DOI: 10.20103/j.stxb.202309121964
鲍海君,李灵灵.国土空间规划视角下健康城市规划评价指标体系构建.生态学报,2024,44(10):4081-4091.
Bao H J, Li L L.Evaluation indicator system for Healthy City Planning from the Perspective of Territorial Spatial Planning.Acta Ecologica Sinica,2024,44(10):4081-4091.

国土空间规划视角下健康城市规划评价指标体系构建

鲍海君,李灵灵*
浙大城市学院 国土空间规划学院,杭州 310015

摘要:随着“健康中国”战略的持续推进,通过干预空间要素提升国民健康的城市规划受到了广泛的关注。在国土空间规划视角下建立了城市空间要素与健康关联性理论框架,从土地利用、交通环境、空间形态、蓝绿空间、食品环境、空间感知与突发公共卫生事件空间应对 7 个维度,提出了媒介性空间要素对居民生理、心理健康的五大影响路径,包括减少污染源和人体暴露风险、促进体力活动、促进健康饮食、促进社会交往以及提供可获得的健康设施。据此构建了“多要素、多维度、多尺度”健康城市规划评价指标体系,包含基础、新增和潜在指标。其中,“多要素”强调引入七大类空间要素构建全面而多样化的指标体系,“多维度”强调从传统的城市平面维度向立体空间转变,包含一维、二维和三维空间层面的评价指标,“多尺度”指构建“城市-社区-人”框架下的多尺度指标体系。结合各地实际,可从重视人本尺度、强化空间属性、引入突发公共卫生事件的空间应对以及三维指标的精准量化出发,制定有针对性的规划干预策略,并推动健康城市项目的发展完善,为“健康中国”战略在城市层面的推进提供参考。

关键词:健康城市;城市规划;指标体系;空间要素

Evaluation indicator system for Healthy City Planning from the Perspective of Territorial Spatial Planning

BAO Haijun, LI Lingling*
Hangzhou City University, Research Institute for Urban Planning and Sustainability, Hangzhou 310015, *China*

Abstract: In the context of implementing the national strategy of “Health China”, healthy city planning, which aims to improve human health status, has caught substantial attention. This research, from the perspective of territorial spatial planning, constructs a theoretical framework that elucidates the interplay between urban spatial elements and health outcomes. It systematically explores the nexus across seven key dimensions: land use, transportation, spatial configuration, blue-green space, food environments, spatial perception, and spatial responses to public health emergencies. Within this framework, the study delineate five principal pathways through which intermediary spatial elements can positively influence residents′ physical and mental health. These pathways include reducing sources of and exposure risks to pollution, encouraging physical activity, promoting healthy diets, enhancing social interaction opportunities, and ensuring equitable access to health facilities. Based on such an understanding, we further propose a “multi-faceted, multi-dimensional, multi-scale” evaluation system for healthy city planning that includes basic, additional, and potential indicators. Wherein, the “multi-faceted” aspect emphasizes creating a more comprehensive and diversified indicator system combining seven different categories of spatial elements. The “multi-dimensional” facet includes one-dimensional, two-dimensional, and three-dimensional spatial indicators. By expanding existing two-dimensional indicators and focusing on the development and refinement of three-dimensional spatial indicators, the research shifts the evaluative focus from traditional urban planes to

基金项目:国家社科基金重大项目(23&ZD099)
收稿日期:2023-09-12; **网络出版日期**:2024-03-02
* 通讯作者 Corresponding author.E-mail: midieyeerlingling@163.com

more enriched three-dimensional spaces. The "multi-scale" aspect follows World Health Organization guidelines and adheres to the people-oriented planning concept to construct a multi-scale indicator system within the "city-community-individual" framework. The evaluation system addresses the shortcomings of existing indicator systems by focusing on human-scale dimensions and people-oriented evaluation, emphasizing geospatial measurements of health disparities, incorporating spatial responses to public health emergencies (including two aspects of indicators: providing accessible emergency services and spaces for residents, as well as enhancing spatial elements capable of eliminating or reducing disease risks), and precisely quantifying three-dimensional indicators of spatial configuration, blue-green space, and spatial perception. In practical implementation, the proposed evaluation system targets both urban and community levels. By precisely measuring the performance of diverse urban spatial elements across the five distinct health impact pathways, the evaluation system identifies controllable spatial elements and optimization paths, thereby guiding the formulation of targeted and effective health-related planning strategies. The research also plays a crucial role in facilitating the development of projects under the healthy city concept, such as establishing and refining health design guidelines for different spatial scales. Ultimately, the research would contribute valuable insights for the implementation of the "Healthy China" strategy at the urban level.

Key Words: healthy cities; urban planning; indicator system; spatial elements

党的二十大报告将"建成健康中国"作为实现社会主义现代化的重要目标之一,强调将"保障人民健康"置于优先发展的战略位置,完善人民健康促进政策。作为起源于解决城市居民卫生健康问题的公共政策,城市规划对于"健康中国"在城市层面的发展建设具有基础性和指导性的重要作用。在我国近几十年的城市化和工业化过程中,社会经济发展的快速推动引发了环境污染、城市无序蔓延等"城市病"[1],给居民的身心健康带来了严峻挑战。慢性病患病率在十年内增长超过 2 倍[2],心理疾病的死亡率也显著上升[2]。为应对城市快速发展带来的种种健康问题,"十三五"规划首次将"健康中国"上升至国家战略,并强调健康城市建设是推进"健康中国"的重要抓手。随着"十四五"规划的战略部署,健康城市建设进入全面发展阶段,各级政府也相继发布了相应的规划蓝图和目标。

