

创建健康城市：规划空间技术在公共健康研究中的应用

Building Healthy Cities: Applying Spatial Technology in the Public Health Research

张昊 [美] 尹力 [美] ZHANG Hao [USA], YIN Li [USA]

摘要 建成环境对公共健康的影响愈发成为全球健康和城市规划研究的关注重点。规划学科和技术为公共健康的研究引入了一系列创新方法,比如通过规划空间技术(地理信息系统、全球定位系统、遥感)研究自然和建成环境对运动量的影响。回顾文献中应用规划空间技术研究建成环境、身体锻炼、公共健康之间的联系,指出过去16年的研究领域和重点,同时指明当前研究的局限和挑战,并提出相关建议。综合PubMed, Google Scholar, Web of Science中城市规划设计、地理科学和公共健康领域的文献,研究结果表明,当前的研究整合了建成环境D variable方面的一些要素,然而对于研究对象的年龄、族裔、社会经济状况、食物环境,以及街道尺度上的城市设计仍有欠缺。

Abstract The impact of the built environment on public health is increasingly attracting attention in global health and planning research and practice. Using an ecological approach applying spatial concepts and methods, the study of health and behavior has been stretched in a broader social and environmental context. For example, the impact of the natural and built environment on physical activity has been studied through the application of the geographic information system (GIS), global positioning system (GPS), and remote sensing technology. This paper aims to 1) review the literature on the application of spatial technology in the association of the built environment, physical activity, and public health to identify the focused research areas over the past 16 years; 2) summarize current research limitations and challenges, and make recommendations. This paper covers the literature on urban planning and design, geography, and public health in PubMed, Google Scholar, and Web of Science. Our results show that while existing studies incorporated the D variables of the built environment extensively, more research are needed on the age, ethnicity, socioeconomic status, food environment, and street scale urban design.

关键词 公共健康 | 城市规划 | 规划空间技术

Keywords Public health | Urban planning | Spatial technology

文章编号 1673-8985 (2017) 03-0057-05 中图分类号 TU981 文献标识码 A

作者简介

张昊 [美]

SUNY布法罗大学建筑与城市规划学院
博士研究生

尹力 [美]

SUNY布法罗大学建筑与城市规划学院
副教授, 博士生导师

1 研究背景

当前,许多国家投入巨额资金,应对以慢性疾病为主的公共健康危机。尽管人们尚未完全掌握公共健康危机的因果机理,但众多研究表明,除了先天基因外,慢性疾病与缺乏足够运动和不健康的饮食行为密切相关。现有文献指出,社会、自然和建成环境对人们的活动和饮食有一定程度的影响。学者据此提出,通过改善建成环境,如提供运动场所和获取健康的食物渠道,来应对公共健康危机^[1-5]。研究者将可通过后天调节的因素称为“环境影响因子”^[6],并越来越重视环境影响因子和公共健康在空间维度上的重要性。由此,开辟出一门跨学科的研究

领域——健康地理,关注空间技术在传统非临床医学研究中的应用,包括以慢性疾病为代表的环境影响研究^[7-9]。当前研究为公共健康和城市规划学者和从业人员提供了控制慢性疾病蔓延、打造健康城市的理论和实证基础。同时,最新的技术进步改变了人们的生活方式,在一定程度上影响了人们的活动量和高热食物的摄入,助长了肥胖症蔓延的风险。这些技术进步提供了更经济的方式来收集人们生活方式、行为和与健康相关的数据,从而帮助规划和公共健康领域研究者开展更有效的研究。

规划空间技术主要包括地理信息系统(GIS)、全球定位系统(GPS)和遥感(RS)。

规划空间技术帮助量化了一些传统相对主观的度量 and 决策过程。近十几年来,由于GIS可以处理和分析空间信息,几乎在所有健康研究中都得到广泛应用。GPS也被越来越广泛地应用在健康研究中,如实时追踪个体的空间位置和行为^[11-12]。遥感和图像处理技术也在健康研究领域起着越来越重要的作用。

本文建立在审阅2001—2017年研究的基础上,旨在(1)回顾最近文献中有关规划空间技术在研究建成环境、运动量、公共健康之间联系的应用;(2)指出过去16年的研究重点,指明当前研究的局限和挑战,并提出未来研究中需要更多关注地社会和建成环境因素。该研究将致力于促进规划空间技术在健康研究领域的进一步应用。

