关于莱姆病的争论

宿主生物多样性与人类的疾病风险

20世纪70年代中期，康涅狄格州莱姆镇有几个孩子出现了关节疼痛、肿胀的症状。他们被诊断为患有一种罕见疾病—幼年型类风湿关节炎。耶鲁大学医学院的临床医生怀疑这一群病例系感染性病原体所致。很快在美国东北部，报告患这种名为莱姆病的病例数越来越多。其症状包括皮疹、发烧、关节和肌肉疼痛，以及心脏和神经系统问题。

美国国立卫生研究院的Willy Burgdorfer于1982年首次确认莱姆病的罪魁祸首是螺旋体菌，其电子

鹿蜱（肩突硬蜱）的一生要吸食3次血液，其中的一次将伯氏疏螺旋体菌（ Bb ）传播给人类。

© Scott Camazine/Science Source

显微镜图像类似于破碎扭曲的带刺铁丝网。这种螺旋体被命名为伯氏疏螺旋体（Bb），最早是从纽约州牛尾岛林地的蜱虫消化道中分离到，莱姆病就是从该地区开始流行的。

在伯氏疏螺旋体发现30年后，莱姆病已成为迄今北美最常见的虫媒感染。如今Bb的生态学成了研究的重点课题，也是科学上激烈争论的主题。有些研究人员认为，保护大片森林生存环境，即增加Bb及其媒介蜱的脊椎动物宿主多样性的策略，将最终减少人类的感染风险。而另一些人则认为，宿主的生物多样性与人类疾病风险间并不存在可预测关系。

莱姆病的历史

莱姆病发生在欧洲、亚洲和北美，通常由硬蜱属的蜱虫传播。过去十年美国疾病预防与控制中心每年报道的美国莱姆病病例数大约为2万~3万例，多数发生在东北部和中西部地区，当地的病媒昆虫是肩突硬蜱的黑腿壁虱。欧洲与亚洲平均每年的病例数估计分别为65467和3450例。

20世纪70年代美国莱姆病的骤然感染给人们造成了一个假象，认为是由新病原体入侵引起。其实，早期美洲大陆开拓者的日记就有记载蜱虫猖獗，现有证据表明Bb是北美的一种古老感染。从博物馆收藏的1940年代的蜱虫以及20世纪之交的白足鼠中已确定有独特的Bb基因，而且不同种群Bb的遗传变异研究显示，在欧洲殖民前这一病原体就已在现今美国的许多地区存在了数千年之久。不过遗传分析显示该属细菌源自欧洲。

Bb是一种森林生存环境的微生物，其历史与人类对土地的利用一样长。随着欧洲移民向美国西部迁移，他们砍伐了大片的森林。黑腿壁虱主要宿主之一的鹿，由于被过度捕猎，逐渐缩小为少数小的分散群体。Bb的重要储存宿主白足鼠也有所下降。但东北部和中西部的部分未受影响地区，鹿、白足鼠、它们的蜱寄生虫以及Bb均幸免于难。随着19世纪中期大部分东北部农田的荒废，森林再生，这一微生物随着其蜱虫及脊椎动物宿主一起又迁移到新扩张的环境。

现在莱姆病似乎正从它的长期居住地向外扩张。候鸟将蜱虫携带到新的环境，使得蜱虫和Bb一起向南部和北部蔓延。蜱虫的有些鸟类宿主将传播范围扩大到北方，加拿大魁北克省出现莱姆病的研究表明，气候变化使得媒介蜱有可能在原先过于寒冷的地区生存。

Bb依附于其媒介蜱的生命周期。硬蜱在其寿命至少长达两年的一生中，必须分三次吸食脊椎动物宿主的血液大餐，并在每餐后从宿主脱落。夏季微小的幼蜱从森林地面孵化出来并附着于从其身边经过的宿主身上；由于幼蜱等待接近地面的宿主（“寻觅”），它可以附着于任何大小的动物，从啮齿动物、鸟到鹿。来自第一宿主的血液将为幼虫向下个生命阶段—若虫的变态提供能量。还没一粒罂粟种子大的若虫蜱，必须再次吸血饱餐一顿才能蜕皮成年。成年蜱吸食第三个也即最终宿主的血液以便繁殖。牛津大学寄生虫生态学家Sarah Randolph介绍道，若虫和成虫为寻觅宿主伏在植被上，以便能附着于较大型的动物；这也就是为什么鹿对维持蜱虫群体如此重要的原因。

