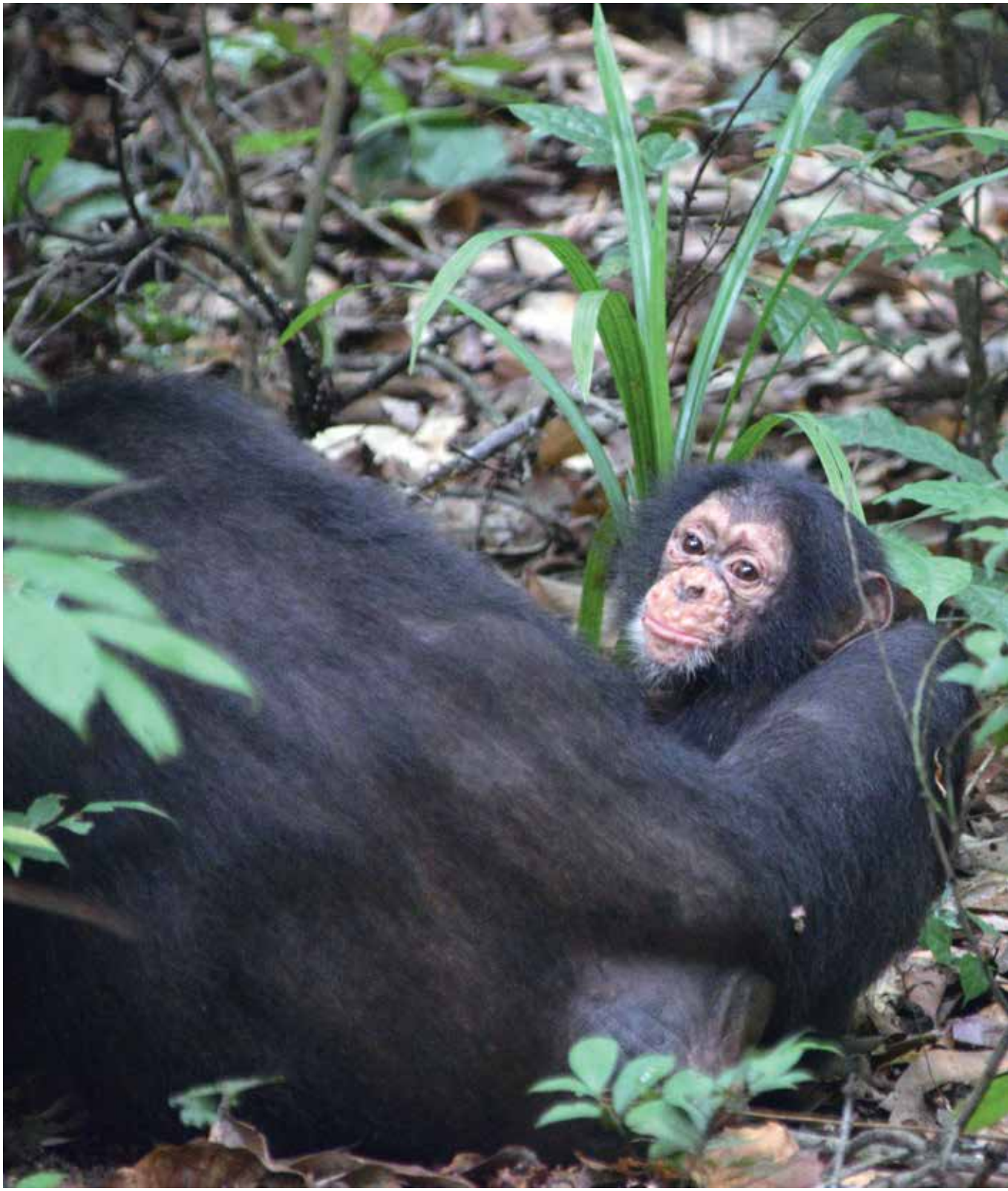


照片：黑猩猩和大猩猩会遭受通用影响人类的疾病，比如导致类似天花症状的猴痘。© Kamilla Pleh – Taï Chimpanzee Project

第1章

对类人猿疾病和健康的评述

介绍

我们对类人猿健康的研究不如对人类健康那么多，类人猿健康的复杂性却并不输人类健康（见附录III）。各种不同的野外类人猿物种生活在各种各样的社会系统，从半独居的猩猩，到成双成对长相厮守的长臂猿，到更爱群居和社交的非洲大型类人猿（见类人猿概述）。形成社会小群能够提供多种健康益处，包括从精神和社会健康到身体健康等各个方面，比如通过小群协调，获得躲避捕食者的更大保护，以及更容易获得理毛伙伴清除体外寄生虫（Akinyi *et al.*, 2013; Janson and Goldsmith, 1995; Samuni *et al.*, 2018; Wittig *et al.*, 2016）。爱群居和社交也会带来代价，尤其是增加接触传染性疾病的风险（见方框1.1）。

比较黑猩猩和猩猩社交网络内疾病传播的仿真研究表明，与猩猩相比，黑猩猩一般可能更容易受到各种传染性疾病传播的影响。野外种群的累计证据，加上模型模拟的结果，基本上支持独居的猩猩相对来说更不易受到传染性疾病的影响，比如埃博拉病毒和呼吸系统疾病。不过，还没有开展过对各种类人猿物种病原体丰度的系统性比较（Carne *et al.*, 2014）。与庇护所和动物园内猩猩疾病传播相关死亡的传闻报告，在研究者和类人猿健康从业者群体内难以证实和传播。通过发表和记录案例，从事猩猩健康工作的从业者能帮助弥补类人猿社会性与健康之间关系的知识空白。

虽然社会性会影响类人猿种群内疾病传播，物种特有行为也会影响对疾病的接触。比如，已知黑猩猩和倭黑猩猩捕食灵长类等其他哺乳动物，这会让它们接触猎物身上的病原体（Leendertz *et al.*, 2011; Samuni, Wegdell and Surbeck, 2020; 见类人猿概述）。与此类似，类人猿的环境和习惯化程度会影响对人类病原体的接触情况（Grützmacher *et al.*, 2016; Köndgen *et al.*, 2008）。

能从动物传染给人类和从人类传染给动物的疾病称为“人畜共患疾病”（Hubálek, 2003）。过去几十年，新出现的人畜共患疾病增加，其中大多来自野生动物（Jones *et al.*, 2008）。疾病跨种传播称为“溢出事件”（Ellwanger and Chies, 2021; 见图1.1和附录III）。作为现存最接近人类的物种，类人猿与人类有许多相同的基因、解剖和生理特征；相应地，人类和类人猿倾向于易患相似疾病（Calvignac-Spencer *et al.*, 2021）。因此，从公共卫生的角度，把类人猿视为人类疾病的来源或哨兵。（Calvignac-Spencer *et al.*, 2012）。来自类人猿的重要人类病原体包括来自大猩猩、导致疟疾的恶性疟原虫和来自黑猩猩的大流行病HIV-1型M组病毒（Liu *et al.*, 2010; Sharp and Hahn, 2011）。同样，黑猩猩和大猩猩也会遭受影响人类疾病，比如雅司病和麻风病（Hockings *et al.*, 2021; Mubemba *et al.*, 2020）。黑猩猩和大猩猩也曾作为埃博拉病毒的扩大传播宿主，导致人类几次暴发埃博拉病毒病（Leroy *et al.*, 2004）。

对与类人猿相关的各种微生物的全面评述，很容易写满一本书，超出这一章探讨的范围。本章的范围聚焦有现有的数据佐证，并且对野外和人工饲养类人猿的保护或福祉有已知或可能影响的健康相关问题。虽然一些健康问题是所有类人猿共有的，半人工饲养和人工饲养类人猿的健康问题基本相同。本章把后者放在一起讨论，着重表明这些相似的挑战，并探讨管理和治疗的可选方案。单独有一个章节探讨野外类人猿健康。

公共卫生和自然保护领域的利益攸关方通常从人群和种群层面考虑健康，而主要在动物园和庇护所工作的兽医临床工作者则聚焦他们照护的个体类人猿和小群，目标是使动物福祉最大化。本章根据现有数据，探讨这些不同视角对人工饲养和野外环境类人猿分别意味着什么。

附录III介绍确认的人类病原体传播给野外类人猿的证据，但不包括传闻的信息。这张表比较短，说明很需要在原地和异地对类人猿开展工作的人

FIGURE 1.1

野生动物与人类之间病原体溢出的例子

注：箭头显示溢出的方向。潜在致命的病原体用红色表示。怀疑的病原体，只在人工饲养环境确认过，用斜体字表示。详情和参考资料，见正文。

FIGURE 1.2

不同环境的特性和对疾病传播的影响

注：详情和来源，见正文。

士补充对类人猿疾病的许多剩余数据空白。方框1.2与第4章一样，探讨预防传染性疾病的措施、方案和程序。方框1.3概述了为研究野外和人工饲养类人猿健康的不同方面，从其身上采集样本使用的各种方法。从相关文献，从与能指导设计预防策略、健康监测方案和相关系统的专家咨商，可以获得更多信息。

本章主要结论包括：

- 类人猿与人类都易受相似疾病的影响，使疾病双向溢出成为可能（见图1.1）。
- 对野外和人工饲养类人猿来说，与健康相关的风险、挑战和管理方案有所不同（见图1.2）。
- 在野外和人工饲养环境，呼吸系统病原体从人类向类人猿传播是常见的，可能导致高发病率和高死亡率。
- 传染性疾病对野外类人猿保护是一项重大威胁，尤其是那些喜爱群居和社交的物种。
- 非传染性疾病对人工饲养类人猿的健康有重要影响。
- 还需要开展更多研究以弥补知识空白，包括针对心肌纤维化等特定疾病以及社会性与健康之间关系的研究。

野外类人猿

对健康有可信影响的传染性疾病

这一节介绍已经表明影响野外类人猿健康或导致死亡的几种病原体。不过，相关数据和观察极其匮乏，妨碍确定这些病原体在多大程度上影响类人猿种群存续，以及这些病原体导致死亡的频率。需要这些病原体在各个类人猿种群流行的更多数据，以便更好地理解它们对自然保护的影响。

猴痘

猴痘是导致人类类似天花症状的病毒性疾病（Bunge *et al.*, 2022）。这种人畜共患疾病的致病病原体在丹麦的一家灵长类实验室首次发现，因此被命名为猴痘病毒（von Magnus *et al.*, 1959）。不过，就像大型类人猿和人类一样，猴子是这种病毒的偶然宿主，相信这种病毒有啮齿类动物作为储存宿主（Di Giulio and Eckburg, 2004）。猴痘病毒是非洲西部和中部热带森林地区的地方病，但是，全球最近猴痘病例突然增加是值得严重关切的事件（Zumla *et al.*, 2022）。

如今，猴痘病毒是1980年消除天花以来最相关的正痘病毒属（痘病毒科）（Di Giulio and Eckburg, 2004; Shchelkunov *et al.*, 2001）。近期人患猴痘病例大量增加，归因于同时发生的几项因素：人类对野生动物栖息地的蚕食侵占，更好的疾病监测，以及全球天花免疫减弱，之前天花免疫对猴痘病毒感染有交叉保护作用。

临床上，猴痘和天花难以区分，不过，猴痘的死亡率（10%）和人际传播率更低。人感染猴痘后，一开始的症状是发烧、不适和呼吸系统症状，之后出现斑丘疹；一些病例患者的眼睛受到感染，并可能出现严重的呼吸窘迫（Di Giulio and Eckburg, 2004; Sklenovská and Van Ranst, 2018）。目前全球猴痘病例持续迅速增加，似乎主

