

# 建成环境对体力活动的影响研究：进展与思考

Built Environment Relationships with Physical Activity: Review and Thought

鲁斐栋 谭少华

Lu Feidong, Tan Shaohua

**摘要：**建成环境是促进人群体力活动，特别是步行活动的重要因素之一，也是城市规划主动干预人群健康的重要切入点。虽然在公共健康、交通、城乡规划等相关领域关于建成环境与体力活动的研究越来越多，但是由于建成环境与体力活动之间关系的复杂性，以及研究者采用的方法、数据等的差异，关于建成环境能否影响居民体力活动以及如何影响体力活动等方面的研究还不够深入。本文对近年来建成环境对体力活动的影响要素、研究方法、研究内容等进行梳理和总结，阐明了该领域目前研究中存在的问题和面临的挑战，为今后的研究提供借鉴，同时为构建主动式健康干预人居环境提供一定的理论基础。

**Abstract:** Promoting human's physical activity and walking for health through built environment is an important entry point for human's health interventions in urban planning. There is a growing body of literature on the relationships between the built environment and physical activity in public health, transportation, urban planning and other related fields. However, due to the complexity of their relationships and differences in methodologies, whether built environment can affect the residents' physical activity and how it affects physical activity is still unclear. This paper summarizes the problems and challenges for future research from the existing research, and it's also a theoretical foundation for active health interventions in human settlement.

**关键词：**建成环境；体力活动；绩效；综述

**Keywords:** Built Environment; Physical Activity; Performance; Review

国家自然科学基金项目 (51278503, 51078363)、中央高校基本科研业务费资助 (CDJRC11190001)

人群健康是人类关注的永恒话题之一。进入 20 世纪以来，城市快速发展引领物质财富大幅增长的同时，环境的恶化和生活方式的改变却引发了新的健康问题，特别是当今全球许多慢性病（例如肥胖、心血管疾病、中风和糖尿病等）逐渐呈上升趋势，已经严重威胁到人类的生存与健康。肥胖等慢性病的发生虽然与遗传和个体差异有关，但是越来越多的证据显示，这些慢性疾病的产生与现代城市生活有着密不可分的关系，过长时间伏案工作、不参与运动、缺乏体力活动、依赖机动车出行等生活习惯和现代化的生活方式是导致这些慢性病迅速增长的主要原因<sup>[1-2]</sup>。

有效体力活动是减少肥胖等慢性病发生、增强人群健康的重要途径<sup>[2-4]</sup>，已经有越来越多的研究证明了体力活动能够降低冠心病、高血压、高血脂、II 型糖尿病、肥胖、焦虑、抑郁等慢性病的发病率，进而促进人群健康<sup>[5-6]</sup>。英国卫生健康部门从预防作用和治疗作用两个方面对体力活动与健康之间的关系进行了全面的总结<sup>[7]</sup>（表 1），提出了体力活动对这两种健康作用的证据等级和效用大小，总体来看，提升体力活动水平对预防和治疗慢性病效果显著。需要指出的是，步行作为促进人群健康最基本的体力活动形式之一，是防治肥胖、心脑血管疾病、II 型糖尿病、骨关节疾病及精神疾病等慢性疾病的有效方法<sup>[8-9]</sup>。国内一些学者也就步行量与血压水平、三酰甘油水平、体重、体重指数（BMI）、腰围和腰臀比等指标的关系进行研究，证实了步行对健康的促进作用<sup>[10]</sup>。

由此可见，体力活动水平是影响人群健康重要的、可干预的因素之一<sup>[2]</sup>，因此世界范围内关于建成环境与体力活动以及人群健康关系的研究已成为多学科参与的研究热点。本文总结了近年来公共健康、交通、城乡规划领域有关建成环境对体力活动影响的研究工作，对于 2000 年以来规划领域内有关建成环境与体力活动研究的相关文献进行了梳理，重点总结了建成环境因素对体力活动的影响，提出了该领域研究中存在的问题和挑战，旨在为今后的研究提供借鉴，同时为构建主动式健康干

**作者：**鲁斐栋，重庆大学建筑城规学院，硕士研究生。feidonglu@gmail.com

谭少华，博士，重庆大学建筑城规学院，山地城镇建设与新技术教育部重点实验室，教授、博士生导师。tsh626@163.com

预人居环境<sup>①</sup>提供理论基础。

## 1 概念界定及特征

### 1.1 体力活动

体力活动 (Physical Activity) 是指“任何由骨骼肌收缩引起的导致能量消耗的身体运动”<sup>[5]</sup>。按行为目的不同,公共健康领域将体力活动分为四类:(1) 家务相关行为;(2) 工作相关行为;(3) 娱乐或者休闲时间活动行为;(4) 交通相关行为<sup>[11]</sup>。与建成环境相关的体力活动研究一般可分为两类:总体体力活动和特定类型体力活动,后者包括休闲性体力活动、交通性步行、休闲性步行等主体分类以及散步、慢跑、游泳等特定的类型。总体体力活动研究对于居民健康有着重要的意义,其是否满足健康推荐标准是研究的一个重点热点;而研究特定类型的体力活动对于研究何种环境和政策对特定体力活动的影响有重要意义。本文着重回顾建成环境要素对总体体力活动和特定类型体力活动的影响。

体力活动水平通常由持续时间、频率、强度、类型或者模式来描述<sup>[12]</sup>,其中前三者是评价体力活动的主要定量指标,也是衡量体力活动总量的主要测度<sup>[13]</sup>。不同研究领域

对体力活动所采取的量度也不尽相同,比如城乡规划和交通领域的研究者主要关注包括步行出行和使用交通工具在内的出行模式,如步行交通模式选择<sup>[14]</sup>、每周步行出行的频率<sup>[15]</sup>、步行到商店的频率<sup>[16]</sup>等;而公共健康领域的研究,则主要研究休闲性步行总量<sup>[17]</sup>、中等体力活动强度<sup>[18]</sup>以及体力活动总量是否满足推荐的体力活动量<sup>[19]</sup>。不过,近来这些领域通过相互借鉴,在体力活动的研究中已经开始交叉和融合。

