

张雨洋, 刘宁睿, 龙瀛. 健康居住小区评价体系构建探析: 基于城市规划与公共健康的结合视角 [J]. 风景园林, 2020, 27 (11) : 96-103.

健康居住小区评价体系构建探析——基于城市规划与公共健康的结合视角

Research on Healthy Neighborhood Evaluation System Based on the Combined Perspectives of Urban Planning and Public Health

张雨洋 刘宁睿 龙瀛*
ZHANG Yuyang, LIU Ningrui, LONG Ying*

开放科学 (资源服务)
标识码 (OSID)



中图分类号: TU986
文献标识码: A
文章编号: 1673-1530(2020)11-0096-08
DOI: 10.14085/j.fjyl.2020.11.0096.08
收稿日期: 2020-03-06
修回日期: 2020-09-04

张雨洋 / 男 / 清华大学建筑学院在站博士后 / 研究方向为健康城市与健康社区
ZHANG Yuyang is a postdoctoral researcher in the School of Architecture, Tsinghua University. His research focuses on healthy city and healthy neighborhood.

刘宁睿 / 男 / 清华大学建筑学院建筑技术科学系在读博士研究生 / 研究方向为室内空气质量、健康建筑与健康城市
LIU Ningrui is a Ph.D. candidate in the Department of Building Science, School of Architecture, Tsinghua University. His research focuses on indoor air quality, healthy building and healthy city.

龙瀛 / 男 / 博士 / 清华大学建筑学院研究员 / 研究方向为城乡规划技术科学
通信作者邮箱 (Corresponding author Email): ylong@mails.tsinghua.edu.cn
LONG Ying, Ph.D., is a research fellow in the School of Architecture, Tsinghua University. His research focuses on urban and rural planning technical science.

摘要: 居住小区作为城市居民住所所在地,是城市居民日常生活中所处时间最长的场所,对居民的健康可以产生决定性的影响。当下中国城市的居住小区,面临老旧改造、现有维护和未来新建三大重要任务,急需构建科学合理的评价标准以指导居住小区的健康化发展。为构建评价体系,首先,明确指标的三大选取原则:指标选取须从人本视角出发;指标选取应重视居住小区与健康结局间的传导过程;指标应从多尺度选取,并体现小区内外的差别。其次,创新性地结合城市规划与公共健康学科视角,确定居住小区影响居民健康的潜在指标;通过质量审查环节检索文献得到与健康结局相关的证据,支撑指标的准确性与有效性。最后,对未来健康居住小区的评价与发展进行展望:1)应结合中国实际情况,完善与应用健康居住小区的评价体系;2)未来应加强新技术在健康居住小区内的应用;3)在健康居住小区的发展中加入对城市新变化的思考。希望通过构建相对完整、开放的居住小区评价指标体系,使更多相关研究人员、政府领导认识到这一问题的重要性与紧迫性,促进中国居住小区的健康化发展。

关键词: 体育锻炼; 传导过程; 人本视角; 健康结局; 公共健康

基金项目: 通往健康城市之路项目 (Wellcome Trust 基金会资助, 编号 209376/Z/17/Z); 中国博士后科学基金特别资助 (站前, 编号 2019TQ0166)

Abstract: Neighborhoods are places where people spend the most time in their lives. Neighborhoods have a decisive impact on the residents' health. With several important tasks, including the transformation of old neighborhoods, the maintenance of existing neighborhoods, and the construction of new neighborhoods in the future, a scientific and reasonable evaluation standard is urgently needed to guide the development of healthy neighborhoods. To build the evaluation system, this paper first clarifies the principles for selecting evaluation indicators, which include: 1) the indicators are selected from a humanistic perspective; 2) the pathways between neighborhoods environment and health outcomes are deeply considered; 3) the indicators are selected from multiple scales. Secondly, based on the combined perspectives of urban planning and public health, it identifies the indicators that affect the residents' health in neighborhoods and searches the literature through the quality assessment to provide evidence to support the accuracy and effectiveness of the indicators. Finally, it proposes prospect to the evaluation, including 1) it is urgent to improve and utilize the healthy neighborhoods based on the Chinese condition; 2) advanced technologies need to be widely applied in neighborhoods in the future; 3) the transitions in cities should be considered in the future development of neighborhoods. It hopes that relevant researchers and government leaders to realize the importance and urgency of healthy neighborhoods to build more healthy neighborhoods in China.

Keywords: physical activities; pathways; humanistic perspective; health outcomes; public health

Fund Items: Pathways to Healthy Cities Project Funded by the Wellcome Trust Foundation (No. 209376/Z/17/Z); Special Program of the China Postdoctoral Science Fund (No. 2019TQ0166)

世界卫生组织 (World Health Organization, WHO) 在 2008 年提出, 人类健康状况的社会决定因素包括“个体出生、成长、学习、工作和老年的生活状况 (condition)”^[1]。在中国, 和学校、工作场所一样, 居住小区^①是承载居民日常生活最重要的空间, 是人类一生中所处时间最长的场所之一。其区位和空间品质可以决定居民所享受的教育、医疗资源的品质, 服务、商业、工作和交通的条件; 同样也可决定居民在噪声、犯罪、污染等多种其他有害因素中的暴露程度。在对抗新冠肺炎 (COVID-19) 疫情的过程中, 居住小区作为病例通报的基本空间单元, 在媒体报道中出现的频率仅低于医院; 同时在居家隔离的过程中, 处于封闭之中的居住小区是居民仅有的较为安全的活动空间, 其所能提供的服务水平决定居家生活的状态与品质。由此可见, 在某种程度上来说, 居住小区对居民的健康状况具有决定性的作用。

当下, 中国居住小区面临老旧改造、现有维护与未来新建三大重要任务: 1) 在面积超过 10 hm² 的居住社区层面, 2020 年 9 月 1 日施行《健康社区评价标准》; 针对居住小区内的住宅建筑已有专门的《健康住宅评价标准》^[2]; 对于住宅建筑外, 居住小区内的空间, 标准条例主要有《城市居住区规划设计标准》^[3]、《城市旧居住区综合改造技术标准》^[4]、《智慧城市建筑及居住区综合服务平台通用技术要求》^[5]。由此可见, 现阶段并没有针对覆盖所有居住小区的健康评价标准。因此, 在“健康中国 2030”的大目标背景下, 为提升我国居民的健康水平与预期寿命, 急需构建更加细致的居住小区健康评价标准, 确定居住小区内的健康影响因素, 用以指导居住小区向健康化的方向发展。

在国际学术界, 公共健康学科已经积累了大量审视居住社区 (neighborhood) 环境因素对居民健康结局的影响的研究^[6-16], 城市规划学科须结合中国实际情况具体考虑如何参考借鉴这些研究, 并为我国所用。这些研究各有侧重, 包括: 特定的环境 (建成环境), 某种健康行为或健康结局 (体育运动、肥胖、睡眠), 特定的地理环境 (美国), 特定的

