

最终报告

中低收入国家可规模化听力康复项目 (SHRLMIC)

UNOPS/CFP-2020/001/ATSCALE

本报告由麦考瑞大学和全球听觉合作组织共同编写，为“中低收入国家可规模化听力康复项目 (SHRLMIC)” 成果之一。项目参考号：UNOPS/CFP-2020/001/ATSCALE。本活动的资金来自美国国际开发署 (USAID) 对“全球辅助技术合作行动 (ATScale)” 的资助，活动由联合国项目事务署 (UNOPS) 管理。

本文件是上述项目的最终成果。

致谢

《中低收入国家可规模化听力康复报告》由约翰·纽尔博士(Dr John Newall)起草，部分内容
由全球听力合作组织成员准备提供。除了点名致谢的合作者之外，亦需向其它重要人士致谢。

我们为各地区付出时间参与本项目的当地人士表达谢意。如无他们的付出，该项目将无法实
现。

同时也向约旦听力技术中心(Jordan Hearing Tech Centre)和约旦大学医院(University of Jo
rdan Hospital)等当地组织表达诚挚感谢。

感谢麦考瑞大学研究助理Lizao “Raphael” Zhang、Oonagh Macken和Ifeyinwa Okonkwo在项目
参与过程中的辛勤付出。另外，我们也要感谢来自印度尼西亚的研究助理 Putri Permanawati。

马尼拉圣托马斯大学的Myra Jessica Guiwo-Lesniana女士和Regina Marie San Gabriel女士在
助听器试验中为参与者提供验配，我们表示感谢。

最后，感谢世界卫生组织的Shelly Chadra博士、Alison End Fineberg、Barbara Goedde和Phi
lip Newall教授对报告的评审和建议。

目录	
执行摘要	9
介绍	11
项目总览	12
背景	12
目标	12
听力损失	13
耳部结构	13
纯音测听法	14
病变部位及听力损失类型	15
助听器	15
成年人使用助听器的益处	15
助听器类型	16
验配方法	17
背景与方法	20
中低收入国家的听力损失概况描述（阶段1）	20
背景	20
现有文献的见解	20
知识缺口	21
阶段1 方法论	21
在中低收入国家中使用可预编程助听器的优势和限制（阶段2）	22
背景	22
现有文献的见解	22
知识缺口	24
阶段2 方法论	24
项目地区与采样地点总览	26
介绍	26
东亚和太平洋地区	26
欧洲与中亚	26
拉丁美洲与加勒比地区	28
中东与北非	28
南亚	28
撒哈拉以南非洲	28
中低收入国家听力诊所就诊者人口统计资料（阶段1）	29
年龄分布	29
性别分布	32

乡村/城市分布	32
噪音接触	33
项目人群听力特点	33
四个频率平均听力损失	33
听力损失构型	35
听力损失等级	35
混合性和传导性听力损失	38
项目人口康复特点（阶段1）	41
听力康复服务使用率	41
中低收入国家听力诊所就诊者人口听力特征图谱	43
介绍	43
总样本听力特征图谱	43
特定区域听力特征图谱	46
特定年龄段的听力特征图谱	47
听力损失特征类型	47
方法的局限性	49
结论	49
可预编程助听设备和传统可定制助听设备对比（2A阶段）	51
采样人口	51
设备技术特点	51
设备验配	51
真耳测量结果	52
结论	55
两款可预编程助听器的客观与自我报告结果（2B阶段）	57
采样人口	57
设备技术特点	57
真耳测量结果	57
主观结果	59
实际关切	60
统计分析	61
付费意愿	61
方法的局限性	62
结论	62
患者和临床医师半结构性访谈（2C阶段）	63
采样人口	63
临床医师体验	63

试验参与者体验	64
结论	65
报告结论	66
附录	68
附录A. 全球听力健康合作组织的伙伴及机构	68
附录B. 合作伙伴声明	71
附录C. 乡村/城市分布	78
附录D. 噪音接触历史	79
附录E. 按地区划分, 听力好耳和差耳朵四频平均听力损失	80
附录F. 各国按购买力平价(PPP)衡量的人均国民总收入(GNI)(现价国际元)	82
附录G. 评估四频平均听阈、国民总收入、年龄和性别的线性回归模型的回归系数表	83
附录H. 按地区划分, 双侧和单侧听力损失比例(世卫组织标准)	84
附录I. 感觉神经性、传导性或混合性听力损失	85
附录J. 按听力损失类别划分, 以购买力平价(PPP)衡量的人均国民总收入(GNI)(现价国际元)	85
附录K. 按全球区域划分, 中低收入国家听力诊所就诊听力损失者听力康复接受情况表	87
附录L. 按人均国民总收入、四频平均好耳听阈和性别评估听力设备持有率模型的二元logistic回归系数, 以及相应设备状态的比例。	88
附录M. 按听力损失类型划分的测听曲线的标准偏差	89
附录N. 按地区划分的测听曲线的标准偏差	90
附录O. 各地区仅感音神经性听力损失患者听力测量曲线的标准偏差	91
附录P: 按地区划分的听力特征图谱(4图谱)	92
附录Q. 按地区划分, 感音神经性听力损失听力特征图谱(4图谱)	93
附录N. 按年龄划分的测听曲线的标准偏差	94
附录S. 按年龄划分的听力测量图谱(4图谱)	95
附录T. 严格和宽松标准下的助听器验配贴合过度和不足的比例	96
参考文献	96

缩写和缩略语

4FA:四个频率平均听力阈值（四频平均听阈）

CHW:社区卫生工作者

dB:分贝

dBHL:分贝听力级

ENT:耳鼻喉

LMIC:中低收入国家

NGO:非政府组织

PI:项目负责人

PTA:纯音测听法

RMS:均方根

SNHL:感音神经性听力损失

VQ:矢量量化

世卫组织(WHO):世界卫生组织

执行摘要

全球大部分听力损失和相关残疾出现在低收入和中等收入国家的人口中。然而，这些地区获得的助听器和其他相关听力康复产品只占世界总产量的很小一部分。

本报告详述两项以中低收入国家成年人口为重点的研究之成果。第一项研究考察来自16个中低收入国家23个地点采集的临床样本的听力特征。第二项研究对传统定制助听器和预编程助听器进行实验室测试和临床试验。

第一项研究的数据表明：与高收入地区的人群相比，中低收入国家的临床人群在多个重要方面有不同之处。首先，中低收入临床群体呈现出更高比例的重度及极重度听力损失。其次，与高收入地区研究汇报的常见听力损失模型（听力特征图谱）相比，中低收入国家的曲线则更扁平。最后，样本中传导性和混合性听力损失的比例较高。

在中低收入地区，由于大量听力康复需求尚未得到满足，因此有必要考虑其他的服务提供模式。预编程助听设备受到了特别关注，提供该类设备对医护人员的培训要求最低，因而可以在大规模范围内推广，以满足庞大未满足的需求。

本报告中提及的实验室和临床研究表明，使用预编程助听器有一定的优缺点。

在实验室环境中客观测量结果表明，预编程助听器在有限数量的临床特征方面能够达标。然而，与传统可定制的助听器相比，其结果较差，且不同特征间的一致性也较低。临床试验的结果也类似，其客观结果也比传统可定制助听器的预期要差，只有大约50%的参与者能够妥善验配。尽管如此，可预编程助听器在主观结果上与传统定制助听器不相上下。

为了仿照大规模预编程助听器项目的服务提供模式，我们仅向参与者提供了有限的培训和指导。不出所料，参与者指出在助听器管理方面存在一些困难，如难以调整音量或对设备进行清洁等。

中低收入国家听力损失的独特临床表现以及本报告中描述的实验室和临床试验的结果都将有助于医疗保健规划人士就中低收入国家的听力损失状况提供更有针对性的响应措施。

虽然的确存在一些客观限制，但用户和医疗人员都汇报说：可预编程助听器是有效的。本报告认为：可预编程助听器的使用能够高度规模化，足以为中低收入国家相当比例的听障人口提供听力康复。

以下是报告建议摘要：

- 可预编程助听器应针对中低收入国家出现的（更扁平的）听力特征图谱增加设置/扩音配置。
- 为满足更广目标人群的需求，应选择功率足以验配中重度以下各级别听力损失的可预编程设备。或者应同时使用低功率和高功率设备。
- 任何针对成人的可预编程助听设备均应具备功能，让用户在 ± 10 分贝以内调节音量。
- 可预编程助听器也需提供直接可靠的方法，让用户选择扩音配置。
- 应当考虑可替代的服务提供方式，如首次验配基于处方的算法(first-fit prescription-based algorithms)等。其客观结果似乎优于可预编程设备。
- 可预编程助听器项目的对象应为轻度至中重度听力损失的患者。应考虑将罹患较重或较深听力损失的人士分诊到更常规的验配项目或手语交流项目。
- 对可通过手术或医学治疗的耳疾患者应考虑辨别方法和转诊途径。
- 想要实现有效的助听器验配，须利用经过验证的方法来测量不受控声学环境中的听力水平。
- 在大规模助听器提供项目中，为确保参与者使用设备能长期受益，设计用户指南时须考虑到重大规划和发展。
- 应开展按部就班的宣传活动，将本报告的结论通知利益相关者。
- 本项目中收集到的数据将通过一个国际数据搜索/分享服务网站进行分享，网站名为澳大利亚科研数据服务(Research Data Australia) (<https://researchdata.and.s.org.au/>)。

介绍

听力损失是一种常见的感官障碍，全球有超过4.66亿人罹患严重的听力损失。其对个人生活和经济发展都会造成重大影响。人类的幸福感和满足感都与社交活动高度相关。用海伦·凯勒的话来说：听力损失切断了人与人之间的纽带。正因如此，听力损失会损害社会联系，进而损害患者的身心健康，且有研究显示会阻碍教育及职业发展。由于听力损失降低生活质量和生产力，目前的估算认为：未解决的听力损失每年会造成近1万亿美元的经济损失。

据估计，虽然80%罹患听力损失的人口居住在中低收入国家(LMICs)，然而全球用于听力康复的支出中，分配给这些国家的比例只占一小部分。全球听力损失的很大一部分是可避免的。剩余的大部分听力障碍可通过手术治疗，或通过使用助听器、人工耳蜗或手语交流减轻其影响。

对于罹患轻度至中重度失聪人士，使用助听器能非常有效地降低听力损失带来的影响。但是，中低收入国家中的个体获得助听器的机会很少。在高收入国家中，提供助听器往往需要训练有素的听力专家或技师在专门的临床环境中使用昂贵的设备调整每个助听器，以贴合处方目标。这些条件在中低收入国家中都是非常稀缺的。另外，与中低收入国家的平均收入水平相比，助听器的费用高昂。利用移动设备上进行自测、低成本诊断设备、听力损失和耳疾的自动诊断程序、远程医疗、自我验配和低成本的可编程助听器等新科技都有望帮助更多中低收入国家患者获得听力康复。

中低收入国家可规模化听力康复项目(SHRLMIC)旨在识别中低收入国家听力损失人士的主要听力需求，并调查可预编程助听器可否为中低收入国家未经治疗的听力损失人群提供低成本、可规模化的解决方案。

项目总览

背景

本项目旨在解决在中低收入国家推广听力康复服务时出现的两大难题。

难题1：由于缺乏中低收入国家人口听力特征数据，难以预测和满足当地助听器需求方面。

难题2：经济实惠可预编程数字助听器的配置结果缺乏定量或定性数据，会阻碍对此类方法潜在的优势或限制的进行评估。

目标

总体目标为：

1. 为16个中低收入国家/23个诊所建立一个大型的听力特征数据库，并利用统计分类程序生成一套有代表性的听力特征。
2. 将中低收入国家和地区的代表性听力特征与高收入国家的公开数据进行比较，以确定中低收入国家的特征是否与高收入国家的特征有所不同，以及提供可预编程助听器时是否需要建立特定区域特征。
3. 了解与传统定制型数字式助听器相比，用户、助听器验配技师、听力专家和其他卫生专业人士在可预编程数字助听器的体验上有何不同。
4. 在质量、成本、舒适度、改善听力损失的有效性、验配便捷性和使用便利性方面，将可预编程数字助听器与传统定制数字式助听器进行比较。

表1. 研究阶段

阶段	内容	目标
阶段1： 从16个中低收入国家/23家诊所收集并分析临床数据	人口统计学描述 机器学习算法	将样本的听力和康复特点与高收入国家进行比较 建立中低收入国家听力特征，并与高收入国家进行比较。 确定对中低收入国家可预编程设备特点有何影响。
阶段2A： 在技术层面进行对可预编程助听设备和传统助听设备进行比较	真耳验配目标 回声与失真	就可预编程设备的质量和技术有效性与传统设备进行比较 识别在使用低成本可预编程设备时的实际限制
阶段2B： 可预编程助听设备客观和主观结果的临床试验	客观测量 主观测量 付费意愿 临床医师调整	对可预编程设备达到标准性能的能力进行量化。 就可预编程设备的性能与传统可定制设备的公开成果进行比较。 就可预编程设备的成果与传统可定制设备的公开成果进行比较。 评估病患对服务的付费意愿 评估临床医师参与验配和调整过程的附加优势
阶段2C： 与项目参与者进行半结构化访谈	研究参与者 临床医师	探索可预编程设备的主观体验 理解专业人士的意见，即对可预编程设备在满足患者需求方面有何优势和限制

听力损失

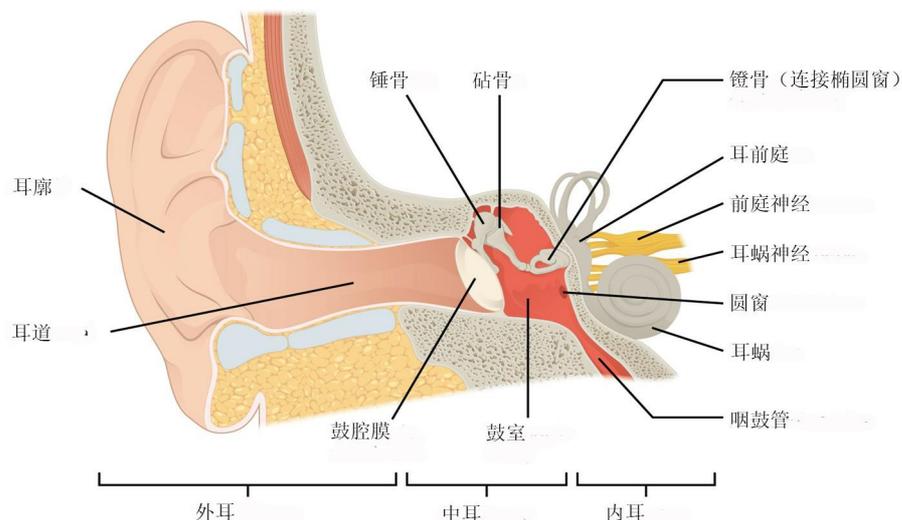
耳部结构

图1. 耳部结构

如图1所示，听觉器官包括多种结构。听觉系统可分为外耳、中耳和内耳。外耳包括耳廓和耳道/外耳道。中耳包括鼓膜/耳膜、中耳骨/听小骨/咽鼓管，以及其相关神经和肌肉。内耳包括耳蜗、前庭器官及听觉和前庭神经。

纯音测听法

所有研究合作伙伴均为所有患者提供了由空气传导，从250Hz到6000至8000Hz的纯音测听数据。为多名（但非全部）患者提供阈值为250Hz至4kHz之间的骨传导测试。



纯音测听法是一项检查听力敏锐度的通行方法。在检测过程中，会给患者播放一系列音高或频率范围内不同的音调，以获得阈值。进行这项检测需要专门调校的耳机，我们称之为空气传导测听法。在这种情况下，信号依次穿过外耳、中耳和内耳，最终到达大脑的听觉中心。另外，也可以使用骨传导设备进行检查。在这种情况下，大部分信号会绕过中耳，从而可对内耳的敏感度进行更为直接的测量。通过比较空气传导和骨传导检测的阈值可在一定程度上识辨病变部位。

纯音听力检查可通过听力图进行视觉表述，在纵坐标（Y轴）上显示听力阈值，在横坐标（X轴）上显示频率。在本报告中之后将呈现的听力特征图谱也用此种模式进行描述（参见“听力特征图谱”章节）。

听力损失的等级从“听力正常”到“完全听力丧失/全聋”不等，用于描述听力损失的不同等级。世界卫生组织近期对其听力损失等级的标准化报告准则进行了修订，本报告采用了新修订的体系（见表2）。(1)听力损失的等级通常是整个频率范围内获得的平均听力阈值来决定的。本报告采用了一种公认的方法，即四频平均法(4FA)。四频平均法取500Hz、1kHz、2kHz和4kHz阈值的平均值。

表2. 世界卫生组织听力损失分级表

等级	听力阈值（分贝）
听力正常	低于20分贝
轻度听力损失	20 至 < 35 分贝
中度听力损失	35 至 < 50 分贝
中重度听力损失	50 至 < 65 分贝
重度听力损失	65 至 < 80 分贝
极重度听力损失	80 至 < 95 分贝
完全听力丧失或全聋	95 分贝或以上
单边	较好的耳朵<20分贝，较差的耳朵35分贝或以上

来自世界卫生组织(3)世界听力水平报告(2021)

病变部位及听力损失类型

影响外耳的常见病理原因包括耳垢堵塞、外耳炎/外耳道感染。中耳常见病理包括鼓膜穿孔、中耳炎/中耳感染，以及获得性或先天性听小骨异常。内耳常见病理包括老年性耳聋/年龄相关性听力损失、噪音导致的听力损失，以及先天性内耳听力损失。

根据测听结果，通常会划定大致病变部位，并描述听力损失“类型”。听力损失类型包括感觉神经性、传导性和混合性。如属于感音神经性听力损失，病变部位可能位于内耳（通常位于耳蜗）。如属于传导性听力损失，病变部位可能位于外耳或中耳。最后，如属于混合性听力损伤，病变部位可能在外/中耳和内耳均出现。

查明听力损失的类型非常重要，因为其对潜在治疗途径有重大影响。感觉神经性听力损失往往只能通过助听器进行病情管理，在极少数情况下可以采用人造耳蜗植入。混合性或传导性听力损失可以通过相同方法治疗，但也可以通过医学或手术的方法进行干预。

助听器

成年人使用助听器的益处

助听器为听力损失的康复提供了一种成本效益高的方法。(2, 3)助听器能具体改善听力，也能提高整体生活质量。(4, 5)越来越多的证据还表明，尽早使用助听器可以延缓年龄相关性认知能力下降。(6, 7)

助听器类型

耳内式助听器可由不同的大小和深度嵌入耳道，既顾及了美观，也更容易为耳道灵活性不佳的人士进行验配。此类设备往往是为单个病人定制。听力专家或技师会为患者制作耳印模，而电子元器件则放置在耳模内。此类设备更容易出现回声，且不如其他样式的听力设备坚固，因此不适于大规模、低成本的助听器项目。

耳内接收器式设备在高收入国家日益流行。此类设备的电子元器件大部分都放置在助听器主机内，主机置于耳朵后方。但接收器/扬声器放置在患者的耳道内。因此与耳背式设备相比，助听器的主体更小，产生的管道共振也更少，患者的验配体验也可能更加舒适。它们不如耳背式设备坚固，因此也不是中低收入国家大规模项目的理想选择。

耳背式设备把所有的电子元件都装在助听器的主体里，置于患者耳后，使用管道加通用连接器或定制的耳模把声音传达至外耳道。此类设备最为坚固，且不易产生回声，也不易受耳垢和耳流脓影响。耳背式设备有多种功率可供选择，对几乎所有程度的听力损失均适用。

还有一些更加专业化的设备，包括身体穿戴设备、骨传导设备和多种可植入设备。身体穿戴设备在很大程度上已经过时，但依可以验配给极重度听力损失患者，或者在需要成本非常低、坚固耐用、易于控制和维护的场景下使用。骨传导设备非常适用于那些复发性耳流脓且伴随传导性听力损失的患者使用，也适合耳道缺失（例如先天性萎缩）患者。骨传导和中耳植入体费用昂贵但高效，能为传导性失聪患者、某些混合性失聪患者和不建议使用耳塞的患者提供解决方案。人工耳蜗费用高昂，但对罹患极重度听力损失和完全听力丧失的患者特别有效，只要他们听觉神经仍然正常，便可为他们提供可用水平的听力。针对听觉神经病变的患者，有时可使用脑干或中脑植入体提供一定程度的听觉刺激。

验配方法

为帮助设备使用者获得最佳效果，在选择特定的助听设备后，应当选择最合适的设备设置。一般采取两种方法：第一种是比较或评估型，第二种为处方型。

比较或评估型方法往往需要患者在设备调整设置时对调节结果作出主观评估。由于助听器很多设置均可调整，因此很难有效确定哪些设置组合最佳。虽然纯比较型/评估型方法现今多用于处方型验配后对助听器做调整和微调，但这种方法近期也用于自我验配式助听器。(8)

听力损失的等级和类型因人而异，听力需求和偏好也是如此。因此，不存在普遍适用的通用扩音配置模式。目前普遍的共识是：为实现助听器的最佳效果与主观听觉的舒适型，应当使用听力能力评估（听力测试）等方法对每个人的听力进行评估，并根据结果选择助听器的扩音特点（在每个频率/音高的增益/扩音）。(9) 整套理想的扩音特点称之为处方目标。

制定处方目标一般是通过分析正常和受损耳朵音量的复杂模型、其他理论考量和实验数据。现有一些经过有效验证、独立开发的处方配方(10, 11)，同时也有许多未经有效验证的商业处方配方。由于制定处方目标所使用的模型和数据基于平均数，即使达到了扩音目标，预计也需要做一些个体调整以达到最佳效益。

有多种验配方法可达到理想的比较/评估设置或处方目标。这些方法可以不同形式分类：以下，我们将其分类为非常规验配方法，包括自我验配和可预编程验配；以及常规验配方法，包括首次验配和真耳测量验证方法。

自我验配

可以像消费电子产品一般直接购买的“非处方”型助听器现在备受关注。购买后，患者一般会将设备连接至手机上的应用程序，并通过设备进行自我听力评估。接下来，设备中储存的算法会生成一个处方目标，并尝试调节助听器设置以实现该验配目标。用户也可跳过自我评估或处方，仅用定性的方法在设备上进行简单的选择和设置，以满足自己的听力偏好。

可预编程验配

可预编程设备能够设置有限的预设扩音模式。虽然时常缺乏明确记录，但设备制造商通常会参考高收入国家群体常见的听力特征预选上述模式。然而，关于高收入国家的模式是否能反应中低收入国家人口需求这一点鲜有文献探讨。之后，使用这些常见特征创建一套相应的处方目标，并通过调整设备设置来尝试贴合目标。

医护人员通常通过点按助听器上的按钮或通过远程手段（一般通过手机）来选择最合适的预编程设置。在一般情况下，我们可以通过听力测试来确定最佳设置，但也可以采用比较/评估型方法（在聆听每个程序之后患者进行主观报告）。之后，用户或医护人员会通过音量调节来满足用户舒适性和需求。因为此类设备验配相对简单，可由只受过最低培训的医护人员进行，所需要的仪器也非常少，甚至不需要仪器。

首次验配

首次验配时，一名医护人员（通常为听力专家或技师）对患者进行听力评估，然后通过专用设备将传统助听器与电脑连接。根据听力测试数据，制造商提供的软件会生成处方目标，并尝试生成能达到处方目标的大致验配设置。之后，医护人员能够根据用户反馈，通过制造商软件对设备进行微调。

真耳测量验证验配

助听器验配的最佳实践模型即是用真耳测量验证验配结果。该方法复制首次配诊的步骤。但随后并不假设处方目标已达到，而是需要测量患者耳中助听器的扩音特点，并与处方目标进行比较。需要通过制造商软件进行后续调整，直到获得匹配结果。为了实现这一目标，在进行助听器验配时，要将一个敏感的麦克风放置于患者的耳道内，这使医护人员能够准确地测量所实现的扩音程度。

此种方法需要昂贵的真耳测量设备，同时也需要额外的使用培训。因此，本方法不适用于仅受过最低培训的医务人员。

背景与方法

中低收入国家的听力损失概况描述（阶段1）

背景

在高收入国家中，针对听力损失的患病率已有大量高水平的流行病学研究。(12-15)这些研究使公共卫生官员、政策制定者、研究人员和临床医师能够对卫生优先事项、卫生支出做出基于证据的决策，并指导有效的服务提供方法。

针对中低收入国家也有少量研究，但水平参差不齐，且数据涵盖的地区数量也较少（参见Stevens(16)的综述）。事实上，针对中低收入国家听力损失的患病率仅有几个大型高水平的公开研究（见Pascolini和Smith(17)的综述）。

听力受损是一种较为隐形的残障，而由于对中低收入国家听力损失缺乏大范围且可靠的数据，导致这些地区的卫生政策制定者、资金分配者和服务提供者更难以对其做出关注。这也使那些倡导提供资金和服务人士的工作更加困难，因为他们在描述病情对当地的影响时，往往没有具体的地区数据可以参考。最后，对试图开发适合当地服务提供模式的团体来说，缺乏可靠的数据让他们难以建立需求模型或拟定方案影响模型。

现有文献的见解

针对中低收入国家听力减退的现有文献强调了这些地区面临的特有问题。

患病率

听力损失的一个重要相关的因素是年龄。50岁以上的人士随着年龄的增长，听力损失的发病率也呈指数型增长。(15)由于中低收入国家人口年龄的平均数和中位数往往低于高收入国家，中低收入国家人口听力损失患病率的汇报数据有时低于高收入地区。需要注意的是，不能因为针对中低收入国家听力损失患病率的估计而低估听力损失对这些国家带来的严重负担，因为该数据掩盖了两个重要事实。首先，由于全球大多数人口居住在这些地区，因此患有听力损失（包括未解决的听力损失）的人数远远高于高收入国家，一些估算表明，80%的严重听力损失患者居住在中低收入国家。

(1)其次，中低收入国家经年龄调整后的听力损失患病率明显高于高收入地区，在所有年龄组中都是如此。(16)

听力损失等级

了解不同等级听障人口比例的地区差异非常重要。有必要了解听力损失等级的地区差异，是因为它能帮助我们评估听力损失造成的负担，并规划适当治疗与听力健康服务模型。多项调查的结果均表明：与高收入国家相比，中低收入国家人口中罹患重度至极重度听力损失的比例相对较高。(18, 19)

知识缺口

现有关于中低收入国家听力损失的数据一致性不足，取样的国家也十分有限。现有数据中很大一部分都已经过时。中低收入国家的耳疾和潜在可用手术修复的听力损失程度均未得到完善描述，但在这一点上儿童听力特征描述要优于成人描述，现有研究表明中低收入国家的患病率要高于高收入国家。(20)

需要进行大规模、高水平、针对具体地区的听力调查，以填补知识缺口。这是个高难度挑战，因为听力调查虽然在方法上有所进步(21, 22)但仍然是一项资源和时间密集型的活动。

阶段1 方法论

项目本阶段的数据由全球听觉合作组织由16个国家的23家诊所收集提供（我们在下方“项目地区与收集场所总览”板块提供了细节）2020年10月22日，本项目伦理审查由麦考瑞大学人类伦理委员会确认批准。所有合作组织都已确认该项目通过伦理审查。

在本项目的第一阶段（阶段1），我们旨在确定在众多中低收入国家中，因耳朵和听力问题而寻求帮助之人群最常见的听力特征，以便为可预编程助听器合适的设置提供参考。

我们尽量从每个地区收集有代表性的临床样本，而不是有代表性的人口样本。这种方法的优势是大幅降低成本，获取数据的速度也更快。可以通过现有的耳鼻喉科和听力服务机构，以追溯的手段从任何地区获取数据。由于目标人群是在听力服务机构就诊的患者，这种抽样方法可以代表每个国家中认为自己因为耳朵或听力问题需要帮助的人口。我们承认这种方法对于农村地区的人口代表性不足，这是由于大多数参与项目的诊所都位于城市地区。

从参与研究的每个诊所中，我们获取了至少200个连续的案例（所有诊所列表请参阅“收集地点总览”单元）我们提取了新冠肺炎疫情之前（2019年11月1日前）的数据，以避免疫情对临床负荷的改变和对病例表现的影响。纳入标准包括：一、年龄 ≥ 18 岁；二、主要关心的问题是听力困难；三、较差的耳朵四频纯音平均值(500、1、2和4kHz) > 20 dB HL；四、案例不属于任何筛查项目的一部分。如符合全部标准，能通过手术治疗潜在修复的病例（例如传导性听力损失）也被纳入其中。

