

可听度扩展——耳蜗高频死区的解决方案

Audibility extender-solution for high-frequency dead zone

姚之翊¹ 黄青平² 田宏斌¹

YAO Zhi-hong HUANG Qing-ping TIAN Hong-bin

【中图分类号】R764.5 【文献标识码】B 【文章编号】1672-4933 (2007) 05-0065-03

自从助听器诞生以来, 助听技术一直在不断完善、改进和更新。但是对于高频陡降型听力损失患者而言, 虽然这些技术的确改善了他们配戴助听器的舒适度, 但仍然不能解决其听清并理解语言的问题^[1]。

高频区最先、最易出现听力下降是由耳蜗的解剖和生理条件决定的。人耳感受声音经鼓膜换能, 将声能转变为机械能后, 途经听骨链、自前庭窗进入耳蜗, 首先到达感受高频的耳蜗基底膜的底回, 在耳蜗中部有耳蜗螺旋动脉经底回到顶部, 无论是经前庭窗进入耳蜗内, 还是由血行进入耳蜗的刺激因素, 都是率先到达耳蜗底回, 首先影响高频^[2]。引起高频听力损失的主要原因有以下4个方面, 噪声性听力损失; 老年性听力损失; 梅尼埃病引起的听力损失; HIV感染后引起的听力损失。

语言是我们人类听到的最重要的声音。元音和辅音是任何语言的基本语素, 辅音对语言辨别和理解至关重要, 绝大多数汉字都以声母(辅音)开始, 如果听不到辅音就很难辨别词语^[3]。著名听力学家马可·罗斯博士^[4]阐述了高频言语信息的重要性: 清辅音中绝大部分中心频率位于4000 Hz并且扩展到8000 Hz以上。如刚、康、夯、张、常、商的辨别就主要靠/g/、/k/、/h/、/zh/、/ch/、/sh/之间的辨听, 如果不能听到这些辅音, 就不可能分辨这些字音。所以高频听力损失严重的患者, 尤其是处于听觉语言发展关键期的儿童, 听到这些辅音尤显重要^[7]。

1 移频技术

为高频听力损失人士选配助听装置一直是一个挑战。传统的助听器, 无论模拟技术还是数字技术, 放大的目的都是使听力损失者可以听到这些声音。新助听技术的出现使助听装置对语言声的处理几乎有无限的空间。虽然, 这些技术的根本目的仍然是使各频率

语言声的振幅放大到足以听得到, 但会受到病人残余听力和不适阈的强制约束。即一旦存在耳蜗高频死区, 任何对于死区的助听器放大都无法得到切实的言语可懂度提高。目前多数助听器仍然在放大高频, 这不但没能改善病人的听辨语言的能力, 反而产生了无谓的失真、不适和反馈啸叫等负面影响。传统放大理念的助听器虽然可以满足部分病人的需求, 但都不能使高频残余听力很少或没有高频残余听力的人士获得高频语言改善^[3]。

这里需要强调的是听得见不等于听得清, 而使患耳听得清才真正具有临床意义^[3]。那么该如何解决这个问题呢? 1993年澳大利亚国家听力实验室的Davis Penn和Ross首次提出了一个被称为“移频(frequency shifting, frequency transposition)”的助听技术, 试图来解决这个问题^[1]。他们认为利用数字技术使语言频谱转移到病人具有较好残余听力的低频区是一个很好的解决方案。“移频”助听技术是一种避开增益限制和无用听力的信号处理策略, 填补了传统放大助听器与电子耳蜗之间的空白领域^[3]。用此技术有可能将输入言语信号的频带匹配到患耳最敏感的有限频带上, 而不是企图使存在死区的高频感受区来反应^[5]。

近几年报道的“移频”技术多数是应用按比例的比例频率压缩, 即“移频”技术作为助听的一种方法, 主要目标是尽可能地提高高频听力损失者的言语可懂度, 它先利用自身的在位测试功能进行听觉动态范围的真耳测试, 然后根据输入的言语信号实时地进行数字分析, 并对言语的频率、振幅和时间等特性进行动态调控。其目的是改善对言语理解起至关重要作用的语言辨别能力^[1]。该方法不仅将高频声移到了低频区, 而且压缩了声音的频率范围(频率压缩)^[3]。不同的研究者报道了其在临床应用的不同研究结果。

