

社区建成环境与居民身体活动及饮食行为的关联研究进展

段银娟 李立明 吕筠

北京大学公共卫生学院流行病与卫生统计学系 100191

通信作者:吕筠, Email:lvjun@bjmu.edu.cn

【摘要】 社区建成环境对居民身体活动、饮食行为的影响越来越受到关注。本文对建成环境的概念以及身体活动、饮食行为相关建成环境的评价方法做了概述,对近年来国内外身体活动、饮食行为与建成环境的关联研究现状和主要结果进行了综述。分析表明,改善建成环境有望控制身体活动不足和不健康饮食行为流行带来的健康负担,但该领域尚处于初步探索阶段,仍有很多尚待回答的研究问题。通过对已有研究可能存在的问题进行总结,本文对今后的研究提出了建议。

【关键词】 建成环境;身体活动;饮食行为

基金项目:公益性行业科研专项(201502006)

DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2019.04.020

A review and update of the potential impact of the built environment on physical activity and dietary habits

Duan Yinjuan, Li Liming, Lyu Jun

Department of Epidemiology and Biostatistics, School of Public Health, Peking University, Beijing 100191, China

Corresponding author: Lyu Jun, Email: lvjun@bjmu.edu.cn

【Abstract】 With the accelerated urbanization process, there are growing interests in the potential impact of neighborhood built-environment on residents' physical activity and dietary habits. In this paper, we introduced the concept of the built environment and the ways to assess the built-environment related to physical activity and dietary habits. We reviewed papers on the association of the built-environment with physical activity and dietary habits. Improvement of the built-environment is expected to reduce the health burden caused by insufficient physical activity and unhealthy dietary habits. As this field is still at its initial stage, there are many questions to be explored. We then discussed the challenges for this field and made some suggestions for future study.

【Key words】 Built-environment; Physical activity; Dietary habits

Fund program: Special Fund for Health Scientific Research in the Public Welfare (201502006)

DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2019.04.020

心血管疾病、恶性肿瘤、呼吸系统疾病和糖尿病等慢性非传染性疾病(non-communicable diseases, NCDs)是导致全球死亡的首要原因^[1]。不健康膳食、过量饮酒、吸烟和身体活动不足是NCDs的重要行为危险因素。由于人口老龄化发展和城市化进程不断加快,工作相关身体活动的下降和久坐时间的增加难以逆转^[2],人们的饮食行为也同时发生变化。全球行为与代谢危险因素的疾病负担数据显示,2006—2016年,由不健康饮食、身体活动不足导致的伤残调整寿命年(disability-adjusted life-years, DALYs)分别增加8.6%和15.4%^[3]。如果不及时采取措施,成年人身体活动不足、不健康饮食行为可能会导致NCDs的负担越来越沉重。

作为可干预的行为危险因素,有关身体活动和饮食行为影响因素的探究受到了越来越多的重视。近20年来,随着健康行为的社会生态学模型的发展^[4],对于行为的影响因素

研究不再局限于年龄、性别、知识、技能、心理等个体层面,而是从工作、生活、休闲场所的环境和设施等多个维度开展对健康行为的影响因素研究。其中,个体居住社区的建成环境(built-environment)对健康相关行为可能产生直接和间接的影响。建成环境是物理环境的重要组成部分,包括城市和建筑设计、土地利用、交通运输以及相应的基础支持设施。建成环境可进行人为改造和优化,相比针对个体的干预措施,建成环境改造有可能对社区居民产生更大范围和更持久的影响^[5]。探索影响身体活动和不健康饮食行为的社区建成环境特征,进而采取一定的干预措施增加城市居民休闲性身体活动和交通相关身体活动水平,促进居民的健康饮食行为显得尤为重要。目前已有研究提示某些建成环境特征与健康相关行为危险因素存在关联,尽管研究呈现逐年增多趋势,由于该领域尚处于发展的初期阶段,现有研究在概念、测

量方法等方面不够统一和完善,研究结论存在较多不一致。本文参考其他研究的检索策略^[6-7],在“PubMed”和“Web of Science”平台利用“建成环境”、“身体活动”、“饮食行为”等关键词检索近10年的相关文献,通过进一步筛选和阅读,对国内外社区建成环境与居民身体活动、饮食行为的关联研究现状进行综述,并结合现有研究存在的问题为未来的研究提供建议。

