区幼儿教育培训中心, 北京 101300)

**摘要** 婴儿期言语知觉研究表明婴儿最初(1~4个月)可以分辨几乎所有的语音范畴对比; 随母语经验增加, 婴儿言语知觉逐渐表现出母语音音特征的影响, 辅音知觉表现为对母语音音范畴界限敏感性的提高和对非母语范畴界限敏感性的下降, 非母语范畴开始同化到母语音系中去, 母语音音知觉表现出知觉磁体效应。这些证据表明婴儿逐渐习得母语音位范畴, 音位范畴习得顺序可能依赖范畴例子本身的声学特征、发生频率等因素。

**关键词** 言语知觉, 婴儿期, 辅音, 元音。

**分类号** B842

语言本身是人类所特有的、具有层次结构的系统, 每种语言都具有独特的音系体系, 由40个左右的音位(一种语言里面可区分意义的最小语音单位)构成大量词汇成为交流的基本要素, 婴儿习得语言的一个重要任务就是形成这40个左右的母语音位范畴表征<sup>[1]</sup>。言语知觉研究主要关心人们如何从连续的、变化的声学信号中分离一致的语音单元(如音位), 对婴儿言语知觉技能的测查成为探索婴儿如何习得母语音音体系的重要手段。婴儿期言语知觉研究主要关心婴儿出生时所具有的先天的知觉能力和随母语经验增加语音知觉所表现出的变化, 即母语音位范畴是如何逐渐习得的。测查婴儿言语知觉能力常用的程序是采用视觉强化的转头范式<sup>[2]</sup>或习惯化一去习惯化范式考察婴儿对两个言语声音的分辨。两个声音可以来自单个音位范畴或来自不同音位范畴, 可以是母语音位范畴或非母语音位范畴, 可以是母语发音人所产生的自然言语声音, 也可以是人工合成的言语声音。下面首先简要介绍婴儿先天的语音知觉能力, 然后综述随母语经验增加婴儿如何逐渐习得母语音位范畴。

### 1 1~4个月婴儿言语知觉能力的普遍性

Liberman 等人测查了成人被试对沿单一维度声学线索变化(如标示发音部位线索的共振峰过渡起

始频率或标示辅音清浊线索的嗓音起始时间)的音位范畴对比连续体的识别和分辨, 结果发现被试的识别和分辨表现出明显的范畴性, 如对落入音位界限两侧的刺激分辨显著好于对同一音位范畴内的刺激的分辨, 研究者将这个现象称为“范畴知觉”(categorical perception)<sup>[3]</sup>。

新生儿对言语刺激的分辨是否表现出这种范畴性? Eimas 等利用习惯化一去习惯化范式测查了1个月和4个月的婴儿对有同样 VOT (voice onset time, 声带振动相对于辅音除阻开始的时间)差异的两对刺激的分辨, 一对刺激来自同一音位范畴, 另一对刺激跨成人音位范畴界限, 结果表明当刺激来自两个音位范畴时, 婴儿更容易表现出分辨模式, 因而新生儿对塞辅音清浊的分辨就表现出范畴性, 考虑到新生儿语言学经验的缺少, 这种模式可能是先天的<sup>[4]</sup>。此外研究表明年幼的婴儿不仅对于母语音位范畴对比的知觉表现出范畴性, 对于非母语范畴对比也能进行分辨<sup>[5,6]</sup>, 如 Streeter 测查了2个月的 Kikuyu (一种非洲班图语) 婴儿对塞辅音 VOT 连续体的分辨, 结果表明婴儿可以分辨跨前浊 (prevoiced) 一浊 (voiced) 和浊一清 (voiceless) 界限的刺激, 尽管 Kikuyu 语中缺少清浊界限的范畴区分<sup>[5]</sup>。研究者认为如果采用了足够敏感的测试程序, 婴儿最初可以分辨几乎所有的语音范畴对比, 无论是母语的还是非母语的<sup>[7]</sup>。与年幼婴儿高水平的分辨能力相比, 成人更容易分辨在母语中具有音位意义的范畴对比, 分辨一些非母语范畴对比表现

收稿日期: 2007-04-11

\* 国家自然科学基金(30370481)资助项目。

通讯作者: 杨玉芳, E-mail: yangyf@psych.ac.cn

出困难。如 Werker 等比较了母语为英语的成人、学习英语的婴儿（平均年龄 7 个月）和母语为 Hindi 语的成人分辨两对 Hindi 语中存在的辅音对比的能力（英语中不存在类似对比），结果表明 6~8 个月的婴儿可以像 Hindi 语的成人一样分辨这些辅音对比，母语为英语的成人有显著更差的分辨能力<sup>[8]</sup>。

总之，年幼的婴儿能够分辨几乎所有的语音范畴对比，无论是母语还是非母语的范畴对比；而成人分辨一些非母语范畴对比表现出困难。新生婴儿的这种知觉模式如何过渡到成人模式，母语音位范畴如何逐渐习得，元音和辅音知觉的发展模式表现出怎样的异同，研究者后来进行了更系统的探讨。

