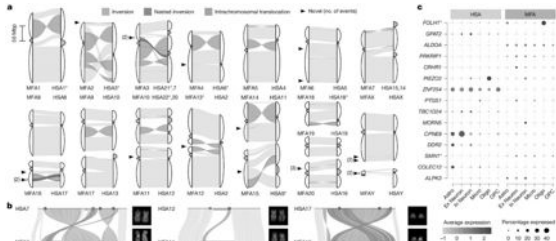


为何人类更独特？

上海科研团队联合解开猕猴属遗传新密码

基因“剪辑师”如何造就不同物种？为何人类更独特？上海交通大学/中国科学院脑智卓越中心团队北京时间2月27日于《nature》发文《Integrated analysis of the complete sequence of a macaque genome》，首次揭秘首个非人灵长类完整参考基因组，联合解开猕猴属遗传新密码。该研究不仅为人类演化医学研究提供了新见解，也为非人灵长类动物在生物医学领域的应用奠定了重要的遗传基础。

青年报记者 刘昕璐 通讯员 曾玉竹



人类和猕猴属的固定大尺度结构变异。

补齐“最后一块拼图”

猕猴属中的食蟹猴(Macaca fascicularis)和恒河猴(Macaca mulatta)是与人类遗传距离最近的非人灵长类实验动物，广泛应用于生物医学和人类演化研究。然而，猕猴属的遗传信息仍存在不完整的问题。

如果把基因组比作一幅巨型拼图，那么传统测序技术就像用零碎的小图块(短片段)拼凑整幅画面——当遇到大面积的重复图案(如着丝粒、片段重复、回文序列等复杂结构)时，这些“拼图块”就难以准确定位，导致基因组图谱出现大量空白。这些空白区域并非“无用角落”，而是可能掌控染色体稳定、基因调控等关键功能的“控制区”。

为攻克这个难题，研究团队

找到了一位“完美模特”——食蟹猴的孤雌生殖干细胞。其基因组的两套遗传信息高度一致，就像复印了两份完全相同的书稿，极大简化了拼图难度。团队利用自主开发的基于特有标记的分型迭代替换局部组装工具，成功解决了现有组装软件未能或错误组装的上百个复杂结构区域，最终构建食蟹猴 T2T 基因组。该基因组达到了百万级的精准度，成为首个非人灵长类完整参考基因组，为深入理解复杂基因组区域提供了重要材料。

人类比猕猴多了一个“备份”

基因组的空间折叠如同精心设计的折纸艺术。染色体的倒位、易位等大尺度结构变异会重塑三维折叠模式，进而影响基因的“开关”状态。尽管这些变

异被认为是物种演化的驱动力，但人类与猕猴等近亲灵长类间的复杂结构变异图谱及其功能影响，长期以来缺乏系统性证据。

研究发现，人类与猕猴之间有93处关键结构差异，其中21处是首次发现。例如，控制大脑谷氨酸代谢的FOLH1基因，人类比猕猴多了一个“备份”。但有趣的是，原始拷贝基因在人类大脑中几乎“静音”——因为进化过程中丢失了启动它的“开关按钮”，而另一个新产生的备份基因却因为基因组“折纸”结构的变化导致了不同的细胞表达类型改变。

这种差异可能影响了人类神经系统的独特功能，甚至与智力障碍等疾病相关。这一研究为结构变异在演化过程中如何

影响细胞类型特异性表达模式提供了新的见解，特别是在阐明谱系特异性表型的形成及人类疾病的发生机制解析上具有重要的科学意义。

基因“剪辑师”造就不同物种

食蟹猴和恒河猴这对“表兄弟”虽然同属猕猴家族，但在外貌、行为习惯甚至对疾病抵抗力上都存在明显区别。科学家长期困惑于这些差异的遗传根源，而这一谜题也直接影响着它们在医学实验中的应用价值。近年来，基因表达的“剪辑师”——RNA剪接机制成为了破解谜题的关键线索。