一、建成环境评价概述

建成环境指人为创建或改造的环境,尤其是能够通过政策措施或人为行为改变的环境,包含建筑物,土地利用模式,如社区布局、交通系统、身体活动及食物相关基础设施,绿化空间等一系列要素,可能对居民健康相关行为产生影响^[8]。目前测量建成环境的方法分为3类:主观评价或自报法、客观观察法、基于地理信息系统(Geographical Information Systems, GIS)的测量^[9]。3种方法各有其优点和局限性^[10]。

Ewing 和 Cervero^[11]在前人研究的基础上将评价建成环境的维度拓展为“5D”,包括密度(density)、土地综合利用(diversity)、设计(design)、目的地可达性(destination accessibility)和公共交通距离(distance to transit)(表1)。其中,密度多用缓冲区内单位面积的人口数量或住宅数量表示。街道连通性为缓冲区内单位面积的交叉路口数量。土地综合利用代表社区缓冲区内住宅、商业、政府/机构和休闲用地的异质性程度,程度越高表示土地用途更多样化。这3个指标可衍生为反映社区建成环境步行友好程度的综合性指标——可步行性(walkability)^[12]。

表1 建成环境维度及表征

维度	表征
密度	人口密度、土地开发强度等
土地综合利用	不同用途土地利用的数量(密度)、种类(多样性)
设计	街区尺度、街道连通性、街道舒适性等
目的地可达性	到各类场所、设施的距离
公共交通距离	到地铁站、公交站等的距离或密度

国内学者对国外研究者使用过的建成环境主观和客观评价问卷进行比较分析,将身体活动相关的建成环境主观评价维度归纳为10个方面:人口密度、土地综合利用情况、街道连通性、身体活动相关设施、设施的可达性、美观程度、安全度、障碍、服务和其他;将客观评价维度归纳为9个方面:总体评价、居住用地使用情况、非居住用地使用情况(如食品零售)、美观度/舒适度、安全感、目的地、娱乐设施、步行相关设施、自行车相关设施^[9]。主观评价法和客观观察法包含维度相近但各有侧重。

与食物相关的建成环境包括零售环境和餐馆环境。Charreire等^[13]建议使用 Penchansky 和 Thomas^[14]提出的评价卫生服务可及性(access)的“5A”维度测量法来评价食物环境:即可得性(availability)、可达性(accessibility)、可负担性(affordability)、可接受性(acceptability)和可适应性(accommodation)(表2)。

二、建成环境与身体活动关联研究现状

1. 国外研究现状:近30年来,建成环境与身体活动的关

表2 食物环境5A维度及表征

维度	表征
可得性	健康食品供应的充足性,如餐馆、超市便利店的数量、种类
可达性	居民与食物供应场所地理空间上的关系,以及到达该场所的便利性
可负担性	食物的价格与居民的收入、支付能力之间的关系
可接受性	居民对当地食物环境属性的态度,以及食物环境特征是否符合个人期望
可适应性	居民是否适应及认可当地食物场所供应食物的方式,如营业时间和支付方式

联研究仍处于探索阶段^[15],主要在美国、加拿大、澳大利亚等发达国家开展,调查对象以成年人为主。建成环境测量多采用基于调查对象住址的GIS评价方法。身体活动水平的测量多采用自报方法,身体活动结局包括交通相关步行、休闲性步行、骑行、中至高等强度身体活动(moderate-to-vigorous intensity physical activity, MVPA)和总身体活动等。

