

据报道,社会行为各式各样,不同生物也会表现出不同的社交倾向,比如哺乳动物和鸟类很多都是热情的社交积极分子,但自然界也同样存在一些社交行为仍然充满神秘感的生物,比如细菌。进化生物学家们常常对于它们所表现出的那些利他行为感到困惑不解,因为根据物竞天择的自然选择理论,可以说“人不为己天诛地灭”——利他主义的行为显然会让当事者在面临自然选择时处于不利地位。那为什么还有生物会这样做?



## 病毒也有社交行为? 为了生存不择手段

20世纪最杰出的进化生物学家之一的威廉·汉密尔顿(William D. Hamilton)对此发展了一项专门的数学模型来对利他行为进行解释,这就是亲缘选择理论。简单说,这一理论认为,个体或群体只会对其同类或其近亲属表现出利他行为。比如说,为什么群居的蚂蚁、蜜蜂、胡蜂等昆虫,其中的大部分成员会放弃自己生育的能力,一生无儿无女,而倾尽心力抚养照顾蜂后,蚁后生育的孩子?而细菌学家们也注意到很多细菌成员会在菌落中分泌对它的同伴有利的代谢物,这是为什么?

著名生物学家和畅销书作家理查德·道金斯在他的著作《自私的基因》指出,自然选择的基本单位不是物种,也不是种群或者群体,而是作为遗传物质的基本单位,即基因。是基因的自私性在导致了生存竞争的同时,也导致了动物的利他行为。因为群体或者种群都随时处在动态的变化中,只有基因是稳定的,并通过“复制”或“拷贝”的形式永恒的存在。动物的基本目的就是使和它自身相同的基因得到壮大。蚂蚁、蜜蜂,甚至那些细菌,之所以愿意付出,是因为那些同伴往往和自己具有近亲缘关系,具有大量的相近基因,它们活下去,也就等于传递了自己的基因。

甚至,近年来科学家们意识到,连最低级,最简单的病毒,竟然同样拥有社交生活,甚至这些活动会影响到它们的健康和进化情况。英国牛津大学的生物学家斯图尔特·韦斯特(Stuart West)专门研究生物的进化与社会行为。他提到:“从理论的角度上看,很显然病毒之间开展社交互动存在着巨大潜力,而这将导致某种形式的

合作和冲突的产生。然而,在此之前我们对此的研究还相当有限。”

在最新发表在《自然·微生物学》杂志的研究中,西班牙瓦伦西亚大学的进化遗传学家拉斐尔·圣胡安(Rafael Sanjuán)和他的同事们采用理论与实践相结合的方法,探索了病毒之间的合作与冲突现象。他们发现病毒感染的空间结构非常重要——简单说就是,不同的病毒群落是否是相互分开的,这一点至关重要。在一个均匀分布的病毒群落中,那些产生利他行为的病毒会严重吃亏,沦为受害者,而那些“占便宜”的病毒则会利用“他人”的善意;但是反过来,在相互孤立的小群落中,产生利他行为的病毒则会有活下去的机会。

我们考虑水泡性口炎病毒(VSV)的情况,这是狂犬病毒一个家族的病毒种类。通常情况下,病毒感染往往会刺激被感染的哺乳动物身体细胞分泌干扰素,这是一种信号蛋白,它会让近邻的其他细胞启动反病毒防御机制并阻止病毒繁殖。而有某些VSV病毒进化出了一种特别的能力,能够抑制哺乳动物体内的免疫功能,但这样做的代价就是它们的繁殖速度将减慢。但即便如此,这种能力让它们可以活下来——除非有“占便宜”的家伙混迹其中。

这些“占便宜”的“欺诈者”没有抑制宿主免疫功能的能力,事实上,它们的存在刺激了宿主细胞释放干扰素并激发机体免疫功能。但即便如此,它们仍然免费享受了宿主免疫功能减弱的好处,因为临近的VSV病毒发挥了抑制机体免疫力的作用。但与VSV病毒不同的是,这些“占便宜者”并没有参与对细胞免疫力的抑制行动,因此也就不必付出繁殖能力减弱的代价,