### 1.2 建成环境

建成环境指人为建设改造的各种建筑物和场所,尤其指那些可以通过政策、人为行为改变的环境,包括居住、商业、办公、学校及其他建筑的选址与设计,以及步行道、自行车道、绿道、道路的选址与设计<sup>[20]</sup>,是与土地利用、交通系统和城市设计相关的一系列要素的组合<sup>[8,20-21]</sup>。衡量建成环境的要素多种多样,塞韦罗 (Cervero) 和科克曼 (Kockelman) 将建成环境归结为三个重要的维度 (3Ds),即密度 (density)、多样性 (diversity) 和设计 (design)<sup>[22]</sup>;汉迪 (Handy) 等提出密度、土地混合利用程度、街道连通性、街区尺度、美学、区域结构等六个建成环境特征<sup>[20]</sup>;皮科拉 (Pikora) 等则从功能、安全、美观、目的地四个方面探讨建成环境要素特征<sup>[23]</sup>。从研究尺度来看,建成环境对体力活动的影响可划分为宏观、中观、微观三个层面。宏观层面关注整个城市,侧重于城市扩展、基础设施布局等方面对人群体力活动的影响;中观层面涉及一个或多个城市街区的构成范围,主要关注密度、土地利用混合程度、街道连通性等对人群体力活动的影响;微观层面主要关注建筑及其选址,主要包括场所设计、街道尺度、公共设施距离等对人群体力活动的影响<sup>[20]</sup>。需要指出的是,虽然不同尺度的特征都对体力活动产生不同程度的影响,但本文仅对影响体力活动的中观和微观层面的建成环境进行总结,因为这两个层面已经能够涵盖所有的体力活动类型<sup>[24]</sup>。

## 2 研究分析方法

国内外关于建成环境和体力活动相互作用的研究方法可归纳为相关分析法、横向比较法和纵向比较法三类。

相关分析法是指在某一研究尺度范围内,对样本建成环境特征与体力活动的相关关系进行研究,通过分层线性模型、弹性系数预测法、Logistic 和线性 Pearson 相关分析法、泊松回归等数理统计方法,计算相关系数,检验显著性,最后评

表 1 体力活动与慢性病的关系:研究证据及等级

疾病	预防作用			治疗作用	
	证据等级	效应大小	剂量效应关系	证据等级	效应大小
心血管疾病	冠心病	高	强	是	中
	梗塞型	高	中	—	低
	出血型	中	弱	—	低
	外周血管病	不充分	—	—	中
	肥胖和超重	中	中	—	中
肌肉骨骼疾病	II型糖尿病	高	强	是	中
	骨质疏松	高	强	—	中
	骨关节炎	不充分	—	—	中
心理健康和精神疾病	下腰痛	中	弱	—	高
	临床抑郁症	低	弱	—	中
癌症	精神健康	—	—	—	中
	总体	中	中	是	—
	大肠癌	高	强	是	—
	直肠癌	中	无	—	—
	乳腺癌	高	中	是	—
	肺癌	低	中	—	—
	前列腺癌	中	有争议	—	—
	内膜癌	低	弱	是	—
其他	低	有争议	—	—	

资料来源: Department of Health of the United Kingdom, 2004.

① 谭少华等在《人居环境对健康的主动式干预:城市规划学科新趋势》一文中将主动式健康干预人居环境定义为吸引人们主动步行和骑自行车出行、方便参与健身锻炼等增加人群体力活动机会的人居环境,同时提出构建主动式健康干预人居环境是城市规划学科的新趋势,并且从建筑、社区、城市三个层面构建主动式健康干预的适应性技术保障体系,为人们参与体力活动和社会交往提供便利的条件,进而促进居民健康<sup>[2]</sup>。

估建成环境对体力活动的影响。依据变量选择的不同，影响一般可分为单一建成环境要素（如土地混合度）影响，多种建成环境要素（如密度、土地混合度、连通性）相互影响，多种建成环境和居民的社会经济特征影响以及多种加成环境要素、社会经济特征、居民偏好（如居住偏好、体力活动意愿等）影响等四种类型。该方法因数据获取较为容易、计算便捷且有成熟的数理统计作为基础而被广泛采纳，但是它并不能揭示建成环境要素对体力活动影响的内在机制和因果关系。

横向比较法是指在一定的研究范围内，选择特定的建成环境要素（如密度、用地混合度等），针对其他建成环境要素条件大致相同的研究样本，研究特定建成环境要素对体力活动的影响。需要指出的是比较研究对象可以是密度、土地混合度等单一要素，也可以是由多个单一要素组合成的模式化社区综合特征，如比较高步行指数社区和低步行指数社区、传统社区和郊区社区、步行导向社区和小汽车导向社区等。单一要素的比较方法较为容易获得结果，但是条件相似样本难以找寻，且此方法不能排除其他干扰因素，也容易夸大单一要素对体力活动的影响，因此其结果主要表现为不同建成环境要素对其影响的解释度；而建成环境综合特征比较，如针对社区的比较研究，能够对社区特征提供直观鲜明的认识，但是研究中许多内部差异都被归纳为一个变量因素，没有分离出单个因素对体力活动的影响，容易造成信息的丢失。总的来看，横向比较研究可以对不同背景下的体力活动提供解释，但其缺点在于忽略了影响体力活动的要素之间的复杂交互关系，不能分离出某个要素单独的影响或者多个要素组合的影响。

纵向比较法是在某一研究范围内，测量其建成环境前后变化情况对体力活动的影响，研究建成环境要素带来的影响。相较于前两者，纵向比较法能提供更直观的因果关系的验证，因为这类研究比较了物质环境改变前后的行为，比较常见的研究类型是比较居民搬迁前后不同邻里环境对体力活动的影响，或者是通过住区邻里密度等要素的前后比较，分析邻里环境变化后居民体力活动的变化情况。但这类研究也有缺点，即对于其他干扰性因素的影响缺乏控制，仍然很难排除其他因素的影响变化。

### 3 建成环境促进体力活动的绩效

相关学者虽然在建成环境促进体力活动的概念理解上存在差异，但是基本的作用和内涵已经得到肯定。本文将从建成环境要素、建成环境综合因素、建成环境感知三个方面介绍建成环境对体力活动的影响情况。

### 3.1 建成环境要素对体力活动的影响绩效

本文将影响体力活动的建成环境要素进行空间要素和场所要素的分类（图1）。

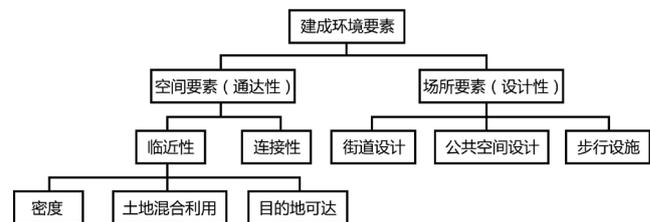


图1 建成环境要素分类

#### 3.1.1 空间要素

空间要素主要追求建成环境的通达性，即通过增加起点与目的地的临近性来增加居民的体力活动，主要体现在两个方面：促进主动式交通，比如高密度的邻里环境能够更好地促进步行和自行车出行；固定场所的体力活动，比如高可达性的邻里公园能够增加居民去公园进行体力活动的频率。这两个方面有时候也是相互影响的，比如加强娱乐设施的可达性可以理解为增加设施的步行可达性，同时也能提升娱乐设施的使用频率进而增加体力活动。

##### (1) 临近性

临近性是指居住与目的地（诸如商业、工作场所、公园等）距离较短的土地混合使用布局方式，主要包括密度、土地混合利用和目的地可达性三个方面，前两个方面主要是指城市整体布局上的相互临近性，后者主要指出行目的地的临近性。