人群 (老年人、儿童), 特定的时期 (2000—2010 年)。值得注意的是, 国外的研究中, 居住社区 (neighborhood) 通常使用行政区为边界, 例如人口普查区 (census tract) 等。对于我国而言, 居住小区是城市中最常见的居住形式, 通常为相对封闭的区域, 且具有明确的边界; 空间相邻的 2 个居住小区在建成环境等方面可能存在巨大差异, 因此在借鉴国外经验的同时也应注重考虑我国居住小区的独特性。

本研究旨在建立适合中国的健康居住小区评价体系, 为中国居住小区健康化发展迈出关键的一步。首先, 为全方位选择指标, 提出框架性的健康居住小区评价指标选取原则; 其次, 提出健康居住小区初步评价维度, 重要指标及其测度方式, 并综述国外高水平论文, 列举指标与健康结局间的证据, 以证明其有效性与重要性; 最后, 结合城市发展面临的机会与挑战, 对城市居住小区的健康评价与发展进行展望。

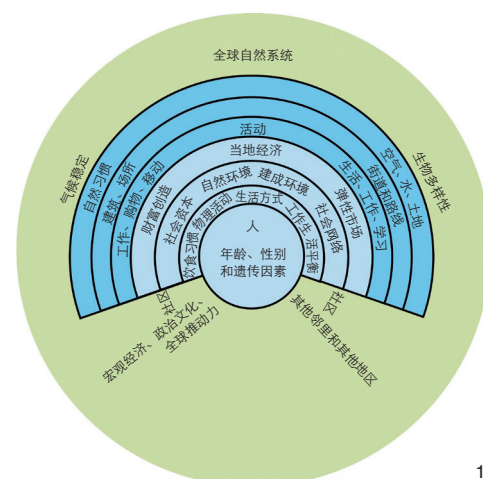
1 健康居住小区评价指标选取原则

居住小区对居民健康的影响纷繁复杂, 潜在的影响因素存在于多类型环境与多种尺度之中 (图 1)。为构建开放性的健康居住小区评价体系, 笔者在本节提出健康居住小区评价指标的选取原则, 以便加深读者对于指标选取的理解。

1.1 基于人本视角选取健康居住小区评价指标

居住小区的规划、设计与改造是城市规划学科的传统研究领域, 学科主要的研究对象为城市实体空间 (建成环境), 但针对居住小区的健康评价指标选择必须从“人本视角”而非“空间视角”出发。

5D^[18] (density, diversity, design, distance to transit, destination accessibility) 是研究建成环境的常用理论。基于 5D 理论的建成环境研究已经积累了部分健康影响因素, 例如高可步行性和丰富的绿色空间可以提升居民社会参与和积极出行的概率。但基于 5D 理论的评价仍局限在空间层面, 容易忽略日常生活中与人本相关, 但与空间关系较弱的因素。同时, 除建成环境外, 健康风险因素同样存在于自



1 居住小区健康影响因素图谱^[17]
Map of impact factors for healthy neighborhood^[17]

然环境、社会环境等其他诸多环境之中; 从更加细致的个体角度来说, 健康风险因素还存在于民族、家族遗传病史、家庭生活习惯、家庭饮食习惯、家庭经济状况等诸多方面^[16]。

1.2 以健康传导过程为导向选取健康居住小区评价指标

居住小区内的部分建成环境或自然环境并非影响小区居民健康水平的直接因素, 而是以间接传导、长期潜在的方式, 通过生活、出行、就医等影响居民健康。因此, 明确居住小区健康风险因素与居民健康结局间的传导关系可以帮助我们更合理地选择指标, 理解风险因素对居民健康的影响。总体来说, 居民在小区日常生活中与健康联系的相关维度包括以下 3 点 (表 1)。

1) 疾病预防与慢性疾病维护。日常体育锻炼是建成环境影响慢性病的关键机制, 近年来的社会变化极大地减少了人们对体育锻炼的需求。小区中的很多要素都可以促进居民外出活动, 如较高的可步行性可以提升居民步行出行的概率; 充足的体育活动空间、绿地可以提升居民运动的频率, 降低肥胖的概率与心理压力。居民通过合理的运动频率与健康的饮食, 可提升自身身体机能, 将血糖、血脂、血压等重要指标保持在健康的范围内, 从而达到预防疾病的目的。在此基础上, 具有良好的基础医疗资源可以使患有慢性病 (糖尿病、冠心病等) 的居民更好地维持与控制病情。

表1 居住小区环境与居民健康结果间的潜在传导过程

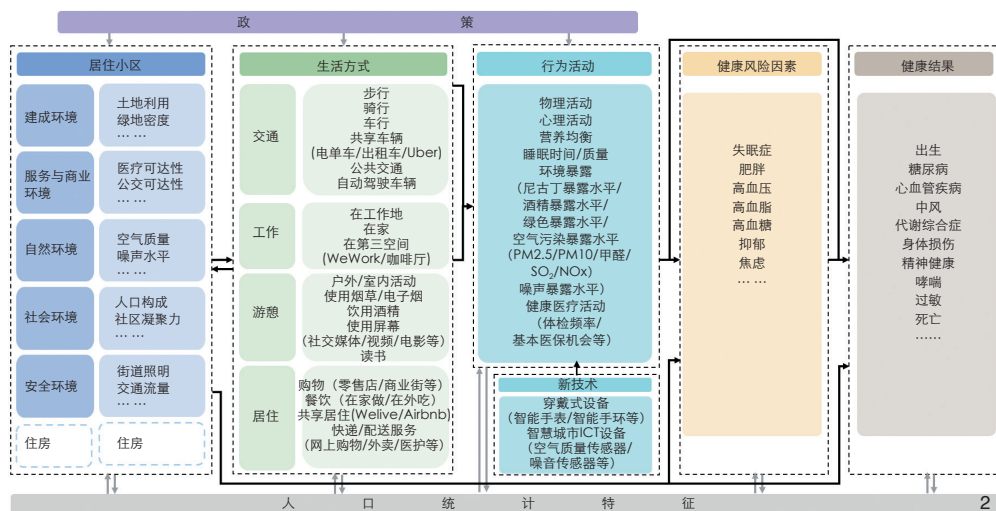
Tab. 1 Potential pathways between neighborhood environment and residents' health outcomes

健康相关维度	测度指标	潜在传导过程	健康结果
疾病预防、慢性病维护	环境污染; 不宜人的建筑密度; 缺少运动空间; 公园距离较远; 超市距离远、药店距离较远	环境污染暴露累积; 抑郁、焦虑; 低运动频率; 高油、高糖、重盐饮食; 药物匮乏	较差的身体机能; 较差的心理状态; 高体重指数 (BMI); 高体脂率; 高血压、血糖、血脂
突发肢体伤害	基础设施环境破败; 抢劫、暴力等刑事犯罪率高	易摔倒; 易遭遇暴力犯罪	较高的骨折发生率与钝器伤害概率
突发疾病的抢救	拥堵的交通; 与优质医疗条件的距离较远	等待救治时间较长	高死亡率与致残率