已有多项研究表明,某些建成环境特征可以促进居民身体活动水平。对发达国家建成环境与步行关联研究的系统综述发现,人口密度越高、距非居住地如公园、商业场所等越近、土地综合利用程度越高,居民交通出行相关的步行水平越高;而建成环境与休闲性步行之间的关联不明确^[16]。发展中国家的相关研究综述在这些维度上也发现类似的结果^[17]。一项探讨建成环境的变化对澳大利亚中年居民交通相关步行影响的研究结果显示,街道连通性增加10个交叉点($OR=1.19, 95\% CI: 1.07 \sim 1.32$),住宅密度增加5个住宅/公顷($OR=1.10, 95\% CI: 1.05 \sim 1.15$),土地综合利用程度增加10%($OR=1.12, 95\% CI: 1.00 \sim 1.26$),居民发生交通相关步行的可能性均增大,分别为参照组的1.19、1.10和1.12倍^[18]。Meta分析发现,与可步行性低的社区相比,生活在可步行性高的社区居民平均每天多走766步($95\% CI: 250 \sim 1271$)^[12]。不同城市社区建成环境特征与居民体力活动之间的关联类似,一项涉及五大洲10个国家、14个城市的调查发现,住宅密度($OR=1.006, 95\% CI: 1.003 \sim 1.009$)、交叉路口密度($OR=1.069, 95\% CI: 1.011 \sim 1.130$)、公共交通密度($OR=1.037, 95\% CI: 1.018 \sim 1.056$)和公园数量($OR=1.146, 95\% CI: 1.033 \sim 1.272$)与MVPA存在统计学显著性的关联,是身体活动友好型社区的特征,而土地综合利用和公共交通点的距离与身体活动水平没有显著关系;与居住在最不支持身体活动的社区居民相比,居住在身体活动友好型社区的居民每周MVPA时长要多68~89 min,相当于指南推荐运动量的45%~59%^[19]。建成环境与身体活动的关联在不同人口学特征居民间可能存在差异。目的地可及性越好,男性MVPA水平越高,身体活动达标的可能性越大,在女性中,仅中、高水平的目的地可及性与MVPA呈正相关;犯罪安全水平越高,女性MVPA水平越高;而街道连通性仅与男性身体活动水平达到指南标准的可能性成正比;与年轻个体相比,犯罪安全性越高、步行障碍越少, ≥ 55 岁成年人的MVPA水平越高^[20]。有研究对建成环境与老年人总身体活动和步行水平的关联研究进行系统综述发现:社区可步行性、目的地和服务设施整

体可及性、娱乐设施可及性、犯罪安全、公园/公共开放空间、商店/商业目的地可及性、社区美观性以及步行友好型基础设施可及性、公共交通的可及性均与老年人总身体活动呈正相关;同时,社区可步行性、商店/商业可及性、目的地和服务设施整体可及性以及社区美观性、社区公共交通、公园/公共开放空间、犯罪安全、居住密度、步行友好型基础设施和街道照明与老年人总步行存在正向关联^[21]。另有研究发现社区可步行性、土地综合利用和美观性与老年人休闲性步行正相关,休闲娱乐设施、公园/开放空间与老年人休闲性身体活动有关^[22]。

2. 国内研究现状:目前我国社区建成环境与居民身体活动水平的关联研究较少。大部分研究在中国香港地区、北京市、上海市、杭州市等城市进行,研究对象以成年人为主。身体活动的测量侧重于休闲性、交通相关或总身体活动水平,多通过问卷调查收集。建成环境维度的测量多采用主观自报,但测量工具不尽相同^[6]。

在国内研究中,土地综合利用程度和交通出行相关身体活动的关联与发达国家的结果类似。另外,多项研究结果支持身体活动场所可及性越高,休闲娱乐设施可用性越高,美观性好,居民休闲性身体活动水平越高^[23-25];距离运动设施、绿地/广场越近,总身体活动、总步行水平越高^[26-27]。另有研究显示,建成环境综合得分越高的社区,居民交通相关、休闲相关步行及总步行时间更长^[24,28]。而身体活动与街道连通性、交通安全和人口密度等的关联结果存在差异。例如,在上海市中年人群中开展的调查发现,人口密度越高的社区,居民的休闲性身体活动水平越高,这与其他国家研究一致^[29]。中国香港地区的研究显示,与居住在中等密度地区的居民相比,低密度区($\beta=-1.536, S.E=0.270, P<0.05$)、高密度区($\beta=-0.498, S.E=0.312, P<0.001$)居民的休闲相关步行时长均较短^[30]。另有杭州社区居民的调查显示,社区人口密度越高,女性的休闲性身体活动水平越低,而这一关联在男性中无统计学意义^[24]。上海市的研究发现交通安全是影响总身体活动的因素之一^[31];也有研究发现交通安全与交通骑行无关^[32]。有研究发现街道连通性增加,总步行水平提高^[27]、交通出行自行车的使用增加^[33],也有研究证实街道连通性与总步行、交通、休闲相关步行均无关联^[30]。这些研究结果表明,建成环境维度与居民身体活动的关联可能存在地区/人群差异。

另有关于老年人的研究发现,与居住在建成环境各维度得分较少的社区相比,居住在人行道密度高、绿化用地占比多、公交车站密集或商业场所多的社区居民每日步行时长高出12.9%~38.5%,居住在人口最密集或土地综合利用程度最高的社区居民每日步行时长要少21.4%或4.0%^[34]。对中国香港地区老年人的研究也发现,建成环境各维度会影响老年人的交通出行相关身体活动、交通出行相关步行、休闲性身体活动和休闲性步行^[35-36]。

