

城市食品环境对膳食行为与健康的影响 ——研究综述与展望

Behavioral and Health Impacts of the Urban Food Environment: Research Progress and Prospects

刘伯初 王兰
LIU Bochu, WANG Lan

摘要 : 城市食品环境是探究居民膳食影响因素和健康膳食促进政策的关键领域, 尽管已有广泛探讨, 但仍缺少基于空间视角的研究综述和未来展望。本文以从居住地到活动空间的视角转变为线索, 综述了城市食品环境的测量方法以及食品环境对膳食行为和健康影响的相关研究。在测度方面, 活动空间方法更全面地刻画了居民食品环境, 但仍面临地理背景不确定性和选择性日常移动偏误等挑战。在膳食行为影响方面, 食品环境对快餐消费的影响相较于生鲜食品更为显著, 且活动空间食品环境与膳食行为的关联更为一致。在健康影响方面, 居住地非健康食品店比例与超重存在显著关联, 而活动空间食品环境可能有助于缓解居住地食品环境劣势对居民健康的风险。在总结现有研究不足的基础上, 本文探讨了时空整合的食品环境测度、空间与非空间因素的交织影响、空间干预的行为健康效应评估和网络食品零售带来的新问题等研究趋势与未来方向, 旨在为城市食品环境研究的进一步开展提供参考。

Abstract: The urban food environment is a key research area for exploring factors influencing diet and promoting healthy eating. Despite numerous studies in this field, reviews and future research agendas from a spatial perspective remain scarce. This paper reviews the measurement of the food environment and its impacts on dietary behavior and health, emphasizing the shift from residential neighborhoods to activity spaces. In terms of measurement, the activity space method provides a more comprehensive depiction of residents' food environments but faces challenges such as the uncertainty geographic context problem and the selective daily mobility bias. Regarding impacts on dietary behaviors, the food environment has a more pronounced effect on fast food consumption than on fresh produce, and the associations between activity space food environment and dietary behaviors are more consistent. In terms of health impacts, a significant association exists between the proportion of unhealthy food stores in residential areas and overweight, while the activity space food environment may mitigate health risks associated with disadvantaged food environments in residential neighborhoods. Building on identified research gaps, this paper discusses trends and future directions in urban food environment research, including integrating temporal and spatial dimensions in measurement, examining the intertwined impacts of spatial and non-spatial factors on dietary behaviors, evaluating the behavioral and health effects of spatial interventions, and addressing challenges posed by online food retailing. This paper aims to provide references for advancing research on the urban food environment.

关键词 : 城市食品环境 ; 建成环境 ; 膳食行为 ; 健康效应 ; 健康城市

Keywords: Urban Food Environment; Built Environment; Dietary Behavior; Health Impact; Healthy City

中央高校基本科研业务费专项资金, 上海市 2023 年度“科技创新行动计划”优秀技术带头人项目 (23XD1433900)

引言

饮食是公众健康的重要决定因素之一。“全球疾病负担研究”(The Global Burden of Disease Study)指出, 不健康饮食已超过吸烟, 成为造成死亡人数最多的健康风险^[1]。在包括中国在内的众多国家和地区, 家庭烹煮的减少和对预制、外卖食品依赖的加深, 已成为膳食行为转变的显著趋势^[2]。这种转变往往导致蔬果等健康食物的摄取不足, 以及糖、盐和饱和脂肪等的过量摄入, 增加了肥胖、II型糖尿病、冠心病等慢性健康风险^[3], 给国民健康和医疗保障带来沉重负担。

城市食品环境作为居民获取食物的主要渠道, 已成为城市研究、公共卫生等多学科探究饮食影响因素和制定健康饮食促进政策的中心议题。食品环境常用于描述与食品相关的各类建成环境要素及其空间分布, 涵盖菜市场、超市、餐馆等食品零售商和福利性食品发放点等其他食物获取地点, 同时涉及与食物获取、消费、摄入相关的场所和交通设施^[4]^①。城市食品环境的主要研究内容在于度量食品环境的特征, 并探

作者: 刘伯初, 同济大学建筑与城市规划学院, 高密度人居环境生态与节能教育部重点实验室(同济大学), 助理教授, 硕士生导师。liubochu@tongji.edu.cn

王兰(通信作者), 同济大学建筑与城市规划学院, 自然资源部国土空间智能规划技术重点实验室, 长聘教授, 博士生导师。wanglan@tongji.edu.cn

① 广义的食品环境包括食物生产、加工、运输、贮存、销售、废弃物处理的全链条、多尺度、多类型环境要素, 本文聚焦与居民营养摄入紧密关联的食品零售环境; 且仅关注城市食品零售环境, 不涉及乡村、农场等非城市化区域。

究其与膳食健康之间的关系。通过对居住地食品环境的评估，可以识别出健康食品匮乏的“食品荒漠”(food desert)和不健康食品泛滥的“食品沼泽”(food swamp)，进而揭示不同食品环境中的居民膳食行为响应^[5-6]。

现有的城市食品环境测度和膳食健康影响研究综述集中在公共卫生学科领域，关注消费者食品环境（如食品包装营养标识）和居住邻里食品环境与膳食健康结果之间的关系^[7-11]，缺少空间视角下的食品环境膳食影响研究综述及未来方向探讨。近十年来，城市食品环境研究的一个显著进展是从居住区到活动空间的视角更新和方法演进^[4,12-13]。鉴于此，本文主要依据2010年至今公开发表的英文文献，以从居住地到活动空间的视角转变为线索，对城市食品环境的膳食行为与健康影响研究进行综述和评价。在此基础上，本文从人与食品环境的时空交互、空间与非空间因素的膳食行为影响机制、食品环境干预的健康效应评估以及网络食品零售的膳食影响等多个方面，探讨城市食品环境研究的发展趋向，以期为该领域研究的进一步开展提供参考（图1）。