要是性接触导致，但是过去认为猴痘病毒主要通过直接接触和呼吸系统飞沫传播（Zumla *et al.*, 2022）。天花疫苗提供了避免感染猴痘病毒的部分保护，目前还没有经批准的治疗方式（Brown and Leggat, 2016）。

在野外灵长类中，2012年在科特迪瓦塔伊国家公园一只死亡的乌白眉猴体内首次发现猴痘病毒（Radonić *et al.*, 2014）。2017到2018年间，生活在同一生态系统的野外黑猩猩暴发了三次猴痘病毒。塔伊黑猩猩项目工作人员使感染猴痘病毒的黑猩猩习惯化，每天跟踪，这方便了密切观察和采集样本（Patrono *et al.*, 2020）。三个临近社区的一共14只黑猩猩出现了临床体征。四只黑猩猩幼儿病情严重，显示有典型的斑丘疹，其中一只黑猩猩病重死亡。其他十只黑猩猩显示轻微到严重的呼吸系统体征，没有出现或者只有几处可见的皮肤损伤。此外，11只黑猩猩摆脱了病毒，没有出现任何临床体征（Patrono *et al.*, 2020）。这些发现表明，猴痘病毒感染会有不同的临床表现，在对非洲大型类人猿的呼吸系统感染做差异化诊断时，应予以考虑。

疥疮

疥疮是疥螨导致的高度传染性皮肤病。疥螨显示有一定的宿主特异性，但是在有利的条件下，也会感染其他物种。在非洲热带地区，这种人类寄生虫无处不在，它能在环境中生存几天，为通过衣物等间接传播提供了机会（Arlian, Vyszenski-Moher and Pole, 1989; Browne *et al.*, 2021; Graczyk *et al.*, 2001）。疥螨在宿主的皮肤表层挖洞潜行，导致剧痒，形成红色丘疹。丘疹可能形成严重的皮肤改变，包括硬皮、毛发脱落、皮肤增厚和炎症，以及继发感染。如果不予治疗，疥疮可能致命，对濒危的野生动物种群有破坏性影响（Pence and Ueckermann, 2002）。病理是因为疥螨引发严重免疫响应，疾病进程取决于宿主的个人健康状况（Bhat *et al.*, 2017）。

虽然明确的疥疮诊断要求侵入性采样（刮取皮屑），这对野外类人猿难以操作，但是根据临床体征，常常能识别这种疾病（Engelman *et al.*, 2020）。治疗相对简单，一般使用飞镖提供一剂伊维菌素，如果有继发细菌性感染，辅以抗生素治疗（Rowe, Whiteley and Carver, 2019）。考虑到类人猿群居特性和疥螨易于传播，建议对所有共同栖息的个体都进行治疗（Graczyk *et al.*, 2001）。

1996年第一次观察到类人猿暴发疥疮疾病，涉及乌干达布温迪不可穿越国家公园四只习惯化山地大猩猩。通过伊维菌素飞镖，对其中三只成功进行了治疗。不过，病情最重的大猩猩幼儿因该疾病死亡（Kalema-Zikusoka, Kock and Macfie, 2002）。第二次暴发疥疮疾病时，两个小群的五只年幼黑猩猩受到影响，对其成功进行了飞镖施药治疗（Graczyk *et al.*, 2001）。只在1997年观察到一次野外黑猩猩暴发疥疮疾病，发生在坦桑尼亚贡贝国家公园，导致三只哺乳期黑猩猩幼儿死亡（Dunay *et al.*, 2018; Wallis and Lee, 1999）。考虑到周围人类人口中疥疮高发，病原体易于传染，以及大型类人猿的好奇本性，人到类人猿的传播很可能是传染来源（Kalema-Zikusoka, Kock and Macfie, 2002）。

照片：已经发现雅司病导致撒哈拉沙漠以南非洲各种灵长类的脸部、四肢远端和肛门生殖器区域坏死性皮炎。© PPI/CCC

雅司病

导致人类患性病梅毒（苍白密螺旋体苍白亚种）、非性病性梅毒（苍白密螺旋体地方亚种）和雅司病（苍白密螺旋体细弱亚种）的梅毒螺旋体，导致灵长类患类似雅司的疾病（Čejková *et al.*, 2012; Centurión-Lara *et al.*, 2006; Marks, Solomon and Mabey, 2014）。1960年代首次提到几内亚狒狒患这种疾病以来，已经发现苍白密螺旋体细弱亚种导致撒哈拉沙漠以南非洲各种灵长类脸部、四肢和肛门生殖器区域患坏死性皮炎（Chuma *et al.*, 2019; Fribourg-Blanc and Mollaret, 1969; Fribourg-Blanc, Mollaret and Niel, 1966; Knauf *et al.*, 2018）。

根据临床体征，长期怀疑野外大猩猩和黑猩猩感染了苍白密螺旋体细弱亚种，但是因为侵入性采样涉及伦理考虑，此前一直未能确认（Harper and Knauf, 2013）。大型类人猿感染苍白密螺旋体细弱亚种的首次证据，是在科特迪瓦的黑猩猩骨骼和刚果共和国的大猩猩粪便中检测出该病毒亚种的DNA（Chuma *et al.*, 2019; Gogarten *et al.*, 2016）。不过，由于样本来自未知的个体，还不能直接把诊断结果与临床体征联系起来。2020年，几内亚桑加雷迪（Sangaredi）区域一只有类似雅司病脸部损伤的野外黑猩猩被猎人严重伤害，必须由兽医实施安乐死，这名兽医对其进行了解剖尸检，终于确定了联系（F. Leendertz, 个人观察，2021）。根据这些样本做出的诊断提供了确凿证据，苍白密螺旋体细弱亚种感染导致了黑猩猩患类似雅司的疾病（Mubemba *et al.*, 2020）。

曾报告使用长效抗生素，成功治疗了乌白眉猴的雅司病，但是需要飞镖射中施药（F. Leendertz, 个人观察，2021）。对该病毒亚种在大型类人猿和其他灵长类种群中如何传播还有许多疑问，但是，直接接触未知的动物储存宿主或环境来源似乎是可能的（Baylet *et al.*, 1971; Chuma *et al.*, 2018）。该病毒亚种也可能通过直接接触、性传播或有可能通过苍蝇在小群内传播（Gogarten *et al.*, 2019a;

照片：一只患有麻风病损伤的成年雄性黑猩猩。
© Jenny Jaffe - Taï Chimpanzee Project

Kumm and Turner, 1936; Satchell and Harrison, 1953）。因为使灵长类和人类感染的苍白密螺旋体细弱亚种病毒之间没有明显差异，人畜之间传播有可能发生，这妨碍世界卫生组织正在进行的消除人类雅司病的努力（Knauf, Liu and Harper, 2013）。

麻风病

麻风病是人类已知最古老的疾病之一，大多数人都熟悉麻风病导致脸部畸形和四肢残缺的恐怖形象（Schuenemann *et al.*, 2018）。这些症状是由麻风杆菌细菌以及偶尔由近期发现的弥漫型麻风分枝杆菌导致神经损伤的最终后果（Han *et al.*, 2008, 2009）。长期认为麻风病是仅限于人类的一种疾病，但是在九带犰狳、北美红松鼠和人工饲养的黑猩猩等灵长类身上发现麻风病后，不得不修改这一认识（Avanzi *et al.*, 2016; Gormus *et al.*, 1991; Meyers *et al.*, 1985; Suzuki *et al.*, 2011; Truman, 2005; Walker, Withington and Lockwood, 2014）。专家认为犰狳和红松鼠感染可能是人到动物溢出的结果，但是人工饲养的灵长类是人类还是其他来源感染的尚不清楚。

近期发现野外黑猩猩患麻风病，表明存在非人类来源的麻风分枝杆菌（Hockings *et al.*, 2021）。几内亚比绍坎塔涅兹（Cantanhez）国家公园和科特迪瓦塔伊国家公园两个野外种群的黑猩猩西非亚种出现类似麻风病的损伤，包括面部的瘤子、毛发脱落和皮肤褪色，以及指甲异常增生和手部畸形。这些临床体征显示一段时间的病程进展，相当于人类麻风病晚期。在这两个地点的黑猩猩粪便和尸检样本中发现的麻风分枝杆菌菌株并不相同，但是都很罕见，两个国家都不曾观测到人类被这些菌株感染。麻风病人际传播是通过长时间直接接触，这两个地方野外黑猩猩和人类之间发生长时间直接接触的可能性极小（Hockings *et al.*, 2021）。因此，野外黑猩猩可能是被尚不能确定的动物或环境来源感染的。

是否发生黑猩猩到黑猩猩的传播，在其他大型类人猿栖息地是否有这种病原体，麻风病会对大型类人猿种群产生什么影响，这些尚不清楚。虽然人类可以使用抗生素治疗，也有可能对人工饲养环境的灵长类使用抗生素治疗，但是对野外类人猿不可行，因为需要在几个月的时间里重复用药（CDC, 2017）。

对健康有可测量影响的传染性疾病

研究已经确凿地表明，一些病原体对野外大型类人猿的健康和存续，以及对受影响种群的潜在长期存在，有可测量的影响。这一节讨论四种传染性疾病对野外类人猿种群的影响，介绍重要研究，以及预防和治疗的潜在可选方案。这一节最后一部分聚焦对野外类人猿已经造成破坏性影响的呼吸系统疾病。记录的各个病例都涉及在当地人群中流行的病毒。

炭疽

炭疽芽孢杆菌导致的传统炭疽是驯养和野外食草有蹄动物的一种严重细菌性疾病，偶尔感染人类。根据该病菌从哪里进入体内，会导致比较轻微的皮肤炭疽（如果不加治疗，患者死亡率为20%），或者导致常常致命的肺炭疽或胃肠炭疽（CDC, 2020b）。而野生动物炭疽（sylvatic anthrax）由炭疽生物变异蜡样芽孢杆菌（*Bacillus cereus* biovar *anthracis*）导致，下文简称Bcbva病菌（Klee *et al.*, 2010）。首次发现Bcbva病菌是在科特迪瓦塔伊国家公园，2001和2002年导致几组黑猩猩死亡（Leendertz *et al.*, 2004）。几个小时前看起来还健康的黑猩猩倒地死亡，尸检显示内部出血。据报告说，其中一只黑猩猩据突然出现不明确的体征，包括虚弱和呕吐，两小时内就死了（Leendertz *et al.*, 2004）。

此后，在喀麦隆和中非共和国的几只黑猩猩尸体和一只大猩猩尸体里也发现了Bcbva病菌（Antonation *et al.*, 2016; Leendertz *et al.*, 2006a）。虽然Bcbva病菌的具体地理范围和宿主谱尚不清楚，从利比里亚的腐肉蝇和刚果民主共和国的山羊体内也分离出这一病原体。而且，发现它感染更广泛的其他物种，包括各种猴子、小羚羊、猫鼬、豪猪和森林象（Antonation *et al.*, 2016; Hoffmann *et al.*, 2017）。虽然还不曾有倭黑猩猩感染Bcbva病菌的报告，刚果民主共和国的山羊被感染，说明该病原体可能存在于倭黑猩猩分布区（Antonation *et al.*, 2016）。在非洲西部和中部热带雨林很可能有Bcbva病菌，但是，已知造成最大破坏性影响的是在塔伊国家公园（Romero-Alvarez *et al.*, 2020）。