国际上,健康城市的概念起源于 1984 年,由世界卫生组织(WHO)首次提出,并于 1994 年定义为"一个不断改善其自然环境和社会环境,并扩大社区资源,使人们能够相互支持,履行所有生活职能,发挥最大潜力的城市"[3]。近 40 年来,世卫组织在全球范围内推动了多领域的健康城市建设项目,健康城市评价指标体系作为全面衡量城市居民健康水平和评估城市环境健康影响因子的指标,在健康城市建设发展中起到了引领和指导作用[4]。20 世纪 90 年代,世卫组织构建了包含四个维度的健康城市评价指标体系,得到了西方发达国家的广泛应用[4]。在国内,我国对健康城市评价指标体系的研究与实践整体起步较晚。2018 年全国健康城市评价指标体系正式发布,各地也相继发布了符合本地情况的城市健康评价指标体系。

当前我国的健康城市评价指标体系还存在诸多缺陷,主要体现在过于偏重卫生系统,涉及城市规划和建成环境的指标相当有限。尽管城市规划起源于对居民健康的干预[5],世卫组织和全美规划师协会(APA)等机构都把健康城市规划定位为健康城市建设的重要组成部分[6]。然而,健康城市规划在现行的健康城市评价体系中的引领作用并未充分体现,现有指标体系对规划工作难以起到指导性作用。同时,我国目前推行的国土空间规划在城市规划的基础上,更加强调各级空间尺度上各要素的合理分配和有效组织[7],这为将健康城市理念融入规划提供了新的契机。然而,目前国土空间规划研究与健康城市理论并未形成紧密联系,健康城市评价指标对国土空间规划建设的响应不足。因此,在国土空间规划视角下,迫切需要构建更具规划操作性的健康城市规划评价指标体系。

基于此,本文通过对国内外相关指标体系和文献的梳理分析,提出国土空间视角下的健康城市规划评价理论框架,辨析指标因子,明确指标体系特征,填补了规划领域在这方面的研究缺失,希冀通过对健康城市规划评价领域的探索,对我国建设"健康中国"有所贡献。

1　文献回顾及理论基础

1.1　健康城市规划的概念内涵与影响路径

作为“健康城市”建设的关键组成部分,世卫组织于 1998 年首次提出“健康城市规划”的概念,明确指出城市规划在应对城市健康挑战,提升居民健康状况中具有积极作用,提出“健康必须是城市规划者的首要重点”。健康城市规划作为一个综合的概念,其核心理念是运用城市规划中可调整的空间要素,通过多种路径提升城市居民的健康水平[8]。早在健康城市规划概念正式提出前,已有研究探索城市规划与健康的关系,从最初的“人-环境”二元论[9]到引入社会生态学模型[10],再到 Whitehead M.与 Dahlgren G. 提出的健康决定因素模型[11]。而在健康城市规划概念出现后,学者们从健康决定因素和影响路径视角进一步探索城市规划与健康的关联机制,主要理论包括 Barton 的人居环境圈层模型[12];Northridge 提出的公共健康四重因素影响框架[13];以及王兰[8]建立的“四要素三路径”建成环境对居民健康的影响模型。基于理论研究,大量实证研究分析了城市规划对居民健康的影响程度。城市规划以各类空间要素为依托,通过规划设计来优化建成环境,对城市生态环境以及居民的行为和心理产生积极影响,以达到提高居民健康水平的目的。纵观文献,城市规划对居民健康的影响主要涉及七大类空间要素:土地利用、交通环境、空间形态、蓝绿空间、食品环境、空间感知、和突发公共卫生事件的空间应对。通过对这七类空间要素的调控,健康城市规划可以促进人群健康水平的提升。

这七类城市空间要素主要分为二维因子和三维因子两大类。其中,土地利用、交通环境和食品环境围绕二维空间展开,聚焦平面视角下的建成空间密度、布局和可达性[14—16];道路网络连通性、步行系统和公共交通[17—19];以及食品的可达性和多样性[20—21]。对空间形态、蓝绿空间、和突发公共卫生事件空间应对的研究尽管大部分集中于二维空间要素,如开发强度、空间集成度[17,22];蓝绿空间规模及布局[23—25];以及城市应急救援设施规模与可达性等[26—27],但其三维空间要素对健康的影响也引起学者关注,包括城市空间尺度、立体绿化程度、以及城市立体通风环境等[28—30]。此外,空间感知研究则基于人体的空间视觉评价和空间质量感知[31—32]展开对三维空间环境的测度。

总体而言,目前健康城市规划影响路径的研究存在两个主要缺陷:其一,随着大数据和各类新兴技术的发展,影响健康的各类三维空间因子可以被有效量化测度,但它们对于居民健康的影响研究还在起步阶段,未来需要更多研究提供依据。其二,现有文献主要关注常态下的空间要素,缺乏对突发公共卫生事件下空间要素布局和资源配置对居民健康的影响研究。

1.2　健康城市评价指标体系研究

1.2.1　国际健康城市评价

在健康城市项目启动初期,世卫组织提出了健康城市评价指标体系(WHO Healthy Cities Indicators),这一体系包括描述市民健康和影响健康的城市环境因子,涵盖健康结果、健康服务、健康环境和社会经济四个评价维度[4]。各国在此基础上进行了本土化应用和研究。同时,一些相关的指标体系,如 ISO37120 城市可持续发展指标体系(2014)和 OECD 健康评价指标体系 (2015),在一定范围内对健康城市建设起到了指导作用。学者们也从环境和规划角度进一步研究和拓展了健康城市评价体系,如推动健康环境评价体系的全球化应用[33],以及在建成环境指标中引入空间属性等[34],为构建健康城市规划评价指标体系提供了发展方向。综合现有指标应用与研究,国际健康城市评价指标体系在健康城市规划的评估中存在三方面的缺陷:首先,环境规划类指标较为单一,主要关注环境污染和交通系统;其次,对城市特定人口,尤其是弱势群体缺乏针对性的评价,缺乏对社会公平性的考虑;最后,实证研究在中低收入的发展中国家缺乏充分的研究成果。