密度是干预体力活动的重要量度<sup>[20]</sup>，主要由单位面积内居住人口、住房单元、就业密度等指标决定。密度是反映通勤距离的重要指标，一般而言，密度越高，人们需要在居住、工作、购物以及其他目的地之间通勤的距离就越小，对机动车交通的依赖也就越低<sup>[22]</sup>；另一方面，紧凑的土地发展模式还可以增强街道生活活力和邻里商业的支撑能力，进而促进居民步行<sup>[25]</sup>。研究表明，密度对体力活动的影响主要体现在交通性步行方面<sup>[14,26-27]</sup>，与休闲性体力活动以及总体体力活动的关系并不明确<sup>[28]</sup>。获取数据相对容易以及简明的解释都使密度成为衡量建成环境的主要指标，然而现在并没有足够的研究证据能够说明哪种情况下运用密度指标较为合适，所以很多研究都将密度当成一种潜在的影响因素<sup>[21-22]</sup>。

土地混合利用主要指区域内土地利用的多样性，通常由土地混合使用率来衡量。土地混合利用主要通过空间安排，使多种利用性质不同的土地相互临近甚至功能叠加，在缩短出行距离的同时鼓励了交通的主动模式<sup>[21-22]</sup>。土地混合使用

率有很多指标,比如商业用地比率<sup>[29]</sup>、非居住用地与居住用地比率<sup>[30]</sup>和土地利用混合度

$$LUM = - \frac{\sum_{i=1}^n p_i \ln p_i}{\ln n} \quad [31]$$

等。其中,土地利用混合度是最为常用的指标,相关文献研究表明其与体力活动呈正相关<sup>[31-33]</sup>。需要指出的是,土地混合利用与体力活动相关关系建立在土地混合利用达到一定密度的基础上,而当其超过一定密度,土地混合利用往往对于交通性步行影响最大,对其他形式的体力活动影响次之<sup>[34]</sup>。

目的地可达性指非住宅性土地利用(如商店、公园、公交站等)的邻近程度,主要衡量一个目的地到另一个目的地的可达程度,通常包括目的地的吸引力和出行的花费(时间、距离、货币花费)<sup>[35]</sup>,与体力活动有着明显的联系。对于商店<sup>[35-36]</sup>、休闲娱乐场所<sup>[16,38]</sup>、公益设施<sup>[16,38-39]</sup>、公交站<sup>[40-41]</sup>等基础设施来说,体力活动与其可达性有显著的联系,特别是对与交通相关的体力活动作用明显。对于锻炼场所<sup>[42]</sup>、邻里街道<sup>[43]</sup>、公园<sup>[44]</sup>、绿地<sup>[45]</sup>等公共空间,也已经有很多研究证明了它们的可达性与体力活动相关,特别是公共空间的可达性不仅可以增加步行体力活动,还能够增加公共空间的使用频率进而增加休闲性体力活动<sup>[46]</sup>。

## (2) 连接性

连接性指通向目的地的方向和路径的选择数量,经常被用来衡量场所之间出行的难易程度,通常以街道网络格局表示<sup>[8,47]</sup>;主量度主要包括街区大小、长度、交叉口密度、复杂的网络变量(比如beta指数)等等。街道网络格局可以影响出行路径和交通模式的选择<sup>[21]</sup>,比如高连接性能够通过减少出行距离鼓励主动式交通出行,同时提供多种出行路径选择<sup>[8,31]</sup>。相比于密度、土地利用等要素,街道连通性作为提升体力活动的量度仍然存在一定的争议:一些研究发现街道连通性与体力活动呈正相关<sup>[31,48-49]</sup>,另一些却发现街道连通性与体力活动呈负相关或者没有关系<sup>[50-52]</sup>。造成结论不明确的原因可能是虽然高连通性增加了目的地的可达性和静态交通,但客观上使得小汽车的通勤更加方便,同时更小的街区可能会造成机动车与步行和自行车的冲突。

### 3.1.2 场所要素

从上面的讨论可以看出,空间要素(通达性)主要通过建成环境要素从宏观角度评估土地利用分配及不同土地利用相互之间的联系性,而场所要素(设计性)主要从微观角度评价建成环境对体力活动的影响,比如街道尺度、绿化、灯光、公园质量等。显然空间要素比场所要素在决定体力活动,特别是步行出行方面更具有影响力。邻里可达性较高且免费的

体力活动场所是体力活动比较频繁的地方<sup>[11]</sup>,其中邻里街道是最常用的体力活动场所,另外免费可达的公共空间,如公园和游径,也是体育锻炼常见的场所;只有少部分居民通过体育馆、健康俱乐部、健身中心进行体力锻炼<sup>[11,19,53]</sup>。因此,本文重点探讨街道设计、公共空间设计以及设施设计(步行与自行车设施)对体力活动的影响。

街道不仅是步行活动的重要路径,也是休闲型体力活动的重要场所,研究表明其物质环境特征(比如街道尺度、人行道的宽度或者长度、建筑后退和静态交通特征等空间形态特征以及街道铺装、树木景观、街道家具等)与步行活动具有积极的联系<sup>[48,54-56]</sup>,但并不是影响步行和体力活动的主要因素。比如福尔特(Foltete)等通过使用多层次模型的方法测试了可达性和微观建成环境特征与步行频率之间的关联性,结果发现可达性是步行频率的决定因素,但是微观的建成环境变量对步行频率的影响是可达性模型预期结果的两倍<sup>[57]</sup>。

公共空间(公园、广场)作为仅次于街道的体力活动场所,其环境特征在促进人们体力活动方面发挥着重要的作用<sup>[11]</sup>。高质量且大规模的公园<sup>[58-59]</sup>、公共绿地<sup>[59-60]</sup>、游戏场<sup>[61]</sup>等体力活动场所对人群体力活动有积极的影响,场所的步行路径质量、运动设施、灯光质量、公园水体面积及质量、草地数目与质量、周围环境等是影响体力活动的重要因素。但是也有研究发现公园质量与体力活动没有必然的联系<sup>[62-63]</sup>,特别是科恩(Cohen)等在一项提升邻里公园质量与体力活动的关系研究中发现,虽然一开始公园使用者会增加,但是居民对公园的使用和体力活动水平并不会因为重新设计的运动场、景观以及步行路径等发生改变<sup>[63]</sup>。结合前述公共空间的可达性分析,我们可以发现虽然公共空间可达性在影响体力活动方面占有重要地位,但是也不能忽视公共空间场所设计对体力活动的影响。

