

城市环境中的生物多样性与健康

莎拉·马塞尔, 佩妮·波恩, 阿莱塔·林德利, 梅丽莎·库克

隶属机构: 生物多样性研究所, 07743, 德国耶拿

摘要: 生物多样性支撑着对人类健康和福祉至关重要的城市生态系统功能。了解生物多样性如何与人类健康相关是科学、政策和实践的发展前沿。本文描述了城市环境中生物多样性对人类健康有益和有害的方面。最近的研究表明, 与城镇内自然环境的生物多样性接触可能对人类的身体、心理和社会健康和福祉产生积极和消极的影响。例如, 虽然病毒或花粉可能对人类健康造成严重危害, 但生物多样性的生态系统可以促进积极的健康和福祉。总的来说, 这些影响是积极的。由于生物多样性正以前所未有的速度下降, 研究表明其丧失可能威胁到所有人的生活质量。一个关键的研究空白是了解并证明生物多样性影响人类健康的特定因果途径。对将生物多样性与人类健康联系起来的途径的机械理解可以促进基于自然的解决方案在公共卫生和影响政策中的应用。研究整合以及跨部门城市政策和规划制定应利用机会更好地确定生物多样性、气候和人类健康之间的联系。鉴于其对人类健康的重要性, 城市生物多样性保护应被视为公共卫生投资。

关键词: 焦虑; 生物多样性; 疾病; 基于自然的解决方案; 公共卫生; 物种丰富

Biodiversity and Health in the Urban Environment

Sarah Marselle, Penny Bonn, Aletta Lindley, Melissa Cook

Affiliation: Institute of Biodiversity, 07743, Jena, Germany

Abstract: Biodiversity underpins urban ecosystem functions that are essential for human health and well-being. Understanding how biodiversity relates to human health is a developing frontier for science, policy and practice. This article describes the beneficial, as well as harmful, aspects of biodiversity to human health in urban environments. Recent research shows that contact with biodiversity of natural environments within towns and cities can be both positive and negative to human physical, mental and social health and well-being. For example, while viruses or pollen can be seriously harmful to human health, biodiverse ecosystems can promote positive health and well-being. On balance, these influences are positive. As biodiversity is declining at an unprecedented rate, research suggests that its loss could threaten the quality of life of all humans. A key research gap is to understand-and evidence-the specific causal pathways through which biodiversity affects human health. A mechanistic understanding of pathways linking biodiversity to human health can facilitate the application of nature-based solutions in public health and influence policy. Research integration as well as cross-sector urban policy and planning development should harness opportunities to better identify linkages between biodiversity, climate and human health. Given its importance for human health, urban biodiversity conservation should be considered as public health investment.

Keywords: Anxiety; Biodiversity; Disease; Nature-based solutions; Public health; Species richness

引言:

生物多样性支撑着对人类健康和福祉至关重要的生态系统功能。然而, 生物多样性正以前所未有的速度下降, 威胁着所有人的健康和福祉。日益增长的城市化是对人类健康和生物多样性的额外威胁。城市地区还面临着日益增加的气候压力, 这不仅是由全球气候变化的发展推动的, 而且还受到城市化和相关的当地城市热岛效

应的推动。这是因为城市包含大量具有热和结构特性的表面, 可以增强热量储存并抑制其损失; 有助于冷却的植被表面减少; 以及由于人类活动(例如交通或空调)导致的更高热量排放。由于预计到2030年全球城市覆盖面积将增加到190万平方公里, 预计将有52亿人生活在城市地区, 因此需要采取行动, 通过为人和自然设计健康、宜居的城市来降低未来风险。基于自然的解决方

案可能有助于缓解城市地区的气候和健康压力。世界卫生组织（WHO）和生物多样性公约（CBD）的新联盟正在认识到协调健康、气候和生物多样性目标的潜力，同时需要具体和可操作的证据来实施促进健康的措施。在关于自然和人类健康的大量研究中，很少有研究考察生态特征对健康的影响。此外，关于生态系统服务对人类健康和福祉的益处的广泛研究往往缺乏对所涉及的生物多样性的具体说明。因此，我们认为有必要进一步了解生物多样性本身的特定要素对人类健康的重要性。第一种简单的测量自然的方法，例如绿地的数量，促进了新研究的激增，并可以作为城市健康规划目标的重要指标。然而，它无法清楚地了解人类健康如何受到生物多样性不同表现形式的存在、接触或变化的影响。过去几十年的研究为城市环境中自然与人类健康之间的联系提供了更清晰的画面。我们现在对城市自然的哪些元素具有积极和消极影响以及为什么会出现这些影响有了更多的了解。新出现的证据强调，收益不仅取决于一个地区的绿地和蓝地的数量，还取决于它们的质量。在这种情况下，生物多样性是质量的一个基本组成部分，因此，研究工作现在正转向关注了解生物多样性如何以及为什么会产生影响，以及这对我们如何规划、设计和管理未来的城市地区意味着什么。本文强调了物种和栖息地的生物多样性对人类健康的影响，并讨论了了解这些关系的新机会，以保护和增强多样性，从而促进人类和自然的健康。