在塔伊国家公园Bcbva病菌高度地方性流行区域，它是对哺乳动物最具杀伤力的感染源。1996到2015年发现的所有野生动物尸体中，40%（204只中81只）发现有这种病菌（Hoffmann *et al.*, 2017）。从2001年兽医监测项目开始以来，在塔伊黑猩猩项目覆盖四个黑猩猩小群家域的研究区域内，已经发现了38具炭疽感染的黑猩猩尸体（Hoffmann *et al.*, 2017; A. Düx, 个人观察，2022）。考虑到许多黑猩猩从习惯化的小群消失，尸体从未找到，炭疽对塔伊黑猩猩种群造成的真实死亡数很可能更高。对塔伊国家公园黑猩猩长期存续的模型模拟显示，如果不进行人为干预，Bcbva病菌可能导致这些黑猩猩灭绝（Hoffmann *et al.*, 2017）。

类人猿如何感染Bcbva病菌尚不清楚。一般认为传统炭疽是发生地方病区域一个点来源的感染（Turner *et al.*, 2014）。这种病菌一般不从动物传播到

照片：一般地，采样或者是侵入性的，需要与动物肢体接触；或者是非侵入性的，依赖收集粪便、尿液、毛发或唾液等样本。
© Jo-Anne McArthur / #unboundproject / We Animals Media

动物，而是形成有传染能力的孢子，孢子在环境中能存活较长时间（Beyer and Turnbull, 2009）。目前对Bcbva病菌了解更少，不过，认为水果或植物上被孢子污染的泥土可能是一个感染来源（Zimmermann *et al.*, 2017; F. Leendertz, 个人观察，2021）。腐尸蝇在尸体上进食，然后把含有Bcbva病菌的材料吐回到周围植被上，可能促进传播。虽然能从腐尸蝇培养能存活的细菌，但是是否含有足够多导致疾病的感染材料还不清楚（Gogarten *et al.*, 2019a; Hoffmann *et al.*, 2017）。观察到炭疽病例成簇状分布，支持黑猩猩在从进食被污染的同一来源时被传染的假设（Hoffmann *et al.*, 2017; Leendertz *et al.*, 2004; F. Leendertz, 个人观察，2021）。杂食性的黑猩猩捕猎被感染的动物，也可能导致传染（Leendertz *et al.*, 2004）。小群内传播的风险一般比较低，但是，在大型类人猿触摸、理毛或撕咬同一物种个体的尸体时，传播风险可能增加（Beyer and Turnbull, 2009; Gonçalves and Carvalho, 2019）。

对人类患者，可以成功地使用抗生素治疗炭疽，但是由于这种疾病在黑猩猩体内进程快，无法实现在观察到炭疽体征后及时治疗（CDC, 2020a）。在一些情况下，对密切接触生病和死亡动物的个体进行预防性治疗有可能可行，对高度地方性流行区域的动物接种疫苗，

将来有可能成为一个可选方案。

埃博拉

非洲西部和中部偶尔零星暴发人类埃博拉病毒病，过去十年暴发规模和频率越来越大（CDC, 2022）。该疾病常常致命，症状包括发烧、呕吐、腹泻、内部出血和多器官衰竭（Jacob *et al.*, 2020）。类人猿也容易感染埃博拉病毒，但是观察到的被感染的野外类人猿十分罕见。记录的体征包括困倦、异常行为和腹部疼痛，尸检显示内部出血（Formenty *et al.*, 1999; Georges *et al.*, 1999）。埃博拉病毒与炭疽不同，炭疽威胁地方性发病热点地区的类人猿，导致被同一个点状来源感染的孤立病例或几处相关个体死亡（Hoffmann *et al.*, 2017; Leendertz *et al.*, 2004）。而埃博拉病毒存在于非洲类人猿各个分布区国家未知动物储存宿主（推测是蝙蝠），会导致大型类人猿埃博拉病毒病大型暴发[1]。

由于埃博拉储存宿主尚不明确，我们只能猜测向大型类人猿溢出会如何发生。如果蝙蝠确实是埃博拉的储存宿主，它在大型类人猿常去的树上栖息或进食，唾液和分泌物会污染果实和叶子（Formenty *et al.*, 1999; Leendertz *et al.*, 2016）。因为一些猴子捕食蝙蝠，而猴子又是黑猩猩的猎物，捕食猴子可能是一种感染渠道（Tapanes, Detwiler and Cords, 2016）。有大型类人猿捕捉和玩弄蝙蝠的传闻报告，说明直接接触被感染的蝙蝠也可能导致感染（M.H.Williamson，个人沟通，2019）。

不论首次溢出是什么路线，一旦大型类人猿感染埃博拉病毒病，该疾病会在小群内并且很可能在小群之间（甚至有可能在物种之间）传播，导致大型流行病（Bermejo *et al.*, 2006; Caillaud *et al.*, 2006).理论上来讲，大型类人猿种群不同的社会结构影响维持大型暴发的能力。同时，暴发对不同社会结构的影响会因大型类人猿物种有所不同（见方框1.1）。

1994年，塔伊森林型埃博拉病毒导致塔伊国家公园黑猩猩暴发埃博拉病毒病，导致受影响社会小群25%的个体死亡（Formenty *et al.*, 1999）。在非洲中部，扎伊尔型埃博拉病毒导致黑猩猩和大猩猩相继大量死亡（Bermejo *et al.*, 2006; Leroy *et al.*, 2004; Walsh *et al.*, 2003）。1994到2003年，加蓬和刚果共和国两国边界区域暴发了几次人感染埃博拉病毒病，可能与接触生病或死亡的野生动物有关，尤其是黑猩猩和大猩猩（Georges *et al.*, 1999; Georges-Courbot *et al.*, 1997; Leroy *et al.*, 2004）。在此期间，在这个区域发现了近200只大型类人猿尸体，黑猩猩和大猩猩种群显著缩小（Lahm *et al.*, 2007; Leroy *et al.*, 2004; Rouquet *et al.*, 2005）。比如，2002-3年仅四个月时间，在刚果共和国Lossi大猩猩庇护所就发现了32只大型类人猿尸体。分析了12只尸体样本，九只检测出扎伊尔型埃博拉病毒阳性。同时，Lossi庇护所143只习惯化的大猩猩中，130只消失了（Bermejo *et al.*, 2006）。

埃博拉病毒病对大型类人猿的总体影响只能猜测，因为不清楚一些偏远区域的种群密度，只有几个地方有兽医监测。虽然没有倭黑猩猩发生埃博

照片：2004年在Odzala-Kokoua国家公园Lokoué地点在一次埃博拉暴发前、期间和之后的研究显示，生活在小群里的个体（死亡率97%）比独居的个体（77%）死亡率更高，说明群体生活显然有代价。西非低地大猩猩。© Annette Lanjouw

拉病毒病的数据，它们生活在刚果民主共和国暴发埃博拉病毒病的区域，因此几乎肯定也面临风险。考虑到所有其他人亚科动物和许多其他灵长类受到感染，倭黑猩猩很可能也容易感染（Inogwabini and Leader-Williams, 2012）。

猩猩的情况更不明确。没有报告亚洲有任何导致人生病的埃博拉病毒；不过，菲律宾蝙蝠之间传播的雷斯顿埃博

方框1.1

埃博拉与大猩猩种群社会结构

大型类人猿社会结构各不相同，这表明一种病原体在倭黑猩猩、黑猩猩、大猩猩和猩猩中的传播方式可能不同（Carne *et al.*, 2014）。与此类似，一种病原体对社会结构的影响也随大型类人猿物种有所不同。目前对自然发生的、证明有致病潜力的传染性病原体的观测记录十分稀缺，难以根据真实世界数据进行彻底比较。

暴发的埃博拉病毒病使研究人员能研究一种致命疾病对大型类人猿社会结构的影响，以及反过来，社会结构对疾病风险的影响。2001到2005年，刚果共和国境内暴发多次埃博拉病毒病，严重影响西非低地大猩猩种群（并且很可能在低一些的程度上影响分布在中非的黑猩猩指名亚种）（Bermejo *et al.*, 2006; Walsh *et al.*, 2003）。大猩猩小群的构成和只数相差很大，雄性大猩猩可能独居。一个小群可能包括一只雄性和多只雌性，或者多只雄性和多只雌性，或者只有雄性。2004年在Odzala-Kokoua国家公园Lokoué地点在一次埃博拉病毒病暴发前、期间和之后的观测表明，生活在小群里的个体（死亡率97%）比独居的个体（77%）死亡率更高，说明群体生活显然有代价（Caillaud *et al.*, 2006）。相应地，在种群层面，过着独居生活的大猩猩比例在暴发结束后明显提高。重要的是，这一风险不均衡导致总的性别比例反转，因为成年雌性（都生活在小群里）比成年雄性受到更大影响，成年雄性中8%过着独居生活（Caillaud *et al.*, 2006）。

不过，这些变化不是永久的。暴发十年后，独居的大猩猩比例和总体性别比例又回到爆发前的数值，反映了短暂改变的社会结构动态（Genton *et al.*, 2015, 2017）。虽然埃博拉病毒病暴发可能是个极端的例子，但是它清楚地表明大型类人猿社会系统和影响它们的病原体之间潜在复杂的互动关系。

拉病毒会导致灵长类疾病（Demetria *et al.*, 2018; Jayme *et al.*, 2015）。在中国蝙蝠体内检测出与埃博拉病毒同一科（丝状病毒科）的其它亲缘关系更远的病毒（He *et al.*, 2015; Yang *et al.*, 2017）。还不曾记录到野外或人工饲养猩猩（或长臂猿）感染丝状病毒。一份出版物认为有接触丝状病毒的血清证据，但是受到对其样本来源、方法等多方面的质疑。现在随同这份出版物一起发表的还有一份官方的“表达关切”（Nidom *et al.*, 2012）。对血清结果的解释需要慎重，因为使用的埃博拉病毒血清化验常有无特定的反应性和交叉活性（Allela *et al.*, 2005; Natesan *et al.*, 2016）。因为猩猩没有非洲大型类人猿那么喜爱群居和社交，达到流行病级别的疾病暴发风险很可能相对较低（Carne *et al.*, 2014）。导致人生病的另外两种非洲埃博拉病毒（本迪布焦型和苏丹型埃博拉病毒）也能感染灵长类，但是在野外还没有观测到任何病例（Leendertz *et al.*, 2017）。

因为不可能预测下一次埃博拉会在哪里暴发，管理大型类人猿的埃博拉病毒病尤其具有挑战性。虽然对大型类人猿没有治疗方案，但是已经有对不同疫苗接种策略的讨论。不过，即便有安全有效的疫苗，对偏远地区野外大型类人猿的广泛接种也将难以实现。

黑猩猩猿免疫缺陷病毒

黑猩猩猿免疫缺陷病毒（SIVcpz）是一种导致与人类的人免疫缺陷病毒（HIV）感染进程相似疾病的逆转录病毒（Sharp and Hahn, 2011）。感染的后期阶段发展为猿获得性免疫缺陷疾病综合征，与人免疫缺陷病毒发展为获得性免疫缺陷综合征即艾滋病相似（Keele *et al.*, 2009）。

已经确定分布在中非的黑猩猩指名亚种是储存宿主，HIV-1型病毒两个世系在其身上独立出现，包括大流行的M组和极其罕见的N组。猿免疫缺陷病毒与HIV-1型M组病毒最为接近，在黑猩猩分布区的多个地点发现（Sharp and Hahn, 2011）。HIV-1型M组病毒最近的共同祖先可以追溯到19世纪末或20世纪初，表明HIV-1型M组病毒在殖民时期从黑猩猩传播给这个区域的人类人口（Gryseels *et al.*, 2019; Keele *et al.*, 2006; Van Heuverswyn *et al.*, 2007）。非洲中部的黑猩猩指名亚种把猿免疫缺陷病毒传播给西非低地大猩猩，出现大猩猩猿免疫缺陷病毒（SIVgor）。大猩猩后来成为HIV-1型病毒另外两个世系的近端（proximal）来源，包括流行病的O组（主要限于喀麦隆）和极其罕见的P组（D'arc *et al.*, 2015; Plantier *et al.*, 2009）。捕猎黑猩猩和大猩猩最有可能是黑猩猩和大猩猩猿免疫缺陷病毒传播给人类的路线（Pepin, 2021）。