三、建成环境与饮食行为关联研究现状

1. 国外研究现状:目前国外关于建成环境与居民饮食行为的研究较多,大部分研究在美国等发达国家进行。调查对

象以成年人为主,部分研究同时纳入儿童或青少年。饮食行为相关建成环境的测量以基于GIS的客观测量为主,但仅能评估与可得性或可达性相关的建成环境。饮食行为调查均采用调查对象自报的主观测量方式。一项汇集22篇横断面研究和2项纵向研究的系统综述显示,多数研究以水果和蔬菜摄入为饮食行为评价指标;而建成环境评价维度多为食物可得性或可达性,超市或与其他商店的组合是研究的主要食品供应场所^[7]。

虽然多数研究显示建成环境的某些维度与饮食行为存在关联,现有研究结论并不一致。一项汇集38项研究的系统综述显示,多数研究关注健康食品可得性和食品供应场所可达性这两个维度,已有证据在一定程度上支持社区食物环境和饮食行为之间存在关联^[37]。其中,可得性与饮食行为间的关联一致性较高,即健康食品供应越充足,居民饮食行为更健康。有研究发现,与家附近没有相应设施的居民相比,家附近有便利店/加油站的居民每天摄入一定份数肉类的概率更低($OR=0.46, 95\%CI: 0.24 \sim 0.88$);家附近有农贸市场/农产品市场的居民每天摄入一定量蔬菜($OR=6.92, 95\%CI: 4.09 \sim 11.69$)、谷物($OR=1.76, 95\%CI: 1.01 \sim 3.05$)、牛奶($OR=3.79, 95\%CI: 2.14 \sim 6.71$)和肉类($OR=3.34, 95\%CI: 2.06 \sim 5.43$)的可能性分别为参照组的6.92、1.76、3.79和3.34倍,且居民食物摄入多样性更高;同样,家附近有杂货店/超市的居民摄入相应份数的蔬菜、牛奶、谷物、肉类的可能性比参照组更高^[38]。食物供应场所可达性与饮食行为的关联不一致。较多研究显示距食物供应场所的远近与饮食行为不存在关联,如美国一项研究发现无论距健康食物或非健康食物供应场所的远近,居民的蔬菜水果的摄入量无差别^[39];有研究发现距超市远近与城市居民的蔬菜水果摄入无关,与农村居民有关^[40];也有研究发现距蔬菜水果零售店、超市的距离越近,居民每日摄入一定量蔬菜的比例更高^[41]。

关于食物可负担性,有研究显示健康食物价格越低,居民饮食行为更健康。澳大利亚一项研究发现,认为水果价格较低时女性每日摄入充足水果的可能性更高^[38,42];美国一项研究发现随着快餐价格的提升,成年人每日饱和脂肪摄入量下降,纤维摄入量、膳食质量得分增加^[43]。但也有研究发现水果和蔬菜价格越高,居民摄入量越高^[41,44];认为当地水果和蔬菜价格低廉的居民,其水果和蔬菜摄入量并不高^[41,45];另有研究发现社区水果和蔬菜价格与摄入量无关^[46]。少数调查研究了可适应性和可接受性,结果显示食品供应场所营业时间、食品质量等与蔬菜水果摄入之间存在关联,如蔬菜水果零售店总营业时长越长,居民摄入充足水果的比例更高^[41]。也有研究发现,认为商店食物选择更多、食物质量更高、附近有更多水果和蔬菜可供选择、蔬菜水果质量更高的居民,其水果和蔬菜摄入量与认为食物环境较差的居民无差别,即社区食物环境与蔬菜、水果摄入之间没有显著的联系^[45]。

2. 国内研究现状:建成环境与饮食行为的关联研究在我国开展较少。已有研究多局限于儿童、青少年,探索家庭、社区、学校环境对饮食行为的影响^[47-48]。有研究发现,社区快

餐馆、餐馆和便利店的可得性高可能会对青少年饮食行为产生负面影响^[49]。针对成年人的调查中,一项研究利用中国健康与营养调查(CHNS)数据,通过社区/村庄食品企业数量、超市/大型超市数量、超市所占楼层总量、面积总量指标将社区环境划分为食品零售匮乏(deprived)和饱和(saturated),询问居民对快餐、咸味点心、非酒精饮料和含糖果汁的喜好;结果显示,居住在食品零售匮乏社区的居民摄入不健康食物的比例更低,而居住在食品零售饱和社区的居民喜欢不健康食物的比例更高^[50]。一项利用4次全国健康与营养调查数据的分析发现,居住在室内餐厅数目较多社区的居民更有可能在外面就餐^[51],提示社区饮食环境可能对居民饮食行为存在影响。