1.2.2　我国健康城市评价

相较于西方国家,我国对健康城市评价体系的研究与实践相对较晚起步。目前最具影响力且广泛应用的指标体系是 2018 年国家卫健委发布的《全国健康城市评价指标体系》。该体系不仅包含了与 WHO 指标体系

相似的人群、服务、环境和社会四个维度,还增加了健康文化维度,共涵盖 5 大类 44 项指标。近年来,各地方政府也纷纷发布本土的健康城市评价指标体系,其指标构建维度基本与全国指标体系一致[35]。在研究方面,一些学者探讨了适用于全国城市的规范化指标体系[36],而另一些强调了国内各地区的差异,致力于建立更适合本土特征的指标体系[35,37]。总体而言,我国指标体系主要围绕卫生健康系统展开,仅包含少量规划相关指标,如人均公园绿地面积和人均体育场面积,难以在健康城市规划建设中发挥引领指导作用。此外,与国际健康城市指标体系相似,我国城市指标体系对于不同人口特征和结构缺乏差异化的响应。

除了健康城市指标体系,还有两个城市体检评价指标体系:住房和城乡建设部城市体检指标体系(2018)和自然资源部发布的国土空间规划城市体检评估规程(2021),其中的部分评价维度和指标对健康城市规划指标体系的构建有一定参考价值。然而,由于评估对象存在本质区别,即城市体检的对象是城市,主要关注城市建设的发展质量、阶段,以及规划的有效性;而依照世卫组织定义,健康城市规划关注的是城市居民个体和群体的健康状况,因此城市体检和健康城市规划评价体系的理论框架和指标因子选取并不相同。

从国土空间规划角度看,上述我国指标体系中的规划指标存在以下问题。首先,国土空间规划注重高效合理地协调管理空间要素和资源,但现有指标主要采用万人指标、覆盖率和服务半径等方法评估传统建成环境,这些指标能反映城市状况,但缺乏空间属性,难以将居民的健康需求落实到城市空间尺度上,与国土空间规划实践脱节。其次,现有规划指标涵盖的城市空间要素有限,对国土空间规划指导作用受限。第三,二十大报告的“健康中国”战略强调了对重大突发公共卫生事件中城市空间应对的要求,但目前国土空间规划更侧重于常态下的公共卫生设施和交通布局[26],缺乏对突发公共卫生事件的空间应对考虑。现有健康城市评价指标未能覆盖这一方面的评估,无法对国土空间规划提供指导方向。

1.2.3 健康城市评价指标体系中的城市空间要素

城市空间要素与人群健康密切相关,而健康城市规划决定了城市范围内空间要素的组织和分配。因此,建立指标体系以评估健康城市规划发展水平,可以充分发挥城市空间要素对健康的促进作用。表 1 总结了国内外主要健康城市评价体系的指标构成、空间维度和尺度,并对城市空间要素进行了分析。总体而言,现有健康城市指标体系在规划指标方面评价维度较为单一,主要集中于一维指标,难以在城市空间规划中发挥指导作用。其次,指标多关注土地利用、交通环境和蓝绿空间领域,如建成空间密度、公共交通可达性、城市绿地规模等。然而,城市空间形态、食品环境、空间感知和突发公共卫生事件的空间应对等领域的指标较少,无法针对性地评估这些影响居民健康的城市空间要素,导致缺乏相应的规划引导。同时,健康城市指标大多只关注城市尺度的平均状况,缺乏多尺度和系统性的评价思维,对于在哪些空间层面和相关空间要素应该考虑哪些方面的健康问题并不明确。

2 国土空间规划视角下的健康城市规划评价指标构建

2.1 理论框架:城市空间要素与健康关联性

健康城市规划聚焦于将健康概念融入各项城市空间要素中,基于对空间要素的优化干预,提升城市居民的身心健康水平。因此,构建健康城市规划指标体系首先要明确关键的空间要素及其对城市居民健康的影响路径,从而建立健康城市规划评价体系的理论框架。结合城市空间要素与健康的理论和实证研究成果,形成城市空间要素与健康关联性的综合分析框架(图 1)。该框架以七个维度的媒介性空间要素(土地利用、交通环境、空间形态、蓝绿空间、食品环境、空间感知和突发公共卫生事件的空间应对)为基础,探讨这些要素对居民生理和心理健康的影响路径。在此基础上,提出五个健康城市规划优化路径:(1)减少污染源和人体暴露风险;(2)促进体力活动;(3)促进健康饮食;(4)促进社会交往;(5)提供可获得的公平的健康设施。

表 1　国内外有关健康城市评价体系中规划指标比较

Table 1　Comparison of planning indicators in healthy city evaluation systems

机构 Organization	指标体系 Indicator system	指标构成 Indicator composition	规划指标要素 Elements of planning indicators							规划指标维度 Spatial dimension of planning indicator	规划指标尺度 Spatial scale of planning indicator
			土地利用 Land use	交通环境 Transportation	空间形态 Spatial configuration	蓝绿空间 Blue-green space	食品环境 Food environments	空间感知 Spatial perception	突发公共卫生事件 Public health emergencies		
世界卫生组织 WHO	健康城市评价指标体系(1992)	4 项一级指标,32 项二级指标	√	√		√				一维、二维	城市
国际标准化组织 ISO	ISO37120 城市可持续发展指标体系(2014)	17 项一级指标,100 项二级指标	√	√		√				一维	城市
国际经合组织 OECD	OECD 健康评价指标体系(2019)	9 项一级指标,80 项二级指标	√							一维	城市
国家卫健委 National Health Commission	中国健康城市评价指标体系(2018)	5 项一级指标,20 项二级指标,42 个三级指标	√			√				一维	城市
国家自然资源部 Ministry of Natural Resources	国土空间规划城市体检(2021)	6 项一级指标,104 项二级指标	√	√		√	√			一维、二维	城市、社区
国家住房和城乡建设部 Ministry of Housing and Urban-Rural Development	城市体检指标体系(2022)	8 项一级指标,69 项二级指标	√	√		√				一维、二维	城市
全国健康城市试点城市 National health city	各城市健康城市评价指指标	3—9 项一级指标,26—104 项二/三指标	√	√		√				一维	城市