表2 健康居住小区评价尺度及相应内容

Tab. 2 Evaluation scale and content of health neighborhood

尺度	测度维度	评价内容
城市尺度	距离	同居民健康极度关联且较少存在于居住小区内及周边的资源
居住小区及周边步行尺度	距离、密度的平均值等	城市内广泛存在, 对人体健康具有潜在有益及有害影响的因素; 日常生活必须资源供给场所; 居住小区的重要组成部分——建成环境、自然环境; 社会经济属性、安全属性



2 居住小区要素与居民健康之间的关系
Relationship between neighborhood factors and health

2) 突发伤害的概率。小区内坑洼的路面、无人管理的流浪动物、夜晚光照不充足的街道都有可能使居民在日常出行中承受较高的肢体受伤风险。小区内停车管理混乱, 人车混行严重; 小区周边街道具有较高的交通流量, 缺乏必要的交通管理和指示标志都会使居民暴露在高交通流量的道路中, 增加交通事故的风险。

3) 突发致命疾病的救治。居民在突发高死亡率疾病(心肌梗死、脑卒中等)时如果未能得到及时有效的救治, 将面临较高的死亡率或致残率。高致死疾病通常对接受治疗的时效性要求较高, 居民在发病初期接受有效的医疗救治可以最大限度地挽救生命。因此, 除个人的健康保健意识与医疗常识外, 便捷的交通和邻近的高水平医疗条件可以保证具备救治能力的救护车在最短的时间内到达居

住小区, 提升居民的重病存活率。

1.3 多尺度选取健康居住小区评价指标

健康居住小区的评价对象从空间角度来看是一个具有边界的区域, 传统的评价方式中, 城市规划学科仅重视居住小区内部或小区边界临街的区域。但居住小区是城市空间的重要组成部分, 对其健康适宜性的评价应从更大的尺度入手, 甚至应将城市囊括其中(表2)。

对于城市尺度来说, 健康影响因素应重点以距离方式进行测度, 关注对居民健康影响较大且小区内及周边可能不存在的重要资源, 例如急救中心、具有胸痛中心的医院、三甲医院、大型公园等。重要医疗资源决定居民在突发心脑血管等高死亡率疾病时是否能够得到有效救治; 大型公园决定居民长时段体育活动的机会和频率。

对于小区自身及其周边步行可达尺度(通

常为 500 m 范围)来说, 重要因素的数量及是否存在同样关键, 因此可以用密度(测度高数量因素)和距离(测度低数量因素)方式测度相关因素。例如, 小区与周边大型超市的距离及周边便利店的分布密度会决定居民的基本生活是否得到充足保障; 快餐店、烟酒店的分布密度会决定居民日常生活饮食的健康程度和在尼古丁、酒精环境下的暴露程度; 小区周边是否存在变电站等对人体具有一定危害风险的设施及与其他的距离会决定居民受到身体伤害的概率。

另一个值得重点说明的是, 同国外相比, 居住小区的封闭性是国内居住形式最重要的特征与差异, 明确的空间边界使相邻的小区之间也可能存在内部环境上的极大差距。因此, 中国居住小区健康性评价指标应重视小区内外的区别, 部分指标对小区内外部测度要素、测度方法的差别要有明确的说明。

2 健康居住小区评价维度、指标及其证据

依据指标选取原则, 从人本视角出发选择覆盖所有与居民日常生活相关的环境(物质环境与社会环境), 考虑所有健康结局(传染病、慢性病、急性病、突发伤害)的传导过程, 将居住小区与健康间复杂且多元的关系归纳于5个维度^②, 分别是: 建成环境、服务与商业环境、自然环境、社会环境、安全属性(图2)。5个维度几乎能够覆盖小区与居民健康间所有可能的联系方面; 同时该分类方式的优点在于各维度间相关性较低、维度内各指标相关性较高, 便于精准识别小区在健康适宜性方面存在的问题。

笔者在这5个维度下构建健康居住小区评价指标(表3)。通过梳理国际学术界公共健康学科高水平期刊^③中的文献,根据文献反推、完善指标,并得到评价指标与健康结局

间联系的证据(表4)。

2.1 建成环境属性

建成环境是人类建造或设计的场所的总和,其对健康的影响较多集中在土地利用方

式及建筑布局方面,例如较高的用地混合度、设施多样性等带来的街道可步行性可能会提升居民步行出行的概率,从而降低肥胖、糖尿病、心血管疾病的风险^[22, 29]。小区内部及

表3 居住小区健康评价指标
Tab. 3 Evaluation indicators for healthy neighborhoods

建成环境属性	服务与商业环境属性	自然环境属性	社会环境属性	安全属性
绿色空间; 建筑密度及容积率; 体育休闲活动设施和开敞空间/ 可玩性; 空间失序; 可步行性; 人行道及自行车道	医疗设施可达性; 快餐店、甜品店、零食店的可达性; 公共交通可达性;果蔬店的可达性	空气质量;噪声污染;土壤污染; 地表水污染;小区卫生水平; 邻近主要道路、铁路、地铁线、机场; 邻近工业用地和棕地; 邻近垃圾堆、垃圾填埋场、垃圾处理厂; 临近容易遭受自然灾害的地点	人口社会构成:居住融合/ 居住隔离; 人口密度; 社区信任与凝聚力; 烟酒零售店的可达性	街道照明;流浪动物; 附近有未防护、容易跌倒的危险场所; 附近有未防护、容易溺水的危险场所; 附近有未防护、容易触电的危险场所; 交叉口设计;交通流量;人车分流; 交通管理;犯罪与暴力率

表4 居住小区健康评价指标及其证据
Tab. 4 Indicators for healthy neighborhood evaluation and their evidence