1 城市食品环境行为和健康影响的研究综述

近十年来，城市食品环境研究的主要视角更新和方法演进之一是从居住区到活动空间的转向^[4,12]。鉴于此，本综述首先介绍基于居住地和基于活动空间的两大类食品环境测度方法，并评述其优缺点；在此基础上，以从居住地到活动空间的视角转变为线索，分别梳理城市食品环境对膳食行为和膳食健康影响的研究发现；最后，归纳提炼现有研究的主要不足。

1.1 城市食品环境的测度

1.1.1 基于居住地的食品环境测度

研究者提出了多种环境暴露和可达性测度指标来量化居住地食品环境^[7,14]。在指标构建方式上，数量密度指标通

常由居住地周边某类型食品零售店的数量或密度表征，也可使用二分变量来表示居住地周边是否存在某类食品零售；邻近性指标用于测量居住地到邻近超市、菜市场、餐馆等食品零售店的直线距离、路网距离或出行时长；多样性指标则反映食品零售类型或售卖食品种类的丰富程度^[15]。数量密度和邻近性指标一般用于某一类型食品零售绝对数量或距离的测度，称为绝对指标；相对指标则关注某食品零售类型的绝对指标与其他类型食品零售或各类型食品零售总和的比值^[16-17]。绝对指标能直接反映某类食品零售的潜在可达性，而相对指标侧重于表征食品零售的构成，有助于了解食品零售环境的健康水平和竞争格局^[17-18]（表1）。此外，感知食品环境是居民根据其认知和体验对客观食品环境的评估结果。其在一定程度上隐含考虑了居民膳食偏好、消费习惯和出行意愿等因素，可能相较于客观测度指标对膳食结果（dietary outcomes）^①的预测性更强^[19]。

基于居住地的食品环境测度存在两个主要局限：首先，食品环境测度结果受到居住地空间面元大小和划分方式的影响，基于不同空间范围（如行政区边界、路网距离缓冲区）的食品环境度量可能存在差异，由此产生的可变空间面元问题（the modifiable areal unit problem）可能会降低食品环境与膳食行为关系的一致性^[20]；其次，食品购买活动并不总是在居住社区内进行^[21-22]，局限于居住区范围的测度指标可能无法全面反映与居民膳食相关的食品环境。研究者应突破居住邻里的静态视角^[23]，在日常活动出行的动态过程中理解居民与食品环境的互动。

1.1.2 基于活动空间的食品环境测度

随着环境健康研究移动性范式的兴起，城市食品环境研究的焦点逐渐从居住区转向活动空间^[24-25]。活动空间指个体在日常活动和出行过程中接触到的所有空间的集合，一般

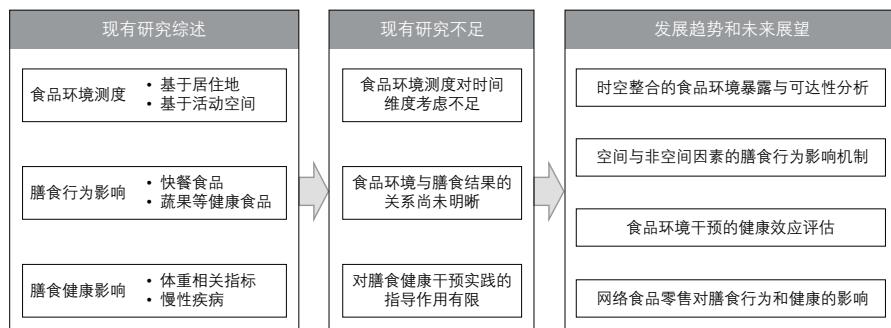


图1 城市食品环境对膳食行为及健康影响研究综述与展望的基本框架

① 膳食结果通常包括食物和餐食的消费频率、实际食物摄入量、能量和营养素摄入量、膳食模式，以及整体膳食质量。

表 1 城市食品环境测度方法与指标

测度分类方式	测度类别	含义与生成方式	指标示例	主要优缺点
空间范围与视角	居住地指标	聚焦于居住社区或居住地周边空间范围，常用居住地所在行政区的管理边界、欧式距离缓冲区和由路网生成的等距或等时服务区来表示	居住地 15 分钟步行可达范围内生鲜和综合超市数量	优点：数据收集和计算简单；易于比较 缺点：可变空间面元问题，即测度结果受到空间面元大小和划分方式影响；忽视居住区外的食品环境
	活动空间指标	个体在日常活动和出行过程所接触的空间范围，常以路径缓冲区、标准差椭圆、最小凸多边形、核密度估计曲面等方法刻画	从 GPS 轨迹提取的活动地点与出行路径缓冲区中快餐店的密度	优点：居民食品环境度量的完整度和准确性较高 缺点：数据需求较高；面临地理背景不确定性问题；可能存在选择性日常移动偏误
指标构建方式	绝对指标	对某一类型食品零售绝对数量、密度或距离的测度	居住地到最近 3 家生鲜食品店的平均距离	优点：直接反映食品零售潜在可达性 缺点：无法反映食品零售的构成
	相对指标	某食品零售类型的绝对指标与其他类型食品零售或各类型食品零售绝对指标的比值	健康食品零售店数量占食品零售店总数的比例	优点：反映多类型食品零售的构成和潜在竞争格局；对膳食结果的预测性可能更强 缺点：食品零售数量信息丢失，不能直接反映可达性；零值的处理存在不确定性

情况下是个体认知空间的子集^[26]。在食品环境研究中，研究者通常以路径缓冲区、标准差椭圆、最小凸多边形、核密度估计曲面等方法来刻画活动空间^[27-29]。由于居民的活动空间与居住区并不重合，活动空间和居住区的食品环境指标关联较弱^[12]。