以下数据由每个站点的临床团队成员从临床记录中提取：人口数据：年龄、性别、职业（如有）、乡村/城市、转诊来源、噪音接触史、助听设备状态（之前有使用/单边使用/两边使用/骨固定设备/人工耳蜗）、是否推荐助听器（在本次就诊时）、病例是否被转诊到耳鼻喉科或手术修复。听力测量数据：纯音听力图阈值（包括骨传导阈值【如有】）、耳镜检查结果（如有）、鼓室听力检查结果（如有，Jerger型或原始数据）、言语识别分数（如有）。

我们使用了一种机器学习方法——矢量量化(VQ)来为每个数据集推导听力特征。该方法属于以数据驱动方式于描述大数据集中常见的听力测试特征。(23)

在中低收入国家中使用可预编程助听器的优势和限制（阶段2）

背景

如前所述，大量证据表明成年人使用助听器是有益的。尽管许多助听器效果的研究都是在高收入地区进行，但也有一些文献讨论了在中低收入国家使用助听器康复的标准模型及其优势。(24-26)

在高收入国家，严重听力损失人士对助听器的接受程度相对较低（约有10-15%的听力损失患者在使用助听器(27-29)），接受助听器的障碍包括费用、耻辱感、舒适度和缺乏感知需求。(30, 31)文献发现，在中低收入国家使用助听器的程度更低，令人震惊。有迹象表明，中低收入国家的低使用率主要是由于无法获取设备或需求未得到满足造成的，社会歧视和使用意识等其他因素可能也有一定影响。(32, 33)

限制中低收入国家获得听力康复的一个关键因素是严重缺乏听力医护人员，许多地区的耳鼻喉科医生、听力学家、言语治疗师和聋哑教师都面临严重短缺。(34)根据一份世卫组织的报告，除了专业人员短缺，样本中不到一半的地区对耳部保健或听力损失预防有相应计划、项目或政策。(35)

限制中低收入国家获取助听器的其它原因还包括设备成本高（个人层面）以及对中低收入国家助听设备分配的预算有限（组织层面）。(1, 33, 36-38)

现有文献的见解

传统定制型助听器

听力损失大体上是一种慢性疾病，需要的往往不是药物或手术疗法，而是康复治疗。传统的康复模式主要涉及个体化/定制化的临床助听器验配。虽然由听力专家在临床上验配助听器是听力康复极为有效的方法，但这种方法价格高昂，需要具有高度专业素质的医护人员和专业设备。由于中低收入国家中听力损失规模大、听力健康基础设施不健全，因此需要可替代的听力健康服务提供模式。(1, 38)

可预编程助听器

低成本可预编程助听器为中低收入国家中大量未得到满足的听力康复需求提供了一个有望可规模化的解决方案。这是由于此类设备可以由经过最低程度培训的社区卫生工作者验配。

中低收入国家使用可预编程助听器的有效性尚无较多研究报告，但现存文献和专家意见均对此表示了支持。(39, 40)其中一系列证据为调查首次验配算法之优势（类似非定制型配诊但略微更复杂，在后文中会详述）与非处方设备（允许用户自行调整扩音水平）的优势。这些研究同时也为可与编程服务提供模式的潜在应用提供了支持。文献中认为，在高收入背景下，尽管用户更偏好定制化且经过临床验证的验配方法，但使用首次验配或非处方方法也可以得到类似（但有所减少）的客观和主观优势。(41-43)

单耳或双耳助听器

助听器可以验配在一只耳朵（单耳）或两只耳朵（双耳）上。单耳助听器适用于单侧听力损失的情况。然而，双耳都出现听力损失更为常见，在这种情况下，验配单耳或双耳助听器都能带来显著的益处。

目前只有少量研究探讨了双耳助听器的比较优势。针对用户对验配双耳助听器与单耳助听器的比较偏好，考科蓝发表的一份综述提供了一些非常薄弱的证据。(44)最新的前瞻性研究更清晰地表明，与单耳助听器相比，患者更喜欢现代化双耳助听器，(45)但在与听觉有关的生活质量标准化衡

量标准方面却没有发现一致的益处。(46)最近也有一些证据认为，双耳助听器能对防止听觉剥夺起到潜在保护作用。(47)双耳验配的一个实际优势是：如果一个助听器出现故障，则在其维修过程中依然可以使用另一个正常的助听器。

在研究中低收入国家干预措施的成本效益时，选择单耳还是双耳助听器是一个重要的考虑因素，因为与人均GDP或其他衡量当地消费能力的标准相比，传统型验配助听器的成本可能相当高。中低收入国家单耳助听器与双耳助听器的成本效益比较研究尚无文献探讨。

参与起草本报告的合作伙伴来自全球听觉合作组织，代表了各种各样的中低收入国家。合作组织汇报称，当前情况下，单耳与双耳助听器的验配方法因人而异，但服务提供者更倾向于尽可能为患者进行双耳验配。只有在缺乏人工或项目资金难以维系双耳助听器费用的情况下才进行单耳验配。美利坚合众国近期一项针对助听器验配的评估显示，大约81%的助听器是双耳验配的。(48)

虽然本研究没有直接涉及，但中低收入国家的资助机构和干预计划应考虑成人单耳或双耳验配的成本效益问题。

费用

听力康复的成本包括设备费、服务费以及复诊与设备维护费（例如电池）。在某些情况下，听诊器会“捆绑”销售，包括了设备费用和服务费（验配和复诊），有些甚至会包括维护费用（电池和保修）。有些服务提供商则不选择“捆绑”销售模式，即设备、服务、后期维护分开计费。

在高收入背景下，销售给消费者的设备费用每台大约1798美元，批发价成本大约为每台495美元。(48)虽然中低收入国家没有严谨的数据，但根据对全球听觉合作组织的合作伙伴（本报告的作者）的调查显示，消费者需要支付的最低费用从50美元到1000美元不等；消费者需支付费用的平均价格是469.50美元。尽管在中低收入国家设备的成本显著降低，但与平均收入相比，费用依然非常高昂，许多人无法负担听力康复的费用。

政府采购计划和社会化医疗保险涵盖的听力设备可以减少或免除消费者的自付费用，但此类项目在有些地区并不提供。(1, 49)

知识缺口

现有文献在可预编程助听器或非处方助听器的设备价格方面存在严重局限，即几乎所有研究都是针对高收入国家轻度到中度听力损失患者，且大部分案例都偏向轻度。(8, 50)目前尚不清楚这项研究对中低收入国家以及罹患更严重听力损失的患者是否普遍适用。针对中低收入国家非处方型助听器的几项研究表明，此类设备的特点甚至对轻度至中度的失聪都不合适。(51, 52)

在服务成本方面，建议使用受过基本培训的社区医护人员(CHW)来提供听力保健。(34, 53)实际上，中低收入国家已成功利用社区医护人员提供视力保健。(54)但是，仅有一份小规模文献提及社区医护人员验配助听器。(55)需要进一步研究、界定和开发适合社区医护人员或受低水平培训的人士（如护士和技术人员）使用的康复技术。

阶段2 方法论

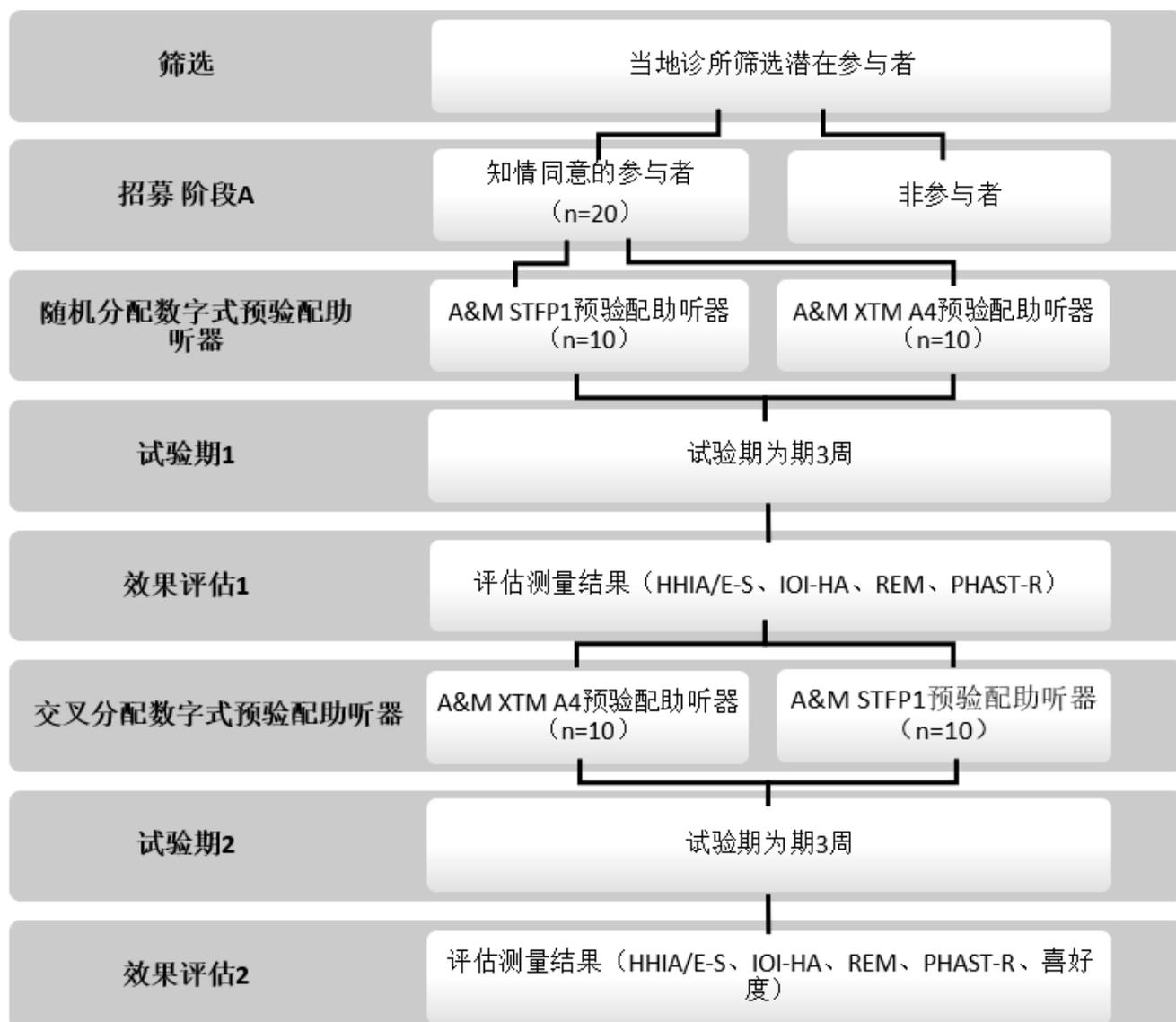
本项目第二阶段由三个部分组成。在2A阶段，我们旨在对低成本可预编程助听设备和传统可定制设备的基本技术和电声学特点进行比较。

在2B阶段，我们采用了一项交叉试验来比较两种可预编程助听器的客观和自我报告结果，这两种设备在功率和可选择的助听配置/程序的数量上都有所不同（图2）。

最后，在2C阶段，会对助听器使用者、技师、听力学家和其它在2B阶段验配设备的医护人员进行结构性访谈，了解其对助听器开方、配置和使用上的意见和体验。2B阶段和2C阶段是在本研究第1阶段所列诊所中的4家进行的。印度（全印度言语和听力研究所All India Institute of Speech and Hearing）、菲律宾、萨摩亚和南非

具体的研究方法可见本文阶段一和阶段二的相关章节。

图2. 阶段2B 研究方案



项目地区与采样地点总览

介绍

我们采集的数据来自被世界银行归类为中低收入国家的所有地区（包括东亚和太平洋地区、欧洲和中亚地区、拉丁美洲和加勒比地区、中东和北非地区、南亚，及撒哈拉以南非洲地区）。在可能的情况下，对每个地区的多个国家进行了抽样调查，以确保样本能够代表全球中低收入国家。

下面按地区列出了来自各国的合作伙伴，他们共同组成全球听觉合作组织。我们请每个伙伴提供了其地区听力健康服务的总体概况，附录B收录其陈述。

东亚和太平洋地区

柬埔寨

柬埔寨全耳(All Ears Cambodia)，金边。

中国

吉林大学，长春。

印度尼西亚

卡索姆听力和语言中心(Kasoem Hearing & Speech Centre)，雅加达。

马来西亚

马来西亚国际伊斯兰大学，雪兰莪州。

菲律宾

圣托马斯大学，马尼拉。

萨摩亚

Tupua Tamasese Meaole医院，阿皮亚。

泰国

宋卡王子大学耳鼻喉系，宋卡。

欧洲与中亚

俄罗斯

国家听力学与听力康复研究中心，莫斯科；
圣彼得堡国立医科大学听力和言语实验室，圣彼得堡。

土耳其

伊斯坦布尔阿依登大学，伊斯坦布尔；
伊斯坦布尔梅迪波尔大学健康科学学院听力学系，伊斯坦布尔。
伊斯坦布尔大学塞拉帕萨医学部，耳鼻喉-听力学与言语病理中心。健康科学院，伊斯坦布尔；
健康科学大学听力学系，伊斯坦布尔；
哈杰特佩大学听力学系，安卡拉。
安卡拉大学医学院，耳鼻喉-听力和言语病理学中心，安卡拉。

拉丁美洲与加勒比地区

多米尼加共和国

EARS公司听力诊所Centro Cristiano de Servicios Medicos, 圣多明各。

中东与北非

埃及

尼罗河听觉前庭医学中心, 开罗。

约旦

约旦大学医院听力和言语诊所, 康复科学学院, 安曼。

南亚

印度

全印度言语和听力研究所, 迈索尔;

Dr. S. R. 昌德拉塞卡语言和听力研究所, 班加罗尔。

尼泊尔

绿色牧场医院耳科中心, 国际尼泊尔奖学金, 博卡拉。

HSN耳鼻喉部, BP柯伊拉腊健康科学研究所, 达兰。

撒哈拉以南非洲

马拉维

ABC听力诊所, 利隆圭。

南非

比勒陀利亚大学言语病理学和听力学系, 比勒陀利亚。

中低收入国家听力诊所就诊者人口统计资料（阶段1）

表3展示了项目人口统计的总体概况。

表3. 总体人口信息

		比例
性别	女性	50.3%
	男性	49.7%
乡村地区	乡村地区	29.8%
	城市地区	56.7%
	不详	13.4%
世界银行国家收入分组	低收入	3.5%
	中低收入	35.8%
	中高收入	60.8%
年龄分组	18-40	22.3%
	41-60	27.9%
	61-80	41.7%
	>80	8.1%
噪音接触史	无	60.8%
	有	13.2%
	不详	26.0%
听力损失类型	感音神经性听力损失	73.8%
	混合性或传导性听力损失	26.2%

年龄分布

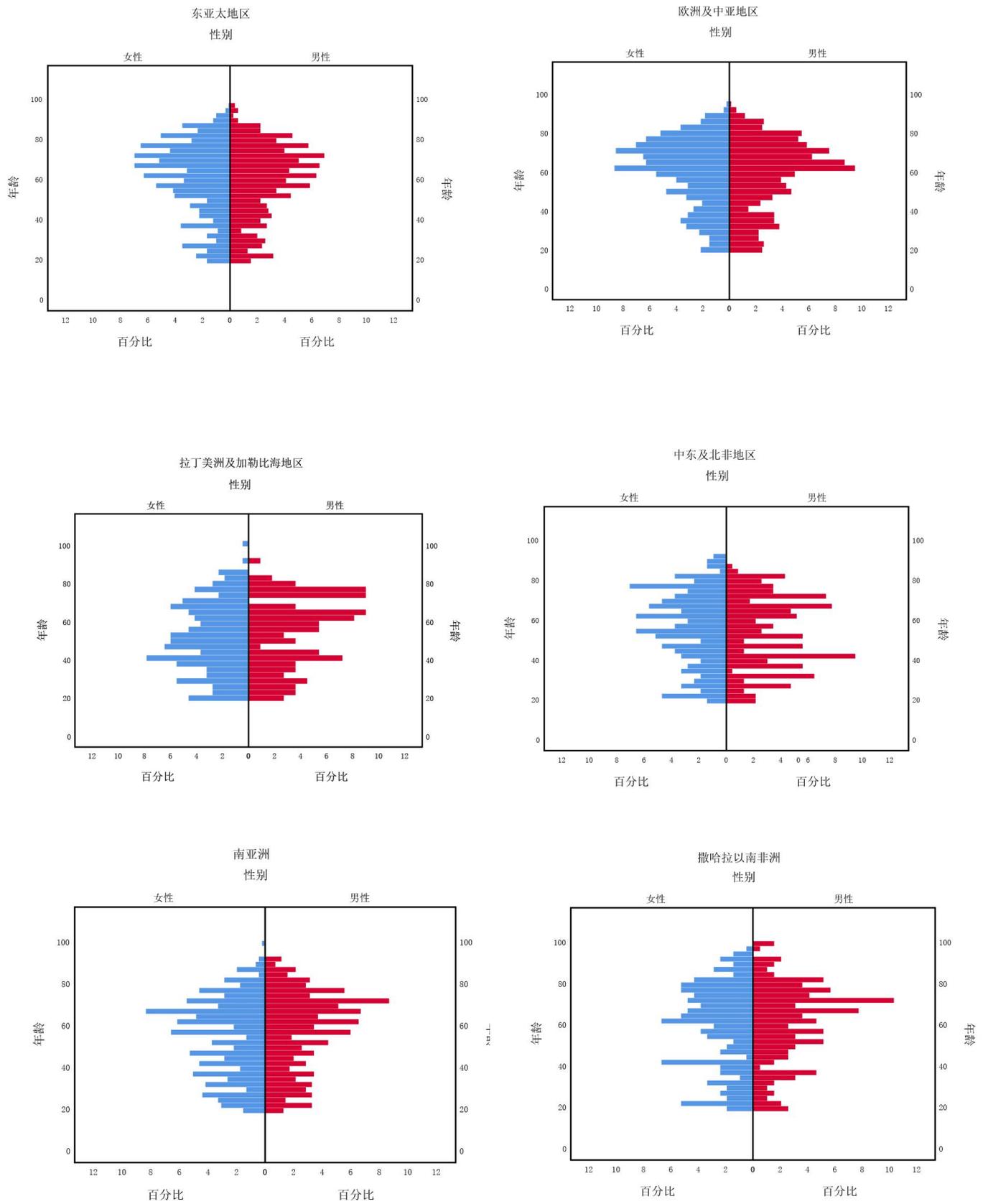
本项目中样本人群的特点在图3和图4中分别以总体样本和分地区样本呈现。人口树显示了样本人群按性别划分的年龄组分布。相比其他地区，拉丁美洲及加勒比地区、中东及北非地区和南亚地区呈现更扁平的年龄分布（南亚地区区别较不明显）；其它地区则可见老年群体高峰。各地区的人口差异可能造成了样本中的一些变化。

然而，另一种可能的解释是，分布更扁平的地区存在一些文化障碍（例如对老年人失聪的态度）或现实障碍（例如费用），使老年人更难为听力问题寻求帮助。年龄分布的差异也可能是由于合作伙伴组织的抽样偏差造成的。尽管我们的合作伙伴既包括小型地方诊所又包括附属医院的大型诊疗中心，但许多都是规模较大的专科中心。转诊途径有可能将老年患者转诊至小型地方医疗机构（如果有此类机构），而将年轻患者转诊至更专业的医疗机构，这一区别在我们的数据中有所体现。

不管这种年龄分布差异的原因是什么，它确实凸显了中低收入国家在规划康复时需要考虑转诊途径和临床诊疗提供者的类型。

图3. 总抽样人口树

图4. 不同地区人口树



性别分布

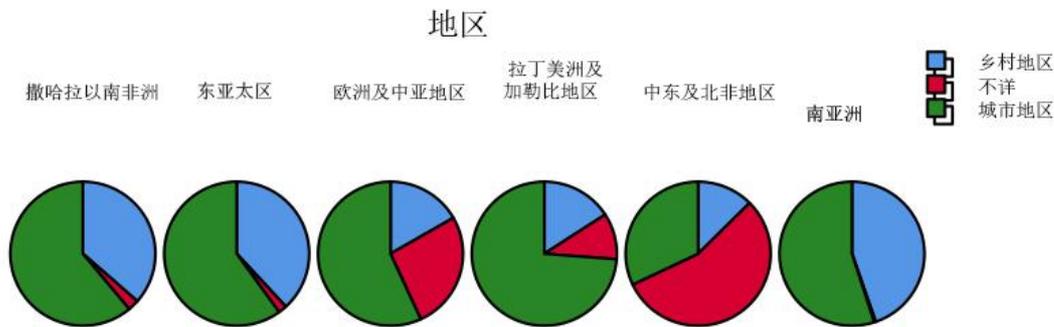
取样地点的男女比例接近50:50（表1），总体上女性略多（拉丁美洲和加勒比地区除外，其男女比例为60:40）。这些数字很有意思，因为研究表明，男性听力损失患病率更高（部分原因可能是在职场接触噪音），但此处报告的临床人群性别特征并不能体现这一点。有部分证据表明，总体而言，中低收入国家中女性获取医疗服务可能更加困难。(56)本项目的数据显示，妇女虽难以获得医疗保健服务，但在获得听力健康服务方面并不存在困难，或至少在获得听力健康方面存在明显的地区差异。

乡村/城市分布

中低收入国家的农村人口获得卫生服务的障碍更大，包括与服务提供者距离较远、设施缺乏、专业人员缺乏、收入较低、卫生教育较差等。(57, 58)农村人口的劣势在抽样诊所的数据中得以体现——大多数数据来自城市环境。然而，与世界银行总体人口估计数(59)相比，欧洲及中亚和拉丁美洲及加勒比地区的样本比东亚及太平洋地区、中东及北非和撒哈拉以南非洲地区更能反映这些区域的总体人口分布情况（见图5，附录C）。收集数据的合作组织往往都坐落于城市地区，有可能使取样更偏向于城市人口。然而，在众多地区中，乡村诊所数量稀缺，因此，认为该样本真实地反映了乡村地区获取服务的情况也不无道理。

这一结果凸显了农村和偏远地区人口在获得听力健康服务方面面临的困难。这些结果强调，在规划听力康复项目时考虑其他分配渠道的重要性，以确保向农村和偏远地区的人口能够公平分配服务。

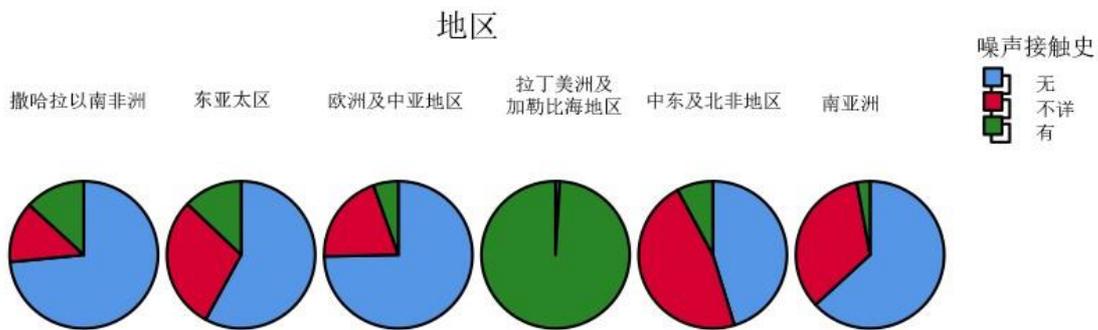
图5. 城市/乡村分布



噪音接触

在本研究中，各地区接触噪声的人口比例有很大差异（图6，附录D）。这里的差异可能反映了合作组织的转诊来源和地点。

图6. 噪音接触史



项目人群听力特点

四个频率平均听力损失

特定人群的4FA（0.5、1、2和4kHz听力阈值的平均值）是衡量听力损失等级的一个粗略指标。图7中的框图显示了各个地区听力较好耳朵和较差耳朵的4FA（文字表格版本参见附录E）。注意，在听力较好和较差的耳朵中，4FA的中位数和平均数都有一些变化，4FA最低和最高的中位数之间几乎相差了20分贝。样本中似乎呈现了两个组别，第一个组别平均听力损失水平较高，包括了南亚、撒哈拉以南非洲、东亚与太平洋地区；第二个组别平均听力损失水平较低，包括了中东及北非、拉丁美洲及加勒比地区。

之后，对研究样本中的各国按购买力平价衡量的人均国民总收入（现价国际元）进行了编码（相应表格参见附录F）。图8显示了人均国民总收入(GNI)和听力较好耳朵的四频听力阈值之间的关系。随着GNI增加，听力阈值也随之有显著改善（即降低）。人均国民总收入和好耳四频平均听力阈值之间关系的统计学调查显示，在考虑了年龄和性别的情况下，国民总收入每增长1000美元，听力阈值则会有0.55分贝的改善。这意味着样本中国民总收入最低和最高群体之间的听力阈值大约相差15分贝， $F(3, 5767)=147.37$ ， $P<0.005$ ， $R^2=0.071$ （系数表见附录G）。

文献已明确证实健康成果和人均收入衡量标准之间存在关联。(60)也曾有报道指出人均收入的衡量标准与致残性听力损失患者的比例之间存在负相关。(35)据我们所知，本文为第一份详细说明临床人群中平均听力阈值与各地区人均收入之间关联的报告。

图7. 按地区划分，听力最佳耳朵和较差耳朵四频平均听力损失

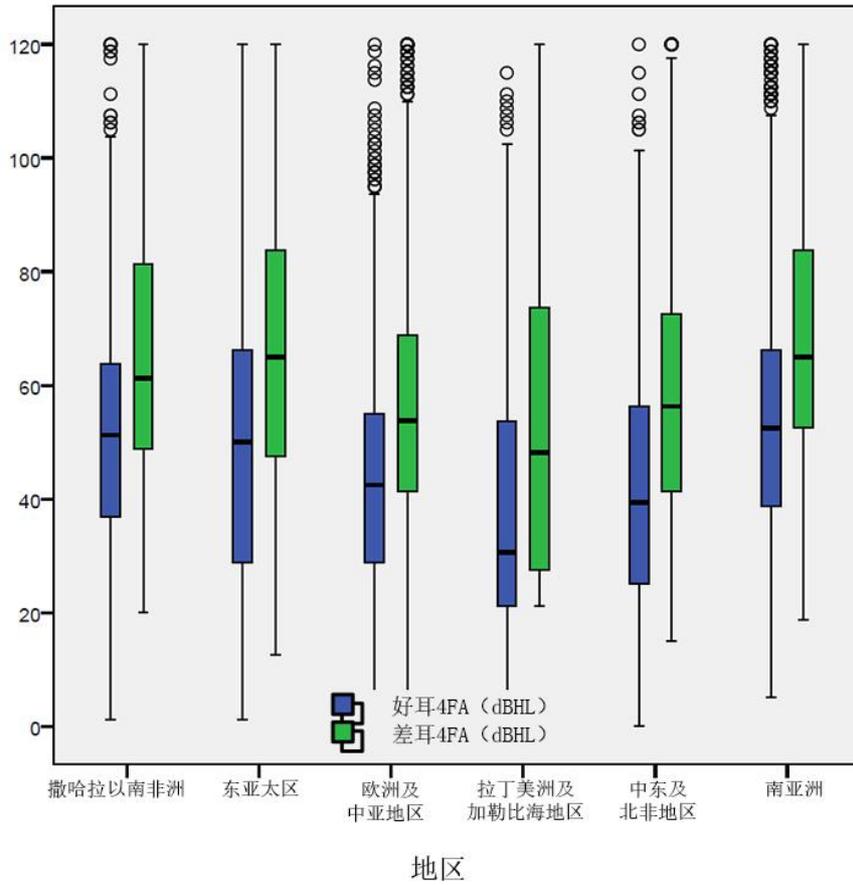
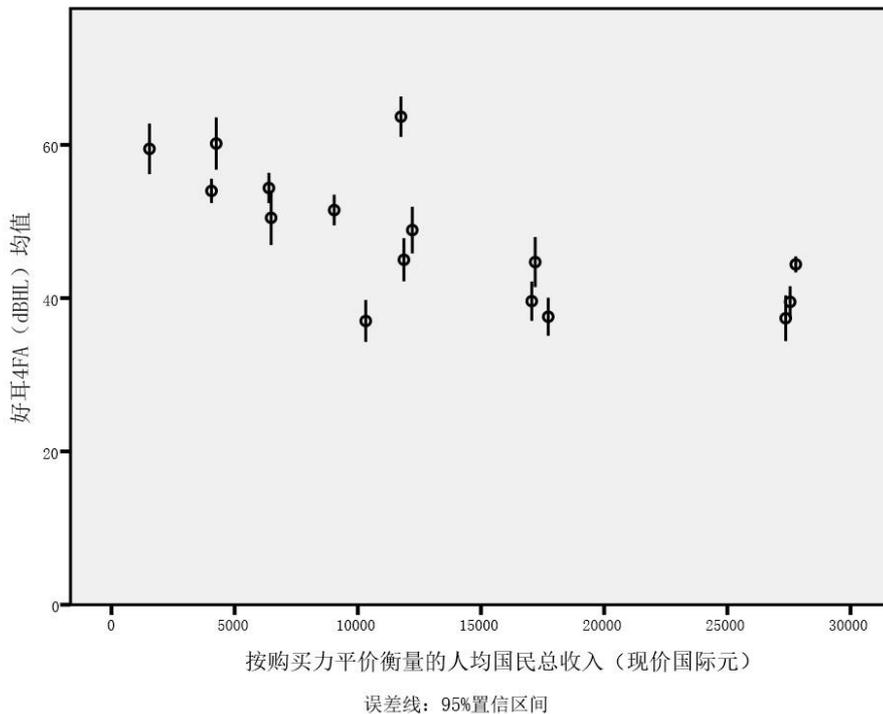