黑猩猩猿免疫缺陷病毒进化是跨种传播，专家认为可能来自黑猩猩的猎食行为，黑猩猩常常猎食猴子。塔伊国家公园的雄性黑猩猩每年捕食45 公斤猴子肉，但是这一行为并没有导致影响西非红疣猴的猿免疫缺陷病毒传播给黑猩猩种群（Gogarten *et al.*, 2014; Leendertz *et al.*, 2011）。因此，黑猩猩可能对这一猿免疫缺陷病毒毒株有抗感染能力。

一直以来，人们认为黑猩猩猿免疫缺陷病毒在其自然宿主中非黑猩猩指名亚种和东非黑猩猩亚种身上没有致

病能力。不过，使用大约十年的纵向研究，Keele *et al.*（2009）发现，属于贡贝国家公园（坦桑尼亚）两个习惯化社群的东非黑猩猩在被黑猩猩猿免疫缺陷病毒感染后，死亡可能性增加，生育率降低。该病毒也导致提示艾滋病的临床表现。对黑猩猩猿免疫缺陷病毒对这两个社群和另一个非习惯化社群的黑猩猩种群动态影响的后续调查显示，黑猩猩猿免疫缺陷病毒很可能促进了非习惯化社群显著衰退。虽然模型模拟显示即便较低水平的黑猩猩猿免疫缺陷病毒流行率，也会显著增加社群灭绝的风险，但雌性黑猩猩跨社群迁移大幅降低了这一风险。这些发现表明，被感染社群的存续强烈依赖与其他社会群体的联系（Rudicell *et al.*, 2010）。

呼吸系统疾病

呼吸系统病原体被认为是野外大型类人猿患轻微到严重疾病的一个重要原因。过去二十年，自然保护项目开展的持续兽医监测和适用于非侵入性样本的诊断工具不断改进，使我们能够收集对人类病原体传播带给大型类人猿风险的扎实证据。在这二十年里，在大型类人猿物种和栖息地确定了常见的人类地方病病毒。在习惯化人类的遭受严重呼吸系统疾病的野外大型类人猿身上，首先确定的病毒就有肺炎病毒科病毒，比如人偏肺病毒（HMPV）、人正肺病毒A型和B型，之前称为人呼吸道合胞病毒（HRSV）（Köndgen *et al.*, 2008; Rima *et al.*, 2017）。此后反复检测到这两种病毒。人偏肺病毒已经传播给科特迪瓦的黑猩猩西非亚种、坦桑尼亚和乌干达的黑猩猩东非亚种和卢旺达的山地大猩猩（Kaur *et al.*, 2008; Köndgen *et al.*, 2008; Negrey *et al.*, 2019; Palacios *et al.*, 2011）。人呼吸道合胞病毒已经在科特迪瓦的黑猩猩西非亚种、中非共和国的西非低地大猩猩和刚果民主共和国的倭黑猩猩中发现（Grützmacher *et al.*, 2016, 2018b; Köndgen *et al.*, 2008, 2017）。

最近还有野外大型类人猿感染其他病毒科病毒的报告，这些病毒包括：乌干达黑猩猩中的人鼻病毒C（微小核糖核

照片：在评价在人工饲养环境如何最好地管理类人猿健康时，从业人员可以选择对其接种疫苗，尤其是针对地方性高发的病原体。指导准则相差很大，不过，常常根据人工饲养的类人猿所在国家遵循的程序。黑猩猩接受注射。© Justin Taus/ Fauna Foundation

酸病毒科）、人呼吸道病毒3型（副黏病毒科）和科特迪瓦黑猩猩中的人类冠状病毒OC43（冠状病毒科）（Negrey *et al.*, 2019; Patrono *et al.*, 2018; Scully *et al.*, 2018）。

对这些不同暴发中检测到的部分或完整病毒基因组序列的种系分析一致确认，大型类人猿中发现的毒株属于人类病毒世系，清楚表明人类病毒溢出到类人猿。不过，由于缺乏这些病原体在当地人群中传播的数据，还不能建立与传播毒株的地理来源的更准确联系（Patrono *et al.*, 2022）。

上述暴发与死亡事件相关，大大促进了人们更加意识到栖息地与人类重叠带来的风险和在大型类人猿研究和旅游项目中需要制定卫生规则和监测系统（Macfie and Williamson, 2010; 见方框1.2）。每次暴发的发病率相差极大，不过一般都很高，黑猩猩西非亚种有一次人偏肺病毒暴发的发病率最高达100%（Köndgen *et al.*, 2010）。人冠状病毒OC43没有导致死亡，该病毒只导致轻微临床体征，而所有其他病例至少导致了一例死亡（Patrono *et al.*, 2018).在肺病毒导致的各次暴发中记录了最高死亡率，种群中最高18%被感染（Köndgen *et al.*, 2010）。考虑到在热带雨林找到尸体有难度，并且环境状况使尸体迅速分解，强烈影响采样的可能性，所以真实数字可能更高（Köndgen *et al.*, 2017）。

病毒感染常常为继发性细菌感染打开了大门，后者最终导致死亡。几次致命暴发都发现的多种细菌中，肺炎链球菌（也称肺炎双球菌）是其中一种（Chi *et al.*, 2007; Grützmacher *et al.*, 2018b; Köndgen *et al.*, 2017）。这种机会性致病菌是鼻腔共生植物的一部分，在气道上皮出现原发损伤后，偶尔会致病，导致肺炎（Morris, Cleary and Clarke, 2017）。

方框1.2

预防传染性疾病

预防传染性疾病涵盖把对人类和动物的自然和无意感染风险降到最低的各种措施、协议和措施。只有广泛遵守时，预防措施才会奏效，这需要对涉及类人猿种群的所有人反复进行教育宣传。要整个都有效，预防传染性疾病的工作要求与适当的专业人士咨商。这一章从任何意义上都不能取代与专家的这类协作。

总的来说，专业人士开展的疾病风险评价可能有助于评估一个具体情形可能有什么潜在危险。在一个动物进入人工饲养环境时，检疫隔离期使我们能监测其行为和是否出现潜在的临床体征。在检疫隔离期间，对个体健康状况的评价对把新的病原体进入设施和在设施内传播的风险降到最低十分关键（Gilardi *et al.*, 2015; 见第4章）。因此，围场设计的优先重点包括确保新动物和已居住种群之间有实体隔离，单独的废物处理，以及对从外面带入的食物或丰容项目进行消毒。虽然检疫隔离没有标准的时间长度，一般持续60到90天，这取决于诊断能力、生态环境，以及相关疾病分析评价确定的最为关切的病原体的流行情况。邀请经过培训的专业人士参与这些程序的设计和实施，能在隔离期间以及在此前人工饲养环境之间或从野外到人工环境迁运时，帮助维护类人猿的心理健康。

为了降低感染风险，人工饲养设施可以确保照顾类人猿的工作人员健康并接种了疫苗，在检疫隔离期间限制工作人员人数，在疾病风险评价和疾病减轻策略中包括员工配备的决定。同样，在疾病减轻策略中，可以包括使用个人防护设备。在（康复期）类人猿与照护者之间有长期密切接触的所有人工饲养情形，建议在检疫隔离期间和之后使用口罩和手套，尤其是在流感季节等高风险时期（Stevens, 2020; 见第2章）。

在评价在人工饲养环境如何最好地管理类人猿健康时，从业人员可以选择对其接种疫苗，尤其是针对地方性高发的病原体。指导原则相差很大，但是常常按照人工饲养类人猿所在国家所遵循的程序；因此，需要向相关国家卫生部索取详细的指南。所有对野外大型类人猿种群开展工作的人员和机构都可参照的一个重要总体预防措施资料是世界自然保护联盟的出版物《大型类人猿种群健康监测与疾病控制最佳实践指南》（*Best Practice Guidelines for Health Monitoring and Disease Control in Great Ape Populations*）（Gilardi *et al.*, 2015）。

对同时感染人呼吸道合胞病毒的死亡黑猩猩肺部发现的一些肺炎链球菌菌株的基因谱分析显示，这些菌株来自人类（Köndgen *et al.*, 2017）。在动物园、康复中心和野外生活种群等与人类较近距离接触的黑猩猩和猩猩中，都发现了人类肺炎链球菌（Köndgen *et al.*, 2017; Szentiks *et al.*, 2009）。虽然呼吸道病毒感染一般会被清除，不会持续存在，但是肺炎链球菌会在传播后，成为鼻咽植物群的一部分。肺炎链球菌在一只个体内定植后，这些感染可能传播给小群内其他成员，并最终成为一个种群的地方性流行病，有可能影响其他疾病的严重程度。

与野外黑猩猩急性致命肺炎（与人偏肺病毒和肺炎链球菌同时出现）或气囊炎相关的另一种细菌是多杀性巴氏杆菌（Köndgen *et al.*, 2011）。这种菌株的基因信息和类型没有显示从其他动物或人类直接获得的明确证据。除了流感以外，RNA病毒的数据十分稀缺，但是已经表明肺炎病毒倾向于通过多种渠道偏爱肺部的细菌定植（McCullers, 2014）。根据迄今为止收集的证据，感染肺炎病毒科病毒导致更明显的临床体征和死亡似乎是可信的，这常常是因为有共同感染，促使开展暴发调查，使获得诊断成为可能。如果没有开展持续的行为观察和

照片：为了降低感染风险，人工饲养设施可以确保照顾类人猿的工作人员健康并接种了疫苗，在疾病减轻策略中包括使用个人防护设备。© IAR Indonesia (YIARI)/印度尼西亚环境和森林部

照片：类人猿死亡后（尸体剖检时）采集的尸检样本对了解野外种群的疾病十分宝贵。© PPI/CCC

例行采样，可能更难以观察和诊断导致比较轻微临床体征的感染。

有野外黑猩猩感染结核分枝杆菌的报告（Coscollá *et al.*, 2013）。隔离出的细菌菌株确认了最初的结核病理诊断。对在一只野外黑猩猩体内菌株的基因谱分析表明，这是一种新的结核分枝杆菌复杂分离菌株，表明来自人类的可能性不大。

由于近期的技术进步，诊断工具现在能应用于非侵入性样本，确定在游客景点、研究区域和当地人口使用的森林等各种不同环境，哪种病原体导致野外大型类人猿生病或死亡（见方框1.3）。这些知识有助于为进入大型类人猿栖息地的人们设计有针对性的疫苗接种策略，包括面向当地居民、研究人员和游客。已经证明员工健康项目（包括例行健康检查，针对有可能导致类人猿生病的病原体强制接种疫苗，严格的卫生规则，以及根据对综合病症的监测确定的检疫隔离）对减少疾病传播风险是有效的措施（Gilardi *et al.*, 2015; Grützmacher *et al.*, 2018a）。不过，在人群中存在无症状带菌者，这仍是一个挑战。

设立野外实验室，对进入大型类人猿栖息地的所有工作人员和游客进行检测，可能是提高预防措施和扩大自然保护行动益处的另一步骤（Grützmacher *et al.*, 2016）。不过，这样的测试将只能覆盖进入森林中的一部分人群。在改善人类健康的同时降低引入疾病风险的其他措施包括扩大对生活在森林周围人群的免疫接种覆盖。疫苗接种项目可以利用商业提供的肺炎链球菌疫苗，并且，最终利用正在研发的针对呼吸道病毒疾病的疫苗（Leendertz and Kalema-Zikusoka, 2021; 见第2章和第4章）。与当地卫生主管当局一起制定的这种同一个健康策略将是确保自然保护活动对当地社区有直接益处的又一方式。