## 2 婴儿期辅音范畴的习得

### 2.1 非母语辅音对比分辨能力的下降

随母语经验增加，母语音音体系开始影响到婴儿的言语知觉，研究者首先考察了婴儿分辨非母语范畴对比能力的变化。Werker 等人考察了婴儿分辨非母语辅音对比能力下降所发生的时间进程，实验测查了母语为英语的 8~10 个月（平均年龄 8 个月 20 天）和 10~12 个月的婴儿（平均年龄 10 个月 20 天）对 Thompson 语和 Hindi 语的辅音对比（英语中不存在类似辅音对比）的分辨，并与之前研究中 6~8 个月婴儿的数据<sup>[8]</sup>作对照；结果表明 6~8 个月的大多数婴儿对两个对比的分辨都可达到标准，而 10~12 个月组的婴儿很少能达到标准，后者的成绩显著差于 6~8 个月和 8~10 个月的婴儿。研究者认为这些实验结果表明年幼的婴儿不需要相关的语言学经验即可分辨自然语言中所用的许多语音范畴区分，之后这个能力随特定语言经验的增加而下降，这种下降在出生后的第一年末就可以明显的表现出来<sup>[9]</sup>。

Werker 等进一步测查了母语为英语的婴儿对合成的浊不送气发音部位连续体的知觉。结果表明，6~8 个月的婴儿（平均年龄 7 个月 4 天）对英语和 Hindi 语中共有的范畴对比（唇音和齿龈音对比）和仅 Hindi 语中存在的范畴对比（齿音和卷舌音对比）的分辨成绩显著高于概率水平，类似于讲 Hindi 语的成人；而 11~13 个月的婴儿（平均年龄 12 个月 9 天）和讲英语的成人对共有的范畴对比的分辨显著好于对仅 Hindi 语具有的范畴对比的分辨，对后者的分辨成绩与概率水平无差异<sup>[7]</sup>。这个研究用合成的言语刺激进一步重复了以前用自然言语刺激所得出的结论，在儿童生命中的第一年内，言语知觉表现出重组，存在一个从语音（phonetic）知觉到音位

（phonemic）知觉的变化，即婴儿最初可能基于刺激的声学属性和语音属性进行感知，随母语经验增加，转变为以母语音系为基础的知觉。Pegg 和 Werker 测查了语言学经验（大量的同位音经验）是否足以维持婴儿的分辨能力，结果再次表明所要分辨的音子在母语中的音位状态主导了知觉变化，婴儿期言语知觉有过渡到音位知觉的功能重组的趋势，语言学经验并不足以维持分辨能力<sup>[10]</sup>。

### 2.2 非母语辅音对比分辨能力变化的其它模式

Best 及其同事测查了母语为英语的成人和婴儿对 Zulu Click 辅音（南非的一种语言）的分辨，这类辅音的发音方式不类似于任何英语辅音，结果表明，讲英语的成人可以非常好的分辨这些辅音对比，6~8 个月直至 12~14 个月的婴儿对这类辅音对比也有较好的分辨；研究者认为这与 Werker 等人的研究结果并不冲突，对于那些已经获得母语的音系系统或正在获得母语音系的听者来说，言语知觉的注意可能主要集中于音位水平，必然会将所接受的言语声音知觉同化到母语的音位范畴，只要有这种可能，同化就会发生，无论这些声音是母语的还是非母语的<sup>[11]</sup>。Best 等根据非母语范畴对比同化到母语音位范畴中的方式将非母语对比分为四类：（1）相对立的非母语音子（phones，音位在不同语音环境中的具体体现，是声学上不同的言语声音）同化到单一母语范畴中去（单范畴同化，single-category assimilation, SC）；（2）非母语范畴对比同化为两个不同的母语范畴（对立范畴或两范畴同化，two-category assimilation, TC）；（3）非母语对比中的一个音子可更好的同化到一个母语范畴中去，与另一个相比（范畴典型性差异同化，category-goodness difference assimilation, CG）；（4）非母语对比的两个成员语音上不类似于任何母语范畴，不能得以同化（nonassimilation）。成人分辨单范畴同化的非母语对比会表现出困难，分辨成绩的下降可能发生于 10~12 个月期间，Werker 等人的研究<sup>[7,9]</sup>主要集中于这类的非母语对比。对于后三类非母语对比，成人和更年长的婴儿应该会有更好的分辨成绩，Zulu Click 辅音属于不能得以同化的对比，可由它们的听觉（声学）特征来加以感知，因此以英语为母语的成人和婴儿保留了较好的分辨成绩<sup>[11]</sup>。Best 等人继续考察了英语环境中的 6~8 个月和 10~12 个月的婴儿分辨两个非母语辅音对比的能力，一个为不能同化的（non-assimilable, NA）Click 对比，另一个为

同化到单一母语范畴的喉化音对比,结果与预期一致,6~8个月组婴儿可以分辨两个非母语对比,10~12个月组仅能分辨NA对比<sup>[12]</sup>。这进一步证实了作者提出的知觉同化模型(perceptual assimilation model, PAM),已经或开始获得母语音系的听者会将所接收的非母语辅音同化到母语范畴中去,因而同化到单一范畴的非母语对比有较差的分辨成绩;但听者会将不能同化的辅音感知为非言语声音,因而会避免特定语言经验的影响并保留相应的分辨能力。