WHO:世界卫生组织 World Health Organization;ISO:国际标准化组织 International Organization for Standardization;OECD:国际经合组织 Organization of Economic Cooperation and Development

基于对现有研究的梳理,总结了七个维度空间要素对健康的具体影响路径(图 1)。在土地利用方面,高密度土地利用和合理混合布局有助于缩短出行距离,促进体力活动,推动慢行交通发展,减少环境污染[38—39]。设施可达性主要关注医疗卫生服务设施和运动休闲设施对居民健康的影响[18]。交通环境是居民出行及进行各项活动的基础,良好的道路网络连通性、步行系统和公共交通通过增加居民体力活动、减少污染暴露的途径促进居民健康[19,40—41]。城市空间形态对居民健康的影响主要在城市肌理和街道空间特征方面,改善城市通风环境、减少人体暴露风险,和促进体力活动[14,22]。蓝绿空间通过对生态系统的调节,促进体力活动和社交行为影响居民生理和心理健康[23,42]。尽管目前主要研究集中于二维空间要素,但有限的研究表明三维绿色空间因子也显著影响人群行为和健康[29],需要更多实证研究进一步探索。食品环境中健康食品的可获得性、公平性和多样性可以通过影响人的健康饮食行为提高整体健康水平[20,24]。空间感知要素,如环境压力、安全感、和对空间质量的判断,会显著影响居民的生理健康、心理健康、及健康相关行为模式[43—44]。过去的研究主要采用定性方法评估感知品质,而随着技术的发展,对三维空间感知的大规模量化评价及其对健康的影响有待深入研究。在突发公共卫生事件中,居民需要可获得的应急救援设施和空间[26],此外,常态下的城市空间要素,如城市密度、绿地可达性、交通网络等,也会对重大传染病等公共卫生事件的传播产生重要影响[27]。

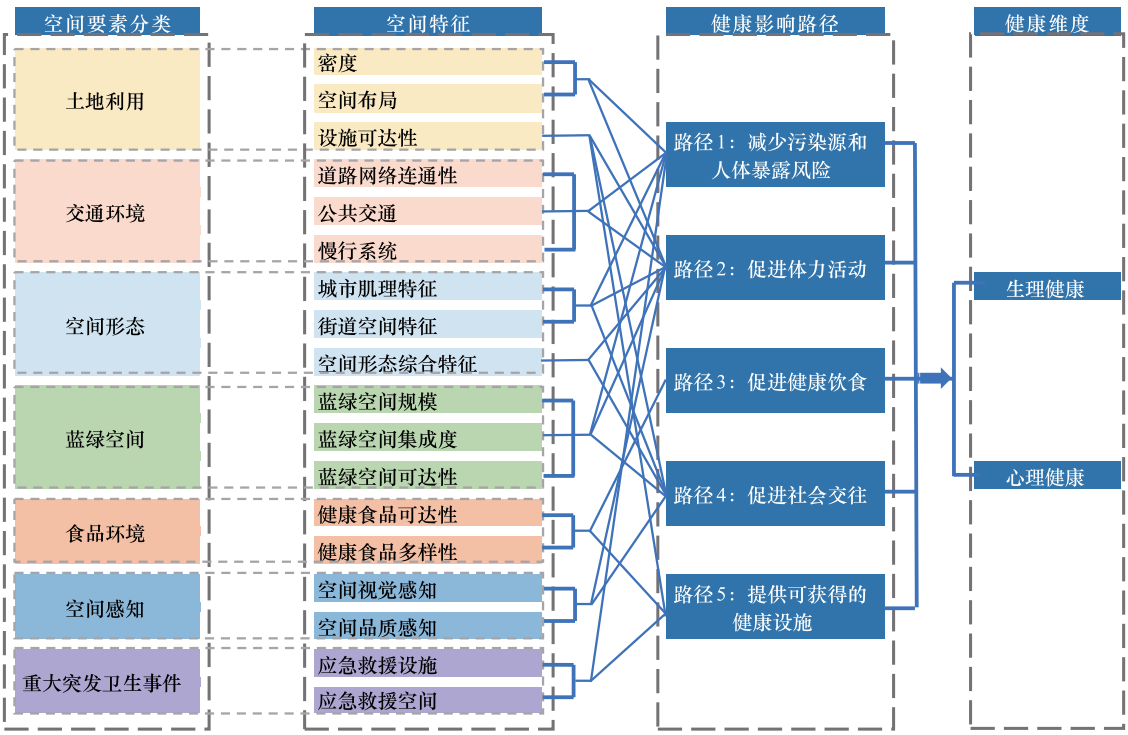

图 1 城市空间要素与健康关联性的综合分析框架

Fig.1 Concept of a comprehensive analysis framework on the association of urban spatial factors and health