非传染性疾病病因

在人工饲养和自然环境，都存在威胁类人猿健康的非传染性因素。这一节讨论人类引发的最严重影响自然栖息地类人猿种群的一些因素。

人类导致的森林火灾、道路建设、架设电线，以及各种农业种植和采矿活动，蚕食侵占类人猿栖息地，对动物立即产生影响。这些活动也会对环境产生长期影响（比如引发微型气候变化，减少食物的可获得性，削弱生物多样性），进一步威胁大型类人猿的存续（Bettinger *et al.*, 2021; Erb *et al.*, 2018）。

森林火灾除了破坏类人猿栖息地，还会导致类人猿烧伤，吸入的烟雾会损害其呼吸系统，增加呼吸系统感染风险。这些影响会影响类人猿健康的许多方面，在人类和猩猩中都已经有过记录（Aguilera *et al.*, 2021; Erb *et al.*, 2018）。

建设服务采矿业或农业和连接人类定居点的道路及相关基础设施也带来各种问题。人类通过道路更容易进入类人猿环境，增加捕猎的可能性（Laurance *et al.*, 2006）。而且，直接穿越类人猿领地的道路影响动物，因为道路分割种群，妨碍它们获取食物、水源和潜在配偶，并且使它们面临常常致命的交通事故风险。减少道路交通事故的一个提议是建设方便动物安全穿越的树冠层人造搭桥（Chan

方框1.3

样本采集

这一方框介绍为研究类人猿疾病和健康可以采用的采样方案。选择什么样的样本采集方式最好，要依据后续分析可采用的方法、检查的健康或疾病的标志，以及可获得的资源。比如，有什么样的基础设施（比如液态氮、冰柜和冰箱）会限制采样类型和存储媒介。因为采样方法在持续改进，在制定和遵循采样方案前，认真查阅文献和咨询专家会有帮助（Gillespie, Nunn and Leendertz, 2008; Leendertz *et al.*, 2006b; 见第4章）。

一般地，采样或者是侵入性的，需要与动物肢体接触；或者是非侵入性的，依赖收集粪便、尿液、毛发或唾液等样本。研究野外动物的许多技术也可用于研究人工饲养环境，但是在人工饲养环境可行的大多数技术不适用于研究野外类人猿的健康（Gillespie, Nunn and Leendertz, 2008; Leendertz *et al.*, 2006b）。这里的讨论聚焦野外采集样本。

野外类人猿需要化学固定（麻醉）才能进行侵入性采样。对动物实施麻醉，尤其是在偏远的环境条件下，本身就带有风险，必须与通过麻醉获得的任何益处进行认真权衡考虑（Gillespie, Nunn and Leendertz, 2008; Leendertz *et al.*, 2006b）。一般认为，对野外类人猿为非紧急目的的处理不符合伦理，所以，只有特殊情形的管理策略包括了紧急情况下处理（Gilardi *et al.*, 2015; Gruen, 2018; 见第5章）。任何提议为监测目的开展侵入性样本采集，都需要经过伦理委员会广泛审查，并获得当地和国家主管部门批准。为了使与化学固定相关的益处最大，兽医可以采集许多种类型的样本（包括血液、血浆、拭子、活组织和体外寄生虫），用于多种研究项目（Gillespie, Nunn and Leendertz, 2008; Leendertz *et al.*, 2006b）。

类人猿死亡后（尸体剖检时）采集的尸检样本对了解野外种群的疾病十分宝贵。不过，由于尸体可能包含已知（或目前未知）感染人类的任何可能数量的病原体，与开展尸体剖检相关的疾病风险很大，尤其是在偏远的野外环境。降低风险的主要措施包括：仅限受过专门培训的兽医参与尸检取样，并且确保咨询专家和按照严格的安全标准实施尸检取样程序（Gillespie, Nunn and Leendertz, 2008; Leendertz *et al.*, 2006b）。

非侵入性采样已经成为诊断野外类人猿疾病和行为生态研究的宝贵工具。非侵入性采集的样本实现了

不对研究目标造成重大干扰（比如化学固定）情况下为纵向研究重复采集样本（Behringer and Deschner, 2017; Calvignac-Spencer *et al.*, 2021; Smiley Evans *et al.*, 2015, 2016）。对样本的分子分析，已被证明对理解各种病原体和类人猿本身很有成效。对非侵入性样本可以使用许多种技术，评价动物自身核酸以外的多个方面，比如感染史（通过血清学检查）、压力和健康现状（通过荷尔蒙分析）和食谱（比如通过使用宏条形码或同位素比值）（Gogarten et al., 2018; Patrono *et al.*, 2022; Samuni *et al.*, 2018）。如上所述，根据计划要做什么分析，选择采样和保存策略（Gillespie, Nunn and Leendertz, 2008; Leendertz *et al.*, 2006b）。

如果要从不能放归的人工饲养类人猿获取样本，可以采用操作性条件反射改善类人猿的心理福祉和处理，这样能方便非侵入性和最小程度侵入性的采样操作（Rasmussen, Newland and Hemmelman, 2020）。在操作性条件发射下非侵入性采样，不增加倭黑猩猩或猩猩的压力荷尔蒙（Behringer *et al.*, 2014）。操作性条件反射也便于例行的放射和超声影像技术操作，比如孕期监测（Drews *et al.*, 2011）。如果需要确定哪一只类人猿是粪便样本的来源但又不能观察动物排便，可以对动物喂食无法消化的谷物、食物色素或彩色发光物等惰性物质，协助识别粪便（Fuller, Margulis and Santymire, 2011）。

照片：疟疾是被感染的雌性按蚊叮咬传播的疟原虫寄生虫导致的潜在致命疾病。在救助中心，黑猩猩和猩猩常常被诊断有疟原虫感染。幻灯片显示疟疾寄生虫（深色、不透明）和血红细胞（圈状，中间色浅）。© IAR Indonesia (YIARI)/印度尼西亚环境和森林部

et al., 2020）。

采矿业和农业推动道路建设和森林砍伐的同时，过度利用和毒害土壤和水源，也会影响土壤和水源资源。黄金矿石处理常常涉及不加控制地使用水银，这可能导致灵长类神经或肾功能失常，甚至死亡（Ontl, 2017）。农业种植区域的杀虫剂也有可能对灵长类造成严重影响（Botha *et al.*, 2015）。比如，乌干达野外狒狒和黑猩猩面部异常发育暂定归因于杀虫剂，在黑猩猩使用的区域，玉米中的滴滴涕、DDE和吡虫啉水平超过建议的上限水平。还需要开展进一步研究，确认杀虫剂与观察到的体征相关（Krief *et al.*, 2017）。

许多人类导致的干扰会导致食物供应减少，迫使类人猿偷吃作物，从几个方面进一步威胁类人猿。接触经过上述化学品处理的作物，会毒害类人猿，而农业种植者与类人猿之间持续、有时候暴力的冲突，会导致致命的身体伤害（Humle and Hill, 2016）。

人工饲养的类人猿

人工饲养环境显著改变类人猿及其病原体微生物的环境状况。因此，围场设计需要满足类人猿身体、社会和心理需要，同时又包括减少感染压力的策略（见第8章）。人工饲养的动物被限定在一个指定空间，人工饲养环境的种群密度一般比在野外高。因此，需要采取措施，减少传染性病原体进入人工饲养种群的可能性。

在人工饲养环境，与人类密切接触有可能使类人猿接触其易感的病原体，可能导致严重的暴发（Kilbourn *et al.*, 2003; Liptovszky *et al.*, 2019）。此外，有压力的情形会产生需要管理的刻板行为（比如看起来没有效用的重复动作）和其他精神机能障碍。长期压力也可能损害类人猿的免疫系统和抵抗一些感染或调节微生物群系的能力。这些因素合在一起，一般导致人工饲养条件下疾病流行率更高（Kilbourn *et al.*, 2003）。需要特别重视康复中心的传染性疾病，尤其是在把一只动物放归野外前，以尽可能减少把新的疾病引入野外种群的风险（Sherman *et al.*, 2021）。

对健康有可能影响的疾病

疟疾

疟疾是被感染的雌性按蚊叮咬传播的疟原虫寄生虫导致的潜在致命疾病。在救助中心，黑猩猩和猩猩常常被诊断有疟原虫感染。在大多数情况下，疟原虫感染没有外在的临床体征，或者只有轻微短暂的体征，不需要治疗。康复期猩猩临床体征的严重性似乎与寄生虫血症增加相关，尤其是对对乙酰氨基酚或非甾体类抗炎药物没有响应的贫血或持续发烧个体。在这些病例中，有一些证据显示，经过治疗使寄生虫血症减少后，抗疟疾治疗使临床体征好转。两者的相关性表明，疟原虫寄生虫在临床治疗上有相关性，在寄生虫血症高时，可以考虑治疗疟原虫寄生虫（J. Philippa, 个人观察，2020）。

救助中心内不同的生活环境，对猩猩疟原虫感染的生态也起到作用。一

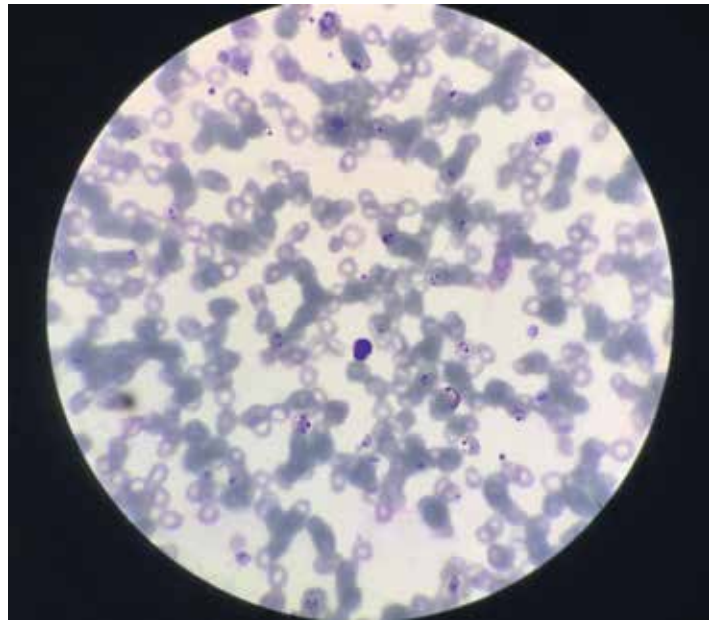
套生活环境与种群密度相关，地面人工饲养环境的种群密度高于猩猩更多树栖的自然栖息地。同样，地面水平的蚊子密度也高于树冠层。另一套生活环境与距离其他物种的远近相关，比如人类人口和野外猕猴（食蟹猕猴）种群，后者可能作为疟原虫寄生虫的储存或扩大宿主（Brant *et al.*, 2016; Siregar *et al.*, 2015）。还需要进一步研究，阐释这些因素。

胃肠寄生虫

胃肠道包括消化系统的各个器官，从嘴巴到肛门。虽然在野外类人猿中流行率高、种类多，但是对野外类人猿胃肠道寄生虫（原虫和蠕虫）相关疾病的记录不多（Medkour *et al.*, 2020）。（康复中心和动物园）人工饲养类人猿的胃肠道寄生虫负担和临床疾病的变化，则与宿主种群密度和感染压力（由于生活区域狭小或卫生做法不达标）增加、压力情形和口服抗生素等导致的胃肠道微生物群系受到干扰等因素相关（Labes *et al.*, 2010; Maertens *et al.*, 2021; Nurcahyo, Konstanzová and Foitová, 2017）。许多人工饲养设施确保使用恰当的生物安全做法和例行驱虫治疗，降低类人猿寄生虫感染的严重程度（Liptovszky *et al.*, 2019）。