Best及其同事进一步考察了讲英语的成人对各种非母语对比的分辨,实验材料是来自Zulu语的三个对比,英语发音人对它们的同化模式分别是两范畴同化(TC)、范畴典型性差异同化(CG)和单范畴同化(SC)。根据知觉同化模型,被试分辨三类非母语对比的成绩模式应该是TC>CG>SC,实验结果与这个预期完全一致<sup>[13]</sup>。Best等用同样的材料测查了母语为英语的6~8个月(平均年龄7个月10天)和10~12个月(平均年龄11个月15天)的婴儿的分辨能力,研究者认为通过比较成人和婴儿对于有不同的同化模式(对于成人来说)的非母语对比的分辨,有助于理解母语音系如何开始影响婴儿的知觉,结果表明6~8个月的婴儿对所有三类对比都表现出显著(或接近显著)的分辨,而10~12个月的婴儿在三类对比上都没有表现出显著的分辨;这与知觉同化模型的预期似乎不一致,研究者认为成人对各种非母语对比的知觉模式不能直接应用到婴儿,即使1岁左右的婴儿在一些非母语对比分辨中表现出语言特定的效应,他们仍然没有建立起完善的母语音系体系,对母语音系的熟练运用可能需要花费几年的时间<sup>[14]</sup>。

Polka等测查了讲英语和讲法语的成人、英语环境中的6~8个月和10~12个月的婴儿、法语环境中的6~8个月和10~12个月的婴儿分辨英语中存在的/d/-/ð/对比和英语、法语中都存在的/d/-/v/对比的能力。结果表明对于/d/-/v/对比的分辨英语组和法语组在任何年龄段都没有差异;对于/d/-/ð/对比的分辨,6~8个月和10~12个月年龄段英语组和法语组被试成绩差异不显著,法语组成人显著差于英语组成人;最后仅英语组被试的年龄效应显著,成人与婴儿组被试相比成绩有较大提高。研究有两个新的发现,一是/d/-/ð/知觉分辨在生命中第一年明显不受语言经验的影响,即使成人被试表现出明显的语言效应;

其次是12个月以后的语言经验对于这个对比的知觉有促进效应,表现为英语组被试的/d/-/ð/分辨随年龄提高,而法语组被试没有明显的年龄效应。研究者认为10~12个月婴儿在这个对比上语言效应的缺少一方面可能由于这些相对立音子的声学属性,/d/和/ð/都是短的、低振幅的音子,婴儿注意这类声学单元可能更困难,需要更多的语言学经验;另一方面/ð/音位在英语中主要出现于功能词中,功能词在自然言语中是更少突显的,这些因素可能都会导致语言效应的延迟<sup>[15]</sup>。

### 2.3 母语范畴对比的分辨和统计学习的解释

以上研究主要考察的是婴儿对于非母语辅音对比的分辨能力,母语经验是否会促进婴儿对母语范畴对比的分辨?Kuhl等考察了婴儿分辨母语语音对比的发展变化,认为婴儿期母语语音经验应该促进母语语音对比的分辨,尽管以前的研究较少发现这种促进模式。研究者测查了英语和日语6~8个月和10~12个月的婴儿分辨/t/-/l/对比的能力,这个对比在英语中是音位对比,在日语中不是;结果发现6~8个月的英语和日语婴儿的分辨能力没有差异,10~12个月的英语婴儿分辨能力有显著改进,虽然仍差于成人,10~12个月的日语婴儿分辨成绩表现出下降<sup>[16]</sup>。这个结果进一步表明母语经验会促进婴儿期母语音位范畴对比的分辨,相关语言经验的缺少会导致相应的非母语范畴对比分辨能力的下降。

Anderson等根据统计学习的解释,认为婴儿所接触的语言的统计属性塑造了知觉空间,在母语范畴的形成中承担基本的角色,因此母语语音范畴出现与范畴例子在输入中发生的频率相关,即范畴例子出现频率越高相应的范畴形成的越早,这个假设为预期非母语对比知觉发生变化的时间提供了基础:与母语中频率更高的范畴声音相关的非母语对比的分辨能力应该下降的更早。根据这个假设,学习英语的婴儿对于非母语舌尖(coronal)对比的分辨应该下降的更早,与非母语的舌背(dorsal)和唇音(labial)对比相比,因为在英语中,最频繁的辅音音位是/t/、/d/、/s/、/n/,都是舌尖音。研究者进行了三个实验证实了这一点,实验一比较了8.5个月的婴儿分辨一个非母语舌尖对比(卷舌塞音与齿塞音对比)和非母语舌背对比(舌根与小舌的喉化塞音对比)的能力(讲英语的成人对两个对比都表现出单范畴同化模式,以前研究表明10~12个月的婴儿分辨两个对比的成绩表现出下降),结果表明舌

背对比的分辨分数显著高于舌尖对比，这个结果与统计学习的解释一致，频率更高的母语范畴对非母语范畴对比分辨的影响发生的更早。实验2和实验3进一步表明6.5个月的婴儿和成人对这两个非母语对比的分辨成绩没有差异，排除了8.5个月婴儿分辨成绩的差异是由于舌背对比本质上更容易分辨的可能<sup>[17]</sup>。研究结果证实了统计学习的预期，范畴例子发生频率在决定母语语音范畴获得顺序上承担重要角色，从而，也决定了分辨相应的非母语范畴对比的能力下降所发生的时间顺序。