2 研究方法

规划空间技术在公共健康中的应用始于21世纪初,该研究通过检索PubMed, Google Scholar, Web of Science的数据库,涵盖了发表于最近16年来的文献(2001—2017)。标题和摘要中的关键词包括公共健康、城市规划、地理信息系统,或全球定位系统,或遥感,或图像处理。文献遴选要素包括:(1)应着眼于公共健康及其环境影响因子,如食物环境、建成环境等;或是与后天慢性疾病相关的行为,如饮食行为、体育活动等;(2)应包含一个或多个空间技术,比如空间数据或方法。此外,还参考了10篇引用频率较高的综述文章^[9, 14-22]。综述文章的优势在于,便于了解研究现状,确定需要进一步研究的主要问题,了解类似研究中使用的方法。综述文章为全面理解该领域的前沿和挑战提供了依据,同时节省了时间。

3 规划空间技术在公共健康研究中的应用

3.1 过去16年的研究领域和重点

本文综述成果归纳了现有研究,重点关注了一系列影响公共健康的社会和建成环境要素(图1)。大多数文献综述涵盖了建成环境的D要素。D要素指规划学者提出的3D、5D和7D指标,

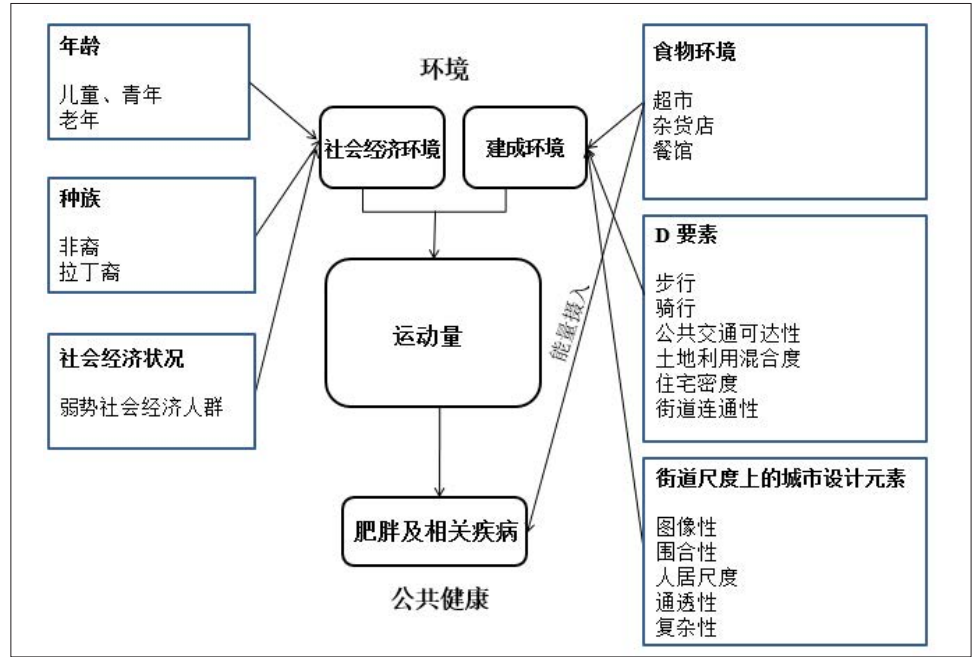


图1 与公共健康相关的环境要素
资料来源:作者自绘。

包括密度(Density)、多样性(Diversity)、设计(Design)、公交可达性(Distance to transit)和目标访问路径(Destination access)^[23-26]等。举例来说,土地利用混合度、住宅密度、街道连通性等都属于D要素。其他研究涵盖的要素包括居民年龄和种族^[18, 27-29],就业状况和社会经济地位^[22, 30-31],社区安全程度^[19, 32-33],食品环境^[34-37],街道尺度的城市设计元素等^[4, 38-39]。大量研究侧重于城市形态,特别是D要素,对健康的影响,尤其是以Ewing, Cervero, Yin等为代表的学者,对D要素做了广泛而深入的研究。D要素中一些指标如交通运动量被用于衡量运动型交通(步行、骑行)对公共健康的影响^[40-41],并因此促进了TOD设计的倡议。公交系统、公园、步道等被认为是影响运动量的相关决定因素^[42-44]。此外,一些文献提出未来的研究方向,例如检验快餐店的分布是否受到不同社会经济、种族和年龄的影响^[45]。

如图1所示,年龄相关的研究强调了社会和建成环境对儿童、青年和老年人健康的影响^[18, 27-28]。种族研究关注非裔美国人和拉丁裔等少数族群^[29, 31]。社会经济状况研究关注低收入居民^[30]。需要指出的是,社会经济状况指标

