
音乐训练经验对言语行为及大脑功能和结构的影响 研究获进展

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/14274.html>

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

凡音之起，由人心生也。人心之动，物使之然也。感于物而动，放于声。声相应，放生变，变成方，谓之音。比音而乐之，及于戚羽翟，谓之乐。——《礼乐·乐记》

音乐和语言是承载着人类喜怒哀乐的符号系统。二者均依托于变化的、有序的声音信号形成乐音或言语来实现信息交流。音乐和言语的感知和产出依赖于人类完备的听觉系统、发声器官及运动系统相应的肌肉群间协同运动。此外，聆听或演奏音乐，倾听或表达言语均需要记忆、选择性注意等认知功能。二者在声学、感知觉和认知层面的相似性使得音乐和言语的感知和产出共享一些基本的神经环路和加工机制。

研究表明，音乐训练经验可以塑造大脑结构与功能，并影响着人类的言语技能，但科研人员对从音乐技能到言语技能的“迁移效应”及其神经机制的了解尚不充分。中国科学院心理研究所行为科学院重点实验室研究员杜忆研究组近期开展的两项研究为回答音乐训练经验如何影响言语知觉加工及相应的大脑功能和结构提供了启示。

研究一：

言语感知和理解能力下降是老年人普遍遇到的慢性健康问题之一。老年人的“听不清”源于诸多方面，包括外周听力下降（主要表现为高频损失），中枢听觉系统对于声音的编码能力下降，以及听觉认知能力衰退，如听觉工作记忆和选择性注意等。虽然大量研究发现，音乐训练经验能够增强年轻人的听觉加工、听觉认知以及嘈杂环境下的言语知觉能力。但是，尚无研究直接考察不同音乐训练经验能否延缓老年人噪音背景下言语感知能力的衰退，及其与听觉认知能力之间的关系。

杜忆研究组近期开展的行为实验证实，无论是唱歌还是弹琴，音乐训练经验可以有效延缓老年人在噪音背景下言语感知能力的衰退，并且听觉工作记忆在音乐经验对抗老化的过程中扮演了重要的中介作用。

该研究招募了29名老年非音乐家、48名老年音乐家（24名器乐家和24名声乐家）、24名年轻非音乐家以及48名年轻音乐家（16名弦乐家、16名钢琴家、16名打击乐家）进行噪音下言语识别测试。老年音乐家均在20岁前开始学习音乐，具备20年以上的音乐训练经历，并且在近三年依然保持练习（每周>1小时）；年轻音乐家均在8岁前开始学习音乐，具备10年以上连续的音乐训练经历。所有被试均具有正常的外周听力，各组老年人及组内年轻人都各自平衡了人口学变量（性别、

年龄、教育程度)、一般性认知能力和执行控制能力。

研究发现,音乐训练经验并没有在句子水平上使年轻人的噪音下言语感知能力更好,但在老年人群中,老年音乐家的噪音下言语感知能力显著地比老年非音乐家更好,并且在大部分条件下不逊于年轻人(图1)。虽然在训练总时长上老年声乐家组显著短于老年器乐家组近十年的时间,但两组人的噪音下言语识别成绩并无显著差异(图2),提示声乐训练对老年人而言可能产生更有效的言语加工“迁移效应”。此外,听觉工作记忆能力(比如听完之后正确复述一串数字)也呈现了类似模式,老年音乐家的听觉工作记忆好于老年非音乐家,仅略逊于年轻人。路径分析结果表明,听觉工作记忆在噪音下言语感知能力的老化下降和受音乐训练经验的促进过程中起显著的中介作用(图3),即老年人在噪音下言语感知能力的下降与其听觉工作记忆容量的下降有关,而音乐训练经验可通过保持老年人的听觉工作记忆容量从而对抗其在不利听音条件下的言语知觉能力衰退。