相比基于居住地的测度指标，活动空间指标考虑了工作地、学校、通勤路径和日常活动出行区域中的食品环境暴露，显著提升了居民食品环境度量的完整度和准确性。然而，活动空间的食品环境测度仍存在不足。不论是采用标准差椭圆还是路径缓冲区，生成的活动空间都不可避免地包含与实际活动移动或感知无关的区域^[30]，无法完全准确地刻画个体所接触的食品环境。此外，活动空间食品环境研究还面临地理背景不确定性问题，无法在活动空间中确切地识别对居民膳食行为施加影响的时空情境^[31-32]。

1.2 城市食品环境对膳食行为的影响

1.2.1 居住地食品环境对膳食行为的影响

关于居住地食品环境与膳食结果之间的关联关系，实证研究结果呈现出较低的一致性。卡斯皮等 (Caspi et al.) 综述了 13 项居住地食品环境对膳食结果影响的研究，其中 7 项研究指出居住地到食品店的距离与膳食结果不存在显著关联，其余 6 项研究中有 2 项报告了较为混杂的关联模式^[8]。例如：在澳大利亚墨尔本和吉朗 (Geelong) 地区的样本中，虽然儿童蔬菜消费量随着到快餐店距离的增加而有所提高，但同时也与到超市的距离呈现出正向关联^[33]。

居住地的食品零售可达性对居民果蔬摄入的预测性较弱。钟太洋等 (Zhong et al.) 分析了南京市城区 1 210 份住户数据，结果显示从住址到最近菜市场的路网距离对家庭

膳食多样性指数无显著影响^[34]；与此同时，居住地到最近超市的距离虽与膳食指数显著相关，但影响幅度极其微弱。调查区域普遍较高的食品零售可达性使得超过 90% 的家庭在社区内或步行距离内购买生鲜食品，从而削弱了可达性对膳食结果差异的解释力。美国费城一项针对家庭食品购买者的研究也发现，居住地到常购食品店的路网距离与果蔬消费量无显著关联，这一结论在不同出行方式（小汽车、公共交通、多模式）的分组回归模型中均保持不变^[35]。然而，美国新奥尔良的一项研究采用食品零售店中果蔬货架空间作为可获取性指标，发现居住地 2 km 范围内的果蔬货架空间每增加 100 m，无车居民的日果蔬摄入量增加半份^[36]。但这一影响在小汽车拥有者中并未显现^[36]，表明食品环境对不同出行方式人群的膳食结果可能产生差异化的影响。

在大样本研究中，居住地快餐食品零售与快餐消费之间的关联性呈现较为一致的结论。丹麦首都区域一项针对 48 305 名成年人的研究显示，消费快餐的概率随着居住地 1 km 路网缓冲区内快餐店密度的增加而显著上升，并随着居住地与最近快餐店距离的增加而显著降低^[37]。这一结论在采用相对指标的研究中也得到了验证。在英国大伦敦区域，博戈因等 (Burgoine et al.) 通过考察 51 361 名受访者居住地 1 km 范围内快餐店占食品零售店的比例，发现快餐店比例最高区域的居民高频次消费加工肉制品的可能性是中低快餐店比例区域居民的 1.28 倍^[38]。在美国威斯康星州的研究中，莱克西等 (Laxy et al.) 采用居住地到最近 3 家超市平均距离与最近 3 家快餐店或便利店平均距离的比值来衡量快餐食品的可达性，也得出高快餐可达性显著提升高频次快餐消费概率的结论^[39]。

相较于客观度量的食品环境，受访者主观评估的感知食品环境与食品消费行为的关联性更为显著^[40]。摩尔等（Moore et al.）通过五分制李克特量表获取居民对社区内购买快餐食品机会多寡的主观评价，即感知的食品环境暴露，并测算出居住地周边1平方英里（约合2.59 km²）范围内的快餐店密度作为食品环境的客观指标^[41]。该研究发现，感知快餐食品环境暴露每增加1个标准差，快餐消费的概率增加61%，而1个标准差的快餐店密度增加仅对应11%的快餐消费概率增长。尽管客观指标可能对食物摄入量具有显著影响，但其影响幅度一般较小，比如到最近超市距离每增加1英里（约合1.61 km），蔬菜水果摄入量仅减少0.02份^[42-43]。相比之下，超市感知可达性高的受访者比低感知可达性的受访者平均每天多摄入半份（84 g）水果^[44]，表明感知食品环境可能更易于产生与食物摄入之间具有临床意义的剂量反应关系^①。

1.2.2 活动空间食品环境对膳食行为的影响

工作地和通勤路径是就业人群活动空间的重要组成部分，该区域内的食品零售对就业人群的食物摄入具有不容忽视的影响。博戈因等基于英国剑桥郡5 442名就业者的研究发现，居住地、工作地以及最短通勤路径缓冲区范围内快餐店总数与快餐食品摄入量之间存在显著的正向关联^[45]。其中，工作地周边的快餐店数量与快餐摄入量的回归系数最高，显示了明显的剂量反应关系。

学校周边的食品零售环境对青少年食品摄入的潜在影响一直是研究的热点，但其结果较为混杂。一方面，丹麦和英国的大样本青少年健康行为调查显示，学校周边500 m、800 m范围内的快餐店数量与快餐消费结果没有关联^[46-47]。另一方面，丹麦研究发现，在从学校出发5分钟步行范围内经过2个及以上快餐店的男生消费快餐的概率比没有经过任何快餐店的男生高出34%（自我报告）^[46]。英国研究发现，加糖饮料摄入量随着居住和学校社区中便利店占食品零售店总数比例的升高而显著增加^[47]。上述发现暗示，学校周边食品环境的感知指标和相对指标可能与青少年食品摄入更为紧密关联。

