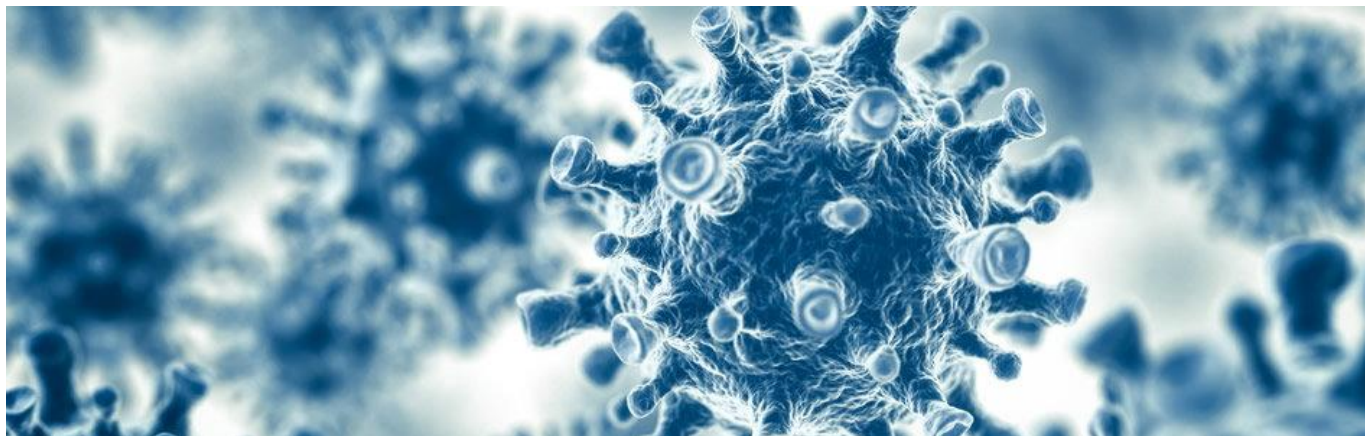




疾病

疾病，这个曾经完美无瑕的造物中的敌人，并不能证明进化，反而显示了罪恶的破坏性和致命性后果。

聚焦伯氏疏螺旋体：一种共生且后果严重的病原体

蜱虫及其在莱姆病和 α -半乳糖中的作用

如果莱姆病会造成如此紧急且慢性的疾病问题，那么伯氏疏螺旋体和蜱虫在《创世记》1章所描述的美好创造中扮演着怎样的角色？细菌和蜱虫是如何演变成依赖不同的宿主和血液生存的？这些适应性变化又如何为当今的细菌学、免疫学、昆虫学和疾病生态学研究提供信息？

伯氏疏螺旋体（图1）最有可能存在于野生小鼠（图2）的肠道中，而非家鼠或人类。这种细菌在野生小鼠体内呈群居性，可能对彼此有益（图2）——造物主按照其应有的节奏创造了它，使其发挥其应有的作用。但当伯氏疏螺旋体扩散到野生小鼠以外的环境中（也

称为人畜共患病溢出)时,它会使其他动物患病,从实验小鼠到犬类再到人类。在这个堕落的世界里,它可以进入一个复杂而繁琐的生命周期(图3):蜱虫、小鼠、鹿、犬类和人类。当伯氏疏螺旋体扩散到人类或实验小鼠体内时,它会导致严重的疾病,并成为致病菌。骨骼中的伯氏疏螺旋体会导致关节炎、皮疹、心脏问题,甚至死亡。它也可能成为一种持续存在的病原体,引起慢性疾病。

人类、动物和环境健康错综复杂、密不可分,且皆由造物主精心设计。地球上所有生命都通过造物主的计划联系在一起。包括美国疾病控制与预防中心(CDC)在内的世俗科学家也认识到生物圈内的这种联系,并称之为“一体化健康”,尽管他们并不承认造物主的存在,也不认同圣经中关于地球年龄和受造而非进化论的观点。但我们可以认同,这三个相互作用的组成部分是相互联系的,良好的管理应认识到它们之间的关联性。其原理在于,微生物(和寄生虫)在人类宿主、动物宿主和环境储存库之间循环。环境的变化可能导致病原体向动物和人类的再次传播。我们可以将这三个相互重叠的领域形象化。任何一个领域的变化都会持续影响其他领域。微生物在不同动物宿主和不同环境条件下的混合(置换)可能导致潜在的新病原体和寄生虫的适应性进化。