一、身体健康

有相当多的文献确定了城市生物多样性和身体健康之间的间接联系。由于在不同尺度上使用生物多样性和健康的多个代理指标，理解生物多样性和身体健康之间的联系变得复杂。使用特定生物多样性和生理指标的研究有可能消除其中的一些复杂性，但这些仍然相对罕见。尽管存在不确定性，但现有证据揭示了许多直接和间接的影响机制，这些机制可以与十一个相互关联的身体系统中的一个或多个有效地联系起来。生物多样性对人类健康有益作用的一种直接机制与微生物组相关的“生物多样性假说”有关。人类微生物组中的共生微生物有助于解释免疫系统的健康发育和消化系统的健康功能。个体微生物组的多样性与其生活方式、环境和暴露特征密切相关。

生活在城市地区的人们往往很少有机会通过饮食、呼吸道或皮肤接触途径接触有益微生物。在一个例子中，发现青少年特应性与特定本地开花植物的丰度和物种丰

度具有统计学上显著的负相关，这些植物在健康个体家中的丰度增加了约25%。在一项横断面观察研究中，暴露于学校周围较高真菌和动物多样性的小学生分别不太可能发生过敏性致敏和改善肺功能。最近的评论发现缺乏实验和干预研究，明确关注在身体健康的背景下测试生物多样性假设。为了解决这一差距，在芬兰两个城市的一系列儿童日托机构的花园中进行了城市生物多样性干预，结果表明肠道和皮肤微生物群发生了变化，免疫系统功能也发生了改变。其他研究现在表明，干预措施也可以重新定植因城市化而失去的微生物群落。城市生活可以破坏任何年龄组的人类微生物组生物多样性。例如，污染会影响各种环境微生物群落的丰富度。反过来，这种破坏会导致相关疾病的发病率增加，例如在消化系统和泌尿/肾脏身体系统中。城市居民也更有可能会经历生态失调，这是人类微生物持续失衡的负面循环。由于微生物群是部分遗传的，生态失调会产生持续的世代影响，尤其是在城市地区。生物多样性是一系列已知有助于人类健康的特定生态系统功能的基础，包括减轻城市环境压力源的严重性。环境噪声就是这样一个例子。在这里，压力反应机制有助于解释过度噪声如何影响心血管、呼吸、免疫反应和代谢系统。反过来，声学研究表明植被的结构成分如何缓冲噪声，并证明密集和多样化的种植方案提供了特别有效的隔音屏障。尽管在土地覆盖多样性较大的地区，城市人口可能并不总是对环境噪声（减少）有很高的满意度，但植被属性改变声学的物理过程仍然很清楚。因此，人们对城市声景的感知很重要，因为鸟类的声景愉悦可以缓冲交通噪声的负面影响。空气污染是生物多样性减轻的环境压力源的另一个例子。树木已被证明可以减少城市的空气污染，同时它们还可能排放挥发性有机化合物（VOC），选择合适的树种对城市规划至关重要。具有较高结构复杂性和密度的植被也可以成为道路超细颗粒物的有效屏障。尽管如此，城市植被对空气污染的缓解作用仍存在争议。这是由于植物与周围空气的复杂化学和物理相互作用取决于植被结构（例如种植密度）和特定功能特征（例如叶面积、用水策略、花粉产生、VOC和臭氧产生）。

减少暴露于极端高温是生物多样性如何减轻环境压力的第三个例子。由于气候变化和越来越多的人居住在城市地区，未来的极端高温尤其令人担忧，他们可能会经历加剧的城市热岛效应以及由于人口老龄化而导致的更高的脆弱性。城市的植被可以通过蒸发蒸腾和/或遮荫降低空气温度来减少这些热岛效应。已知植被丰度、结

