

建成环境对公共健康影响的尺度与方法研究*

Study on the Scale and Method of Impacts of Built Environment on Public Health

李经纬 欧阳伟 田莉 LI Jingwei, OUYANG Wei, TIAN Li

摘要 近年来,建成环境对居民健康的影响成为跨学科研究的重点。在不同的空间尺度上,建成环境对健康影响的机制与研究方法均有所差异。通过对国际上相关理论和实证的文献研究,总结建成环境对公共健康影响的研究基础;分析其研究尺度,包括宏观(全球/国家/区域)、中观(城市/县)和微观(街道/社区)3个层次,明确不同尺度建成环境对健康影响的要素;并围绕指标测度和研究方法进行评述。最后,提出健康导向下不同尺度的建成环境构建策略,以期为我国健康城市的建设提供借鉴和参考。

Abstract Recently, the impacts of built environment on public health have become the focus of interdisciplinary research. These impacts vary from scale to scale, and the research methods are different. Based on relevant theoretical and empirical literatures, we summarize the framework for studying the built environment on public health, analyze its dimensions, including macro (global/ national/regional), medium (city/ county) and micro (street/community) scale, and clarify the built environment factors of different scales, then focusing on index measurement and research methods. This study puts forward strategies of different scales of built environment to promote public health, with a view to providing the basis for healthy cities in China.

关键词 建成环境;公共健康;研究尺度;研究方法

Key words built environment; public health; research scale; research methods

文章编号 1673-8985 (2020) 02-0038-06 中图分类号 TU981 文献标志码 A

DOI 10.11982/j. supr. 20200207

作者简介

李经纬

清华大学建筑学院
博士研究生

欧阳伟 (通信作者)

中国人民大学公共管理学院
硕士生导师,博士

田莉

清华大学建筑学院
城市规划系系主任
土地利用与住房政策研究中心 主任
教授,博士生导师

0 引言

现代城市规划的缘起与公共健康密切相关,创造健康的人居环境、提升居民生活水平是城市规划的主要目标之一。城市规划与公共健康相关的重要环节在于建成环境。建成环境作为城市规划建设在空间上的反映,是影响居民公共健康的重要载体,其作用不容忽视。大量研究表明,健康不仅受到遗传因素、生活方式、社会经济等因素的作用,还与建成环境要素密切相关。

目前,全球有55%的人口居住在城市地区,到2050年这一比例预计达到70%。随着我国城市的快速发展,城市突发事件、环境污染、居民体力活动缺乏等问题日趋严重。这引起公众对建成环境与健康问题的广泛关注。据世界卫生组织(WHO)估计,约24%的全球公共卫生负担归因于不断变化的城市环境^[1]。解决

居民的健康问题已经成为未来的全球性挑战,通过改变生活方式和建成环境能够更好地促进健康。规划师和决策者一直致力于建设更宜居的健康城市,其中,探索城市环境如何影响健康是较为有效的路径。我国关于建成环境与公共健康的实证研究刚刚起步,从理论到实践的探索仍在继续。本文通过对国际上相关理论和实证的文献研究,总结建成环境对公共健康影响的研究尺度和研究方法,提出健康导向下的建成环境构建策略,以期对我国健康城市的建设提供参考与借鉴。

1 建成环境对公共健康影响的研究基础

1.1 理论基础

随着建成环境与公共健康的相关研究在城市规划学、社会生态学、公共卫生学、环境行为学等跨学科的融合中起步,衍生出一系列相

* 基金项目:国家自然科学基金委“‘多维度—多尺度’视角下建成环境对老龄健康的影响研究”(编号51878367),北京市卓越青年科学家计划项目“北京城乡土地利用优化的理论与规划方法体系研究”(编号JJWZYJH01201910003010)资助。

关基础理论。其中影响较大的是社会生态学理论和城市生态系统理论。

社会生态学理论是以Brownfen Brenner的生态系统论为基础,后由Sallis等人结合健康行为促进理论提出的针对人群尺度促进健康行为的环境干预框架。该理论指出公共健康研究应该关注创造支持性环境,强调人与社会环境之间存在的密切关系,环境与人的行为、健康之间存在多方面互动影响^[2]。该理论在揭示建成环境对体力活动影响机制的实证研究中得到了广泛应用^[3]。

随后Barton^{[4]350, [5]}在2005年提出城市生态系统理论,试图将生态学系统方法与健康决定因素理论整合到一个简单的概念模型中(Settlement eco-system health map)。该理论认为公共健康既受到个体层面遗传因素、生活方式等方面的影响,也与社会资本、地方经济发展水平、人类活动、建成环境、自然生态条件等外在因素有关;指出在城市发展的过程中,城市规划对健康的干预主要集中在建成环境的圈层中。与社会生态学理论不同,城市生态系统理论试图引导城市规划对公共健康的主动干预,并用来分析健康决定因素之间的相互作用,有助于可持续发展和健康影响评估等项目的应用。