图8. 根据按购买力平价衡量的人均国民总收入（现价国际元）划分的好耳听力阈值均值



听力损失构型

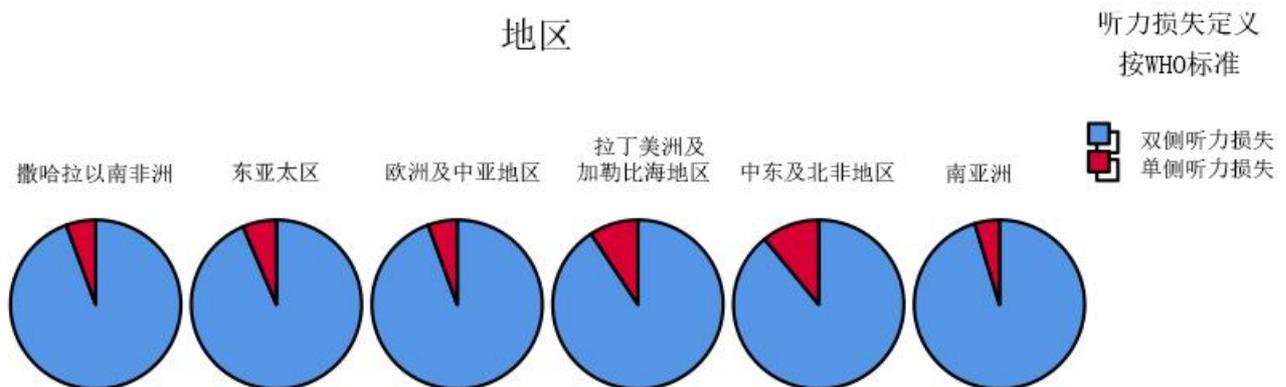
单侧听力损失（据世卫组织听力损失等级定义，好耳听力 $<20\text{dBHL}$ ，差耳听力阈值 $\geq 35\text{dB}$ ）的比率约6%（图9，附录H），某些地区单边听力损失的比率更高（拉丁美洲及加勒比地区、中东及北非地区）。中低收入国家临床人口的其它研究也呈现出相似的比率。(61)来自高收入地区的比较样本显示，在临床人口中单侧听力损失的比率为1%。(62)尽管单侧听力损失的定义存在差异，我们的数据显示，中低收入国家的临床人口罹患单侧听力损失要比高收入国家常见的多。这究竟是说明单侧听力损失的基本人口患病率有差异，还是这些地区此类病例临床表现的偏颇，目前尚不明确。之前一项针对菲律宾的研究显示，单侧听力损失的人口患病率约为20%，而在高收入国家（美国）汇报的患病率接近7%(63)。

总而言之，多份研究数据表明，中低收入国家中单侧听力损失的患病率要高于高收入国家。中低收入国家单侧听力损失患病率相对较高的原因可能与造成此类人群听力损失的根本原因有关。例如，有更高比例的听力损失病例与传染性或其它可预防原因相关，而这些原因往往是单侧的。由于中低收入国家人口平均年龄更小，也会导致常见的双侧听力损失相关病症（如老年性耳聋）的比例更低。

单侧听力损失高流行率对可预编程助听器的影响

尽管单侧听力损失程度比双侧听力损失要小得多，但其与成人听觉残疾增加有关联性。助听器能有效降低减少单侧听力损失影响。由于单侧听力损失一般较少造成残疾，因而在中低收入国家将这一群体作为提供助听器的重点对象之前，必须仔细考虑成本和效益。

图9. 按地区划分，双侧和单侧听力损失比例（世卫组织标准）



听力损失等级

图10显示了各地区的听力损失等级，大多数地区的听力损失中位数在中度到中重度之间。拉丁美洲及加勒比地区是例外。该地区听力损失中位数处于中低水平。尽管这种差异可能反映了该地区求医行为或患者的临床特点，但该数据也有可能仅适用于采集数据的站点，因为该地区只有一个合作伙伴/数据采集点。

有趣的是，本研究中的听力损失情况比高收入国家中类似临床人群的情况更加严重，(62)但是与其他先前中低收入国家报告中的情况类似。(61)在高收入国家的临床人群当中，患有重度及完全

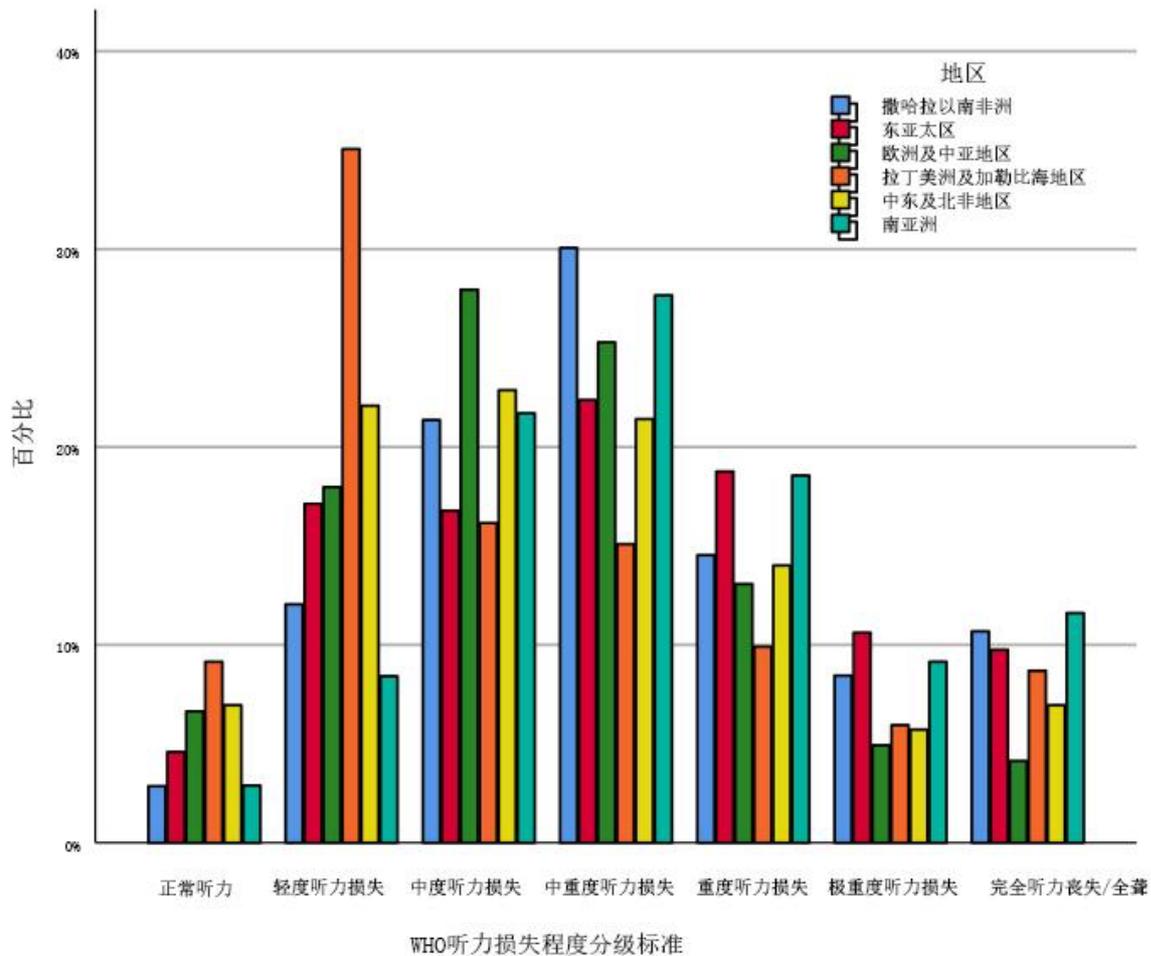
听力损失的人口只占样本总体的13%。而在本研究中，罹患重度及完全听力损失的人口大约有25%至40%，比高收入国家要高出3-4倍。

图11也进一步证实了这一点。图片显示，即便在我们中低收入国家的样本当中，随着购买力平价衡量的人均国民总收入增加，较严重的听力损失患病率随之下降。

与高收入地区的人群相比，本研究中临床人群中患有重度听力损失的比例较高。与高人均国民总收入地区相比，低人均国民总收入地区的人群中重度听力损失的比例较高。这可能表明中低收入国家的人群，特别是低收入的人群在为听力问题寻求帮助方面存在延误的情况。

来自流行病学研究(18)的证据则提供另一种观点，即中低收入国家较高比例的临床人口罹患重度听力损失反映了中低收入国家普通人口听力水平较低，但并不能反映在寻求帮助方面存在延误的情况。

图10. 按世卫组织等级分类的研究样本听力损失情况



听力损失等级：对可预编程助听器的影响

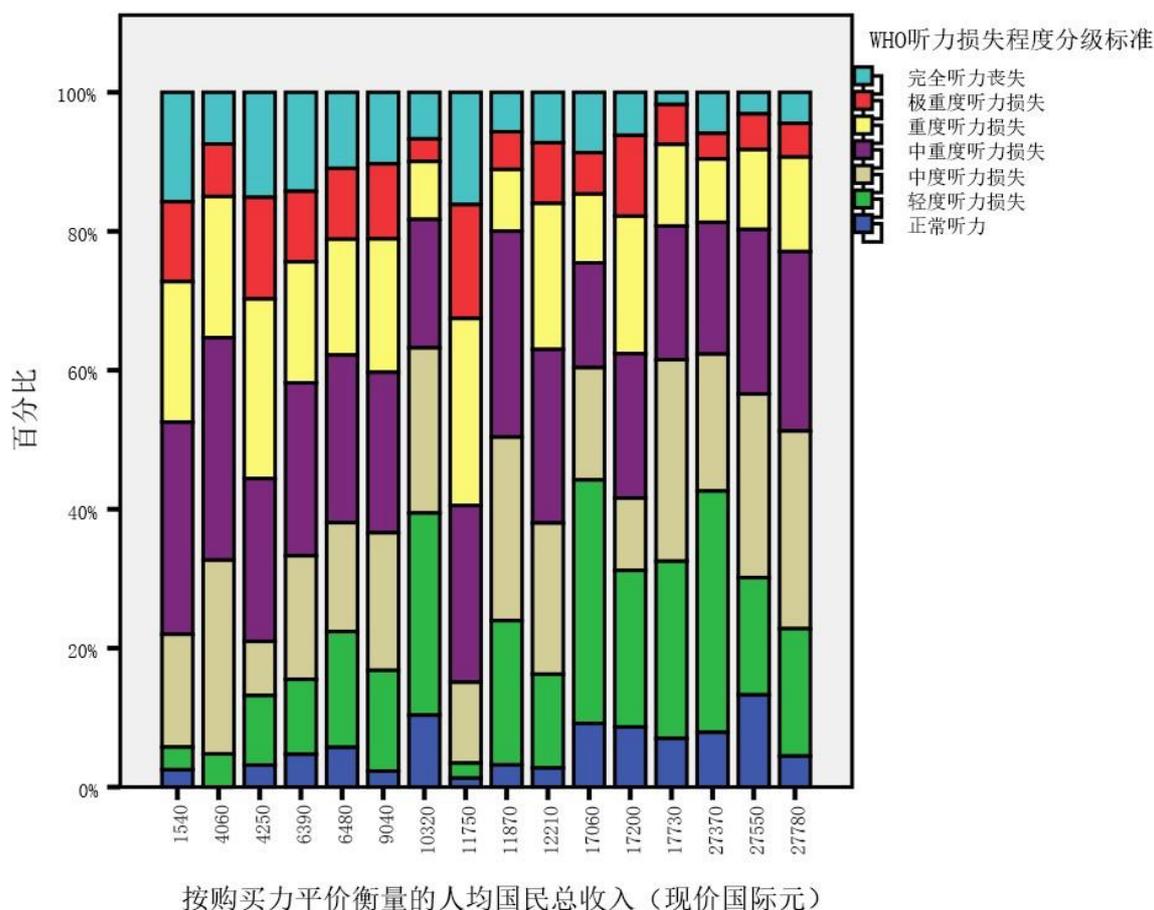
在中低收入国家中，临床人口罹患重度听力损失的情况很常见。这一发现对这些地区听力康复服务以及可预编程助听器的发放模式有重要意义。一般助听器，尤其是可预编程助听器，适合解决中重度以下程度的听力损失。世卫组织在此之前推荐，优先发放助听器的群体包括罹患中度至重度听力损失的成年人。(38)

我们的研究表明，在中低收入国家的临床人口和一般人口中，有更大比例人士的听力损失水平已经超出了可预编程助听器的治疗范围。

我们的研究也对之前的一些研究预测提供了支持，即听力损失的等级分布，以及中低收入国家对更强大的助听设备的需求可能比高收入地区更多。(64)

如要在中低收入国家中发放助听器，则需要对候选患者进行分诊。罹患轻度至中重度听力损失的人士适合使用可预编程助听器，而罹患更严重听力损失的人士则不适用于可预编程助听器。比如可以通过受过最低程度训练的医护人员，使用廉价便携式听力测量设备对患者进行分诊，根据听力损失的等级分为适合可预编程助听器的患者和适合传统定制型助听器的患者。(65)

图11. 按人均国民总收入购买力平价（现价国际元）计算的世卫组织听力损失等级（每只耳朵）



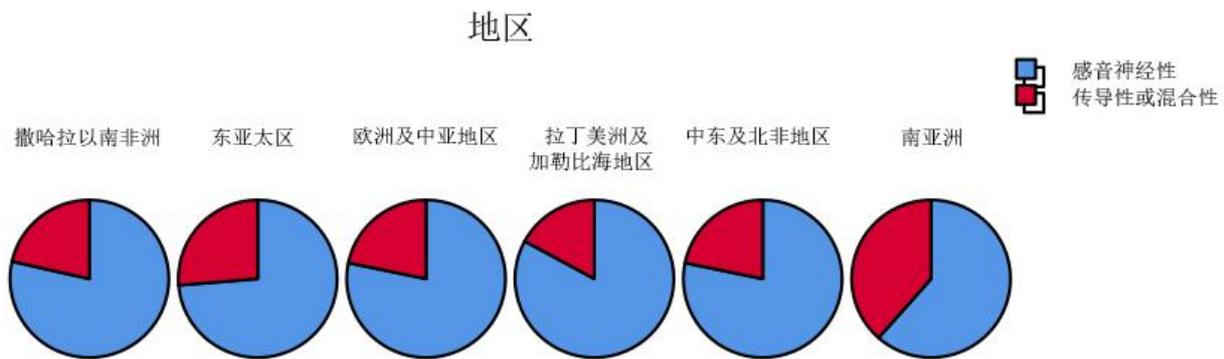
混合性和传导性听力损失

如前所述，传导性听力损失表明外耳或中耳部位存在病变，而感音神经性听力损失表明是耳蜗或更高层面存在病变。具有传导性和感音神经性成分的混合性听力损失表明外耳或中耳存在病变，同时也存在耳蜗病变。混合性和传导性听力损失在所有地区的临床样本中都非常普遍，范围为21.2-40%（见附录I中图12）。东亚及太平洋地区和南亚罹患混合性和传导性听力损失的比例比高收入地区更高，其它地区的比例则接近高收入地区。（62）

二元Logistic回归显示，几个预测变量与混合性或传导性听力损失的存在有相关性（Chi-Square = 234.87, df=4, 以及p<0.001）。人均国民总收入与传导性及混合性听力损失之间存在负相关关系，也就是说国民总收入每增加\$10,000，混合性和传导性听力损失风险就会下降33%（参见附录J）。年龄每增加10岁，传导性听力损失的几率就会减少13%。最后，乡村地区居民罹患混合性或传导性听力损失的几率要高11%。在样本中，性别与混合性或传导性听力损失无相关性。

与传导性听力损失有关的关键病理（如中耳炎/中耳感染）的患病率存在已知地区差异。（66）在高收入国家，此类病症与社会经济地位之间也有已知的联系。（67）本研究表明，人均国民总收入可能是造成传导性听力损失患病率地区差异的主要原因。然而若将此处描述的临床样本的结果推断到一般人群必须谨慎。

图12. 感觉神经性、传导性或混合性听力损失



混合性和传导性听力损失高患病率：对可预编程助听器的影响

在本研究临床人群中混合性和传导性听力损失的比例很高，这给助听器，尤其是可预编程助听器的交付带来了一些挑战。

从减少听力障碍的角度来讲，助听器是适合混合性或传导性听力损失患者的康复方法。但在某些情况下，使用医疗或手术干预（如中耳炎或耳硬化）的效果可能一样好甚至更好，且为此类病人验配助听器可能会延误更有效治疗方法。在某些情况下，罹患传导性听力损失的病人无法使用助听器，因为它可能会导致外耳或中耳病情恶化。骨传导或骨固定助听设备则可以用作替代性的干预措施。

在探讨中低收入国家中使用可预编程助听器治疗混合性和传导性听力损失的可能性时，应当考虑到此类手术服务价格高、难以获取服务。

混合性或传导性听力损失的治疗如有延误，则可能导致并发症，可能进一步导致听力残障增加，并且在某些情况下可能危及生命（如患有胆脂瘤或乳突炎）。此外，在一些由耳垢堵塞或急性外耳/中耳疾病引起的混合性或传导性听力损失的情况下，使用助听器的康复效果不理想，甚至有可能完全无效。

一个复杂的因素是，如使用目前低成本的便携式诊断性测听设备，难以区分混合性/传导性听力损失与感音神经性听力损失之间的区别。然而研究表明，接受过最低程度培训的医务人员在培训后即可辨别和治疗助听器验配的某些禁忌症（如耳垢堵塞或耳流脓）。（53, 68）

通过有效的转诊途径将病人转至医疗机构，并确保有充足的耳鼻喉手术医师与辅助性手术人员，这样才能对传导性或混合性听力损失进行识别和治疗，并让这种服务提供模式最大限度地发挥其优势。遗憾的是，在中低收入国家，传导性或混合性听力损失缺乏医疗管理。即便有专科医疗人员，但高昂的费用以及这些医疗机构遥远的距离令许多患者望而却步，无法获得医疗服务。

在理想情况下，可预编程助听器项目应当包括发展有效的地方转诊途径，将初级医护人员与二三级医疗人员联系起来。这将有助于对潜在严重的和容易治疗的传导性或混合性听力损失患者进行分诊，并重点治疗适合可预编程助听器的患者。

项目人口康复特点（阶段1）

表2展示了人群听力康复特点的总体概况。

听力康复服务使用率

本研究中，有8.9%到26.6%的临床病例接受过听力康复治疗，几乎所有的病例都使用了助听器（参见附录K之图13）。尽管大部分临床人群有非常严重的听力损失，但数据仍是如此。马拉维一家诊所的调查数据在该范围较高的位置，该研究中，成年人使用助听器的比例大约为28%。(69)值得注意的是，大约50%的佩戴者尽管双耳都罹患听力损失，但只佩戴了单侧助听器。

表4. 中低收入国家听力诊所患者听力康复特点

		比例
助听设备状态	双耳助听	9.1%
	单耳助听	10.0%
	人工耳蜗	0.6%
	之前未使用	69.8%
	不详	10.4%
推荐使用助听器	无	28.4%
	有	63.6%
	不详	8%
助听设备资金来源	捐赠	3.7%
	政府	10.9%
	私人	26%
	不详	59.4%

在听力较好的耳朵罹患重度或更严重听力损失的人中，只有极少数人（约4.5%）验配了人工耳蜗，而这一群体中有52%的患者没有验配任何助听设备，这一比例令人震惊。在中低收入国家，植入人工耳蜗是一项重大挑战。经验丰富的手术医生和适宜的手术设施存在短缺，对个人而言，安装人工耳蜗的费用令人望而却步，而即便能通过社会化医疗保险支付费用，等待时间也极为漫长。

我们使用二元Logistic回归来调查现有助听设备（助听器或人工耳蜗）拥有率与性别、好耳四频平均听力阈值和人均国民总收入之间的关系。听力阈值和人均国民总收入都是听力设备拥有率的重要预测因素($\text{Chi-Square}=749.49$, $\text{df}=3$, $p<0.001$)（按国民总收入划分的几率和设备拥有率比例见附录L）。性别并非重要预测因素。结果显示，人均国民总收入每增加\$10,000，拥有助听设备的几率就会增加1.5倍。好耳朵听阈每增加10分贝，拥有助听器的几率也会增加1.4倍。

中低收入国家的一般人口研究和报告发现，只有1%的轻度或重度听力损失患者，或7%的中度或重度听力损失患者拥有助听器。(70, 71)这些数字与高收入国家的数字有很大不同。高收入国家的数字表明，轻度和中度听力损失的患者中，分别有10%和40%的人拥有助听器。在那些自称需要助听器的人群中，助听器的使用率为25%。(72, 73)

助听器使用率低：对可预编程助听器的影响

本研究调查临床人群对助听器的使用率低，印证了中低收入国家基于人口的现有文献，表明这些地区迫切需要方便快捷的听力康复服务。虽然本研究没有调查低接受率的原因，但其他研究表

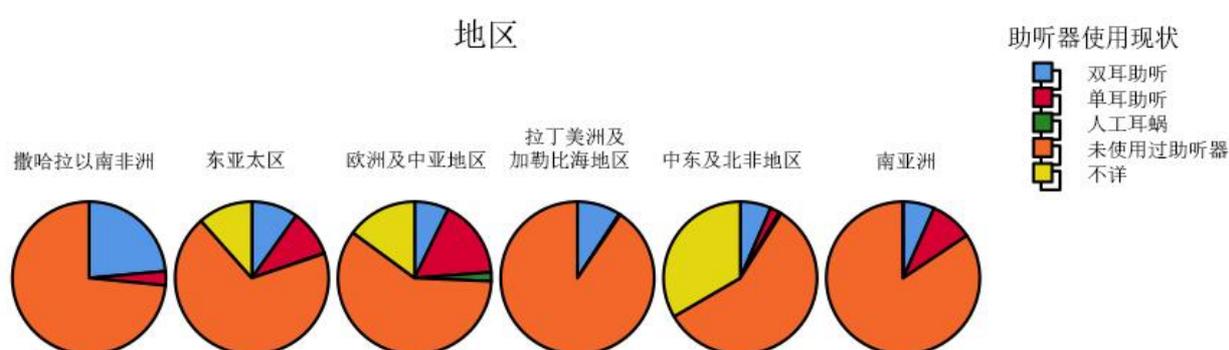
明，在高收入国家和中低收入国家，助听器使用率低由多个原因造成，包括费用、耻辱感以及缺乏可以感知的益处。(1, 30, 74)

在罹患双耳听力损失的病例中，单耳助听器的高验配率凸显了众多听障患者面临的经济障碍。对于双耳听障患者来说，尽管使用单耳助听器经济实惠、性价比高，但其依然是一种次优治疗方法。(1)

尽管相对高质量、低成本的可预编程助听器能帮助克服验配助听器的费用以及距离造成的困难，我们依然需要考虑如何解决其它明显的获取障碍，例如对治疗方案认知不够、佩戴羞耻感以及病人长期支持的需求。

在中低收入国家，听力损失的早期检测和早期干预的工作仍需要改进，本报告中描述的助听设备使用率低和严重听力损失比例较高的情况清楚显示了这一不足。

图13. 按全球区域划分，中低收入国家听力诊所就诊听力损失者听力康复使用情况表



中低收入国家听力诊所就诊者人口听力特征图谱

介绍

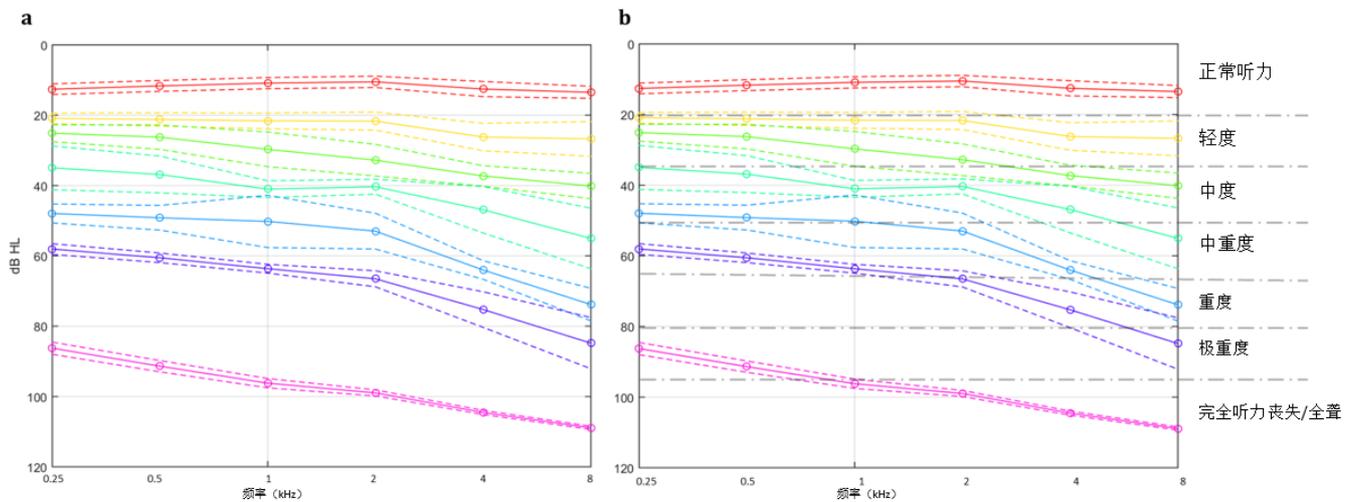
可预编程助听器是一种低成本、可规模化的解决方案，可以解决中低收入国家中很大一部分人口听力康复的需求。在了解预编程助听器满足中低收入国家听障患者需求的潜力方面，一个限制性因素是缺乏来自中低收入国家关于听力损失常见特征的数据。此类特征对于辨别罹患轻/中度听力损失且适用可预编程助听器的患者十分必要，并能在可预编程助听器中确定最佳扩音/增益设置。

本项目从世界银行所有地区的中低收入国家收集并整合了听力测量数据，包括东亚及太平洋地区、欧洲与中亚、拉丁美洲及加勒比地区、中东及北非地区、南亚和撒哈拉以南非洲国家。在此之后，听力测量数据由名为矢量量化的机器学习算法进行了分析。这种方法允许用户指定几组所需的数据（在本案例中为一些具有代表性的听力图形状）。之后，该算法将在数据中找到最适合或最能代表该组数的模式。这种由数据驱动流程的一个重大限制是：如要对最具代表性的模式作出有效预判，则需要获取大量的数据。本项目计划提供足够的听力测量数据，以便利用此种机器学习方法生成可靠的听力特征图谱。

总样本听力特征图谱

我们对11,000分听力图进行了分析，以生成可靠的听力特征图谱。随着提取的听力特征图谱数量的增加反复进行分析。我们确定了由一张由7张图谱构成的图像，以平衡细节与可接受偏差。同时，我们也提供了由4张图谱构成的图像，因为它们更能代表入门级可预编程听力设备中助听配置的数量。图14、15、16、17和18显示了用矢量量化方法从数据中提取的7张图谱，分别显示所有听力损失、仅感音神经性听力损失、年龄和听力损失类型。

图14. a) 总体样本听力特征图谱用有颜色实线表示，标准偏差用虚线表示 b) 叠加有世卫组织听力损失等级的听力特征图谱



我们找出了一个正常的听力测量构型（红色），代表单侧听力损失患者听力正常的耳朵。其余的构型在轻度（黄色和鲜绿色）、轻度至中度（水绿色）、中度至中重度（蓝色）、中重度至极重度（紫色）和极重度（粉色）区域内稍有倾斜。