成年蜱的体形大小足以被它们所咬的人注意， 24个小时不到它们便会传播感染。但若虫却并不容易被发现，莱姆病最常发生于被感染若虫咬伤的人。由于Bb并非由母蜱传给其后代，每条幼虫出生时并未感染。当幼虫蜱吸食感染宿主，通常为老鼠、花栗鼠或鼩鼱的血液时，自然传播周期重又开始。一旦幼虫成功发育为若虫，它就会寻找新宿主，使任何经过其身边的人置于感染风险。

莱姆病的宿主

人们对黑腿壁虱与莱姆病出现的责难，通常归罪于过去几十年在美国东北部和中西部大量繁衍的鹿。然而，鹿被证明对Bb感染有免疫力；而且即便它们是蜱虫，尤其是成年生活期蜱虫的重要宿主，它们也不传播莱姆病。

早期研究曾测试过这样一种假设，即减少鹿群数量会通过降低寻找宿主感染若虫蜱的数量而达到降低人类感染的风险。研究的结果喜忧参半。部分研究显示鹿的数量与蜱虫密度密切相关。然而其他研究的报告说蜱虫密度与白足鼠或小型食肉哺乳动物数量密切有关，但与鹿无关。意大利阿尔卑斯的实验报告说在已用围栏隔离鹿群的生存环境斑块地区，寻觅期蜱若虫的密度反而增加。

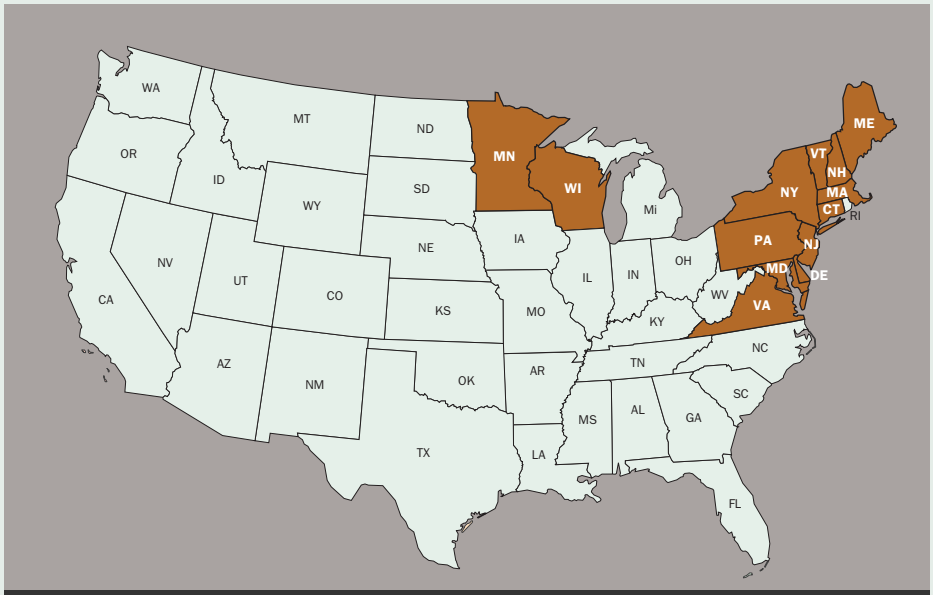
Randolph在评估这些研究结果时说，必须考虑到时间标度。她解释说：“我们都知道在缺少宿主的情况下，蜱虫数量一开始会增加；没有宿主依附，它们会积聚植被上。”“但后来随着蜱虫的死亡，数量快速下降，并且无法通过自然繁殖替代，因为成年蜱没有宿主喂养，便不能产卵。”

欧洲与美国的许多研究表明，尽管有些物种是Bb的储存宿主（即它们有可能将Bb传播给咬它们的蜱虫），有的则不是。1990年耶鲁大学公共卫生学院的流行病学家Durland Fish在与人共同署名的一项研究中，将野生浣熊、条纹臭鼬、负鼠、白足鼠关在笼子里，下面接一个水盘收集吃得饱饱掉下来的幼虫蜱。研究人员在实验室中培养幼虫蜱，跟踪成功发育成若虫的数量。然后，他们计算携带Bb的若虫百分比。幼虫时靠白足鼠喂养的若虫蜱有40%被感染。靠浣熊和臭鼬喂养的蜱虫的感染数字则低得多（用人畜共患病的术语来说，这种动物可能是“稀释宿主”，意味着它们往往使蜱群的感染率减少）。靠负鼠喂养的幼虫发育成若虫的，没一个能活到测试时。