这样一来,它们就会在VSV病毒的庇护下快速繁殖,并很快在数量上超越前者。从社会行为角度看,圣胡安和同事们认为,在这一案例中,VSV病毒对宿主细胞免疫功能的抑制实际上成了一种利他行为,因为它们以牺牲自己的繁殖能力为代价,却便宜了那些“欺诈者”病毒。

但这样终于将带来恶果,越来越多不具备抑制细胞免疫功能的病毒出现,对细胞的刺激越来越大,终于激起了宿主体内强大的免疫功能,于是两种病毒都被杀死了。这样看来,似乎自然选择机制会淘汰掉抑制机体免疫的这种病毒功能才对,因为你看,这样的利他行为最终将导致灭亡,让自己处于不利地位。

但事实并不一定如此。圣胡安和同事们建立的模型显示,这里的情况可能要比想象的更加复杂:比如最简单的情况,假如那些能够抑制免疫力的病毒和那些“占便宜”的病毒被物理分隔开来,那么具有抑制作用的病毒就可以存活下来。有时候,寄主体内的一些构造会产生天然的小空间,让那些具备抑制免疫功能的病毒能够存活,而不会受到其他“占便宜者”的侵犯。

为了描述这种成功启动免疫力抑制作用的特别情形,研究人员使用了此前由汉密尔顿创建的理论框架。根据汉密尔顿法则,利他行为要发生,应当满足一个数学公式:即 $br > c$ ,其中 $r$ 代表2个个体间的关联度,也就是说亲缘关系有多近, $c$ 是利他行为者所付出的代价,而 $b$ 则是接收者得到的好处。

研究人员同时也注意到,接收者得到的好处,也就是公式里的 $b$ ,实际上是和病毒周围是否是被具

有抑制功能的病毒,还是被“占便宜型”的病毒包围有关联的,他们使用一个参数来表达这种受影响的程度。当将汉密尔顿法则应用于充分混合的情形,以及相互分割的情形时,我们可以通过对比,得到这个参数的粗略估算值。

圣胡安表示:“要想让抑制机制起作用,你需要某种空间结构。由于病毒和细胞分泌的干扰素信号都是从一个细胞传递到下一个细胞,因此在这个过程中其实很难避免在感染过程中出现特定空间结构的出现。病毒颗粒和干扰素分子扩散上的速度差异,以及宿主体内的物理隔绝,都很容易产生这种病毒分布在空间上不均匀性,从而让免疫抑制作用得以发挥作用。”

在具备复杂行为的动物以及具备较为复杂通讯系统的细菌身上,进化的结果将受到许多因素的影响。圣胡安表示:“相比之下,病毒要简单的多,几乎一切都与隔绝条件有关。在这一系统中,目前尚未发现有其他因素对结果产生影响。如果病毒是混合在一起的,那么利他行为将无法进行,而如果是隔离的,那么利他行为将发扬光大。”

圣胡安和同事们关注的另外一个现象是,为何有时候会发现多个病毒颗粒会集合到一起,然后共同对一个细胞发起感染。这里存在的违背基本生存逻辑的点是:如果集合到一起,那么病毒能够同时感染的不同细胞数量将减少,而这在本质上不利于病毒的扩张行动,违背了生存本性。但让研究团队感到惊奇的是,在这样的情况下,总体来看病毒的生长和扩张实际上却加速了,并且产生了更多的后代。当然这一结果在不同细胞

内情况不同:在本身不具备内生免疫反应的肿瘤细胞内,病毒的集群策略将是低效和不成功的;但在正常的,具有免疫反应的细胞内,集群策略让病毒受益,因为这样可以给病毒有更大机会去压制住细胞可能产生的免疫反应。

尽管集群策略看上去的确是对病毒有利,但它也会导致“欺诈型”病毒同步进化。比如说,如果集群中的一个病毒失去了一部分基因,那么它就可以更快的复制,这样一来它产生的后代数量就能超过集群中的其他同伴。这些基因出现缺失的病毒被称作“缺陷干扰颗粒”(DIPs):它们中的很多甚至会缺失超过90%的病毒基因,而仅仅以一小段RNA的形式存在,由于结构极为简单,它们可以在宿主细胞内高速复制——但它们已经无法依靠自身能力感染细胞,因为自身结构过于简单,失去了感染能力,它们必须“搭便车”,依靠和其他病毒颗粒集群,感染并进入细胞体内。根据一些观察显示,在集群进入细胞体内之后,这些新型的“占便宜者”数量迅速扩张,甚至可以占到所有病毒数量的99%以上!

