

照照镜子就变“和善” 大蚁蛛为动物社会性研究提供新思路

◎本报记者 赵汉斌

三年多前,中国科学院西双版纳热带植物园(以下简称中科院西双版纳热带植物园)的研究团队首次发现了哺乳动物之外能通过哺乳养育后代的无脊椎动物——大蚁蛛,为无脊椎动物中存在全面的超长亲代抚育提供了证据。

大蚁蛛接近永久社会性

当你在南方野外爬山或是在树林散步时,可能会遇到一种奇怪的“蚂蚁”,它们一般呈黑色,有成年人的指甲那么大。

其实它们并不是蚂蚁,而是模拟蚂蚁的蜘蛛——蚁蛛。广义的蚁蛛属是跳蛛科中物种最多的属之一,它们不仅在形态上,而且在行为上也极像蚂蚁。其中,大蚁蛛广泛分布于东亚、东南亚热带和亚热带地区,模式产地在我国台湾。

与其他蚁蛛“亲戚”相似,大蚁蛛的拟态,是为了避免被喜捕食蜘蛛的天敌盯上。中科院西双版纳热带植物园研究员陈占起告诉记者,蚂蚁有蚁酸,吃起来“口感”也不好,而且还有很强的集群攻击能力,因此很多捕食者如鸟类和捕食性昆虫等天敌都敬而远之。

而大蚁蛛之所以在一众蚁蛛中脱颖而出,成为蜘蛛界“明星”,是因为其哺乳行为。哺乳历来被认为是哺乳动物独有的行为,尽管有一些类群的动物,例如鸟类和蟑螂也提供“乳汁”喂养后代,但是无论是从行为模式上、持续时间上还是功能上都与真正哺乳动物的哺乳相差甚远。

2018年11月30日,国际期刊《科学》在线发表了西双版纳热带植物园陈占起、权锐昌共同领衔的研究成果,首次发现并证实了蚁蛛属中的大蚁蛛也具有“哺乳行为”,这是世界上首次发现哺乳动物之外有用母乳养育后代的动物。

攻击性与社会性相关

对同类保持较低的攻击性,是社会性动物维持群居生活的必要条件。

“一个物种对同类的攻击性强弱与其社会性程度密切相关。永久社会性物种通常不对同类表现出攻击行为,而非社会性或社会性程度较低的物种,则通常具备很强的争斗行为。”董冰说。

亚社会性生物和家庭成员保持紧密的互动关系,有的物种甚至演化出识别亲属的能力,进而经常区别对待亲属和非亲属成员。

大蚁蛛与母亲、兄弟姊妹相处时,几乎不表现争斗行为,但有些个体相遇时又会狠狠地干一

近日,这个团队进一步研究发现,大蚁蛛的攻击性具有很强的可塑性。给大蚁蛛照镜子,可降低其攻击性。而大量的实验证明这与大蚁蛛的社会性有关。

动物的社会性由哪些因素决定?可塑的攻击性对研究动物社会性来说具有哪些意义?这种能够哺乳的蜘蛛又能在此类研究中起到什么作用?一系列的问题,引得人们去探究。

“幼蛛断奶后并不会离开母亲,而会继续回巢生活,甚至成年之后的雌蛛后代仍继续生活在同一巢穴。但是当雌蛛后代成年后,母亲和姐妹们就会将成年的雄性驱赶离巢。”陈占起介绍。

“这种行为曾被认为仅存在于寿命较长的高等社会性脊椎动物类群中,例如灵长类的人和长鼻类的大象。”陈占起说,这种以家庭成员为群居单位永久群居、个体之间合作抚育,从出生到死亡都待在群体中相互依存的表现,是从亚社会性演化过来的一种永久社会。

发现大蚁蛛会哺乳后,研究团队从其亚社会性属性入手,开启了新的研究。

“我们主要根据群居能够持续的时间来判断大蚁蛛的社会程度。”论文第一作者、中科院西双版纳热带植物园节肢动物行为与生态研究组研究生董冰告诉记者,一方面,雌性大蚁蛛后代在成年之后还会和母亲同居,这超过了大部分的亚社会性生物,所以说接近永久社会性。但另一方面,大蚁蛛的群居不是永久的,而且没有合作抚育,所以也不能算作永久社会性。

“大蚁蛛没有社会分工,这是亚社会性一种很典型的模式,它每一个个体都可以繁殖、做巢,可以自己捕食,这与蜜蜂、蚂蚁或白蚁等分工明确,部分个体丧失繁殖能力的真社会性物种有很大不同。”陈占起强调。