通学路径周边食品环境暴露对食品消费的影响尚未有定论。廷佩里奥等（Timperio et al.）发现通学路径800 m范围内是否存在快餐店与10~12岁学生的快餐消费行为没有关联^[33]；而萨德勒等（Sadler et al.）发现9~13岁学生在快餐店50 m缓冲区内的暴露时长显著增加了快餐食品消费，且这一正向关系在不同性别、上学和放学、主动出行和私

家车出行的分组回归模型中都具有统计显著性^[48]。除了样本和暴露指标的差异，护送家长和同伴的影响也可能是产生不同结论的原因^[33]。

相较于居住地食品环境，活动空间食品环境暴露与膳食结果的关联更符合预期^[9,30]。美国的两项研究显示，由GPS轨迹生成的活动出行路径区域中快餐店的暴露（以快餐店密度和比例表征）对饱和脂肪摄入量和体重产生了正向影响，对全谷物摄入量具有负向影响^[12,49]，但对蔬菜水果的摄入量并无显著影响^[12]。另一项研究通过GPS轨迹分析了惯常活动空间中的食品零售环境，发现快餐店数量的增加与即食食品购买频次的增加以及非即食食品购买频次的减少有关^[29]。该研究还显示，活动空间中蔬果生鲜零售店数量的增长显著增加了非即食食品的购买频次。

1.3 城市食品环境与健康的关联

1.3.1 居住地食品环境与健康的关联

身体质量指数（BMI）、肥胖和心血管疾病等健康状况在居住地食品环境研究中备受关注，但食品环境与健康状况之间的关联在不同研究区域和样本的实证研究中呈现出差异。甘巴等（Gamba et al.）梳理了51篇实证论文中居住区食品环境与肥胖的关系，发现32%的关联符合预期方向且统计显著，58%不存在关联关系，另有10%为与理论假设相悖的显著关联^[9]。阿塔纳索娃等（Atanasova et al.）对17篇具备因果推断效力的居住区食品环境实证研究进行了系统综述，结果显示：在低收入居住区，增加生鲜食品店的数量或密度能显著降低儿童的BMI，但这种影响在成人群体中并不显著。同时，非健康食品零售数量的增加会导致不同社会经济背景儿童的BMI上升；在成人群体中，这种影响则主要集中在中低密度居住区的女性和少数族裔人群^[10]。此外，美国与荷兰的研究表明，居住地快餐店暴露与高血压之间并未表现出显著的关联性，但这种暴露可能增加冠心病的发病率^[50-52]。

反映非健康食品店比例的相对指标与超重的关联较为显著。史蒂文森等（Stevenson et al.）梳理了9篇加拿大食品环境对BMI影响的实证研究，发现非健康食品零售的绝对指标与BMI的关联结果较为混杂，仅有18%的关联与预期相符，而12%的关联与预期方向相反。然而，在67%的实证检验中，非健康食品店占比这一相对指标与BMI的关联均符合预期方向^[11]。以波尔斯基等（Polsky et al.）基于加拿大社区健康调查（Canadian Community Health Survey）中10 199名成年人样本数据的研究为例，在居住

① 剂量反应关系指特定环境因素的暴露量（剂量）与健康相关指标变化幅度（反应）之间的关系。

地 10 分钟步行范围内，快餐店密度与超重呈反向关联，且这种关联在模型中加入可步行性变量后消失。相比之下，当模型中纳入可步行性变量时，快餐店占所有餐馆比例的上升则显著增加了 BMI 和肥胖率。该效应在快餐店数量较多（步行范围内拥有 5 个以上快餐店）的居住区更为显著，快餐店比例从 25% 升至 75% 时，肥胖发生率提升至原先的 2.55 倍^[53]。

1.3.2 活动空间食品环境与健康的关联

学校周边是学生食品环境暴露的重要组成部分，其与超重之间的关联仍存争议。一项基于英国全国儿童测量项目（National Child Measurement Programme）的研究表明，以学校为中心的 800 m 路网缓冲区内的快餐店密度与学生 BMI 之间并无显著联系^[54]。另一项涉及中国 8 573 名九年级学生的全国性研究亦未发现学校周边餐馆与学生超重之间的显著关联，却观察到学校附近存在餐馆可能与较低的 BMI 相关^[55]。然而，基于西安市 1 792 名青少年的研究显示，学校周边 10 分钟步行范围内存在西式快餐与 BMI 具有正向的剂量反应关系^[56]。

针对成年人群，研究者检验了活动空间中的食品环境暴露对健康状况的预测能力。克斯滕斯等（Kestens et al.）通过整合交通和健康调查数据，对 5 578 名加拿大魁北克省居民的活动空间食品环境暴露进行了量化分析，并运用多层模型探究了居住地和活动空间食品环境暴露对超重的影响。研究发现，活动空间测度对男性居民超重的预测作用更为显著，而居住区暴露与女性居民超重的关联更为紧密^[57]。麦肯巴赫等（Mackenbach et al.）基于 1 423 名荷兰城市区域成年居民的问卷调查数据，计算了多项活动空间食品环境指标，发现活动地点 1 km 范围内的快餐店平均数量和以活动时长为权重的快餐店总数均与居民 BMI 呈显著负相关^[58]。这说明在人口密集且健康食品供应丰富的高密度城市区域，快餐店数量可能并非预测居民 BMI 的合适指标。

