



不管是什么年纪,如果能尽快开始学习一门乐器,甚至开始唱歌,可能都会让大脑衰老得更慢。所以我们鼓励中老年朋友学习一门乐器或声乐,什么时候开始都不算晚。一些研究表明,从未学过音乐的老年人在接受短期音乐训练后,言语加工能力也有一定的提高。

杜忆
中国科学院心理研究所研究员

长期音乐训练可增强老年人言语感知能力 延缓脑衰老,音乐有妙招

◎实习记者 沈唯

大脑是人体中最先开始衰老的器官之一,大脑的老化常常伴随着多种认知障碍,其中听力下降对老年人的生活质量有较为明显的影响。过往研究发现,老年人在噪声环境下的言语感知能力会普遍下降。在嘈杂环境中,老年人听不清楚他人的话,这不仅会影响老年人的社交和情绪,甚至还可能导致痴呆早发。

积极的生活方式有益于延缓这种情况的发生。已有研究认为,音乐训练可以有效增强老年人在嘈杂环境下的言语感知能力,这表明音乐训练在对抗老化方面有潜在作用。

日前,中国科学院心理研究所杜忆研究员团队开展了一项功能磁共振研究,首次证实了老年音乐家能采用功能保持和功能代偿两种相互依赖的机制,来延缓其在噪声环境下视听言语感知的老化,证明长期音乐训练可增强老年人的言语感知能力。4月26日,相关成果论文以封面论文的形式发表在《科学进展》上。

噪声环境下言语感知过程复杂

“从脑科学的角度来看,在正常的衰老过程中,我们大脑的结构和功能都会随着年龄增大而发生一系列改变。”杜忆解释,从整体结构上看,大脑的老化主要表现为大脑体积下降。在大脑的不同区域中,额叶和顶叶脑区往往是最先开始萎缩的,并且比颞叶和枕叶萎缩的程度更高。而在功能方面,老年人在进行认知加工时,额叶和枕叶的感知觉区域神经活动下降,需要利用更多的额叶、顶叶脑区和对侧半球脑区来进行代偿性加工。

噪声环境下的言语感知过程不仅仅有听觉系统参与其中,还涉及多感觉通道和多认知能力的复杂认知过程。杜忆表示,在噪声环境下,老年人的言语感知能力普遍下降是多种因素共同造成的结果。首先是由于老年人的外周听力水平下降,其次是大脑结构和功能的退化使得老年人的听觉中枢对声音的编码能力显著下降。此外,一些支持噪声下言语加工的高级认知能力也会随着老化而显著下降,如听觉工作记忆能力、选择性注意力等。

2016年,杜忆团队发表在《自然·通讯》的一篇文章称,尽管老年人的感知觉加工能力下降,但他们会更多地调用一些额外的脑区,特别是跟发音相关的言语运动脑区,以此来主动预测别人下一步要说什么。“这种主动的、自上而下的预测,可以帮助老年人更好地对抗自身感知觉的下降,同时帮助他们在复杂的环境中更好地理解对方的言语。”杜忆表示。

2017年,该研究团队发表在《美国科学院院刊》的一篇研究论文显示,年轻人特别是年轻音乐家,更擅长在复

杂环境中进行言语理解。研究表明,年轻音乐家具有更强的感知运动整合能力,他们不仅依赖听,也依赖预测、补偿发音运动以及跨模态的信息整合,帮助自身在复杂环境中进行言语理解。

综合两项研究结论,团队开始探究老年人经过系统的音乐训练后,是否也能够提升跨模态的信息整合能力,并帮助他们在复杂环境中进行言语理解。杜忆团队在2021年发表的论文中首次揭示,接受过长期音乐训练的老年音乐家在噪声下的言语加工能力比老年非音乐家更好。“此次的最新研究是我们过往结论的延续,在证明噪声下老年音乐家比老年非音乐家有更好的言语感知能力以后,我们继续考察其背后的神经机制。”杜忆说。

两种功能机制共同对抗 大脑老化

此项研究共招募了三组被试,分别是接受了长期音乐训练的老年音乐家、普通老年人以及作为对照组的普通年轻人,来探究音乐训练如何影响老化的进程。该论文第一作者、中国科学院心理研究所博士研究生张磊表示,这项研究的难点之一就在于招募被试。

“研究要求老年音乐家在最近3年内保持每周至少训练1个小时的频率,至少有30年的连续音乐训练经历,且要在20岁之前就开始音乐训练。此外,他们还要通过一系列基本听觉与认知能力筛查,身体要进行磁共振扫描等。因此,符合研究人组条件的老年音乐家比较稀缺。”张磊说。通过分析大脑活动,研究团队发现老年音乐家采用两种机制来对抗大脑老化,分别是功能保持和功能代偿。功能保持具体表现为老年非音乐家在双侧感觉运动脑区对音节的表征能力显著弱于年轻人,而老年音乐家在感觉运动脑区能够很好地表征这些音节,且表征能力不亚于年轻人。