SES出现在大量文献中,似乎已被广泛研究。然而大多数研究只是将社会经济状况视作控制变量,而非研究重点。作为需要更多关注的因素之一,我们所指的社会经济状况是,分析社会和建成环境对社会经济地位较低人群的健康影响。食物环境研究关注超市、杂货店、餐馆的分布和可达性,以及对健康的影响^[34-37]。建成环境D要素的研究强调城市形态特征对健康的影响,城市形态特征包括土地利用结构、街道连通性和住宅密度等^[2, 20]。街道尺度上的城市设计元素着眼于街道环境特点^[38-39],从5个方面影响着运动量和公共健康,包括图像性、围合性、人居尺度、通透性和复杂性。由于学者已对公交导向的设计(TOD)进行了大量理论和实证研究,本文将街道尺度上的城市设计与D要素中的TOD区分开来。一言以蔽之,以公交为导向的设计着眼于改善建成环境的总体质量。例如通过合理设计大型工作场所和停车场,改善街道连通性,来影响人们的通勤方式。与之相对应,街道尺度的城市设计强调,通过整合影响行人体验的街道环境的微观特征,来增进人们的身体锻炼,改善公共健康。例如提高城市设计中的通透性,美化构成街景的连续建筑立面,鼓励步行和骑行的

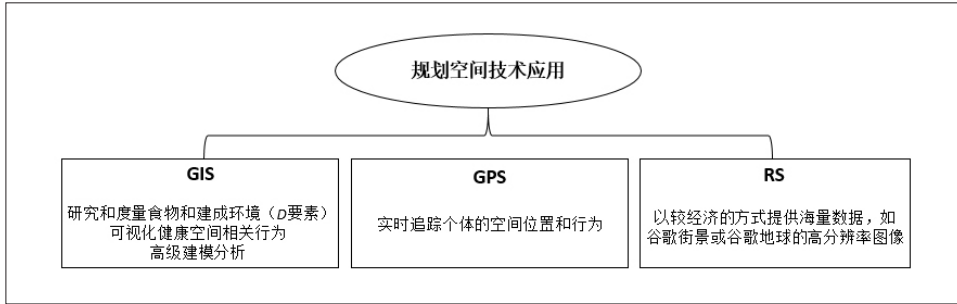


图2 规划空间技术在健康研究中的应用

资料来源：作者自绘。

临街设计等。

3.2 规划空间技术的应用

图2总结了规划空间技术，包括地理信息系统、全球定位系统和遥感在公共健康研究中的应用。规划空间技术最重要的贡献在于深化了建成环境中D要素的客观度量，并以此促进了健康城市的研究。具体来说，GIS的应用包括研究和度量食物环境与建成环境，可视化健康空间相关行为，以及高级建模分析^[2, 9-10]。GPS也被越来越广泛地应用在健康研究中，如实时追踪个体的空间位置和行为，或与其他设备相结合（如加速计），研究健康问题^[11-12]。遥感和图像处理技术RS以较经济的方式提供海量数据，如谷歌街景或谷歌地球提供的高分辨率图像，帮助研究城市设计元素对步行指标的影响等^[13]。

3.2.1 GIS在健康研究中的应用

GIS帮助获取、存储、显示和分析空间信息。研究人员通过GIS能够更便捷地进行可视化、分析和理解建成环境和公共健康的关联。GIS可以处理传统信息系统，如管理信息系统和图像处理无法处理的数据。GIS也被用于处理公共健康的相关问题：(1) 研究和度量食物环境或建成环境（D要素）^[34-37]；(2) 可视化，以帮助规划、调节、助力打造健康城市；(3) 高级建模分析^[46-48]。

(1) 研究和度量食物或建成环境（D要素）

通过对D要素的度量，GIS更加客观地显示了健康在空间维度上的特性。GIS应用普及前，由于无法直接客观度量环境对健康的影响，相关研究主要采用访谈和问卷调查的方式，调查对象被问及邻里和步行范围内目的地的分

布、数量、种类等。然而，仅仅进行访谈和问卷调查是无法客观度量环境因子的。GIS促进了使用D要素客观测量环境影响因子，同时也扩充了调研数据^[52-54]。以GIS为基础的环境度量指标以D要素为依据，以3D为例，密度（Density）包括人口密度和住宅密度；多样性（Diversity）包括土地利用混合度；设计（Design）包括路网连通性等。