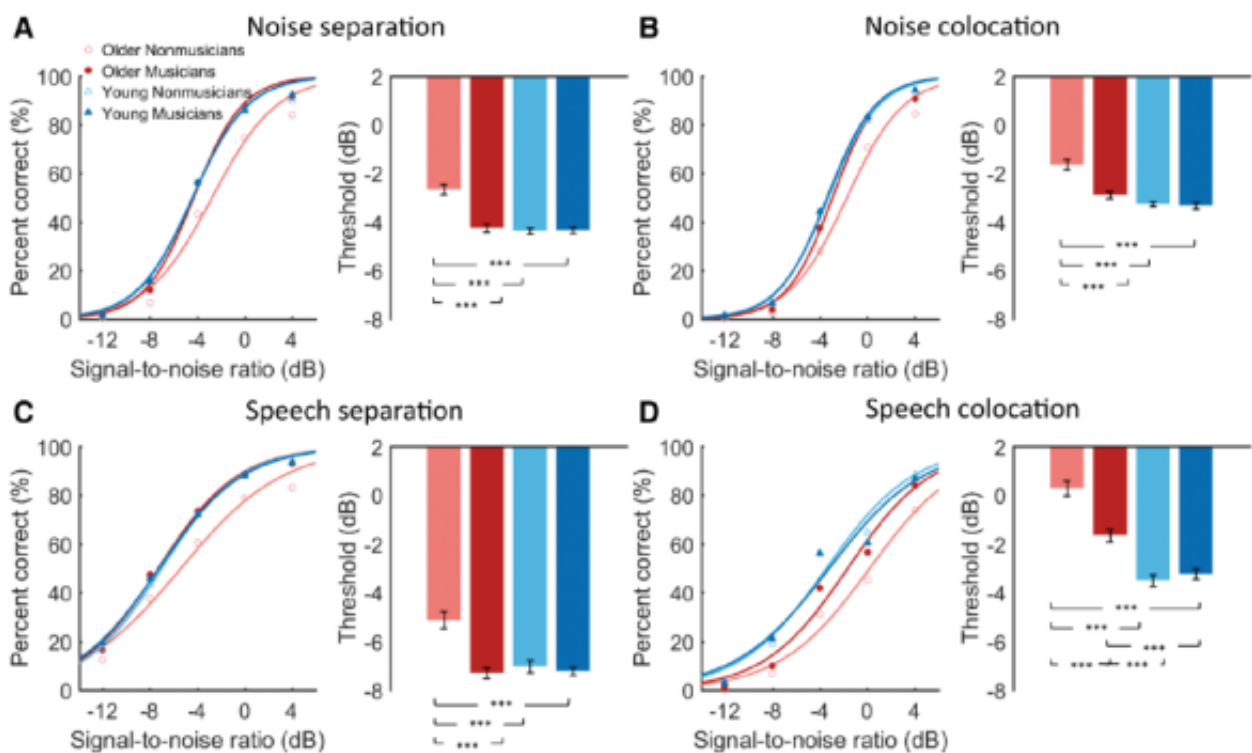


图1.老年非音乐家、老年音乐家、年轻非音乐家和年轻音乐家组在各掩蔽类型和语噪空间关系条件下的噪音下言语识别成绩:(A)语谱噪音语噪分离;(B)语谱噪音语噪重叠;(C)语音噪音语噪分离;(D)语音噪音语噪重叠。* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