这些理论的探索为建成环境与公共健康的研究奠定了理论基础和研究框架,也为城市规划干预公共健康提供了更为明晰的路径。通过城市规划改善建成环境的品质,可以对健康起到积极的促进作用。

1.2 建成环境对公共健康的影响路径

目前,关于建成环境的定义和衡量大多数聚焦于实体空间环境,即可以通过规划设计和建设进行改变提升的建成环境,涉及城市片区、街道、社区等多个空间尺度。1997年Cervero和Koekelman^[6]提出著名的3D模型,其将建成环境分为密度(Density)、多样性(Diversity)、设计(Design) 3个维度。在3D模型的基础上,2010年Ewing和Cervero^[7]增加了目的地可达性(Destination accessibility)、公共交通站点距离(Distance to transit)两个

因素,从而扩展为目前应用较广泛的5D模型。随着对建成环境研究的深入,Handy等^[8]基于社区层面的研究指出,建成环境可以通过土地使用模式、交通系统和设计3类要素进行构建。

建成环境对公共健康的影响因素众多,但主要的影响路径可以归纳为自然生态环境和健康行为活动两个方面。自然生态环境的影响路径是指一些建成环境要素,如绿地、水域等开放空间通过减缓对自然环境的污染(如净化空气、水环境),引发居民正面情绪,对健康产生积极影响;相反,城市蔓延、不合理的道路交通组织带来的过度依赖小汽车出行的交通方式,造成交通拥堵,加剧机动车尾气超标排放,会使人们过多地暴露于空气污染,因对自然环境的破坏而影响健康。

健康行为活动分为居民的体力活动和社会交往活动。建成环境要素会对居民的身体行为活动和心理状态产生影响。如土地利用构成、街道连通性、社区可步行性等要素可能会通过促进居民转向慢行交通的出行方式,包括增加居民主动步行、骑行等休闲或交通性体力活动的机会,或者通过增加居民外出进行身体锻炼的意愿等,来促进体力活动的发生。良好的体力活动水平会降低多种慢性病症的风险,包括心血管疾病、糖尿病、癌症、高血压、肥胖、抑郁症等^[9]。高品质的建成环境也会营造宜人的社会环境,邻里街道和公共开放空间是提供社会交往活动的最佳场所,如娱乐、体育活动资源、社会文化服务等。当居民有更多的户外活动时,他们更有可能与邻居互动,从而加强他们的社会联系^[10]。社会联系有多种形式,包括交谈、共同活动等。学者普遍认为,积极参与社区活动或与他人进行社会交往的人往往寿命更长,身体和心理都更为健康^{[11], [12]612}。

2 建成环境对公共健康影响的研究尺度与要素

不同尺度的建成环境对健康的影响要素和方式不同。总体来说,建成环境对健康的影响可以划分为宏观、中观、微观3个尺度(见图1)。宏观层面的研究内容主要集中在全球/国家/区

域尺度的人居环境变化,关注由人类活动引起的气候变化和土地利用格局变化对人类健康造成的影响;中观层面的研究内容主要涉及城市/县尺度的建成环境,这个尺度通常包含居民在日常活动中习惯使用的所有空间,通过城市形态、道路交通组织、景观网络等功能性布局影响居民出行方式和生活环境质量,间接作用于居民健康水平;微观层面的街道/社区尺度,是目前国际上关于建成环境研究主要关注的领域,其建成环境要素对公共健康的影响更为显著,因为居民大部分时间都在社区中度过。其空间面积相比城市较小,内部用地种类没有城市尺度丰富,因此研究主要设施的可达性、可步行性和社区空间环境品质等与居民体力活动及社会交往相关的建成环境要素更具参考价值。

2.1 宏观尺度:全球/国家/区域

2.1.1 气候变化

在人类聚居活动引起的全球问题中,气候变化是一个核心挑战^{[4]355}。在全球城镇化快速发展的过程中,经济增长伴随着人类大量的生产和生活活动,工业生产、建筑建造和交通化石燃料燃烧带来的二氧化碳等温室气体排放,使空气中的颗粒物增多,臭氧层被破坏,人居环境不断恶化。2014年,IPCC第5次气候变化评估报告认为,21世纪的气候变化会加剧现有的健康问题,会通过由于气候变化导致的气候变暖、暴雨洪涝、干旱、酸雨频发等造成的暴露效应对人