四、现有研究可能存在的问题

现有研究提示,改善建成环境有望控制身体活动不足和不健康饮食行为流行带来的健康负担,但目前的研究仍存在一些局限性。首先,多学科交叉的特点和研究专业人员专业背景的差异使已有建成环境的测量范围、测量方法、包含维度、指标定义多不一致。而主、客观评价研究结果的相关性也不是很高,两种方法反映的内容不完全重叠^[37]。第二,此类研究难以避免观察性研究固有的一些偏倚。例如,身体活动水平高的人倾向于定居在可步行性好的社区,即个体的社区选择偏好(self-selection)在这类研究中是可能的混杂因素。有研究显示,控制选择偏好的可能混杂作用后,建成环境与身体活动之间的关联减弱^[52]。第三,现有研究多为横断面设计,仅在一定程度上探讨了建成环境与身体活动、饮食行为之间的相关关系。因缺乏前瞻性研究,建成环境各维度与身体活动、饮食行为间的因果关系难以建立^[53]。第四,目前较少研究探索不同建成环境维度的组合对身体活动和饮食行为的影响。由于不同环境因素的复杂性和相互作用,单独研究某一维度或属性的环境因素很难发现建成环境对健康行为的实际作用^[54]。第五,由于不同国家和地区在社会经济水平、文化和生活习惯等方面存在差异,有些研究结果可能存在地区和人群特异性。如在发达国家,人口密度与交通出行相关性的步行正相关,交通安全与交通出行相关性的步行水平无关;而在发展中国家,交通出行相关性的步行水平与交通安全存在关联,但与人口密度无关^[17]。这可能是由于发展中国家道路交通事故及造成的伤害或死亡较为严重,对交通安全的担忧可能会影响步行和骑行出行,而城市高密度均质化(uniformly high density)的发展导致发展中国家人口密度增加的同时城市功能的多样性受到限制,影响了居民的身体活动。

五、总结与展望

目前有关建成环境与身体活动、饮食行为的关联研究多集中在发达国家,且尚处于初步探索阶段,仍有很多尚待回答的研究问题。在我国开展的调查研究仍然较少且局限。《“健康中国2030”规划纲要》中提出的核心战略主题是“共建共享,全民健康”,其中一个工作重点就是建设健康环境^[55]。《“健康中国2030”规划纲要》的落实,迫切需要基于我国人群开展的建成环境对健康行为的影响研究。总的来说,今后的研究亟待制定和采用统一、公认的建成环境定义和评价方

法;整合主、客观评价方法;鼓励开展前瞻性研究;鼓励在不同社会经济、文化背景、城市建设特征的人群中开展相关研究,探讨两者关联可能存在的差异;探讨建成环境多维度特征的不同组合对身体活动和饮食行为的可能影响。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参 考 文 献