总之，婴儿期随母语语音经验增加，婴儿辅音知觉发生了变化，母语语音的影响在后半年开始表现出来。婴儿对母语音位范畴对比的分辨表现出不同的变化模式，一些范畴对比的分辨表现出促进模式，一些范畴对比的分辨能力在婴儿期没有表现出变化，可能由于这些对比本身的声学特征、发生频率等因素，使得母语经验的影响在婴儿期没有表现出来。此外研究者重点考察了非母语辅音对比的分辨，对这些对比分辨能力的解释一般与母语音位范畴的形成相关，即正获得母语音系的婴儿会将所感知的非母语声音同化到母语范畴中去<sup>[11,12]</sup>。如Best等人提出的知觉同化模型较好的解释了成人对各种非母语对比的分辨，但这个模型不能完全预期正获得母语音系的婴儿的非母语对比分辨模式<sup>[14]</sup>。如对于成人表现出两范畴和范畴典型性差异同化模式的非母语对比，婴儿的分辨表现出不同的发展模式，一些对比的分辨表现出下降模式，一些对比的分辨没有表现出下降，可能与非母语音子本身的声学特征和所同化的母语范畴形成时间等因素相关<sup>[15,17]</sup>。由此所有证据都表明婴儿期随母语语音经验的增加，母语辅音音位范畴开始形成，形成时间可能依赖于范畴例子发生频率、声学特征及构词方式等因素。虽然出生后一年之内婴儿获得了大量母语音系体系的信息，但完善的母语音位体系的建立仍然需要更多的母语经验，婴儿期以后的母语经验仍会促进母语音位范畴化的发展，这个发展甚至会持续到青春期才能达到成人的水平<sup>[18,19]</sup>。

### 3 婴儿期元音范畴的习得

#### 3.1 母语元音知觉磁体效应 (the perceptual magnet effect) 的出现

婴儿期元音知觉研究的一个主要成果是Kuhl等人所发现的知觉磁体效应<sup>[20,21]</sup>，这个效应主要考察了元音范畴内部结构的表征。Kuhl以成人、婴儿

和恒河猴为被试调查了元音/i/的范畴例子的典型性 (goodness) 差异及其在知觉分辨中承担的角色。实验1首先从/i/的范畴例子中选择一个原型例子(P, prototype) 和一个非原型 (NP, nonprototype) 例子，围绕P和NP构建了32个变体，要求成人被试用7点量表对每个刺激的典型性做出评估 (属于/i/范畴的适合度)；结果发现最接近P的刺激评估值最高，随与P的距离提高，评估值下降，这表明成人对所有/i/元音的感知并非是相等的。实验2比较了成人分辨P和周围32个变体组成的刺激对和NP与32个变体组成的刺激对的差异，分析表明知觉受到典型性的影响，P作为参照刺激时，正确率更低，即感知原型和范畴中其它成员的差异更困难，与NP作为参照刺激时相比。这表明原型在言语范畴的知觉和组织中承担特殊角色，研究者认为原型充作一个知觉“磁体 (magnet)”，范畴周围的成员知觉上与其同化的程度大于从真实的心理物理距离中所预期的，相对于非原型，围绕原型的知觉空间被有效的压缩了，这增强了知觉的范畴凝聚力。实验3表明6个月的婴儿就表现出显著的知觉磁体效应。实验4对6个恒河猴的测查没有发现人类所表现出的知觉磁体效应，表明这个效应可能并非仅仅是一般听觉加工机制的结果，而是需要特定语言经验才能形成<sup>[20]</sup>。

Kuhl等进一步测查了婴儿所表现出的知觉磁体效应是普遍听觉机制的结果 (即对所有元音都表现出这个效应) 还是需要特定语言经验。被试为来自美国和瑞典的6个月的婴儿，刺激为美式英语元音/i/原型 (对瑞典成人是非原型) 和32个变体及瑞典语元音/y/原型 (对美语成人是非原型) 和32个变体，测查了两个国家的婴儿分辨两组原型和变体间差异的能力。分析表明来自两个国家的婴儿都对他们的母语原型表现出显著更强的知觉磁体效应<sup>[21]</sup>。这个研究表明生命中最初半年的语言学经验就改变了婴儿对言语声音的知觉，到6个月时婴儿对母语元音原型已经表现出强烈的知觉磁体效应，外语元音原型在母语中开始充作非原型，即语言学经验导致了特定语言的语音原型的出现，这有助于婴儿将言语声音组织为范畴。

Guenther等认为知觉磁体效应是一个简单的知觉现象，与婴儿在生命中最初阶段所经历的言语声音统计分布不均匀相关<sup>[22]</sup>。Guenther等进一步解决了一个矛盾的问题，其它感觉通道中对一个特定刺