构特征、分类多样性、物种特征（例如叶面积、色素沉着和冠层结构）、组成、功能多样性和功能特性都会影响所提供的冷却程度。据报道，除了减轻城市环境压力之外，城市生态系统的生物多样性还对一系列其他有益功能和生态系统服务产生了积极的影响。它们包括授粉、土壤保护和肥力、水质调节和害虫防治。无论与生物多样性的地方直接接触如何，都可能发生健康影响，例如当洪水衰减或水质调节通过城市上游的湿地发生时。然而，生物多样性区域的丰富性和物理上的邻近性对于获得健康和福祉无疑是重要的。事实上，如果在家附近有宜人的开放空间，人们参与体育活动的倾向更大，这也是健康结果的主要驱动力，因为有益接触的可能性更大，而且锻炼本身对身体健康有益。

二、精神健康

自然环境和绿地有益于心理健康和福祉。虽然大量文献关注自然区域的空间范围或在绿地中花费的时间，但研究绿地生物多样性对心理健康和福祉的影响的研究较少。以下对文献的讨论按生物多样性的层次组织：生态系统或栖息地、物种群落和单一物种。丰富多样的生态系统和栖息地类型可能会改善心理健康，但不会改善心理健康。几项研究表明，生态系统或栖息地的生物多样性与心理健康之间没有显著关系。关于心理健康，有不同的证据，这也与调查的空间规模有关。富勒等人。可以显示栖息地类型的数量与心理健康呈正相关。与生物多样性较低的绿地相比，具有较高生物多样性的绿地与更好的福祉有关。然而，对森林栖息地的调查发现，与高多样性和低多样性的森林相比，中等生物多样性的森林栖息地与报告的积极情绪有关。更多样化的生态系统或栖息地（通过土地覆盖和土地利用的香农多样性指数评估）与芬兰更高的生活质量呈正相关，但与英格兰的心理健康无关。在其他研究中，没有发现生物多样性对不同生态系统或栖息地、保护区或不同绿地类型的心理健康有影响。有一些证据表明，植物或动物的物种丰富度可以与心理健康和幸福感产生积极的联系。关于鸟类物种丰富度对心理健康的影响的证据不一，一些研究表明在大空间尺度和实验实验室环境中存在显著关联，而在邻域尺度上的其他研究则显示没有关系。

在德国区域范围内，植物物种的丰富度与改善的心理健康有关。尽管在非常局部的范围内（家庭周围100米）的行道树的物种丰富度与抗抑郁药处方无关。在心理健康方面，树木和植物物种的丰富程度与更好的情绪和心理健康有关。动植物的物种丰富度与主观幸福感呈

正相关。更多的鸟类物种丰富度与在几个空间尺度上更高水平的生活满意度、积极影响和心理健康有关。然而，在大空间尺度上，没有发现哺乳动物、巨型动物和树种丰富度对生活满意度的影响。在局部尺度上，无法确定蝴蝶物种丰富度与心理幸福感之间的关系，而植物物种丰富度与心理幸福感之间存在负相关关系。当城市地区物种丰富程度的信息不可用时，可以使用代理措施。这种代理措施是感知的生物多样性，即调查对象对他们认为存在于环境中的不同物种数量的评级。迄今为止，还没有研究检查过心理健康与感知到的物种丰富度之间的关系。关于心理健康，在感知的动植物物种丰富度与情绪之间发现了正相关。虽然与科学记录的生物多样性的关系不显著甚至是负面的，但发现关联对鸟类、蝴蝶和树木的感知物种丰富度和心理健康是积极的。马塞尔等人。发现植物的感知物种丰富度之间没有关联。感知的植物物种丰富度与恢复性情感呈正相关，但与主观幸福感无关。没有发现感知到的本地物种数量或感知到的本地昆虫数量对恢复性影响有影响；这可能是因为感知到的生物多样性取决于物种的可见度以及感知差异的程度。丰富的特定分类群可能对心理健康和福祉很重要，因为它们可能比物种丰富度更引人注目。事实上，那些发现物种丰富度不显著的研究发现了丰度的显著结果——反之亦然，在不同的空间尺度上。关于心理健康，Cox等人。发现下午较高的鸟类丰度——但不是物种丰富度——与英格兰的抑郁、焦虑和压力减少有关。马塞尔等人。发现丰富的行道树，而不是物种的丰富度，显著降低了莱比锡市社会经济地位低的人服用抗抑郁药的风险。相比之下，Methorst等人发现鸟类丰富度与心理健康之间没有关联，但发现与鸟类物种丰富度存在显著关联。