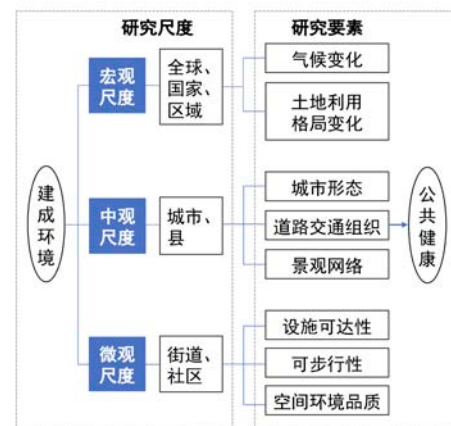


图1 建成环境对公共健康影响的研究尺度
资料来源:笔者自绘。

类健康产生直接影响,或通过生物性传染病、水源性传染病等对水源、空气质量等自然系统的破坏造成对人类健康的间接影响^[13]。

2.1.2 土地利用格局变化

全球城镇化和工业化的快速发展,带来建设用地大幅扩张,造成土地利用覆被变化,在全球和区域尺度上引发诸多健康效应。建设用地的扩张一般伴随着耕地、绿地等生态用地的减少。城乡原本的土地覆盖类型被钢筋混凝土、水泥地面所代替,而城市人口和产业的扩张消耗了大量的水电及其他生物资源,也会导致废弃物排放的增加,造成各类环境污染,并给人的心理和身体健康带来不适。此外,遭到破坏的森林地表植被会引起森林附近流域河流沉积物的增加;建设用地增加导致的土地覆被变化还会增加营养元素及悬浮物的入河流量,对地表水和地下水造成污染;同时大量耕地的减少也会影响粮食产量,导致营养不良、饥荒等粮食安全危机,对居民身体健康产生影响。

2.2 中观尺度:城市/县

2.2.1 城市形态

城市形态 (Urban form) 是指城市的物质空间布局 and 开发模式^[14]。紧凑的城市空间形态和精明增长的城市发展模式,能够创造良好的身体活动环境,有助于减少居民久坐时间,有益于身体健康。而我国快速发展导致的大城市土地利用粗放、空间无序蔓延的现象越发严重。随之引发的交通拥堵、能源消耗过度、低水平体力活动及缺乏社会交往等现象会对居民健康产生负面效应。建设用地蔓延会带来低密度的城市建成环境,建成区密度越低,则会导致居民的小汽车出行依赖度越高;建设用地格局越复杂、越分散,居民通勤距离越长,能源消耗和交通污染越严重,增加居民的健康风险^{[15][22]}。此外,还有研究表明,分散的城市形态下人类聚居点的分散可能会进一步导致水环境、空气环境的恶化^[16],并间接作用于居民健康。

2.2.2 道路交通组织

城市发展与交通规划的结果会影响居民

的出行环境,不同的日常交通出行方式会对居民的体力活动水平和健康产生影响。以小汽车为主导的城市交通系统,会出现道路封闭化、高速化,以及占用林荫道、人行道和自行车道的情况,从而迫使人们更多地依赖汽车出行^[17],降低身体活动的发生。研究表明,利用小汽车通勤更容易引起超重或肥胖的健康问题^[18],长时间通勤的人更有可能患高血压,更容易感觉到压力,并且在非常拥堵的情况下,司机的自评心理健康状况更低^[19]。

良好的交通网络与公共交通供给有利于激发居民的出行意愿,提升出行频率^[20]。发展城市慢行交通网络有利于减少交通拥堵和空气污染,吸引居民开展更多的体力活动^[21]。城市高质量、便捷的公交系统能在一定程度上减少居民使用小汽车的频率,在到达公共交通站点过程中,会发生大量的步行或骑行活动^[22],并且与小汽车出行相比,公共交通的出行方式还会减少心理压力^[23],有益于居民的身心健康。

2.2.3 景观网络

城市中的景观系统对居民的身心健康有益,特别是绿色和蓝色空间的可达性和质量与人类健康息息相关^[24]。景观系统的可达性可以鼓励居民进行锻炼和社会交往,有助于减少肥胖,并降低整体健康不佳的人口比例^[25]。自然环境可以有效缓解精神压力与焦虑^[26],缓解疲劳^[27],调节不良情绪,改善居民的心理健康状况。研究表明,城市居民倾向于使用大面积、结构完整的绿色空间^[28],绿色空间面积大小与居民心理健康呈正相关^[29],而绿地景观越破碎,对居民健康产生的有害影响越大^[30]。因此,整合大范围地区的景观资源,如公园、绿道等,不但可以提升城市整体的环境质量,而且绿色和蓝色空间还可以减少城市的环境危害,如减少相关的空气污染和噪音^[31],促进居民健康。

2.3 微观尺度:街道/社区

2.3.1 设施可达性

街道和社区作为向居民提供日常生活服务的主要场所,其基本的公共服务设施可达性直接关系到居民的公共健康^[32-33],如社区中医疗、

文化娱乐、零售等服务设施。首先,距离社区诊所、药房和超市等设施越近,则越容易获得医疗保健服务,购买药物和健康食品,对改善健康产生直接影响^[34]。其次,设施可达性营造的便利服务环境会对运动、饮食等与健康相关的行为产生影响。操场、公园和健身房等休闲娱乐场所可达性的提升,能够增加公共空间的使用频率,进而增加休闲性活动^[35];超市可达性的提升则与更健康的饮食行为相关^[36]。最后,设施可达性对社区居民的社会互动过程产生影响,如社会交往、社会凝聚力和安全感知等^[37-38]。