原生动物

原生动物是单细胞生物。结肠小袋纤毛虫是野外和人工饲养类人猿非常常见的共生感染；与其他原虫一样，在少到中等数量时，它是健康的肠道微生物群系的一部分。不过，在人工饲养的猩猩中，结肠小袋纤毛虫的流行



率一般高于野外猩猩。确实，观察到的与这些感染相关的临床疾病仅限于人工饲养动物。临床结肠小袋纤毛虫病的促进因素包括：主要因为宿主种群密度和压力更大，致使在人工饲养环境的感染压力增加，以及容易消化的碳水化合物或淀粉丰富的食谱（Labes *et al.*, 2010; Schovancová *et al.*, 2013）。在康复中心和动物园，对结肠小袋纤毛虫感染一般不予治疗，除非临床体征伴随数量增加。在人工饲养的西非低地大猩猩中，有结肠小袋纤毛虫病流行病的病例报告，包括喀麦隆一只人工饲养的西非低地大猩猩需要手术的阑尾炎和致命的结肠小袋纤毛虫感染（合并沙门氏菌感染）（Lankester *et al.*, 2008; Lee *et al.*, 1990; Teare and Loomis, 1982）。

在一些情形中，其他一些常见的胃肠道寄生虫原虫（比如隐孢子虫、溶组织内阿米巴和贾第虫）导致人工饲养的类人猿有胀气、痉挛或腹泻等临床感染。在动物园中，临床疾病（腹泻和呕吐）已经发现有贾第虫。内阿米巴多个种已经导致大猩猩类似肠易激综合征的体征、溃疡性结肠炎和腹泻，导致黑猩猩溃疡性结肠炎和肺或肝囊肿。与人类接触增加，也与康复期猩猩溶组织内阿米巴等原虫流行增加相关（Stuart *et al.*, 2020）。

最近记录了一种叫做巴氏阿米巴的自由生活原虫微生物，导致人类和人工饲养类人猿致命的急性或亚急性坏死性或肉芽肿性脑膜脑炎。在澳大利亚、欧洲和北美洲的北白颊冠长臂猿、西非低地大猩猩和猩猩中报告了分散的病例[2]。未经验证的荧光免疫检验法抗体化验能识别和标识血液样本种的抗体，对猩猩的化验显示了充满希望的结果。将来有经过验证的化验检测，对人工饲养类人猿的预防性筛查将极为有用（Ferris, Ali and West, 2021）。

蠕虫：

蠕虫这一组寄生虫包括线虫、绦虫和吸虫。人工饲养的类人猿体内发现的最常见的一些线虫包括：钩虫、蛔线虫、毛细线虫、蛲虫、结节线虫、粪类圆线虫和毛首鞭形线虫[3]。作为胃肠道共生体，它们一般不导致严重的病况。一个重要的例外是粪类圆线虫，它是野外和人工饲养类人猿非常常见的线虫（Mul *et al.*, 2007; Nurcahyo, Konstanzová and Foitová, 2017; Penner, 1981; Zulfikri, Ridwan and Cahyaningsih, 2018）。虽然在胃肠道内时，粪类圆线虫不是临床上重要的寄生虫，但是它的幼虫在体内广泛游走，常常导致爆发性致命的寄生虫性肺炎和腹膜炎，对在动物园生活的年幼猩猩通常是致命的（Liptovszky *et al.*, 2019）。发现康复中心的年轻猩猩比年老的动物面临更高风险（Labes *et al.*, 2010）。已经有记录显示，在白掌长臂猿群落，致命的粪类圆线虫病是最常见的死因，伴有侵蚀性和溃疡性小肠炎，以及与迁移的幼虫相关的多焦点弥漫性出血（DePaoli and Johnsen, 1978）。在猩猩死前诊断为播散性感染，并且可以治疗（Kleinschmidt, Kinney and Hanley, 2018）。

黑猩猩和猩猩是蛲虫物种的天然宿主（Foitová *et al.*, 2008, 2014; Labes *et al.*, 2010）。蛲虫感染一般导致无症状到

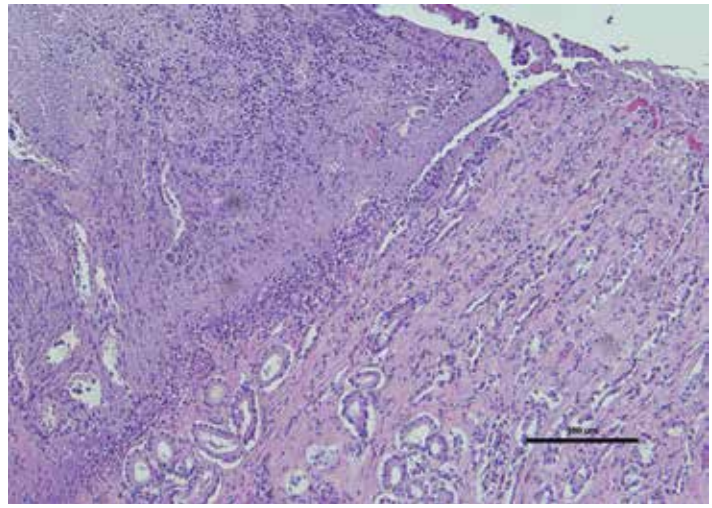
轻微临床疾病，但是有人工饲养的黑猩猩患致命的出血性结肠炎的报告，蛲虫感染进入这个种群后，虽然试图进行过治疗，但是蛲虫寄生虫仍在这个种群维持了20多年（Hasegawa and Udono, 2007; Murata *et al.*, 2002; Yaguchi *et al.*, 2014）。作为宠物饲养的长臂猿体内也记录到有严重的临床感染（Smith *et al.*, 1969）。

与其他寄生虫一样，绦虫一般在天然的类人猿宿主体内较少导致发病。在北半球，多房棘球绦虫较为普遍，感染后导致泡球蚴病。人工饲养的大猩猩似乎非常易感，在欧洲和日本的动物园，也有黑猩猩和猩猩感染的报告（Federer *et al.*, 2016; Wenker *et al.*, 2019）。感染可能许多年无症状，但是临床发病可能是（亚）急性和致命的（Wenker *et al.*, 2019）。

其他散发的人工饲养类人猿严重囊虫病（绦虫幼虫囊导致的感染）病例包括最近一只人工饲养的婆罗洲猩猩患致命的播散性*Versteria mustelae*感染，病程严重，进展迅速（Goldberg *et al.*, 2014）。宏条形码技术有对从类人猿到其他灵长类粪便样本进行标准化蠕虫分类识别的潜力，同时实现对与灵长类相关寄生虫群系的描述（Gogarten *et al.*, 2020）。

疱疹

疱疹是疱疹病毒导致的一类病毒性疾病，影响皮肤（常常表现为水疱或疮）和神经系统。所有类人猿物种都记录了疱疹病毒感染，各物种特有的疱疹病毒可能与人类的灵长类祖先一同进化而来[4]。在被救护的长臂猿中，报告有对人类单纯疱疹病毒的抗体，存在比例高，可能因为与人类密切接触（Eberle and Jones-Engel, 2017; Sakulwira *et al.*, 2002）。类人猿对其他疱疹病毒易感，比如巨细胞病毒、EB病毒和带状疱疹病毒（Haberthur and Messaoudi, 2013）；山地大猩猩的淋巴滤泡病毒属感染与类似EB病毒流行病相似（Smiley Evans *et al.*, 2017）。感染人类单纯疱疹病毒的表现，包括从口腔炎，或黏膜局部体征，到伴随脑炎的系统性感染和致命后果等（Gilardi *et al.*, 2014）。在人工饲养的大猩猩、猩猩和长臂猿种群，都有感染人类单纯疱疹病毒的报告[5]。



照片：成年雌性山地大猩猩，发炎的胃部组织，严重的急性到亚急性溃疡性胃炎。© Gorilla Doctors

对健康有可测量影响的传染性疾病

黑猩猩八叠球菌暂定种

八叠球菌合成和释放毒素，是导致神经系统衰退的一种细菌（Brown, 2019）。最近，新发现的毒性很大的黑猩猩八叠球菌暂定种菌株与人工饲养的康复期黑

猩猩疾病有关。该细菌导致“动物流行性神经和胃肠道综合征”，表现为神经和胃肠道体征，即使进行医治，仍可能导致死亡（Owens *et al.*, 2021）。应当开展进一步研究，阐释这一细菌菌株对导致这一综合征的具体作用。

呼吸系统疾病

结核病

结核病是结核分枝杆菌感染导致的疾病，宿主谱范围广，是世界各地导致人类死亡的重要细菌性病因。因此，对人工饲养的类人猿来说，结核病值得特别关注。虽然结核病在人工饲养类人猿的流行率低，考虑到宿主谱范围广、人畜共患等方面，一次伴有在环境排出的结核病暴发会有灾难性影响（Kock *et al.*, 2021; Lécu and Ball, 2011; Michel *et al.*, 2003; Montali, Mikota and Cheng, 2001）。动物园人工饲养的黑猩猩、猩猩和长臂猿，都有感染结核分枝杆菌的散发报告（Michel *et al.*, 2003; Shin *et al.*, 1995; Wilson *et al.*, 1984）。虽然已知动物携带分枝杆菌属进入人工饲养设施，一般认为动物园内的感染来自与人类接触。在一个病例中，一头大象是一只黑猩猩和动物园工作人员结核病的来源（Stephens *et al.*, 2013）。

类人猿种群无疑对这种病原体易感，在类人猿加入康复中心或动物园的人工饲养种群前，执行结核病检测十分关键，尤其是在检疫隔离期（Lécu and Ball, 2011）。猩猩康复中心似乎尤其脆弱和受到影响，因为在收缴猩猩孤儿的猩猩分布区国家，人类人口结核病发病率非常高。印度尼西亚的结核病负担特别高，每100,000人口有312例（WHO, 2020c）；马来西亚的结核病发病率是每100,000人92例（Avoi and Liaw, 2021）。几个猩猩中心不得不建设专门的结核病检疫隔离设施，供结核病检测阳性的动物使用。这些个体决不能放归，因为从未在野外猩猩中检出结核分枝杆菌，这种病菌在完成治疗多年后仍可能排出（Dench *et al.*, 2015）。对野外黑猩猩的调查没有显示有这种病菌（Wolf *et al.*, 2016）。不过，对人工饲养、康复期类人猿，没有结核病检测阴性结果，不能放归，需要采取措施，减轻从人类及人类驯养动物传播的风险，以保护野外种群（Wolf *et al.*, 2014）。

诊断上的挑战可能使我们难以准确识别潜伏期的结核分枝杆菌感染。在潜伏期，结核分枝杆菌在体内保持休眠，没有外在的临床疾病或与之相关的细菌排出。几种测试结合使用，能做出最准确的诊断，包括：对病菌的隔离、培养或分子检测，胸部X光片，以及显示任何之前感染的免疫检测（使用血液内的抗体或其他免疫应答，或者依据皮肤测试）。猩猩显示对非致病的分枝杆菌有较高水平的交叉反应性，通过比较皮肤测试能够区分，但是可能使准确诊断变得繁琐复杂（Dench *et al.*, 2015）。此外，在潜伏期，结核病会在体内保持几年，能逃过严格的治疗方法。这些特点彰显了与把结核病引入人工饲养设施相关的风险。