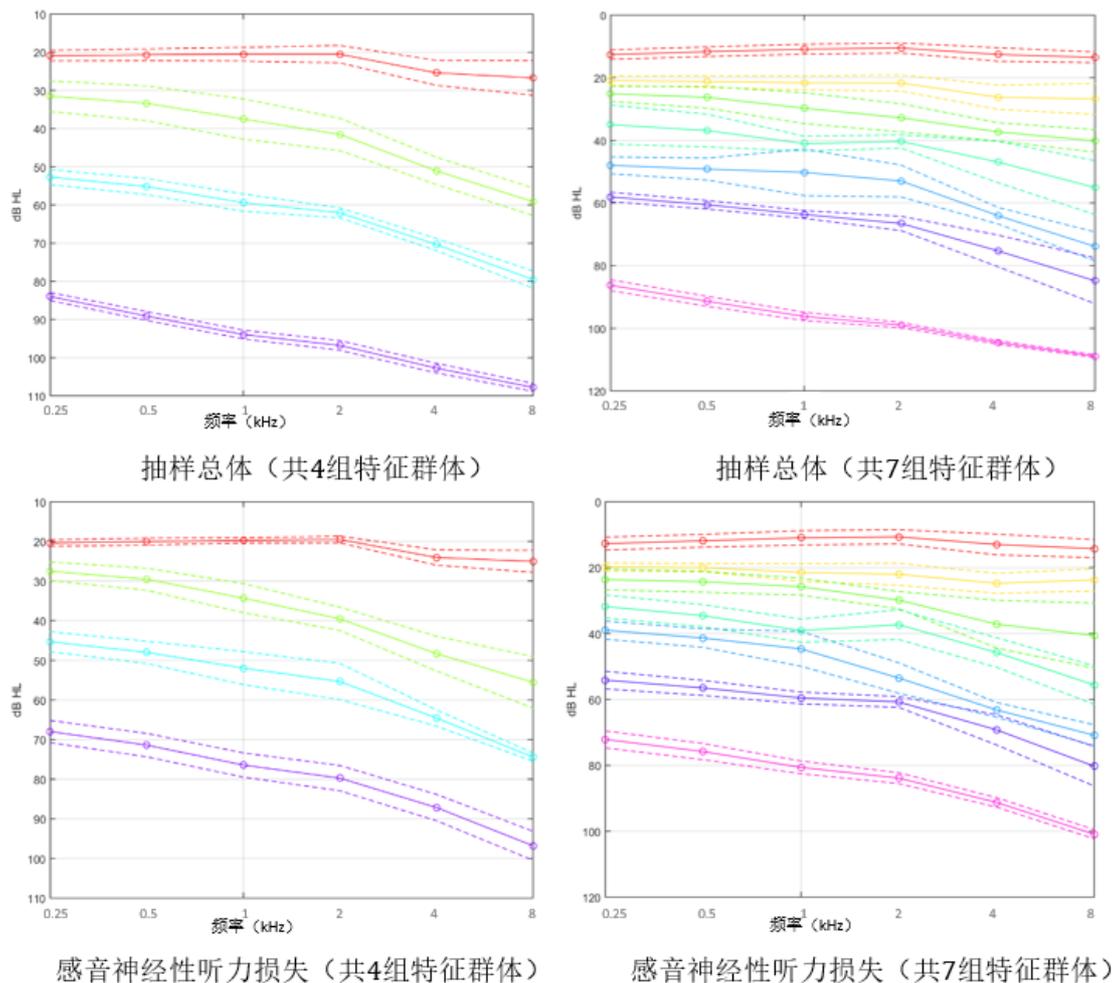
图14中显示的标准偏差（虚线）在可接受的范围内，表明每个特征都反映了听障人群听力水平的大部分浮动量。在更高的频率中，标准偏差也更高。这表明在这个矢量量化模型中生成的图谱中，高频听力阈值的个体间变化更大。

与现有文献相比，这些数据呈现出一些相似之处，但也有一些明显的差异。即使去除先前文献听力损失模式中坡状听力损失的因素，听力特征图谱依然要比之前的文献中的更扁平。(75, 76)更扁平的听力损失曲线可能真实反映样本地区听力损失的典型形状。这一结果并不意外，鉴于传导性和混合性听力损失的比例很高（早期一些研究中特意将其排除在外(75, 76)），且其图谱通常比感音神经性听力损失更扁平。然而，如图13所示，即便只对感音神经性听力损失进行检查，依然是更扁平图谱占主导。也有可能当前研究中用于提取听力测量模式的特定方法在某种程度上优先考虑了更扁平的损失。Bisgaard等人的分析也采用了类似的方法(23)，在其论文中的听力特征图谱和本研究中的听力特征呈类似的情况，即更扁平的形状占主导。

另外一个有趣的发现是，听力特征图谱中存在缺口，代表重度听力损失的图谱按常理应当会下降。鉴于样本中重度听力损失的数量（根据四频平均阈值判断），这着实令人惊讶。一个可能的解释是，尽管许多听力损失在整个频率范围内的平均值中属于严重类别，但听力损失的形状或模式在整个频率范围内可能有更大的差异，因此可能被分配到较高或较低的图谱当中。

为了确保目前数据中看到的更扁平的听力损失是有代表性的，不是由本研究中使用的矢量量化模型造成的假象，我们使用同样的方法对美国国家职业安全与健康研究所(NIOSH)公开提供的听力数据进行了分析。NIOSH的数据显示，倾斜和更扁平的图案都与高收入地区可见的模式更为一致。(23, 76)这就意味着，在当前分析中产生的结果并不是矢量量化分析造成的假象，而是对数据真实的体现。

图15. 总样本与只罹患感音神经性听力损失样本的听力特征图谱

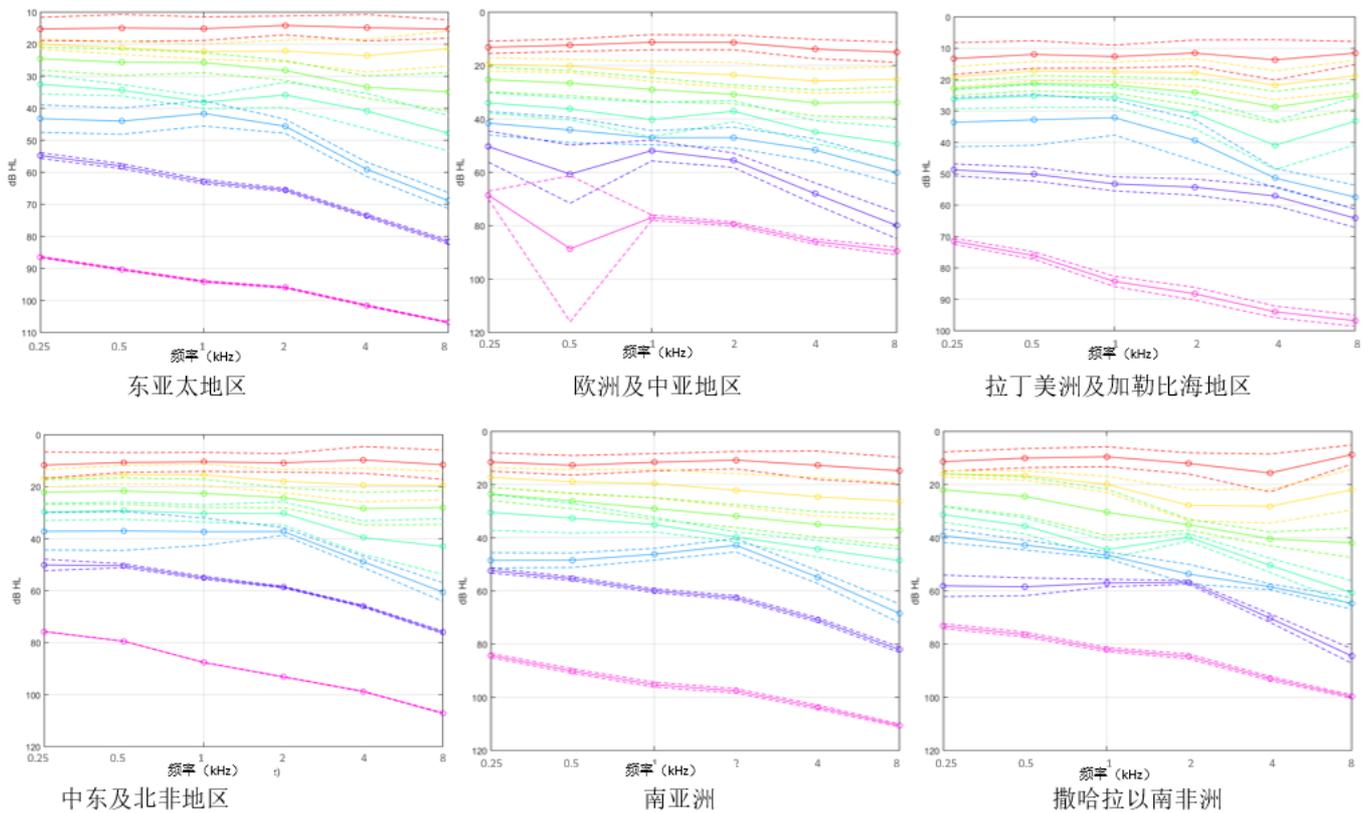


虽然我们可通过上述7个特点形状较为详尽地了解代表性的听力图谱，但对样本中的听力模式进行非详尽描述也可具有指导意义。由于许多低成本可预编程设备具有简化的特质，且可用的配置数量非常有限，因此这一点特别相关。为此，我们还对4种最具代表性的听力测量模式进行了检查，并与之前在图14中描述的7种代表性模式进行了比较（参见附录M之图15及其相关标准偏差）。

特定区域听力特征图谱

图16和17显示各地区的听力特征，相关的标准偏差见附录N和O。由于每组数据中听力图的数量较少，模型的可靠性可能低于全部数据集模型。然而，我们依然能在不比总样本显著增加样本偏差的基础上，为地区数据集获取多达7个组别或特征，且这些模式与总样本特征有显著的相似性，这些模式彼此之间也有显著的相似性。某些偏差很明显，尤其是重度到极重度听力特征（粉色）部分，严重程度有一定差异。中度至重度特征（紫色）也有一些明显偏差，各地区的曲线从轻度倾斜到扁平倾斜不等。只有四个组别或听力特征的地区数据模型参见附录P和Q。

图16. 按地区划分的听力特征图谱



特定年龄段的听力特征图谱

图18显示了特定年龄段的听力特征图谱，相关的标准偏差见附录R。和总样本一样，我们能以可靠方式获取多达7个年龄段组别或特征的数据。这些模式也与总样本特征有显著的相似性，且这些模式彼此之间也有显著的相似性。某些偏差很明显，尤其是低至中频段，其严重程度按年龄不同有所差异。只有四个组别或听力特征的年龄数据模型参见附录S。

听力损失特征类型

和罹患感音神经性听力损失的病人相比，传导性或混合性听力损失患者在确诊后所需的治疗方法有所不同，且更为复杂。因此，我们选择调查那些感音神经性听力损失患者的听力特征，以便与整个样本的特征（也包括传导性和混合性听力损失样本）进行比较。图15显示了按听力损失类型分类的听力特征图谱，相关标准偏差参见附录M。对于4曲线和7曲线模型，虽然轻度到中度听力损失的曲线基本相似，但在总样本中看到的极重度听力损失（4个样本：紫色，7个样本：粉色）曲线比感音神经样本大约高10dB。

图17. 按地区划分的纯感音神经性听力损失听力特征图谱

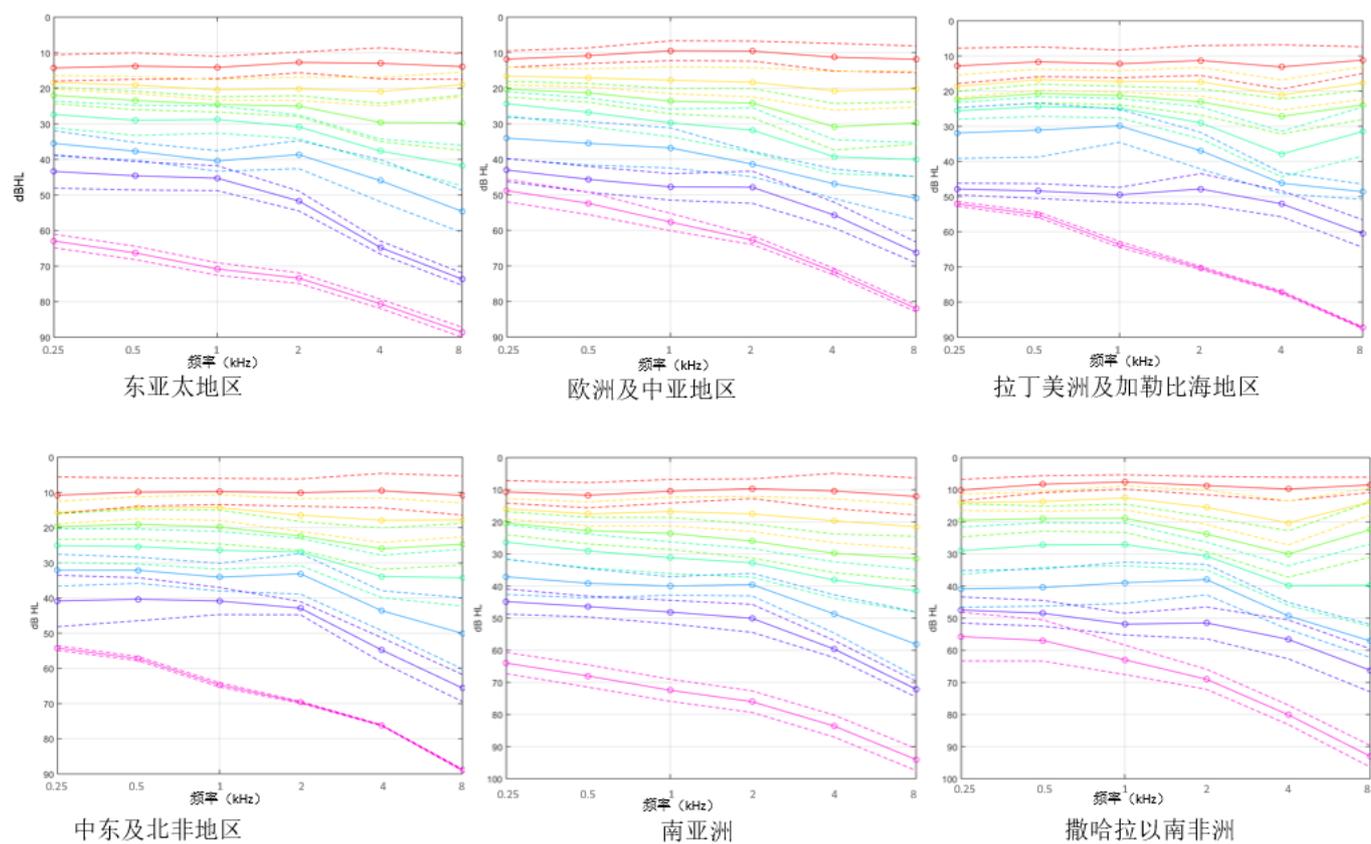
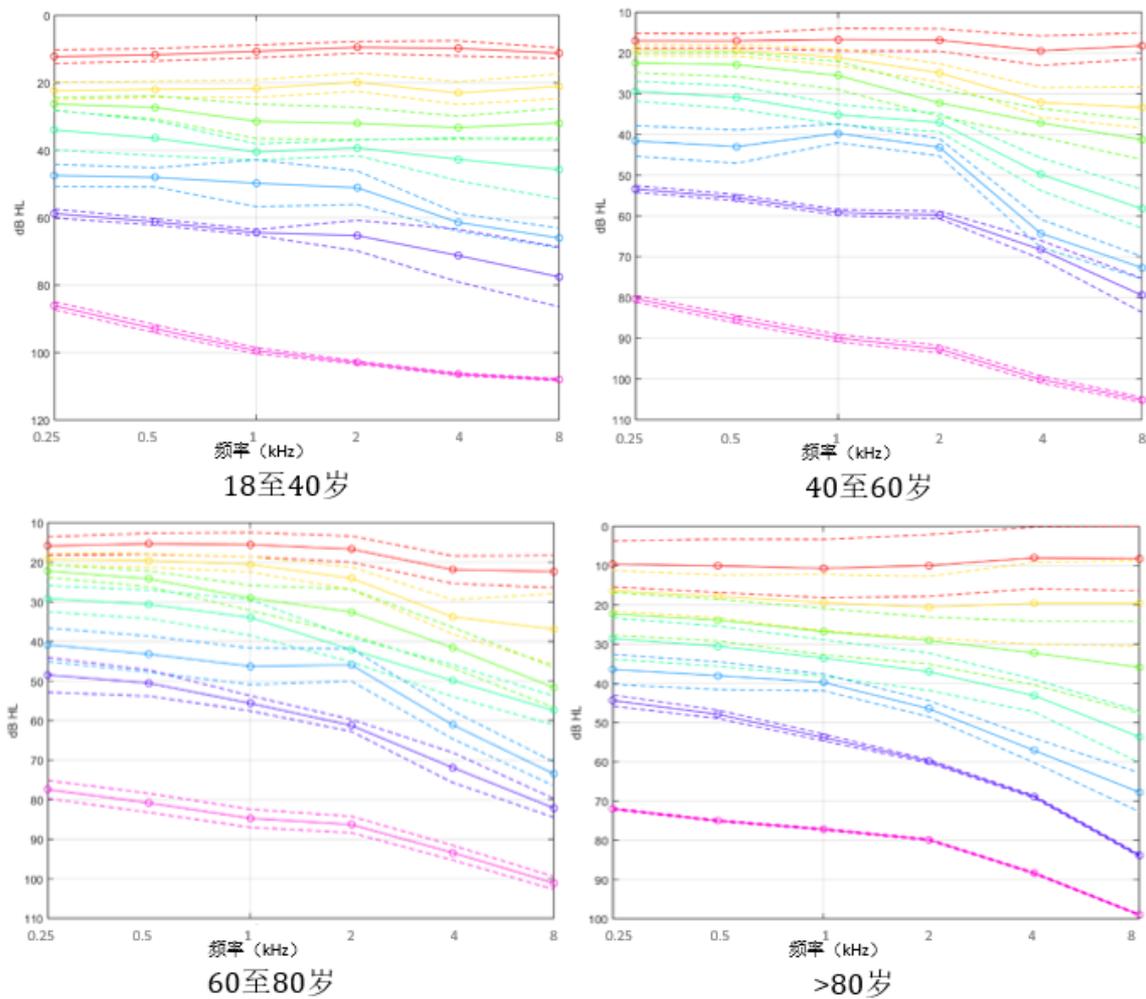


图18. 按年龄划分的听力特征图谱



方法的局限性

由于本项目中未收集到具有代表性的人口样本，所以不能根据收集到的数据样本明确推断整个人口中的听力损失和耳疾的患病率。然而，该方法确实可以对每个抽样地区因耳朵和听力问题而寻医的患者在听力损失和耳疾方面的特点作出推断。这些推断的可信度取决于每个地点收集样本的大小和所抽样人群的代表性。

我们完成了从23个样本收集地点各采集200名参与者（400只耳朵）的研究目标。在条件允许的情况下，我们尽量在每个国家或世界银行各地区都能有多个采样点。

结论

各个地区样本听力特征图谱的一致性以及与整个中低收入国家样本比较的一致性都较高，使我们对中低收入国家典型的听力特征明确作出推断。图14中显示的七个曲线清楚地描述了本次调查中中低收入国家临床人群的典型听力损失特征。

当前中低收入国家样本与高收入地区的主要区别是：一、更扁平的听力测量特征，以及二、中低收入国家中“重度”听力损失范围内缺乏明显的特征。

重要的是，从感音神经性听力损失来看，这些结果表明面向中低收入地区的预编程助听器干预行动应当参考中低收入国家特有的听力测量特征。例如，高收入环境中的典型扩音策略以倾斜的听力损失特征图谱作为假定基础，这可能不适合中低收入人群。

其他考虑因素包括：临床病例中高比例的传导性或混合性听力损失，这表明需要谨慎计划分诊和转诊途径。最后，应当考虑到需要治疗的重度至极重度听力损失比例较高。此类病例很难通过验配传统定制的助听器解决，在高收入的情况下，他们往往会被转诊做人工耳蜗植入术。这一群体应当考虑转诊途径，因为其并不适用可预编程助听设备。

可预编程助听设备和传统可定制助听设备对比（阶段2A）

采样人口

我们的目标是招募10名参与者来对可预编程和传统可定制助听器进行实验室比较，但由于新冠疫情限制，我们只能完成7名参与者的数据收集。所有参与者都是听力正常的成年人，并作为预编程和传统定制助听器的现实真耳测量和回声特点的建模对象。

设备技术特点

本阶段研究对比的助听器为两台低成本可预编程助听器——A&M XTMA4，和A&M STFP1，以及两台价格更高的传统可定制型助听器——峰力B90-M BTE和峰力B90-SP BTE。所有设备都具备关键的理想功能，如回声保护和坚固构造。

A&M XTMA4是一个相对低成本和低规格的可预编程设备，有6个听力配置，可通过手机应用程序选择。可以通过手机应用程序对频率响应进行一些微调。设备无程序按钮或音量控制按钮。

A&M STFP1的规格更加有限，有3个可预设配置，可在助听器机体上选择，并不是通过手机应用程序。STFP1设备上有音量控制按钮，但不能对声音配置做进一步定制。

重要的是，两个低成本助听器的增益不同，STFP1比XTMA4更为强大。

峰力B90-M以及峰力B90-SP BTE均属于高价格、高配置的传统定制型助听器。这些助听器有20个微调通道，还有一系列高级功能，包括复杂的自动环境适应和降噪功能。可以通过定制计算机软件在20个通道上对这些助听器的频率响应进行调整，从而对声音配置进行非常具体的定制。

B90-M BTE为低至中等增益助听设备，峰力B90-SP BTE为超高功率助听设备。选择这些助听器是为了分别接近XTMA4和STFP1的功率/增益特征。

所有设备均装配有舒适性耦合装置，包括标准助听器音管和可选大小的塑料强力型耳塞（闭塞性、非定制耳塞）。

设备验配

传统可定制助听器最佳实践

助听器验配是否成功的一个关键客观评估方法为真耳测量鉴定。这种方法是对患者耳中的助听器输出结果进行测量，并与处方目标进行对比。之前的研究认为，助听器输出越接近处方目标，声音质量、语音辨别能力和根据患者偏好得出的主观结果也就越好(41, 77, 78)。尽管尚无明确指标来定义何为验配贴合目标，但专家意见似乎表明：5-10分属于可接受范围(79)，但近期来自临床医师的数据表明需达到3-5分贝。(80)

先前研究已经证实，验配传统可定制助听器在真耳测量时能紧贴验配处方目标。多项重要研究表明，使用基本款传统可定制的助听器能实现大约3分贝的四频平均验配目标贴合度。需要注意的是，这些数字是只有在医师调节设备之后才得以实现。(41, 81)在评估本研究第2A和2B阶段报告的结果时，需记得3分贝这个实用的数字。

传统可定制助听器首次验配

虽然最佳做法通常是由临床医生根据真耳测量的处方目标进行调整，但在实践中，传统的可定制助听器往往是采用“首次验配”的流程来进行验配。在首次验配的流程当中，制造商软件会根据助听器、客户和规范数据的基本信息，尝试对处方目标进行大致验配。这种方法的限制是，处方目

标的计算基于平均值，没有考虑到显著的个体差异性。研究表明，该过程验配与处方目标的契合度并不像最佳实践方法那样接近。(78)

在研究的第二阶段，我们选择在验配传统可定制设备时使用了这种方法，目的是找出因设备本身和验配软件造成的结果差异，而排除临床医生干预导致的差异。

可预编程助听器验配

在验配可预编程助听器时，将设备中储存的一套验配特征与病人的听力图进行比较，然后选择最合适的特征。选择的过程可以由临床医师在参考表格或基本方程后完成，或由储存在计算机或移动设备中的算法完成。可预编程助听器有时也可以根据用户偏好进行选择，尤其是在缺少听力测量数据的时候。患者会对每个设置进行尝试，并选择一个最能符合主观结果的设置。

在本案例中使用了制造商推荐的验配方法——STFP1由临床医师进行验配，XTMA4由储存在移动设备上的验配算法进行软件验配。

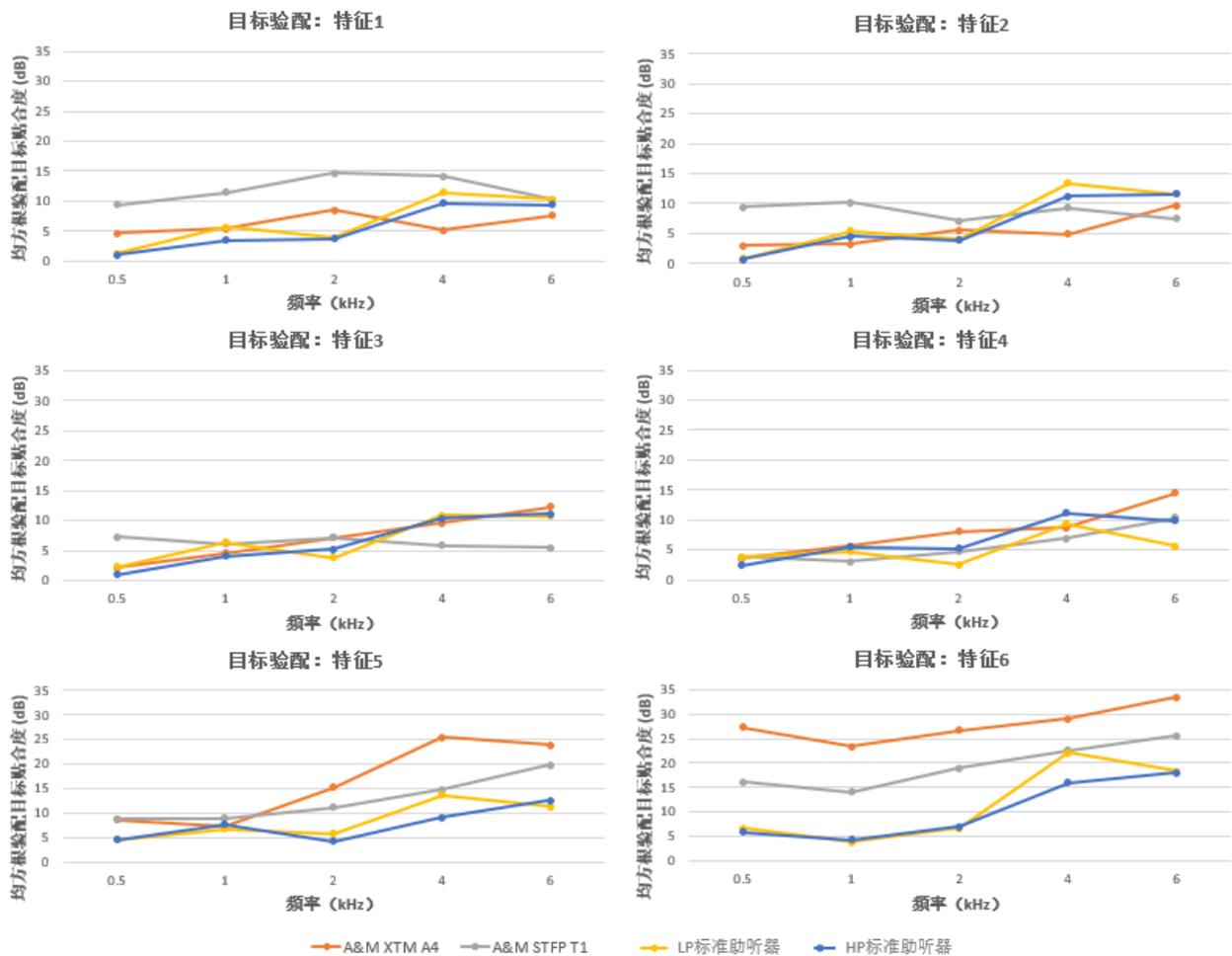
真耳测量结果

验配目标贴合度

助听器验配与NAL-NL2目标的贴合度是使用经过校准的、拥有65分贝ISTS刺激的Affinity真耳测量系统进行确定。验配增益和目标增益的均方根作为结果的一个指标进行计算（以下称“RMS验配目标贴合度”）。

正如配置5和6所示（参见图19），对于罹患重度以上听力损失的人士而言，传统定制型助听器的平均验配贴合度要明显更加优秀。功率更大的可预编程设备(STFP1)对于轻度听力损失患者来说，验配贴合度也更差（配置1和2）。可预编程设备对于中度听力损失患者（配置3和4）离目标非常接近。

图19. 按听力配置频率划分的平均RMS验配目标贴合度



按严格或宽松标准贴合目标的助听器验配之各频率平均百分比可见表5。使用严格标准时，几乎所有验配都无法让参与者贴合处方目标。使用宽松标准时，所有设备验配贴合目标的比例都有所增加。尽管传统定制型助听器在各个配置的表现上更为统一，但是某些配置也可通过使用STFP1（曲线3和4）以及XTMA4（曲线1和2）进行较好的验配。