2.3.2 可步行性

大量研究发现,更适宜步行的环境与更高的体力活动、更好的健康水平呈正相关^[39-40]。常用衡量可步行性的指标主要有土地使用混合多样性、街道连通性、公共交通设施密度等。社区土地的混合使用与增加步行活动和减少小汽车出行相关^[41], Inoue等人对日本社区的研究发现,社区土地的混合使用度越高,居民更倾向于步行出行^[42]。土地的混合使用会在较短的通勤距离内为居民提供多样化的需求,降低交通拥堵,减少能源消耗;混合用地还有助于形成充满活力的社区中心和良好的邻里关系,增加居民的社会活动,从而促进居民的身心健康。街道网络的连通性和步行设施的可用性,与休闲型和交通型体力活动的增加^[43-44],以及较低的身体质量指数 (BMI) 相关^[45]。此外,公共交通设施的密度也会在一定程度上影响居民的出行方式,居民住在公交站密度更高的社区,可通过减少机动车出行增加身体活动,促进身体健康^[46]。

2.3.3 空间环境品质

社区的设计决定了空间环境品质,如社区安全性、美学性等,可能会在促进居民健康的生活方式、增加日常外出活动、社会互动和交往中发挥重要作用。社区安全性与健康水平密切相关,居民认为自己所在的社区不安全会加重心理焦虑^[47]和不好的健康状况^[48]。而社区较高的安全水平和社会凝聚力则会呈现更好的健康结果^[49],与犯罪安全、交通安全相关的安全要素感知,通过影响居民的户外活动意愿进而影响其体力活动^[50];日本的一项研究发现,在住宅附

近有安全设施时,老年人的步行活动时间显著提高^[51]。社区美学(道路绿化、有吸引力的建筑物、自然景观等)会增加居民的休闲活动时间^[52],并促进居民选择主动的出行方式如步行,促进体力活动的发生^[53],同时提高社区安全感以及居民健康水平^[54]。

3 建成环境对公共健康影响的研究方法

3.1 指标测度

3.1.1 建成环境指标

空间数据被广泛使用在多个尺度上,为建成环境指标与健康的相关研究提供了新的认识。研究人员在概念化地理尺度时,使用不同的方法。较为常见的做法是以居民的地理编码地址为中心,在周围划定一定距离的缓冲区作为研究区域,也有以社区、街道、城市的行政边界作为研究区域。在指标测度上,现有的研究使用客观、主观或混合方法来进行测量。

客观的建成环境测度应用较多。这类研究假设居住在同一地区的居民会受到周边环境的类似影响。客观的建成环境指标有不同的来源,如实地调研勘测的数据、统计年鉴的数据、土地利用数据库、遥感图像和其他调查数据^[55]。客观的测量更有可能反映建成环境的实际空间属性,并促进研究成果直接转化为规划实践,但很难对居民在建成环境中的体验、暴露和互动及其如何影响健康行为和结果形成完整、准确的评估。

相对于客观建成环境属性,居民对建成环境的主观感知和满意度更容易通过影响情绪和健康行为间接作用于居民健康状况。主观的建成环境基于居民对周边环境特征的感知和评价,不同个体对相同的建成环境感知可能存在不同的反应。主观评价的测量方法包括问卷评估、开放式访谈等,以评估受访者对建成环境的感知。其主要缺点是耗时耗力、样本量小。近年来,随着计算机视觉和深度学习技术的发展,结合街景影像(如谷歌、腾讯、百度)提供的大数据,为评估建成环境的主观感知提供了新路径^[56]。

为了克服早期研究仅使用客观或主观建成环境特征的局限性,有研究同时考虑客观和主

观指标与健康行为或结果之间的联系^[55]、^[57]。主观评价与客观测量的建成环境指标相结合,能够更加准确、有效地探究建成环境对个体健康不同维度影响的相对强度和调节机制。比如在Zandieh等^[58]研究中,混合方法的使用既能识别步行行为的建成环境决定要素,又能理解参与者对环境的感知如何对步行行为产生影响。

3.1.2 健康状况指标

“健康”是指身体、精神和社会方面完全健康的状态,而不仅仅是没有疾病和疼痛^[59]。在大多数研究中,健康水平强调的是不同维度的健康结果(如身体质量指数BMI、各类疾病的发病率或死亡率、期望寿命、心理健康、社会健康等),或总体健康水平(如自我评价健康)。健康指标的测度也相对简明,主要包括主观自评健康和客观健康指标。前者一般通过问卷调查的形式,被调查者汇报所患的各类疾病史、总体健康状况的评价、孤独感的评价等。客观健康指标是通过医院、诊所的数据库客观记录的,一般更为准确真实。总体而言,主观自评获取健康数据的方式操作简便,但因为个人的主观因素影响容易产生误差,客观数据更为精准,但获取难度及成本更高。