激的更多接触会导致对那个刺激的更大皮层表征,有更大表征皮层的刺激之间互相更容易分辨,而在知觉磁体效应中,更频繁碰到的刺激(原型元音)的分辨差于更少频繁碰到的刺激;研究者在四个实验中以非言语的白噪音刺激为材料表明范畴化训练(将一组中心频率邻近的白噪音刺激归为一个范畴)会导致被试对这组刺激间差异的敏感性的下降,分辨训练(对一组邻近的白噪音刺激进行分辨)导致被试对这组刺激间差异的分辨能力提高,尽管范畴化训练和分辨训练有相同的刺激分布,这表明是所接受的训练任务的本质而非仅仅是刺激的统计分布决定了知觉磁体效应的出现<sup>[23]</sup>。Guenther 等假设对元音原型例子的更频繁接触会导致表征原型声音的大脑听觉皮层尺寸的下降,进而引起原型周围例子分辨的更大困难,与非原型声音相比;而分辨训练会导致对最频繁接触的例子有更大的皮层表征尺寸,从而引起听者对刺激间差异有提高的敏感性<sup>[23]</sup>。Guenther 等证实了这一点,用功能性磁共振技术测查了被试听元音/i/的原型声音和非原型声音的脑激活,结果发现听原型声音时在听觉皮层区引起了显著更少的激活,包括初级听觉皮层(颞横回)和次级听觉皮层(颞平面),与非原型声音的激活相比;研究者进一步用非言语声音考察了范畴化训练和分辨训练对听觉皮层表征的影响,结果发现分辨训练会导致训练刺激所引起的激活数量提高,而范畴化训练会导致激活量下降<sup>[24,25]</sup>。根据这些研究结果,Guenther 等提出了知觉磁体效应的一个简单解释:音位的原型声音在自然言语中有频率更高的分布,导致接触这些声音的婴儿在听觉皮层中以更小的尺寸表征原型声音,与非原型声音或范畴界限处的声音相比,从而引起被试对原型周围例子差异的分辨差于对远离原型的例子间差异的分辨<sup>[24]</sup>。因为婴儿获得母语音系的过程本质上应该是一种范畴化学习,这种解释也表明知觉磁体效应出现需要特定语言经验,正是刺激原型和非原型间分布频率的差异导致了这种效应的出现,婴儿听觉皮层恰当表征了刺激的这类统计属性。

### 3.2 非母语元音对比分辨能力的变化

元音知觉磁体效应主要考察了听者对元音范畴内部结构的表征,Polka 和 Werker 考察了婴儿分辨非母语元音范畴对比的能力,预期可以重复研究者所发现的婴儿对非母语辅音对比分辨的变化模式,此外研究者认为由于元音携带了最多的超音段信

息,声学信息也更突显(几乎一直是浊音、时长更长),婴儿对元音的注意应该会早于辅音,即语言效应在元音知觉上会体现得更早,事实上 Kuhl 和同事发现 6 个月的婴儿母语元音知觉就表现出知觉磁体效应<sup>[21]</sup>。实验 1 比较了 6~8 个月(平均年龄 6 个月 27 天)和 10~12 个月(平均年龄 10 个月 16 天)的英语婴儿分辨两对德语元音对比的能力,结果发现对两个对比的分辨达到标准的比例 6~8 个月婴儿组显著高于 10~12 个月婴儿组,这表明婴儿分辨非母语元音对比的成绩变化模式类似于非母语辅音对比分辨的变化模式,生命中第一年表现出分辨能力的下降,同时分析也发现 6~8 个月婴儿分辨非母语元音对比的成绩远差于以前在非母语辅音对比上表现出的成绩,表明母语经验对元音知觉的影响在 6~8 个月可能就已经表现出来。因此实验 2 进一步测查了更年幼的婴儿是否能够分辨两个非母语元音对比,以决定语言效应对元音知觉起作用的时间,被试为 4 个月(平均年龄 4 个月 14 天)和 6 个月的婴儿(平均年龄 6 个月 16 天),采用习惯化一去习惯化注视程序进行测查,结果发现仅 4 个月的婴儿在两个对比上的注视时间表现出分辨模式,6 个月组婴儿在两个对比上都没有表现出分辨模式。这个研究表明学习英语的婴儿对两个德语元音对比的分辨在生命中第一年内表现出从语言一般到语言特定模式的发展变化,与非母语辅音知觉发展模式一致,然而元音知觉发生变化的时间早于辅音知觉,6~8 个月似乎是语言效应开始出现的中间阶段<sup>[26]</sup>。然而 Polka 等利用同样的/dut/-/dyt/对比对 6~8 个月和 10~12 个月英语婴儿的测查没有发现两组婴儿分辨成绩的差异,研究者认为这可能由于两个研究所采用的/dut/、/dyt/声音由德国不同地区发音人所产生,前一个研究中的刺激由德国南部地区发音人产生,刺激间共振峰差异小于目前研究所用的刺激(由德国北部地区发音人产生)<sup>[27]</sup>。

婴儿期元音知觉的研究表明语言经验对元音知觉的影响早于辅音,考虑到元音更突显的声学表现这并不令人惊奇。6 个月的婴儿母语元音知觉就表现出知觉磁体效应,分辨非母语元音对比的能力也开始表现出下降。研究者将知觉磁体效应解释为自然言语中元音范畴原型和非原型统计分布不均匀导致听觉皮层表征原型和非原型声音的尺寸差异所引起的,这表明母语语音统计属性在婴儿元音范畴形成中承担基本角色,与辅音对比分辨的研究表现出一致性。