与改变街道形式、土地利用、总体密度等相比,增加步行与自行车设施(自行车道、引导标示、降低速度限制等)因成本较低,成为一种提升步行和自行车出行频率的常用措施<sup>[64]</sup>。相关研究还证明了增加设施在促进步行出行方面具有积极的作用<sup>[54,65-66]</sup>,但是否可以增加其他形式的体力活动尚不明确,特别是塞伦斯(Saelens)等通过文献综述证明了步行设施与步行活动没有关系<sup>[8]</sup>。步行和自行车设施是否导致体力活动行为的增加,可能需要通过特定的某种环境类型的属性以及环境改变的程度,或者对某种体力活动类型产生的影响进行评估。

### 3.2 建成环境综合特征对体力活动的影响绩效

与前述研究集中于单独的城市建成环境要素不同,综合

特征一般指对建成环境不同要素的综合评估,反映建成环境多种要素的混合和协调,通常用于评估建成环境对体力活动的影响。本文主要介绍建成环境复合指数(应用最为广泛的是城市蔓延指数和步行指数)和不同的邻里类型对体力活动的影响。

### 3.2.1 复合指数对体力活动的影响绩效

城市蔓延作为城市用地快速扩张的形式,已经成为西方国家城市发展过程中重要的研究热点。国外已经有一些学者通过将蔓延指数作为评价建成环境的指标来研究建成环境与体力活动的关系,最先,尤因(Ewing)等通过对22个变量进行主成分分析,将居住密度、土地混合度、中心度、街道可达性等作为城市蔓延的指标,分别在州级层面和都市层面上研究了城市蔓延指数与体力活动之间的关系。结果发现,州级的城市蔓延指数与短距离休闲步行呈正相关,但是与总体体力活动和推荐体力活动标准并没有很强的关联性,同时都市层面上的蔓延指数与体力活动的关联性也不甚明显<sup>[67]</sup>。其后的研究都是在这一研究的基础上进行修正,结论也不够明确<sup>[68,69]</sup>,主要是因为目前城市蔓延指数与体力活动的关系研究尚处于起步阶段,采用的城市蔓延指标较为简单和粗糙,对体力活动类型、总量等的具体影响还不明确,在哪种情况下使用城市蔓延指数也有待研究。另外,城市蔓延指数源于北美的城市发展模式,而北美与欧洲以及中国的发展模式是截然不同的,因此它在不同的城市发展模式下对体力活动的影响还需要进一步的论证。

步行指数(walkability index)是国际上量化测量环境相关步行性的一种方法,国内常称其为“行人服务水平评价”。由于上述建成环境各要素对居民体力活动水平的影响存在共线性,因此很多研究会采用步行指数来描述建成环境的总体状况<sup>[70]</sup>。不同的研究采取的步行指数指标不同,但大都根据居住密度、土地混合利用、街道连接性、底层零售店土地面积四个客观量度的得分进行加权合计而来<sup>[71]</sup>,也有一些研究根据自身需求采取不同的指标。总的来说,高邻里步行指数对体力活动具有积极的作用,特别体现在交通性步行方面<sup>[37,47,71]</sup>。

### 3.2.2 邻里社区类型对体力活动的影响绩效

建成环境对体力活动产生影响的研究中,一些研究者将不同的建成环境差异归纳为一个综合的特征,在对邻里社区进行简单分类或分级后,比较研究不同类型社区对体力活动特征的影响。对社区类型的划分有相当一部分是基于社区的定性判断,如传统社区和郊区社区、公交导向社区和小汽车导向社区、城市社区和郊区社区等<sup>[72]</sup>。也有一些研究者是

基于定量的衡量,主要通过建成环境特征(比如步行性)进行评估分类<sup>[13]</sup>。比如,塞韦罗等对旧金山湾地区和南加州地区进行研究,比较了公交导向邻里和小汽车导向邻里的通勤特征,发现公交导向社区的步行分担率相对较高<sup>[73]</sup>。哈塔克(Khattak)和罗德里克(Rodriquez)研究发现生活在传统邻里的居民会比居住在郊区邻里的居民产生更多的步行出行,步行出行比例分别是17%和7%<sup>[74]</sup>。

为了更好地开展邻里类型对体力活动影响的研究,很多学者还对邻里类型进行了其他分类。纳尔逊(Nelson)等根据经济特征和建成环境特征将邻里分为郊区工人阶级邻里、农村邻里、种族混合邻里等,发现居住在市中心低社会阶层区域的居民会比居住在种族混合区域的居民拥有更多的体力活动<sup>[48]</sup>。诺曼(Norman)等在圣迭戈(San Diego)的研究中通过形态分析将邻里分为开放空间、尽端式居住、大密度的房屋及设施三种类型进行研究,结果发现居住在开放空间、尽端式居住邻里的男孩比居住在大密度房屋及设施的男孩久坐行为更少,而中等体力活动在这三个类型中则没有什么差别<sup>[75]</sup>。

总的来说,针对社区的比较研究能够对社区特征提供直观鲜明的认识,但是研究中许多内部差异都被归纳为一个变量因素,没有分离出单个因素对体力活动的影响,容易造成信息的丢失。此外,一些建成环境要素互相依赖,因此共线性问题无法避免,也造成了结论的偏差<sup>[72]</sup>。

### 3.3 建成环境感知对体力活动的影响绩效

建成环境感知研究是当前欧美国家环境心理学、城乡规划、景观建筑学、地理学乃至交通规划等相关领域的研究热点。目前,与体力活动相关的建成环境感知主要通过问卷调查、访谈、观察等方法,将建成环境的定性评价指标如美学价值、安全性等与建成环境的空间定量指标进行对应,进行建成环境感知的量化评定,实现了环境感知定性评价的定量化<sup>[76]</sup>。

美学感知和安全感知是研究建成环境对体力活动的影响的常用指标。美学感知主要指场所的吸引力,包括街景、建筑设计、景观(如行道树)、公共设施(如凳子和灯光)等<sup>[20]</sup>。总的来说,邻里社区<sup>[36,53]</sup>、街道<sup>[43,55,77]</sup>和公共空间<sup>[58-59]</sup>的美学感知对居民体力活动,特别是休闲性体力活动具有积极的作用,一般可以解释为其可以提升积极的体力活动以及步行的态度和社会凝聚力,进而促进居民主动步行出行,特别是休闲性步行,以及其他类型的体力活动<sup>[78]</sup>;然而也有一些研究表明邻里环境美学感知情况与体力活动水平呈负相关,特别表现在交通性步行方面<sup>[79-80]</sup>。导致结论不一致的可能原因是,环境优美的邻里,其土地混合利用程度低且功能