在考量被试对音节的表征能力时,研究团队采用了一种常用的技术手段,即采用多体素模式分析结合机器学习的方法,训练音节分类器,通过输入神经活动模式来预测被试听到的音节是什么,这样的预测正确率能够体现大脑区域对于音节的神经表征能力。“我们在研究中发现,普通老年人在加工言语时,双侧感觉运动脑区对音节的差异性神经表征能力显著下降,但是我们在老年音乐家身上没有发现这样的退化。”张磊补充道。

相较于老年非音乐家,老年音乐家在感觉运动脑区的神经激活模式更像年轻人,且最近3年音乐训练强度越大,其神经激活模式越像年轻人,在噪声环境下对音节的区分能力就越好。这证明老年音乐家采用感觉运动脑区功能保持的机制对抗老化。

在功能代偿方面,老年音乐家能够比老年非音乐家更好地征用参与多种任务的额顶区域,以及更好地抑制与当前任务无关的默认网络区域来抗干扰。大脑的额顶区域与持续性注意、工作记忆等高级认知功能相关,默认

网络区域则是与额顶区域相反的脑网络。在执行外部任务时,额顶网络会被激活,而默认网络在执行外部任务时会处于去激活状态,即活动幅度小于基线水平。

“对默认网络的抑制越强,对音节的识别就越好。我们的研究发现,老年音乐家比老年非音乐家的额顶脑区激活更强,同时默认网络脑区的去激活更强,这代表他们更好地利用了这些高级脑区以代偿行为成绩。”张磊表示。

音乐训练保护认知功能 前景广阔

杜忆认为,这项新研究的不同之处在于,能在大脑的机制上同时发现功能的保持和代偿这两种相互支撑的认知神经机制,并从机制的层面回答为什么老年音乐家在行为成绩上有更好的表现。

“我们发现,在老年人中,额顶区域和默认网络的神经活动强度,与感觉运动脑区神经激活模式的年轻化程度有显著的相关性。”杜忆和研究团队据此推测,老年音乐家在额顶区域和默认网络额外的激活与抑制,共同体现了他们能更好地注意和加工外部刺激,以支持感觉运动脑区等关键脑区更年轻化的言语表征水平,这表明大脑的功能代偿与功能保持是相互支撑的。而这两种机制具体是如何相互作用的,则是值得进一步探索的研究方向。

在音乐训练过程中,音乐家们需要高强度地整合多感觉和运动信息。老年音乐家们在感觉运动脑区、言语运动脑区具有言语加工优势,说明长期训练带来的音乐加工优势也迁移到了言语加工上,这为今后对抗言语老化、保护大脑功能、实现健康老龄化等训练策略的制定提供了重要启示。“音乐训练是一种令人愉悦且容易推广的训练策略,我们也可以尝试应用其他涉及多感觉运动整合功能的训练方式。”杜忆表示。

相比花费时间和精力学习演奏乐器,人们更期待单纯地聆听音乐就能达到效果。遗憾的是,杜忆表示,目前已有的研究结果暂时无法得出这个结论。

“不管是什么年纪,如果能尽快开始学习一门乐器,甚至开始唱歌,可能都会让大脑衰老得更慢。所以我们鼓励中老年朋友学习一门乐器或声乐,什么时候开始都不算晚。”杜忆说。一些研究表明,从未学过音乐的老年人在接受短期音乐训练后,言语加工能力也有一定的提高。因此,即使没有过多演奏乐器的基础,临时进行音乐训练也可能起作用。

杜忆还介绍,类似“节奏大师”这种训练节奏感的音乐类游戏也能起到一定的效果,这种方法被称为数字疗法,在未来有很好的发展前景。对老年人而言,这种游戏化的训练更加有趣,也更能吸引他们投入其中。此外,研究团队也希望探索音乐训练更多的临床价值,如尝试在治疗阿尔茨海默病等老年人的认知衰退疾病上采用一些音乐疗法,以改善患者的记忆能力和语言能力。

新知

食蟹猴胚胎体外培养模型 揭示灵长类早期神经胚发育特征

科技日报讯(记者陆成宽)灵长类早期神经胚发育的神秘面纱被揭开!利用食蟹猴胚胎体外培养模型,中外科研人员成功揭示灵长类胚胎中晚期原肠运动至早期神经胚发育阶段胚胎的形态、细胞组分、转录组、DNA甲基化和染色质可及性等特征。5月18日,记者获悉相关研究成果论文日前以封面文章的形式在线发表于《细胞》杂志。