活动空间食品环境的优化可能对减轻居住区不良食品环境带来的健康风险具有积极作用。夏普等（Sharp et al.）深入分析了美国洛杉矶 1 132 名成年人的纵向调查数据，发现对于居住在健康食品零售比例较低社区的成年居民，若活动空间内的健康食品零售密度较高，其罹患糖尿病的风险会显著降低^[59]。然而，这一效应并未在居住区食品环境健康程度较高的居民中显现——无论活动空间中食品环境暴露的健康程度如何，这些居民的糖尿病发病率保持相对稳定。这一发现可能揭示了一个重要现象：活动空间中较优质的食品环境对于居住地食品环境劣势居民的健康风险具有潜在的缓解作用。

1.4 现有研究的主要不足

1.4.1 食品环境暴露测度对时间维度考虑不足

在环境健康研究移动性范式的影响下，食品环境测度的视角逐渐从居住地转向活动空间，更加全面地反映居民在活动地点、出行路径等多空间情境中的食品环境暴露^[60]。虽然居民食品环境测度的准确性有所提升，但常用的活动空间测度大多不具备刻画内部空间异质性的能力，无法精准识别对膳食行为和健康状况具有真实或较大影响的暴露情境。整合时间维度于食品环境暴露测度将有助于增进研究者对多空间情境暴露动态和暴露累积效应的理解，为缓解地理背景不确定性问题提供了思路。

1.4.2 食品环境与膳食结果的关系尚未明晰

关于食品环境对膳食行为和健康状况影响的实证研究发现较为混杂，这种不一致性可能源于研究设计和实施的多个层面。首先，不同时期、区域、文化背景和人口特征的样本可能对食品环境产生差异化的膳食结果响应。目前，居民食品环境与膳食结果的研究主要集中在西方发达国家，对亚洲国家和发展中国家城市区域的研究相对较少。其次，多数研究仅控制了人口社会经济特征等协变量，对时间贫困、经济贫困等非空间因素的作用以及膳食行为决策过程的关注不足。再次，不同的暴露测度方式可能导致相异的研究发现。总体来看，食品环境的活动空间指标、相对指标和感知指标与膳食结果变量的关联更符合理论预期，但这并不等同于研究结论的可信度更高。

活动空间食品环境指标与膳食结果的关联关系能否被解读为食品环境的行为健康效应还需要考虑选择性日常移动偏误（the selective daily mobility bias）对研究结论的影响。活动空间测度指标可能包含特地到访某食品零售店而产生的暴露^[61]，由此导致活动空间食品环境与膳食结果之间夸大甚至虚假的关联性^[12,61]。在采用活动空间方法的研究中，尤其是利用个体轨迹数据来度量环境暴露时，需要剔除与膳食结果直接相关的活动与出行片段，从而减轻选择性日常移动偏误的干扰^[61]。此外，通过进行敏感性分析和检验选择性日常移动偏误是否存在，可以增强研究结论的稳健性和可信度^[62]。

1.4.3 现有研究对膳食健康干预实践的指导作用有限

目前，食品环境研究对膳食健康干预实践的指导作用相对有限。一方面，现有研究大多基于横截面数据，其发现仅代表特定食品环境特征与居民膳食结果的关联性，无法直接推断空间干预导致的膳食变化。关于空间干预的膳食健康效应量化和行为健康影响机制的研究尚较为薄弱，难以为空间干预设计和实施提供科学依据。另一方面，网络食品零售的

发展正在重塑食品零售空间格局和居民食品消费行为，这要求膳食健康干预需要考虑更加复杂多元的环境—膳食行为互动。网络食品环境研究正逐渐成为新的研究热点，但它也存在过于依赖横截面数据、膳食影响机制研究不足等问题。因此，有必要加强空间干预的膳食健康效应和膳食影响机制的研究，为膳食健康干预实践提供更有力的支撑。

2 城市食品环境行为和健康影响研究的发展趋向与未来展望

为回应现有研究在食品环境测度、膳食影响机制和干预实践指导方面的不足，本文将从四个方面探讨该领域研究的发展趋向与未来展望：时空整合的人与城市食品环境交互分析、空间与非空间因素对膳食行为的交织影响、食品环境空间干预的行为健康效应评估和网络食品环境的膳食影响。

2.1 时空整合的人与城市食品环境交互分析

近年来城市食品环境研究对时间维度愈加重视，展现了时空整合的发展趋势。在食品零售可达性度量方面，考虑时间制约与出行条件能够更精准地评估居民与食品零售店交互的潜力。威德纳等（Widener et al.）在基于路网的时空棱柱中，计算了美国辛辛那提市通勤者在给定时间预算条件下与超市的潜在交互时长，发现与从家出发进行食品采购相比，将食品采购纳入下班归家的出行链能够增加通勤者与超市的潜在交互时长^[63-64]。一项波兰华沙市的研究运用同样的方法，进一步分析了出行链类型、活动时长、出行时长和距市中心距离等因素对不同交通方式下超市潜在交互时长差异的影响^[65]。随着互联网地图、手机信令等新数据的日益丰富，食品零售时空可达性的大尺度研究具备了更为坚实的数据基础^[66]。陈碧宇等（Chen et al.）利用深圳市的手机定位数据，提取居民整日的潜在活动空间，并计算了可达食品服务设施的累计数量与活动时长。通过对比手机使用者和居住地静止用户的时空可达性，该研究发现，在考虑时间制约的情况下，服务设施匮乏区域的居民通过出行能显著提升其日常活动的可达性^[67]。未来研究可结合新技术与新数据，更精准地识别健康食品零售设施匮乏的地区，并更有效地评估居民与食品零售在时空维度上的交互潜力。

在食品环境暴露方面，近期研究开始尝试将时间维度整合到食品环境暴露度量之中，并探讨这些暴露指标与饮食行为的关系。研究者提出了时间加权活动空间的食品环境暴露测度方法，该方法以在各活动驻停点的时长为权重，加权求和得到研究时段内的总暴露量^[16,68-69]。一项针对加拿大5个城市青年人的研究利用GPS轨迹数据计算了时间加权的暴露指标，发现活动空间内时间加权的快餐店数量和