架。那么大蚁蛛的这种争斗行为是只针对非家庭成员,还是群居状态下较弱、而单独生活时较强呢?为了探寻动物社会性的演化,科学家们展开了持续性的观察研究。

“为了探究这种争斗行为差异的产生原因,我们开展实验,验证了多层假说。”董冰介绍,他们先按照是否有母子或姊妹直接亲缘关系,是否处于群居状态将大蚁蛛两两配对,观察它们的争斗行为。实验结果表明,这种争斗与亲属关系无关,而与群居条件密切相关。群居条件下的大蚁蛛争斗行为弱于独居的大蚁蛛。处于群居状态

一个物种对同类的攻击性强弱与其社会性程度密切相关。永久社会性物种通常不对同类表现出攻击行为,而非社会性或社会性程度较低的物种,则通常具备很强的争斗行为。

人类的身体能够对称,这种力功不可没

◎二七

在大约5.5亿年前的一片浅水中,一条夷陵虫正在水底蠕动。尽管它的长相与人类,乃至我们熟悉的许多动物绝无相似之处,但这位5.5亿年前的生命先驱已经拥有了现代绝大多数动物的共同特征——两侧对称。

以脊椎动物为例,无论拥有的是四肢、鳍还是翅膀,它们都整齐地排列在躯干两侧,而且大小、位置和形状都基本相同。长期以来,我们对身体外形的两侧对称习以为常,这样的特性甚至可能在潜移默化中成为了我们审美的重要标准。然而这样广泛存在于动物间的基本结构,实际上是胚胎形成和发育过程中一系列复杂过程的结果。最近,发表于《自然》的一项研究发现,我们拥有对称的身体外形,不仅是由基因等生物分子导致的,机械力也发挥着重要的作用。

一生中真正重要的时刻

在生命最初的重要阶段,胚胎就像一个圆球的,由许多细胞组成。不用说两侧对称了,连头尾和背腹都分不出来。但很快,随着胚胎内的细胞流动,胚胎内逐渐形成了不同的胚层,也出现了头尾和背腹的区别。这个阶段被称为原肠胚时期。

关于原肠胚形成,英国发育生物学家刘易

斯·沃尔珀特曾有一句广为流传的名言:“你一生中真正最重要的时刻,不是出生,不是结婚,也不是死亡,而是原肠胚形成。”同样,我们两侧对称的外形也是在这个时期奠定了基础。

在原肠胚后期,胚胎开始伸长,在背部形成神经管。神经管和下方的脊索共同构成了我们的“中轴线”——这就是我们身体的对称线。就在神经管的两侧,对称分布着两条被称为“准体节中胚层”(PSM)的组织。随着胚胎的发育,从胚胎靠近头部的位开始,左右两侧的PSM中的细胞会同时开始聚集成团,当这两个细胞团完全成型、脱离PSM后,一对体节就形成了。

一直以来,体节被认为是脊椎动物两侧对称的基础。当前一对体节形成后,下一组细胞又会在相邻位置聚集成团,形成下一对体节。如此周而复始,体节就按从头到尾的方向,一对接一对地形成。学界普遍认为,在一些呈周期性振荡的生物分子(通常被称为分节时钟)的调控下,每一对体节的形成时间、位置和形态都受到了严格的控制。只有保证了体节在最初形成时的对称,才能进一步发育出我们两侧对称的身体。

体节的“自我纠正”

最近,瑞士洛桑联邦理工学院的3位生物工程学家和物理学家发现,体节也会长歪,只是被“捏”了回来。而把它“捏”回来的并非任何基因等生物分子,而是一种我们熟悉的机械力——表



视觉中国供图

的大蚁蛛对同种亲缘和非亲缘个体都无攻击性,而处于独居状态的大蚁蛛对亲缘和非亲缘个体都表现出极高的攻击性。

随后,董冰等人又为大蚁蛛创造了再次群居的条件,将独居状态下的大蚁蛛和同类群居饲养,进一步验证独居个体的攻击性能否通过再次

或可成为科研的重要模式物种

大蚁蛛的争斗行为可以通过再次群居而下降,但个中原委还需要进一步探究。

“大蚁蛛属于跳蛛,它们的视觉非常好,也很敏锐,周围个体存在什么活动它都看得很明白。”陈占起说,因此,他们想到用镜子来进行测试,以证实通过视觉信号的影像是否能降低大蚁蛛的攻击性。同时通过镜像模拟,也能排除个体之间直接打斗和气味的影响。

董冰等人用五面镜子替代五只真实的大蚁蛛模拟再次群居。他们把经过隔离的大蚁蛛单独放在只有镜像的饲养盒中,每隔三天测试它们的争斗行为,探究在模拟群居后其攻击性是否会下降。结果证明,曾经表现出强烈争斗行为的大蚁蛛,在有镜子替代的同伴的饲养盒中生活六天后,攻击性也会显著下降。