评价指标	风险因素	尺度及测度方式		主要相关的健康结局	潜在数据
		[I] 居住小区内部	[O] 居住小区外部		
建成环境属性	绿色空间	绿地比例;树冠覆盖率;绿视率;归一化植被指数	到达最近的5 000 m ² 以上绿色空间的距离;300/500 m缓冲区内是否存在绿色空间;300/500 m缓冲区内归一化植被指数;小区外围街道的绿视率	全因死亡率 ^[19] ; 心血管疾病 ^[20] ; 出生体重与胎龄影响 ^[21] ; 糖尿病 ^[22]	街景图片/遥感影像/土地利用数据/POI数据
	建筑密度及容积率	小区的建筑密度/容积率;	小区100/300 m缓冲区内建筑密度/容积率	低出生体重 ^[23] ; 肥胖、超重 ^[24]	高分辨率遥感影像/建筑数据/谷歌地图
	体育休闲活动设施和开敞空间/可玩性	小区内是否存在体育活动设施和开敞空间;小区内体育活动设施和开敞空间的密度;体育设施的丰富度	小区100/300 m缓冲区内体育设施的丰富度;到达最近的开敞空间的距离	体力活动水平 ^[25]	街景图片/高分辨率遥感图像
	空间失序	小区景观的劣化或整体空间表象失序;无 例如:建筑物的外墙损坏/结垢/涂鸦,违规建筑/废弃建筑,破败的公共空间/未硬化的道路/废弃的汽车/非法的街边摊等		心理健康 ^[26] ; 久坐行为 ^[27] ; 压力及抑郁 ^[28]	
服务与商业环境	可步行性	小区300/500 m缓冲区内街道的步行指数。该指数一般为混合指标,包括:土地混合利用度、街道连通性、居住密度、零售面积比例、人口密度、目的地数量(银行、杂货店、餐馆等)		肥胖症 ^[29] ; 体力活动水平 ^[25] ; 糖尿病 ^[22] ; 低出生体重 ^[23]	街景图片/土地利用数据/普查数据/路网数据/步行指数数据
	人行道及自行车道	是否存在专用人行道和自行车道; 小区300/500m缓冲区内人行道/自行车道路长度占所有道路比例		暂无证据	
	医疗设施可达性	小区内是否存在社区卫生服务中心、保健中心、诊所、药店、AED设备等	小区300/500m缓冲区内社区医院、急救中心、诊所、药店等的存在性,或到达最近三甲医院的距离	院外心脏骤停 ^[30-31] ; 围生期死亡率 ^[32] ; 全因死亡率 ^[33-34]	POI数据/路网数据
	快餐店、甜品店、零食店的可达性	小区内是否存在快餐店、甜品店、零食店	小区300/500 m缓冲区内快餐店、甜品店、零食店的存在性,或到达最近上述设施的距离	肥胖症 ^[35-36] ; BMI指数 ^[37] ; 冠状动脉钙化 ^[38]	POI数据/街景图片
自然环境属性	公共交通可达性	小区内部公交/地铁站的密度	小区周边300/500 m缓冲区内公交/地铁站的存在性,到最近的公交/地铁站的距离	低出生体重 ^[23]	POI数据/谷歌地图
	果蔬店的可及性	小区内是否存在果蔬店	小区300/500 m缓冲区内果蔬店的存在性,或到达最近果蔬店的距离	肥胖、超重 ^[39] ; 死亡率 ^[40]	POI数据/街景图片
	空气质量	小区内PM _{2.5} /PM ₁₀ /NO _x /O ₃ 的浓度	无	全因死亡率 ^[41] ; 下呼吸道感染 ^[42] ;肺癌 ^[42] ; 缺血性心脏病、中风等心血管疾病 ^[41-42] ; 慢性阻塞性肺病 ^[42] ; 糖尿病 ^[42] ;呼吸系统疾病 ^[41]	空气质量数据/高分辨率遥感图像

续表

评价指标	风险因素	尺度及测度方式		主要相关的健康结局	潜在数据
		[I] 居住小区内部	[O] 居住小区外部		
环境污染	噪声污染	24 h 及夜间的噪声水平	无	糖尿病 ^[43] ; 心血管疾病 ^[44]	问卷 / 噪声测度
	土壤污染	小区内土壤是否受到污染	无	肺癌等癌症 ^[45] ; 骨折 ^[46] ; 死亡率 ^[47] ; 中风 ^[47] ; 哮喘、气管炎 ^[48] ; 婴儿智力影响 ^[49]	市政管理数据 (土壤污染数据通常由城市环保部门负责)
	地表水污染	小区内及周边 300/500 m 缓冲区内是否存在污染的地表水体		暂无证据	街景图片
	小区卫生水平	小区内及周边 300/500 m 缓冲区内街道的整洁度、是否存在垃圾桶和垃圾处理服务		亲社会行为 ^[50]	问卷 / 街景图片
自然环境属性	邻近主要道路、铁路、地铁线、机场	无	到达主要道路、铁路、地铁线、机场的距离; 100/300 m 缓冲区内是否存在以上设施或上述设施的密度	糖尿病 ^[51] ; 痴呆症、帕金森病 ^[52] ; 心血管疾病 ^[53] ; 低出生体重 ^[54]	路网数据 / POI 数据
邻近污染源	邻近工业用地和棕地	无	到达工业用地或棕地的距离; 100/300 m 缓冲区内是否存在以上用地	呼吸系统疾病 ^[55-56] ; 眼部与皮肤刺激 ^[55] ; 不良生殖结局 ^[57]	土地利用数据 / POI 数据
	邻近垃圾堆、垃圾填埋场、垃圾处理厂	无	小区周边 100/300/500 m 缓冲区内垃圾堆、垃圾填埋场、垃圾处理厂是否存在, 或到达上述地点的最近距离	不良生殖结局 ^[57]	市政数据 / 中分辨率遥感影像 / 街景图片 / POI 数据
自然灾害	邻近容易遭受自然灾害的地点		易受洪水 / 地震 / 泥石流等影响	暂无证据	市政管理数据
社会环境属性	人口社会构成: 居住融合 / 居住隔离	小区内收入水平、就业水平、受教育水平等的分布情况	无	死亡率 ^[58] ; 不良妊娠结局 ^[58] ; 低出生体重 ^[59] ; 心脏代谢风险 ^[60]	人口普查数据
	人口密度	小区内单位面积的人口密度	无	交通事故 ^[61] ; 精神分裂症 ^[62]	人口普查数据
	社区信任与凝聚力	社区组织的存在(团体活动、业委会、社区条例等)	无	暂无证据	问卷调查
	烟酒零售店的可达性	小区内部或 300/500 m 缓冲区内烟酒零售店密度及是否存在烟酒广告		饮酒、心血管疾病 ^[63-64]	POI 数据 / 街景图片
物理因素	街道照明	小区内部及周边 300/500 m 缓冲区内, 夜晚路面黑暗区域比例、单位长度街道的路灯个数		交通事故伤害与死亡 ^[65]	夜间灯光数据 / 街景图片
	流浪动物		小区内部流浪动物是否存在	狂犬病 ^[66]	街景图片 / 问卷
	附近有未防护容易跌落的危险场所	接近没有防护的铁路、建筑工地、附近的排水道、道路上的水坑、缺失的窨井盖、破损或易滑的路面、屋顶等		暂无证据	街景图片 / 高分辨率遥感影像
	附近有未防护容易溺水的危险场所	接近没有防护的水池、湖泊、游泳池等水体		死亡率 ^[67]	街景图片 / 高分辨率遥感影像
安全属性	附近有未防护容易触电的危险场所	空中 / 地面 / 墙面存在混乱的电线、靠近电磁辐射防护区、广播电视传输设施等		暂无证据	街景图片 / 高分辨率遥感影像
	交叉路口设计	小区内部及 300/500 m 缓冲区内, 交通信号灯、环岛而非十字路口、天桥 / 地下通道, 行人安全岛等是否存在		交通伤害 ^[68-69]	街景图片 / 高分辨率遥感影像
交通相关因素	交通流量	小区内部及 100/300 m 缓冲区内每日的总交通量		行人交通事故 ^[61]	OD 调查数据
	人车分流	小区内部及 100/300 m 缓冲区内是否设置人车分流		交通事故 ^[70]	街景图片 / 高分辨率遥感影像
社会因素	交通管理	小区内及周边 300/500 m 缓冲区内内的交通管理措施, 包括交通信号的时间安排、交通标志、速度限制、交通量限制、有无卡车限制等		行人与骑行者相关的交通事故 ^[69]	街景图片 / 高分辨率遥感影像 / 问卷调查
	犯罪和暴力率	小区内及周边 300/500 m 缓冲区内内的犯罪、暴力、欺凌事件的发生率	无	心理健康与步行意愿 ^[71]	问卷调查 / 街景图片 / 警察记录