使用上不便利，而且街道连接性也有可能较差，因此不利于居民展开交通相关的体力活动<sup>[70]</sup>。

安全感主要指居民对邻里犯罪和安全的感知，其量度主要包括步行路径安全感、犯罪率、晚上是否有足够的灯光以及是否存在交通隐患等，主要分为环境安全、治安安全和交通安全三大类<sup>[81]</sup>。从研究文献来看，路径环境安全<sup>[82-83]</sup>、邻里犯罪率<sup>[48]</sup>、交通安全<sup>[84]</sup>等邻里安全感与体力活动呈正相关，特别是对于休闲性步行作用明显。可以说，安全感是体力活动的基本影响因素，其也是居民步行出行的基本需求<sup>[85]</sup>。然而也有研究发现，男性对邻里环境交通安全的感知度与其步行水平呈负相关，而女性则呈正相关<sup>[36]</sup>，这可能是由于周边环境的服务设施可达性与其交通状况相关，即服务设施可达性和交通安全感知对男性步行水平的影响是相互重合的，服务设施可达性对男性步行水平的影响遮掩了交通安全感知的影响。

## 4 展望与思考

### 4.1 研究展望

目前关于建成环境与体力活动关系的研究主要集中在国内，国内只有少量综述类的文献研究<sup>[70,76,86-87]</sup>，针对我国国情的实证研究还非常匮乏。然而发达国家虽然对建成环境对体力活动的影响关注较早且进行了大量研究，但就研究内容和方法而言，仍然存在以下问题：从研究内容来看，缺少分析影响体力活动的环境因素与体力活动类型、体力活动强度之间的关系研究，而且涉及影响体力活动感知的环境因子的研究较少，特别是环境感知与客观建成环境融合的研究较少；从研究方法来说，缺乏采用纵向研究法进行的研究，特别是缺乏采用真正的面板数据调查进行的研究，即针对相同人群考察邻里建成环境变化和体力活动变化之间的关系。

总的来说，未来需要考虑人群社会经济特征、心理特征和社会环境属性对研究的影响，研究特定背景下（比如什么时候、什么地点）特定类型环境因素的重要性和影响程度。另外对于城乡规划学科而言，由于目前影响体力活动的城乡规划设计因子之间缺少系统性，研究很难对城市土地利用规划调整、邻里住区及其公共空间规划设计提供指导，所以今后的研究应该加强与城乡规划的衔接性，进而增强规划设计的可操作性。

### 4.2 问题与思考

#### 4.2.1 理论基础

关于建成环境、步行活动和体力活动的调查，首先从建成环境如何以及为什么影响体力活动的发生进行理论探索。目前在社会心理学、环境心理学、环境行为学、人类学、人

文地理学和建筑学等领域已经有了很多关于人和环境之间关系的研究，研究的理论基础主要建立在两大对立的“人—环境”理论上，一个是强调环境力量对行为的影响（行为主义），另一个则强调人作为代理人构建自己对现实环境的认知和符号化过程<sup>[88]</sup>。前者过于强调单一因素的影响，决定了其必然是片面、极端的；而后者则过于强调人的主观能动性，认为环境对行为的影响是一种间接作用，即通过影响人的心理进而影响人的行为，但人的意识以及主动性在其中仍旧是处于主导地位。可以发现，这两个理论都肯定了环境对行为的作用，同时也发现了环境与行为之间的关系绝不是简单的一对一关系。卢因（Lewin）在1946年引入了生活空间的概念，采用社会生态学模型代替了传统的人与环境之间的关系，指出了内在的需求、价值和态度以及外在的环境相互作用对行为的影响，进而摆脱了人与环境的二元论，为人与环境的研究建立了新的方向，同时其研究也转向强调人与环境互动和发生行为的过程中相互作用的环境属性<sup>[89]</sup>。“社会—生态”模型指出体力活动受到个人特征（如基因、社会经济特征、态度、喜好、时间要求）、物质环境因素（土地利用类型、交通系统、规划设计特征）、社会环境因素（社会规范、社会网络、社区资源）的多元影响<sup>[90-92]</sup>（图2），特别是在社会生态模型的指引下，建成环境对体力活动的影响研究已经有了很大进展，但是在研究过程中客观物质环境和心理感知环境对行为活动的交互影响和影响程度依然有待进一步研究，以便进一步明确理论模型的指向。

#### 4.2.2 因果关系

科学研究中，自变量（原因）和因变量（结果）之间满足因果关系有四个标准：（1）原因和结果在统计上存在关联

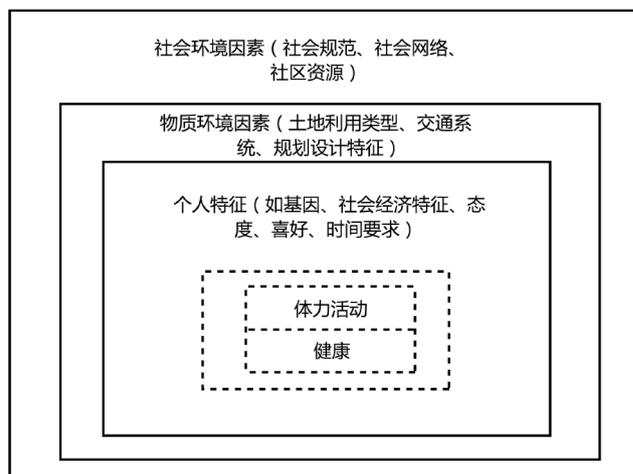


图2 体力活动及健康的多层级影响  
资料来源：Transportation Research Board, 2005

性；(2) 没有第三个因素影响变量之间关系；(3) 原因在时间上先于结果；(4) 原因和结果之间具有明确的因果机制<sup>[93]</sup>。目前探讨建成环境和体力活动之间关系的研究基本集中在统计学的关联上，还没能完全解释其他三个标准，特别是它们之间是否存在因果关系以及因果的方向性并不清楚。比如建成环境是否影响体力活动，还是对体力活动的渴望程度、态度等影响人群对居住环境的选择。特别是目前大部分研究采用横截面数据，较少研究环境偏好（即居住者对居住环境的选择）对体力活动选择的影响，而横截面数据在解释原因是否先于结果上又存在缺陷，这些研究也为“自我选择”留下了解释的可能性。比如，个人可能选择的环境是基于他们渴望或者需要体力活动水平的结果，换句话说，喜欢步行的人会选择有益步行的居住环境。如果这样，建成环境和体力活动的关系则是居住自我选择，而不是建成环境影响体力活动行为。目前，已经有不同的研究设计和分析方法来探讨建成环境和体力活动之间的因果关系，特别是探讨个人喜好、态度以及环境对体力活动的影响程度。曹（Cao）等通过检验 38 项相关研究，分析了邻里建成环境特点以及居民的步行水平对居住环境自主选择的影响，发现其在统计意义上具有显著特征。因此，很难总结出建成环境与其他因素的相对重要性<sup>[94]</sup>。

建成环境与体力活动之间的因果关系是复杂的。虽然已经有越来越多的研究在探讨这个问题，但是并没有科学明确地建立因果联系来确认建成环境特征与特定类型体力活动之间的关系。实际上，对于建成环境和体力活动行为的因果关系来说，不同的环境指标和研究方法会产生不同的结果。对未来的研究设计最重要的是采用真正的面板数据调查进行研究，即针对相同人群来考察居住环境建成环境变化和体力活动变化之间的关系。