出生缺陷是婴儿死亡的首要原因。有数据显示,当前已知的出生缺陷疾病超过8000种,其中神经管畸形是常见的一类出生缺陷。一般而言,出生缺陷的发生与早期胚胎发育异常直接相关。

“研究早期胚胎发育过程,探究其发育机理,将有助于揭示胚胎发育异常的发生机制,提升相关疾病诊疗效率,这是从根源上提高人民健康水平的重要前提。”论文通讯作者、中国科学院动物研究所/北京干细胞与再生医学研究院研究员王红梅强调。

然而,人类早期胚胎极难获取,科学家们无法直接在体探究人类胚胎发育过程和机理。胚胎体外培养技术是可视化研究胚胎发育过程的有效工具。借助人类胚胎体外培养技术,受精后第14天之前的发育事件已被初步揭示。但按照伦理要求,人类胚胎体外研究必须在受精后第14天终止。因此,体外培养的人类胚胎,不能被用于研究胚胎期第14天之后的原肠运动和早期神经胚发育等事件。

“非人灵长类与人类在进化和发育生物学特征上高度相似。因此,搭建非人灵长类胚胎体外培养体系,揭示非人灵长类胚胎发育特征,可以极大地提升我们对包括人类在内的灵长类早期胚胎发育及相关疾病的认识。”王红梅说。

2019年,王红梅团队及国内外同行将食蟹猴胚胎体外培养至受精后第20天,探究了灵长类早期原肠运动特征。在最新的研究中,他们进一步优化培养体系,将胚胎延长培养到第25天,研究了灵长类胚胎中晚期原肠运动至早期神经胚发育阶段特征。

王红梅表示,这项研究为灵长类胚胎体外培养和基于干细胞构建的“类胚胎”的体外培养提供了参考体系,为深入了解人类早期胚胎发育机制以及早期胚胎发育异常相关疾病的病理研究提供了技术平台。

二氧化碳又添新归宿 两步法高效生成乙酸

◎陈刚 刘雪茹 范千 本报记者 吴纯新

二氧化碳能做衣服、制香水,还能做成乐高玩具?科技改变世界的的能力,超乎人们的想象。5月3日,《自然》杂志发表了我国科研团队的一项研究成果论文。该研究实现了以二氧化碳为原料高效制备乙酸,找到了一条乙烷绿色生产的新路径,或将使“零碳”制造的梦想变为现实。

新型催化剂破解难题

上述论文作者之一、武汉理工大学材料科学与工程学院教授麦立强介绍,他所在的团队联合庞元杰教授团队、多伦多大学研究团队的最新研究,利用低品阶的可再生能源,通过二氧化碳催化电解手段,将二氧化碳转化为高附加值的碳基燃料或化学品。

二氧化碳的还原产物比较复杂,在以往的研究中,将二氧化碳还原至一氧化碳较为简单。然而,将二氧化碳还原成乙酸等二氧化碳化合物的关键中间体——一氧化碳入手,攻克了一氧化碳还原至二氧化碳化合物的难题,进而解决了以二氧化碳为原料制备乙酸等二氧化碳化合物的技术难题。

这项成果对可再生能源的转换、存储及缓解气候变暖至关重要。在本项研究中,我国科研团队使用新型铜-银稀合金催化剂,可在高压强反应条件下,利用电能将一氧化碳高效还原为乙酸。其反应最高选择性达91%,已和二氯化碳转为一氧化碳的电还原选择性相仿,实现了可再生能源的转换与存储。

经济技术可行性分析表明,该技术在未来应用前景广阔。这项研究证实了二氧化碳电还原技术在分布式清洁能源存储方面的应用潜力及使用二氧化碳电催化转化技术进行碳基化学品绿色合成的可行性。

多项指标打破世界纪录

乙酸又名醋酸,作为一种重要的有机化工原料,乙酸在制造化纤衣物、香水香氛、塑料加工品等产品中应用广泛。

“以前,人们通常采用化学合成或淀粉发酵法等传统方法生产乙酸,用这些方法,每生产1千克乙酸会排放约1.6千克二氧化碳。”上述论文作者之一、华中科技大学光电信息学院教授庞元杰表示,我国作为世界第一大乙酸生产国,乙酸年产量超800万吨,生产过程中排放的二氧化碳给生态环境带来了巨大压力。

庞元杰说,他所在的团队致力于“零碳”制造——不仅要让生产乙酸的过程不产生二氧化碳,还能消耗二氧化碳制备乙酸,为实现“双碳”目标贡献科技力量。上述研究成果显示,该实验以二氧化碳和水为原料,可生成乙酸这一主要产物,并能连续820小时让乙酸生成率保持在80%以上,在选择性、能量转化效率、稳定性上打破了现有世界纪录。

电催化二氧化碳还原技术是一种极具潜力的清洁能源存储手段。但在电解过程中,如何高选择性、高速地生产单一高附加值产物却是困扰研究团队已久的难题。电解水只可获得氧气和氢气,电解二氧化碳却可获得20余种产物。