后来纽约州米尔布鲁克的卡里生态

系统研究所疾病生态学家Richard Ostfeld及其同事在研究工作中，用从白足鼠、花鼠、鹿及4种鸣禽中收集到的蜱幼虫进行类似实验。他们发现白足鼠是较之其它测试动物强得多的储存宿主。在另一项研究工作中，他们认为鼩鼱是高度称职的Bb宿主。

在由巴德学院生物学家Felicia Keesing领导的一项研究中，研究组捕获了6种森林动物，在实验室饲养它们足够长的时间，使它们在野外获得的蜱虫全都脱落，然后用蜱幼虫重新感染它们。他们发现，尽管放到白足鼠上的幼虫蜱几乎有一半吃得饱饱的，而在负鼠上喂养成功的幼虫却仅有3.5%。画眉鸟、猫鹊、花栗鼠和松鼠作为蜱虫宿主则处于这两个极端之间。作者指出实验室对动物的囚禁可能影响到它们的清整行为，使实验结果发生潜在偏倚。他们也承认，他们无法控制先前的蜱暴露，而先前蜱暴露引起的免疫反应则会影响以后喂养它们的动物的存活。



根据现有的2011年统计数据，康涅狄格州、特拉华州、缅因州、马里兰州、马萨诸塞州、明尼苏达州、新罕布什尔州、新泽西州、纽约州、宾夕法尼亚州、佛蒙特州、弗吉尼亚州及威斯康辛州等13个州报告的莱姆病病例占全国比例96%。

清除蜱虫

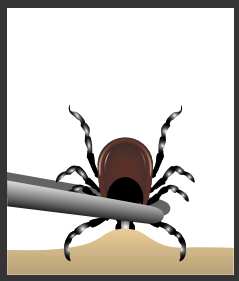
如果你发现有蜱虫叮在你的皮肤上，无需紧张。有好几种市售清除蜱虫的工具，一个细尖头镊子就可以非常有效地清除蜱虫。

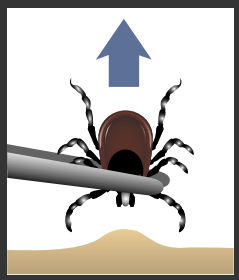
如何清除蜱虫

- 使用细尖头镊子尽量紧贴皮肤表面去抓住蜱虫。
- 用稳定均匀的压力往外拉。不要扭转或猛拉蜱虫；这样会使蜱虫口器折断而留在皮肤内。如果发生这种情况，用镊子拔出口器。如果你无法用清洁镊子将口器轻易清除，别碰它，等待皮肤痊愈。
- 清除蜱虫后，用外用酒精、碘酒或肥皂与水彻底清洁被咬伤口以及你的双手。
- 避免用土方治疗，如用指甲油或凡士林油涂抹蜱虫或用热使蜱虫从皮肤脱落。你的目的是尽快清除蜱虫，而不是等待它脱落。

随访

- 如果你在清除蜱虫后的几周内出现红疹或发烧，要去医院就诊。一定要告诉医生你最近被蜱虫咬过，被咬时间以及你最有可能在何处被咬等情况。





森林碎片化与生物多样性

Ostfeld提出，森林栖息地的碎片化在促进莱姆病传播上起着重要作用。他的论点是基于镶嵌样生物多样性的概念，即大块生存环境为各种不同动物群落提供了栖息地，随着森林砍伐供人利用，剩余孤立生存环境碎片中的物种以某种可预测顺序消失。这种模式已在海洋岛屿和其它孤立生存环境得到证明。但这个现象是否适用于莱姆病极普遍的美国东北部和中西部森林，依然是个有争议的问题。

Ostfeld的研究表明，在其它物种消失后，莱姆病风险的强大放大器—白足鼠依然坚守在小片森林中。他认为，宿主对蜱虫感染及Bb传染的抵抗力，远较其对人为干扰的抵抗力敏感得多。常见于市区和郊区的浣熊与负鼠似乎属于最有效的Bb稀释宿主。伊利诺伊州与加利福尼亚州的研究表明这些动物在残存的森林中繁衍，活跃地穿越于农田间。加州的研究指出，负鼠喜爱动荡的生存环境。