用于度量的尺度从传统行政单位，如县级、市级、镇级，或统计单位，如普查地段、街区组团，缩小到覆盖个体统计单元的地理缓冲区，如一栋房屋的邮编或一所学校所处的地段。行政单位数据可以从美国人口普查局定时更新的空间数据库中获取；个体统计单元常由研究团队根据实际需求用GIS创建^[49-51]，并以此度量环境对健康的影响。通过GIS的使用，对空间特性的度量从创建直线缓冲区转变为创建路网缓冲区^[50-51]。直线缓冲区指以某一地理位置为中心，特定距离为直线半径的圆形区域，又被称为特定位置周围，其中所有的食物和建成环境要素都可从中心位置到达。通过整合特定位置周围的街道网络，路网缓冲区可以更好地阐释可达性。相较于直线缓冲区，路网缓冲区立足于实际的道路网络和距离，包括限速等指标。理论上，缓冲区周围任一点至中心位置距离相同，或通勤时间相同。路网缓冲区更多地应用在最近几年的研究中。

(2) 可视化

GIS的优势还在于可视化。作为强大的创建地图和其他视觉产品的工具，GIS可以帮助规划和评估公共卫生干预措施，建设健康城市。一图抵千言，地图有能力以非常直接有效的方

式向需要的人传达相关信息。GIS帮助“专家”以有效的方式应用地理空间专业知识和技术，与社区领导、非政府组织、地方公职人员和其他研究伙伴沟通，建立更广泛的健康社区，已广泛应用于绘制疾病和其他风险的可视化工作中^[55-56]。

(3) 高级建模分析

GIS进一步和高级模型结合，验证环境因素对健康行为的影响，如空间统计模型。一些空间统计方法被用来研究影响健康的环境要素的空间相关性，例如，Moran's I, Local Moran's I, Getis Gi, K-function等用来衡量全局空间自相关和局域空间自相关^[57-58]。GIS可以生成空间回归模型所需的数据，并以图像的形式呈现模型结果。此外，它可用于与其他先进的模型结合，如人工智能模型来研究行为和环境^[46]。

3.2.2 GPS在健康研究中的应用

通过卫星同步信号接收，GPS可以实时获取个体的空间位置和行为。研究者通过GPS记录个体活动的实时位置，如：散步、骑车、游乐、开车等。GPS数据进一步扩充了GIS数据，促进了步行环境和健康城市的研究。通过给研究对象佩戴便携式GPS设备进行研究，也常常和其他设备结合使用。例如，研究者用加速计记录个人活动量和强度，并通过时间节点与GPS数据结合，既可以完善研究数据，也能验证数据的准确性^[49]。大量研究已使用GIS探索街区或邻里尺度上的健康状况，然而，研究中“街区”、“邻里”的定义还不是很明确，GPS能够帮助研究者通过实际数据，准确定义“街区”、“邻里”等空间概念^[49]。以GIS为依据的指标通常只反映个体的假设可达性，以其住所周围一定圆周内的区域表示，这往往与真实情况不符。Yin基于GPS跟踪信息发现，年轻人的活动空间只占其住所0.25英里范围内的一小部分^[12]。

3.2.3 遥感RS在健康研究中的应用

遥感技术以较经济的方式向研究者提供海量数据，其在公共健康研究中的重要性与日俱增。遥感技术可以提供自然和建成环境数据，比如不同季节气温、湿度、日照时间、水域、地形起

伏等。一些遥感应用研究表明,县级尺度上肥胖症的流行程度与夏季气温正相关,与冬季日照和气温负相关^[59]。遥感数据的另一应用是为谷歌网站或谷歌地球提供高分辨率图像。最近的研究包括通过机器学习和其他技术来识别和比较健康环境的相关特征——土地混合利用状况(如居住建筑种类)、美学价值(如绿地的维护)、步行相关设施的配套、单车相关设施的配套、公共交通、杂货店、快餐店和运动设施。研究者通过谷歌街景图片,研究街道尺度上城市设计元素对步行方便程度的影响^[60]。

3.3 小结

综上所述,研究人员通过规划空间技术,系统、客观地度量了建成环境的D要素对健康的影响,强调了运动型交通的健康价值,促进了TOD设计的倡导和推广。此外,学者们还研究了一些社会经济要素,如居民的年龄、种族、就业状况、社会经济地位等等。具体到3种主要的规划空间技术上, GIS深化了食物环境和建成环境的客观度量,并通过可视化健康状况的空间分布以及与空间模型相结合,科学地验证了环境因素对健康行为的影响。GPS被研究者用来实时获取个体的空间位置和行为。RS通过向研究人员提供谷歌网站或谷歌地球上的高分辨率图像,使其研究行为更加经济。相较于GIS在健康研究中的广泛和深入应用, GPS和RS在公共健康研究中的应用,以及对于健康城市的构建还有进一步发展完善的空间。