## 5 城市规划启示

长期以来，虽然城市环境与人的行为关系一直是现代城市规划学科研究的热点，但是人们一直从功能与效率的角度探讨城市环境与人的行为关系，针对城市环境与其对人们健康影响的直接关系的研究项目则较少<sup>[2,20]</sup>。也就是说，目前城市规划学科更多关注的是城市系统的健康，主要致力于改善人居环境质量，提升城市系统功能与效率，减少人居环境建设对生态环境的负面影响，但对城市人群健康则关注较少，特别是城市建成环境对影响人们健康的体力活动方面的研究较少<sup>[2,20]</sup>。可喜的是，近年来人居环境与人群健康研究取得了较大进展，出现了多学科综合研究的局面，主要体现在人居环境对人群健康有“正”、“反”两方面的影响，即不健全的人居环境会妨害人群的健康，而设计精美的户外环境能促

进人群的身心健康<sup>[2]</sup>。目前，国内外在人居环境与人群健康方面的研究已经证实了人居环境在改善人群健康方面的作用与价值。如何从城乡规划层面正视人居环境对人群健康的干预功能，已经成为现代城市规划学科发展的新趋势<sup>[2]</sup>。体力活动水平是影响个体健康重要的、可干预的因素之一，特别是建成环境在改善和促进体力活动，进一步增强人群健康方面具有重要的价值与意义，笔者认为这也是城市规划学科促进人群健康的重要切入点。本文通过回溯近年来建成环境对体力活动影响的研究工作，旨在为今后的研究提供借鉴，开辟城市规划学科的新方向，同时为构建主动式健康干预人居环境提供理论基础。主动式健康干预人居环境是一项巨大系统工程，建成环境对体力活动干预仅仅是其中的一个重要方向。UPI

## 参考文献

- [1] Jackson L E. The Relationship of Urban Design to Human Health and Condition[J]. *Landscape and Urban Planning*, 2003, 64(4): 191-200.
- [2] 谭少华, 郭剑锋, 江毅. 人居环境对健康的主动式干预: 城市规划学科新趋势[J]. *城市规划学刊*, 2010(04): 66-70.
- [3] Sallis James, Adrian Bauman, Michael Pratt. Environmental and Policy Interventions to Promote Physical Activity[J]. *American Journal of Preventive Medicine*, 1998, 15(4): 379-97.
- [4] Boarnet M G. Planning's Role in Building Healthy Cities: An Introduction to the Special Issue[J]. *Journal of the American Planning Association*, 2006, 72(1): 5-9.
- [5] US Department of Health and Human Services. Physical Activity and Health: A Report of the Surgeon General. Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services & Centers for Disease Control and Prevention, 1996.
- [6] US Department of Health and Human Services. Physical Activity Guidelines for Americans. 2008. <http://www.health.gov/PAGuidelines/guidelines/>.
- [7] U K. Department of Health. At Least Five a Week: Evidence on the Impact of Physical Activity and Its Relationship to Health. A Report from the Chief Medical Officer. 2004.
- [8] Saelens B E, Handy S L. Built Environment Correlates of Walking: A Review[J]. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 2008, 40(7): 550-566.
- [9] 向剑锋, 李之俊, 刘欣. 步行与健康研究进展[J]. *中国运动医学杂志*, 2009(05): 575-580.
- [10] 李之俊, 向剑锋, 刘欣, 等. 运动促进健康研究新进展[J]. *体育科研*, 2012(02): 1-15.
- [11] Lee C, Moudon A V. Physical Activity and Environment Research in the Health Field: Implications for Urban and Transportation Planning Practice and Research[J]. *Journal of Planning Literature*, 2004, 19(2): 147-181.
- [12] Katzmarzyk Peter T, Mark S Tremblay. Limitations of Canada's Physical Activity Data: Implications for Monitoring Trends[J]. *Canadian Journal of Public Health*, 2007, 98 (Supplement 2): 185-194.
- [13] Loon J V, Frank L. Urban Form Relationships with Youth Physical Activity: Implications for Research and Practice [J]. *Journal of Planning Literature*, 2011, 26(3): 280-308.
- [14] Frank L, Pivo G. Impacts of Mixed Use and Density on Utilization of Three Modes of Travel: Single-occupant Vehicle, Transit, and Walking[J]. *Transportation Research Record*, 1994, 1466: 44-52.
- [15] Sallis J F, Frank L, Kraft M K. Active Transportation and Physical Activity: Opportunities for Collaboration on Transportation and Public