“就算你将森林破成碎片，你还

是有着所有的Bb主要宿主，”耶鲁大学公共卫生学院疾病生态学家Maria Diuk-Wasser说。“大多数宿主都适应了人类。浣熊和负鼠生存在人们的后院中。”

Diuk-Wasser现与Fish合作进行一项研究，即测试生物多样性与Bb以新途径感染人类风险的假想关系。在罗德岛外海布洛克岛的居民中，莱姆病是种常见疾病。岛上的哺乳动物生物多样性很低，目前那儿仅有的蜱虫宿主是鹿、白足鼠和鸟类。研究人员正在诱捕老鼠，收集感染它们的蜱虫，并对它们进行Bb感染测试。他们与已收集人莱姆病病例数据多年的同事们合作。布鲁克岛的结果将会与有着全套脊椎动物蜱虫宿主且莱姆病同样流行的康涅狄格州的内陆研究点结果进行比较。

如果稀释假说成立，布洛克岛上的感染若虫蜱的数量应该比大陆高得多。耶鲁大学的研究者还从居民的后院直接采集蜱虫，直接研究人类和Bb媒介间的界面。对Ostfeld的Bb生态学模型持批评态度的Fish预期不会发现简单的相关性。他说“群落组成会影响莱姆病的生态学，但生物多样性越高意味着对人类风险越低的观点并非是一条法则。”

Ostfeld和Fish合作的研究发现森林的生存环境大小与莱姆病风险间有相关性。在对14个大小从0.7到7.6公顷不等森林碎片的调查中，Ostfeld的研究团队发现，小块林地的白足鼠非常丰富，最小林地（小于1.2公顷，相当于体育场跑道内区域大小）的感染若虫蜱的密度最高。Fsih及其同事在康涅狄格州莱姆附近的林地生存环境发现的类型相似，但他指出，尽管支离破碎的生存环境中感染蜱虫数目较高，但那儿的人感染率却较低。研究组的结论是，之所以如此是因为随着市郊发展，树林砍伐，剩余生存环境减少且相隔甚远，因而该地区的大多数人再也不会与森林碎片近得足以接触感染蜱。

理清头绪

根据直觉，自然环境中抗Bb宿主越多，人类感染风险应该越低。但莱姆病

森林碎片化与生物多样性及人莱姆病风险间关系仍有争论，至少有两个研究团队已证明感染Bb的蜱虫密度随生存环境大小的缩小而增加，然而有一项研究显示人感染率同时下降。适应城市的“稀释宿主”，如浣熊和负鼠的作用仍不清楚。

Houses: © Steve & Dave Maslowski/Science Source; raccoons: © Paul A. Souders/Corbis

的情况并不是那么简单。事实证明，即便对莱姆病感染有完全免疫力物种，也有放大人类感染风险的作用。

简单地说这是个数字游戏。蜱群体依赖存在的提供血液餐的宿主，如果某个抗Bb宿主喂养足够多幼虫蜱，使后面生命阶段的感染若虫密度降低，也同样会使整个蜱群扩大。这意味着依赖传播该疾病的宿主喂养的幼虫更多，Randolph解释说；即便感染蜱的数量是增加的，其比例可能还是下降。

最近加州莱姆病生态学的实验说明了这一现象。西部围栏蜥蜴是传播疾病蜱虫的一个重要宿主，但对Bb有抵抗力。其对细菌的免疫反应如此强大，实际上该蜥蜴可以清除以其为生的蜱虫的中肠感染。这种能力似乎使栅栏蜥蜴成为最终稀释宿主，当研究人员从橡木林地试验田赶走蜥蜴时，他们预计其结果是感染若虫蜱的数量会增加。但是，情况恰恰相反。蜥蜴被赶走地块的感染若虫密度以及因此所致人类感染潜在风险却是下降的。Ostfeld为合著者的该研究论文的结论是："加州莱姆病体系的表现与纽约不同。"