4 结论和讨论

4.1 研究成果概述

规划空间技术和方法可以改进建成环境的客观度量,度量空间维度上的健康行为,定义社区边界,扩充自然和建成环境变量,并综合考虑受环境影响的各种场所。一些空间统计模型和其他高级模型的应用也促进了研究的深度,例如地理加权回归模型(GWR)、空间滞后模型、空间误差模型、基于代理模型等。规划空间技术为公共健康学者提供了整合多渠道空间和空间数据的机遇,使研究人员得以更为客观和精

准地评估个体受环境的影响。规划空间技术在公共健康研究中的应用可以从地理信息系统、全球定位系统和遥感3方面总结归纳。GIS的应用包括度量建成环境的D要素、可视化健康空间相关行为,以及高级建模分析^[2,9-10]。GIS数据和空间分析能力极大地促进了公共健康和环境因子关联的研究。GPS着眼于追踪测定个体的实际活动路径。实地调研中, GPS的应用使个体受环境影响的客观度量成为可能。RS通过提供海量数据,为城市设计元素对步行指标的影响进行图像处理等^[13]。在不断发展的规划空间技术和大数据的支撑下,研究者可以在较大地理范围内进行微观环境要素的测量。概括来说,规划空间技术最重要的贡献在于深化了建成环境中D要素的客观度量,并以此促进了健康城市的研究。

4.2 未来研究的建议

过去20年来,规划空间技术在公共健康研究领域取得了巨大进步。然而,跨学科研究的方法、机遇和远景还未被充分挖掘。学者们根据研究成果,提出了一些概念和原理,但其中的一些还无法实施。人们已经深入研究了如何客观度量环境对健康的影响,然而,实际个人—环境互动关系还未被充分理解。这就限制了个人受环境影响的研究可信度。尽管GIS在健康研究中的应用呈爆炸性增长,然而食物与建成环境的联系还需要加强研究深度并系统地归纳总结研究成果。一些文献分开研究家庭、学校和工作场所,然而,个体受环境要素的影响应受其周围场所的综合作用。目前尚无关于GPS、RS或其他规划技术在健康研究中应用的文献综述。更先进的规划空间技术观念需要进一步总结整理,以促进空间技术在公共健康领域的应用。未来我们应尽可能关注那些较少研究的社会和建成环境因素。当前,建成环境与弱势群体健康相关研究探讨了健康状况差距和社会正义问题。Nelson, Lovasi等强调,应注重不同年龄阶层和族群之间的健康食物和运动设施的可得性^[19,27]。欠发达地区的食品环境差距日益加大,以及个人社会经济状况的恶劣,将导

致少数族裔群体和社会经济弱势群体公共健康风险的增加。这就是说,改善建成环境对弱势群体、低收入人群、儿童和老年人等弱势群体的健康尤其重要。

过去16年中,一方面,越来越多的健康相关研究使用空间数据收集和分析技术,这些数据的获取越来越便捷,成本也大为降低。另一方面,由于这仍是一个较新的领域,还存在着许多局限和挑战。跨学科团队合作仍需要使用更多的规划空间技术。规划技术使公共健康研究发展到新的高度,反过来健康研究新的需求和挑战也促进了规划技术的进一步发展。健康研究已大量使用了GIS和GPS技术,研究人员在一定程度上探索了二者的整合。尽管尚处于早期阶段,健康和规划的合作已引起了各领域学者的关注,包括地理、社会学、公共政策、电脑科学等。目前遥感技术只应用在较少的研究中,尚有较大的发掘潜力。规划技术在公共健康领域的应用,包括环境影响研究,将得到更多发展。需要指出的是,未来应更多关注的研究包括纵向研究、广度研究,以及基于规划技术的个人环境影响测量。

参考文献 References

- [1] Saelens B E, Sallis J F, Black J B, et al. Neighborhood-based differences in physical activity: an environment scale evaluation [J]. *American Journal of Public Health*, 2003 (93): 1552-1558.
- [2] Frank L D, Sallis J F, Conway T L, et al. Many pathways from land use to health: associations between neighborhood walkability and active transportation, body mass index, and air quality [J]. *Journal of the American Planning Association*, 2006 (72): 75-87.
- [3] Frank L D, Engelke P. Multiple impacts of the built environment on public health: walkable places and the exposure to air pollution [J]. *International Regional Science Review*, 2005 (28): 193-216.
- [4] Ewing R, Handy S. Measuring the unmeasurable:

- urban design qualities related to walkability [J]. *Journal of Urban design*, 2009 (14): 65-84.
- [5] Christian L M, Glaser R, Porter K, et al. Poorer self-rated health is associated with elevated inflammatory markers among older adults [J]. *Psych neuroendocrinology*, 2011 (36): 1495-1504.
- [6] Egger G, Swinburn B. An 'ecological' approach to the obesity pandemic [J]. *BMJ: British Medical Journal*, 1997 (315): 477.
- [7] Andrews G J, Hall E, Evans B, et al. Moving beyond walkability: on the potential of health geography [J]. *Social Science & Medicine*, 2012 (75): 1925-1932.
- [8] Rosenberg M. Health geography I: social justice, idealist theory, health and health care [J]. *Progress in Human Geography*, 2014 (38): 466-475.
- [9] Brownson R C, Boehmer T K, Luke D A. Declining rates of physical activity in the United States: what are the contributors? [J]. *Annu. Rev. Public Health*, 2005 (26): 421-443.
- [10] Sallis J F, Cervero R B, Ascher W, et al. An ecological approach to creating active living communities [J]. *Annu. Rev. Public Health*, 2006 (27): 297-322.
- [11] Kwan M. Evaluating gender differences in individual accessibility: a study using trip data collected by the global positioning system [R]. 2000.
- [12] Yin L, Raja S, Li X, et al. Neighborhood for playing: using GPS, GIS and accelerometry to delineate areas within which youth are physically active [J]. *Urban studies*, 2013 (50): 2922-2939.
- [13] Gething P W, Battle K E, Bhatt S, et al. Declining malaria in Africa: improving the measurement of progress [J]. *Malaria Journal*, 2014 (13):39.
- [14] Bauman A E, Reis R S, Sallis J F, et al. Correlates of physical activity: why are some people physically active and others not? [J]. *The lancet*, 2012 (380): 258-271.
- [15] Black J L, Macinko J. Neighborhoods and obesity [J]. *Nutrition Reviews*, 2008 (66): 2-20.
- [16] Dehghan M, Akhtar-Danesh N, Merchant A T. Childhood obesity, prevalence and prevention [J]. *Nutrition Journal*, 2005 (4): 24.
- [17] Diez Roux A V, Mair C. Neighborhoods and health [J]. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 2010 (1186): 125-145.
- [18] 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): 175-190.
- [19] Lovasi G S, Hutson M A, Guerra M, et al. Built environments and obesity in disadvantaged populations [J]. *Epidemiologic Reviews*, 2009 (31): 7-20.
- [20] Papas M A, Alberg A J, Ewing R, et al. The built environment and obesity [J]. *Epidemiologic Reviews*, 2007, 29 (1): 129.
- [21] Sallis J F, Glanz K. The role of built environments in physical activity, eating, and obesity in childhood [J]. *The Future of Children*, 2006: 89-108.
- [22] Sallis J F, Glanz K. Physical activity and food environments: solutions to the obesity epidemic [J]. *Milbank Quarterly*, 2009 (87): 123-154.
- [23] Cervero R, Kockelman K. Travel demand and the three D's: density, diversity and design [J]. Working Paper 674, Institute of Urban and Regional Development. University of California at Berkeley, July, 1996.
- [24] Handy S L, Boarnet M G, Ewing R, et al. How the built environment affects physical activity: views from urban planning [J]. *American Journal of Preventive Medicine*, 2002 (23): 64-73.
- [25] Ewing R, Cervero R. Travel and the built environment: a meta-analysis [J]. *Journal of the American planning association*, 2010 (76): 265-294.
- [26] Gordon-Larsen P, Nelson M C, Page P, et al. Inequality in the built environment underlies key health disparities in physical activity and obesity [J]. *Pediatrics*, 2006 (117): 417-424.
- [27] Nelson M C, Gordon-Larsen P. Physical activity and sedentary behavior patterns are associated with selected adolescent health risk behaviors [J]. *Pediatrics*, 2006 (117): 1281-1290.
- [28] Berke E M, Koepsell T D, Moudon A, et al. Association of the built environment with physical activity and obesity in older persons [J]. *American Journal of Public Health*, 2007 (97): 486-492.
- [29] Ford P B, Dziewaltowski D A. Disparities in obesity prevalence due to variation in the retail food environment: three testable hypotheses [J]. *Nutrition Reviews*, 2008 (66): 216-228.
- [30] Mobley L R, Root E D, Finkelstein E A, et al. Environment, obesity, and cardiovascular disease risk in low-income women [J]. *American Journal of Preventive Medicine*, 2006 (30): 327-332.
- [31] Moore L V, Diez Roux A V, Nettleton J A, et al. Associations of the local food environment with diet quality: a comparison of assessments based on surveys and geographic information systems the multi-ethnic study of atherosclerosis [J]. *American Journal of Epidemiology*, 2008 (167): 917-924.
- [32] Burdette H L, Whitaker R C. Resurrecting free play in young children: looking beyond fitness and fatness to attention, affiliation, and affect [J]. *Archives of Pediatrics & Adolescent Medicine*, 2005 (159): 46-50.
- [33] Burdette H L, Wadden T A, Whitaker R C. Neighborhood safety, collective efficacy, and obesity in women with young children [J]. *Obesity*, 2006 (14): 518-525.
- [34] Powell L M, Slater S, Mirtcheva D, et al. Food store availability and neighborhood characteristics in the United States [J]. *Preventive Medicine*, 2007 (44): 189-195.
- [35] Popkin B M, Duffey K, Gordon-Larsen P. Environmental influences on food choice, physical activity and energy balance [J]. *Physiology & Behavior*, 2005 (86): 603-613.
- [36] Franco M, Diez Roux A V, Glass T A, et al. Neighborhood characteristics and availability of healthy foods in Baltimore [J]. *American Journal of Preventive Medicine*, 2008 (35): 561-567.
- [37] Raja S, Li Y, Roemmich J, et al. Food environment, built environment, and women's BMI: evidence from Erie County, New York [J]. *Journal of Planning Education and Research*, 2010 (29): 444-460.
- [38] Purciel M, Neckerman K M, Lovasi G S, et al. Creating and validating GIS measures of urban design for health research [J]. *Journal of Environmental Psychology*, 2009 (29): 457-466.
- [39] Yin L. Street level urban design qualities for walkability: combining 2D and 3D GIS measures [J]. *Computers, Environment and Urban Systems*, 2017 (64): 288-296.
- [40] Rundle A, Neckerman K M, Freeman L, et al. Neighborhood food environment and walkability predict obesity in New York City [J]. *Environmental Health Perspectives*, 2009 (117): 442.
- [41] King A C, Sallis J F, Frank L D, et al. Aging in neighborhoods differing in walkability and income: associations with physical activity and obesity in older adults [J]. *Social Science & Medicine*, 2011 (73): 1525-1533.
- [42] Sallis J F, Bauman A, Pratt M. Environmental and policy interventions to promote physical activity [J]. *American Journal of Preventive Medicine*, 1998 (15): 379-397.
- [43] Besser L M, Dannenberg A L. Walking to public transit: steps to help meet physical activity recommendations [J]. *American Journal of Preventive Medicine*, 2005 (29): 273-280.
- [44] Bedimo-Rung A L, Mowen A J, Cohen D A. The significance of parks to physical activity and public health: a conceptual model [J]. *American Journal of Preventive Medicine*, 2005 (28): 159-168.
- [45] Fleischhacker S E, Evenson K R, Rodriguez D A, et al. A systematic review of fast food access studies [J]. *Obesity Reviews*, 2011 (12): 467-471.
- [46] Yin L. Assessing walkability in the City of Buffalo: an application of agent-based simulation [J]. *Journal of Urban Planning and Development*, 2013 (139): 166-175.
- [47] Drewnowski A, Rehm C D, Solet D. Disparities in obesity rates: analysis by ZIP code area [J]. *Social science & medicine*, 2007 (65): 2458-2463.
- [48] Poulou T, Elliott S J. An exploratory spatial analysis of overweight and obesity in Canada [J].