如今，“同一健康”理念及其最初的设计似乎已经“失效”。蜱虫或许曾经是食腐动物，但现在它们却可能成为致命的寄生虫和疾病传播媒介。蜱虫数量日益增多，蜱传疾病也在今年夏天如雨后春笋般涌现。美国卫生与公众服务部（HHS）和疾病控制与预防中心（CDC）的报告显示，每年估计有超过 47.6 万例莱姆病病例，联邦政府正在加大力度预防该疾病（HHS 新闻稿，2026 年 5 月 29 日）。



+

图 1. 暗视野显微镜下的 伯氏疏螺旋体（400 倍放大）。引起莱姆病的微生物是一种细长的螺旋状螺旋体——

伯氏疏螺旋体。若蜱在吸食受感染的白足鼠血液时会感染这种细菌，之后将其传播给人类。由于该微生物直径细小，未染色的样本最好使用暗视野或相差显微镜技术进行观察（CDC 图像 6631）。

新闻中的莱姆病

根据美国疾病控制与预防中心（CDC，2026）的数据，莱姆病病例正在上升；世界各地的急诊室接诊的感染患者越来越多，美国因蜱传疾病而就诊的急诊人数创下 2017 年以来的新高。此外，这些数据甚至还没有包括前往紧急护理机构就诊的患者，也没有包括那些选择不接受治疗（尤其是在急诊室就诊）的患者。莱姆病病例遍布美国各地，东北部、中西部地区，甚至南部腹地和西海岸地区的病例都呈激增趋势。总体而言，与上一年相比，2026 年 4 月全美蜱虫叮咬的比例上升了 25% 以上（Baumgarth 和 Hart，2026）。

近期数据显示，局部地区莱姆病患率显著上升。例如，在我（资深作者）的家乡（出生地）宾夕法尼亚州，莱姆病的发病率最高，东北部大部分地区的情况也类似。弗吉尼亚州中部地区的病例数量正在上升，人们对莱姆病和 α -半乳糖综合征的认识也在提高（Milhorne 等人，2026）。

关于 α -半乳糖综合征

α -半乳糖综合征（AGS）是一种严重的、可能危及生命的过敏性疾病，通常由蜱虫叮咬引起。 α -半乳糖是一种存在于大多数哺乳动物体内的分子，而 AGS 在我所在的地区（吉伦所在的地区）已成为一种极其常见的过敏症。事实上，许多餐厅都提供不含 α -半乳糖的菜单（就像提供无麸质菜单一样）。蜱虫经常叮咬园艺工人。我的园艺师自从开始在树林附近从事树木、草坪、灌木和花卉的园艺工作以来，已经出现过七次 α -半乳糖综合征的症状。他告诉我，当地的园艺工人认为这是一种职业风险，而且他的大多数同行都至少得过一次。

α -半乳糖综合征（AGS）通常通过血液检测 α -半乳糖抗体来诊断。治疗方法是改变饮食习惯几年并注射疫苗。有些人在食用红肉或接触其他哺乳动物制品后会出现症状。因此，AGS 通常被称为“蜱虫叮咬红肉过敏”。弗吉尼亚州贝德福德县与我家相邻，是美国 AGS 病例第二多的地区。我们县有很多孤星蜱和黑腿蜱。事实上，仅仅一个下午，就在我家后面一英亩的树林里就采集到了数百只！它的学名是美洲钝缘蜱

（*Amblyomma americanum*），由于雌性成虫身上有一个大斑点，当地人称之为孤星蜱；有时也被称为种子蜱（体型较小的）或火鸡蜱。

栖息地破坏以及蜱虫从“野生”/森林循环转移到与人类活动重叠的城市/家养栖息地，是导致 α -半乳糖综合征（AGS）的因素之一。 α -半乳糖综合征也与孤星蜱（一种比黑腿蜱（*Ixodes scapularis*）更具攻击性的蜱虫，更容易叮咬人类）密切相关。所有哺乳动物的肉类中都含有 α -半乳糖，包括牛肉、猪肉、羊肉、鹿肉、山羊肉、野牛、兔肉和动物内脏。少数病例与肉类无关，但绝大多数病例都与肉类有关。关于该疾病的起源，目前仍有许多未知之处，需要更多研究来了解它。但在堕落之前的世界里， α -半乳糖综合征并未出现——甚至在大洪水之前，它出现的可能性也极低——因为当时人们的饮食主要以素食为主（植物、真菌、有机物中的微生物），而蜱虫很可能以有机物为食。 α -半乳糖综合征主要是由于免疫系统紊乱引起的，而免疫系统紊乱近年来也发生了巨大变化（Gillen 2020）。该病直到 21 世纪才被发现，在人类历史上可能是一个非常近期的事件。