Randolph对所谓的"生物多样性缓冲疾病范例"持不同看法，她向Ostfeld研究工作的方法学与统计学分析提出了挑战。她同意在自然界中存在稀释效应，但她认为这种现象很少见；在特定生态环境下，脊椎动物宿主太多元化反而会放大人类风险。此外，她说，这不是个简单的生物多样性指数的改变，而是对结局至关重要的群落结构的特殊改变。Randolph担忧，被证明存在于莱姆病及其它人畜共患疾病等少数特殊情况中的"稀释效应"，正被用作支持保护生物多样性的通用理由，稀释效应只有在一定条件下才是有价值的。"人们在不断引用稀释效应，但并未完全理解它，"她说。

最近有些研究试图对包括血吸虫病、西尼罗河病毒、疟疾和汉坦病毒肺综合征在内的一系列传染性疾病的稀释效应进行跟踪。Ostfeld、Keesing及其他人均援引了稀释效应作为环境保护和公共卫生双赢解决方案的例子。然而，这些作者也承认稀释效应并非永远有效，许多人畜共患病就出现在高度生物多样性地区。

关于生物多样性丧失与人类疾病风险增加之间的关系有一些突出的例子。曼氏裂体血吸虫是一种在其宿主螺中繁殖的淡水螺寄生虫。它也会经自由游动幼虫期的皮肤接触感染人类。当过度捕捞使马拉维湖吃螺慈鲷鱼群体枯竭时，那儿的血吸虫病发病率便上升。实验研究表明，增加抗寄生虫螺种使易感螺的感染率降低以及寄生虫幼虫的繁殖减少。

然而，这一结果尚未经现场测试，斯坦福大学的寄生虫与病原生态学博士生Chelsea Wood指出，感染血吸虫的螺不会繁殖；它们的寄生吸虫阉割了它们。"降低螺感染率会暂时降低血吸虫病风险，但由于阉割螺的减少，血吸虫病风险很快就会随着螺数量的增加而上升，"她解释说。"螺密度的增加可能导致血吸虫病风险的增加，因为如果螺很多的话，即便很低比例的感染率也意味着极大的风险。"Wood是最近发表的一篇分析莱姆病生态学不同观点综述的第一作者。

以西尼罗河病毒为例，鸟类是主要的宿主。感染通过蚊媒，其中包括非常适应市区环境的淡色库蚊种进行传播。有些大面积地理区域人类感染率的研究发现，增加鸟类群落多样性与降低人类感染率间有相关性。但芝加哥地区的一项鸟类多样性研究却未发现稀释效应的证据，康涅狄格州的研究发现，库蚊属尖音库蚊喜欢吸食美国知更鸟的血。康涅狄格州的研究论文作者之一Diuk-Wasser指出，不论知更鸟是否是最称职或是最丰富的宿主，"因为蚊子选择了它们，它们就是最重要的"。

达成共识

有人撰文：不了解生物多样性在生态系统功能和服务相关作用中的基本过程，就"试图预测生物多样性丧失的社会后果，以迎合政策目标，很可能会失败。" 在理解人畜共患疾病生态学时，生存环境类型和景观规模都是重要问题，不管是莱姆病还是已列入稀释效应例子的任何其它疾病都是如此。Bb是种森林相关物种，人类的感染风险随着与森林景观的接近而增加。然而，在森林中，生物多样性可以缓冲风险。汉坦病毒表现的是一种并行模式：汉坦病毒在低多样性鼠类群落中最为流行，但它又是农村地区的病原体。尽管城市的生物多样性低，但你不会在城市感染到汉坦病毒。

Wood说"莱姆病是稀释效应的典型代表"。"生态学家从对莱姆病研究中推断出的观点是，保护生物多样性可提供控制许多其它人畜共患疾病的方法。不过如果生态学家建议利用保护生物多样性来保护人类健康，我们应该至少要确定，这样做并不会使问题更糟。激烈的争论表明，即便对莱姆病，我们也还无法确定。"

Sharon Levy，居住在加利福利亚州洪堡郡，自1993年开始写作，文章涵盖生态、进化和环境科学。她是《过去和未来的巨人：冰河时期灭绝地球最大动物的启示》（*Once and Future Giants: What Ice Age Extinctions Tell Us about the Fate of Earth's Largest Animals*）一书的作者。

译自*EHP* 121(4):A120–A125 (2013)
翻译：王仁礼; 审校: 李卫华

★本文参考文献请浏览英文原文

原文链接

http://dx.doi.org/10.1289/ehp.121-A120