3.2 研究方法

前期相关研究大多通过回归分析探究建成环境与公共健康的关联,其中多水平模型(Multilevel model)应用较为广泛。因为样本数据具有分级结构,低水平(层次)的个体健康数据嵌套在高水平(层次)的社区、街道、城市建成环境数据中,多水平模型可以解释不同水平的变量与因变量的关联。但很少有研究能够证明两者之间的因果关系,后期有部分研究开始采用结构方程、通径分析等方法试图探索建成环境对公共健康影响的中介变量^[12]、^[61]、^[15]、^[17],为公共政策的制定提供更加准确的依据。

自选择机制(Self-selection)是探究因果关系时需要考虑的因素。自选择机制的产生源于个体选择居住地的过程,人们可能会基于多种社会经济变量来选择自己的居住地,受到自

身的居住偏好、行为态度、饮食习惯,以及对健康的重视程度等因素的影响^[60-61]。例如,有活动意识的人更有可能搬到步行能力强、体力活动多的社区^[62-63]。这就导致很难探究参与者的体力活动量和身体健康是由建成环境决定还是受到主观行为偏好的影响。目前,有研究通过在回归中纳入居民对居住地选择的偏好、出行及生活方式、健康意识等变量,来对建成环境与健康之间的因果关系和调节机制进行深入探索^[64]。也有研究采用经济计量学中的工具变量法来克服自选择机制,通过识别与内生解释变量相关但与误差项不相关的工具变量来消除内生性^[65]。

此外,既有研究多数为横向截面数据。这也是难以产生因果推论的原因之一^[66]。横截面数据集用于观察建成环境在一段时间内对健康结果的累积影响时,存在一定难度,因为环境对健康的影响贯穿在居民的一生之中。纵向数据可以为建成环境是否对健康有因果影响提供更稳健的证据。可追踪一段时间内建成环境的变化对健康的影响,同时还可以大幅规避自选择问题的干扰。近期,还有一些研究采用“自然实验法(Natural experiment research)”来探索建成环境的变化对健康的影响^[67]。许多自然实验的基本假设是,当人们在一个地方停留时间足够长的时候,因其暴露在不断变化的建成环境中(如新的公园、市场的建设),他们的健康状况会发生变化。

4 结语

在公共健康与城市规划问题重回公众视野的今天,建成环境对居民健康的影响成为跨学科研究的重点。人类的社会经济活动、城市发展模式、规划和环境政策以及健康和福利等方面都在以各种方式相互作用,不同尺度的建成环境与健康之间的关系也极其复杂。通过不同学科、机构之间的合作来建设健康的人居环境成为必然趋势。

总体来看,建成环境对公共健康的影响尺度可以分为宏观、中观、微观3个层面。其中宏观尺度上的建成环境要素主要通过影响自然生态环境而作用于健康,中微观尺度的建成环

境主要通过影响健康行为活动而作用于居民健康。宏观层面指全球/国家/区域的空间尺度,侧重于气候变化、土地利用格局变化等,通过制定促进生态系统健康的气候变化适应政策、控制特定区域的开发建设和经济活动,或通过保护绿色空间维持生态系统多样性来促进公共健康。中观层面指城市/县的空间尺度,侧重于城市形态、道路交通组织、景观网络等,通过优化城市形态、控制城市蔓延,构建完善的城市慢行交通系统,营造更加完整的景观空间来促进公共健康。微观层面一般为街道/社区的空间尺度,这也是最常用的尺度,其关注设施可达性、可步行性和社区空间品质等特征,提倡混合使用的土地利用模式、连接良好的街道网络,并通过提升社区设施的可达性,打造社区适宜的步行环境,同时关注社区安全舒适的环境建设与和谐的邻里交往等方面促进公共健康。

此外,不同空间尺度与不同类型的疾病存在关联,传染病会通过人群流动快速在全球范围内大规模暴发,空间流动性极强,造成严重的公共卫生负担,需要通过传统公共卫生手段进行治疗和预防;而非传染性疾病,如心脑血管疾病、肥胖等慢性病,其病因往往属于个人生活和行为习惯,则更可能通过改善街道、社区层面的建成环境要素进行干预。目前,城市规划学科更多关注中、微观层面的建成环境,致力于改善城市人居环境质量。特别是社区建成环境对公共健康的影响,在未来的研究中,对建成环境与健康关系的探究需要更多跨学科的研究,深入理解不同尺度的建成环境对居民健康的作用机制和路径,为建设健康的人居环境提供参考与借鉴。