#### 4 母语音位范畴习得对语言发展的意义

针对婴儿期言语知觉的发展变化及与后来语言发展间的关系, Kuhl 等提出了母语神经专职化假设 (native language neural commitment, NLNC)。这个假设认为婴儿期神经系统编码了所接受的语音输入模式, 产生了对母语音位范畴的统计属性和韵律规则的神经专职化, 从而使这些已习得的模式在更高水平的语言发展中应用, 即对母语语音的神经专职化促进了母语习得 (如促进了单词学习); 神经专职化也干扰了与这些已习得的模式不一致的外语语音模式的学习, 表现为对非母语音位范畴敏感性的下降。因此婴儿对非母语语音范畴对比的知觉会反映了大脑未专职于母语语音模式或保持开放 (open) 的程度, 应该会与更慢的母语习得相关<sup>[1,28,29]</sup>。Zhang 等用脑磁图技术比较了美语和日语成人被试听合成的美式英语 /ra/-/la/ 音节时的脑皮层变化模式, 结果表明日语听者加工这些非母语的言语声音时激活的脑区面积更大, 激活的时长也显著更长 (特别是颞上回和顶下回); 研究者认为这证实了“母语神经专职化假设”, 从婴儿期开始接触特定语言使神经网络专职于这种语言的声学属性, 导致母语声音加工效能提高, 神经专职化同时也干扰了外语声音模式的加工, 让外语声音加工变得更困难<sup>[30]</sup>。

Tsao 等的追踪研究表明英语婴儿 6 个月时对元音 /u/-/y/ 对比的分辨成绩与 13 个月、16 个月和 24 个月时的语言能力 (单词理解、单词产生和短语理解) 有显著相关<sup>[31]</sup>。Kuhl 等考察了婴儿期母语和非母语语音对比分辨能力与 1 岁以后的语言能力的关系。被试为 7 个月的英语婴儿, 追踪到 30 个月。7 个月时测查了婴儿分辨母语和非母语语音范畴对比的能力, 之后分别在 14, 18, 24 和 30 个月时采用家长问卷调查了这些儿童的语言能力, 包括词汇产生, 句子复杂性等。结果表明 7 个月时婴儿对母语和非母语语音对比的分辨能力有显著的负相关, 对母语语音对比的分辨成绩与 18 个月以后的语言能力有显著的正相关, 对非母语语音对比的分辨成绩与后来的语言能力有显著的负相关<sup>[29]</sup>。这个结果支持了作者提出的母语神经专职化假设, 即神经组织专职于母语语音单元所表征的声学模式, 这促进了婴儿的语言习得, 同时降低了分辨非母语语音对比的能力, 而非母语语音对比的分辨能力则成为神经未专职于母语语音模式的指标, 预示了更慢的语言习得速度。

Werker 及其同事主要关注言语知觉重组 (母语音位范畴形成) 和单词习得之间的关系, 他们认为

单词学习要求在概念和与单词相应的声学符号间建立映射, 语音系统和概念意义系统可能相对独立的平行发展, 母语音位范畴的形成提高了特定语音对比的知觉突显性, 可以促进单词声音标签和概念意义间联结的形成<sup>[32,33]</sup>。

#### 5 总结和展望

婴儿最初 (1~4 个月) 可以分辨几乎所有的语音范畴对比 (跨母语或非母语音位界限), 表现出典型的范畴知觉效应, 并不需要任何语言学经验, 这反映了一般听觉加工机制的功能。Kuhl 等对动物的研究证明了这一点, 如猕猴在沿 F2 过渡起始频率变化的发音部位连续体界限处 (人类的范畴界限) 表现出提高的敏感性<sup>[34]</sup>, 哺乳动物分辨言语刺激连续体表现出范畴性, 且界限定位与人类类似表明这个现象反映了一般听觉加工机制的属性。随母语经验增加, 到 6 个月时母语语音体系对婴儿言语知觉的影响逐渐体现出来。如 6 个月的婴儿知觉母语元音表现出知觉磁体效应, 8 个月以后辅音知觉的母语效应也开始体现出来。所有这些都表明母语音位范畴开始逐渐形成, 特定音位范畴形成的时间与范畴例子本身的声学特征、发生频率及构词特点等因素相关。

世界上的语言大约有 600 个辅音和 200 个元音, 每种语言用其中 40 个左右的音位构成大量词汇, 自然言语中构成这些音位范畴的例子并非是完全相等的声音, 婴儿习得语言时的一个任务就是形成这些母语音位范畴<sup>[1]</sup>。研究者认为这可能包括两个潜在的学习过程, 获得的区分性 (acquired distinctiveness) 和获得的类似性 (acquired similarity), 获得的区分性指对重复得以不同范畴化的刺激的差异敏感性提高, 获得类似性指最初可以区分的声音被重复范畴化到一起后变得难以区分<sup>[23]</sup>。母语音位范畴形成中有许多获得的类似性的例子, 如婴儿最初对区分浊、清不送气和清送气塞音的 VOT 连续体上的两个界限都表现出提高的敏感性, 随母语经验增加, 对母语中不具有音位区分意义的 VOT 界限的敏感性下降了<sup>[10]</sup>。Guenther 等用非言语的噪音刺激也证明了获得的类似性, 范畴化训练导致对刺激间差异的敏感性下降<sup>[23]</sup>。有关获得的区分性, 典型的表现对母语音位界限敏感性的提高和母语语音对比分辨能力的改进<sup>[6,16]</sup>, Holt 等用非言语刺激表明被试可以形成与自然范畴界限不一致的新范畴, 范畴界限会表现出偏移<sup>[35]</sup>, 也表明了获得的区分性。获得区分性和获得类似性的形成与特定言语声音的发生频率有