周边绿地的密度与小区到最近公园的距离是需要考虑的另一个重要方面,绿色空间为居民提供散步、跑步、骑行等体育运动的空间,同时也能降低居民的全因死亡率和心血管疾病、糖尿病的发病率^[19-20,22]。此外,以往的研究中常被忽略的小区内部及其周边的空间品质问题、空间严重失序问题可能会对居民的运动意愿和心理健康产生影响^[26,28]。

2.2 服务与商业环境

服务与商业环境评价的是居民日常生活的基本需要能否得到满足,包括交通出行、食物及基础就医环境3个方面。该维度主要以设施为中介评价服务水平,以数量、密度测度交通出行的便利程度、食物环境的供给水平,通过距离方式测度医疗设施的可达性以评价医疗服务水平。交通层面的指标决定居民出行的便捷程度,间接影响出行意愿;在食物设施可达性层面,瓜果、蔬菜、鱼禽类白肉等食物的高可得性会增强居民的营养摄入;良好的基础就医环境有利于慢性病患者(高血压、糖尿病等)获得控制自身病情的药物,控制病情的恶化^[30,33]。

2.3 自然环境属性

与人类建造的建成环境相对的是自然环境。自然环境对居民个体健康的危害主要体现在2个方面:环境污染和突发自然灾害。环境污染涉及空气污染、噪声污染、土壤污染、水污染等,表征自然环境暴露水平的数据较难获得或受限于精度不高的测量条件,可以进一步分为直接测量与间接测量2类指标。直接测量的指标包括大气主要污染物的浓度水平、噪声水平、土壤是否污染、地表水体是否污染等;间接测量指的是将小区与相关污染源的距离作为评价环境危害的指标,例如距离机场、铁路、主干道的距离。自然环境对人体健康的影响通常是缓慢的,例如长期暴露于高噪声环境中会导致居民有较为严重的心血管疾病^[44];空气污染会伤害呼吸道,引发肺癌、心血管疾病等^[42]。在自然灾害方面,突发地震、泥石流、洪水等会让人受到较为严重甚至是致命的肢体伤害。

2.4 社会环境属性

在物质空间之外,社会环境同样会影响

居民健康。社会环境维度主要考虑了人口社会构成、人口密度、社区信任与凝聚力、烟酒零售店可达性这4个方面。人口社会构成指的是小区内居住隔离、居住融合的程度,可通过小区内收入水平、受教育水平等分布情况体现,研究发现,人口构成主要对死亡率、不良妊娠结局、低出生体重等产生健康影响^[58-60]。人口密度过高会带来精神分裂症等疾病^[62]。最后,烟酒零售店的可达性会影响小区居民吸烟、饮酒的频率,从而进一步造成心血管疾病等不良健康结局^[63-64]。

2.5 安全属性

以上4个维度主要涉及与传染病、慢性病、急性病相关的影响因素,健康结局的另一个重要方面在于突发伤害(injury),与之相关的指标主要包含在安全维度内。小区安全主要考虑物理因素、交通因素及社会因素3个层面,体现为对居民身体安全和心理安全2方面产生影响。物理因素包括照明、流浪动物管理不善以致扑咬生人^[66]、未受保护的危险区域等。交通因素主要包括小区周边街道的交叉口设计、交通流量、交通管理,小区内是否施行人车分流等带来的交通安全问题^[61,68-70]。社会因素主要包括高犯罪率、高暴力率等,这些因素通过使小区居民长期承受心理压力与恐惧而影响个体健康水平^[71]。

3 健康居住小区发展与评价展望

3.1 完善与应用健康居住小区评价体系

本研究核心为健康居住小区评级体系的构建,为便于未来有更多的专家学者认识到居住小区在居民健康方面的决定性作用,从而有更多研究者提出更加全面、合理的指标,笔者同样着重介绍指标的选取原则,以期能够起到“抛砖引玉”的作用。除指标体系完善发展以外,未来应结合中国实际情况进行实证研究,补充居住小区健康影响因素的具体传导机理及更多潜在的健康结局,以科学化、精细化为目标完善评价体系。

同时,可同步进行覆盖全国或重要城市的现有居住小区的健康评价工作,以定量的方式全方位评价中国居住小区的健康适宜性。以城市或城市行政区为基本单元诊断出居住

小区在健康方面普遍存在的问题,将其作为健康居住小区优先改造或重点关注的方面,从城市布局调整与小区环境更新改造2个方面提出具体策略。

3.2 加强新技术的建设与应用促进健康居住小区发展

随着5G和万物互联时代的到来,未来城市中将遍布穿戴式设备(个体层面)和移动及固定的传感器(城市层面)。笔者倡导从人本角度评价健康居住小区,选取指标时关注居民在小区内外与不同影响维度间的接触程度及表现,部分数据在现阶段可能存在较难获取的情况。在居住小区空间内合理布置这些新设备,可以产生多样性、高精度、高时空分辨率的数据,以供更加精准地量化指标。因此,未来应重视新设备、新技术的布局与应用,利用其反馈的数据,实质性地支持健康居住小区的评价、建设与发展。

3.3 在健康居住小区发展中加入对城市新变化的思考

我们正处于第四次工业革命的开端,互联网的发展与各种颠覆性技术的出现使我们要重新思考其对整个建成环境乃至城市的影响。在对抗新冠肺炎疫情过程中,为应对居家隔离的现实情况,传统餐饮企业依托互联网平台主营外卖业务;大型超市行业开发自己的手机应用程序为居民提供送货上门的服务;居家隔离的居民使用各种设备实现居家办公。这些新服务与新的生活方式使人在居住小区内所处的时间越来越长,关注其对居民健康产生的影响并积极应对,也是健康居住小区发展应重点考虑的内容。