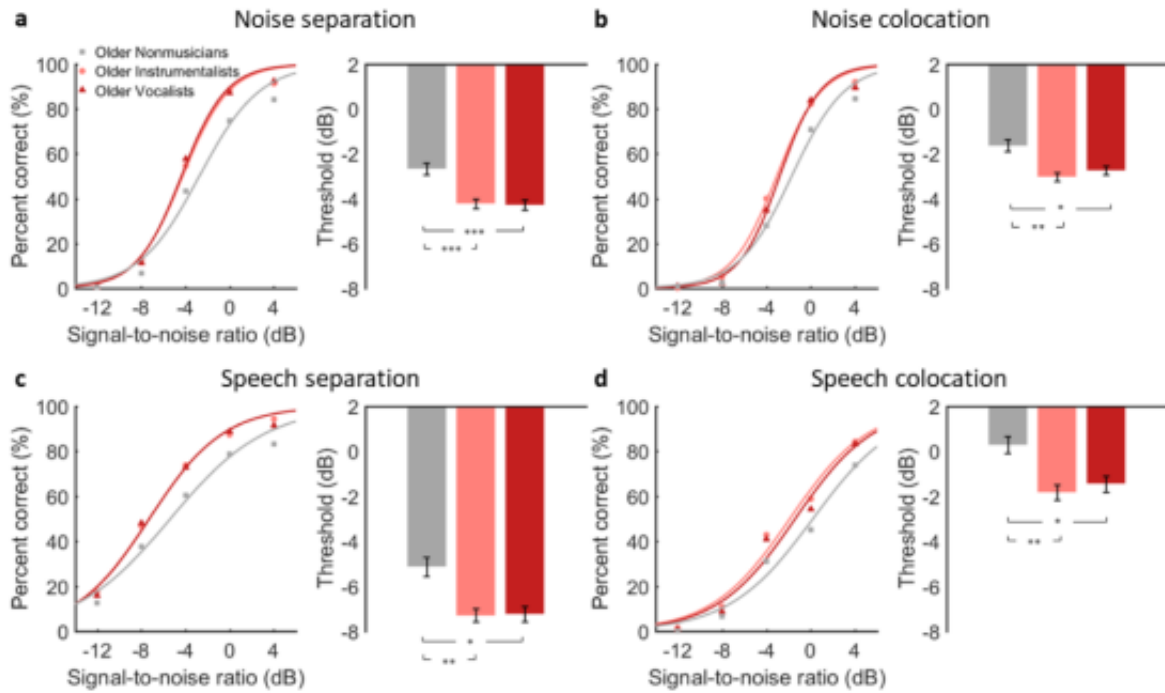


图2.老年非音乐家、老年器乐家和老年声乐家在各掩蔽类型和语噪空间关系条件下的噪音下言语识别成绩：(A) 语谱噪音语噪分离；(B) 语谱噪音语噪重叠；(C) 语音噪音语噪分离；(D) 语音噪音语噪重叠。* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

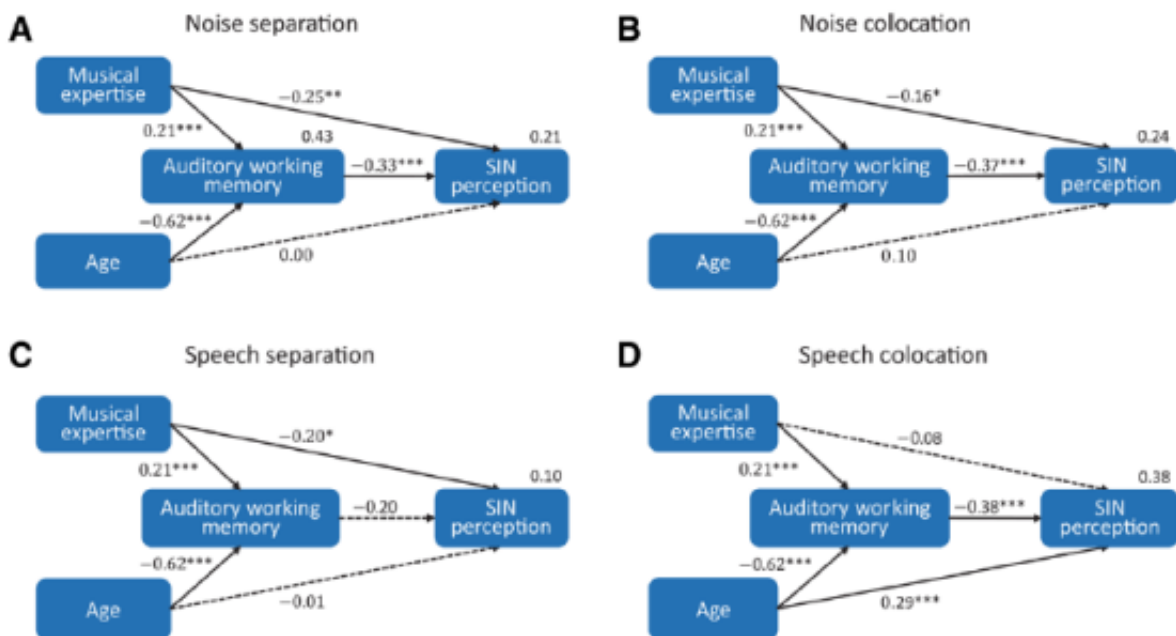


图3.路径分析模型结果。虚线表示不显著路径，实线表示显著路径。* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

该研究揭示出音乐训练经验延缓和抵抗言语感知能力老化的认知机制，为设计和开展音乐训练方案干预和改善老年人的言语加工能力提供了理论基础。相关研究成果发表在[Ear and Hearing](#)上。研究工作得到国家自然科学基金和中科院战略性先导科技专项的支持。