- [1] GBD 2016 Causes of Death Collaborators. Global, regional, and national age-sex specific mortality for 264 causes of death, 1980–2016: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016 [J]. *Lancet*, 2017, 390 (10100): 1151–1210. DOI: 10.1016/S0140-6736(17)32152-9.
- [2] Ng SW, Howard AG, Wang HJ, et al. The physical activity transition among adults in China: 1991–2011 [J]. *Obes Rev*, 2014, 15 Suppl 1: 27–36. DOI: 10.1111/obr.12127.
- [3] GBD 2016 Risk Factors Collaborators. Global, regional, and national comparative risk assessment of 84 behavioural, environmental and occupational, and metabolic risks or clusters of risks, 1990–2016: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016 [J]. *Lancet*, 2017, 390 (10100): 1345–1422. DOI: 10.1016/S0140-6736(17)32366-8.
- [4] Oppert JM, Charreire H. The importance of the food and physical activity environments [J]. *Nestle Nutr Inst Workshop Ser*, 2012, 73: 113–121. DOI: 10.1159/000341306.
- [5] van Loon J, Frank L. Urban form relationships with youth physical activity: Implications for research and practice [J]. *J Plan Lit*, 2011, 26(3): 280–308. DOI: 10.1177/0885412211400978.
- [6] Day K. Built environmental correlates of physical activity in China: a review [J]. *Prev Med Rep*, 2016, 3: 303–316. DOI: 10.1016/j.pmedr.2016.03.007.
- [7] Rahmanian E, Gasevic D, Vukmirovich I, et al. The association between the built environment and dietary intake—a systematic review [J]. *Asia Pac J Clin Nutr*, 2014, 23 (2): 183–196. DOI: 10.6133/apjcn.2014.23.2.08.
- [8] Handy SL, Boarnet MG, Ewing R, et al. How the built environment affects physical activity: views from urban planning [J]. *Am J Prev Med*, 2002, 23 (2 Suppl): 64–73. DOI: 10.1016/S0749-3797(02)00475-0.
- [9] 苏萌, 杜宇坤, 吕筠, 等. 城市体力活动相关建成环境的评价工具进展 [J]. *中华流行病学杂志*, 2011, 32 (6): 632–635. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2011.06.023.
Su M, Du YK, Lv J, et al. A review on the evaluation instruments for urban built environment related to physical activity [J]. *Chin J Epidemiol*, 2011, 32 (6): 632–635. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2011.06.023.
- [10] Brownson RC, Hoehner CM, Day K, et al. Measuring the built environment for physical activity: state of the science [J]. *Am J Prev Med*, 2009, 36 (4 Suppl): S99–123.e12. DOI: 10.1016/j.amepre.2009.01.005.
- [11] Ewing R, Cervero R. Travel and the built environment—A synthesis [J]. *Trans Res Rec*, 2001, 1780: 87–114. DOI: 0.3141/