贴合过度与不足

与处方目标相比，听力设备验配贴合过度和不足都不理想。贴合度过高会使声音令人不适，并有可能导致噪音/助听器引起的听力损失。如前所述，贴合度不足会导致助听器的主客观效果达不到理想水平。

表5. 验配达到严格和宽松标准的助听器百分比（50%或以上为黑体字）

助听设备	指标	验配贴合目标					
		配置1	配置2	配置3	配置4	配置5	配置6
STFP1	严格 (+/-3dB)	0%	14%	43%	57%	0%	0%
	宽松 (+/-5dB)	14%	29%	57%	86%	0%	0%
XTMA4	严格 (+/-3dB)	43%	71%	43%	29%	0%	0%
	宽松 (+/-5dB)	71%	71%	43%	43%	0%	0%
LP标准助听器	严格 (+/-3dB)	14%	0%	14%	57%	29%	0%
	宽松 (+/-5dB)	71%	43%	71%	71%	29%	29%
HP标准助听器	严格 (+/-3dB)	33%	17%	50%	33%	50%	17%
	宽松 (+/-5dB)	83%	83%	67%	50%	50%	50%

两种预编程设备，尤其是STFP1，对轻度听力损失有过度贴合的倾向，见配置1、3和3。XTMA4在过度贴合方面的表现要优于STFP1，但在应对重度以上听力损失情况时，该助听器贴合不足的比例较高。

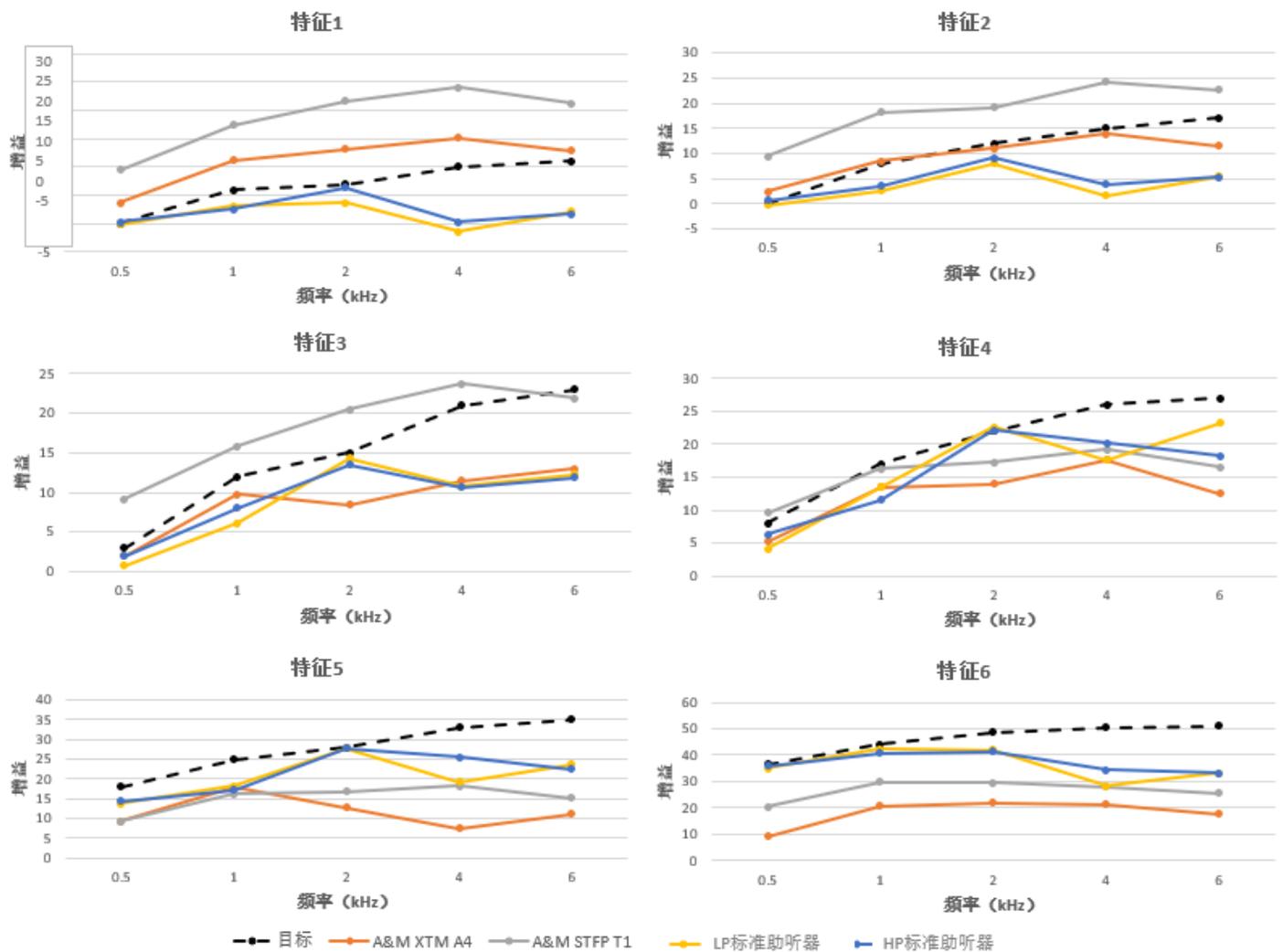
平均来说，传统定制型助听器从未出现过度贴合的情况，但在所有配置的高频都出现了贴合不足的情况（参见图20与附录T：3分贝和5分贝标准下贴合过度与不足的百分比）。

回声

本研究中所有助听器验配均使用闭合型/强力型耳塞，均包含回声降低系统。传统可定制型助听器在回声保护方面可能更先进（尽管这一点由于技术专利难以比较）。

在验配过程中，所有设备均没有出现明显回声。

图20. 按听力配置频率划分的平均真耳增益测量及处方目标



结论

根据助听器验配贴合目标的客观衡量结果判断，低功率的XTMA4适合中低收入国家中观察到的部分轻度听力损失的患者，而STFP1则适合轻度至中重度听力损失特征。两种可预编程设备都不太适合中重度以上听力损失特征的患者。

这一数据表明，在设计可预编程助听器的干预措施时，应仔细考虑预期的目标群体。预编程助听器似乎最适合于轻度至中重度听力损失。使用单种设备类型将最适合通过最低程度培训的医护人员开展大规模项目，因为其能简化培训、验配和供应流程。如可取，应首选STFP1等高功率设备，因为它能覆盖更广泛的听力特征。为了增加设备验配贴合度，需要做的主要修改是加入一到两个较低水平的扩音配置。

在理想情况下，可将预编程助听器项目与分诊流程进行结合，将罹患重度至极重度听力损失的患者分流至传统听力康复项目中去。

在可预编程设备中观察到的与验配目标贴合度较差的情况，主要是因为可用的助听器配置数量有限，而非设备自身的技术特点所造成（即软件问题，不是硬件问题）。

改善客观结果的另一种策略是开发一种低成本的助听器；这种助听器应当可以使用首次验配基于处方的算法来进行验配，而不是使用可预编程格式。实际上，这种设备的验配需要使用移动设备进行，而非使用助听器上自带的控制按钮。虽然这在一定程度上增加了服务提供模式的复杂性，但相对廉价的移动设备无处不在，因而这种设备不失为一种合理且可能的方法。我们也需要考虑首次验配处方算法的许可费用，但如果大规模应用，该附加费用将会非常低。

两款可预编程助听器的客观与自我报告结果（阶段2B）

采样人口

我们计划从中低收入国家中4所合作诊所（印度、菲律宾、萨摩亚和南非）中各招募20名参与者。主要由于新冠疫情的原因，我们流失了部分参与者。总共有74名参与者完成了试验阶段，并体验了两款设备。参与者的人口信息参见表6。

值得关注的是，我们通过现有数据发现，验配助听器的耳朵中，有将近20%的听力损失包含混合性或传导型损失的成分，虽然该比例略低于人口样本（约25%），但它能代表一个庞大的群体，且对助听器的验配和管理可能会带来困难。

表6. 听力康复特点

		平均值	比例
患者年龄		62.2 岁	
四频平均空气传导听力水平阈值	左	55.6 dBHL	
	右	55.6 dBHL	
收入类别（国家内）	不详		1.4%
	低		36.5%
	中低		39.2%
	中高		20.3%
	高		2.7%
助听器使用史	不详		1.4%
	新用户		64.9%
	有使用经验		33.8%

设备技术特点

在研究本阶段中用于比较的助听器均为低成本可预编程助听器，分别为A&M XTMA4和A&M STFP 1。这类助听器的特点在阶段2A中已作描述。

所有设备均验配有舒适性耦合装置，包括助听器音管和可选大小的塑料强力型耳塞。

真耳测量结果

使用真耳测量以达到验配处方目标的重要性在阶段2A中进行了详细的讨论。与验配处方目标的贴合度可以作为验配有效率的客观衡量。

真耳测量使用的是一系列经过校准的设备产生的65分贝经过调制、语音形态的宽带信号。验配增益和目标增益的均方根(RMS)作为结果的一个指标进行计算（以下称“RMS验配目标贴合度”）。

尽管两款助听器的验配根据严格标准都没有达到良好贴合的范围（整个频率范围内平均为目标值的3分贝以内），但两者对处方目标贴合的中位数都相对理想。更强大的STFP1设备平均与目标相差6分贝，而XTMA4平均与目标相差8分贝。

尽管少数设备验配贴合度过高，但是大多数患者的验配贴合度不足（低于处方目标）。

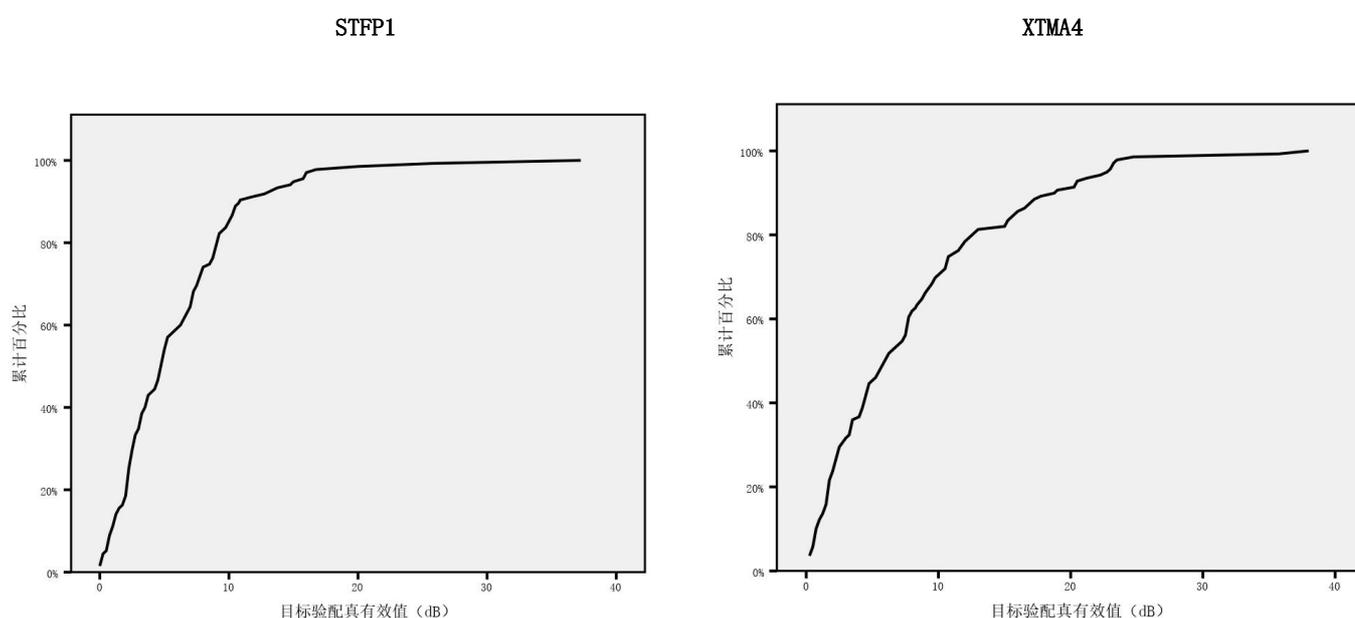
对于STFP1和XTMA4而言，根据严格的 ± 3 dB标准无法贴合目标与贴合符合目标的比例几乎刚好是七比三。较宽松标准下数字有所改善（见表7），接近50%符合标准。

图21显示了RMS验配目标贴合度的累积百分比，其表明——对于STFP1和XTMA4助听器来说，约80%都在RMS验配目标贴合度的10分贝之内。

表7. 2B阶段验配贴合目标助听器的比例

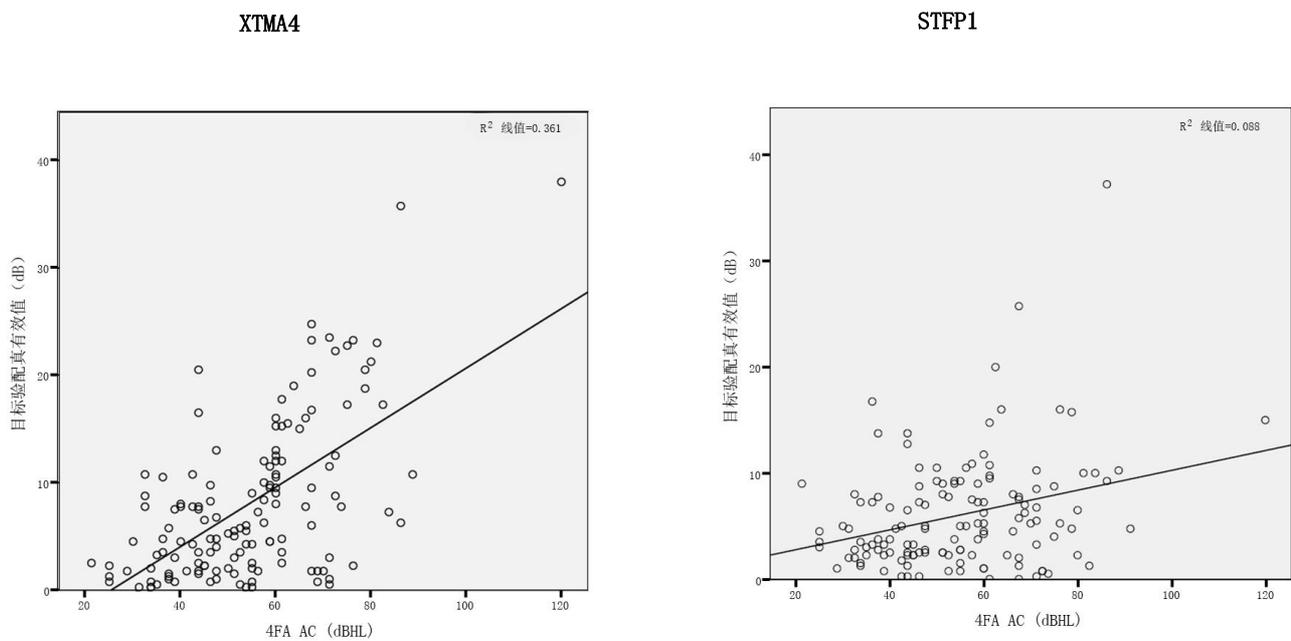
助听设备	指标	验配贴合目标
STFP1	严格标准 (± 3 dB)	32%
	宽松标准 (± 5 dB)	49%
XTMA4	严格标准 (± 3 dB)	30%
	宽松标准 (± 5 dB)	43%

图21. STFP1和XTMA4的累积RMS验配目标贴合度



RMS验配目标贴合度因平均听力损失而异，轻度和中度损失的人更有可能与验配目标贴合，而罹患更重度听力损失的人与目标的贴合度更差（见图22）。XTMA4 RMS验配目标贴合度和平均听力损失之间的相关性与STFP1相比更强，但两个关联性都很显著，分别为 $r(139)=0.6$, $p<0.001$, 和 $r(135)=0.3$, $p<0.001$ ）。

图22. 以四频平均听力阈值划分的STFP1和XTMA4的RMS验配目标贴合度



临床医师的影响

在试验结束时，要求患者选择一台首选设备。在此之后，要求临床医师对患者选出的设备进行调整，以便更好地适应患者的听力损失。这些调整可能包括：对设备的助听配置选择、音量控制、音调控制（如可用），或者设备的声学耦合。在调整后进行最终的验配贴合度测量。

经过医师对患者首选设备的调整，有42%和56%的设备验配分别贴合了严格与宽松标准下的处方目标。这意味着在临床医生的干预下，验配符合目标的比例只可能有小幅的改善(7-10%)。

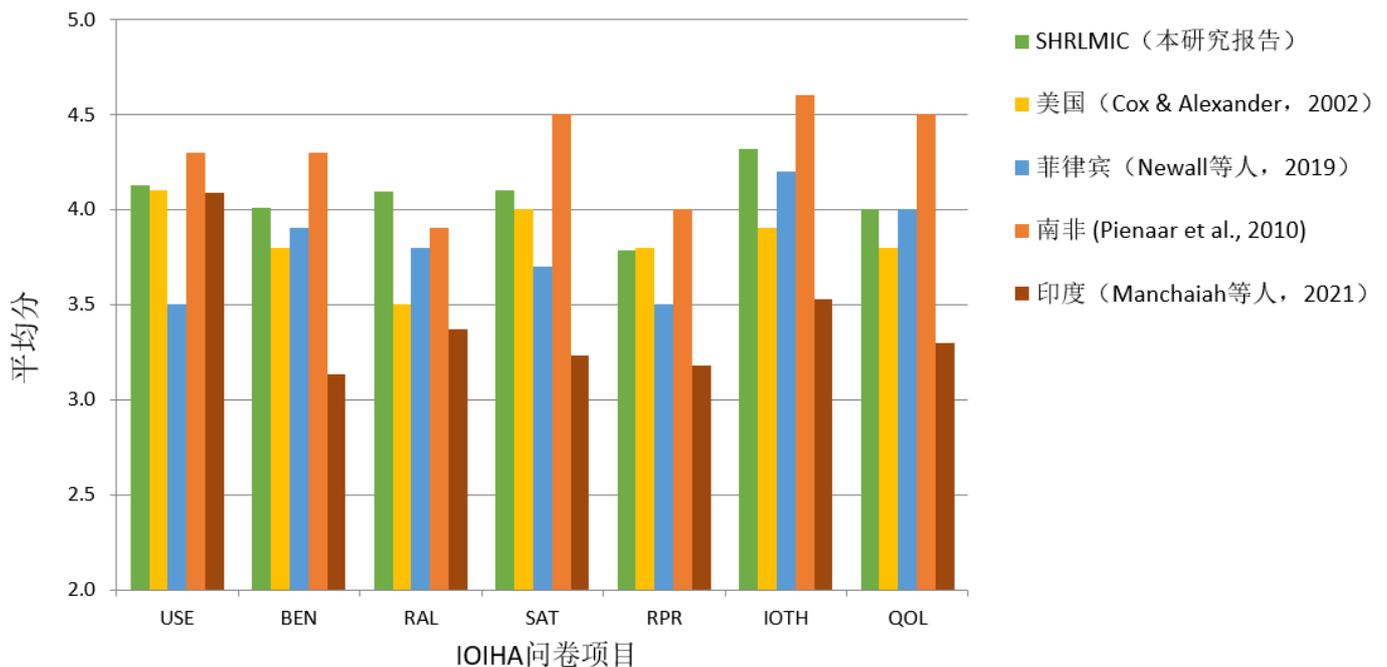
主观结果

通过两个关键结果指标评估参与者的结果，即国际助听器结果清单 (IOI-HA) 和老年人/成年人听力障碍清单（筛选版）(HHIE/A-S)。这些指标在国际上广泛使用，而且有大量的规范及比较性数据。

IOI-HA包括了使用的项目、优势/限制，以及部分残疾的情况。该衡量方法在干预之后提供，并作为对结果的衡量指标。HHIE/A-S衡量活动限制、参与者限制以及听力损失导致的情绪影响。它包含了社会和情感子量表，一般在服务提供前后进行衡量。然而，本研究中，我们仅使用干预后的量表以比较两种助听器干预效果(XTMA4和STFP1)。

图23显示了参与者在两种助听器类型下的平均IOI-HA结果，以及先前研究的对比数据。本研究的结果在所有项目上都与先前的研究结果具有可比性。

图23. 国际助听器结果调查表平均分对比



实际关切

据报告，助听器实际管理层面上的普遍困难是限制助听器使用的一个因素。(85)使用《实用助听器技能测试-修订版(86)》评估参与者对听力设备的实际操作技能。我们给参与者提供了一份非常简略的图片说明，介绍助听器的基本维护方法。在助听器的管理方面并没有向患者提供其他特定的训练。

尽管给患者提供的指导很少，但患者在操作助听器时几乎没有表现出问题。大多数参与者都能顺利的完成更换电池和取出设备，也能插入设备（但这方面完成程度更低）。

在清理助听器方面，两种设备都出现了一些困难。在如何以最佳方式使用手机方面，有30%-40%的参与者都遇到了困难或无法完成任务，并且表现出了困惑（遇到困难或无法完成任务的超过了50%）。对于拥有音量控制的STFP1机型，有大约30%的参与者无法调节音量或遇到了困难。之前文献也有汇报类似音量操纵困难或手机使用技能的困难。(87)

尽管大多数患者都能成功掌握基本操作技能，但他们进行更复杂的任务时遇到了挑战。这确实显示缺乏大量临床指导或后续培训会限制助听器的交付。还应注意的是，助听器管理技能在初次验配/指导后会有所下降，但临床医生在复诊中进行有针对性的再指导可以减少助听器管理技能的退步。(88)

提高助听器管理技能的方法之一是将使用书面操作指南。先前的研究表明，市面上助听器的用户指南可算是晦涩难懂，其设计并不适合患者使用，而精心编写用户指南可以改善患者结果。(89)本研究的用户指南大多数都是图片性质的。这似乎起到了让参与者更容易理解基本管理技能的预期效果，但可能在清洁和手机使用方面提供的指导不足。

在中低收入国家的背景下，必须考虑采用其他方法来加强实际管理技能。可能包括精心编写和设计用户指南、教学视频（在可能或适当的情况下），以及后续回访预约，让受过培训的当地医护人员重新指导病人使用设备。

统计分析

研究的交叉设计让每个参与者都试用所有设备，使我们能够对两种预编程设备与验配目标的贴合度进行有效的统计学评估。

对验配处方目标的贴合度因设备而异 ($F(1, 129) = 17, p < 0.001, \Lambda = 0.884$)。与XTMA4设备（平均离目标8分贝）相比，STFP1（平均离目标6分贝）验配获得了与目标更好的匹配度。两种设备验配对目标的贴合度通过四频平均听力阈值进行观察，其中STFP1的设备验配目标贴合度随着听力阈值的增加而更为稳定，而XTMA4对较好听力阈值的验配贴合度更高，但会随着阈值的增加逐渐偏离目标（见图22）。4FA听力阈值也有明显的主体间效应 ($F(1, 129) = 57.586, P < 0.001$)，较差的阈值与较差的验配目标贴合度有关。

IOI-HA和HHIE/A-S的结果都没有因听力设备的类型而变化，这表明两种设备的主观结果基本相同。

付费意愿

在试验结束后，所有参与者都被问及是否愿意为其选择的助听设备进行付费。参与者报告称，他们愿为每台设备支付价格的平均值为311美元。该数字有显著的地区差异。在萨摩亚，参与者平均愿意支付50美元，在印度为311美元，在菲律宾为341美元，在南非为537美元。付费意愿的地区差异可以归结为多种因素，一个是当地平均收入。另一原因可能是由合作诊所客户群体造成的选择偏差。最后，患者的期望值也因之前有没有接受过补贴或无补贴医疗服务而异。

方法的局限性

由于新冠疫情导致的数据收集中断，本报告的完成时间被迫推迟。疫情还导致难以及时采购到听力设备，因而我们的方法做出了一定调整。

本研究的第2A阶段只招募了少量的参与者，对结果的普遍性可能会造成限制。

2B阶段采用了强有力的交叉设计，4个诊所都有足够的参与者，使我们能够对首选设备做出有效推断。然而，由于难以对不同功率、大小和配置/程序数量的设备进行比较，我们更难证明有哪些个体因素会导致主观和客观结果的差异。

理想情况下，2B阶段应当也包含传统可定制助听设备作为对比条件。但遗憾的是，由于很难找到合适的低成本、可定制、且能通过移动设备验配（确保现实世界中的可行性）的设备，该条件并没有被包括在内。然而，综合2A和2B阶段的结果，我们可对传统可定制和预编程助听设备进行比较。

结论

本研究中两种可预编程设备的主观结果都与高收入地区观察到的传统可定制助听器的主观结果相似。虽然我们乐见这些具有比较性的主观结果，但客观结果却更为普通。之前文献也报道过低成本或免费助听器干预措施有类似结果模式。(90)

符合可接受验配标准的设备比例不到50%，但图21显示，许多设备相当接近标准（与目标的有效值贴合度在10dB以内）。典型的音量控制至少有10-15分贝的范围，可帮助接近80%的参与者在音量控制范围内达到可接受的验配贴合目标。

从理论上讲，参与者（或者医师）可以通过调节助听器音量的方法将验配目标贴合度调节至严格标准之内。但在实际上，这需要助听器拥有足够的功率，并且不会产生回声，还需要病人和/或医师能够主观判别调整的需求。

根据阶段2A的结果，我们预计难以对对罹患重度及极重度听力损失的患者进行验配，而实际情况也确实如此。研究样本中约20%的参与者属于重度听力损失范围。如果将这部分参与者从分析中去除，那么剩下参与者中两种设备的可接受验配目标贴合度则超过50%。

在验配过程中如果医师参与，则能提高患者在可接受标准内验配贴合目标的比例，但提升比例并不高。这有可能反映了可预编程助听器的技术限制，尤其是这类设备缺乏对频率相应的实质性控制。

本研究中使用的助听器联接方式（粗管、肘部和封闭式圆顶/耳塞），使用者的耐受性良好，极少反应有回声产生。应该注意的是，对于重度至极重度听力损失患者，建议使用定制的耳模。而对于那些听力损失较轻的人士，则需要使用比本研究所用的更开放的听筒圆顶。

本报告中没有直接提到的最后一个重要问题是听力评估的质量及其对助听器验配的影响。如要选择精确的扩音配置或首次验配处方，则需要进行精确的听力评估。本报告中的参与者都是在相当理想的声学条件下进行评估的，但在大规模的听力服务交付项目中，情况可能并非如此，这将对结果产生影响（俗称“废料进，废品出”问题）。文献表明，可以在实地进行准确的听力评估。在设计干预方案时应考虑如何实现这一目标。

患者和临床医师半结构性访谈（2C阶段）

采样人口

在第2B阶段所述的试验结束时，参与该项目的一部分参与者和临床医生完成了一次半结构性访谈，内容是他们对两种预编程助听器和（如适用）传统定制助听器的体验。总共有5名临床医生（1名来自印度、萨摩亚和南非，2名来自菲律宾）和25名参与者（4名来自萨摩亚，其余地点各7名）接受了采访。

临床医师体验

验配与调整便捷程度

总体而言，临床医生认为两种可预编程助听器在验配上都非常容易，但也有人认为XTMA4更易于微调，也更易于验配贴合目标，而STFP1有报告称在程序选择按钮上有问题。一位医师报告称，他们可以轻松对护士或社区医护人员完成验配培训。

“...因为服务交付非常快，价格也非常便宜。我认为在服务交付方面，可预编程助听器是没问题的。”（菲律宾医师）

问诊

一位医师表示，他们用于可预编程助听器的问诊时间更少，因为此类设备无法像传统助听器那样进行定制。

（使用传统助听器）“可以与对方建立融洽的关系，这有助于听力专家更好地了解患者的听力需求。最大的优势是能够根据个人的需求进行定制。可以通过复诊来跟踪了解患者使用助听器的情况”（印度）。

这名临床医生之后也表达了担忧，如果没有适当问诊，可能导致人们排斥助听器。

“虽然我认为有总比没有好（完全不使用助听器），我还是希望患者不要放弃使用助听器，尤其是在没有问诊和复诊的情况下，患者可能会觉得助听器没有用。我要强调，对于用户，特别是首次使用助听器的人来说，帮助他们设立合理的期望值这点很重要。”（印度）

但另一位临床医生认为，可预编程助听器能为患者提供更多问诊时间，因为花在验配上的时间少了。

“试验设备更容易验配，这样留给病人做问诊的时间就多了。”（萨摩亚）

特点

医师报告称，客户都被XTM小巧的尺寸所吸引，尽管其并不适宜程度严重的听力损失。客户也喜欢STFP1的音量控制功能。客户和临床医生都报告说，XTM在手机应用控制上，连接性和易用性方面都有问题。