“缺陷干扰颗粒”的存在会引出另外一个问题:这种占便宜的类型病毒出现,其他病毒会不会调整自己的策略,以确保自己的生存呢?加州大学旧金山分校的病毒学家拉尔·安蒂诺(Raul Andino)指出,在入侵宿主的初期,一个病毒会希望与很多不同类型的同伴同进退,因为这会增加它成功感染宿主的机会;但在随后,它会希望减少同伴的种类,以防止“缺陷干扰颗粒”这类病毒混迹其中。但总体来说,这是一个人类还尚未完全厘清的领域,但的确都是非常有趣的问题。

## 创纪录 剑龙骨架化石拍得逾4400万美元

一具近乎完整的剑龙骨架化石当地时间17日在美国纽约以4460万美元拍卖成交,创下恐龙化石拍卖最高价纪录。

据美联社报道,这具剑龙骨架化石名为“顶点”,预估成交价在400万美元至600万美元之间。当天拍卖开始后,多位买家打来电话出价竞拍,最终创下新纪录。先前纪录保持者是一具名为“斯坦”的霸王龙骨架化石,于2020年以3180万美元拍卖成交。

组织这场拍卖的苏富比拍卖行介绍,“顶点”2022年5月出土于美国科罗拉多州一片私人土地,是迄今已发现的最完整的恐龙骨架化石之一。组装完成后,这具骨架化石高3.3米、长8.2米,由254块骨



化石组成,而剑龙全身共有约319块骨头。

研究显示,“顶点”是生活在1.46亿至1.61亿年前侏罗纪晚期的一头老年剑龙,得过关节炎。

“顶点”的高价出售令不少古生物学家沮丧,因为很少有博物馆或研究机构出得起这样的高价。苏富比拍卖行没有透露买家姓名,只说这名美国买家计划将“顶点”借给有关机构展出。

## 新太空服可将体液回收成水

著名科幻小说《沙丘》中,一件名为“静止服”的全身套装通过回收汗液和尿液,来保留沙漠星球冒险者身体的所有水分。现在,现实版的“静止服”已经出现。美国康奈尔大学威尔医学院研究人员推出了一个用于航天服的新型尿液收集和过滤系统原型。相关论文发表在12日出版的《空间技术前沿》杂志上。

研究人员表示,新的服装原型专为即将到来的月球和火星任务而设计。它包括一个基于真空的外部导管,通向组合的正向反渗透单元,可通过多种安全机制提供持续供应的饮用水,能确保宇航员健康。

研究人员设计了一种尿液收集装置。它包括由多层柔性织物制成的内衣,可连接到模制硅胶收集杯。收集杯内衬是尼龙-氨纶混纺面料,能将尿液吸出并流向收集杯的内表面,然后由真空泵吸走。



收集到的尿液被转移到尿液过滤系统。该系统采用两步集成正反向渗透过滤技术,可以87%的效率回收水分。该系统利用浓度梯度从尿液中去除水分,再用泵将水和盐分分离。净化后的水富含电解质,并被泵入航天服内的饮料袋中,可再次供饮用。收集和净化500毫升尿液仅需5分钟。该系统集成了控制泵、传感器

和液晶显示屏,由容量为40安时的20.5V电池供电。其总尺寸为38×23×23厘米,重量约为8公斤,足够紧凑和轻便,可挂载在宇航员的背部。

目前,新服装原型已经完成开发,并准备在模拟条件下进行测试。随后,研究人员将在真实的太空行走中对其进行进一步测试。