2.2 体系构建:多要素、多维度、多尺度的指标结构

针对现有健康城市规划评价指标的不足,我们提出了“多要素、多维度、多尺度”的健康城市规划评价指标体系(图 2)。其中,“多要素”通过引入七大类空间要素的评估指标,构建了全面多样的健康城市规划评价指标体系。通过多要素测度城市空间环境在五个健康影响路径上的具体表现,明确可调控的空间要素和优化路径,最终达到提升居民生理和心理健康水平的目标。城市空间环境包含多维度的空间层次,现有评价体系中的规划指标主要关注一维和少量二维空间指标,忽略了对三维空间要素的考虑。本文的指标体系将评价重点从传统城市平面肌理拓展到更丰富的立体空间,通过扩展现有二维指标,特别关注构建三维立体化指标,更真实精确地反映城市空间要素的组织和分布。传统的健康城市规划评价指标主要关注城市层面,而根据世卫

组织制定的相关指南,健康城市规划对城市空间环境的干预主要体现在城市尺度和社区尺度[45]。因此,研究将城市和社区作为构建健康城市规划指标体系的两个关键空间层面。引入以人体感知为核心的三维空间要素评价指标后,在以人为本的规划理念下,将“人本”尺度纳入指标体系中,从而建立“城市-社区-人”为框架的多尺度指标体系。

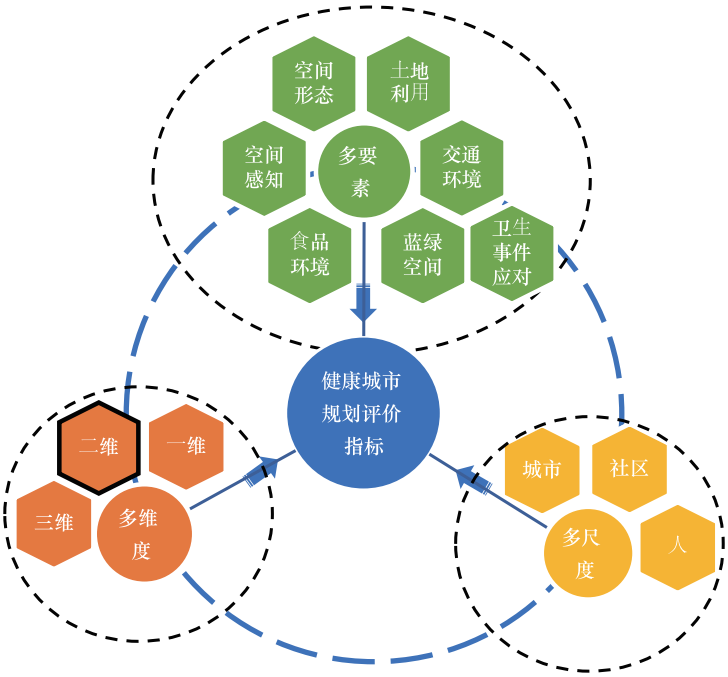

图 2　健康城市规划评价指标体系概念图

Fig.2　The concept map of the evaluation indicator system for healthy city planning

2.3　指标选取:精细化表征健康城市规划水平

基于城市空间要素与健康关联性的理论框架和“多要素、多维度、多尺度”的指标结构,按照整体性、导向性和可操作性的原则,对国土空间视角下的健康城市规划评价指标进行了筛选。这些指标涵盖了土地利用、交通环境、空间形态、蓝绿空间、食品环境、空间感知与突发公共卫生事件空间应对七个类型(表 2),分为基础、新增和潜在三大类指标。基础指标是已在城市评估体系中应用的城市空间要素指标。新增指标代表尚未被列入指标体系但已被实证研究证明与居民健康相关的空间要素。潜在指标指的是在近期研究中,随着科技发展和研究手段的进步,相比传统空间指标能更精确客观地衡量城市空间的要素指标,但其健康影响仍需要更多实证支持。

2.4　指标体系特征

作为“多要素、多维度、多尺度”的健康城市规划评价体系,其主要特征围绕这三个方向的体系理念展开。引入突发公共卫生事件的空间应对代表性地体现了“多要素”的指标特征,而精准量化三维指标、重视人本尺度和指标空间属性则强调了指标评价的“多维度、多尺度”特性。

2.4.1　突发公共卫生事件的空间应对

现有健康城市评价指标聚焦于影响居民日常生活方式和行为模式的建成环境因素,但缺乏对突发公共卫生事件空间应对水平的测度。本指标体系通过对突发公共卫生事件相关空间要素的评估,引导城市提高预防应急能力,减少病毒散风险,确保城市居民健康。研究指标主要包含两类空间要素:一是提供城市居民可获得的应急救援设施和空间;二是强化可消除或减少致病风险的空间要素。第一类指标包括应急救援设施覆盖率、救援避难通道可达性、应急物流配送能力、医疗废弃物运输可达性、人均疏散面积等设施空间指标,以及在

土地使用方面,采用土地兼容性指标衡量城市用地“平疫”功能转化[26],即应急状态下可兼容可转换的用地数量。第二类指标主要通过对城市建设强度,开敞空间和街道空间的三维尺度评估,衡量城市空间促进病毒和污染物消散的能力,营造良好的城市通风环境。