4 结论

笔者首先结合城市规划与公共健康视角,针对中国城市最重要的居住形式——居住小区提出符合中国特色的健康评价指标选取原则:1)居住小区的健康适宜性评价需要突破城市规划传统空间视角下的5D理论,基于人本视角从与居民日常密切相关的所有环境中选取指标;2)需要重视居住小区与居民健康结局间的间接传导过程,从慢性疾病预防与维护、突发伤害、疾病救治等负面健康结局反推

出居住小区的测度指标；3) 在认识到居住小区内外有别的基础上突破居住小区尺度限制，关注居住小区周边步行尺度甚至是城市尺度中影响居民健康的设施与资源利用。

其次，基于以上评价指标选取原则，将居住小区与健康的复杂关联网络归纳于建成环境、服务与商业环境、自然环境、社会环境与安全属性5个维度之中，共包括33个指标。并基于文献质量审查环节综述国外公共健康学科重要文献，为评价指标体系提供证据支撑，证明指标的有效性与重要性，为未来实证研究提供基础的理论参考与依据。

最后，从“驱动力—评价体系—应用”的逻辑出发，对健康居住小区评价与发展提出展望。评价体系的完善既需要在居住小区内推广传感器、穿戴式设备等新技术来实现数据这一物质驱动力，也需要相关专家学者一道在未来健康居住小区的发展中思考并重点关注当下颠覆性技术与互联网对生活产生的影响，来提升理念的驱动力。而评价体系的重要意义在于，它既提供依据以定量诊断现有居住小区在健康宜居层面出现的问题，进行针对性改造，也能够指导未来居住小区的设计与建造。笔者希望通过构建相对完整、开放的居住小区评价指标体系，使更多相关研究人员、政府领导认识到这一问题的重要性与紧迫性，以促进中国居住小区的健康化发展。

致谢 (Acknowledgments):

感谢英国帝国理工大学 (Imperial College London) 公共健康学院教授 Dr. Majid Ezzati、研究助理 Dr. Niloofer Shoari、加拿大麦吉尔大学的流行病学副教授 Dr. Jill Baumgartner，以及龙瀛实验室的博士后研究员陈龙、贾紫牧、孟祥凤，研究助理周婷、李派，博士生张恩嘉、侯静轩，硕士生徐婉庭、陈议威、陈婧佳等对本研究第2部分的指标选取提出的宝贵修改意见。

注释 (Notes):

① 官方定义中居住小区是指被城市道路或自然分界线所围合，并与居住人口规模相适应(10 000~15 000人)，建有能满足该区居民基本物质文化生活所需的公共服务设施的居住生活聚居地。为与现有的健康社区评价标准相区分，本研究的研究对象——居住小区泛指具有明确空间边界，相对封闭、独立的住宅群体或住宅区域，没有面积与人口数量的限制。

② 建成环境、服务与商业环境、自然环境隶属于物质环境；

物质环境与社会环境主要影响传染病、慢性病、急性病类的健康结局；安全维度主要影响突发伤害类的健康结局。

③ 文中指标证据文献均检索自生物医学论文服务网站PubMed，所选文献经过质量审查 (Quality assessment) 环节。该环节标准为：1) 文献所在期刊位于医学期刊排名的前20%；2) 基于公共健康学科对不同研究证据强弱的定义，选取证据最强的3种研究类型系统综述和荟萃分析 (Systematic Review & Meta-analysis)、随机对照试验研究 (Randomized Controlled Trial, RCT)、队列研究 (Cohort Study)。基于该审查环节所得到的证据已经得到来自公共健康学科同行的认可，同时所选文献中包含大量来自中国境内的实证研究，最大限度地避免发生国外研究在中国语境不适用的情况。

参考文献 (References):

- [1] World Health Organization. Social Determinants of Health[EB/OL]. [2020-03-06]. http://www.who.int/social_determinants/en/.
- [2] 中国工程建设标准化协会. 健康住宅评价标准: T/CECS 462—2017[S]. 北京: 中国计划出版社, 2017.
- [3] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 城市居住区规划设计标准: GB 50180—2018[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2018.
- [4] 中国城市科学研究会. 城市旧居住区综合改造技术标准: T/CSUS 04—2019[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2019.
- [5] 智慧城市 建筑及居住区综合服务平台通用技术要求: GB/T 38237—2019[S]. 北京: 中国标准出版社, 2019.
- [6] AKINYEMIJU T F, PISU M, WATERBOR J W, et al. Socioeconomic Status and Incidence of Breast Cancer by Hormone Receptor Subtype[J]. Springerplus, 2015, 4(1): 508.
- [7] CHAIX B, MERLO J, EVANS D, et al. Neighbourhoods in Eco-Epidemiologic Research: Delimiting Personal Exposure Areas. A Response to Riva, Gauvin, Apparicio and Brodeur[J]. Social Science and Medicine, 2009, 69(9): 1306-1310.
- [8] CASPI C E, SORENSEN G, SUBRAMANIAN S V, et al. The Local Food Environment and Diet: A Systematic Review[J]. Health and Place, 2012, 18(5): 1172-1187.
- [9] SØRENSEN K, VAN DEN BROUCKE S, FULLAM J, et al. Health Literacy and Public Health: A Systematic Review and Integration of Definitions and Models[J]. BMC Public Health, 2012, 12(1): 80.
- [10] CHRISTIAN H, ZUBRICK S R, FOSTER S, et al. The Influence of the Neighborhood Physical Environment on Early Child Health and Development: A Review and Call for Research[J]. Health and Place, 2015, 33: 25-36.
- [11] WON J, LEE C, FORJUOH S N, et al. Neighborhood Safety Factors Associated with Older Adults' Health-Related Outcomes: A Systematic Literature Review[J]. Social Science and Medicine, 2016, 165: 177-186.
- [12] KIM D. Blues from the Neighborhood? Neighborhood Characteristics and Depression[J]. Epidemiologic Reviews, 2008, 30(1): 101-117.
- [13] DING D, SALLIS J F, KERR J, et al. Neighborhood Environment and Physical Activity Among Youth: A Review[J]. American Journal of Preventive Medicine, 2011, 41(4): 442-455.
- [14] JOHNSON D A, AL-AJLOUNI Y A, DUNCAN D T. Connecting Neighborhoods and Sleep Health[J]. The Social Epidemiology of Sleep, 2019: 409.
- [15] OAKES J M, FUCHS E L, TATE A D, et al. How

Should We Improve Neighborhood Health? Evaluating Evidence from a Social Determinant Perspective[J]. Current Epidemiology Reports, 2016, 3(1): 106-112.

[16] ROUX A V D. Neighborhoods and Health[M]. Oxford: Oxford University Press, 2018.

[17] BARTON H, GRANT M. A Health Map for the Local Human Habitat[J]. The Journal for the Royal Society for the Promotion of Health, 2006, 126(6): 252-253.