参考文献 References

- [1] ROMANO J, KENECHTGES P L. Global public health and toxicology[M]//WEXLER P, ANDERSON B, DE PEYSTER A, et al. Encyclopedia of toxicology (third edition). Pittsburgh: Academic Press, 2014.
- [2] SALLIES J, BAUMAN A, PRAIT M. Environmental and policy interventions to promote physical activity[J]. American Journal of Preventive Medicine, 1998, 15(4): 379-397.
- [3] 姜玉培,甄峰,王文文,等.城市建成环境对居民身体活动的影响研究进展与启示[J].地理科学进展, 2019, 38(3): 357-369.
- JIANG Yupei, ZHEN Feng, WANG Wenwen, et al. Influence of urban built environment on residents' physical activity: review and implications[J]. Progress in Geography, 2019, 38(3): 357-369.
- [4] BARTON H. A health map for urban planners[J]. Built Environment, 2005, 31(4): 339-355.
- [5] BARTON H, GRANT M. A health map for the local human habitat[J]. The Journal of the Royal Society for the Promotion of Health, 2006, 126(6): 252-253.
- [6] CERVERO R, KOCKELMAN K. Travel demand and the 3Ds: density, diversity, and design[J]. Transportation Research Part D: Transport and Environment, 1997, 2(3): 199-219.
- [7] EWING R, CERVERO R. Travel and the built environment: a meta-analysis[J]. Journal of the American Planning Association, 2010, 76(3): 265-294.
- [8] HANDY S. Critical assessment of the literature on the relationships among transportation, land use, and physical activity[R]. 2005.
- [9] WARBURTON D. Health benefits of physical activity: the evidence[J]. Canadian Medical Association Journal, 2006, 174(6): 801-809.
- [10] SU S, PI J, XIE H, et al. Community deprivation, walkability, and public health: highlighting the social inequalities in land use planning for health promotion[J]. Land Use Policy, 2017, 67: 315-326.
- [11] MAAS J, VAN DILLEN S M E, VERHEIJ R A, et al. Social contacts as a possible mechanism behind the relation between green space and health[J]. Health & Place, 2009, 15(2): 586-595.
- [12] SU S, ZHANG Q, PI J, et al. Public health in linkage to land use: theoretical framework, empirical evidence, and critical implications for reconnecting health promotion to land use policy[J]. Land Use Policy, 2016(57): 605-618.
- [13] 张存杰,黄大鹏,刘昌义,等. IPCC第五次评估报告气候变化对人类福祉影响的新认知[J]. 气候变化研究进展, 2014, 10(4): 246-250.
- ZHANG Cunjie, HUANG Dapeng, LIU Changyi, et al. IPCC AR5 updated understanding of climate change impacts on human well-beings[J]. Climate Change Research, 2014, 10(4): 246-250.
- [14] WILLIAMS K, BURTON J E, JENKS M. Achieving sustainable urban form[M]. Abingdon: Routledge, 2000.
- [15] OUYANG W, LI J, TIAN L, et al. Examining the impacts of land use on cancer incidence through structural equation modeling: a case of the Pan-Yangtze River Delta, China[J]. Cities, 2018, 83: 11-23.
- [16] GODRON M, FORMAN R. Landscape modification and changing ecological characteristics[J]. Ecological Studies, 1983, 44: 12-28.
- [17] 林雄斌,杨家文. 健康城市构建的公交与慢行交通要素及其对交通规划的启示[J]. 城市观察, 2016(4): 112-121.
- LIN Xiongbin, YANG Jiawen. The role of public transit and non-motorized transport in building healthy city: process and implications[J]. Urban Insight, 2016(4): 112-121.
- [18] WEN L M, ORR N, MILLETT C, et al. Driving to work and overweight and obesity: findings from the 2003 New South Wales health survey, Australia[J]. International Journal of Obesity, 2006, 30(5): 782.
- [19] HENNESSY D A, WIESENTHAL D L. Traffic congestion, driver stress, and driver aggression[J]. Aggressive Behavior, 1999, 25(6): 409-423.
- [20] FEUILLET T, SALZE P, CHARREIRE H, et al. Built environment in local relation with walking: why here and not there?[J]. Journal of Transport & Health, 2016, 3(4): 500-512.
- [21] WEY W M, CHIU Y H. Assessing the walkability of pedestrian environment under the transit-oriented development[J]. Habitat International, 2013, 38: 106-118.
- [22] SAELENS B E, VERNEZ M A, KANG B, et al. Relation between higher physical activity and public transit use[J]. American Journal of Public Health, 2014, 104(5): 854-859.
- [23] WENER R E, EVANS G W. A morning stroll: levels of physical activity in car and mass transit commuting[J]. Environment and Behavior, 2007, 39(1): 62-74.
- [24] GASCON M, TRIGUERO-MAS M, MARTÍNEZ D, et al. Mental health benefits of long-term exposure to residential green and blue spaces: a systematic review[J]. International Journal of Environmental Research and Public Health, 2015, 12(4): 4354-4379.
- [25] LINDLEY S J, COOK P A, DENNIS M, et al. Biodiversity, physical health and climate change: a synthesis of recent evidence[M]//MARSELLE M, BONN A, GRANER T, et al. Biodiversity, health & climate change. Berlin: Springer, 2008.
- [26] BEYER K M M, KALTENBACH A, SZABO A, et al. Exposure to neighborhood green space and mental health: evidence from the survey of the health of Wisconsin[J]. International Journal of Environmental Research and Public Health, 2014, 11(3): 3453-3472.
- [27] OHLY H, WHITE M P, WHEELER B W, et al. Attention restoration theory: a systematic review of the attention restoration potential of exposure to natural environments[J]. Journal of Toxicology and Environmental Health, 2016, 19(7): 305-343.
- [28] REYES P S, FIGUEROA A I M. Distribución, superficie y accesibilidad de las áreas verdes en Santiago de Chile[J]. EURE (Santiago), 2010, 36(109): 89-110.
- [29] ALCOCK I, WHITE M P, LOVELL R, et al. What accounts for 'England's green and pleasant land'? A panel data analysis of mental health and land cover types in rural England[J]. Landscape and Urban Planning, 2015, 142: 38-46.
- [30] 王兰,蒋希冀,孙文尧,等.城市建成环境对呼吸健康的影响及规划策略——以上海市某城区为例[J].