关于心理健康，观看鱼类/甲壳类动物数量较多的照片的人报告的幸福感受高于观看数量较少的照片——尽管没有发现物种丰富度的影响。这四项研究强调了同时测量物种丰富度和丰度的重要性，以便辨别物种丰富度的独立贡献。重要的是，空间尺度可能是一个非常重要的因素，因为不同的因果机制可能会解释不同层次的生物多样性对心理健康和福祉的影响。例如，推动区域尺度物种丰富度影响的机制可能与促进心理健康的整体景观质量有关，而局部尺度的物种丰富度可能与减轻压力或促进注意力恢复有关心理健康和福祉。事实上，Marselle等人。没有发现感知鸟类物种丰富度和情绪之间存在直接关系，但发现感知恢复性介导了间接关系。需要进一步的研究来解开这些机制。

三、社会健康

社会福祉是健康的一个重要方面。虽然已经广泛研究了绿地对社区社会互动和社会凝聚力的影响,但很少有研究探讨生物多样性与健康的社会层面之间的关联。参与自然保护志愿服务可以促进社会互动。生物多样性的环境,例如在树木较多的社区,可能会为与他人的社交互动提供环境,这可能会增加社会凝聚力。然而,在所参观的绿地的植被复杂性和社会凝聚力之间没有发现任何关系。相比之下,邻里幸福感(一种自我报告的对邻里环境的满意度的衡量标准)与鸟类的物种丰富度和丰度以及植被覆盖呈正相关。鉴于与自然的接触可以增加社会互动、社会凝聚力和亲社会行为,未来的工作应该研究社会福祉与不同类型自然环境的生物多样性之间的关系。对生物多样性的社会影响的这种见解可能有助于促进有利于环境的行为改变,有助于可持续性并减轻城市化增加的潜在负面影响。

四、生物多样性丧失是一个公共卫生问题

生物多样性对于人类物种的生存至关重要。因此,那些以保护公众健康为职责的人应该加入应对气候变化和其他生物多样性威胁的运动。在全球和政府层面,跨部门努力应确保将生物多样性、气候和健康考虑因素共同纳入政府范围和全球战略。英国的环境战略就是一个很好的例子,该战略将人类健康作为中心目标。同样,健康战略也应该强调健康自然环境的重要性。生物多样性的自然环境应被视为公共卫生的基础。现代公共卫生还必须解决健康不平等问题,即社会经济地位低下可能导致长达10年的生命损失。然而,在获得自然环境方面也存在不平等现象,社会和经济上更贫困的人更有可能生活在生物多样性被剥夺的城市地区,从而混淆了建立获得生物多样性环境与健康之间关系的努力。在控制社会剥夺的分析中,健康结果被证明与绿色空间的几个特征有关。虽然不可能证明因果关系,但预防原则表明,在社会贫困地区投资创造和维护自然环境将有利于公共卫生并减少健康不平等。公共卫生专业人员的一个关键作用是担任卫生干预专员。这种“绿色干预”应该支持有益于人类和环境的生活方式,例如对自行车和步行基础设施的投资。其中一些“绿色干预”,例如志愿保护项目,可以在改善自然环境的同时带来人类健康益处的双重影响。这种健康干预基于“健康”的概念,强调在需要治疗疾病之前支持健康。“社会处方”将人们与整体干预联系起来,绿色干预非常适合这种健康模式。然而,通过资助和嵌入战略来促进绿色健康干预措施需要证明

其有效性。由于这些干预措施复杂且难以评估,资助研究和干预措施的人必须理解并接受这种复杂性。需要对投资于公共绿地所带来的人类健康益处和成本节约进行量化的研究,以建立有说服力的投资证据。为了建立证据基础,成本效益分析可以评估基于自然的解决方案对人类健康结果的有效性,例如降低抑郁症等非传染性疾病的医疗保健成本、自然保护和减缓气候变化。情景构建和统计建模可以帮助预测生物多样性进一步丧失或增加对人类健康的影响,从而为管理优先事项提供信息。这将有助于促进明智的决策以及适当的指标开发,以监测生物多样性和健康趋势,从而相应地调整综合管理和政策。