研究团队精确解析了猕猴属的转录本剪接差异，共鉴定出110个种间差异的外显子跳过事件。最引人注目的是PNPO基因

的5号外显子：食蟹猴的所有组织中都存在这段基因的“选择性跳过”现象，而恒河猴中则未见此现象。进一步研究发现，食蟹猴的5号外显子区域内存在一个特殊的C→A碱基变异，这种变异可能形成了新的典型剪接受体位点，就像在电影胶片上贴了一个“此处可剪”的标记。

为验证这种基因剪辑对生理功能的影响，研究人员利用生物化学和分子生物学手段提示5号外显子缺失可能影响蛋白质稳定性或翻译效率。这种微小的代谢差异可能在进化过程中逐渐累积，最终形成了两个物种的生理分化。该发现为选择更精准的动物实验模型提供了分子层面的指导，特别是在涉及维生素代谢或神经系统药物的研发中具有重要意义。

早春的小确幸是青团给的！ 年轻范的春日顶流 你最爱哪一味？

虽然距离清明节气尚早，今年南京路已提前上演“青团大战”。这场跨越百年的“春日限定狂欢”今年格外热闹。记者实地探访发现，杏花楼、沈大成、新雅三大老字号不约而同将上新时间表提前，在年轻消费诉求的刺激之下，2025年的青团江湖正上演传统与创新的碰撞。

青年报记者 冷梅

2016年杏花楼在上海首创了“蛋黄肉松青团”，重量按照80克的轻量化克重和年轻人喜欢的口感，该风味青团“出道即成巅峰”。在杏花楼

位于福州路的总店，通过“明厨亮灶”，消费者可以对网红“蛋黄肉松青团”的制作过程一目了然，做到现售现制。软糯的口感，藏着独家秘方，就



80后师傅带着00后徒弟做青团。



市民排队购买青团。

青年报记者 施剑平 摄

连肉松也要融合多款不同质地的肉松品种，可谓招招都是细节。

记者了解到，青团的制作工艺也在杏花楼制作团队内部实现了“老带新”的传承，80后师傅已经带起了00后徒弟。杏花楼总店厨房徐师傅感慨道：“对80后师傅来说，当年也是师傅一代一代传下来的，从最初的基本功开始学习，核心在于麦青汁、糯米的配比，我们青团的皮子更加软糯，其比例配方都是师傅一代代通过经验手把手传下来的。过程中，不光是学习制作工艺，更要传承文化内涵，深挖创新精神。”

在南京路步行街上，位于中段的沈大成更是人流如织，很难想象，即便在工作日午

后，这里四五条队伍形成的排队人流，几乎把整个街面占满。记者发现，这里头的年轻人络绎不绝，有很多是“自来水”。00后消费者小张在上海工作，当天她和男性朋友相约而来。她告诉青年报记者：“我是吉林人，平时比较喜欢吃咸口的青团。每次路过南京路，都会忍不住排队买几只吃吃。咸和甜都会买。我最喜欢的口味是双酿团和蛋黄肉松青团。”

沈大成排队的人流中，记者还遇到两位貌美的韩国小姐姐，她们也是禁不住诱惑，加入排队大军，尝试一下中国的传统青团。

在靠近西藏路一段的新雅粤菜馆，大师手作青团已经开始发售。销售窗口的工作人员

告诉记者，从2月中旬开始，大师手作青团已陆续上新。马兰头、新雅细沙、陈皮豆沙、芝士芋泥、腌笃鲜、咸蛋黄肉松、荠菜虾肉、纯蟹粉青团，这家的招牌品种更加多元，甜咸适口。

一些拿不定主意的消费者会按图索骥，锁定腌笃鲜、新雅细沙、咸蛋黄肉松这几款荣获“上海优质青团”的招牌款。这里排队的年轻人也不少，在附近写字楼上班的陈小姐告诉记者，自己买了四只咸甜搭配，重要的是每个品种都想尝一尝鲜，不妨多试几个口味。今年的青团大战才刚刚开始，当南京路的霓虹灯点亮老字号门头，正在让中国传统味道回归年轻人的舌尖，回归年轻人的心头。