“实验证明,视觉信息在这类高等亚社会性无脊椎动物中发挥着重要作用。它们具备很强的社会性,同时也能经常独居,其间的模式可以来回切换。由此可见,这种灵活可塑的同种攻击性,对大蚁蛛的社会模式来讲至关重要。如果没

面张力。

起初,研究者只是在观察斑马鱼胚胎体节的形成过程。他们发现,体节的形成并没有那么规则,经常会出现两侧体节“各长各”的情况:刚形成的体节不仅长度不一致,而且形状也不对称。但是在短短1小时后,体节似乎就迅速完成了“自我纠正”,均匀分布在神经管两侧。在这个过程中,胚胎究竟发生了什么?

研究者首先试图确认生物信号的影响。为此,他们检测了体节中细胞数量的变化。然而,无论体节的纵向长度是增加还是减少,所有体节中的细胞数量都增加了,而且细胞数量的变化与体节纵向长度的变化之间没有显著的关系。另一个重要的信号是,研究者发现,即使两侧体节的纵向长度发生了变化,它们的总体积依然保持不变——当体节的长度改变后,它的高度和宽度也会做相应调整。

这样一来,就像是有一只看不见的手,把两边的体节像揉橡皮泥一样,捏成了对称的形状。那么,这只“手”是什么?研究者给出了一个猜测——表面张力。

表面张力并不罕见

我们对表面张力并不陌生,清晨凝聚在叶片上圆圈的露珠、牛奶表面聚集在一起的谷物圈,都是在表面张力的作用下形成的。研究团队曾进行过一系列实验,来证明表面

有这样的模式,它就无法适应环境。”陈占起说,“接受视觉信号的大蚁蛛在实际打斗发生之前可评估对手的情况,从而大大降低受伤的可能性。”“与表现出区分亲属与非亲属的攻击性的蜘蛛不同的是,大蚁蛛的社会性程度更高,这主要体现在于群居时间更长,让它们更接近永久社会性。”董冰说,此外,大蚁蛛又与永久社会性的结网蜘蛛不同,因为大蚁蛛没有多个家庭组成的社群,不合作捕猎,也不像永久社会性蜘蛛那样永久地维持较低的同种攻击性。大蚁蛛在发育阶段群居,进入扩散阶段独居,之后又很快和后代群居,使其快速适应变化的社会环境。

“因其独特的社会性,你可以把大蚁蛛比作一种小型猴群或大象群,而在无脊椎动物中,这种类型很少。所以我们要在实验中验证,其是否存在从非永久社会到永久社会的转化。”陈占起说,目前他们主要研究其学习能力、技能传授、个性等在社会性中起到的作用。不久后,大蚁蛛或许会成为一个模式物种,为研究复杂的动物社会性问题发挥重要作用。

新知

拥有敏锐听觉

我们或许要感谢史前鱼类

◎本报记者 陆成宽

如果没有史前鱼类的大胆尝试,我们或许永远不会演化出敏锐的听觉。《生态和演化前沿》近日发表了一项有关脊椎动物喷水孔起源的最新研究成果,通过深入研究采集自浙江长兴、云南曲靖的古鱼化石,中外科研人员首次证实人类中耳由鱼类呼吸用的鳃演化而来。

“这项研究解决了困扰科学家长达一个世纪的演化难题,首次证明了鱼类的喷水孔曾经是鱼鳃,而我们的中耳又是从喷水孔演化来的。通俗一些说,就是首次证明了人类的中耳曾经是鱼类呼吸的鳃。”5月30日,上述论文第一作者、中国科学院古脊椎动物与古人类研究所研究员盖志垠在接受科技日报记者采访时指出。

中耳包括鼓室、传导声音的三块听小骨和通向口腔的咽鼓管等,是人类拥有灵敏听觉的秘诀所在。喷水孔是鱼类非常重要的呼吸器官。目前,已经有充分的胚胎和化石证据证明,人类的中耳是从鱼类的喷水孔演化而来,而鱼类的喷水孔又是从何而来?这一演化难题困扰古生物学家长达百年。

2002年起,研究团队在浙江长兴志留纪地层中开展野外工作,并在这里找到了一种最为原始的真盔甲鱼化石,并将其命名为曙鱼。这些曙鱼化石保存有三维立体软骨脑颅,同时,它们的个头非常小,只有我们的指甲盖那么大,非常适合用大科学装置同步辐射X射线显微成像技术进行三维无损扫描。