莱姆病正在积极蔓延至肯塔基州等南部边境各州，肯塔基州目前已成为蜱传疾病风险最高的州之一。

根据肯塔基州公共卫生部（KDPH）的研究，2020 年至 2023 年间，蜱传疾病的报告病例增加了 128%。尤其值得注意的是，莱姆病病例在同一三年期间激增了约 275%。

英国昆虫学系和肯塔基州公共卫生部通过一项多年监测计划密切关注着这一扩张情况。

（自 2026 年起）

黑腿蜱（莱姆病的传播媒介） *Ixodes scapularis* 现已遍布整个联邦。公共卫生专家，例如英国的布莱恩·史蒂文森博士（2026），将蜱传疾病的增加归因于蜱虫从东北部迁徙而来，主要通过鹿进入肯塔基州，在那里它们找到了“该州植被茂盛、湿度高的理想环境”（Honce 2026）。

莱姆病最常见的诊断依据是 75% 的病例会出现“靶心状皮疹”。正式名称为游走性红斑（图 4）。随着细菌从最初的蜱虫叮咬处缓慢扩散，皮疹会从中心向外扩散，逐渐扩大，形成我们熟悉的向外移动的环状皮疹。

白足鼠伯氏疏螺旋体带来的益处

野生林鼠很可能与伯氏疏螺旋体细菌存在共生关系，彼此互惠互利。

在弗吉尼亚州，白足鼠（*Peromyscus leucopus*，[图 2]）很常见。它们类似于欧洲的“林鼠”，可以将伯氏疏螺旋体传播到美国以外的地区。白足鼠在美国东部和中西部地区很常见，是伯氏疏螺旋体（莱姆病的病原体）的主要宿主。虽然这种细菌也能使其他哺乳

动物患病，但白足鼠对长期感染伯氏疏螺旋体表现出独特的“耐受性”——尽管携带这种对人类“危害极大的病原体”，它们仍然保持临床健康（Rogovsky等人，2024）。很可能，野生林鼠与伯氏疏螺旋体之间存在某种互利共生的关系。人畜共患病的溢出，或者说其原本生态位的丧失，是导致人类疾病传播的原因。

Peromyscus
White-Footed Mice



图 2. 野生宿主：白足鼠（*Peromyscus leucopus*）。

（A）美国疾病控制与预防中心绘制的天然宿主示意图。

（B）当地博物馆研究标本的前视图和（C）后视图。

白足鼠是伯氏疏螺旋体（*Borrelia burgdorferi*）以及其他小型啮齿动物的主要宿主。这种分布广泛的啮齿动物体内持续存在细菌，但自身却不表现出任何症状。（照片由 Alan L. Gillen 博士拍摄；标本采集于弗吉尼亚州林奇堡地区。）

从细菌的角度来看，最好不要在其宿主（即它赖以生存的储存宿主）中诱发疾病；它自身的生存依赖于宿主的生存。伯氏疏螺旋体不产生传统的毒素，不像金黄色葡萄球菌、化脓性链球菌或肺炎链球菌等典型病原体那样。伯氏疏螺旋体还具有另一种独特的特征来增强自身的生存能力，这使其在大多数病原体中脱颖而出。革兰氏阴性菌，例如大肠杆菌，具有厚厚的脂多糖层（LPS），它既是保护屏障，又是免疫系统的激活剂（Farhana 和 Khan, 2023）。当感染或细胞死亡过程中释放内毒素时，这种反应会导致炎症和感染性休克。另一方面，革兰氏阳性菌，例如化脓性链球菌，具有厚厚的肽聚糖层，但缺乏外层脂质膜；因此，对这些细菌的免疫识别是由磷壁酸与受体相互作用驱动的（Silhavy 等人, 2010）。