- 1780–10.
- [12] Hajna S, Ross NA, Brazeau AS, et al. Associations between neighbourhood walkability and daily steps in adults: a systematic review and Meta-analysis [J]. *BMC Public Health*, 2015, 15: 768. DOI: 10.1186/s12889-015-2082-x.
- [13] Charreire H, Casey R, Salze P, et al. Measuring the food environment using geographical information systems: a methodological review [J]. *Public Health Nutr*, 2010, 13 (11) : 1773–1785. DOI: 10.1017/S1368980010000753.
- [14] Penchansky R, Thomas JW. The concept of access: definition and relationship to consumer satisfaction [J]. *Med Care*, 1981, 19 (2) : 127–140. DOI: 10.1097/00005650-198102000-00001.
- [15] Harris JK, Lecy J, Hipp JA, et al. Mapping the development of research on physical activity and the built environment [J]. *Prev Med*, 2013, 57(5) : 533–540. DOI: 10.1016/j.ypmed.2013.07.005.
- [16] Saelens BE, Handy SL. Built environment correlates of walking: a review [J]. *Med Sci Sports Exerc*, 2008, 40 (7 Suppl) : S550–566. DOI: 10.1249/MSS.0b013e31817c67a4.
- [17] Day K. Physical environment correlates of physical activity in developing countries: a review [J]. *J Phys Act Health*, 2018, 15 (4) : 303–314. DOI: 10.1123/jpah.2017-0184.
- [18] Bentley R, Blakely T, Kavanagh A, et al. A longitudinal study examining changes in street connectivity, land use, and density of dwellings and walking for transport in Brisbane, Australia [J]. *Environ Health Perspect*, 2018, 126: 057003. DOI: 10.1289/EHP2080.
- [19] Sallis JF, Cerin E, Conway TL, et al. Physical activity in relation to urban environments in 14 cities worldwide: a cross-sectional study [J]. *Lancet*, 2016, 387(10034) : 2207–2217. DOI: 10.1016/S0140-6736(15)01284-2.
- [20] van Dyck D, Cerin E, de Bourdeaudhuij I, et al. Moderating effects of age, gender and education on the associations of perceived neighborhood environment attributes with accelerometer-based physical activity: The IPEN adult study [J]. *Health Place*, 2015, 36: 65–73. DOI: 10.1016/j.healthplace.2015.09.007.
- [21] Barnett DW, Barnett A, Nathan A, et al. Built environmental correlates of older adults' total physical activity and walking: a systematic review and Meta-analysis [J]. *Int J Behav Nutr Phys Act*, 2017, 14(1) : 103. DOI: 10.1186/s12966-017-0558-z.
- [22] van Cauwenberg J, Nathan A, Barnett A, et al. Relationships between neighbourhood physical environmental attributes and older adults' leisure-time physical activity: a systematic review and Meta-analysis [J]. *Sports Med*, 2018, 48 (7) : 1635–1660. DOI: 10.1007/s40279-018-0917-1.
- [23] Ani R, Zheng J. Proximity to an exercise facility and physical activity in China [J]. *Southeast Asian J Trop Med Public Health*, 2014, 45(6) : 1483–1491.
- [24] Su M, Tan YY, Liu QM, et al. Association between perceived urban built environment attributes and leisure-time physical activity among adults in Hangzhou, China [J]. *Prev Med*, 2014, 66: 60–64. DOI: 10.1016/j.ypmed.2014.06.001.
- [25] Deng YZ, Paul DR. The relationships between depressive symptoms, functional health status, physical activity, and the availability of recreational facilities: a rural-urban comparison in middle-aged and older Chinese adults [J]. *Int J Behav Med*, 2018, 25(3) : 322–330. DOI: 10.1007/s12529-018-9714-3.
- [26] Guo XJ, Dai J, Xun PC, et al. Sport facility proximity and physical activity: results from the study of community sports in China [J]. *Eur J Sport Sci*, 2015, 15(7) : 663–669. DOI: 10.1080/17461391.2014.982203.
- [27] Ying Z, Ning LD, Xin L. Relationship between built environment, physical activity, adiposity, and health in adults aged 46–80 in Shanghai, China [J]. *J Phys Act Health*, 2015, 12 (4) : 569–578. DOI: 10.1123/jpah.2013-0126.
- [28] Alfonzo M, Guo Z, Lin L, et al. Walking, obesity and urban design in Chinese neighborhoods [J]. *Prev Med*, 2014, 69 Suppl 1 : S79–85. DOI: 10.1016/j.ypmed.2014.10.002.
- [29] Zhou R, Li Y, Umezaki M, et al. Association between physical activity and neighborhood environment among middle-aged adults in Shanghai [J]. *J Environ Public Health*, 2013, 2013: Article ID 239595. DOI: 10.1155/2013/239595.
- [30] Lu Y, Xiao Y, Ye Y. Urban density, diversity and design: Is more always better for walking? A study from Hong Kong [J]. *Prev Med*, 2017, 103 Suppl : S99–103. DOI: 10.1016/j.ypmed.2016.08.042.
- [31] Zhang Y, Chen L, Zhu W, et al. Relationship between physical activity and environment in Shanghai, China: analysis and evaluation in adults aged 45–80 [J]. *Medicina Dello Sport*, 2011, 64(3) : 269–284.
- [32] Yang C, Wang W, Shan XF, et al. Effects of personal factors on bicycle commuting in developing countries: case study of Nanjing, China [J]. *Transp Res Rec*, 2010, 2193 (1) : 96–104. DOI: 10.3141/2193-12.
- [33] Zhao PJ. The impact of the built environment on bicycle commuting: evidence from Beijing [J]. *Urban Stud*, 2014, 51(5) : 1019–1037. DOI: 10.1177/0042098013494423.
- [34] Zhang Y, Li Y, Liu QX, et al. The built environment and walking activity of the elderly: an empirical analysis in the Zhongshan Metropolitan Area, China [J]. *Sustainability*, 2014, 6(2) : 1076–1092. DOI: 10.3390/su6021076.
- [35] Cerin E, Lee KY, Barnett A, et al. Objectively-measured neighborhood environments and leisure-time physical activity in Chinese urban elders [J]. *Prev Med*, 2013, 56(1) : 86–89. DOI: 10.1016/j.ypmed.2012.10.024.
- [36] Cerin E, Lee KY, Barnett A, et al. Walking for transportation in Hong Kong Chinese urban elders: a cross-sectional study on what destinations matter and when [J]. *Int J Behav Nutr Phys Act*, 2013, 10: 78–87. DOI: 10.1186/1479-5868-10-78.
- [37] Caspi CE, Sorensen G, Subramanian SV, et al. The local food environment and diet: a systematic review [J]. *Health Place*, 2012, 18(5) : 1172–1187. DOI: 10.1016/j.healthplace.2012.05.006.
- [38] Gustafson A, Lewis S, Perkins S, et al. Neighbourhood and consumer food environment is associated with dietary intake among Supplemental Nutrition Assistance Program (SNAP)