重要相关,Maye等呈现给6个月和8个月婴儿从[da]到[ta]的8个刺激的声学连续体,结果表明两个年龄组中接受双峰分布的刺激呈现(接近两端的刺激2和7发生频率最高)的婴儿对终端刺激(刺激1和8)表现出分辨,接受单峰分布的刺激呈现(中间刺激4和5有最高的发生频率)的婴儿没有表现出分辨模式<sup>[36]</sup>。这表明具有特定声学特征的音子的分布属性对于获得区分性和获得类似性的形成具有重要意义,引导了婴儿最初的普遍敏感性过渡到特定语言的知觉模式。声音的统计属性对于元音范畴和辅音范畴形成的影响前面也已提到,正如众多研究所表明的婴儿是强有力的统计学习者<sup>[28,37]</sup>,也许正是母语音位范畴相关的声学特征的统计属性导致了特定音位范畴的形成或丢失<sup>[24]</sup>。最后,儿向言语(infant-directed speech)对母语音位范畴相关的声学特征的拉伸<sup>[38]</sup>和社会交互作用<sup>[39]</sup>都促进了母语音位范畴的习得。

汉语环境中的婴儿如何逐渐习得母语音位范畴,对这个问题的研究刚刚开始<sup>[40,41]</sup>。如Tsao等的研究表明汉语婴儿分辨母语摩擦音和擦音对比(/<sup>h</sup>i-/i/)在6~12个月间表现出成绩改进,而6~12个月的英语婴儿分辨这个对比的成绩表现出下降<sup>[41]</sup>,表明汉语音位范畴的习得可能遵循同样的规律。然而汉语有独特的语音体系,普通话音位包括9个元音和22个辅音;音节一般包括三个部分——声母、韵母和声调,声母由单个辅音构成,没有辅音串。声母和韵母的结合具有局限性,可出现的音节只有410个左右(不考虑声调)<sup>[42]</sup>。因此与印欧语系相比汉语音节构成简单,在1~4个音位范围内变化(不包括声调),且汉语语素基本由单个音节构成。汉语更简单的语音体系对婴儿音位范畴的形成会有怎样的影响,如元音知觉和辅音知觉表现出母语效应的时间,影响汉语音位范畴习得顺序的因素等都是值得探讨的问题,最后婴儿期母语音位范畴习得与之后的语言及阅读发展间的关系也是值得关注的问题。

#### 参考文献

- Kuhl P K. Early language acquisition: Cracking the speech code. *Nature Reviews Neuroscience*, 2004, 5: 831~843
- Werker J F, Polka L, Pegg J E. The conditioned head turn procedure as a method for testing infant speech perception. *Early Development and Parenting*, 1997, 6: 171~178
- Lieberman A M, Cooper F S, Shankweiler D P, et al. Perception of the speech code. *Psychological Review*, 1967, 74: 431~461
- Eimas P D, Siqueland E R, Jusczyk P, et al. Speech perception in infants. *Science*, 1971, 171: 303~306
- Streeter L A. Language experience of two-month-old infants shows effects of both innate mechanisms and experience. *Nature*, 1976, 259: 39~41
- Aslin R N, Pisoni D B, Hennessy B L, et al. Discrimination of voice onset time by human infants: New findings and implications for the effects of early experience. *Child Development*, 1981, 52: 1135~1145
- Werker, J F, Lalonde C E. Cross-language speech perception: Initial capabilities and developmental change. *Developmental Psychology*, 1988, 24: 672~683
- Werker J F, Gilbert J H, Humphrey K, et al. Developmental aspects of cross-language speech perception. *Child Development*, 1981, 52: 349~355
- Werker J F, Tees R C. Cross-language speech perception: Evidence for perceptual reorganization during the first year of life. *Infant Behavior and Development*, 1984, 7: 49~63
- Pegg J E, Werker J F. Adult and infant perception of two English phones. *Journal of the Acoustical Society of America*, 1997, 102: 3742~3753
- Best C T, McRoberts G W, Sithole N M. Examination of perceptual reorganization for nonnative speech contrasts: Zulu click discrimination by English-speaking adults and infants. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 1988, 14: 345~360
- Best C T, McRoberts G W, LaFleur R, et al. Divergent developmental patterns for infants' perception of two nonnative consonant contrasts. *Infant Behavior and Development*, 1995, 18: 339~350
- Best C T, McRoberts G W, Goodell E. Discrimination of non-native consonant contrasts varying in perceptual assimilation to the listener's native phonological system. *Journal of the Acoustical Society of America*, 2001, 109: 775~794
- Best C T, McRoberts G W. Infant perception of non-native consonant contrasts that adults assimilate in different ways. *Language and Speech*, 2003, 46: 183~216
- Polka L, Colantonio C, Sundara M. A cross-language comparison of /d/-ð/ perception: Evidence for a new developmental pattern. *Journal of the Acoustical Society of America*, 2001, 109: 2190~2201
- Kuhl P K, Stevens E, Hayashi A, et al. Infants show facilitation for native language phonetic perception between 6 and 12 months. *Developmental Science*, 2006, 9: 13~21
- Anderson J, Morgan J, White K. A statistical basis for speech sound discrimination. *Language and Speech*, 2003, 46: 155~182
- Hazan V, Barrett S. The development of phonemic categorization in children aged 6 -12. *Journal of Phonetics*, 2000, 28: 377~396
- Sundara M, Polka L, Genesee F. Language experience facilitates discrimination of /d-ð/ in monolingual and bilingual acquisition of English. *Cognition*, 2006, 100: 369~388
- Kuhl P K. Human adults and human infants show a 'perceptual magnet effect' for the prototypes of speech categories, monkeys do not. *Perception and Psychophysics*, 1991, 50:

- 93~107
- 21 Kuhl P K, Williams K A, Lacerda F, et al. Linguistic experience alters phonetic perception in infants by 6 months of age. *Science*, 1992, 255: 606~608
- 22 Guenther F H, Gjaja M N. The perceptual magnet effect as an emergent property of neural map formation. *Journal of the Acoustical Society of America*, 1996, 100: 1111~1121
- 23 Guenther F H, Husain F T, Cohen M A, et al. Effects of categorization and discrimination training on auditory perceptual space. *Journal of the Acoustical Society of America*, 1999, 106: 2900~2912
- 24 Guenther F H, Bohland J W. Learning sound categories: A neural model and supporting experiments. *Acoustical Science and Technology*, 2002, 23: 213~221
- 25 Guenther F H, Nieto-Castanon A, Ghosh S S, et al. Representation of sound categories in auditory cortical maps. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 2004, 47: 46~57
- 26 Polka L, Werker J F. Developmental changes in perception of nonnative vowel contrasts. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 1994, 20: 421~435
- 27 Polka L, Bohn O-S. A cross-language comparison of vowel perception in English-learning and German-learning infants. *Journal of the Acoustical Society of America*, 1996, 100: 577~592
- 28 Kuhl P K. A new view of language acquisition. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2000, 97: 11850~11857
- 29 Kuhl P K, Conboy B, Padden D, et al. Early speech perception and later language development: Implications for the 'critical period'. *Language Learning and Development*, 2005, 1: 237~264
- 30 Zhang Y, Kuhl P K, Imada T, et al. Effects of language experience: Neural commitment to language-specific auditory patterns. *NeuroImage*, 2005, 26: 703~720
- 31 Tsao F M, Liu H M, Kuhl P K. Speech perception in infancy predicts language development in the second year of life: A longitudinal study. *Child Development*, 2004, 75: 1067~1084
- 32 Werker J F, Cohen L B, Lloyd V L, et al. Acquisition of word-object associations by 14-month-old infants. *Developmental Psychology*, 1998, 34: 1289~1309
- 33 Werker J F, Yeung H H. Infant speech perception bootstraps word learning. *Trends in Cognitive Sciences*, 2005, 11: 519~527
- 34 Kuhl P K, Padden D M. Enhanced discriminability at the phonetic boundaries for the place feature in macaques. *Journal of the Acoustical Society of America*, 1983, 73: 1003~1010
- 35 Holt L L, Lotto A J, Diehl R L. Auditory discontinuities interact with categorization: Implications for speech perception. *Journal of the Acoustical Society of America*, 2004, 116: 1763~1773
- 36 Maye J, Werker J F, Gerken L. Infant sensitivity to distributional information can affect phonetic discrimination. *Cognition*, 2002, 82: B101~B111
- 37 Saffran J R, Aslin R N, Newport E L. Statistical learning by 8-month-old infants. *Science*, 1996, 274: 1926~1928
- 38 Kuhl P K, Andruski J E, Chistovich I A, et al. Cross-language analysis of phonetic units in language addressed to infants. *Science*, 1997, 277: 684~686
- 39 Kuhl P K, Tsao F-M, Liu H-M. Foreign-language experience in infancy: Effects of short-term exposure and social interaction on phonetic learning. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2003, 100: 9096~9101
- 40 Liu H M, Kuhl P K, Tsao F M. The association between mothers' speech clarity and infants' speech discrimination skill. *Developmental Science*, 2003, 6: F13~F21
- 41 Tsao F M, Liu H M, Kuhl P K. Perception of native and nonnative affricate-fricative contrasts: Cross-language tests on adults and infants. *Journal of the Acoustical Society of America*, 2006, 120: 2285~2294
- 42 林焯, 王理嘉. 语音学教程. 北京: 北京大学出版社, 1992. 90~122

## Acquisition of Native-language Phonemic Category in Infancy: Evidence from Speech Perception

LIU Wen-Li<sup>1,2</sup>, YANG Yu-Fang<sup>1</sup>, YI Ting-Wei<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*Institute of Psychology, the Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China*

<sup>2</sup>*Graduate School, the Chinese Academy of Sciences, Beijing 100039, China*

<sup>3</sup>*Preschool education training center, Shunyi District, Beijing 101300, China*

**Abstract:** Researches about speech perception in infancy indicate 1-4-month-old infants can discriminate most phonetic category contrast, including native category contrasts and nonnative category contrasts. With more exposure to native-language, the effects of native-language phonology on infant speech perception emerge: perception of consonants evidences the increasing sensitivity to native phonetic category boundaries and the decreasing sensitivity to nonnative category boundaries, the nonnative phonetic category being assimilated with the native category, and perception of native vowels exhibits "the perceptual magnet effect". These facts indicate infants come to acquire native-language phonemic category, the order of native category acquisition possibly depends on some factors, such as the acoustic characteristics and the frequency of occurrence of category examples.

**Key words:** speech perception, infancy, consonants, vowels.