虽然所有的临床医生都报告称，两种可预编程助听器都能被客户接受，且易于使用、管理、更换电池；但从医师角度看，他们担心这种设备不能完全针对多聆听场景进行定制，且一旦出现听力恶化，设备就很难进行调整。有趣的是，一位临床医生报告：有一位以前旅居国外时曾验配过传统定制设备的客户，抱怨现在因为买不起传统助听器而被迫使用不够先进的助听设备很不公平。

临床医师认同的其它优势包括：验配快速便捷、费用低、便利度高。

在参与本研究之前，临床医生本身对预编程助听器几乎没有经验，他们说在现今阶段，预编程助听设备的使用并不广泛，但他们明确认为这种助听器对一些客户（例如低收入或难以获得医疗服务的客户）能带来潜在益处。

试验参与者体验

客户群体没有明显针对XTMA4或STFP1的偏好，但每个参与者选择首选设备的原因是明确而一致的。绝大多数客户报告说，有动力为自己、家人和工作佩戴助听器。他们也报告说，觉得自己有能力管理和使用助听器。那些不确定如何管理使用的客户也很乐意向家人或临床医生寻求帮助。

“…对的。我能听到一些之前听不到的声音。之前，我不用助听器也能听到声音但我听不清（人们）说话的内容。现在有了助听器，我可以清楚地听到他们讲话的内容…”（参与者）

验配与调整便捷程度

客户表示，他们对助听器的验配和试用感到十分满意。他们都认为助听器有用，并打算在研究结束后继续使用其首选助听器。他们汇报称两种助听器都易于使用和管理。

设备优势

选择XTMA4的客户表示，他们喜欢该设备轻便的尺寸，在耳中佩戴也感觉舒适牢固。客户也对音质进行讨论。据称，这款助听器音量不如STFP1高，但音质更加清晰和平衡。

客户选择STFP1的主要原因是，这款助听器有音量控制按钮，并且声音更响。

设备局限性

对XTMA4的批评是：虽然助听器的音量可以手机app控制，但设备本身没有音量调节控制，一些客户没有智能手机，或不愿意随身携带手机。另外有评论说，XTMA4的清晰度和响度没有STFP1好。

针对STFP1助听器的反对声音主要集中在其尺寸上（太大、太引人注目、在耳后佩戴不适、会被口罩缠住、戴眼镜不舒服），以及不小心更改设置或误触音量调节按钮。也有人认为STFP1音量太响。

大多数客户尽管有这些顾虑，但都对设备感到满意，并根据自己对于尺寸及音量控制的喜好对助听器做出了选择。许多临床医师和客户都表示，理想的助听器应当轻便小巧且能提供音量控制按钮。

“.....感觉少了点什么。我不敢问手机怎么用。如何才能正确使用呢？（助听器）输出接口在哪里？该用哪个手柄？”（参与者）

验配面临的阻碍

绝大多数客户表示，费用是验配助听器的一个潜在障碍。验配地点（交通、与服务地点的距离）也是阻碍之一。

结论

临床医师明确指出，可预编程助听器的验配明显快速和相对简易，这对交付模式潜在规模化是个好兆头。他们对小型设备(XTMA4)有限的验配范围和较大设备(STFP1)的可调节性都不满意。

参与者和医师都承认，小型设备总体上更佳美观，但STFP1响度更佳。

一些临床医生担心，预编程助听器带来的较差体验可能会降低患者预期，导致他们从此再不愿意使用助听设备（预编程助听器等各种助听器）。

在临床医生的回答中，另一个小主题是对验配可预编程助听器人士的复诊服务。在助听器交付计划中，如果没有提供后续服务、复诊和设备维修，通常中长期的效果更差。(90, 91)听力损失是一种慢性病，需要长期护理和管理，在计划干预方案时必须考虑到这一点。

理想的情况是，最好要有外形美观、有音量控制，有足够可调节性的助听设备，以满足中低收入国家出现的听力损失特征。另外，设备要低价、结实、可靠，同时要实现以上的功能组合。这确实非常困难，但也并非完全不可能。

报告结论

本报告要克服的两个关键挑战包括：中低收入国家临床人群常见听力特征缺乏数据，以及预编程助听设备对该人群的潜在优势和限制缺乏数据。缺乏代表性的数据导致在这些地区难以规划听力健康干预措施，使我们无法有效预测当地人群的听力康复需求和最佳康复方法。

报告的主要目标之一是建立一个大型数据库，其中包括世界银行各中低收入地区具有代表性的国家的听力特征。这一目标已经实现，使我们能够研究中低收入国家临床人群的人口学和康复特点。这一庞大的临床样本也使我们能够得出一套有代表性的听力特征。

第二个目标是将得出的听力特征与高收入国家公布的资料进行比较，以确定这些国家是否需要针对中低收入国家的听力特征图谱。数据显示，高收入地区的常见特征并不能有效代表中低收入国家中的听力特征图谱。与高收入地区相比，中低收入国家听力损失的配置和程度都有很大差异。

在中低收入国家地区，听力损失的配置差异要小得多。然而，国家层面的分析显示，人均收入与听力损失的严重程度之间存在明显的关联。低收入地区国家平均听力阈值更低，罹患更严重听力损失的比例也更高。

因此，针对中低收入国家的可预编程助听器应当为这些地区量身定制的助听配置。配置曲线应当更扁平，且此类设备应当能验配中重度以下的各级别听力损失。尽管不需要给每个国家或地区设计配置，但设计项目时应考虑各个国家平均听力阈值的差异。如果同时有较低和较高功率的预编程助听器，这些设备的组合应根据目标国家的人均收入而调整。

本报告还发现，中低收入国家寻求耳朵及听力护理的人群中，罹患混合性和传导性听力损失的比例很高，必须考虑到这一点。在给混合性和传导性听力损失患者进行验配时往往会出现实际困难，必须考虑医疗和手术转诊途径。在这些情况下，可能需要对扩音特性进行修改，以达到患者利益最大化。如要评估助听器推广项目中以社区卫生工作者为媒介开展的筛查和分诊的有效性，还需要进一步的实施研究。

在临床样本中，即使在相当严重听力损失的人士中，听力康复的使用程度也很低，这证明在中低收入人群中，有大量的听力服务需求没有得到满足。使用率低的主要原因可能是价格过高，以及获得服务的困难较大。其中因素包括与服务地点的距离较远（农村及偏远地区人口），缺乏认知及健康教育，以及对听力康复存在偏见。在中低收入国家使用可预编程助听器能够有效解决价格和服务导致的障碍，但无法解决其它已知障碍。教育和宣传活动应与助听器项目齐头并进，以最大限度地提高设备的使用率并鼓励早期干预。

报告的第三和第四个目标是调查预编程助听器与传统的可定制设备相比的优势和局限性。为了进行实验室和临床试验，我们购买了相对低价、易于验配，且市面上可得的预编程助听器，并对其是否适合解决中低收入国家的听力需求进行了评估。

本报告中评估的预编程设备的主观结果是高标准的，可与传统可定制的助听器的验配结果相媲美。试验参与者普遍看好此类设备，这一观点在深入访谈进一步得到证实。

测量客观效益显示出预编程设备有一些明显的缺陷，尤其是对各种各样听力特征的验配能力不足。开发能更好地反映中低收入国家听力特征的扩音配置有望能大大改善客观结果；同样，也可以选择具有音量控制功能的中等功率助听器，以扩大验配范围和调节能力。

还应考虑开发或选择一种基于首诊处方算法的低价设备。因为采用这种验配策略能会大大改善客观结果。必须考虑是否会产生任何额外费用，包括如需要手机来验配设备会增加服务交付成本。

先前的研究发现，在中低收入国家交付的助听器项目缺乏后续服务，这令人担忧。(90, 91) 本报告进一步强调了这些问题，设备使用者和听力医护人员都对持续的设备管理表达了顾虑。为最大限度地提高设备用户的长期效果，服务交付模式中必须提供持续的本地支持服务。

本研究过程中收集的数据集将通过澳大利亚研究数据网(<https://researchdata.and.s.org.au/>)免费提供，其他潜在利益相关者有机会参考这些材料。

总体而言，如果应用得当，可预编程助听器可以为世界上一大部分罹患听力障碍但至今尚未获得听力康复服务的人群提供一个可规模化的解决方案。

附录

附录A. 全球听力健康合作组织的伙伴及机构

姓名	国家	组织/诊所
John Newall博士	澳大利亚	麦考瑞大学
Rebecca Kim博士	澳大利亚	麦考瑞大学
Piers Dawes副教授	澳大利亚	麦考瑞大学
Fadwa Alnafjan博士	澳大利亚	麦考瑞大学
Glyn Vaughan先生	柬埔寨	柬埔寨全耳(All Ears Cambodia)
Xuewei “Brad” Zhou	中国	吉林大学
Donna Carkeet女士	多米尼加共和国	EARS公司听力诊所Centro Cristiano de Servicios Medicos
Miguel Evangelista先生	多米尼加共和国	EARS公司听力诊所Centro Cristiano de Servicios Medicos
Heba Ghannoum博士	埃及	赫勒万大学医学系/尼罗河听觉前庭医学中心
Bradley McPherson教授	中国香港	香港大学
Nitish Patel教授	印度	Dr. S. R. 昌德拉塞卡语言和听力研究所, 班加罗尔。
Nitin Daman先生	印度	Dr. S. R. 昌德拉塞卡语言和听力研究所, 班加罗尔。
Megha Sasidharan教授	印度	Dr. S. R. 昌德拉塞卡语言和听力研究所, 班加罗尔。
S. P Goswami教授	印度	全印度言语和听力研究所
C. Geetha博士	印度	全印度言语和听力研究所
Dahlia Sartika博士	印度尼西亚	卡索姆听力和语言中心
Siti Fatimah博士	印度尼西亚	卡索姆听力和语言中心
Sara Al-Hanbali博士	约旦	约旦大学医院听力和语言诊所, 康复科学学院
Peter Bartlett与 Rebecca Bartlett	马拉维	ABC听力诊所
Noor Afzarini Hasnita Binti Ismail博士	马来西亚	马来西亚国际伊斯兰大学关丹校区听力和语言病理学系, 彭亨州。
Mike Smith医生	尼泊尔	绿色牧场医院耳科中心, 国际尼泊尔奖学金, 博卡拉, 尼泊尔。
Anup Ghimire	尼泊尔	绿色牧场医院耳科中心, 国际尼泊尔奖学金, 博卡拉, 尼泊尔。
Shankar Shah医生	尼泊尔	HSN耳鼻喉部, BP柯伊拉腊健康科学研究所, 达兰, 尼泊尔
Sudip Misra医生	尼泊尔	HSN耳鼻喉部, BP柯伊拉腊健康科学研究所, 达兰, 尼泊尔
Shyam Thapa Chetri医生	尼泊尔	HSN耳鼻喉部, BP柯伊拉腊健康科学研究所, 达兰, 尼泊尔
Norberto Martinez教授	菲律宾	圣托马斯大学-医学和外科学院
Hubert Ramos教授	菲律宾	圣托马斯大学-医学和外科学院
Ultima Anglea Alparce女士	菲律宾	圣托马斯大学-医学和外科学院
George Tavartkiladze教授	俄罗斯	国家听力学与听力康复研究中心, 莫斯科
Polina Kredina医生	俄罗斯	国家听力学与听力康复研究中心, 莫斯科

Vigen Bakhshinyan医生	俄罗斯	国家听力学与听力康复研究中心，莫斯科
Maria Boboshko教授	俄罗斯	圣彼得堡国立医科大学听力和语言实验室，圣彼得堡。
Annette Kasper博士	萨摩亚	Tupua Tamasese Meaole医院
Sione Pifeleti医生	萨摩亚	Tupua Tamasese Meaole医院
De Wet Swanepoel教授	南非	比勒陀利亚大学
Herman Myburgh教授	南非	比勒陀利亚大学
Caitlin Frisby	南非	比勒陀利亚大学
Pittayapon Pitathawatchai助理教授/博士	泰国	宋卡王子大学
Ahmet Ataş教授/医生	土耳其	伊斯坦布尔大学 - Cerrahpasa
Bülent Şerbetçioğlu教授/医生	土耳其	伊斯坦布尔梅迪波尔大学
Gonca Sennaroğlu教授/医生	土耳其	哈斯特帕大学
Özlem Konukseven教授/医生	土耳其	伊斯坦布尔阿依登大学
Suna Yilmaz教授/医生	土耳其	安卡拉大学
Didem Türkyilmaz教授/医生	土耳其	哈斯特帕大学
Zahra Polat土耳其 副	教授	健康科学大学
Merve Batuk副教授	土耳其	哈斯特帕大学
Eyyup Kara医生	土耳其	伊斯坦布尔大学 - Cerrahpasa
Duygu Hayir Şenkaya(理学硕士)	土耳其	伊斯坦布尔大学 - Cerrahpasa
Merve Çınar Satekin(理学硕士)	土耳其	安卡拉大学
Gizem Babaoğlu Demiröz(理学硕士)	土耳其	哈斯特帕大学
Yeşim Oruç(理学硕士)	土耳其	伊斯坦布尔大学 - Cerrahpasa
Zehra Ayaz Aydoğan(理学硕士)	土耳其	安卡拉大学
Büşra Nur Eser	土耳其	伊斯坦布尔梅迪波尔大学
Şeyma Tuğba Öztürk	土耳其	伊斯坦布尔梅迪波尔大学
Sude Keyaki	土耳其	伊斯坦布尔梅迪波尔大学
Melek Başak Özkan	土耳其	伊斯坦布尔阿依登大学
Merve Meral女士	土耳其	伊斯坦布尔阿依登大学
Aysenur Kucuk Ceyhan医生	土耳其	伊斯坦布尔阿依登大学
Inci Adali医生	土耳其	伊斯坦布尔阿依登大学

附录B. 合作伙伴声明

东亚和太平洋地区

柬埔寨

在柬埔寨，听力保健服务欠发达。公共部门仍无法提供大规模高质量卫生服务，也无法确保卫生成果的公平性。乡村地区患者难以获取医疗服务，医疗自费支出持续偏高。

首都金边有一家能提供优质服务的公共机构（国家眼科及耳鼻喉医院），还有其他几家多学科医院也提供耳鼻喉科服务，但没有听力服务。尽管专注于听力卫生服务这一专业领域的非政府组织为数不多，但这些组织为该国听力卫生服务交付做出了巨大贡献。

大多数情况下，服务（包括诊断和康复）由初级耳科和听力保健临床医生（通过非政府组织相关项目）提供，耳鼻喉科医生和少数受过最低限度培训的商业助听器验配师也提供有限服务。与全球平均水平相比，人均耳鼻喉医师与听力专家比例处于较低水平。

公共卫生服务部门以及非政府组织认可政府公平保健基金注册，以为贫困人群提供免费的保健服务。通常情况下，非政府组织实行多层次的费用补偿计划，由那些有能力负担服务的人补贴大多数贫困病例。首都私人助听器验配师非常稀缺。助听器的费用在50美元至1500美元不等。

大多数柬埔寨人住在分散的村落。基础设施差，对许多人来说交通是不切实际或无法负担的。作为响应，一些非政府组织在多个省份开设了外展门诊。此外，一些非政府组织，如柬埔寨全耳(All Ears Cambodia)，也针对弱势和高危人群提供服务。该地区有多个有特殊需要的群体，包括：感染艾滋病毒的儿童、颅面畸形患者、误触地雷的受害者和麻风病患者。

柬埔寨的数据是由伙伴组织柬埔寨全耳(All Ears Cambodia)所收集。

中国

中国的听力健康服务正处于发展阶段。尽管每年都有许多耳鼻喉医师培训，但与高收入地区相比，医师的人均数量依然较低。听力专家则更为短缺，人均数量极低。在中国（香港除外），完善的听力培训项目近些年才发展起来。许多技师也在中国提供服务，其中许多是由助听器制造商和配送公司培训，并受其雇佣。该地区的听力服务正在不断发展，包括引入新生儿听力筛查，以及增加人工耳蜗的植入数量（特别是对儿童）。针对成人与儿童的服务在城市地区提供，但无法满足乡村地区人口的需求。对于大部分罹患听力障碍的人口而言，服务价格过高是听力康复的重要障碍之一。

中国的数据由我们的合作组织——位于中国长春的吉林大学提供。

印度尼西亚

印度尼西亚人口约2.75亿人（2021世界人口评估），缺乏对听力障碍/耳聋的诊断和康复资源。聋哑教师、言语治疗师和听力测量师等人力资源匮乏。

然而，我们仍有理由感到乐观。耳鼻喉科的培训相对成熟，现亦在国内开展了听力学培训项目。在私营机构接受过3-6个月内部培训的技术型临床医师是该国主要的听力健康服务提供者。而在公共机构接受过3年本科培训的学术培训型临床医生（听力测量师）所占比例则要小很多。该地区仍然严重缺乏经过专业培训的临床医生，特别是听力专家。目前，只有3名具有国际水准的听力专家（毕业于澳大利亚院校）和1名听力医生（在英国伦敦大学学院接受培训）。

由于大部分耳鼻喉和听力医师都位于城市地区，乡村地区人口面临服务匮乏的问题。助听器大部分由私人公司提供，同时也有一些非政府组织协助提供听力服务。根据印度尼西亚研究机构和健康发展的研究数据(Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan, Riset Kesehatan Dasar [2013])，≥5岁的人口中有2.6%罹患听力障碍。年龄分布及其患病率为>75岁=36.6%，65-74岁=17.1%，15-24岁=0.8%，5-14岁=0.8%。一些估计表明，大约有91%需要助听器的印度尼西亚人没有助听器。这方面的一个重要原因可能涉及成本和前往服务机构的交通（澳大利亚与印度尼西亚经济治理伙伴关系，莫纳什大学，2017）。

印度尼西亚的数据由伙伴组织——卡索姆听力和语言中心收集。

马来西亚

在马来西亚，听力卫生服务正在处于发展阶段。听力专家（4年本科教育）是主要听力保健提供者，在公有机构（约80%）和私有机构（20%左右）提供诊断服务。与全球平均水平相比，人均听力专家比例处于中等水平。与乡村地区居民相比，城市居民获取听力健康服务相对更加容易。在助听器方面，符合条件的马来西亚人可以从各个政府机构（如卫生部、社会福利部、公共服务部和退伍军人事务部）获得助听器经济援助。另外，也可以私人购买助听器，费用每台约为360美元。

马来西亚的数据由伙伴组织——马来西亚国际伊斯兰大学收集。

菲律宾

虽然菲律宾在公共卫生方面已实施全民保健，但由于缺乏全国性计划，听力保健专业人员有限，并且对听力残疾及其负面影响的认识不足，因而耳部和听力保健服务仍然滞后。自2003年以来，CBM通过Better Hearing Philippines（分别为国际和当地慈善组织）和卫生部共同举办了两次战略规划研讨会，但遗憾的是，他们的建议还没有完全落实。虽然在1999年两所当地大学设立了听力学硕士课程，但之后听力专家的比例一直变化不大，听力专家与总人口的比例仍处在约1:105万的低位。耳鼻喉医师与总人口的比例稍高，大约为1:160万，但大部分耳鼻喉医师位于城市地区，因此许多省获取耳朵及听力健康服务依然受到很大限制。

大多数听力诊断设施由私人运营，由政府医院运营的不到10个。私立及政府机构的诊断服务都需要患者自费，纯音听力检查的费用在10-15美元左右。尽管民众可以通过政府医疗保险计划（700美元助听器补贴，每五年可以验配一次）获取助听器支持，但只有两个政府机构拥有发放助听器的许可证，因此使用率非常低。私人购买六通道助听器的平均花费每台约为700美元，更高端的助听器每台定价可能高达6000美元。

菲律宾的数据收集来自伙伴组织——圣托马斯大学

萨摩亚

各个太平洋岛国几乎都不存在耳科及听力健康服务。直到近期，萨摩亚的听力健康服务也还是和其它太平洋国家一样，只接收海外慈善团体的短期访问，为当地非卫生专业人士提供一些耳科及听力保健方面的培训。国家医院的耳鼻喉科由全科/耳鼻喉外科医生Sione Pifeleti医生于2017年成立，澳大利亚公共卫生/发展和研究听力专家Annette Kaspar博士于2019年加入此团队。每周有两天时间进行耳鼻喉科问诊服务，并根据需要提供听力测量服务。Pifeleti医生和Kaspar博士每周三天致力于制定公共卫生倡议，并提供临床外展推广服务，旨在减轻萨摩亚可预防听力损失所造成的负担。在资源匮乏的萨摩亚，参与联合国项目事务署的项目被视为一个向老年人口提供此类助听器服务的良机。我们在该项目上的经验也许能帮助太平洋岛国发展本地可持续的听力康复服务。

萨摩亚的数据来自我们一伙伴机构——Tupua Tamasese Meaole医院。

泰国

泰国城市地区的听力健康服务发展属于中等水平，但在乡村地区则发展落后。尽管泰国耳鼻喉医师数量众多，但严重缺乏听力专家和言语治疗师。此类专业人员的比例超过1:100,000，且大多数都位于城市地区。泰国公共及私人服务中心均提供诊断及助听器验配服务。根据全民医疗保险及公务员医疗福利计划，患者通常可以免费获得助听器。每只耳朵最高价格分别为390美元和435美元。尽管泰国公民可以通过全民医疗保险享受综合医保的诸多福利，但听力专家数量严重短缺依然是民众获得听力健康服务的主要壁垒。

泰国的数据来自我们一合作机构——宋卡王子大学耳鼻喉部。

欧洲与中亚

在俄罗斯，听力健康服务涵盖于全部公民免费医保的国家保障计划中，包括新生儿听力筛查、听力诊断和听力障碍的医学治疗。这些服务由强制医疗保险基金支付。目前，有267个国有地方专业听力中心。私人听力学服务机构约有400家。近期，俄罗斯建立了一个公私合营伙伴关系的模式。这意味着私人听力健康服务可以受到当地强制医疗保险基金的资助。服务多由听力专家（受研究生培训）或耳鼻喉科专家提供。人均耳鼻喉专家和听力专家的比例低于全球平均水平。助听器通过国有和私有听力中心以及各大外国助听器制造商的个体代表进行配送。社保基金会每4年为以下三大人群支付验配俄罗斯制造助听器的费用，包括18岁以下的残疾儿童、患有双侧重度或极重度听力损失的成年人，以及老年人。更昂贵的助听器费用可以得到部分报销。如个人的复健/康复计划有需要，社会保险基金还可以为听障人士提供定制耳模和其他听力辅助设备，如手机、带有语音捕捉技术的电视，以及手语翻译服务等。城市居民可以随时获得诊断和康复服务，但在乡村地区不易获得服务。

俄罗斯的数据是从两个合作机构收集的——莫斯科国家听觉和听力康复研究中心，以及圣彼得堡国立医科大学听力和语言实验室。

土耳其

土耳其的听力保健服务通常由公共系统资助（约85%的服务由公共卫生体系提供）。听力学相关的服务由医院和私人诊所提供。与全球平均水平相比，人均耳鼻喉科医生和听力学家的比例处于中等水平。大多数听力专家在公立和私立医院工作，其余听力专家供职于私立特殊教育中心以及助听器销售中心。

新生儿听力筛查项目已经持续了大约16年，并取得了良好的覆盖率，大约92%的新生儿接受筛查。

18岁以下人群均属于公共卫生范畴，公共财政对于助听器提供有限支持。助听器价格在500美元至2000美元之间，公共卫生支持的助听器价格在100美元至200美元之间（每台）。

人工耳蜗是由公共担保提供的，0-4岁的儿童的双侧人工耳蜗费用由公共系统承担，4岁以上儿童的单侧人工耳蜗费用也由公共系统承担。

土耳其的数据来自六家伙伴组织：伊斯坦布尔阿依登大学；伊斯坦布尔Medipol大学健康科学学院听力系；伊斯坦布尔大学-塞拉帕萨医学部耳鼻喉-听力及语言病理学中心。保健科学大学健康科学学院；哈杰特佩大学听力系；以及安卡拉大学医药学院耳鼻喉-听力学及言语病理中心。

拉丁美洲与加勒比地区

多米尼加共和国

多米尼加共和国的听力保健服务属于欠发达状态。非政府组织和当地伙伴组织在建立听力服务和培训项目方面取得了很大进展，但该地区仍然严重缺乏耳鼻喉和听力方面的人才。该国只有一家非营利性医院(Centro Cristiano de Servicios Médicos)和少数私人听力和耳鼻喉科诊所，且大多集中在大城市，因而城市贫困人口和乡村地区人口难以获得听力服务。助听器的费用超过了大部分人的承受范围。虽然部分人口可以从公共基金获得助听器，或接受非政府组织捐赠的助听器，但该国依然有大量的听力康复需求没有得到满足。

多米尼加共和国的数据是由一伙伴组织收集——EARS Inc听力诊所Centro Cristiano de Servicios Medicos。

中东与北非

埃及

在埃及，听力健康服务由耳鼻喉医生和听力专家（音频-前庭医学医生）提供。人均耳鼻喉医生的数量远超过听力学专家数量。诊断服务由公共和私营部门提供。可以在公立医院和机构处进行预约，但需要排期等待。病人可以在私人诊所和听力前庭医学中心立即获得服务，但并非所有患者都能负担得起治疗费用。在康复服务方面，学龄儿童如需要助听器可获得国家健康保险系统的资助。此外，一些在私营部门工作的员工可获得包含助听器验配费用的私人健康保险。大部分患者需要自费购买助听器。由于单台助听设备的平均费用为700美元，与埃及的平均工资相比，费用会对患者造成巨大的经济负担。遗憾的是，在埃及的乡村和偏远地区，由于缺乏诊断和康复性听力服务，病人必须前往最近的省级城市才能获取适宜的服务。

埃及的数据由一伙伴组织收集——尼罗河听觉前庭医学中心。

约旦

约旦的听力健康服务非常发达。听力健康服务由耳鼻喉科医生或拥有听力学本科学位的听力专家提供。约旦有三所大学提供言语和听力科学的学士学位。因此，听力学专家和耳鼻喉科医生的人均比例相对较高。诊断服务在公共和私人机构中都有提供。公共机构为大部分人口提供服务，在服务时间上会有一定压力。私营机构的时间压力较小，听力复健服务质量似乎也更加优良。只可惜，私营机构的服务费用超出了中低收入个人的承受范围。

助听器主要是通过私营机构进行发放。单台助听器的价格从700-3000美元不等。助听器的价格相对较高，成为约旦大量听障人士使用助听器的一个障碍。约旦民众普遍缺乏对听力学和听力健康的认识。约旦也没有提供新生儿听力检查。上述因素导致了听障患者不带助听器人数增加，以及大多数听障儿童验配助听器的年龄推迟。大多数听力服务都位于城市中心，乡村地区的听力服务极少。因此，生活在乡村地区的个人普遍缺乏对听力服务及治疗方案的认知，而且往往听力健康更差。

约旦的数据来自我们一合作机构——约旦大学医院听力和言语诊所，康复科学系。

南亚

印度

印度是一个发展快速的新兴国家，听力问题的患病率相对较高。实际上，根据国家抽样调查办公室的数据，在印度10万人中有291人罹患听力损失。印度的听力诊疗正在快速发展阶段，致力提高对民众对听力健康的认知，增加患者寻求听力健康服务的积极性。

印度的听力服务在公共和私人部门都有提供，包括听力康复服务，以及对助听器或人工耳蜗的评估、选择和验配。在大多数情况下，患有耳朵或听力问题的人士往往会咨询耳鼻喉医生，而医生会把他们转诊给合格的听力专家。在许多地方，听力专家与耳鼻喉科医生会同时在综合性听力健康服务中心工作。全印度言语和听力研究所就是一家面向满足印度听障人士需求的大型机构。

然而，印度面临着获得听力服务两个关键障碍——人员数量及费用。首先，按人均计算，合格的听力护理提供者（耳鼻喉医生和听力专家）的比例相对较低。在乡村地区，获得听力服务的难度更大。其次，听力健康服务中的诊断和康复不一定属于公共资助项目。虽然城市地区的中高收入群体往往能够负担有效听力护理所需的费用，但乡村地区往往无法承担。这是由于最便宜的数字助听器大约需要7000卢比（约100美元），远远高于贫困线上人口所能负担的费用。因此听力护理的总体费用往往超出了低收入群体的承受能力。然而，政府已经启动了“援助残疾人购买/验配助听器计划”（ADIP），弱势群体可以免费或以补贴价格获得助听器。印度也采取了若干措施来提高乡村地区人口获得听力服务的便利性。印度政府的国家失聪预防和控制计划（NPPCD）现已经成功地覆盖了印度各邦的大部分地区，并为该国大部分乡村地区提供了基本的听力保健。此外，一些非政府组织，如印度听力协会，也积极提供听力护理服务。总而言之，尽管听力保健的可及性和可负担性仍然令人担忧，但印度未来的听力健康状况仍有很大希望得到改善。