1.1 “移频”技术存在的问题

1.1.1 模拟信号处理的局限性

作者单位: 1 丹麦唯听助听器公司培训部 上海 200010

2 第三军医大学西南医院 重庆 630042

作者简介: 姚之翊 本科; 研究方向: 听力学

早期的频率降低技术只是简单地执行了频率移动技术,而无法达到有效的信号处理结果。在降低频率的同时,也影响了语言理解力。有些方法产生了不自然的语言声音,扭曲了语言信号的时间和节奏成分,延长周期(慢回放)。有些方法颠倒频率(以调幅为基础的技术),由此所产生的语言让没有听到过的人认可的确比较困难。以声音合成机为基础的系统,分解和合成常常使用同一个频带的有限的编码,这就导致了不自然的语言声音^[6]。

1.1.2 产生不自然的聲音

尽管如今将数字信号处理(digital signal processing,DSP)技术用于频率降低,人为的、不自然的聲音仍然无法避免。有报道称,被转换的聲音让听者感觉“不自然”、“空洞或有回声”和“更难于理解”。也有报道认为,人为的“嗒嗒”的感觉让很多听者感觉很烦人。这种感觉很有可能是被移动后的频率和原来的频率经过放大后无法交叠产生的。尽管经过长期的训练,语言理解力有可能提高,但是很多成人还是很难接受^[6]。

2 可听度扩展

为了达到“移频”后声音失真的最小化,最新的发展是可听度扩展(audibility extender AE)。可听度扩展是将高频不可听的聲音线性移动到低频可听的区域^[6]。

可听度扩展运用线性频率转移运算法则,不改变转移声音与原声之间的谐波关系,让高频听力损失人士在较低的频率区域听到高频声,提高人们欣赏高频声音如高频的音乐和鸟鸣声的能力。另外,信号的时间特性和转移的线索都尽可能保留,从而使转移的声音更自然。这就最大限度地减少了让配戴者讨厌的失真“嗒嗒”声。这也可以用于开放式选配中,在提高高频可听度的同时,又能提供很好的舒适度。再者,通过适当的训练,也能改善对高频单词的认知力,众所周知,这对需要发展语言的孩子来说是至关重要的^[6]。

2.1 可听度扩展的工作原理

首先,可听度扩展(AE)从动态整合(提供配戴者的个人信息)中接收到配戴者听力损失的信息后决定哪些频率区域需要移动。开始频率移动的点称为初始频率。在初始频率以上的八度声音将被移动,这被称为原始倍频程^[6]。

第二,言语和噪声跟踪器对环境的频谱进行分析并反馈给动态整合系统。AE拾取“原始倍频程”区域

内强度最大的频率,进行锁定后移动,当该频率发生改变时,移动的频率也相应的改变。比如,4000 Hz处有最高的强度,一旦确定,频率的范围从2500 Hz开始将向下移动到相应的频率区域。即4000 Hz(以及其附近的聲音)将线性移动一个倍频程到2000 Hz,其它频率将向下移动到2000 Hz附近。比如,3000 Hz现在将移在1000 Hz,4500 Hz将移在2500 Hz。这样,被移动后的信号将位于一个可听的区域内。为了防止移动后的信号产生的掩蔽效应和其他任何潜在的影响,2000 Hz的这个倍频程外的频率将被过滤^[6]。

第三,被移动后的信号将自动由AE保存,也可以通过手动微调对转换信号进行相应的调整。线性移动信号与初始信号在初始频率下混合后作为最后的输出信号^[6]。

2.2 可听度扩展与其他频率降低方法的区别

2.2.1 仅进行高频声音(高于初始频率)线性移动,而不是压缩后整体移动,最大限度避免了压缩带来的谐波失真。

2.2.2 初始频率以上的高频声音的一个倍频程将被移动到一个较低的倍频程。被移动频率附近区域将被过滤。这将避免叠加掩蔽带来的声音失真。

2.2.3 线性频率移动能保护信号的瞬时结构,易于识别原始信号。

2.2.4 移动后的信号和原始信号结合后得到一个更加丰富、更加“自然”的声音^[6]。

3 可听度扩展在临床上的实际效果

国外已经对可听度扩展(AE)进行了临床研究,这有助于我们更好地了解AE的效果。研究者通过使用不同的刺激声来测试受试者对于AE功能的选择情况。实验中共16个听力损失患者,主要为高频感音神经性听力损失,测试他们在听鸟叫声、音乐和谈话言语刺激声时是否选择AE。测试结果显示,当高频听力损失的测试对象听鸟叫声、音乐和言语声时都主观地首选AE功能。后期经过适当的训练和微调,可听度扩展使那些高频听力损失者有可能提高对高频单词的识别。这尤其有益于在言语和语言发展关键时期的儿童。另外AE还可以应用于开放耳,这种运算法则可以在为开放耳提供足够的聆听舒适度的情况下增加高频声的可听度^[6]。