快餐店比例均对快餐消费频次产生了正向影响^[16]。尽管时间加权活动空间方法考虑了暴露的时间累积，但仍未能充分考虑暴露发生的时段、地理情境和活动情境。未来研究可运用个体时空隧道、多通道序列分析等方法来精细化识别食品环境暴露的时空模式^[70-71]，以捕捉传统活动空间方法无法显现的非汇总时空暴露特征。通过发展时空整合的人与食品环境动态交互分析方法，能够深化研究者对食品环境暴露行为响应的理解，并为辨别膳食行为干预的关键时空情境提供依据。

2.2 空间与非空间因素对膳食行为的交织影响

空间与非空间因素对膳食行为的交织影响尚需深入研究。首先，食品价格可负担性和时间压力是城市食品环境研究中需要优先考虑的非空间因素。西方国家城市的研究表明，居住在缺少可负担健康食品社区的贫困居民往往频繁消费价格较为低廉的快餐食品，导致热量摄入过多和蔬菜水果摄入不足^[72]。时间资源紧张的居民更倾向于放弃家内烹饪，进而增加预制食品和即食快餐的消费频次^[73]。此外，时间匮乏还可能加剧经济贫困对膳食摄入的负面影响^[72]。然而，现有研究尚未厘清食品环境在与时间、经济条件的交织中对膳食行为的影响。未来研究可关注食品环境与时间、经济等因素的交互效应和联合影响，以提出缓解经济和时间贫困居民健康膳食困境的空间策略。

其次，家庭分工、心理认知等因素可能影响城市食品环境对膳食行为的作用路径。研究者剖析了家庭层面的膳食活动，发现家庭食品采购者并非总是食品可达性最高的家庭成员，指出多样且动态的家庭分工可能影响个体对食品环境的行为响应^[74-75]。感知食品环境是客观食品环境影响膳食行为的潜在中介。个体通过感知和体验过程将客观存在的食品环境内化为感知的食品环境^[76]。感知食品环境中的食物获取机会构成了个体进行食品消费的决策选择集，并在能力、动机等因素的综合作用下形成食品行为决策并付诸实施^[77-78]。目前对于家庭成员互动和环境感知等因素在食品环境行为影响中的作用仍处于初步探索阶段，深入探究这一问题将有助于揭示食品环境影响膳食行为的内在机制。

再次，饮食文化、习惯和口味是影响膳食选择的重要因素。中华文化中，饮食占据核心地位，形成了多元化的地域饮食文化和习俗，与西方国家存在显著差异^[79]。在开展我国的食品环境研究时，除了借鉴国际研究经验外，还需从我国城市食品环境和居民膳食行为的现实问题出发^[6]，注重研究区域和人群的特征，阐明食品环境对膳食影响的普遍规律和地域—人群特异性，为该领域研究提供具有中国本土特色的理论和实证贡献。

2.3 食品环境空间干预的行为健康效应评估

横截面研究中报告的食品环境与膳食结果之间的关联并不能代表因果关系，需通过纵向研究建立食品环境行为健康效应的因果推断。尽管在现实世界中难以进行严格的随机对照实验，但可利用食品零售空间的变化来开展自然实验，为获得食品环境干预影响膳食行为与健康的证据提供了绝佳机会^[80]。以新开设生鲜食品店的自然实验为例，研究者应选择空间环境和人口构成特征相似的区域作为对照组，以尽量排除食品零售变化之外的环境和社会因素对食品环境干预效果检验的干扰。此外，还需确保对照组与新开设的食品零售店相距较远，以避免对照组的行为健康状况受到影响^[81]。在此基础上，研究者可通过双重差分模型等分析方法，比较新食品店开业前和开业一段时间（通常为一年）后受访者的膳食行为和健康指标，并据此建立食品环境影响膳食行为与健康的因果推断。

自然实验研究中尚未形成食品环境影响居民膳食的共识性结论^[82]。基于英国利兹市（Leeds）新开设超市的自然实验数据，瑞格利等（Wrigley et al.）观察到新超市开业后，居民的蔬菜、水果摄入量显著增加，这一增加在超市开设前膳食健康状况不佳的居民中更为明显^[83-84]。吉尔和鲁德金（Gill & Rudkin）对上述数据进一步分析，发现住所邻近新超市和前往新超市采购食品的居民，其蔬果摄入量显著增加^[85]。这一现象表明，使用行为是空间干预产生膳食健康影响的关键中介，同时空间邻近性仍是促进生鲜零售使用的重要因素。然而，上述研究均未设置对照组，降低了将蔬果摄入增加归因于食品环境改变的可信度。为了弥补这一不足，研究者在美国匹兹堡（Pittsburgh）、费城和英国格拉斯哥（Glasgow）的3项研究中，选取了空间环境、人口构成相似的社区作为对照组，使得研究设计更为严谨。这些研究发现，相较于对照组，居住在新开设超市附近的居民（干预组）的能量和添加糖摄入显著减少^[86]，但蔬菜、水果摄入量的增加在统计上并未表现出显著性^[80-81,86]。此外，已有研究还探索了食品环境空间干预对居民感知食品环境、BMI 和心理健康的影响^[80-82,86]。

食品环境空间干预的行为健康效应评估具有较大的发展潜力。现有研究主要集中在西方发达国家城市中健康食品可达性不足的区域；近年来，研究者开始关注不健康食品聚集区域的空间干预，比如英国、美国和加拿大部分城市学校周边快餐食品零售的限制性区划政策对快餐食品摄入的影响^[87]。在我国，面向膳食健康的食品环境空间干预相对较少，需要借助预测性的健康效应来评估、支持空间干预决策。得益于纵向数据的积累和分析方法的发展，采用自然实验研究设计来评估食品环境空间干预的行为健康影响日趋成为研究主流。