- Preventive Medicine, 2009 (48): 362-367.
- [49] Yin L, Raja S, Li X, et al. Neighborhood for playing: using GPS, GIS and accelerometry to delineate areas within which youth are physically active [J]. *Urban Studies*, 2013 (50): 2922-2939.
- [50] Roemmich J N, Epstein L H, Raja S, et al. Association of access to parks and recreational facilities with the physical activity of young children [J]. *Preventive Medicine*, 2006 (43): 437-441.
- [51] Roemmich J N, Epstein L H, Raja S, et al. The neighborhood and home environments: disparate relationships with physical activity and sedentary behaviors in youth [J]. *Annals of Behavioral Medicine*, 2007 (33): 29-38.
- [52] Baek S, Raja S, Park J, et al. Park design and children's active play: a micro scale spatial analysis of intensity of play in Olmsted's Delaware Park [J]. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 2015 (42): 1079-1097.
- [53] Hajrasouliha A, Yin L. The impact of street network connectivity on pedestrian volume [J]. *Urban Studies*, 2015 (52): 2483-2497.
- [54] Feda D M, Seelbinder A, Baek S, et al. Neighborhood parks and reduction in stress among adolescents: results from Buffalo, New York [J]. *Indoor and Built Environment*, 2015 (24): 631-639.
- [55] Caley L M, Shiode N, Shelton J A. Community/campus partnership: tailoring geographic information systems for perinatal health planning [J]. *Progress in Community Health Partnerships: Research, Education, and Action*, 2008 (2): 23-29.
- [56] Mills J W, Curtis A. Geospatial approaches for disease risk communication in marginalized communities [J]. *Progress in Community Health Partnerships: Research, Education, and Action*, 2008 (2): 61-72.
- [57] Hoehner C M, Brennan Ramirez L K, Elliott M B, et al. Perceived and objective environmental measures and physical activity among urban adults [J]. *American Journal of Preventive Medicine*, 2005 (28): 105-116.
- [58] Day P L, Pearce J. Obesity-promoting food environments and the spatial clustering of food outlets around schools [J]. *American Journal of Preventive Medicine*, 2011 (40): 113-121.
- [59] Littenberg B, Bonnell L N, LeBruin A S, et al. The relationship between access to natural environmental amenities and obesity [J]. *Cureus*, 2015 (7): e377.
- [60] Yin L, Cheng Q, Wang Z, et al. 'Big data' for pedestrian volume: exploring the use of Google Street View images for pedestrian counts [J]. *Applied Geography*, 2015 (63): 337-345.