- Health Research[J]. *Transportation Research Part A*, 2004, 38(4): 249-268.
- [16] Handy S, Cao X, Mokhtarian P L. Self-selection in the Relationship Between the Built Environment and Walking: Empirical Evidence from Northern California[J]. *Journal of the American Planning Association*, 2006, 72(1): 55-74.
- [17] Owen N, Humpel N, Leslie E, Bauman A, Sallis J F. Understanding Environmental Influences on Walking: Review and Research Agenda[J]. *American Journal of Preventive Medicine*, 2004, 27(1): 67-76.
- [18] Frank L D, Schmid T L, Sallis J F, Chapman J, Saelens B E. Linking Objectively Measured Physical Activity with Objectively Measured Urban Form: Findings from SMARTRAQ[J]. *American Journal of Preventive Medicine*, 2005, 28(2, Supplement 2): 117-125.
- [19] Giles-Corti B, Donovan R J. Socioeconomic Status Differences in Recreational Physical Activity Levels and Real and Perceived Access to a Supportive Physical Environment[J]. *Preventive Medicine*, 2002, 35(6): 601-611.
- [20] 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(2, Supplement 1): 64-73.
- [21] Frank L D, Engelke P O. The Built Environment and Human Activity Patterns: Exploring the Impacts of Urban Form on Public Health[J]. *Journal of Planning Literature*, 2001, 16(2): 202-218.
- [22] 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.
- [23] Pikora T, Giles-Corti B, Bull F, et al. Developing a Framework for Assessment of the Environmental Determinants of Walking and Cycling[J]. *Social Science & Medicine*, 2003, 56(8): 1693-1703.
- [24] Transportation Research Board. Does the Built Environment Influence Physical Activity: Examining the Evidence. Washington DC: TRB, 2005.
- [25] 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.
- [26] Greenwald M, Boarnet M. Built Environment as Determinant of Walking Behavior: Analyzing Nonwork Pedestrian Travel in Portland, Oregon[J]. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2001, 1780(1): 33-41.
- [27] Coogan P, White L, Adler T, Hathaway K, Palmer J, Rosenberg L. Prospective Study of Urban Form and Physical Activity in the Black Women's Health Study[J]. *American Journal of Epidemiology*, 2009, 170(9): 1105-1117.
- [28] Forsyth A, Oakes J M, Schmitz K H, et al. Does Residential Density Increase Walking and Other Physical Activity?[J]. *Urban Studies*, 2007, 44(4): 679-697.
- [29] Rundle A, Diez Roux A V, Freeman L M, Miller D, Neckerman K M, Weiss C C. The Urban Built Environment and Obesity in New York City: A Multilevel Analysis[J]. *American Journal of Health Promotion*, 2007, 10(4 supplement): 19-23.
- [30] Rutt C D, Coleman K J. Examining the Relationships Among Built Environment, Physical Activity, and Body Mass Index in El Paso, TX[J]. *Preventive Medicine*, 2005, 40(6): 831-841.
- [31] Frank L D, Andresen M A, Schmid T L. Obesity Relationships with Community Design, Physical Activity, and Time Spent in Cars[J]. *American Journal of Preventive Medicine*, 2004, 27(2): 87-96.
- [32] Li F, Harmer P A, Cardinal B J, Bosworth M, Acock A, Johnson-Shelton D, Moore J M. Built Environment, Adiposity, and Physical Activity in Adults Aged 50-75[J]. *American Journal of Preventive Medicine*, 2008, 35(1): 38-46.
- [33] Brown B B, Yamada I, Smith K R, et al. Mixed Land Use and Walkability: Variations in Land Use Measures and Relationships with BMI, Overweight, and Obesity[J]. *Health & Place*, 2009, 15(4): 1130-1141.
- [34] Learnihan V, Van Niel KP, Giles-Corti B, et al. Effect of Scale on the Links Between Walking and Urban Design[J]. *Geographical Research*, 2011, 49(2): 183-191.
- [35] Handy S L. Regional Versus Local Accessibility: Neo-traditional Development and Its Implications for Non-work Travel[J]. *Built Environment*, 1992, 18(4): 253-267.
- [36] Humpel N, Owen N, Leslie E, Marshall A L, Bauman A E, Sallis J F. Associations of Location and Perceived Environmental Attributes with Walking in Neighborhoods[J]. *American Journal of Health Promotion*, 2004, 18(3): 239-242.
- [37] Sallis J F, Bowles H R, Bauman A, et al. Neighborhood Environments and Physical Activity Among Adults in 11 Countries[J]. *American Journal of Preventive Medicine*, 2009, 36(6): 484-490.
- [38] Handy S, Cao X, Mokhtarian P. The Causal Influence of Neighborhood Design on Physical Activity Within the Neighborhood: Evidence from Northern California[J]. *American Journal of Health Promotion*, 2008, 22(5): 350-358.
- [39] Cao X, Mokhtarian P, Handy S. The Relationship Between the Built Environment and Nonwork Travel: A Case Study of Northern California[J]. *Transportation Research Part A*, 2009, 43: 548-559.
- [40] Brown B, Werner C. A New Rail Stop: Tracking Moderate Physical Activity Bouts and Ridership[J]. *American Journal of Preventive Medicine*, 2007, 33: 306-309.
- [41] 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.
- [42] Mora R. Moving Bodies: Open Gyms and Physical Activity in Santiago[J]. *Journal of Urban Design*, 2012, 17(4): 485-497.
- [43] Borst H C, Miedema H M E, de Vries S I, et al. Relationships Between Street Characteristics and Perceived Attractiveness for Walking Reported by Elderly People[J]. *Journal of Environmental Psychology*, 2008, 28(4): 353-361.
- [44] Powell K E, Martin L M, Chowdhury P P. Places to Walk: Convenience and Regular Physical Activity[J]. *American Journal of Public Health*, 2003, 93(9): 1519-1521.
- [45] Coombes E, Jones A P, Hillsdon M. The Relationship of Physical Activity and Overweight to Objectively Measured Green Space Accessibility and Use[J]. *Social Science & Medicine*, 2010, 70(6): 816-822.
- [46] 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.
- [47] Owen N, Cerin E, Leslie E, et al. Neighborhood Walkability and the Walking Behavior of Australian Adults[J]. *American Journal of Preventive Medicine*, 2007, 33(5): 387-395.
- [48] Nelson M C, Gordon-Larsen P, Song Y, Popkin B M. Built and Social Environments Associations with Adolescent Overweight and Activity[J]. *American Journal of Preventive Medicine*, 2006, 31(2): 109-117.
- [49] Boarnet M, Greenwald M, McMillan T. Walking, Urban Design, and Health[J]. *Journal of Planning Education and Research*, 2008, 27(3): 341-358.
- [50] Handy S L, Cao X, Mokhtarian P. Correlation or Causality Between the Built Environment and Travel Behavior? Evidence from Northern California[J]. *Transportation Research Part D*, 2005, 10(6): 427-444.
- [51] Wells N, Yang Y. Neighborhood Design and Walking. A Quasi-experimental Longitudinal Study[J]. *American Journal of Preventive Medicine*, 2008, 34(4): 313-319.
- [52] Larsen Kristian, Jason Gilliland, Paul Hess, Patricia Tucker, Jennifer Irwin, Meizi He. The Influence of the Physical Environment and Sociodemographic Characteristics on Children's Mode of Travel to and From School[J]. *American Journal of Public Health*, 2009, 99(3): 520-26.
- [53] Brownson Ross C, Elizabeth A Baker, Robyn A Housemann, Laura K Brennan, Stephen J Bacak. Environmental and Policy Determinants of Physical Activity in the United States[J]. *American Journal of Public Health*, 2001, 91(12): 1995-2003.
- [54] Krizek K J, Johnson P J. Proximity to Trails and Retail: Effects on Urban