未来研究可更多地采用纵向研究设计，以提高食品环境与行为健康变量之间因果关系推断的效力，为设计有效可行的空间健康干预措施提供科学依据。

2.4 网络食品环境及其对膳食行为与健康的影响

网络平台食品配送服务的普及对城市食品零售空间和居民食品消费行为产生了深远影响，给理解食品环境及其膳食行为与健康影响带来了新的挑战。网络食品配送服务可能改变居民的食品可达性。即时配送类食品的可达性虽然仍受到配送空间范围的限制，但其侧重点已从居民的时空约束转变为配送方的交通条件和时间资源配置。因此，网络食品零售可达性的度量方式和结果有别于线下食品可达性。如何准确度量线上和线上线下整合的食品可达性，已成为研究者关注的焦点^[88]。

网络食品配送服务的空间布局及其对食品获取公平性的影响亦是值得探索的研究议题。一方面，外卖食品配送服务可能加剧社会经济弱势人群不健康饮食的负担。例如：在实体快餐店聚集的英格兰贫困社区，提供网络外卖配送服务的餐馆数量也相对较多^[89]。这意味着外卖配送服务可能进一步强化建成环境中的食品零售特征，使贫困社区居民置身于实体与网络快餐食品过剩的双重暴露之中。另一方面，生鲜等健康食品配送服务的使用者主要集中于受教育程度较高的中青年人群^[90]，网络平台配送对健康食品可达性的改善可能并未充分惠及低收入和老年人群。研究者可从健康食品可达性和膳食健康负担的社会空间分异出发，深入探究网络食品配送服务对健康公平的影响，并提出相应的改善策略。

网络食品配送服务的兴起打破了人与食品零售的传统互动模式，对食品相关设施提出了新的要求。例如：为满足网购生鲜食品的快速分拨和即时配送，需设立社区前置仓，这带来了如何选址以兼顾效率、成本、环保和公平的现实问题。在网络食品零售改变建成环境的同时，网络食品配送服务的使用也受到线下食品零售和其他建成环境因素的影响^[91-92]。目前尚未形成建成环境与网络食品消费行为关系的普遍性结论，两者之间的关联关系和互馈机制仍有待深入研究。

3 结语

本文综述了城市食品环境的测度方法以及食品环境对膳食行为与健康的影响。在测度方面，居住地食品环境测度存在可变空间面元和忽略居住区外食品环境的问题；活动空间指标提高了食品环境测量的准确度，却面临地理背景不确定性和选择性日常移动偏误的挑战。在膳食行为影响方面，居住地食品环境对果蔬摄入的预测性较弱，但对快餐消费的影响较为明确。与居住地食品环境相比，活动空间食品环境暴

露与膳食结果的关系更符合预期。工作地食品环境对就业者膳食的影响不可忽视，而学校周边食品零售对青少年膳食摄入的影响较为混杂。在膳食健康影响方面，尽管居住地食品环境与BMI、肥胖和慢性疾病等健康状况之间的关系总体上缺乏一致性，但非健康食品店比例与超重的关联较为显著。活动空间食品环境与健康指标的关系虽然存在争议，但健康食品零售密度较高的活动空间可能对居住在劣势食品环境中居民的健康风险起到缓解作用。

未来研究可在四个方面深化，以解决现有研究中测度忽略时间维度、食品环境与膳食结果关系不明确、膳食健康干预实践指导作用有限等问题。首先，探索时空整合的食品环境暴露与可达性分析方法，以评估居民与食品零售的时空交互潜力并识别膳食干预的关键时空情境。其次，探讨食品环境与非空间因素对膳食行为的交织影响，揭示食品环境影响居民膳食的内在机制。第三，采用纵向研究设计，评估食品环境空间干预的行为和健康效应，为干预措施的制定提供科学依据。最后，探究网络食品零售对城市食品物流、可达性的影响，并探索人与实虚食品环境互动的模式与机理。**UPI**