气囊炎

气囊炎是气囊的常见炎症。气囊与类人猿（以及其他多种动物）的喉管相

连，是放大啼叫声音和延长啼叫时间的共鸣腔（Hewitt, MacLarnon and Jones, 2002; Riede *et al.*, 2008）。气囊炎是脓在气囊内积聚的病症，有可能导致严重的并发症，包括致命的支气管肺炎和脓毒症。在所有人工饲养类人猿物种中，猩猩似乎特别容易感染气囊炎，不过，人工饲养的黑猩猩和倭黑猩猩也记录过有气囊炎病例[6]。鼻窦炎并发肺炎可能对该疾病发作发展起到作用（Steinmetz and Zimmermann, 2012）。

从救护中心的气囊炎病例分离出的细菌常常包括肠道细菌，人工饲养条件便利了肠道细菌进入上呼吸道系统（Philippa and Dench, 2019）。人工饲养环境下气囊炎相对高发，其他条件可能也有推动作用。在康复期猩猩中，笼子空间减小，笼内过于拥挤，通风差，烟雾等环境因素，似乎增加了发病率（J. Philippa, 个人观察，2020）。

其他病毒性和细菌性呼吸系统感染

人工饲养和半人工饲养的大型类人猿呼吸系统感染报告屡见不鲜。这两类类人猿呼吸系统疾病暴发中，常常涉及人类呼吸系统病原体。在欧洲和美国动物园黑猩猩中，以及在野生动物救护中心，已经检测出人肺病毒（人偏肺病毒HMPV和人呼吸道合胞病毒HRSV）导致的感染，常常合并肺炎链球菌导致的继发性感染（Köndgen *et al.*, 2017; Slater *et al.*, 2014; Szentiks *et al.*, 2009; Unwin, Chatterton and Chantrey, 2013）。发病率曾高达100%，并且报告了几例死亡。血清调查提示类人猿广泛接触了人类呼吸系统病原体，包括甲型和乙型流感病毒的不同亚型（Buitendijk *et al.*, 2014; Kooriyama *et al.*, 2013）。不过，直接病原体检测方法还不曾确认这些发现。

近期出现的严重急性呼吸系统综合征冠状病毒2（SARS-CoV-2）导致新冠肺炎大流行，已经传播给巴塞罗那、布拉格、鹿特丹和圣迭戈动物园的大猩猩。病毒跨种传播，再次表明人类呼吸系统病原体传播风险高，在靠近大型类人猿工作时，遵循严格的卫生准则很重要（Gilardi *et al.*, 2015; Reuters and Gorman, 2021; Reuters Staff, 2021）。虽然在自由觅食活动的类人猿种群中

照片：人工饲养和半人工饲养的大型类人猿呼吸系统感染报告屡见不鲜。这两类类人猿呼吸系统疾病暴发中，常常涉及人类呼吸系统病原体。© IAR Indonesia (YIARI)/印度尼西亚环境和森林部

还不曾有确诊病例，考虑到该疾病在周围人类人口中流行率高，传播给类人猿的风险也高。降低传播风险和野外种群暴发可能性的措施包括：对将要迁移转运或重新引入自然栖息地的类人猿进行疾病风险分析，加强病原体监测（Sherman *et al.*, 2021）。

猴痘

1958年丹麦一家研究中心在猕猴群中首次识别出猴痘病毒不久，在荷兰鹿特丹动物园就报告了一次猴痘暴发（von Magnus *et al.*, 1959）。在受影响的物种中，黑猩猩、大猩猩和猩猩生病，有不同程度的发病率和死亡率（Peters, 1966）。临床体征包括典型的斑丘疹和鼻腔分泌物。

后来，2014年和2016年，两次猴痘病毒暴发影响了喀麦隆庇护所的半人工饲养黑猩猩（Devaux *et al.*, 2019; Guagliardo *et al.*, 2020）。第一次暴发是在Sanaga-Yong庇护所，六只动物生病，其中一只因感染死亡。第二次暴发是在Mefou灵长类庇护所，报告的两个病例中一个病例死去。对附近人类人口的血清调查表明，农民比庇护所工作人员有更高的猴痘病毒抗体，说明接触啮齿动物比接触类人猿更可能导致接触风险（Guagliardo *et al.*, 2020）。

类鼻疽

类鼻疽也称为惠特莫尔氏病，是主要在热带地区暴发的一种传染病，会影响人类和动物，症状和严重程度多种多样。在地方性发病的东南亚和澳大利亚北部，类鼻疽是一种越来越重要的疾病。在动物园饲养的一只长臂猿和猩猩，在马来西亚猩猩救护中心，在新加坡动物园的长臂猿，以及最近在印度尼西亚的康复期猩猩中，类鼻疽都导致了致命感染（Nathan *et al.*, 2018; Sim *et al.*, 2018; Sprague and Neubauer, 2004; Testamenti *et al.*, 2020）。非洲类人猿也易感：在新加坡动物园，五只大猩猩和两只黑猩猩曾患致命的类鼻疽感染（Sim *et al.*, 2018）。

类鼻疽伯克霍尔德菌导致感染这种疾病，病菌宿主谱范围广，动物和人类都有较高病例死亡率。感染常常与降雨增加时间段吻合（Cheng and Currie, 2005）。临床上，体征从无明显临床症状到亚急性，或者消瘦虚弱，伴有皮下和软组织脓肿。类鼻疽可能难以诊断和治疗，因为这种微生物会潜伏多年，并且对许多种抗生素耐药。

非传染性疾病病因

营养不良

营养不良指的是营养失衡食谱的影响，比如肥胖，但是主要与营养不足与和饥饿相关。根据广泛经验和知识制定的对食谱配方和目标营养物范围的最佳实践指导准则，有助于实现对人工饲养类人猿食谱的细致管理（Abelló, Rietkerk and Bemment, 2017; AZA Ape TAG, 2010, 2017; Stevens, 2020）。商业化的食物颗粒，辅以更接近天然食谱的新鲜食物种类，促进人工饲养类人猿平衡的食谱（Nijboer, 2020）。不过，在类人猿家域所在国家的救助中心，可能无法获得商业制造的饼干或颗粒，因此满足食谱要求，就会要求根据对营养价值的计

算，认真挑选天然食物。

虽然有这一进展，在提供不均衡食谱的人工饲养环境或对食物存在激烈竞争的小群，仍然发生营养不足，导致一些个体异常消瘦。为了保持健康营养状态，类人猿管理可以包括监测小群内个体食物摄入量，以及为监测体重，制定定期称重时间表和给身体打分（Abelló, Rietkerk and Bemment, 2017; AZA Ape TAG, 2010, 2017; Stevens, 2020）。

营养不足和营养失衡

人工饲养的类人猿和其他灵长类，有许多佝偻症、骨质减少症和代谢性骨病的记录。这些营养不足是食谱中钙磷失衡，或钙或维生素D摄入不足的结果（Crissey *et al.*, 1998; Farrell, Rando and Garrod, 2015; Junge *et al.*, 2000）。动物（尤其是幼仔，但也包括成年雌性）接触大自然紫外线不足时会发生，比如因为住在室内（Videan *et al.*, 2007）。远离赤道区域的动物园需要使用人工照明，补充在较高和较低纬度太阳辐射的紫外线B光不足（Nijboer, 2020）。

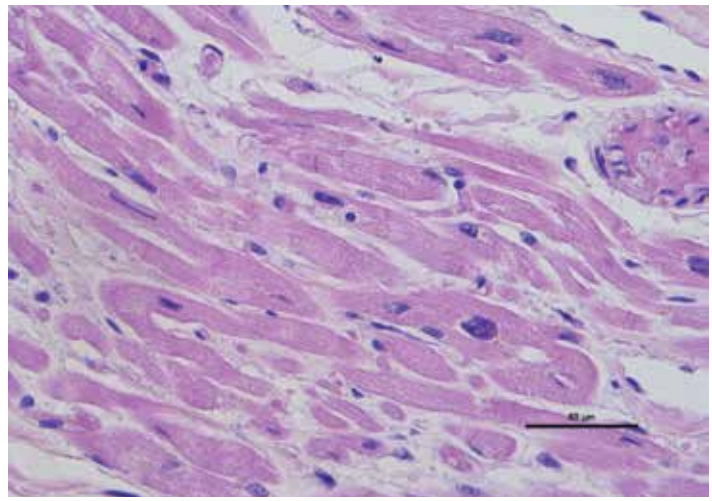
缺乏维生素C导致一种通常称为“坏血病”的疾病，各种灵长类都可能发生，因为它们不能自己合成自己的维生素C。为了确保摄入充足的维生素C，大多数动物园在食物之外辅以商业性提供的含有稳定维生素C的灵长类饼干，尤其是如果绿色蔬菜和水果不够充分时（Lowenstine, McManamon and Terio, 2018）。

肥胖

肥胖是动物园类人猿中最常见的营养紊乱。猩猩和大猩猩因为摄入大量容易消化吸收的碳水化合物，而身体活动又有限，似乎受到影响最大（Lowenstine, McManamon and Terio, 2018）。在人工饲养环境难以管理肥胖，自然使动物容易患糖尿病和高血压性心脏病等疾病（Gresl, Baum and Kemnitz, 2000; Lowenstine, McManamon and Terio, 2016）。因为减少食谱中的热量，一般导致活动量立即减少，所以防治肥胖的一个更有效方式是确保动物进行类似觅食的工作来获取自己的食物，增加纤维，增加树枝树叶（称为“觅食高处嫩叶”），并减少食谱含糖量。这些做法能减少发生异常反刍和再次咽下的频率，同时也扭转动物园类人猿的糖尿病前期（Cabana, Jasmi and Maguire, 2018; Nash *et al.*, 2021）。

与年龄相关的健康问题

研究人工饲养和自由生活类人猿病理学的多项研究表明，心血管疾病、肾病和骨关节炎是各种类人猿最重要的与年龄相关的疾病或称退行性疾



照片：心血管疾病、肾病和骨关节病是各种类人猿最重要的年龄相关或退行性疾病。成年雌性山地大猩猩，心脏组织，纤维化心肌病。© Gorilla Doctors

照片：其他退行性病症包括牙齿疾病（牙齿磨损和缺齿）、眼睛疾病（白内障和视网膜疾病）和肝病。© Lwiro Primates Rehabilitation Center

病（Lowenstine, McManamon and Terio, 2018）。也记录到其他退行性病症，比如牙齿疾病（牙齿磨损和缺齿）、眼睛疾病（白内障和视网膜疾病）和肝病。报告在黑猩猩、大猩猩和猩猩中有人脑老化的病理关联性（Lowenstine, McManamon and Terio, 2016）。类人猿肿瘤似乎不如人类和其他一些灵长类普遍，不过，雌性黑猩猩良性子宫肌瘤和雌性低地大猩猩繁殖系统恶性肿瘤是两个例外（Brown *et al.*, 2009; Lowenstine, McManamon and Terio, 2016）。

心血管疾病：

心血管疾病是影响心脏和血管病症的统称术语。它对人类管理下类人猿的死亡是一项重要的促进因素。研究显示，北美动物园报告的心血管发病在倭黑猩猩中占45%，在西非低地大猩猩中占41%，在黑猩猩中占38%，在猩猩中占29%[7]。

各种大型类人猿，包括动物园和实验研究的种群，最经常记录到的病变是间质性心脏纤维化或纤维化心肌病（Munson and Montali, 1990; Schulman *et al.*, 1995）。这种疾病似乎通过恶性心律失常或充血性心力衰竭导致突然死亡（Lowenstine, McManamon and Terio, 2016; Murphy *et al.*, 2011）。尸检数据表明，北美洲41%的大猩猩，一个研究群落的81%–100%的黑猩猩，以及动物园91%的黑猩猩，显示有中等到严重的纤维化（Lammey *et al.*, 2008; Meehan and Lowenstine, 1994; Strong *et al.*, 2018）。左心室肥厚合并冠状动脉硬化，提示全身性高血压是背后的发病机制（Schulman *et al.*, 1995）。