[18] EWING R, CERVERO R. Travel and the Built Environment: A Meta-analysis[J]. Journal of the American Planning Association, 2010, 76(3): 265-294.

[19] ROJAS-RUEDA D, NIEUWENHUIJSEN M J, GASCON M, et al. Green Spaces and Mortality: A Systematic Review and Meta-analysis of Cohort Studies[J]. The Lancet Planetary Health, 2019, 3(11): e469-e477.

[20] GASCON M, TRIGUERO-MAS M, MARTINEZ D, et al. Residential Green Spaces and Mortality: A Systematic Review[J]. Environment International, 2016, 86: 60-67.

[21] AKARACI S, FENG X, SUESSE T, et al. A Systematic Review and Meta-analysis of Associations between Green and Blue Spaces and Birth Outcomes[J]. International Journal of Environmental Research and Public Health, 2020, 17(8): 2949.

[22] DEN BRAVER N R, LAKERVELD J, RUTTERS F, et al. Built Environmental Characteristics and Diabetes: A Systematic Review and Meta-analysis[J]. BMC Medicine, 2018, 16(1): 12.

[23] NIEUWENHUIJSEN M J, AGIER L, BASAGAÑA X, et al. Influence of the Urban Exposome on Birth Weight[J]. Environmental Health Perspectives, 2019, 127(4): 47007.

[24] JIA P, XUE H, CHENG X, et al. Association of Neighborhood Built Environments with Childhood Obesity: Evidence from a 9-year Longitudinal, Nationally Representative Survey in the US[J]. Environment International, 2019, 128: 158-164.

[25] BARNETT D W, BARNETT A, NATHAN A, et al. Built Environmental Correlates of Older Adults' Total Physical Activity and Walking: A Systematic Review and Meta-analysis[J]. International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity, 2017, 14(1): 103.

[26] O'BRIEN D T, FARRELL C, WELSH B C. Broken (Windows) Theory: A Meta-analysis of the Evidence for the Pathways from Neighborhood Disorder to Resident Health Outcomes and Behaviors[J]. Social Science and Medicine, 2019, 228: 272-292.

[27] PARAJARA M, DE CASTRO B M, COELHO D B, et al. Are Neighborhood Characteristics Associated with Sedentary Behavior in Adolescents? A Systematic Review[J]. International Journal of Environmental Health Research, 2020, 30(4): 388-408.

[28] LATKIN C A, CURRY A D, HUA W, et al. Direct and Indirect Associations of Neighborhood Disorder with Drug Use and High-Risk Sexual Partners[J]. American Journal of Preventive Medicine, 2007, 32(S6): S234-S241.

[29] CHANDRABOSE M, RACHELE J N, GUNN L, et al. Built Environment and Cardio-Metabolic Health: Systematic Review and Meta-analysis of Longitudinal Studies[J]. Obesity Reviews, 2019, 20(1): 41-54.

[30] KITAMURA T, KIYOHARA K, SAKAI T, et al. Public-Access Defibrillation and Out-of-Hospital Cardiac Arrest in Japan[J]. The New England Journal of Medicine, 2016, 375(17): 1649-1659.