- 城市规划, 2018, 42 (6) :15-22.
- WANG Lan, JIANG Xiji, SUN Wenyao, et al. Impact of urban built environment on respiratory health and its planning strategy: a case study of a district in Shanghai City[J]. *City Planning Review*, 2018, 42(6): 15-22.
- [31] VAN DEN BOSCH M, SANG Å O. Urban natural environments as nature-based solutions for improved public health—a systematic review of reviews[J]. *Environmental Research*, 2017, 158: 373-384.
- [32] LI F, FISCHER K, BROWNSON R, et al. Multilevel modeling of built environment characteristics related to neighborhood walking activity in older adults[J]. *Journal of Epidemiology & Community Health*, 2005, 59(7): 558-564.
- [33] JIEXIN J L. Health professional shortage and health status and health care access[J]. *J Health Care Poor Underserved*, 2007, 18(3): 590-598.
- [34] HISCOCK R, PEARCE J, Blakey T, et al. Is neighborhood access to health care provision associated with individual-level utilization and satisfaction?[J]. *Health Services Research*, 2008, 43(6): 2183-2200.
- [35] MCCORMACK G R, ROCK M, TOOHEY A M, et al. Characteristics of urban parks associated with park use and physical activity: a review of qualitative research[J]. *Health & Place*, 2010, 16(4): 712-726.
- [36] LARSON N I, STORY M T, NELSON M C. Neighborhood environments: disparities in access to healthy foods in the U.S.[J]. *American Journal of Preventive Medicine*, 2009, 36(1): 74-81.
- [37] CORNWELL E Y, WAITE L J. Social disconnectedness, perceived isolation, and health among older adults[J]. *Journal of Health and Social Behavior*, 2009, 50(1): 31-48.
- [38] CRAMM J M, VAN DIJK H M, NIEBOER A P. The importance of neighborhood social cohesion and social capital for the wellbeing of older adults in the community[J]. *The Gerontologist*, 2013, 53(1): 142-152.
- [39] REIS R S, HINO A A F, RECH C R, et al. Walkability and physical activity: findings from Curitiba, Brazil[J]. *American Journal of Preventive Medicine*, 2013, 45:269-275.
- [40] RENALDS A, SMITH T H, HALE P J. A systematic review of built environment and health[J]. *Family & Community Health*, 2010, 33(1): 68-78.
- [41] DUNCAN M J, WINKLER E, SUGIYAMA T, et al. Relationships of land use mix with walking for transport: do land uses and geographical scale matter?[J]. *Journal of Urban Health*, 2010, 87(5): 782-795.
- [42] INOUE S, OHYA Y, ODAGIRI Y, et al. Association between perceived neighborhood environment and walking among adults in 4 cities in Japan[J]. *Journal of Epidemiology*, 2010, 20(4): 277-286.
- [43] SAELENS B E, HANDY S L. Built environment correlates of walking: a review[J]. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 2008, 40(7S): S550.
- [44] VAN HOLLE V, DEFORCHE B, VAN CAUWENBERG J, et al. Relationship between the physical environment and different domains of physical activity in European adults: a systematic review[J]. *BMC Public Health*, 2012, 12(1): 807.
- [45] FENG J, GLASS T A, CURRIERO F C, et al. The built environment and obesity: a systematic review of the epidemiologic evidence[J]. *Health & Place*, 2010, 16(2): 175-190.
- [46] ZHANG L, ZHOU S, KWAN M P. A comparative analysis of the impacts of objective versus subjective neighborhood environment on physical, mental, and social health[J]. *Health & Place*, 2019, 59: 102170.
- [47] MIDDLETON J. Crime is a public health problem[J]. *Medicine, Conflict and Survival*, 1998, 14(1): 24-28.
- [48] WARR D, FELDMAN P, TACTICOS T, et al. Sources of stress in impoverished neighborhoods: insights into links between neighborhood environments and health[J]. *Australian and New Zealand Journal of Public Health*, 2009, 33(1): 25-33.
- [49] KING D. Neighborhood and individual factors in activity in older adults: results from the neighborhood and senior health study[J]. *Journal of Aging and Physical Activity*, 2008, 16(2): 144-170.
- [50] BRACY N L, MILLSTEIN R A, CARLSON J A, et al. Is the relationship between the built environment and physical activity moderated by perceptions of crime and safety?[J]. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 2014, 11(1): 24.