五、对生物多样性和健康的政策支持

生物多样性与健康福祉的日益相关性在全球和区域政策制定中得到越来越多的认可,例如英国政府关于生物多样性经济学的报告、生物多样性和生态系统服务政府间科学政策平台(IPBES)全球评估或IPBES大流行报告。自2012年以来,世卫组织与CBD合作,以提高人们对生物多样性与人类健康之间相互联系的认识。虽然生物多样性和公共卫生部门的联系正在取得进展,但“筒仓思维”仍然很普遍,政策仍需要采用跨部门方法。当前的COVID-19大流行凸显了不可持续的生物多样性管理对健康造成的严重后果,以及城市绿地对于促进身心健康和福祉以及减少健康不平等的重要性。IPBES最近发布了一份关于生物多样性和流行病的研讨会报告,并将更广泛的人类健康考虑纳入其当前关于生物多样性、水、食物和人类健康之间相互联系的IPBES Nexus评估。生物多样性相关的公共卫生威胁和机遇只能通过整合公共卫生和环境观点来解决。为了实施行动,需要制定政策框架来确保将人类健康作为生物多样性保护政策的组成部分。同样,应在公共卫生政策以及空间和城市规划中考虑生物多样性。关于CBD的2020年后全球生物多样性框架、欧洲生物多样性战略和欧洲绿色协议的国际政策讨论为加强生物多样性-健康政策议程提供了相关的杠杆点。

六、为人与自然设计城市

城市规划决策,例如在城市中促进基于自然的解决方案,可以形成积极的解决方案,以应对人类健康挑战和生物多样性丧失,同时缓解和适应气候变化。虽然城市规划政策明确考虑自然保护和气候变化,但城市规划决策对人类健康的影响往往被隐含考虑。解决城市规划中的健康问题对于创建能够应对未来发展的可持续健康

城市是必要的，例如精神健康和心血管疾病发病率的上升、未来的大流行封锁以及与气候变化相关的影响增加。为此，应加强城市规划、生物多样性专家、气候建模人员和卫生部门之间的跨学科合作。

七、结论

通过这篇综述，我们概述了快速发展的生物多样性和人类健康联系研究领域，重点关注城市地区。我们讨论了接触和体验生物多样性对获得健康影响的重要性，并制定了一项研究议程，以量化健康益处并揭示生物多样性影响人类健康的具体因果机制。这种理解将使城市规划者和政策制定者能够利用机会将生物多样性、气候和公共卫生议程联系起来，并投资于生物多样性作为我们健康的基础。

参考文献：

- [1]Heinz A, Deserno L, Reininghaus U. Urbanicity, social adversity and psychosis. *World Psychiatry*. 2013;12:187 – 97.
- [2]McDonald RI, Mansur AV, Ascensão F, Colbert M, Crossman K, Elmqvist T, et al. Research gaps in knowledge of the impact of urban growth on biodiversity. *Nat Sustain*. 2020;3:16 – 24.
- [3]Taha H. Urban climates and heat islands: albedo, evapotranspiration, and anthropogenic heat. *Energy and Buildings*. 1997;25:99 – 103.
- [4]Kabisch N, Korn H, Stadler J, Bonn A. Nature-based solutions to climate change adaptation in urban areas – linkages between science, policy and practice. Cham, Switzerland: Springer Nature 2017.
- [5]Sandifer PA, Sutton-Grier AE, Ward BP. Exploring connections among nature, biodiversity, ecosystem services, and human health and well-being: opportunities to enhance health and biodiversity conservation. *Ecosystem Services*. 2015;12:1 – 15.
- [6]Marselle MR, Stadler J, Korn H, Irvine KN, Bonn A. Biodiversity and health in the face of climate change: perspectives for science, policy and practice. In: Marselle M, Stadler J, Korn H, Irvine KN, Bonn A, editors. *Biodiversity and health in the face of climate change*. Cham, Switzerland: Springer Nature; 2019. p. 451 – 72.
- [7]Cavaleiro Rufo J, Madureira J, Paciência I, Aguiar L, Pereira C, Silva D, et al. Indoor fungal diversity in primary schools may differently influence allergic sensitization and asthma in children. *Pediatr Allergy Immunol*. 2017;28:332 – 9.
- [8]Mills JG, Bissett A, Gellie NJC, Lowe AJ, Selway CA, Thomas T, et al. Revegetation of urban green space rewilds soil microbiotas with implications for human health and urban design. *Restor Ecol*. 2020;28:S322 – 34.
- [9]Flies EJ, Clarke LJ, Brook BW, Jones P. Urbanisation reduces the abundance and diversity of airborne microbes – but what does that mean for our health? A systematic review. *Sci Total Environ*. 2020;738:140337.
- [10]Harrison PA, Berry PM, Simpson G, Haslett JR, Blicharska M, Bucur M, et al. Linkages between biodiversity attributes and ecosystem services: a systematic review. *Ecosystem Services*. 2014;9: 191 – 203.