伯氏疏螺旋体 (*Borrelia*) 的独特之处在于其外膜不含脂多糖 (LPS) 层。相反，它利用暴露于表面的脂蛋白和糖脂与宿主相互作用并引发炎症 (Bowen et al. 2023)。多项研究证实，*伯氏疏螺旋体* 中缺乏经典革兰氏阴性菌 LPS 中常见的脂质 A 和其他内毒素。虽然 *伯氏疏螺旋体* 缺乏 LPS，但其膜结构包含胆固醇。因此，该细菌能够逃避先天免疫系统的检测，转而利用其暴露于表面的脂蛋白与宿主细胞相互作用。这种机制导致持续感染、抗原变异和组织黏附。*伯氏疏螺旋体* 在实验室小鼠和人体内致病性可归因于其抗原转移的外表面蛋白以及黏附于特定“家养”哺乳动物细胞并引发炎症的能力。人类宿主的免疫系统对 *伯氏疏螺旋体* 的反应造成了所有损害。然而，*伯氏疏螺旋体* 不会在野生白足鼠中引起疾病。

伯氏疏螺旋体 的数量似乎受其野生宿主控制。这种控制机制与家养实验室小鼠不同。C3H 小鼠是小家鼠 (*Mus musculus*) 的实验室品系，当接触 *伯氏疏螺旋体* 时会出现包括关节炎在内的严重症状。白足鼠 (*Peromyscus leucopus*) 是野生啮齿动物，它们可以作为莱姆病的宿主，但自身却不表现出症状。它们拥有独特的免疫系统，不会对 *伯氏疏螺旋体* 产生严重的炎症反应，因此细菌可以在它们的血液中存活而不引起症状 (Rogovskyy et al. 2024)。

伯氏疏螺旋体似乎是一种误入歧途的人类病原体，是从野生鼠类传播而来。它似乎是一种移位细菌。这与移位创造假说相符（Gillen 和 Conrad，2021）。

汇总表 1：白足鼠与实验小鼠的比较

标志和特征	白足鼠（ <i>Peromyscus leucopus</i> ）	实验小鼠（C3H/ <i>Mus musculus</i> ）
莱姆病严重程度	无（无症状；临床耐受性高）	高（严重病理；关节炎、心肌炎）
免疫反应	低/静止/非炎症	高/过度炎症/破坏性
伯氏疏螺旋体细菌载量	高（持续感染但受到严格控制）	中等（宿主自身控制能力极低）
在自然循环中的作用	原始野生水库（生态适应性高）	仅限模型（不太可能；位移）
设计框架	有目的的安置（稳定的共生关系）	生态位转移（人畜共患病溢出/致病结果）

表 1. *伯氏疏螺旋体*感染在自然、野生和实验室哺乳动物宿主中的生态和病理比较。

罗戈夫斯基等人 2024 年论文《从创造论视角看世界》摘要

疾病耐受性与免疫力：与会产生强烈抗*伯氏疏螺旋体*反应并导致关节炎的实验室小鼠品系（例如 C3H）不同，白足鼠不会出现可检测到的疾病体征或症状。这种耐受性使它们在携带细菌的情况下仍能保持正常的行为、繁殖和生存。这可能反映了*伯氏疏螺旋体*最初在白足鼠体内发挥的功能性作用——作为共生菌，帮助维持基本的生理功能，类似于*大肠杆菌*在小鼠和人类肠道内的作用。

长期共存：在白足鼠中，研究发现，感染小鼠在 70 天内没有出现明显的血液学、生化、免疫学或组织学变化，这表明宿主与病原体之间的关系是稳定的，并且是非致命的。

生态作用：这种耐受性使白足鼠能够作为持续的细菌库，维持环境中*伯氏疏螺旋体*的存在，并支持蜱虫种群，而蜱虫种群可以将这种细菌传播给人类。

对宿主的潜在益处和可能的跌倒前功能：

在白足鼠中，虽然确切的“适应性”优势尚未完全明确，但可能的益处包括：

- 1) 降低适应成本，避免有害免疫反应带来的能量和免疫负担。
- 2) 细菌持久性：维持稳定的、长期的感染，支持传播而不杀死宿主。
- 3) 一种适应性耐受性，可能是与伯氏疏螺旋体共同变异的结果，使得宿主能够在细菌存在的情况下生存和繁殖。

研究意义：

- 白足鼠作为研究的关键模型
- 哺乳动物宿主如何控制慢性感染而不致病
- 宿主-病原体相互作用中的免疫调节机制
- 打破莱姆病传播链的策略，例如通过基因工程改造小鼠使其抵抗伯氏疏螺旋体

莱姆病

此前，我们曾报道（Gillen 和 Eakin, 2021），在莱姆病的生命周期（图 3）中，白尾鹿是黑腿硬蜱（或称“鹿蜱”，图 3）的“正常”终宿主（最终繁殖和传播宿主）。它通常与靶心状皮疹（图 4）相关。正如我们所写，