[31] NAKASHIMA T, NOGUCHI T, TAHARA Y, et al. Public-

- Access Defibrillation and Neurological Outcomes in Patients with Out-of-Hospital Cardiac Arrest in Japan: A Population-Based Cohort Study[J]. *Lancet*, 2020, 394(10216): 2255-2262.
- [32] AUBREY-BASSLER F K, CULLEN R M, SIMMS A, et al. Population-Based Cohort Study of Hospital Delivery Volume, Geographic Accessibility, and Obstetric Outcomes[J]. *International Journal of Gynaecology and Obstetrics*, 2019, 146(1): 95-102.
- [33] MCISAAC D I, ABDULLA K, YANG H, et al. Association of Delay of Urgent or Emergency Surgery with Mortality and Use of Health Care Resources: A Propensity Score-Matched Observational Cohort Study[J]. *CMAJ*, 2017, 189(27): E905-E912.
- [34] JARMAN M P, CURRIERO F C, HAUT E R, et al. Associations of Distance to Trauma Care, Community Income, and Neighborhood Median Age With Rates of Injury Mortality[J]. *JAMA Surgery*, 2018, 153(6): 535-543.
- [35] JIA P, LUO M, LI Y, et al. Fast-Food Restaurant, Unhealthy Eating, and Childhood Obesity: A Systematic Review and Meta-analysis[J/OL]. *Obesity Reviews*, 2019[2020-03-06]. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/obr.12944>.
- [36] RIBEIRO A I, SANTOS A C, VIEIRA V M, et al. Hotspots of Childhood Obesity in a Large Metropolitan Area: Does Neighbourhood Social and Built Environment Play a Part?[J]. *International Journal of Epidemiology*, 2020, 49(3): 964-943.
- [37] FLEISCHACKER S E, EVENSON K R, RODRIGUEZ D A, et al. A Systematic Review of Fast Food Access Studies[J]. *Obesity Reviews*, 2011, 12(5): e460-e471.
- [38] KELMAN J, POOL L R, GORDON-LARSEN P, et al. Associations of Unhealthy Food Environment With the Development of Coronary Artery Calcification: The CARDIA Study[J]. *Journal of the American Heart Association*, 2019, 8(4): e10586.
- [39] YANG S, ZHANG X, FENG P, et al. Access to Fruit and Vegetable Markets and Childhood Obesity: A Systematic Review[J/OL]. *Obesity Reviews*, 2020[2020-03-06]. <https://doi.org/10.1111/obr.12980>.
- [40] TANI Y, SUZUKI N, FUJIWARA T, et al. Neighborhood Food Environment and Mortality Among Older Japanese Adults: Results from the JAGES Cohort Study[J]. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 2018, 15(1): 101.
- [41] LIU C, CHEN R, SERA F, et al. Ambient Particulate Air Pollution and Daily Mortality in 652 Cities[J]. *The New England Journal of Medicine*, 2019, 381(8): 705-715.
- [42] BURNETT R T, POPE C R, EZZATI M, et al. An Integrated Risk Function for Estimating the Global Burden of Disease Attributable to Ambient Fine Particulate Matter Exposure[J]. *Environmental Health Perspectives*, 2014, 122(4): 397-403.
- [43] ZARE S M, ZARE S F, MEHRPARVAR A H, et al. Association Between Noise Exposure and Diabetes: A Systematic Review and Meta-Analysis[J]. *Environmental Research*, 2018, 166: 647-657.
- [44] BABISCH W. Road Traffic Noise and Cardiovascular Risk[J]. *Noise Health*, 2008, 10 (38): 27-33.
- [45] NAWROT T, PLUSQUIN M, HOGERVORST J, et al. Environmental Exposure to Cadmium and Risk of Cancer: A Prospective Population-Based Study[J]. *Lancet Oncology*, 2006, 7(2): 119-126.
- [46] STAESSEN J A, ROELS H A, EMELIANOV D, et al. Environmental Exposure to Cadmium, Forearm Bone Density, and Risk of Fractures: Prospective Population Study. Public Health and Environmental Exposure to Cadmium (PheeCad) Study Group[J]. *Lancet*, 1999, 353(9159): 1140-1144.
- [47] ELLIOTT P, ARNOLD R, COCKINGS S, et al. Risk of Mortality, Cancer Incidence, and Stroke in a Population Potentially Exposed to cadmium[J]. *Occupational and Environmental Medicine*, 2000, 57(2): 94-97.
- [48] DEVEREUX G, TAGIYEVA N, TURNER S W, et al. Early-Life Residential Exposure to Soil Components in Rural Areas and Childhood Respiratory Health and Allergy[J]. *The Science of the Total Environment*, 2014, 466-467: 338-344.
- [49] MCDERMOTT S, BAO W, TONG X, et al. Are Different Soil Metals Near the Homes of Pregnant Women Associated with Mild and Severe Intellectual Disability in Children?[J]. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 2014, 56(9): 888-897.
- [50] EDWARDS B, BROMFIELD L M. Neighborhood Influences on Young Children's Conduct Problems and Pro-Social Behavior: Evidence from an Australian National Sample[J]. *Children and Youth Services Review*, 2009, 31(3): 317-324.
- [51] ZHAO Z, LIN F, WANG B, et al. Residential Proximity to Major Roadways and Risk of Type 2 Diabetes Mellitus: A Meta-analysis[J]. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2016, 14(1): 3.
- [52] CHEN H, KWONG J C, COPES R, et al. Living Near Major Roads and the Incidence of Dementia, Parkinson's Disease, and Multiple Sclerosis: A Population-Based Cohort Study[J]. *Lancet*, 2017, 389(10070): 718-726.
- [53] MALAMBO P, KENGNE A P, De VILLIERS A, et al. Built Environment, Selected Risk Factors and Major Cardiovascular Disease Outcomes: A Systematic Review[J]. *PLoS One*, 2016, 11(11): e166846.
- [54] DADVAND P, OSTRO B, FIGUERAS F, et al. Residential Proximity to Major Roads and Term Low Birth Weight: The Roles of Air Pollution, Heat, Noise, and Road-Adjacent Trees[J]. *Epidemiology*, 2014, 25(4): 518-525.
- [55] MEHRAJ S S, BHAT G A, BALKHI H M, et al. Health Risks for Population Living in the Neighborhood of a Cement Factory[J]. *African Journal of Environmental Science and Technology*, 2013, 7(12): 1044-1052.
- [56] MARCHETTI P, MARCON A, PESCE G, et al. Children Living Near Chipboard and Wood Industries are at an Increased Risk of Hospitalization for Respiratory Diseases: A Prospective Study[J]. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 2014, 217(1): 95-101.
- [57] KIHAL-TALANTIKITE W, ZMIROU-NAVIER D, PADILLA C, et al. Systematic Literature Review of Reproductive Outcome Associated with Residential Proximity to Polluted Sites[J]. *International Journal of Health Geographics*, 2017, 16(1): 20.
- [58] KRAMER M R, HOGUE C R. Is Segregation Bad for your Health?[J]. *Epidemiologic Reviews*, 2009, 31(1): 178-194.
- [59] MEHRA R, BOYD L M, ICKOVICS J R. Racial Residential Segregation and Adverse Birth Outcomes: A Systematic Review and Meta-Analysis[J]. *Social Science and Medicine*, 2017, 191: 237-250.
- [60] MAYNE S L, HICKEN M T, MERKIN S S, et al. Neighbourhood Racial/Ethnic Residential Segregation and Cardiometabolic Risk: The Multiethnic Study of Atherosclerosis[J]. *Journal of Epidemiology and Community Health*, 2019, 73(1): 26-33.
- [61] MORADI A, SOORI H, KAVOUSHI A, et al. Spatial Factors Affecting the Frequency of Pedestrian Traffic Crashes: A Systematic Review[J]. *Archives of Trauma Research*, 2016, 5(4): e30796.
- [62] COLODRO-CONDE L, COUVY-DUCHESNE B, WHITFIELD J B, et al. Association Between Population Density and Genetic Risk for Schizophrenia[J]. *JAMA Psychiatry*, 2018, 75(9): 901-910.
- [63] JERNIGAN D, NOEL J, LANDON J, et al. Alcohol Marketing and Youth Alcohol Consumption: A Systematic Review of Longitudinal Studies Published Since 2008[J]. *Addiction*, 2017, 112 (S1): 7-20.
- [64] MOSTOFSKY E, CHAHAL H S, MUKAMAL K J, et al. Alcohol and Immediate Risk of Cardiovascular Events: A Systematic Review and Dose-Response Meta-Analysis[J]. *Circulation*, 2016, 133(10): 979-987.
- [65] BEYER F R, KER K. Street Lighting for Preventing Road Traffic Injuries[J]. *Cochrane Database Systematic Reviews*, 2009(1): D4728.
- [66] SALOMAO C, NACIMA A, CUAMBA L, et al. Epidemiology, Clinical Features and Risk Factors for Human Rabies and Animal Bites During an Outbreak of Rabies in Maputo and Matola Cities, Mozambique, 2014: Implications for Public Health Interventions for Rabies Control[J]. *Plos Neglected Tropical Diseases*, 2017, 11(7): e5787.
- [67] CROUSE D L, BALRAM A, HYSTAD P, et al. Associations Between Living Near Water and Risk of Mortality among Urban Canadians[J]. *Environmental Health Perspectives*, 2018, 126(7): 77008.
- [68] DANIELS S, NUYTS E, WETS G. The Effects of Roundabouts on Traffic Safety for Bicyclists: An Observational Study[J]. *Accident Analysis and Prevention*, 2008, 40(2): 518-526.
- [69] RETTING R A, FERGUSON S A, MCCARTT A T. A Review of Evidence-Based Traffic Engineering Measures Designed to Reduce Pedestrian-Motor Vehicle Crashes[J]. *American Journal of Public Health*, 2003, 93(9): 1456-1463.
- [70] PAUL A A, PAGE A, BARKER R. Risk Factors Associated with Injury and Mortality from Paediatric Low Speed Vehicle Incidents: A Systematic Review[J]. *International Journal of Pediatrics*, 2013, 2013: 841360.
- [71] WON J, LEE C, FORJUOH S N, et al. Neighborhood Safety Factors Associated with Older Adults' Health-Related Outcomes: A Systematic Literature Review[J]. *Social Science and Medicine*, 2016, 165: 177-186.

图表来源 (Sources of Figures and Tables):

图 1 引自参考文献 [17]; 图 2 由作者绘制; 表 1~4 由作者绘制。

(编辑 / 王亚莺)