研究二：

连接额-顶-颞叶的弓形束（arcuate fasciculus, AF）被认为是语言加工脑双通路模型中背侧通路与听觉运动整合相关的核心白质纤维束。已有研究表明，音乐训练经验可加强言语刺激的听觉编码、运动编码和听觉-运动系统间的信息整合来提高人们在噪音背景下的言语感知能力（Du Zatorre, 2017）。然而，音乐训练经验是否可以通过引发听觉-运动神经环路的白质纤维（即弓形束）结构变化来影响噪音背景下言语感知能力尚不清楚。

科研人员采用磁共振弥散张量成像技术，从弓形束纤维连通性，半球偏侧化，以及长时程白质微结构变化、即时血液动力学变化与行为成绩的关系三个方面揭示出音乐训练经验对弓形束的可塑性调节及其对噪音背景下言语感知的贡献机制。音乐训练经验增强了右侧弓形束直接通路（dAF）和左侧弓形束间接通路的前支（aAF）的连通性，加强了间接通路弓形束后支（pAF）的左偏侧化程度，并且这些改变与音乐家在噪音下言语感知能力的增强有关。此外，该研究首次证实了这种跨领域的“转移效应”在大脑结构、功能和行为改变间的因果关系：音乐训练经验所伴随的右侧弓形束直接通路的结构改变是通过右侧听皮层任务态下的神经活动强度作为中介变量来调控噪音下言语感知能力。

该研究招募了15名年轻音乐家（训练起始年龄 7岁，训练总时长>10年，每周训练时间>3小时）和15名年轻非音乐家，两组被试的人口学变量（性别、年龄、教育程度），基本的听觉能力和认知能力（听觉工作记忆广度和非言语IQ）进行了匹配。被试在磁共振成像仪中完成不同噪音强度下的音节辨别任务，并采集被试的功能和弥散张量成像。采用确定性纤维束追踪方法获取连接额叶运动皮层（包含布洛卡区和腹侧前运动皮层）和听觉皮层（包含后侧颞上回和颞中回）的弓形束直接通路（dAF），以及由顶叶皮层（包含角回和缘上回）连接听觉和运动区域的间接通路中的弓形束前支（aAF）和后支（pAF）（图4）。各向异性系数（FA）、轴向扩散系数（AD）和纵向扩散系数（RD）同时被分析用于更好地理解由神经元轴突萌发、修剪或重新连接引发的白质纤维束性质的改变，如神经元髓鞘化程度。

结果表明，相对于非音乐家，音乐家的右侧dAF具有更高的FA值，左侧aAF具有更低的RD值以及pAF更左偏侧化，并且在音乐家和非音乐家中这些指标均可以预测其在噪音背景下的音节识别能力（图5）。中介变量分析表明，音乐家和非音乐家右侧听皮层在任务态下的血氧水平变化可以作为中介变量调控右侧dAF的FA值与噪音下言语感知能力间的相关关系（图6）。该研究提示，音乐演奏或歌唱经验通过影响听觉-运动神经环路的白质结构基础来促进对言语信息的编码和整合能力。这种跨领域的“迁移效应”促使我们更加深刻地了解大脑结构、功能和行为改变间的关系，对改善老年群体以及听力损失和言语障碍人群的言语感知能力具有重要的理论意义。

相关研究成果发表在[Cerebral Cortex](#)

上。研究工作得到国家自然科学基金、中科院战略性先导科技专项和加拿大健康研究院基金的支持。

图4.双侧弓形束直接通路 (dAF)、前支 (aAF) 和后支 (pAF) 的拓扑结构和概率图谱

图5. (A) 弓形束各分支组间比较结果及其与噪音背景下言语感知成绩间的相关关系。(B) 弓形束各分支偏侧化指标的组间比较结果。(C) 后侧弓形束的偏侧化程度与噪音背景下言语感知能力的相关关系。*置换检验后的FDR校正 $p < 0.05$

图6.中介分析模型结果：右侧弓形束直接通路的FA值通过调节右侧听皮层的血氧水平变化影响噪音背景下言语感知能力。* $p < 0.05$ ，** $p < 0.01$

研究团队单位：心理研究所

更多 科学进展 请访问 <https://www.iikx.com/news/progress/>

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，[爱科学iikx.com](http://www.iikx.com)转发