印度的数据由两伙伴机构收集——全印度言语和听力研究所，以及Dr. S. R. 昌德拉塞卡语言和听力研究所。

尼泊尔

在尼泊尔，慢性耳流脓的患病率非常高（总人口中7.4%患有耳鼓病症）。目前耳鼻喉医生或听力学家很少，而且其中大多数人都位于首都加德满都，因此难以应对疾病造成的沉重负担。尼泊尔的地形多山，交通与卫生基础设施有限，许多道路容易遭到季节性自然灾害的影响，如山体滑坡或洪水。该国的耳科服务主要由政府医院、医学院和许多慈善组织提供，如Impact Nepal、Ear Aid Nepal和CBM等等。其中大部分位于该国交通相对便利的地区，如加德满都谷地或沿印度边境的德赖地区。除主要城市以外，耳科服务则极其有限。即使在城市也很少有可靠的听力服务，只有少数几家机构提供助听器和听力康复服务。绝大多数乡村地区人口很少或根本没有机会获得专家服务。多年来，临时耳科医院已经发展成为向该国偏远地区的弱势群体提供外科服务的一种方式（但几乎没有临时耳科医院在山区举办）。这些临时医院也培训初级医疗卫生人士对耳部疾病进行诊断和处理，并培训他们将手术可治疗的患者转诊至即将举办的临时医院、当地医院或医学院。在管理耳部疾病方面，临时耳科医院发挥了不可或缺的作用。除初级卫生工作者的常规培训之外，对初级耳科护理并没有国家规定的或具体的实践培训。

尽管法律对噪音接触有相关规定，许多人依然在没有耳部保护的情况下在嘈杂的环境中工作。在尼泊尔，只有少数项目提供新生儿听力健康筛查。先天性或早发性重度神经性耳聋的发生率很高。尽管有许多小型的聋人学校提供手语教育，但依然有许多无法使用语言的耳聋人士生活乡村地区，甚至连手语教育都没有。

听力康复主要通过从邻国进口助听器；这些设备价格不一，往往超出了普通人的承受范围，其中许多人慢慢接受耳聋的命运。乡村地区人口没有机会获得助听器维修服务，甚至连电池都无法获取。慈善组织在一些地区向有需要的人士捐赠助听器，但通常不提供后期维护和常规供应的体系。卫生部最近开始为每年20台人工耳蜗提供部分资助，该政策方向正确，应当鼓励。几乎完全没有骨传导助听器。

尼泊尔的数据是由两个伙伴组织收集的——绿色牧场医院耳科中心，尼泊尔卡拉卜国际尼泊尔奖学金；尼泊尔达兰BP柯伊拉腊健康科学研究所HSN耳鼻喉部。

撒哈拉以南非洲

马拉维

马拉维的听力服务处于严重欠发达状态。听力和耳科服务由受过专业人员及受过技术培训的人员提供。耳鼻喉专家严重短缺，而听力学家则屈指可数。非洲圣经学院(ABC)最近设立的听力学学士课程，首批学员于2021年中期开始毕业，大大增加了该国受过培训的听力保健专业人员的数量。国内也有少量的肯尼亚或赞比亚培训的听力技师。马拉维有两家公立医院提供基本的听力服务，只需支付少量费用。在资金到位时，公立医院也提供一些有限的外展服务和助听器。一位在英国接受训练的马拉维听力专家正为该国少数植入人工耳蜗的儿童提供免费支持。

很大一部分服务是由一个非营利性组织——位于利隆圭的ABC听力诊所提供。这是唯一一家提供电生理检查和为儿童提供复杂检查的诊所。该诊所为低收入者提供听力服务，收取少量费用或完全免费。此外，ABC听力诊所每月还向北部三个地区免费提供外展服务。该诊所还在必要时为所有儿童支付交通费用，这是因为交通费用是患者获取听力服务的一个已知障碍。一家名为Hear The World Foundation的慈善组织资助确诊患有听力损失的儿童，购买优质的助听器产品。私人助听器价格约为150美元至1500美元之间。

马拉维的数据来自一合作伙伴机构——ABC听力诊所。

南非

南非的听力保健服务分为公共部门和私营部门，分别为大约85%和15%的人口提供服务。通常由听力学家（4年本科培训）和耳鼻喉医生提供服务。公共卫生服务机构通常资源短缺，听力学家和耳鼻喉科医生数量与需要护理的病人数量比例过低，设备和助听器也常出现短缺。虽然公共卫生系统免费提供助听器（只收取最低限度的管理费），但要获得助听器往往需要排期等候，最长可达数年。乡村地区的听力服务尤为有限，甚至常常完全缺失。私营机构销售的助听器价格从1000美元到4000美元不等，私营保险可以涵盖部分费用。

南非的数据是由一个伙伴组织提供——比勒陀利亚大学言语病理学和听觉学系。

附录C. 乡村/城市分布

地区	乡村地区	城市地区	不详
撒哈拉以南非洲	36.5%	61.0%	2.5%
东亚和太平洋地区	38.2%	60.0%	1.9%
欧洲与中亚	16.7%	56.8%	26.4%
拉丁美洲与加勒比地区	15.9%	73.8%	10.4%
中东与北非	12.6%	32.1%	55.4%
南亚	44.7%	55.0%	0.3%

附录D. 噪音接触历史

地区	有	无	不详
撒哈拉以南非洲	13.2%	73.4%	13.4%
东亚和太平洋地区	12.9%	57.9%	29.2%
欧洲与中亚	5.4%	74.7%	19.9%
拉丁美洲与加勒比地区	99.1%	0.9%	0.0%
中东与北非	7.8%	45.3%	46.9%
南亚	2.8%	63.2%	34.0%

附录E. 按地区划分，听力好耳和差耳朵四频平均听力损失

	统计数	更好的耳朵的4FA	更差的耳朵的4FA
撒哈拉以南非洲	平均值	52.18	66.20
	中位数	51.25	61.25
	方差	537.69	591.46
	标准差	23.19	24.32
	值域	118.75	100.00
	四分位距	27.50	32.50
东亚和太平洋地区	平均值	49.98	66.51
	中位数	50.0	65.0
	方差	581.85	655.13
	标准差	24.12	25.60
	值域	118.75	107.50
	四分位距	37.50	36.25
欧洲与中亚	平均值	43.19	56.26
	中位数	42.50	53.75
	方差	389.25	486.25
	标准差	19.73	22.05
	值域	123.75	113.75
	四分位距	26.25	27.50
拉丁美洲与加勒比地区	平均值	39.60	54.58
	中位数	30.63	48.13
	方差	558.28	823.50
	标准差	23.63	28.70
	值域	108.75	98.75
	四分位距	32.50	46.25
中东与北非	平均值	42.33	59.65
	中位数	39.38	56.25
	方差	510.201	613.0
	标准差	22.59	24.76
	值域	120.00	105.00
	四分位距	31.25	31.25
南亚	平均值	54.22	68.65
	中位数	52.50	65.0
	方差	555.27	539.63
	标准差	23.56	23.23
	值域	115.00	101.25
	四分位距	27.50	31.25

附录F. 各国按购买力平价(PPP)衡量的人均国民总收入(GNI) (现价国际元)

诊所	购买力平价(PPP)衡量的人均国民总收入(GNI) (现价国际元)
马拉维	1540
尼泊尔	4060
柬埔寨	4250
印度	6390
萨摩亚	6480
菲律宾	9040
约旦	10320
印度尼西亚	11750
南非	11870
埃及	12210
多米尼加共和国	17060
中国	17200
泰国	17730
马来西亚	27370
俄罗斯	27550
土耳其	27780

附录G. 评估四频平均听阈、国民总收入、年龄和性别的线性回归模型的回归系数表

变量	非标准化系数			B的95.0%置信区间		
	B	标准 误差	t	显著 性	下界	上界
(常量)	45.239	1.093	41.39	.000	43.096	47.382
人均国民总 收入 美元 购买力平价	-.00055	.000	-17.7 2	.000	-.001	.000
年龄	.176	.016	11.11	.000	.145	.207
性别	1.990	.587	3.39	.001	.839	3.142

附录H. 按地区划分，双侧和单侧听力损失比例（世卫组织标准）

地区	单侧听力损失比例(WHO标准)	
	双侧听力阈值%	单侧听力阈值%
撒哈拉以南非洲	94.4%	5.6%
东亚和太平洋地区	93.6%	6.4%
欧洲与中亚	94.5%	5.5%
拉丁美洲与加勒比地区	90.7%	9.3%
中东与北非	89.1%	10.9%
南亚	95.3%	4.7%

附录I. 感觉神经性、传导性或混合性听力损失

地区	感觉神经性	传导性或混合性
撒哈拉以南非洲	75.6%	24.4%
东亚和太平洋地区	71.4%	28.6%
欧洲与中亚	76.3%	23.7%
拉丁美洲与加勒比地区	78.8%	21.2%
中东与北非	75.3%	24.7%
南亚	60.0%	40.0%

附录J. 按听力损失类别划分，以购买力平价(PPP)衡量的人均国民总收入(GNI)（现价国际元）

人均国民总收入 美元购买力平价	听力损失类型	
	感觉神经性听力损失	混合性或传导性听力损失
1540	77.8%	22.3%
4060	62.9%	37.1%
4250	75.1%	24.9%
6390	60.6%	39.4%
6480	76.1%	23.9%
9040	66.2%	33.8%
10320	81.7%	18.3%
11750	62.1%	37.9%
11870	79.3%	20.7%
12210	74.0%	26.0%
17060	82.9%	17.1%
17200	92.1%	7.9%
17730	82.3%	17.8%
27370	74.9%	25.1%
27550	79.7%	20.3%
27780	77.8%	22.2%

附录K. 按全球区域划分，中低收入国家听力诊所就诊听力损失者听力康复接受情况表

地区	单耳助听	双耳助听	人工耳蜗	之前未使用	不详
撒哈拉以南非洲	3.0%	23.6%	0.0%	73.4%	0.0%
东亚和太平洋地区	9.9%	9.8%	0.1%	68.7%	11.5%
欧洲与中亚	16.6%	7.2%	1.9%	59.4%	14.9%
拉丁美洲与加勒比地区	0.0%	9.1%	0.3%	90.5%	0.0%
中东与北非	2.0%	6.5%	0.4%	57.6%	33.4%
南亚	9.0%	6.6%	0.0%	84.3%	0.1%

附录L. 按人均国民总收入、四频平均好耳听阈和性别评估听力设备持有率模型的二元logistic回归系数，以及相应设备状态的比例。

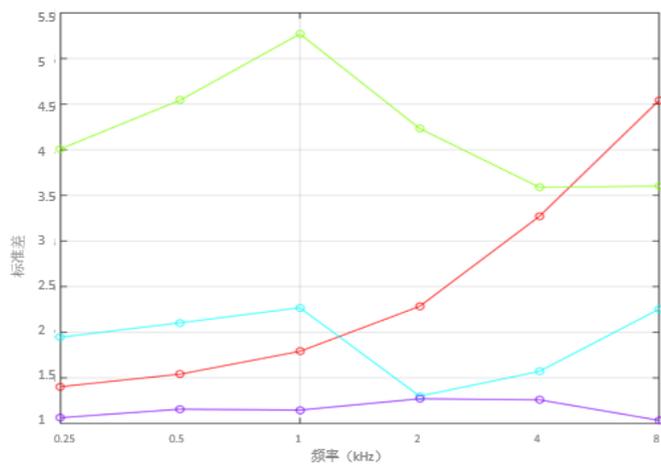
变量	B	S. E.	Wald	df	显著性	Exp(B)
人均国民总收入	.000	.000	186.211	1	.000	1.000055
好耳四频平均	.042	.002	578.036	1	.000	1.043
性别(1)	-.047	.073	.416	1	.519	.954
常量	-4.336	.146	882.806	1	.000	.013

a. 第1步输入的变量：人均国民总收入，好耳四频平均，性别

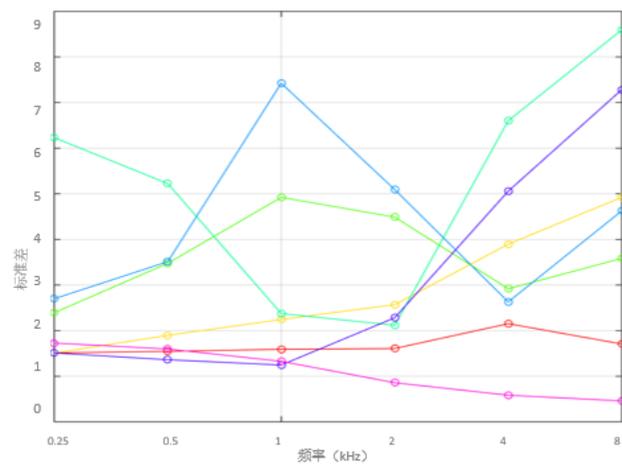
按助听设备状况划分，以购买力平价(PPP)衡量的人均国民总收入(GNI)（现价国际元）

人均国民总收入 美元购买力平价	助听设备状态	
	之前未使用	助听设备
1540	87.5%	12.5%
4060	97.1%	2.9%
4250	82.4%	17.6%
6390	76.3%	23.7%
6480	0.0%	0.0%
9040	73.8%	26.2%
10320	89.7%	10.3%
11750	51.3%	48.7%
11870	59.6%	40.4%
12210	85.0%	15.0%
17060	90.5%	9.5%
17200	95.0%	5.0%
17730	93.5%	6.5%
27370	79.3%	20.7%
27550	75.4%	24.6%
27780	67.6%	32.4%

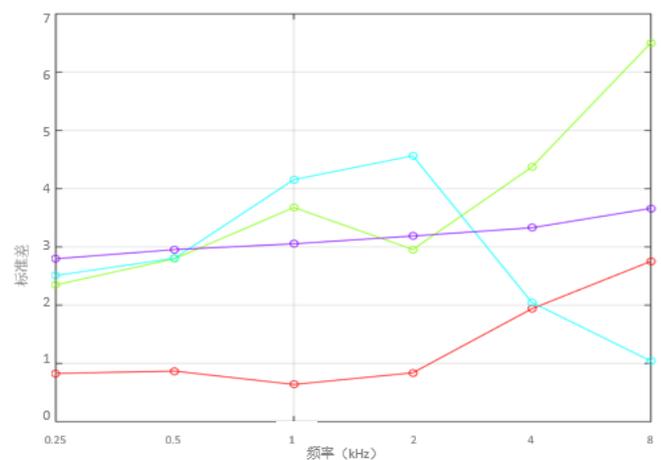
附录M. 按听力损失类型划分的测听曲线的标准偏差



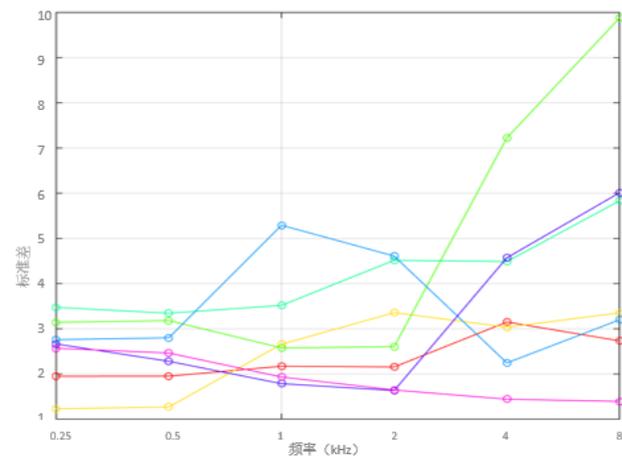
抽样总体 (共4组特征群体)



抽样总体 (共7组特征群体)

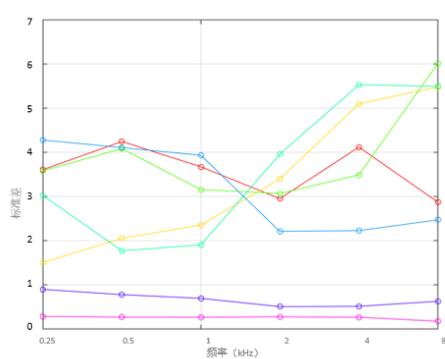


感音神经性听力损失 (共4组特征群体)

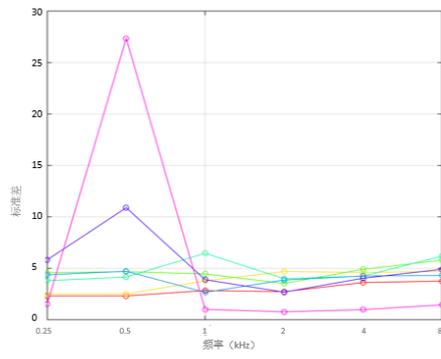


感音神经性听力损失 (共7组特征群体)