- [51] TSUNODA K, TSUJI T, KITANO N, et al. Associations of physical activity with neighborhood environments and transportation modes in older Japanese adults[J]. *Preventive Medicine*, 2012, 55(2): 113-118.
- [52] SU M, TAN Y, LIU Q, et al. Association between perceived urban built environment attributes and leisure-time physical activity among adults in Hangzhou, China[J]. *Preventive Medicine*, 2014, 66: 60-64.
- [53] VAN DYCK D, CARDON G, DEFORCHE B, et al. Relationships between neighborhood walkability and adults' physical activity: how important is residential self-selection?[J]. *Health & Place*, 2011, 17(4): 1011-1014.
- [54] GAO M, AHERN J, KOSHLAND C P. Perceived built environment and health-related quality of life in four types of neighborhoods in Xi'an, China[J]. *Health & Place*, 2016, 39: 110-115.
- [55] ETTEMA D, SCHEKKERMAN M. How do spatial characteristics influence well-being and mental health? Comparing the effect of objective and subjective characteristics at different spatial scales[J]. *Travel Behavior and Society*, 2016, 5: 56-67.
- [56] WANG R, LIU Y, LU Y, et al. Perceptions of built environment and health outcomes for older Chinese in Beijing: a big data approach with street view images and deep learning technique[J]. *Computers, Environment and Urban Systems*, 2019, 78: 101386.
- [57] BELL J A, HAMER M, SHANKAR A. Gender-specific associations of objective and perceived neighborhood characteristics with body mass index and waist circumference among older adults in the English longitudinal study of aging[J]. *American Journal of Public Health*, 2014, 104(7): 1279-1286.
- [58] ZANDIEH R, MARTINEZ J, FLACKE J, et al. Older adults' outdoor walking: inequalities in neighborhood safety, pedestrian infrastructure and aesthetics[J]. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2016, 13(12): 1179.
- [59] HUBER M, KNOTTNERUS J A, GREEN L, et al. How should we define health?[J]. *The BMJ*, 2011, 343: d4163.
- DREWNOWSKI A, REHM C D, ARTERBURN D. The geographic distribution of obesity by census tract among 59 767 insured adults in King County, WA[J]. *International Journal of Obesity*, 2014, 38(6): 833-839.
- [60] JAMES P, HART J E, ARCAYA M C, et al. Neighborhood self-selection: the role of pre-move health factors on the built and socioeconomic environment[J]. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2015, 12(10): 12489-12504.
- [61] 张延吉. 城市建成环境对慢性病影响的实证研究进展与启示[J]. *国际城市规划*, 2019, 34 (1) :82-88.
- ZHANG Yanji. The influence of built environment on chronic disease: review and enlighten[J]. *Urban Planning International*, 2019, 34(1): 82-88.
- [62] BERRY T R, SPENCE J C, BLANCHARD C M, et al. A longitudinal and cross-sectional examination of the relationship between reasons for choosing a neighborhood, physical activity and body mass index[J]. *International Journal of Behavioral Nutrition & Physical Activity*, 2010, 7(1): 57.
- [63] LEE I M, EWING R, SESSO H D. The built environment and physical activity levels: the Harvard alumni health study[J]. *American Journal of Preventive Medicine*, 2009, 37(4): 293-298.
- [64] FRANK L D, SAELENS B E, POWELL K E, et al. Stepping towards causation: do built environments or neighborhood and travel preferences explain physical activity, driving, and obesity?[J]. *Social Science and Medicine*, 2007, 65(9): 1898-1914.
- [65] HERES-DEL-VALLE D, NIEMEIER D. CO2 emissions: are land-use changes enough for California to reduce VMT? Specification of a two-part model with instrumental variables[J]. *Transportation Research Part B: Methodological*, 2011, 45(1): 150-161.
- [66] ALEXANDER D S, HUBER L R B, PIPER C R, et al. The association between recreational parks, facilities and childhood obesity: a cross-sectional study of the 2007 national survey of children's health[J]. *Journal of Epidemiology & Community Health*, 2013, 67(5): 427-431.
- [67] MAYNE S L, AUCHINCLOSS A H, MICHAEL Y L. Impact of policy and built environment changes on obesity-related outcomes: a systematic review of naturally occurring experiments[J]. *Obesity Reviews*, 2015, 16(5):362-375.