

# 狨猴脑竟然藏着人类语言神经起源线索

●本报记者 赵广立

语言是人类独有的高级认知功能,探索其神经机制一直是神经科学领域的难题。近日,中国科学院自动化研究所(以下简称自动化所)研究员樊令仲团队联合桂林电子科技大学副教授程禄祺等国内外合作者,围绕灵长类大脑语言背侧通路的演化机制开展了跨物种比较研究,取得了全新进展。

研究人员在小型灵长类动物狨猴的脑中成功鉴定出与人类高度同源的神经纤维束——弓状束,并证实其连接模式在关键脑区较猕猴更接近人类。这一发现为追溯人类语言能力的神经起源提供了重要线索。相关成果日前发表于美国《国家科学院院刊》。

## 为什么是亲缘关系更远的狨猴

弓状束是大脑中负责连接听觉感知区与运动控制区的核心神经通路,堪称大脑中连接“听”和“说”的信息高速公路。

论文第一作者、自动化所博士生王琦璠介绍,研究团队利用脑影像学与跨物种脑图谱分析技术,系统对比了人类、狨猴、猕猴和黑猩猩的弓状束连接模式。结果显示,灵长类共同祖先早已演化出弓状束的原始雏形。而在后续演化中,人类与狨猴的弓状束均在腹外侧前额叶皮层形成了广泛而密集的连接;相比之下,猕猴在该区域的连接则明显稀疏。

为什么亲缘关系更远的狨猴的弓状束连接反而更接近人类?“语言相关神经架构并非仅由物种亲缘关系决定。”樊令



研究人员在小型灵长类动物狨猴的脑中成功鉴定出与人类高度同源的神经纤维束——弓状束。研究团队供图

仲认为,这很可能源自社会生态与复杂发声交流需求驱动的趋同演化。

据了解,长期以来,黑猩猩、猕猴等灵长类动物被视为研究人类大脑演化的主要模型,其中猕猴属于旧大陆猴,但这类动物缺乏人类婴儿般的社会引导性发声学习能力。而身形小巧的狨猴作为新世界猴的代表,不仅能通过父母的社会反馈学习发声,其复杂的叫声系统也与人类语言的早期形式存在深度相似性。

原来,狨猴种群有着独特的合作育幼模式:家族成员共同抚养幼崽,幼崽在丰富的社会互动中不断获得发声反馈,使它们拥有复杂的发声交流系统。

樊令仲告诉记者,大脑背侧通路作为语言神经通路的核心,其功能如同一个“神经翻译官”,能将听觉接收的声音信息精准转化为运动指令,支撑人类说话、狨猴发声等复杂的听觉运动整合过程。

研究发现,狨猴的弓状束与人类一样,广泛终止于腹外侧前额叶皮层,形成了高效的听觉-运动调控回路。这也解释了为何狨猴在发声控制灵活性上更接

近人类。

## 与最新解剖学证据形成完美呼应

这次研究的一个重要突破在于其发现与最新解剖学证据形成完美呼应。

王琦璠告诉记者,研究证实,狨猴和猕猴的喉运动皮层同时存在于初级运动皮层和腹侧前运动皮层,这一布局与人类高度一致。更重要的是,狨猴的腹侧前运动皮层与人类的布洛卡区在连接图谱上呈现高度同源性,为“灵长类动物在发声控制架构上存在深层共性”提供了直接证据。

“这一发现进一步支撑了‘功能需求驱动神经结构演化’的核心假说。”樊令仲说。

深入探究这种神经相似性的演化机制后,研究团队推测,人类与狨猴共享的“神经晚成性”可能是关键因素。与猕猴相比,人类和狨猴的幼崽出生时大脑尚未发育成熟,这种“发育延迟”赋予了大脑极高的可塑性。结合狨猴独特的合作育幼模式,幼崽在社会互动中获得的发声反馈会持续塑造弓状束的连接模式,最终形成与人类相似的神经通路。

王琦璠说,这一机制在先前的黑猩猩研究中也得到佐证——其弓状束的个体差异与沟通能力强弱直接相关。

研究团队认为,狨猴的复杂发声能力为神经结构的功能适配提供了生动注脚。他们详细梳理了狨猴区别于其他灵长类的发声特性:它们不仅能进行类似

人类对话的“发声交替”,还能根据交流对象身份、距离调整叫声的振幅和时长,更具备通过社会引导实现发声学习的能力。这与人类婴儿的语言发育过程高度相似。

研究人员推测,这些复杂行为对听觉-运动整合的高需求,可能正是弓状束在腹外侧前额叶皮层形成强化连接的演化动力。

值得注意的是,研究团队明确了“相似性”与“独特性”的边界。尽管狨猴与人类的弓状束在额叶连接上高度相似,但人类弓状束向中颞叶和下颞叶的延伸是独有的。

“这一结构差异可能支撑了人类语言特有的语义和词汇检索功能。”王琦璠认为,这一发现既凸显了演化的连续性,也明确了人类语言神经机制的独特创新。

该研究为语言神经机制研究提供了新路径。“未来通过狨猴模型,科学家有望进一步解析语言发育障碍、失语症等疾病的神经机制,为相关疾病的诊断与治疗提供新思路。”樊令仲说,人类语言演化是一个漫长而复杂的过程,狨猴模型就像一把钥匙,帮我们打开了理解这一过程的大门。这项研究再次证明,基于跨物种脑网络图谱的演化比较,能让我们更深刻地认识人类大脑与认知起源。

相关论文信息:

<https://doi.org/10.1073/pnas.2600429123>

## 提升学生体质健康,运动效果远超预期

(上接第7版)

### 建立更为长效促进机制

当前,已有的研究存在以下几方面的局限:一是部分研究为横断面调查,因果推断能力受限。二是横断面调查中存在较多缺失值,可能引入选择偏倚。三是地域覆盖不全,华北、东北、西部地区代表性不足。四是干预周期为随访三学年,尚不足以准确评估干预效果的长期维持性及其对成年期心血管代谢结局的潜在影响。

研究团队认为,未来可考虑的研究方向为:

第一,开展高质量大队列研究。采用实验设计和长期追踪,深入探究身体活动、久坐、睡眠的交互作用及其对健康的因果影响机制。建议建立儿童青少年体质健康大队列,追踪至成年期,评估早期运动干预的长期健康效益。

第二,完善体质健康监测体系。将肌肉力量纳入常规学生体质健康调查,建立中国儿童青少年体能综合

评价常模。推动建立全球儿童青少年体质观测站,统一监测指标和评估标准,为跨国比较和循证决策奠定数据基础。

第三,深化数字化赋能研究。探索人工智能、大数据、可穿戴设备在运动健康促进中的创新应用,构建“产学研”理论闭环,推动运动处方从经验判断向算法决策跃迁。开发基于个体特征的智能运动处方系统,实现真正的个性化干预。

第四,拓展区域覆盖与政策转化研

究。开展跨区域多中心研究,揭示不同社会经济文化背景下干预效果的异质性。探索将有效干预方案转化为可持续的公共政策,研究政策实施的成本效益和实施障碍,推动研究成果向公共卫生实践转化。

第五,探索长效促进机制。从短期干预效果向长期行为维持延伸,研究通过环境设计、政策引导、社会支持等手段培养学生终身体育意识。

(作者单位:国家体育总局体育科学研究所)