白足鼠……是典型的宿主，也是人类或其他物种的感染源……

只有当蜱虫叮咬并感染人类后，*伯氏疏螺旋体*才会大量繁殖，数量高达数十亿。因此，人类才会患病。

莱姆病是美国排名第一的人畜共患病，其致病性似乎与菌株置换和突变有关。研究发现，蜱虫体内存在非致病性 *伯氏疏螺旋体*，并且已证实蜱虫体内也存在正常的微生物群，这种微生物群对蜱虫的健康至关重要。

*伯氏疏螺旋体*细菌的变异增加了莱姆病的复杂性。



+

图 4. 表皮游走性红斑（“靶心疹”）。这种皮肤病变是莱姆病早期诊断的主要指标，靶心状皮疹会从中心向外逐渐扩大。随着细菌从最初的蜱虫叮咬处缓慢扩散，皮疹可扩大至约 12 英寸，形成我们熟悉的向外扩散的环状皮疹。（美国疾病控制与预防中心图片）

蜱虫作为食腐动物和后来的寄生虫

证据表明，蜱虫的解剖结构随着时间的推移发生了显著变化，而这种解剖结构的变化也带来了能力和行为的改变。蜱虫早期的解剖结构（图 5、6）表明，它们最初以有机碎屑（包括蝙蝠粪便）和植物为食，之后在秋季后期才转而吸血。蜱虫的肠道内寄生着特殊的有益细菌（内共生菌）。蜱虫依靠这些细菌合成血液中缺乏的必需 B 族维生素。这与人类需要肠道细菌来帮助分解食物，从而获得维持生命所需的必需维生素和营养物质类似。威利·伯格多弗博士（莱姆病病原体 *伯氏疏螺旋体* 的最初发现者）指出：“我强调，每只蜱虫，无论其种类，都携带自身的内共生细菌，在评估继发性病原体之前，必须彻底了解这些共生菌的形态和分布”（Edlow 2003, 131）。伯格多弗的这句话可以理解为：蜱虫是极其复杂精密的生物，正如我们所发现的，它们体内寄生着许多微生物，既包括正常的微生物群，也包括致命的病原体；只有当我们了解这些生物的正常微生物群时，才能充分理解它们为何能够携带如此致命的疾病，并发现其他病原体。



+

图 5. 黑腿蜱 (*Ixodes scapularis*) 在干草上。这类蜱虫是莱姆病的传播媒介。它们背部盾片呈卵圆形，部分缺失且无装饰，以此可以识别。若虫和幼虫通常以小型啮齿动物为食，而成虫则以白尾鹿等大型哺乳动物为食。（图片：W.alter, [CC BY-SA 4.0](#), 来自 [Wikimedia Commons](#)。）



+

图 6. 相差显微镜 (PCM) 下的肩胛硬蜱 (*Ixodes scapularis*) 图像 (40 倍放大)。借助相差显微镜增强结构对比度，可以轻松观察黑腿蜱的内部结构，清晰地呈现蜱虫的细长内脏器官。该图像清晰地显示了其内部解剖结构，包括触须、唾液腺、神经节、附属腺、中肠和下肠。

蜱虫的分类及蜱虫的出现原因？

根据佛罗里达大学网站 (Shetty) 的说法，

蜱虫分为三个科：硬蜱科 (Ixodidae)、软蜱科 (Argasidae) 和纳氏蜱科 (Nuttalliellidae, 一个罕见的古老类群，只有一个物种)。

最早的蜱虫已经是专性吸血动物，这意味着它们需要吸血才能生存。

他们还指出，进化论者也认为“硬蜱科（Ixodidae）——如今的硬蜱所属的目——是在白垩纪时期出现的”。

相比之下，创造生物学家则认为蜱虫最初并不吸食动物或人类的血液。在它们演变成我们今天所知的这种高度特化的寄生虫之前，它们的祖先可能过着截然不同的生活方式。早期的蜱虫可能以腐肉等有机物为食，例如蝙蝠粪便，或者以土壤中腐烂的有机物为食。随着时间的推移（堕落之后），它们演变成了吸血蜱虫，这一重大转变很可能是由于获得了更稳定、营养更丰富的食物来源：脊椎动物的血液。