研究人员于2006年把曙鱼的脑颅标本带到了位于瑞士苏黎世的瑞士光源进行无损扫描,而后应用三维重建软件对标本进行三维虚拟复原。“我们用了5年完成了七件曙鱼脑颅化石的三维重建。在只有指甲大小的脑颅里,几乎重现了曙鱼所有脑区、感觉器官及头部神经与血管的通道。”盖志垠介绍。

通过对曙鱼脑颅三维虚拟模型的深入研究,研究人员基本判断,盔甲鱼的第一鳃囊是一个完整的、未退化的鳃。但是,“要想证明它是一个具有正常呼吸功能的鳃,还缺少整个证据链条中的最后一环,即找到在该鳃囊中存在鳃丝化石证据。”盖志垠强调。

为此,研究人员又在云南曲靖早泥盆世地层开展了长达数年的野外发掘工作。经过不懈努力,研究人员采集到了一个在眼睛后第一鳃囊中完整保存鳃丝印痕的宽甲鱼的新材料,进一步证明了盔甲鱼第一鳃囊是具有正常呼吸功能的鳃,能够利用里面的鳃丝,进行氧气的交换,从而为脊椎动物喷水孔的起源提供了最为确切的解剖证据和化石证据。

在此基础上,研究团队综述了喷水孔从无颌类到四足动物的演化历程,从而建立起了喷水孔从无颌类的鳃到人类中耳的演化序列。

高选择性制备乙烷和氢气 可利用天然气实现

科技日报讯(记者吴长锋)记者近日从中国科学技术大学获悉,该校熊宇杰教授、龙冉教授研究团队与国内合作者合作,创新了光催化甲烷无氧偶联的催化剂设计,实现了高选择性制备乙烷和氢气,效率达到中温热催化甲烷无氧偶联水平。研究成果日前发表于《自然·通讯》。

甲烷是天然气、可燃冰、沼气等的主要成分。如何将储量巨大的甲烷资源转化为具有更高经济附加值的燃料或化工产品,具有重要的科学意义和应用前景。光催化甲烷无氧偶联方法可以在温和条件下将甲烷直接转化,同时获取多碳烃类和氢气,是一条极具吸引力的途径。

熊宇杰介绍:“一方面,光催化甲烷无氧偶联方法无需通过成熟的甲烷重整和费托合成的两步间接转化法,避免了流程复杂、能耗大、生产成本高的缺点。另一方面,该方法无需苛刻反应条件,避免了甲烷过度氧化生成大量二氧化碳等副产物。”

目前常用于甲烷无氧偶联的光催化剂主要是金属氧化物半导体材料。熊宇杰说:“该光催化剂中的晶格氧原子,极易将甲烷过度氧化,所以依然会产生部分一氧化碳、二氧化碳等副产物,并导致催化剂完全失活。”

基于此,熊宇杰和龙冉团队提出通过单原子配位负载的方法来调控光催化剂的价带电子结构,形成了极为稳定的单原子和晶格氧的配位结构,避免晶格氧原子直接参与光催化甲烷无氧偶联反应,从而在提高光催化甲烷无氧偶联性能的同时降低甲烷的过度氧化程度。

基于该策略,研究团队实现了每克催化剂每天产生0.7克乙烷,其选择性达到94.3%,同时还能产生同比例的氢气。

轻超核寿命多长?

中外学者给出最精确结果

科技日报讯(记者吴长锋)记者近日从中国科学技术大学获悉,该校物理学院近代物理系教授张一飞课题组与美国劳伦斯伯克利国家实验室、布鲁克海文国家实验室等单位合作,实现了轻超核(超氦核与超氢-4核)寿命目前最精确的测量。研究成果日前发表于《物理评论快报》。

“最新测量结果显示,轻超核寿命比自由Lambda重子寿命要小约20%,说明超子-核子束缚很弱,其相互作用可能有新的物理机制。”张一飞解释说,普通物质由中子和质子组成,只含有上下夸克。而某些“奇特”的原子核内部还有超子,是含有奇数数的重子。核子与超子之间是如何通过相互作用形成束缚态的,一直是核物理领域的前沿基本问题。这种相互作用的强弱,决定了超核寿命的长短,因此测量超核寿命,是研究其相互作用最直接有效的方法。

理论上认为超核是弱束缚系统,只能通过弱相互作用衰变,因此轻超核的寿命应接近自由Lambda重子的寿命。

研究团队通过实验,测量了超氦核与超氢-4核两种轻超核寿命,得到了目前最为精确的实验结果。同时还首次测量了3GeV下两种轻超核的产额。

“轻超核寿命大概是一眨眼时间的十亿分之一。”张一飞说,这个时间看似很“短”,但是假设超核以接近光速的速度飞行,这个时间足够让它在探测器飞行约6厘米,足以让科研人员在实验上进行精确的测量。

(据“环球科学”)