表 2 健康城市规划评价指标体系

Table 2 Healthy city planning evaluation indicator systems

类型 Type	主题指标 Subject indicator	具体指标 Specific indicator	测度方法 Measurement	维度 Spatial dimension	尺度 Spatial scale	指标性质 Characteristic
土地利用 Land use	密度	单位面积内居住人口/就业密度	统计数据计算	一维	城市	基础
	建设规模控制	人均建设用地/容积率	统计数据计算	一维	城市	基础
	功能混合	土地混合利用率	地图测算	二维	城市、社区	基础
	职住平衡	居住/工作/混合主导单元的职住平衡指数	地图测算	二维	城市、社区	新增
	目的地可达性	体育锻炼场所可达性	地图测算	二维	城市、社区	基础
		医疗卫生设施可达性	地图测算	二维	城市、社区	基础
		社区养老设施可达性	地图测算	二维	城市、社区	基础
交通环境 Transportation	道路网络	道路空间连通性	地图测算	二维	城市	新增
	公交系统	公交专用道路网密度	地图测算	二维	城市	基础
		公交站点可达性	地图测算	二维	城市、社区	基础
		公交站点换乘便捷性	地图测算	二维	城市、社区	新增
	慢行系统	绿色出行比例	统计数据计算	一维	城市	基础
		步行路网密度	地图测算	二维	城市	基础
		自行车服务点密度	地图测算	二维	城市、社区	基础
		无障碍交通设施覆盖率	地图测算	二维	城市、社区	基础
空间形态 Spatial configuration	城市空间肌理	空间开发强度	卫星遥感地图测算	二维	城市	基础
		空间高度	卫星遥感地图测算	三维	城市	新增
		空间集成度	地图测算-GIS 与空间句法	二维	城市	新增
	城市通风廊道	开敞空间长宽比	地图测算	二维	城市	新增
		街道高宽比	GIS 与街景图像测算	三维	城市	新增
		街道长高比	GIS 与街景图像测算	三维	城市	新增
蓝绿空间 Blue-green space	空间规模	河湖水面率	统计数据计算	一维	城市	基础
		湿地总面积	统计数据计算	一维	城市	基础
		绿地覆盖率	统计数据计算	一维	城市	基础
		绿强度 IGSR	GIS 与街景图像测算	三维	城市	潜在
	绿地集成度	公园绿地集成度	地图测算	二维	城市	新增
	绿地可达性	公园绿地连通度	地图测算	二维	城市	新增
食品环境 Food environments	健康食品环境	健康食品资源可达性	地图测算	二维	城市、社区	新增
		健康食品资源多样性	地图测算	二维	城市、社区	新增
空间感知 Spatial perception	空间视觉评价	城市绿视率 GVI	街景图像测算、机器学习	三维	人	潜在
		空间视觉围合感(天空视率/建筑视率)	街景图像测算、机器学习	三维	人	潜在
	空间质量感知	空间感知指标	众包分析、机器学习	三维	人	潜在
突发公共卫生事件 Public health emergencies	应急救援设施	应急救援设施覆盖率	地图测算	二维	城市、社区	基础
		救援避难通道可达性	地图测算	二维	城市、社区	新增
		应急物流配送能力	统计数据计算	一维	城市	新增
		医疗废弃物运输可达性	地图测算	二维	城市、社区	新增
	应急救援空间	人均疏散面积	统计数据计算	一维	城市	基础
		土地兼容性	地图测算	二维	城市	新增

2.4.2　潜在指标的三维空间特征

潜在指标主要涉及城市立体空间和人体空间感知的三维空间要素,包括城市绿强度、绿视率、空间视觉围合感和空间质量感知等。其中,绿强度,又称综合绿面覆盖率(Integrated Green Surface Ratio, IGSR),综合考量了城市建成环境中平面和立面绿化形式在总空间面积中的比例,全面反映了三维空间的立体绿化水平[46]。而绿视率(Green View Index, GVI)[30]和空间视觉围合感指标[32]从人体对空间的视觉评价角度,利用街景影像技术和机器学习方法,评估人在绿色空间和街道尺度上的视觉和活动体验。此外,空间质量感知指标通过建立众包数据集,数据包含了居民对空间质量的感知属性,如安全、美观、有活力等,并基于众包数据进行深度学习以预测居民对三维空间质量的感知判断,从感知体验的角度反映了空间环境的质量[31]。这些新技术为精确量化城市空间,构建多维空间指标提供了强大的分析工具。但这些三维空间要素对人体健康的实际影响仍需要更多实证研究。

2.4.3　指标体系的人本尺度

研究发现,不同人群,如性别、年龄等群体,对空间要素的健康影响存在显著差异[47—48]。因此,在评估健康城市规划水平时,应分析比较不同人口特征的群体,辨析空间要素指标对其健康影响效应的差异。在指标体系的实证应用中,采用大数据与调研小数据相结合的方法,首先对当地居民的健康特征进行信息收集分析,以明确本地人口在健康方面的主要问题和对健康城市规划的核心需求。随后,通过划分城市弱势群体,收集不同弱势群体的时空行为数据(调研问卷或者仪器收集信息),开展城市空间要素对不同组别弱势群体的比较研究,分析健康规划要素对不同群体分配的公平性以及要素影响的群体异质性,从而为实现精确有针对性的城市健康资源空间分配提供指标指引,提升健康公平。

2.4.4　指标体系的空间属性

传统的健康城市评价指标主要采用一维指标,缺乏空间属性。尽管遥感影像和地理信息系统在城市空间要素分析中得到应用,但在量化评价指标方面的应用较为有限。本文通过遥感测绘、土地利用栅格影像图与 GIS 相结合的方法,在指标实证应用中将城市空间要素分布具体到城市空间单元(栅格网络)上进行量化评估,并实现可视化处理,以清晰展示城市空间单元之间的健康水平差异,为国土空间规划能够更高效、合理、有针对性地进行健康资源分配提供支持。