蜱虫为何从食腐动物转变为吸血动物？

秋季和/或洪水标志着蜱虫从食腐动物转变为吸血寄生虫的可能转折点。

蜱虫是生命力极其顽强且古老的害虫。一些蜱虫化石被发现保存在距今 3000 多年的琥珀中。在奥地利厄茨阿尔卑斯山，人们在公元前 3300 年的古代人类（例如奥兹人）身上发现了伯氏疏螺旋体（Drymon 2018）。人类堕落和/或大洪水可能是蜱虫从食腐动物转变为吸血寄生虫的关键转折点。这种转变的可能原因是血

液作为食物来源，其营养价值更高，也比腐烂的植物或鸟粪更稳定。蜉蝣身处竞争极其激烈的环境中，面临着自然选择的挑战，为了获得生存优势，它们调整了饮食，转而吸血，并最终成为一种极其成功的寄生虫。堕落之后，生态圈中直接和间接竞争的增加也促使蜉蝣转向吸血，因为它们现在可以直接吸食活体动物的血液，极大地扩展了它们的食物来源。鸟类、爬行动物和哺乳动物都成为了新的移动食物来源，这极大地增强了这种小型寄生生物的移动能力和适应性。蜉蝣能够“搭便车”并寄生于同一宿主，这使得它们能够轻松迁徙并占据新的区域，从而提高了自身的适应性和全球扩散范围。当然，我们并不清楚从食腐动物到寄生虫的转变过程有多长；这种转变可能始于蜉蝣缓慢地吸食伤口或软组织中的体液。随着时间的推移，随着个体适应性的提高以及环境的变化以适应它们新的饮食习惯，它们逐渐进化出以完全吸血为最有效生存方式的特征，最终形成了我们今天所知的吸血蜉蝣这一独特的类群。

吸血蜉的“出现”及其唾液和口器的解剖结构“变化”

在末日降临前一个没有竞争的世界里，食腐是蜉蝣觅食和行为的主要方式。有机碎屑、粪便和植物构成了蜉蝣的食物，因为与其他物种的直接或间接竞争并不构成问题。因此，它们像其他所有生物一样，与生态

圈共生。竞争的出现迫使蜱虫在行为和解剖结构上都做出调整。随着吸血成为蜱虫的主要食物来源，它们进化出了特殊的结构来增强自身的适应性，这些结构包括：

- 蜱虫头状突：由三个小部分组成的系统，帮助蜱虫附着在宿主身上数小时甚至数天。
- 触须：蜱虫用来寻找合适的吸血部位的感觉器官，但不会刺破皮肤。
- 螯肢：一种刀刃状结构，能锯穿宿主的皮肤。
- 口下部：一种带倒钩的稻草状结构，用于将蜱虫固定在宿主皮肤上。
- 哈氏器官：蜱虫前腿上高度特化的感觉凹陷，其功能类似于天线，可检测过往宿主散发的二氧化碳、体温、水分和气味（Grant 等人，2026）。
- 使用相衬显微镜、共聚焦显微镜或扫描电子显微镜（SEM）可以最好地观察哈勒氏器官。

这些特殊的解剖结构（图 6，标题）使秋季蜱能够准确识别宿主，附着在宿主身上，穿透皮肤，并长时间持续吸血。为了确保蜱能够隐蔽地吸血，避免惊扰宿主，它们还需要另一种适应机制。蜱进化出了特殊的抗凝血唾液，这种唾液存在于微小的囊状结构中，用相差显微镜观察效果最佳（Grant et al. 2026）。这

种抗凝血唾液就像一种特殊的化学混合物，能够阻止宿主产生凝血反应，使蜱能够长时间持续吸血。它还能消除宿主的疼痛反应。这种唾液（Goodman et al. 2005; Johnson 2023）包含：

- 抗凝血剂：阻止宿主血液凝固。
- 血管扩张剂：扩张供血部位附近的血管，以改善血流。
- 免疫抑制剂：用于抑制免疫系统，使宿主无法检测到它们并启动免疫反应。
- 止痛药：防止叮咬处周围出现瘙痒、疼痛或其他感觉。

在我们 2026 年春季的研究中，使用倒置相差显微镜或暗视野显微镜可以轻松观察到蜱的唾液腺（Grant 等人，2026）。我们可以看到蜱的唾液腺是由排列在唾液导管内壁的复杂细胞簇组成，这些细胞簇结构精细，形似葡萄。它们是维持体液平衡、分泌黏液以固定蜱体以及在吸血过程中传播病原体的关键器官。在过去的研究中，由于新鲜杀死的蜱中混杂着许多其他细菌，因此很难观察到伯氏疏螺旋体。为了提高分辨率，我们转而使用已知的染色标本，并在蓝色滤光片下分析伯氏疏螺旋体的生物学特性。