- participants in Fayette County, Kentucky [J]. *Public Health Nutr*, 2013, 16(7):1229-1237. DOI:10.1017/S1368980013000505.
- [39] Ollberding NJ, Nigg CR, Geller KS, et al. Food outlet accessibility and fruit and vegetable consumption [J]. *Am J Health Promot*, 2012, 26 (6) : 366-370. DOI: 10.4278/ajhp.101215-ARB-401.
- [40] Dean WR, Sharkey JR. Rural and urban differences in the associations between characteristics of the community food environment and fruit and vegetable intake [J]. *J Nutr Educ Behav*, 2011, 43(6):426-433. DOI:10.1016/j.jneb.2010.07.001.
- [41] Thornton LE, Crawford DA, Ball K. Neighbourhood-socioeconomic variation in women's diet: the role of nutrition environments [J]. *Eur J Clin Nutr*, 2010, 64 (12) : 1423-1432. DOI:10.1038/ejcn.2010.174.
- [42] Williams L, Ball K, Crawford D. Why do some socioeconomically disadvantaged women eat better than others? an investigation of the personal, social and environmental correlates of fruit and vegetable consumption [J]. *Appetite*, 2010, 55(3):441-446. DOI:10.1016/j.appet.2010.08.004.
- [43] Beydoun MA, Powell LM, Wang YF. The association of fast food, fruit and vegetable prices with dietary intakes among US adults: is there modification by family income? [J]. *Soc Sci Med*, 2008, 66 (11) : 2218-2229. DOI: 10.1016/j.socscimed.2008.01.018.
- [44] Caldwell EM, Miller KM, DuBow WM, et al. Perceived access to fruits and vegetables associated with increased consumption [J]. *Public Health Nutr*, 2009, 12 (10) : 1743-1750. DOI: 10.1017/S1368980008004308.
- [45] Flint E, Cummins S, Matthews S. Do perceptions of the neighbourhood food environment predict fruit and vegetable intake in low-income neighbourhoods? [J]. *Health Place*, 2013, 24:11-15. DOI:10.1016/j.healthplace.2013.07.005.
- [46] Zenk SN, Lachance LL, Schulz AJ, et al. Neighborhood retail food environment and fruit and vegetable intake in a multiethnic urban population [J]. *Am J Health Promot*, 2009, 23 (4) : 255-264. DOI:10.4278/ajhp.071204127.
- [47] Vepsäläinen H, Mikkilä V, Erkkola M, et al. Association between home and school food environments and dietary patterns among 9-11-year-old children in 12 countries [J]. *Int J Obes Suppl*, 2015, 5 Suppl 2:S66-73. DOI:10.1038/ijosup.2015.22.
- [48] Wang R, Shi L. Access to food outlets and children's nutritional intake in urban China: a difference-in-difference analysis [J]. *Ital J Pediatr*, 2012, 38:30. DOI:10.1186/1824-7288-38-30.
- [49] Ho SY, Wong BY, Lo WS, et al. Neighbourhood food environment and dietary intakes in adolescents: sex and perceived family affluence as moderators [J]. *Int J Pediatr Obes*, 2010, 5(5):420-427. DOI:10.3109/17477160903505910.
- [50] Zhang XY, van der Lans I, Dagevos H. Impacts of fast food and the food retail environment on overweight and obesity in China: a multilevel latent class cluster approach [J]. *Public Health Nutr*, 2012, 15(1):88-96. DOI:10.1017/S1368980011002047.
- [51] Tian X, Zhong L, von Cramon-Taubadel S, et al. Restaurants in the neighborhood, eating away from home and BMI in China [J]. *PLoS One*, 2016, 11 (12) : e167721. DOI: 10.1371/journal.pone.0167721.
- [52] McCormack GR, Shiell A. In search of causality: a systematic review of the relationship between the built environment and physical activity among adults [J]. *Int J Behav Nutr Phys Act*, 2011, 8:125. DOI:10.1186/1479-5868-8-125.
- [53] MacMillan F, George ES, Feng X, et al. Do Natural experiments of changes in neighborhood built environment impact physical activity and diet? a systematic review [J]. *Int J Environ Res Public Health*, 2018, 15(2):E217. DOI:10.3390/ijerph15020217.
- [54] Meyer KA, Boone-Heinonen J, Duffey KJ, et al. Combined measure of neighborhood food and physical activity environments and weight-related outcomes: The CARDIA study [J]. *Health Place*, 2015, 33:9-18. DOI:10.1016/j.healthplace.2015.01.004.
- [55] Central Committee of Chinese Communist Party, State Council. The Plan for Healthy China 2030 [Z]. Beijing: Government of the People's Republic of China, 2016.

(收稿日期:2018-08-29)

(本文编辑:李银鸽)