在本卷写作时，唯一一项调查庇护所黑猩猩心肌纤维化存在情况的研究表明，在8到27岁的23只庇护所黑猩猩样本中，没有存在这种疾病的证据（Strong *et al.*, 2020）。目前没有已经发表的研究庇护所倭黑猩猩、大猩猩或猩猩心肌纤维化的数据。还需要开展进一步工作，确定心肌纤维化是否对野外和庇护所人工饲养类人猿构成相似负担，如果不是，哪些因素导致动物园和研究设施的类人猿易患这种疾病。

类人猿其他重要心血管病变是主动脉夹层（倭黑猩猩和低地大猩猩的一种主要疾病），动脉粥样硬化和退行性心脏瓣膜病（Lowenstine, McManamon and Terio, 2018）。在人工饲养的黑猩猩中，有对脑卒中的详实记录（Jean *et al.*, 2012）。以前人工饲养类人猿常患冠状动脉粥样硬化，现在变罕见了，只有在之前在过时的畜牧条件下生活的老类人猿中才有这种疾病（Lowenstine, McManamon and Terio, 2016）。

三个正在进行的项目专门研究大型

类人猿心脏疾病：

- 国际灵长类心脏项目（Cardiff Metropolitan University, 无日期）。
- 大型类人猿心脏项目（Detroit Zoological Society, 无日期）；以及
- 类人猿心脏项目（Twycross Zoo, 无日期；见案例分析2.4）。

这些群体的工作已经确定了具体的心脏病症、潜在的风险因素和心脏病的早期标志物，比如通过心电图检测出的多焦点心室异位、糖尿病、肾病、肥胖、高血压和代谢症候群[8]。将来，预计这些项目形成的标准化的死前和死后数据的综合数据库，将改善对这些濒危物种心脏病的理解，可能帮助指导改善畜牧业和兽医减轻和治疗这种疾病的实践。

肾病

肾脏系统包括肾脏、输尿管、膀胱和尿道，负责产生和排出尿液。人工饲养类人猿常患肾病。北美洲物种存续计划的类人猿病理学数据库把慢性间质性肾炎列为最常见的诊断，其次是肾小球病变（Lowenstine, McManamon and Terio, 2018）。实验室环境的年老黑猩猩常常表现出肾功能临床上衰退的证据（Videan, Fritz and Murphy, 2008）。肾病也被确定为26%的40岁以上猩猩和15%-18%的15到40岁猩猩的死因，但是在低地大猩猩和山地大猩猩中，肾病并不多见（Lowenstine *et al.*, 2008; Meehan and Lowenstine, 1994; Nutter *et al.*, 2005）。动物园环境猩猩患心脏病和肾病之间似乎统计上相关（Lowenstine *et al.*, 2008）。

骨关节病

骨关节病是导致关节僵硬、疼痛的病症，人工饲养类人猿常有报告，不过还不能确定管理照护下类人猿的总体患病率。类人猿物种存续计划病理学顾问们报告，骨关节病一般发生在膝盖、髋部、肘部和脊柱下半部分。在人工饲养和自由觅食活动的个体中，都记录了这种病变（Lowenstine, McManamon and Terio, 2016）。

牙齿疾病

野外和人工饲养类人猿都出现乳牙和恒牙牙釉质不全（牙釉质变薄或缺失）。外部压力因素可能干扰牙釉质形成，比如雨季时食物可获得性受到限制（Skinner, 1986）。猩猩最容易发生横线型和局部牙釉质不全，黑猩猩

照片：野外和人工饲养类人猿都出现乳牙和恒牙牙釉质不全（牙釉质变薄或缺失）。© IAR Indonesia (YIARI)/印度尼西亚环境和森林部

和大猩猩也发生，而长臂猿很少受此影响（Guatelli-Steinberg, 2000; Guatelli-Steinberg, Ferrell and Spence, 2012; Guatelli-Steinberg and Skinner, 2000; Hannibal and Guatelli-Steinberg, 2005）。

心理障碍

心理障碍也称为精神障碍或精神健康问题。自然行为、身体活动和（最重要的）精神活动的机会或能力有限，增加形成心理障碍的可能性，比如刻板行为，伴有皮质醇和儿茶酚胺等压力荷尔蒙水平升高（Jacobson, Ross and Bloomsmith, 2016; Nash *et al.*, 1999; 见第8章）。不考虑其经历，人工饲养的类人猿更可能形成心理障碍。在发生创伤经历后，类人猿展现出类似创伤后应急障碍的行为障碍。建议照护者考虑这些体征，尤其是在救助类人猿孤儿、迁移转运“流离失所”的类人猿，或者把类人猿限定在人工饲养环境时（Ferdowsian *et al.*, 2011）。

> “考虑到野外类人猿面临的各种威胁，理解什么影响它们的健康和健壮，可以提供长期保护类人猿的重要知识。”

非法人工饲养

非法人工饲养具有来自不良畜牧养殖的多种健康威胁。非法人工饲养一般从低龄开始，年幼的类人猿被暴力地与其母亲分开。一般把它们安排在糟糕的生活环境，一般不能提供充足的食谱。非法喂养的类人猿一般展现营养不足和创伤后应激障碍等体征；许多类人猿营养不良，异常消瘦，而少数类人猿肥胖（Ferdowsian *et al.*, 2011）。在最佳情形中，向类人猿孤儿引入恰当的食谱，断除之前可能提供的任何不当食物。已经较长时间非法喂养的类人猿中，身体变化变得不可逆转，包括代谢性骨病（Farrell, Rando and Garrod, 2015）。

除了遭受心理障碍和营养不良，一些非法喂养的类人猿被用作照相道具或吸引游客的噱头。在泰国，在海滩、酒吧和餐馆展示年幼的长臂猿，主人给它们喂食苯丙胺等药物，保持它们晚上清醒；喂食酒精制品，使它们“表演”（Gray, 2012）。因此，解救出来的长臂猿有酒精或药物依赖并不罕见（J. Philippa, 个人观察，2021）。

结论

这一章讨论了对野外和人工饲养类人猿有重要和可信影响的一些因素。本章远远达不到对这些因素的详尽评述，只是提供一个初步的提纲。不断积累扩大的长期研究，可能揭示影响类人猿健康的新病原体和非传染性因素。从公共卫生的角度，这些正在进行的研究活动可能能够启发减少人类疾病风险的策略（Calvignac-Spencer *et al.*, 2012）。同时，对人类的人科近亲的研究，会提供对影响早期人类社会健康因素以及与微生物世界关系的深刻认识，这些发现会进一步促进改善人类健康（Gogarten *et al.*, 2019b; Moeller, 2017）。考虑到野外类人猿面临的各种威胁，理解什么影响它们的健康和健壮，可以提供长期保护类人猿的重要知识。

如这一章所揭示的，证明或怀疑影响类人猿健康的因素中的仅仅一小部分，影响着野外和人工饲养类人猿个体。这一结论并不奇怪，因为人工饲养类人猿肠胃里的细菌和噬菌体群落与野外同种类人猿的完全不同。进入

人工饲养环境后，野外类人猿的微生物群系的组成似乎被与人类相关的微生物完全替换（Campbell *et al.*, 2020; Gogarten *et al.*, 2021）。就像人工饲养类人猿面对的微生物世界与野外类人猿面对的显著不同一样，影响它们健康的许多传染性和非传染性因素也显著不同。

人类呼吸系统病原体带来的威胁，给人工饲养和野外种群都带来了大量死亡，这似乎是两个种群之间最明确的交集。考虑到日益增加的人类干扰和由此导致的人类与野生动物接触增加，野外和人工饲养种群面临的健康威胁交集有可能扩大。尽管如此，这篇概述表明，需要采取有针对性的策略，管理野外和人工饲养类人猿种群。在原地和异地环境工作的从业者和研究者更密切协作，对弥补数据空白和把传闻的临床数据变为严格的经同行审阅的证据十分关键。

鸣谢

主要作者： Ariane Düx[9]、Fabian H. Leendertz[10]、Jan F. Gogarten[11]、Livia V. Patrono[12]、Kamilla Pléh[13]和Joost Philippa[14]

撰稿人： Sébastien Calvignac-Spencer[15]、Aimee Drane[16]、Tim Georoff[17]和Benjamin Mubemba[18]

尾注

1 Bermejo *et al.* (2006); Leroy *et al.*(2005); Marí Saéz *et al.*(2015); Olival and Hayman (2014); Pigott *et al.*(2014, 2016).

2 Canfield *et al.* (1997); Gjeltema *et al.*(2016); Hawkins *et al.*(2021); Mätz-Rensing *et al.*(2011); Rideout *et al.*(1997).

3 Labes *et al.* (2011); Mbaya and Udendeye (2011); Mul *et al.*(2007); Panayotova-Pencheva (2013); Tangtrongsup *et al.*(2019); Teo *et al.* (2019); Toft (1982).

4 Eberle, Black Hilliard (1989); Eberle and Jones-Engel (2017); Lavergne *et al.* (2014); Seimon *et al.*(2015); Wertheim *et al.*(2014).

5 Emmons and Lennette (1970); Heldstab *et al.* (1981); Kik *et al.*(2005); Landolfi *et al.*(2005); Mootnick *et al.*(1998); Ramsay *et al.*(1982).

6 Cambre *et al.* (1980); Clifford *et al.*(1977); Kumar *et al.* (2012); Lawson, Garriga and Galdikas (2006); McManamon, Swenson and Lowenstine (1994); Stevens (2020); Zimmermann *et al.* (2011).

7 Gamble *et al.* (2004); Lammey *et al.*(2008); Laurence *et al.*(2017); Lowenstine *et al.*(2008); McManamon and Lowenstine (2012); Meehan and Lowenstine (1994); Seiler *et al.*(2009).

8 Celestino-Soper *et al.* (2018); Doane, Lee and Sleeper (2006); Ely, Zavaskis and Lammey (2013); Lowenstine, McManamon and Terio (2016); Nunamaker, Lee and Lammey (2012); Rosenblum and Coulston (1983); Tong *et al.*(2014).

9 Helmholtz Institute for One Health (www.helmholtz-hzi.de/en) and Robert Koch Institute (www.rki.de).

10 Helmholtz Institute for One Health (www.helmholtz-hzi.de/en) and Robert Koch Institute (www.rki.de).

11 Helmholtz Institute for One Health, Helmholtz-Centre for Infectious Research (www.helmholtz-hzi.de/en), Robert Koch Institute (www.rki.de) and University of Greifswald (zoologie.uni-greifswald.de/en/organization/departments/applied-zoology-and-nature-conservation).

12 Helmholtz Institute for One Health, Helmholtz-Centre for Infectious Research (www.helmholtz-hzi.de/en) and Robert Koch Institute (www.rki.de).

13 Helmholtz Institute for One Health, Helmholtz-Centre for Infectious Research (www.helmholtz-hzi.de/en) and Robert Koch Institute (www.rki.de).

14 在本卷编写时: International Animal Rescue (www.internationalanimalrescue.org).

15 Helmholtz Institute for One Health, Helmholtz-Centre for Infectious Research (www.helmholtz-hzi.de/en) and Robert Koch Institute (www.rki.de).

16 International Primate Heart Project, Swansea University (www.swansea.ac.uk and primateheartproject.co.uk).

17 North Carolina Zoo (www.nczoo.org).

18 Copperbelt University School of Natural Resources (www.cbu.ac.zm/schoolsAndUnits/schoolofnaturalresources).