3　结论和讨论

健康城市规划是解决公共健康问题、应对人类健康挑战的综合策略,其核心在于通过调整城市空间要素来提升城市居民的健康水平。全面综合的指标体系有助于明确城市公共健康存在的问题,引领和指导健康城市建设。本研究从国土空间规划的角度出发,建立了城市空间要素与健康关联性的分析框架:从土地利用、交通环境、空间形态、蓝绿空间、食品环境、空间感知与突发公共卫生事件空间应对七个维度,提出了媒介性空间要素对居民生理、心理健康的五大影响路径。并基于此理论框架构建了“多要素、多维度、多尺度”的健康城市规划评价指标体系。指标体系包括基础、新增和潜在指标,通过重视人本尺度、强化空间属性、引入突发公共卫生事件的空间应对以及精准量化的三维指标等方面解决和完善现有指标的不足。

在应用中,指标体系以明确的空间导向面向城市和社区层级的规划建设,通过多源结合的方法获取评价数据。该体系基于“减少污染源和人体暴露风险”“促进体力活动”“促进健康饮食”“促进社会交往”和“提供可获得的公平的健康设施”五个方向的规划优化路径,以及具有空间属性的指标评价结果,对城市和社区尺度下各类空间要素对居民健康的风险和问题进行精准定位和衡量,从而针对性地制定精准高效的规划干预策略。这为国土空间规划编制中的相应板块,如基础设施、环境品质和空间形态等,提供了准确指引。与此同时,指标体系的应用将推动健康城市理念下相关项目的发展,例如建立和完善健康城市规划导则等。这些应用有望为“健康中国”战略在城市层面的推进提供参考。

此外,指标体系存在的缺陷与未来发展方向主要有以下两方面。其一,由于各城市在区位、自然资源环境

特征、地形地貌等自然地理要素、以及规划建设水平上存在差异,未来的研究中将会进一步细化指标体系,根据城市特征和目标需求对城市进行分类,在此基础上有针对性地调整和完善评价指标。其二,各类三维空间要素的量化及其对居民健康的影响研究尚处于起步阶段,需要更多研究探索,未来随着实证结果的积累和技术进步,三维空间评价方法将进一步完善,以提高评价结果的准确性。

参考文献(References):

[1] 王家庭, 赵丽, 冯树, 赵运杰. 城市蔓延的表现及其对生态环境的影响. 城市问题, 2014(5): 22-27.

[2] 国家卫生健康委员会. 中国卫生健康统计年鉴-2021. 北京: 中国协和医科大学出版社, 2021.

[3] De Leeuw E. "Global and local (glocal) health: the WHO healthy cities programme." Global Change and Human Health 2.1 (2001): 34-45.

[4] Webster P, Sanderson D. Healthy Cities indicators—a suitable instrument to measure health? Journal of Urban Health: Bulletin of the New York Academy of Medicine, 2013, 90(Suppl 1): 52-61.

[5] Corburn J. Toward the healthy city: people, places, and the politics of urban planning. Cambridge, Mass.: MIT Press, 2009.

[6] 蒋希冀, 叶丹, 王兰. 全球健康城市运动的演进及城市规划的作用辨析. 国际城市规划, 2020, 35(6): 128-134.

[7] 朱继任, 朱介鸣. 社会公正理念前置的国土空间规划建构:理论思考与治理路径. 规划师, 2022, 38(10): 5-11.

[8] 王兰. "健康中国"战略推进下的健康城市规划核心内容建构//王鸿春, 盛继红. 中国健康城市建设研究报告. 北京: 社会科学文献出版社, 2019.

[9] Hillier B, Leaman A. The man-environment paradigm and its paradoxes. Architectural design, 1973, 78(8): 507-511.

[10] Stokols D. Establishing and maintaining healthy environments: toward a social ecology of health promotion. American Psychologist, 1992, 47(1): 6-22.

[11] Whitehead M, Dahlgren G. What can be done about inequalities in health? The Lancet, 1991, 338(8774): 1059-1063.

[12] Barton H, Grant M. Urban planning for healthy cities. Journal of Urban Health, 2013, 90(S1): 129-141.

[13] Northridge M E, Sclar E D, Biswas P. Sorting out the connections between the built environment and health: a conceptual framework for navigating pathways and planning healthy cities. Journal of Urban Health, 2003, 80(4): 556-568.

[14] 鲁斐栋, 谭少华. 建成环境对体力活动的影响研究: 进展与思考. 国际城市规划, 2015, 30(2): 62-70.

[15] 田莉, 李经纬, 欧阳伟, 陈万青, 曾红梅, 肖扬. 城乡规划与公共健康的关系及跨学科研究框架构想. 城市规划学刊, 2016(2): 111-116.

[16] 王兰, 杜怡锐. 建成环境对体力活动的影响研究进展. 科技导报, 2020, 38(7): 53-60.

[17] Ellis G, Hunter R, Tully M A, Donnelly M, Kelleher L, Kee F. Connectivity and physical activity: using footpath networks to measure the walkability of built environments. Environment and Planning B: Planning and Design, 2016, 43(1): 130-151.

[18] 谭少华, 高银宝, 李立峰, 张杨. 社区步行环境的主动式健康干预——体力活动视角. 城市规划, 2020, 44(12): 35-46, 56.

[19] Lachapelle U, Frank L D. Transit and health: mode of transport, employer-sponsored public transit pass programs, and physical activity. Journal of Public Health Policy, 2009, 30(1): S73-S94.

[20] Caspi C E, Sorensen G, Subramanian S V, Kawachi I. The local food environment and diet: a systematic review. Health & Place, 2012, 18(5): 1172-1187.

[21] Cobb L K, Appel L J, Franco M, Jones-Smith J C, Nur A, Anderson C A M. The relationship of the local food environment with obesity: a systematic review of methods, study quality, and results. Obesity, 2015, 23(7): 1331-1344.

[22] 王兰, 廖舒文, 赵晓菁. 健康城市规划路径与要素辨析. 国际城市规划, 2016, 31(4): 4-9.