国外对一位高频陡降型听力损失患者配戴具有AE功能助听器的过程进行了跟踪研究,该患者最开始接受不了AE功能,感觉声音“不自然”、“刺耳”,但在

测试中显示,使用 AE 功能时他的语言理解能力优于不使用 AE 功能时,因此测试者建议其适应 AE 功能。经过两个星期之后,患者反映当初“刺耳”的声音不再出现,通过声音日志也发现,患者 80% 的时间使用了具有 AE 功能的程序进行聆听。患者也反映他听到了很久没有听到过的声音,比如鸟叫声,倒车时的哔哔声等,同时,他能更好地聆听家人说话的声音。这次测试,使用 AE 功能时的语言理解能力明显提高。再经过两个星期的适应之后,患者在某些特定环境时 100% 地选择具有 AE 功能的程序。他自己也认为 AE 功能对其帮助很大^[7]。

从这个案例可见,使用 AE 功能的益处并不是马上体现的,而是需要一定的适应时间,并进行评估和微调,才能达到最满意的效果。这个适应时间大概需要 1 个月左右。

目前在国内已经有 9 位患者选择了具有 AE 功能的助听器,他们均反映配戴了具有 AE 功能的助听器后能够听到以前听不到的很多高频声音,像鸟叫声等等。

究竟 AE 功能对语言理解力有多大的帮助,还需要继续跟踪,并进行更多的研究。■

收稿日期 2007-6-30

责任编辑 李 原

参考文献

- [1] 梁勇. 移频助听技术与移频助听器. 中国听力语言康复科学杂志, 2005, 3: 25-27.
- [2] 曹永茂, 罗志宏. 高频测听及其应用. 中国听力语言康复科学杂志, 2005, 4: 24-26.
- [3] 阮标, 徐志文. 重度听力损失者的又一选择. 中国听力语言康复科学杂志, 2006, 3: 56-58.
- [4] Orsava Pavlovic. Speech spectrum consideration in hearing aid evaluations. [J]. J of Speech and Hearing Disorder, 1989, 54: 3.
- [5] 兰明. 助听器的按比例频率压缩——为重度听力损失者设计的“移频”助听器. 听力学及言语疾病杂志, 2002, 3: 202-204.
- [6] Francis Kuk etc. Linear Frequency Transposition: Extending the Audibility of High-Frequency Information. The hearing review, 2006, 10.
- [7] Francis Kuk etc. Critical Factors in Ensuring Efficacy of Frequency Transposition Part 2: Facilitating Initial Adjustment, The hearing review, 2007 4.

中国聋儿康复研究中心

(中国残联听力语言康复中心)

听力门诊部简介

作为我国听力语言康复领域的技术资源与行业管理中心,中国聋儿康复研究中心(中国残联听力语言康复研究中心)听力门诊部拥有目前国内权威的听力医学和语言康复专家,先进的听力检测和助听器验配设备及专业的医疗技术团队。每年接诊来自全国各地的听力障碍儿童和成人 4000 余人次。2007 年 7 月,听力门诊部通过了有关部门的审批,正式成立国内首家以听力和语言康复为主的专科医院——北京听觉言语康复医院。服务项目包括耳聋诊断;影像学检查(CT);各种听力学检测;助听器验配、调试及评估;耳模制作及助听器维修;人工耳蜗术前、术后评估;人工耳蜗开机、调试;语言训练指导;口腔科。

我们将以专业、周到、热情的服务,为听障患者树立“听”的信心。我们坚信,通过全体工作人员的不断努力和不断创新,北京听觉言语康复医院必将成为全国听障人士最可信赖的专业听力康复机构。

地址:北京市朝阳区安外惠新里甲 8 号

乘车路线:乘环线地铁至雍和宫站,换 62 路至惠新东桥南站(小营站)

电话:010-84638364, 84638503