上接第56页

- [2] 上海市卫生和计划生育委员会. “健康上海2030”规划纲要(征求意见稿) [R]. 2017. Shanghai Health and Family Planning Commission. *Shanghai Health 2030 Plan* [R]. 2017.
- [3] 上海市城市规划设计研究院. 国际对标城市公共服务设施与基础设施规划建设经验借鉴研究[R]. 2016. Shanghai Urban Planning and Design Research Institute. *The research on the planning and construction of public service facilities and infrastructure facilities in benchmarking cities* [R]. 2016.
- [4] 王刚军, 李晓红. 我国城市社区健康公共服务转型升级研究[J]. *湖北体育科技*, 2016, 35 (4): 283-286. WANG Gangjun, LI Xiaohong. *Research on the transformation and upgrading of public health service of the China's urban community* [J]. *Hubei Sports Science*, 2016, 35 (4): 283-286.
- [5] 李萌. 基于居民行为需求特征的“15分钟社区生活圈”规划对策研究[J]. *城市规划学刊*, 2017(1): 111-118. LI Meng. *The planning strategies of a 15-minute community life circle based on behaviors of residents* [J]. *Urban Planning Forum*, 2017 (1): 111-118.
- [6] 周向红. 欧洲健康城市项目的发展脉络与基本规则论略[J]. *国际城市规划*, 2007 (4): 65-70. ZHOU Xianghong. *Experience and practice around Europe: briefly on the development threads of healthy city project and its basic rules* [J]. *Urban Planning International*, 2007 (4): 65-70.
- [7] 杜鹃. 健康城市引发的住区规划思考[C]//2008年中国城市规划年会论文集. 大连, 2008. DU Juan. *Thoughts on residential planning brought by healthy city* [C]//2008 National City Planning Annual Meeting Proceedings. Dalian, 2008.
- [8] 王一. 健康城市导向下的社区规划[J]. *规划师*, 2015 (10): 101-105. WANG Yi. *Healthy city oriented community planning* [J]. *Planners*, 2015 (10): 101-105.
- [9] 普蕾米拉·韦伯斯特, 丹尼丝·桑德森, 徐望悦, 等. 健康城市指标——衡量健康的适当工具[J]. *国际城市规划*, 2016 (4): 27-31. Webster P, Sanderson D, XU Wangyue, et al. *Healthy cities indicators: a suitable instrument to measure health* [J]. *Urban Planning International*, 2016 (4): 27-31.
- [10] 上海市城市规划设计研究院. 超(特)大城市养老服务模式创新和专项规划编制实施研究[R]. 2016. Shanghai Urban Planning and Design Research Institute. *Research on innovation of pension service model and implementation of planning strategies in metropolises* [R]. 2016.