[23] Hazer M, Formica M K, Dieterlen S, Morley C P. The relationship between self-reported exposure to greenspace and human stress in Baltimore, MD. Landscape and Urban Planning, 2018, 169: 47-56.

[24] Sander H A, Zhao C. Urban green and blue: who values what and where? Land Use Policy, 2015, 42: 194-209.

[25] 吝涛, 曾志伟, 姚霞, 耿红凯,余兆武,王兰,林美霞,张浚茂,郑毅诚. 城市人群绿地暴露及其健康效应研究综述.生态学报, 2023, 43(23): 10013-10021.

[26] 黄颖, 许旺土, 黄凯迪. 面向国土空间应急安全保障的控制性详细规划指标体系构建——以应对突发公共卫生事件为例. 自然资源学报, 2021, 36(9): 2405-2423.

[27] Hu M, Roberts J D, Azevedo G P, Milner D. The role of built and social environmental factors in Covid-19 transmission: a look at America's capital city. Sustainable Cities and Society, 2021, 65: 102580.

[28] Boarnet M G, Forsyth A, Day K, Oakes J M. The street level built environment and physical activity and walking. Environment and Behavior, 2011, 43(6): 735-775.

[29] Shirkou J, Alizadeh S A, Mazaher M, Afshin D, Yousef S. Applying landscape metrics and structural equation modeling to predict the effect of

urban green space on air pollution and respiratory mortality in Tehran. Environmental Monitoring and Assessment, 2020, 192(7): 412.

[30] 王洋洋, 黄锦楼. 基于绿视率的城市生态舒适度评价模型构建. 生态学报, 2021, 41(6): 2170-2179.

[31] Dubey A, Naik N, Parikh D, Raskar R, Hidalgo C A. Deep Learning the City: Quantifying Urban Perception at A Global Scale//Computer Vision-ECCV 2016: 14th European Conference, Amsterdam, The Netherlands, October 11-14, 2016, Proceedings, Part I 14. Springer International Publishing, 2016: 196-212.

[32] Ye Y, Zeng W, Shen Q M, Zhang X H, Lu Y. The visual quality of streets: a human-centred continuous measurement based on machine learning algorithms and street view images. Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science, 2019, 46(8): 1439-1457.

[33] Pineo H, Glonti K, Rutter H, Zimmermann N, Wilkinson P, Davies M. Urban health indicator tools of the physical environment: a systematic review. Journal of Urban Health, 2018, 95(5): 613-646.

[34] Luo J M, Chan E H W, Du J F, Feng L X, Jiang P, Xu Y. Developing a health-spatial indicator system for a healthy city in small and midsized cities. International Journal of Environmental Research and Public Health, 2022, 19(6): 3294.

[35] 沈建通, 贺丽芳, 温秋月, 张奕, 姜宝荣, 卢东民, 姚金兰, 沈旭慧, 江琪. 我国各地健康城市指标体系与国家指标体系的比较研究. 中国循证医学杂志, 2019, 19(6): 694-701.

[36] 龙如银, 方文倩. 健康城市评价体系设计及实证研究. 生态经济, 2019, 35(6): 84-90.

[37] Ran L, Tan X D, Xu Y, Zhang K Y, Chen X Y, Zhang Y T, Li M Y, Zhang Y P. The application of subjective and objective method in the evaluation of healthy cities: a case study in Central China. Sustainable Cities and Society, 2021, 65: 102581.

[38] Brown B B, Yamada I, Smith K R, Zick C D, Kowaleski-Jones L, Fan J X. Mixed land use and walkability: variations in land use measures and relationships with BMI, overweight, and obesity. Health & Place, 2009, 15(4): 1130-1141.

[39] Coogan P F, White L F, Adler T J, Hathaway K M, Palmer J R, Rosenberg L. Prospective study of urban form and physical activity in the black women's health study. American Journal of Epidemiology, 2009, 170(9): 1105-1117.

[40] Forsyth A, Krizek K J. Promoting walking and bicycling: assessing the evidence to assist planners. Built Environment, 2010, 36(4): 429-446.

[41] Molaei P, Tang L, Hardie M. Measuring walkability with street connectivity and physical activity: a case study in Iran. World, 2021, 2(1): 49-61.

[42] Koohsari M J, Mavoa S, Villanueva K, Sugiyama T, Badland H, Kaczynski A T, Owen N, Giles-Corti B. Public open space, physical activity, urban design and public health: concepts, methods and research agenda. Health & Place, 2015, 33: 75-82.

[43] Ewing R, Handy S. Measuring the unmeasurable: urban design qualities related to walkability. Journal of Urban Design, 2009, 14(1): 65-84.

[44] 朱萌, 陈锦富, 郭嫚丽, 王悦. 感知—信号—情绪———基于生理信号的人本尺度空间感知测度研究探索.国际城市规划, 2023-02-17 [2023-07-10]. https://doi.org/10.19830/j.upi.2021.290

[45] Barton H, Grant M, Mitcham C, Tsourou C. Healthy urban planning in European cities. Health Promotion International, 2009, 24(suppl 1): i91-i99.

[46] 干靓. 城市三维绿色空间指标“绿强度”研究——以青岛西海岸新区中央活力区为例. 住宅科技, 2019, 39(11): 38-42.

[47] Kärmeniemi M, Lankila T, Ikäheimo T, Koivumaa-Honkanen H, Korpelainen R. The built environment as a determinant of physical activity: a systematic review of longitudinal studies and natural experiments. Annals of Behavioral Medicine, 2018, 52(3): 239-251.

[48] Melody S, Jamie H, Alistair W, Karen W, Alexandra M, Adrian F, Peter B, Hamish M. Systematic literature review of built environment effects on physical activity and active transport-an update and new findings on health equity. The International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity, 2017, 14(1): 158.