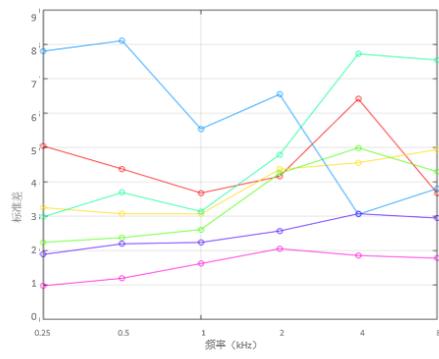
附录N. 按地区划分的测听曲线的标准偏差



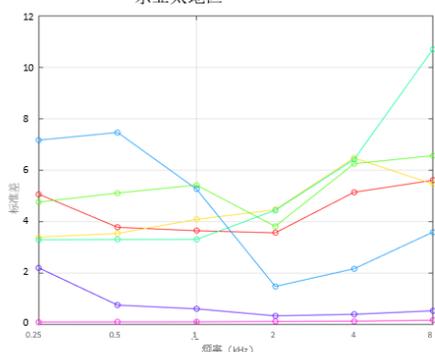
东亚太平洋地区



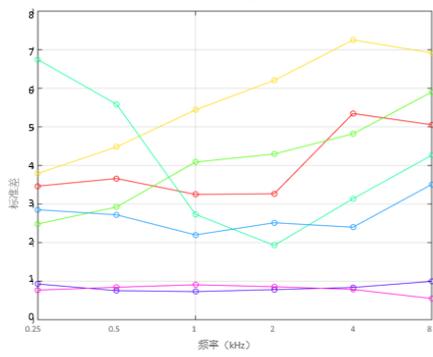
欧洲及中亚地区



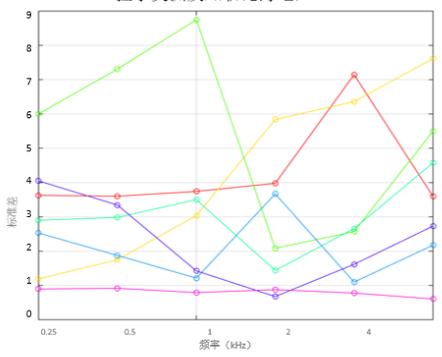
拉丁美洲及加勒比海地区



中东及北非地区

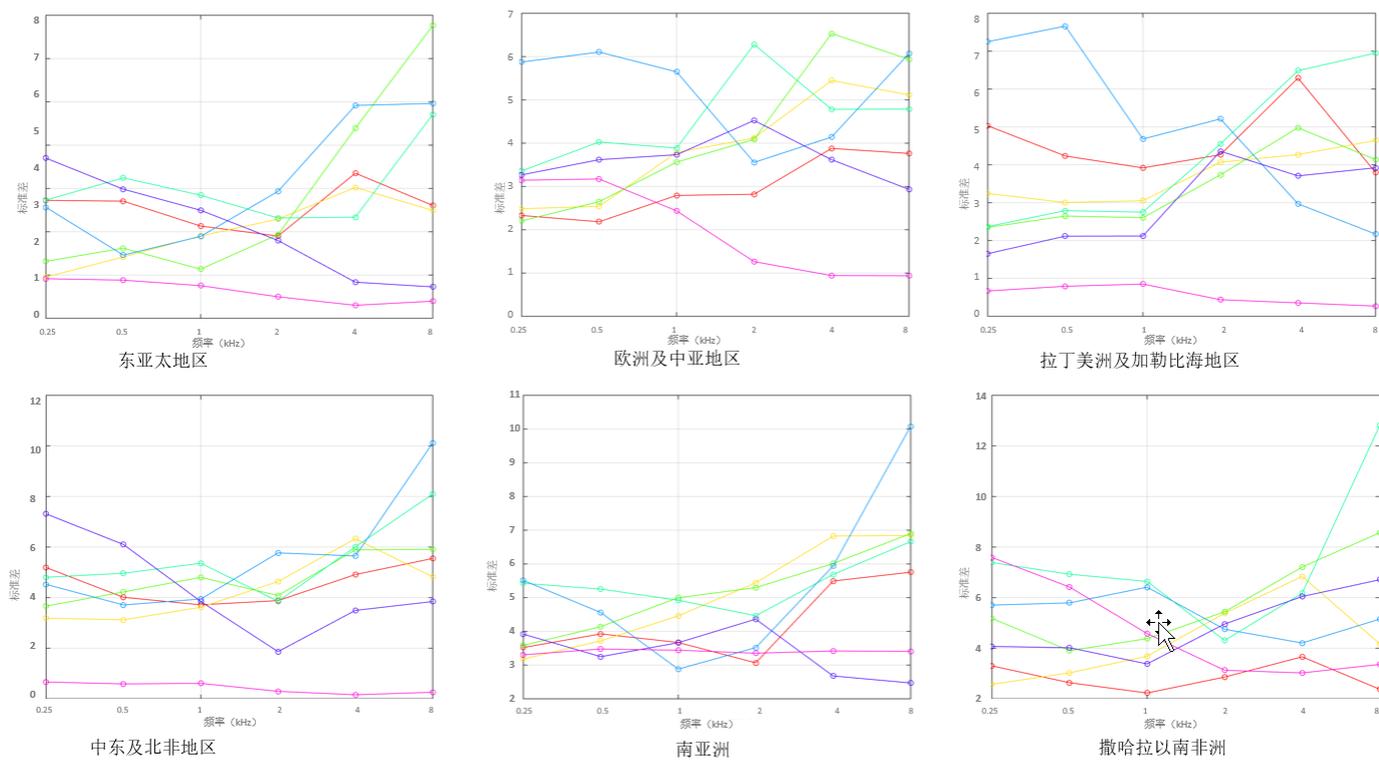


南亚地区

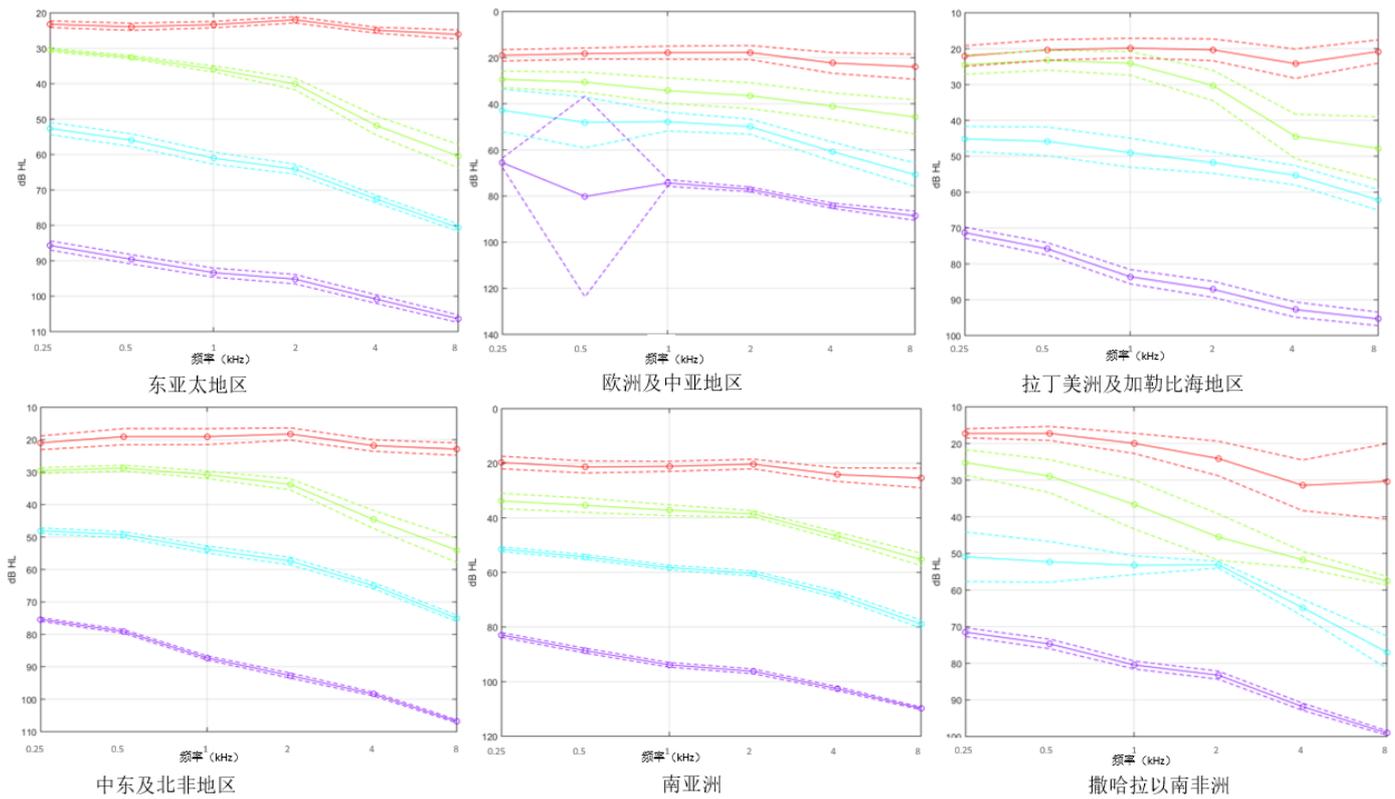


撒哈拉以南非洲

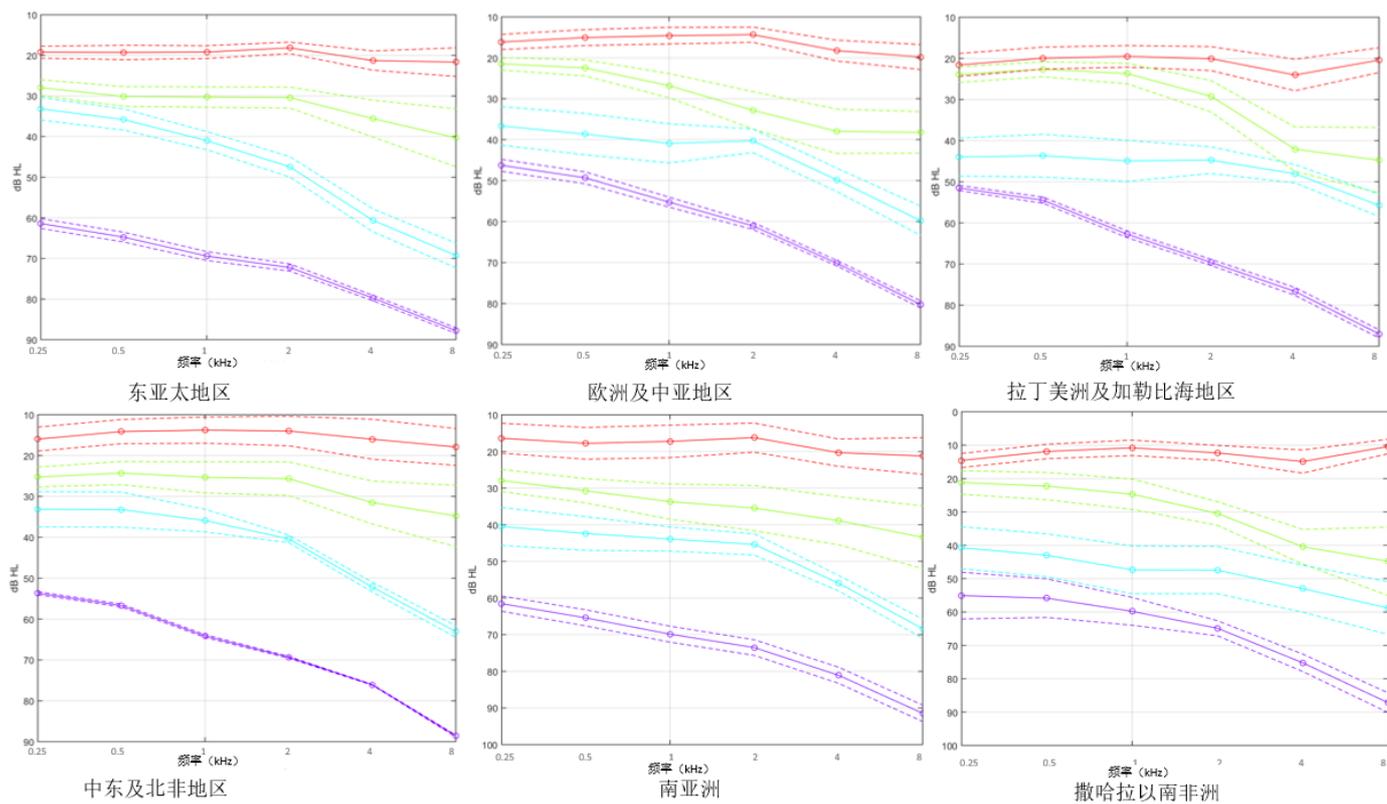
附录0. 各地区仅感音神经性听力损失患者听力测量曲线的标准偏差



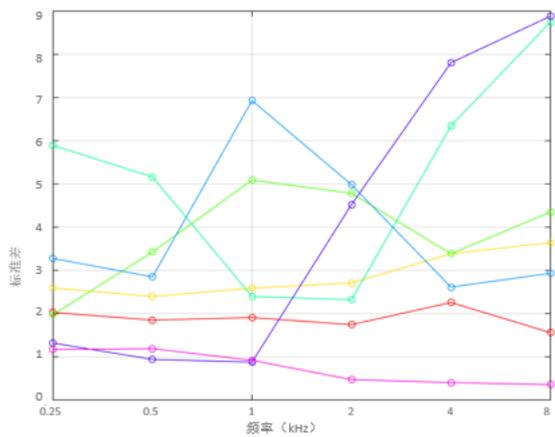
附录P：按地区划分的听力特征图谱（4图谱）



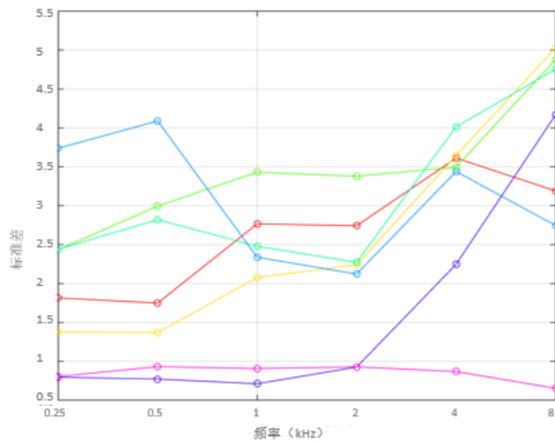
附录Q. 按地区划分，感音神经性听力损失听力特征图谱（4图谱）



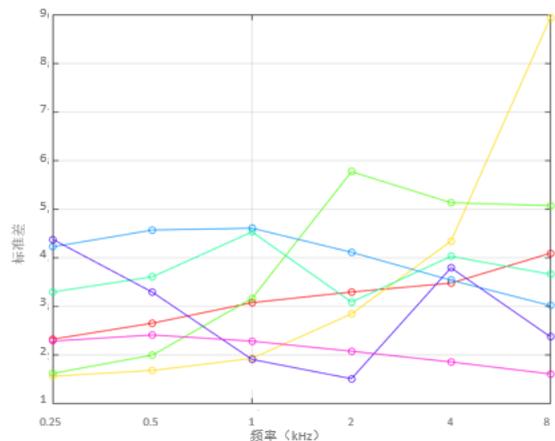
附录N. 按年龄划分的测听曲线的标准偏差



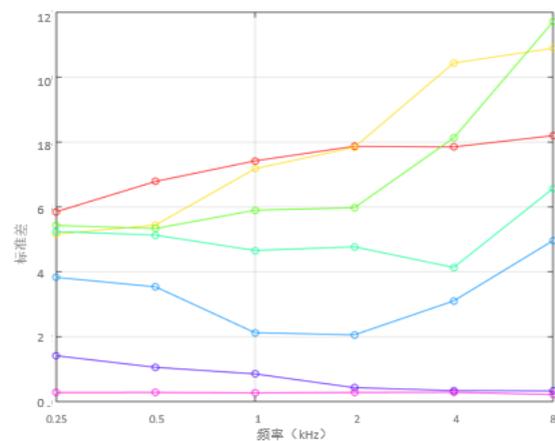
18至40岁



40至60岁

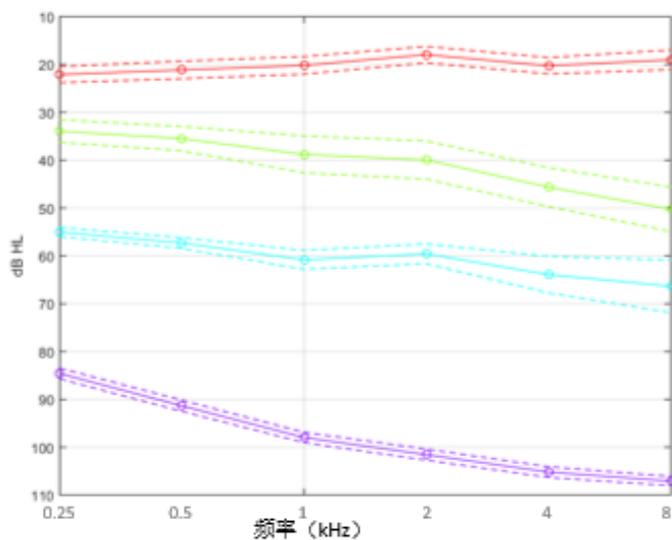


60至80岁

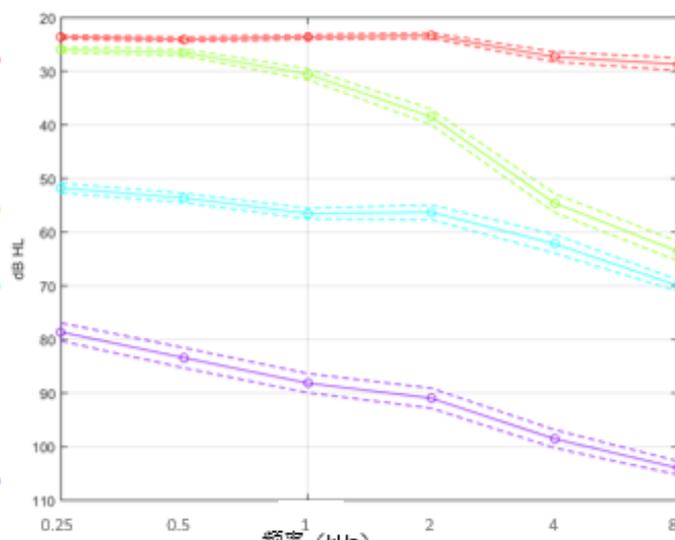


>80岁

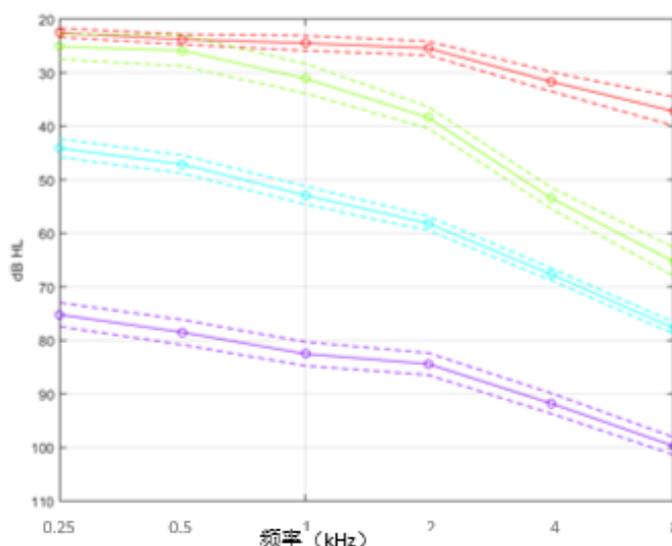
附录S. 按年龄划分的听力测量图谱（4图谱）



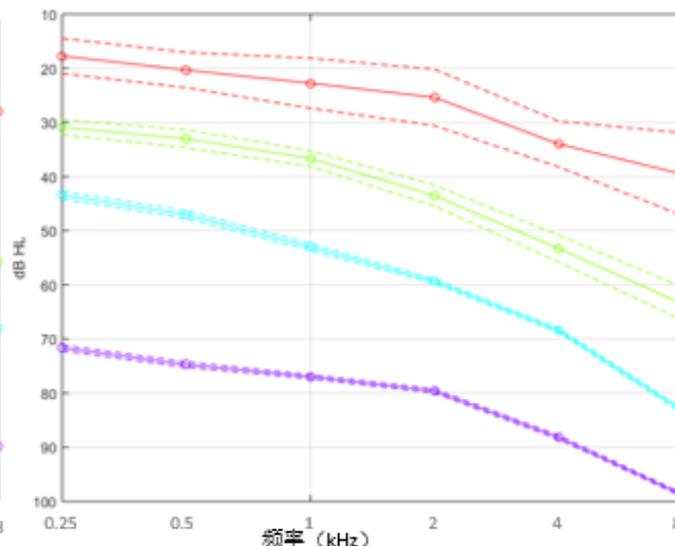
18至40岁



40至60岁



60至80岁



>80岁

附录T. 严格和宽松标准下的助听器验配贴合过度和不足的比例

助听设备	指标	
STFP1	严格标准 (+3dB)	7%
	严格标准 (+3dB)	12%
	宽松标准 (+5dB)	14%
	宽松标准 (-5dB)	17%
XTMA4	严格标准 (+3dB)	17%
	严格标准 (+3dB)	17%
	宽松标准 (+5dB)	21%
	宽松标准 (-5dB)	19%
LP标准助听器	严格标准 (+3dB)	2%
	严格标准 (+3dB)	17%
	宽松标准 (+5dB)	2%
	宽松标准 (-5dB)	50%
HP标准助听器	严格标准 (+3dB)	8%
	严格标准 (+3dB)	31%
	宽松标准 (+5dB)	8%
	宽松标准 (-5dB)	61%

参考文献

1. World Health Organization. World Report on Hearing. Geneva; 2021.
2. Ferguson MA, Kitterick PT, Chong LY, Edmondson-Jones M, Barker F, Hoare DJ. Hearing aids for mild to moderate hearing loss in adults. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2017(9).
3. Joore MA, Van Der Stel H, Peters HJ, Boas GM, Anteunis LJ. The cost-effectiveness of hearing-aid fitting in the Netherlands. *Archives of Otolaryngology-Head & Neck Surgery*. 2003;129(3):297-304.
4. Barton GR, Bankart J, Davis AC, Summerfield QA. Comparing utility scores before and after hearing-aid provision. *Applied health economics and health policy*. 2004;3(2):103-5.
5. World Health Organization. Global costs of unaddressed hearing loss and cost-effectiveness of interventions: a WHO report, 2017. Geneva: World Health Organization; 2017.
6. Ray J, Popli G, Fell G. Association of cognition and age-related hearing impairment in the English longitudinal study of ageing. *JAMA Otolaryngology-Head & Neck Surgery*. 2018;144(10):876-82.
7. Maharani A, Dawes P, Nazroo J, Tampubolon G, Pendleton N, group SCW, et al. Longitudinal relationship between hearing aid use and cognitive function in older Americans. *Journal of the American Geriatrics Society*. 2018;66(6):1130-6.
8. Sabin AT, Van Tasell DJ, Rabinowitz B, Dhar S. Validation of a self-fitting method for over-the-counter hearing aids. *Trends in hearing*. 2020;24:2331216519900589.
9. Almufarrij I, Dillon H, Munro KJ. Protocol: Is the outcome of fitting hearing aids to adults affected by whether an audiogram-based prescription formula is individually applied? A systematic review protocol. *BMJ Open*. 2021;11(8).
10. Scollie S, Seewald R, Cornelisse L, Moodie S, Bagatto M, Lurnagaray D, et al. The desired sensation level multistage input/output algorithm. *Trends in amplification*. 2005;9(4):159-97.
11. Keidser G, Dillon H, Flax M, Ching T, Brewer S. The NAL-NL2 prescription procedure. *Audiology research*. 2011;1(1):88-90.
12. Cruickshanks KJ, Wiley TL, Tweed TS, Klein BE, Klein R, Mares-Perlman JA, et al. Prevalence of hearing loss in older adults in Beaver Dam, Wisconsin. The epidemiology of hearing loss study. *Am J Epidemiol*. 1998;148(9):879-86.
13. Gopinath B, Rochtchina E, Wang JJ, Schneider J, Leeder SR, Mitchell P. Prevalence of age-related hearing loss in older adults: Blue Mountains Study. *Arch Intern Med*. 2009;169(4):415-8.
14. Davis AC. The prevalence of hearing impairment and reported hearing disability among adults in Great Britain. *Int J Epidemiol*. 1989;18(4):911-7.
15. Agrawal Y, Platz EA, Niparko JK. Prevalence of hearing loss and differences by demographic characteristics among US adults: data from the National Health and Nutrition Examination Survey, 1999-2004. *Arch Intern Med*. 2008;168(14):1522-30.
16. Stevens G, Flaxman S, Brunskill E, Mascarenhas M, Mathers CD, Finucane M. Global and regional hearing impairment prevalence: an analysis of 42 studies in 29 countries. *The European Journal of Public Health*. 2013;23(1):146-52.
17. Pascolini D, Smith A. Hearing Impairment in 2008: a compilation of available epidemiological studies. *Int J Audiol*. 2009;48(7):473-85.
18. Newall JP, Martinez N, Swanepoel DW, McMahon CM. A national survey of hearing loss in the Philippines. *Asia Pacific Journal of Public Health*. 2020;32(5):235-41.
19. Wang Yq, Chong-ling Y, Shi-wen X, Xiao-hong X, Fei L, Yu-qing L, et al. A report of WHO ear and hearing disorders survey in Guizhou Province. *Journal of Otology*. 2010;5(2):61-7.

20. Graydon K, Waterworth C, Miller H, Gunasekera H. Global burden of hearing impairment and ear disease. *The Journal of Laryngology & Otology*. 2019;133(1):18-25.
21. Saliba J, Al-Reefi M, Carriere JS, Verma N, Provencal C, Rappaport JM. Accuracy of mobile-based audiometry in the evaluation of hearing loss in quiet and noisy environments. *Otolaryngology-Head and Neck Surgery*. 2017;156(4):706-11.
22. Bright T, Mactaggart I, Kim M, Yip J, Kuper H, Polack S. Rationale for a rapid methodology to assess the prevalence of hearing loss in population-based surveys. *International journal of environmental research and public health*. 2019;16(18):3405.
23. Bisgaard N, Vlaming MS, Dahlquist M. Standard audiograms for the IEC 60118-15 measurement procedure. *Trends in amplification*. 2010;14(2):113-20.
24. Olusanya B. Self-reported outcomes of aural rehabilitation in a developing country. *International Journal of Audiology*. 2004;43(10):563-71.
25. Liu H, Zhang H, Liu S, Chen X, Han D, Zhang L. International outcome inventory for hearing aids (IOI-HA): results from the Chinese version. *International journal of audiology*. 2011;50(10):673-8.
26. Spreckley M, Macleod D, González Trampe B, Smith A, Kuper H. Impact of hearing aids on poverty, quality of life and mental health in Guatemala: results of a before and after study. *International journal of environmental research and public health*. 2020;17(10):3470.
27. Simpson AN, Matthews LJ, Cassarly C, Dubno JR. Time From Hearing-aid Candidacy to Hearing-aid Adoption: a Longitudinal Cohort Study. *Ear and hearing*. 2019;40(3):468.
28. Hartley D, Rochtchina E, Newall P, Golding M, Mitchell P. Use of hearing aids and assistive listening devices in an older Australian population. *Journal of the American Academy of Audiology*. 2010;21(10):642-53.
29. Kochkin S. MarkeTrak VII: Obstacles to adult non-user adoption of hearing aids. *The Hearing Journal*. 2007;60(4):24-51.
30. Meyer C, Hickson L. What factors influence help-seeking for hearing impairment and hearing aid adoption in older adults? *International journal of audiology*. 2012;51(2):66-74.
31. Vestergaard Knudsen L, Öberg M, Nielsen C, Naylor G, Kramer SE. Factors influencing help seeking, hearing aid uptake, hearing aid use and satisfaction with hearing aids: A review of the literature. *Trends in amplification*. 2010;14(3):127-54.
32. Orji A, Kamenov K, Dirac M, Davis A, Chadha S, Vos T. Global and regional needs, unmet needs and access to hearing aids. *International journal of audiology*. 2020;59(3):166-72.
33. Hlayisi V-G, Ramma L. Rehabilitation for disabling hearing loss: Evaluating the need relative to provision of hearing aids in the public health care system. *Disability and rehabilitation*. 2019;41(22):2704-7.
34. Kamenov K, Martinez R, Kunjumen T, Chadha S. Ear and hearing care workforce: current status and its implications. *Ear and Hearing*. 2021;42(2):249-57.
35. World Health Organization. Multi-country assessment of national capacity to provide hearing care. Geneva: World Health Organization; 2013. Report No.: 9241506571.
36. Seelman KD, Werner R. Technology transfer of hearing aids to low and middle income countries: policy and market factors. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*. 2014;9(5):399-407.
37. Adoga A, Nimkur T, Silas O. Chronic suppurative otitis media: Socio-economic implications in a tertiary hospital in Northern Nigeria. *Pan African Medical Journal*. 2010;4(1).
38. World Health Organization. Preferred profile for hearing-aid technology suitable for low-and

middle-income countries. 2017.

39. Sear K. Fitting standardised pre-programmed hearing aids in a developing nation Sydney, Australia: Macquarie University; 2017.
40. McBride I, Jensen S. Novel hearing aid fitting approach for developing countries. *AudiologyNOW!* Convention; April 5-8, 2017; Indianapolis, IN2017.
41. Abrams HB, Chisolm TH, McManus M, McArdle R. Initial-fit approach versus verified prescription: Comparing self-perceived hearing aid benefit. *Journal of the American Academy of Audiology.* 2012;23(10):768-78.
42. Humes LE, Rogers SE, Quigley TM, Main AK, Kinney DL, Herring C. The effects of service-delivery model and purchase price on hearing-aid outcomes in older adults: A randomized double-blind placebo-controlled clinical trial. *American Journal of Audiology.* 2017;26(1):53-79.
43. Humes LE, Kinney DL, Main AK, Rogers SE. A follow-up clinical trial evaluating the consumer-decides service delivery model. *American journal of audiology.* 2019;28(1):69-84.
44. Schilder AG, Chong LY, Ftouh S, Burton MJ. Bilateral versus unilateral hearing aids for bilateral hearing impairment in adults. *Cochrane Database of Systematic Reviews.* 2017(12).
45. Glyde H, Dillon H, Young T, Seeto M, Roup C. Determining unilateral or bilateral hearing aid preference in adults: a prospective study. *International Journal of Audiology.* 2020:1-9.
46. Wu X, Ren Y, Wang Q, Li B, Wu H, Huang Z, et al. Factors associated with the efficiency of hearing aids for patients with age-related hearing loss. *Clinical interventions in aging.* 2019;14:485.
47. Dunya G, Najem F, Mailhac A, Abou Rizk S, Bassim M. The Effect of Monaurally Fitted Hearing Aid Use on the Evolution of Presbycusis. *Annals of Otology, Rhinology & Laryngology.* 2021:0003489421995279.
48. Nassiri AM, Ricketts TA, Carlson ML. Current Estimate of Hearing Aid Utilization in the United States. *Otology & Neurotology Open.* 2021;1(1):e001.
49. Clinton Health Access Initiative. Product Narrative: Hearing Aids - A Market Landscape and Strategic Approach to Increasing Access to Hearing Aids and Related Services in Low and Middle Income Countries. 2019.
50. Urbanski D, Hernandez H, Oleson J, Wu Y-H. Toward a New Evidence-Based Fitting Paradigm for Over-the-Counter Hearing Aids. *American Journal of Audiology.* 2020:1-24.
51. Cheng CM, McPherson B. Over-the-Counter Hearing Aids: Electroacoustic Characteristics and Possible Target Client Groups. *Audiology.* 2000;39(2):110-6.
52. Chan ZYT, McPherson B. Over-the-counter hearing aids: a lost decade for change. *BioMed Research International.* 2015;2015.
53. O'Donovan J, Verkerk M, Winters N, Chadha S, Bhutta MF. The role of community health workers in addressing the global burden of ear disease and hearing loss: a systematic scoping review of the literature. *BMJ global health.* 2019;4(2).
54. Vincent JE. Simple Spectacles for Adult Refugees on the Thailand–Burma Border. *Optometry and vision science.* 2006;83(11):803-10.
55. Emerson LP, Job A, Abraham V. Pilot study to evaluate hearing aid service delivery model and measure benefit using self-report outcome measures using community hearing workers in a developing country. *International Scholarly Research Notices.* 2013;2013.
56. Langer A, Meleis A, Knaul FM, Atun R, Aran M, Arreola-Ornelas H, et al. Women and health: the key for sustainable development. *The Lancet.* 2015;386(9999):1165-210.
57. National Academies of Sciences E, Medicine. Hearing health care for adults: Priorities for

improving access and affordability: National Academies Press; 2016.

58. Strasser R, Kam SM, Regalado SM. Rural health care access and policy in developing countries. *Annual review of public health*. 2016;37:395-412.
59. World Bank. World Bank Open Data 2021 [Available from: <https://data.worldbank.org/>].
60. Schell CO, Reilly M, Rosling H, Peterson S, Mia Ekström A. Socioeconomic determinants of infant mortality: a worldwide study of 152 low-, middle-, and high-income countries. *Scandinavian journal of public health*. 2007;35(3):288-97.
61. Kanjekar S, Doddamani A, Malige R, Reddy N. Audiometric analysis of type and degree of hearing impairment and its demographic correlation: A retrospective study. *Journal of Advanced Clinical and Research Insights*. 2015;2(5):189-92.
62. Cantuaria ML, Pedersen ER, Waldorff FB, Sørensen M, Schmidt JH. Hearing examinations in Southern Denmark(HESD)database: a valuable tool for hearing-related epidemiological research. *International Journal of Audiology*. 2020:1-12.
63. Golub JS, Lin FR, Lustig LR, Lalwani AK. Prevalence of adult unilateral hearing loss and hearing aid use in the United States. *The Laryngoscope*. 2018;128(7):1681-6.
64. Santana-Hernandez DJ E, Robbert JH Beyond devices: what to consider when providing hearing aids in LMICs. *Community Ear and Hearing Health*. 2018;15(19).
65. Sandström J, Swanepoel D, Laurent C, Umefjord G, Lundberg T. Accuracy and reliability of smartphone self-test audiometry in community clinics in low income settings: a comparative study. *Annals of Otolaryngology, Rhinology & Laryngology*. 2020;129(6):578-84.
66. Monasta L, Ronfani L, Marchetti F, Montico M, Vecchi Brumatti L, Bavcar A, et al. Burden of disease caused by otitis media: systematic review and global estimates. *PloS one*. 2012;7(4):e36226.
67. Smith DF, Boss EF. Racial/ethnic and socioeconomic disparities in the prevalence and treatment of otitis media in children in the United States. *The Laryngoscope*. 2010;120(11):2306-12.
68. Mulwafu W, Kuper H, Viste A, Goplen FK. Feasibility and acceptability of training community health workers in ear and hearing care in Malawi: a cluster randomised controlled trial. *BMJ open*. 2017;7(10).
69. Parmar B, Phiri M, Caron C, Bright T, Mulwafu W. Development of a public audiology service in Southern Malawi: profile of patients across two years. *International Journal of Audiology*. 2021:1-8.
70. Mukari SZMS, Wan Hashim WF. Self-perceived hearing loss, hearing-help seeking and hearing aid adoption among older adults in Malaysia. *Annals of Otolaryngology, Rhinology & Laryngology*. 2018;127(11):798-805.
71. Wong LL, McPherson B. Universal hearing health care: China. *The ASHA Leader*. 2008;13(17):14-.
72. Kochkin S. MarkeTrak VIII: 25-year trends in the hearing health market. *Hearing review*. 2009;16(11):12-31.
73. Nixon G, Sarant J, Tomlin D, Dowell R. Hearing Aid Uptake, Benefit, and Use: The Impact of Hearing, Cognition, and Personal Factors. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*. 2021;64(2):651-63.
74. Smith A. Barriers to the use of hearing aid systems in low- and middle-income countries. *Community Ear and Hearing Health*. 2018;15(19).
75. Lee C-Y, Hwang J-H, Hou S-J, Liu T-C. Using cluster analysis to classify audiogram shapes. *International journal of audiology*. 2010;49(9):628-33.
76. Chang Y-S, Yoon SH, Kim JR, Baek S-Y, Cho YS, Hong SH, et al. Standard audiograms for Koreans derived through hierarchical clustering using data from the Korean national health and nutrition

- examination survey 2009–2012. *Scientific reports*. 2019;9(1):1-7.
77. Baumfield A, Dillon H. Factors affecting the use and perceived benefit of ITE and BTE hearing aids. *British journal of audiology*. 2001;35(4):247-58.
 78. Valente M, Oeding K, Brockmeyer A, Smith S, Kallogjeri D. Differences in word and phoneme recognition in quiet, sentence recognition in noise, and subjective outcomes between manufacturer first-fit and hearing aids programmed to NAL-NL2 using real-ear measures. *Journal of the American Academy of Audiology*. 2018;29(08):706-21.
 79. Dillon H. *Hearing Aids*. 2nd ed. New York: Thieme; 2012.
 80. Newall J, Williams L. An experimental investigation of audiologists' ratings of fit to target: how close is close enough? *Audiology Australia 2021 Conference*; 2/6/2021; Sydney, Australia 2021.
 81. Aazh H, Moore BC, Prasher D. The accuracy of matching target insertion gains with open-fit hearing aids. 2012.
 82. Manchaiah V, Vinay, Thammaiah S. Psychometric properties of the Kannada version of the International Outcome Inventory for Hearing Aids(IOI-HA). *International Journal of Audiology*. 2021:1-7.
 83. Cox RM, Alexander GC. The International Outcome Inventory for Hearing Aids(IOI-HA): psychometric properties of the English version: El Inventario Internacional de Resultados para Auxiliares Auditivos(IOI-HA): propiedades psicometricas de la version en ingles. *International journal of audiology*. 2002;41(1):30-5.
 84. Pienaar E, Stearn NA, Swanepoel DW. Self-reported outcomes of aural rehabilitation for adult hearing aid users in a South African context. 2010.
 85. Desjardins JL, Doherty KA. Do Experienced Hearing Aid Users Know How to Use Their Hearing AIDS Correctly? *American journal of audiology*. 2009;18(1):69-76.
 86. Doherty KA, Desjardins JL. The practical hearing aids skills test—revised. 2012.
 87. Campos PD, Bozza A, Ferrari DV, editors. *Hearing aid handling skills: relationship with satisfaction and benefit*. CoDAS; 2014: SciELO Brasil.
 88. Alicea CC, Doherty KA. Targeted Re-Instruction for Hearing Aid Use and Care Skills. *American Journal of Audiology*. 2021:1-12.
 89. McMullan A, Kelly-Campbell RJ, Wise K. Improving hearing aid self-efficacy and utility through revising a hearing aid user guide: A pilot study. *American journal of audiology*. 2018;27(1):45-56.
 90. Newall J, Biddulph R, Ramos H, Kwok C. Hearing aid or “band aid”? Evaluating large scale hearing aid donation programmes in the Philippines. *International journal of audiology*. 2019;58(12):879-88.
 91. Clark JL. Should Humanitarian Hearing Healthcare Providers Be Concerned about Ethical Practices? Part One: Need for Continued Engagement. *The Hearing Journal*. 2013;66(5).



麦考瑞大学思想活跃，名师聚集，致力于为社区和地球创造更光明的未来。

激发无限灵感

麦考瑞大学地理位置优越，位于澳大利亚最大高科技园区腹地，园区高速成长，预计在未来20年内规模将翻倍，成为全澳大利亚第四大中央商务区。

我们的校园占地126公顷，拥有开放的绿色空间，社区成员徜徉其中能够激发自由思考和成长。我们坐拥优质的设施和便捷的交通。校内火车站直通悉尼市中心与各个区域。

杰出成就闻名

我们跻身世界大学排名顶尖的前2%，并被QS评为五星级大学，我们以培养出最抢手的专业人才而闻名于世。

傲人探索传统

全球知名的研究人员为我们创下众多令人称羡的研究成果，他们为具有全球影响力的议题提出了大胆的解决方案，造福全球人类的生活。

培育成功校友

我们开创性教学方法的基础是培养相互连结的学习社区：我们将学生视为合作伙伴，并伙同学生联手共建其学习经历。

获取更多信息

澳大利亚新南威尔士州麦考瑞大学(邮编：2109)

电话：+61(2) 9850 7111

网站：mq.edu.au

澳大利亚公司号(ABN) 90 952 801 237

联邦政府招收海外学生院校及课程注册登记院校(CRICOS)00002J