蜱虫从腐生性向吸血性转变

关于蜱虫吸血习性的起源，目前最佳的假说是它们曾经是食腐动物，以植物性物质（如豆血红蛋白）、有

机碎屑、腐肉和动物粪便为食。一个显著的例子是南美洲蝙蝠蜱（*Antricola delacruzi*），它已经适应了以蝙蝠粪便为食。蝙蝠粪便对蜱虫来说是一种丰富的物质。这种蜱虫的幼虫最初会从洞穴栖息的蝙蝠身上吸血，但一旦发育为若虫和成虫，它们的生活方式就会发生彻底的改变。这些后期阶段的蜱虫不再寄生在宿主身上，而是自由生活，以洞穴地面和墙壁上的蝙蝠粪便为食，以这种富含营养的物质为食，而不是吸血。蝙蝠粪便中含有几丁质、铁和其他来自蝙蝠所捕食昆虫的营养物质，为蜱虫的生长和蜕皮提供了充足的资源。

美洲的其他蜱虫会交替以蝙蝠粪便和血液为食

（Johnson 2023）。有些种类甚至会在吸血和以粪便为食之间切换。在北美，最著名的以粪便为食的蜱虫——粪生蜱（*Ornithodoros coprophilus*）（图 7）——在墨西哥和美国均有发现，在德克萨斯州和亚利桑那州均有记录。现在，越来越多的粪生蜱通过蝙蝠粪便经由墨西哥边境进入美国。尽管从秋季前非捕食性蜱虫到我们今天所见的吸血蜱虫的确切转变过程尚不明确，但以粪便为食的蜱虫的存在提供了一个有趣的线索。富含营养的植物材料，例如豆科植物，以及含有几丁质和铁的昆虫残骸，可能为早期蜱虫的清道夫角色提供了支持。蜱虫最初可能通过循环有机物来

帮助维持生态系统的自然平衡。对德拉克鲁兹蚁蜱 (*Antricola delacruzi*) 的研究支持了这一观点。蜱虫的幼虫仍然需要吸血，但若虫和成虫则完全依赖营养丰富的蝙蝠粪便，而非宿主。它们口器退化，表现为几丁质结合蛋白水平升高和吸血基因表达降低，这进一步证实了蜱虫在两个生命阶段中彻底放弃了吸血 (Ribeiro et al. 2012)。这种以蝙蝠粪便为食的策略可能有助于蜱虫后期阶段在利用丰富的食物来源的同时避免寄生，为一些蜱虫如何在不依赖血液的情况下生存提供了一个现代例证。幼虫对血液的“需求”是堕落之后才出现的现象，蜱虫如何在堕落的世界中转变其食物习性仍然是一个谜。



+
图 7. 典型的软蜱（*Ornithodoros* 属）。这种软蜱在其生命周期的多个阶段主要以腐烂的有机物和蝙蝠粪便为食。它们能够依靠非血液有机物生存，这表明蜱虫在秋季之前可能以腐肉为生。这个例子表明，秋季之后栖息地和资源压力的变化可能导致现代蜱虫依赖吸

血。（图片：Acarologiste, CC BY-SA 4.0, 来自 [Wikimedia Commons](#)。）

为什么蜱虫的适应和变异在今天如此重要

生物学家对研究蜱虫和细菌的变化很感兴趣，希望借此更全面地了解这个瞬息万变的世界中的生命图景。生态系统一直在不断演变(Gillen 和 Conrad, 2021)。如果我们能够预测这些变化，或许就能更好地控制疾病。了解蜱虫的适应性和变异性，从它们的解剖结构到其富含化学物质的唾液，都能为研究人员提供关键信息，帮助他们了解蜱传疾病的传播方式，以及如何控制郊区蜱虫的过度繁殖，从而减少疾病的发生。

伯氏疏螺旋体、小鼠、蜱虫和动物概述

总而言之，所有生物都注定要在生命中占据其应有的位置。这不仅限于动物和人类，甚至延伸到蜱虫和细菌等最小的生物。地球上的生物被设计在一个有序、规划好的栖息地中，并在精心打造的生态位中发挥作用。蜱虫、野鼠、鹿和人类的生命周期都十分复杂。圣经中的“同一健康”理念为未来的全球健康提供了一个概念模型，并体现了最初创造的统一性，即每个生物、人类、动物和环境都处于彼此恰当的位置，并共同促进健康（创世记 1 ；诗篇 104 ）。地球上所有生命都被设计成拥有一个合适的生态位（职业）和一