- Cycling and Walking[J]. *Journal of the American Planning Association*, 2006, 72(1): 33-42.
- [55] Borst H C, de Vries S I, Graham J M A, et al. Influence of Environmental Street Characteristics on Walking Route Choice of Elderly People[J]. *Journal of Environmental Psychology*, 2009, 29(4): 477-484.
- [56] Boarnet M G, Forsyth A, Day K, et al. The Street Level Built Environment and Physical Activity and Walking: Results of a Predictive Validity Study for the Irvine Minnesota Inventory[J]. *Environment and Behavior*, 2011, 43(6): 735-775.
- [57] Folte'te C, Piombini A. Urban Layout, Landscape Features and Pedestrian Usage[J]. *Landscape and Urban Planning*, 2007, 81(3): 225-234.
- [58] Giles-Corti B, Broomhall M H, Knuiaman M, Collins C, Douglas K, Ng K, et al. Increasing Walking: How Important is Distance to, Attractiveness, and Size of Public Open Space?[J]. *American Journal of Preventive Medicine*, 2005, 28(2, Supplement 2): 169-176.
- [59] Macintyre S, Macdonald L, Ellaway A. Lack of Agreement Between Measured and Self-reported Distance from Public Green Parks in Glasgow, Scotland[J]. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 2008, 5(1): 1-8.
- [60] Meurs H, Haaijer R. Spatial Structure and Mobility[J]. *Transportation Research Part D*, 2001(6): 429-446.
- [61] Colabianchi N, Kinsella A E, Coulton C J, et al. Utilization and Physical Activity Levels at Renovated and Unrenovated School Playgrounds[J]. *Preventive Medicine*, 2009, 48(2): 140-143.
- [62] Hillsdon M, Panter J, Foster C, Jones A. The Relationship Between Access and Quality of Urban Green Space with Population Physical Activity[J]. *Public Health*, 2006, 120(12): 1127-1132.
- [63] Cohen D A, Golinelli D, Williamson S, et al. Effects of Park Improvements on Park Use and Physical Activity: Policy and Programming Implications[J]. *American Journal of Preventive Medicine*, 2009, 37(6): 475-480.
- [64] Ann Forsyth, Kevin Krizek. Promoting Walking and Bicycling: Assessing the Evidence to Assist Planners[J]. *Built Environment*, 2010, 36(4): 429-446.
- [65] Chatman D. Residential Choice, The Built Environment, and Nonwork Travel: Evidence Using New Data and Methods[J]. *Environment and Planning A*, 2009, 41(5): 1072-1089.
- [66] Inoue S, Murase N, Shimomitsu T, et al. Association of Physical Activity and Neighborhood Environment Among Japanese Adults[J]. *Preventive Medicine*, 2009, 48(4): 321-325.
- [67] Ewing R, Schmid T, Killingsworth R, et al. Relationship Between Urban Sprawl and Physical Activity, Obesity, and Morbidity[J]. *American Journal of Health Promotion*, 2003, 18(1): 47-57.
- [68] Kelly-Schwartz A C, Stockard J, Doyle S, et al. Is Sprawl Unhealthy?: A Multilevel Analysis of the Relationship of Metropolitan Sprawl to the Health of Individuals[J]. *Journal of Planning Education and Research*, 2004, 24(2): 184-196.
- [69] Ewing R, Brownson R C, Berrigan D. Relationship Between Urban Sprawl and Weight of United States Youth[J]. *American Journal of Preventive Medicine*, 2006, 31(6): 464-474.
- [70] 周热娜, 李洋, 傅华. 居住周边环境对居民体力活动水平影响的研究进展[J]. *中国健康教育*, 2012(09): 769-771.
- [71] Frank L D, Sallis J F, Conway T L, Chapman J E, Saelens B E, Bachman W. Many Pathways from Land Use to Health[J]. *Journal of the American Planning Association*, 2006, 72(1): 75-87.
- [72] 任晋锋, 吕斌. 土地使用对交通出行的影响[J]. *城市规划学刊*, 2011(05): 63-72.
- [73] Cervero R, Gorham R. Commuting in Transit Versus Automobile Neighborhoods[J]. *Journal of the American Planning Association*, 1995, 61(2): 210-225.
- [74] Khattak A J, Rodriguez D. Travel Behavior in Neo-traditional Neighborhood Developments: A Case Study in USA[J]. *Transportation Research Part A*, 2005, 39(6): 481-500.
- [75] Norman Gregory J, Marc A Adams, Jacqueline Kerr, Sherry Ryan, Lawrence D Frank, Scott C Roesch. A Latent Profile Analysis of Neighborhood Recreation Environments in Relation to Adolescent Physical Activity, Sedentary Time, and Obesity[J]. *Journal of Public Health Management and Practice*, 2010, 16(5): 411-419.
- [76] 韩西丽, Sternudd Catharina, 赵文强. 城市儿童户外体力活动研究进展[J]. *人文地理*, 2011(06): 29-33.
- [77] 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(4): 457-466.
- [78] Rhodes R E, Brown S G, McIntyre C A. Integrating the Perceived Neighborhood Environment and the Theory of Planned Behavior When Predicting Walking in a Canadian Adult Sample[J]. *American Journal of Health Promotion*, 2006, 21(2): 110-118.
- [79] Hoehner C M, 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 (2, Supplement 2): 105 -116.
- [80] Van Dyck D, Cardon G, Deforche B, et al. Neighborhood SES and Walkability are Related to Physical Activity Behavior in Belgian Adults[J]. *Preventive Medicine*, 2010, 50 (Supplement 1): 74-79.
- [81] Moudon A V, Lee C, Cheadle A, Collier C, Johnson D, Schmid T L, Weathers R, Lin L. Operational Definitions of Walkable Neighborhood: Theoretical and Empirical Insights[J]. *J. Phys. Activity Health*, 2006, 3 (Supplement 1): 99-117.
- [82] Booth M L, Owen N, Bauman A, et al. Social-cognitive and Perceived Environment Influences Associated with Physical Activity in Older Australians[J]. *Preventive Medicine*, 2000, 31(1): 15-22.
- [83] Boarnet M G, Day K, Anderson C, et al. California's Safe Routes to School Program: Impacts on Walking, Bicycling, and Pedestrian Safety[J]. *Journal of the American Planning Association*, 2005, 71(3): 301-317.
- [84] 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.
- [85] Alfonzo M A. To Walk or not to Walk? The Hierarchy of Walking Needs[J]. *Environment and Behavior*, 2005, 37(6): 808-836.
- [86] 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.
- [87] 张莹, 陈亮, 刘欣. 体力活动相关环境对健康的影响[J]. *环境与健康杂志*, 2010(02): 165-168.
- [88] Hillier B, Leaman A. The Man-environment Paradigm and Its Paradoxes[J]. *Architectural Design*, 1973, 8(73): 507-511.
- [89] Lewin K. Behavior and Development as a Function of the Total Situation[M] // L Carmichael, ed. *Manual of Child Psychology*. New York: Wiley, 1946.
- [90] Stokols Daniel. Establishing and Maintaining Healthy Environments: Towards a Social Ecology of Health Promotion[J]. *American Psychologist*, 1992, 47(1): 6-22.
- [91] Sallis James, C Tracy Orleans. Ecological Models: Application to Physical Activity[J]. *Encyclopedia of Health And Behavior*, 2004b: 288-90.
- [92] Cerin E. Statistical Approaches to Testing the Relationships of the Built Environment with Resident-level Physical Activity Behavior and Health Outcomes in Cross-sectional Studies with Cluster Sampling[J]. *Journal of Planning Literature*, 2011, 26(2): 151-167.
- [93] Singleton R A, Straits B C. Approaches to Social Research[M]. 3rd ed. New York and Oxford: Oxford University Press, 1999.
- [94] Cao X, Mokhtarian P, Handy S L. Examining the Impacts of Residential Self-selection on Travel Behavior: A Focus on Empirical Findings[J]. *Transport Reviews*, 2009, 29(3): 359-395.

(本文编辑: 王枫)