“为稳定乙酸的生成率,首先要解决的是反应装置设计与搭建的问题,其次是催化剂的选择。”庞元杰说,利用高压装置和催化剂的创新,团队以电催化二氧化碳还原技术为基础,采用两步法二氧化碳还原途径,稳定住乙酸反应路径的关键中间基团,最终高产率地合成了乙酸。

利用该技术,除了乙酸这类羧酸类化学品,烃类、醇类等重要化学品也有望实现“零碳”制造。二氧化碳得以更广泛地应用在医药、燃料、化工原料的生产过程中。

“未来,我们要让技术走出实验室,在实际的光纤网络中进行测试和试用,不断优化改进技术。”庞元杰说。

我们离“量子直接通信电话”还有多远

◎本报记者 史诗

从狼烟烽火到飞鸽传信,再到如今的电子通信,人类借助科技的力量让通信的距离越来越远。去年,北京量子信息科学研究院、清华大学龙桂鲁教授团队和陆建华教授团队合作,设计和实现了一种相位量子态与时间戳量子态混合编码的量子直接通信新系统,将通信距离刷新至100公里光纤,创下世界纪录。

近日,龙桂鲁团队将100公里光纤中的量子直接通信速率提高到每秒5000比特,并准备从实验室走向真实环境进行测试。他预计,未来3到5年,量子直接通信可能在特殊场合应用,让人们实现拨打“量子直接通信电话”的梦想。

“量子直接通信电话”怎么打

这种“量子直接通信电话”是采用量子直接通信进行的音频通信。“量子直接通信是一种以光的量子态作信息载体的

量子通信形式。窃听会改变量子态,因此能被发现,量子直接通信通过感知窃听的能力,使窃听者听不到来保证信息安全。”龙桂鲁告诉科技日报记者,量子保密和经典保密的原理不同,二者互相补充。

一般情况下,经典通信只确保信息的可靠传输,不负责通信的安全。这时,密码学派上场,采用数学变换把要传输的信息打乱,使窃听者听不懂,进而保证通信的安全。龙桂鲁进一步解释:“而量子直接通信则在可靠通信的基础上,进一步赋能安全特性,形成在噪声和窃听信道下的可靠和安全通信的新模式。也就是说,量子直接通信不仅要可靠地传输信息,而且还要使窃听者无法获得信息,保证信息安全。”

龙桂鲁介绍,去年的100公里量子直接通信,每秒可以传输半个比特,意味着城市之间可以使用量子直接通信发送电报。“现在我们进一步采用了单向传输和掩膜扩容技术,将速率提高到每秒5000比特,这意味着城市间可以打‘量子直接通信电话’了。”龙桂鲁说。

拿起电话、拨通号码、接收方拿起电话,双方就可以通话了。打“量子直接通信电话”似乎跟传统座机电话并无二致。龙桂鲁解释称:“和经典的座机电话不同的是,一旦有窃听,‘量子直接通信电话’就会感知并发出警报,维护人员就可以去检查和消除窃听。”量子直接通信电话“还可以转换线路或者转换到经典一次一密等其他安全模式,继续通话。”

如何组建量子互联网

“有规模地应用‘量子直接通信电话’需要组建网络。”龙桂鲁透露,未来,可以使用量子中继构建量子互联网。

不过,目前可以使用经典密码和经典中继,来构造安全中继量子网络。安全中继是指经典密码保护下的经典中继,把量子直接通信和经典密码结合,用量子直接通信传输经典密码加密后的密文,这样在经典中继节点,信息受到经典密码的保护;在通信链路,信息得到量子的保护,从而为网络提供端对端的安全性。

龙桂鲁说,这个过程就是把信息用经典密码加密成密文,用量子直接通信传输大约100公里,到一个叫作“中继”的地方,把密文从量子信号变成经典信号,再转换成量子信号,用量子直接通信接力传送,这样继续下去,最后送给收信人。

“如果用传输文件来比喻,经典加密就是用暗号写信。”龙桂鲁说,量子直接通信就像一辆带封闭车厢的邮车,经典中继就是信件中转站。用封闭邮车传送暗号写的文件,随后在中转站交给下一辆邮车。“在交接时,人们看到的只是暗号,不是文件内容本身。最后的接收人才能读懂暗号所代表的文件内容。”他说。

龙桂鲁等研究人员已经在实验室初步构建了安全中继的量子直接通信网络,从“一对一”通信发展到了多人“群聊”。今后可以利用经典安全中继网络技术,建设广域的确保端对端安全的安全中继量子网络,支撑多种应用。

“未来,我们要让技术走出实验室,在实际的光纤网络中进行测试和试用,不断优化改进技术。”龙桂鲁说。