个美丽的栖息地（场所），供人类照料。在这个堕落之后的世界里，环境和生活在其中的生物都面临着持续的生存压力。这些适应性力量如何将蜱虫等生物从最初的“良好”设计转变为某种腐败的东西，至今仍是一个谜；曾经的共生生物现在变成了具有重要影响的寄生虫。

对蜱虫（一种通常被视为害虫的生物）的研究表明，即使是我们仅仅思考其存在意义的生物，也具有有序和计划性创造的迹象。

对蜱虫（通常被视为害虫）的研究表明，即使是我们习以为常、甚至对其存在都感到疑惑的生物，也拥有有序且精心设计的创造痕迹。蜱虫的解剖结构体现了其在特定生态位中的功能性作用；对秋季前后蜱虫行为的研究进一步揭示了自然选择如何对生物的解剖结构产生快速而显著的影响。严酷的生存环境迫使蜱虫适应为寄生吸血生物，它们拥有独特的生命周期和引人入胜的共生关系，例如蜱虫能够“搭便车”寄生在野生老鼠身上。

由于我们所处的世界环境恶化，新出现的疾病将继续传播。2026年春季，埃博拉病毒在中非爆发，很可能是由于该地区的人类（终宿主）与该疾病的储存宿主——果蝠——接触，导致出血热。正如伯氏疏螺旋体

不会伤害白足鼠一样，埃博拉病毒也不会伤害果蝠，但两者都会对人类造成毁灭性的人畜共患病影响。宾夕法尼亚州、弗吉尼亚州和肯塔基州莱姆病发病率的上升部分原因是全球气温上升，这为蜱虫的繁殖和传播提供了更适宜的栖息地。森林的商业性破碎化导致白足鼠的天敌物种消失，使得白足鼠数量过多，进而促进了蜱虫数量的增长。最终，随着白足鼠数量的增加，更多的蜱虫能够成功完成其生命周期并繁殖，最终导致人畜共患病的溢出。生态系统的破坏会引发连锁反应，对人类、环境和动物造成的危害同样巨大。持续的环境破坏使*伯氏疏螺旋体*进入了新的生存环境，导致今年莱姆病感染病例激增。莱姆病的爆发迫使美国卫生部重新调整其防控策略；美国卫生与公众服务部部长小罗伯特·F·肯尼迪于5月宣布，蜱传疾病是今年夏季及未来几年监测和预防工作的重点。

美国卫生与公众服务部（HHS）的莱姆病防治举措体现了联邦政府持续致力于改善预防、加速研究和促进创新，同时确保患者获得及时有效的治疗。我们应当祈祷联邦和地方政府官员能够有效推进这些新举措，并祈祷地方教育能够有效地帮助年轻人识别和预防蜱虫叮咬。为了预防莱姆病和非洲灰皮病，人和宠物都应该避开蜱虫栖息地，穿着防护服，并使用经美国环保署（EPA）批准的驱虫剂。关键措施包括户外活动后

立即淋浴，并彻底检查身体、衣物和装备上是否有蜱虫。这样，您就可以安全地享受户外活动和上帝美好的创造。

读完这篇文章，你心里是否有一些触动？有没有一些新的想法，或者值得你认真思考的问题？或许，你也开始重新思考自己的信仰和人生的方向。

如果你愿意，现在就可以向上帝祷告，打开心门，成为祂的儿女。祷告不需要华丽的言辞，只要一颗真诚的心。你可以这样祷告：

天父上帝，今天我来到你面前，愿意立定心志，宣告我相信耶稣基督是我的救主，是我生命的主。我愿意离开过去那些不讨你喜悦的生活方式，求你赦免我的过犯。靠着你的恩典，帮助我学习顺服你、爱人如己，活出你所赐的新生命。求圣灵每天引导我、扶持我，使我一生荣耀你的名。奉主耶稣基督的名祷告，阿们。

如果你已经做了这个祷告，愿你知道，你并不孤单。信仰的道路需要陪伴和成长。鼓励你在自己居住的地方，寻找一间合适的教会，与弟兄姐妹一同聚会、学习和成长。

如果你有任何疑问，或在信仰上需要帮助，欢迎随时写信与我们联系。我们愿意倾听，也愿意与你一同前行。