注：文中图表均为作者绘制。

感谢匿名评审专家在论文评审中提出的宝贵意见，作者获益匪浅。

参考文献

- [1] AFSHIN A, SUR P J, FAY K A, et al. Health effects of dietary risks in 195 countries, 1990-2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017[J]. *The lancet*, 2019, 393(10184): 1958-1972.
- [2] POPKIN B M, ADAIR L S, NG S W. Global nutrition transition and the pandemic of obesity in developing countries[J]. *Nutrition reviews*, 2012, 70(1): 3-21.
- [3] TILMAN D, CLARK M. Global diets link environmental sustainability and human health[J]. *Nature*, 2014, 515(7528): 518-522.
- [4] WIDENER M J, LIU B. Food environments[M] // RICHARDSON D, CASTREE N, GOODCHILD M F, et al, eds. International encyclopedia of geography: people, the earth, environment and technology. Oxford, UK: John Wiley & Sons, Ltd., 2021: 1-6.
- [5] U.S. Department of Agriculture Economic Research Service. Food Access Research Atlas[EB/OL]. (2023-07-06)|2023-09-06]. <http://www.ers.usda.gov/data-products/food-access-research-atlas/go-to-the-atlas.aspx#.UJVh4BdXMY>.
- [6] 彭科, 刘建阳, 李超骕. 食物环境研究的意义、议题与挑战 [J]. 国际城市规划, 2022, 37(6): 58-66. DOI: 10.19830/j.upi.2020.299.
- [7] LYITTLE L A, SOKOL R L. Measures of the food environment: a systematic review of the field, 2007-2015[J]. *Health & place*, 2017, 44: 18-34.
- [8] CASPI C E, SORENSEN G, SUBRAMANIAN S V, et al. The local food environment and diet: a systematic review[J]. *Health & place*, 2012, 18(5): 1172-1187.
- [9] GAMBA R J, SCHUCHTER J, RUTT C, et al. Measuring the food environment and its effects on obesity in the United States: a systematic review of methods and results[J]. *Journal of community health*, 2015, 40: 464-475.
- [10] ATANASOVA P, KUSUMA D, PINEDA E, et al. The impact of the consumer and neighbourhood food environment on dietary intake and obesity-related outcomes: a systematic review of causal impact studies[J]. *Social science & medicine*, 2022, 299: 114879.
- [11] STEVENSON A C, BRAZEAU A S, DASGUPTA K, et al. Evidence synthesis-neighbourhood retail food outlet access, diet and body mass index in Canada: a systematic review[J]. *Health promotion and chronic disease prevention in Canada: research, policy and practice*, 2019, 39(10): 261-280.
- [12] ZENK S N, SCHULZ A J, MATTHEWS S A, et al. Activity space environment and dietary and physical activity behaviors: a pilot study[J]. *Health & place*, 2011, 17(5): 1150-1161.
- [13] LI J, KIM C. Exploring relationships of grocery shopping patterns and healthy food accessibility in residential neighborhoods and activity space[J]. *Applied geography*, 2020, 116: 102169.
- [14] MCKINNON R A, REEDY J, MORRISSETTE M A, et al. Measures of the food environment: a compilation of the literature, 1990-2007[J]. *American journal of preventive medicine*, 2009, 36(4): S124-S133.
- [15] APPARICIO P, CLOUTIER M S, SHEARMUR R. The case of Montréal's missing food deserts: evaluation of accessibility to food supermarkets[J]. *International journal of health geographics*, 2007, 6: 1-13.
- [16] LIU B, WIDENER M, BURGOINE T, et al. Association between time-weighted activity space-based exposures to fast-food outlets and fast-food consumption among young adults in urban Canada[J]. *International journal of behavioral nutrition and physical activity*, 2020, 17: 1-13.
- [17] THORNTON L E, LAMB K E, WHITE S R. The use and misuse of ratio and proportion exposure measures in food environment research[J]. *International journal of behavioral nutrition and physical activity*, 2020, 17: 1-7.
- [18] CLARY C M, RAMOS Y, SHARECK M, et al. Should we use absolute or relative measures when assessing foodscape exposure in relation to fruit and vegetable intake? evidence from a wide-scale Canadian study[J]. *Preventive medicine*, 2015, 71: 83-87.
- [19] LIESE A D, BELL B A, BARNES T L, et al. Environmental influences on fruit and vegetable intake: results from a path analytic model[J]. *Public health nutrition*, 2014, 17(11): 2595-2604.
- [20] SCHARADIN B, VER PLOEG M, DICKEN C. Geographic boundary definitions and the robustness of common food retail environment measures[J]. *Annals of the American Association of Geographers*, 2022, 112(5): 1403-1423.
- [21] VER PLOEG M, MANCINO L, TODD J E, et al. Where do Americans usually shop for food and how do they travel to get there? initial findings from the National Household Food Acquisition and Purchase Survey[R]. Washington, D.C.: Economic Information Bulletin-USDA Economic Research Service, 2015.
- [22] DUBOWITZ T, ZENK S N, GHOSH-DASTIDAR B, et al. Healthy food access for urban food desert residents: examination of the food environment, food purchasing practices, diet and BMI[J]. *Public health nutrition*, 2015, 18(12): 2220-2230.
- [23] CUMMINS S. Commentary: Investigating neighbourhood effects on health—avoiding the ‘local trap’ [J]. *International journal of epidemiology*, 2007, 36(2): 355-357.
- [24] RAINHAM D, McDOWELL I, KREWSKI D, et al. Conceptualizing the healthscape: contributions of time geography, location technologies and spatial ecology to place and health research[J]. *Social science & medicine*, 2010, 70(5): 668-676.
- [25] CETATEANU A, JONES A. How can GPS technology help us better understand exposure to the food environment? a systematic review[J]. *SSM - Population health*, 2016, 2(12): 196-205.
- [26] HORTON F E, REYNOLDS D R. Effects of urban spatial structure on individual behavior[J]. *Economic geography*, 1971, 47(1): 36-48.

- [27] LI J, KIM C. Measuring individuals' spatial access to healthy foods by incorporating mobility, time, and mode: activity space measures[J]. *Professional geographer*, 2018, 70(2): 198-208.
- [28] SMITH L G, WIDENER M J, LIU B, et al. Comparing household and individual measures of access through a food environment lens: what household food opportunities are missed when measuring access to food retail at the individual level?[J]. *Annals of the American Association of Geographers*, 2022, 112(2): 542-562.
- [29] WIDENER M J, MINAKER L M, REID J L, et al. Activity space-based measures of the food environment and their relationships to food purchasing behaviours for young urban adults in Canada[J]. *Public health nutrition*, 2018, 21(11): 2103-2116.
- [30] PATTERSON Z, FARBER S. Potential path areas and activity spaces in application: a review[J]. *Transport reviews*, 2015, 35(6): 679-700.
- [31] KWAN M P. The uncertain geographic context problem[J]. *Annals of the American Association of Geographers*, 2012, 102(5): 958-968.
- [32] CHEN X, KWAN M P. Contextual uncertainties, human mobility, and perceived food environment: the uncertain geographic context problem in food access research[J]. *American journal of public health*, 2015, 105(9): 1734-1737.
- [33] TIMPERIO A F, BALL K, ROBERTS R, et al. Children's takeaway and fast-food intakes: associations with the neighbourhood food environment[J]. *Public health nutrition*, 2009, 12(10): 1960-1964.
- [34] ZHONG T, SI Z, CRUSH J, et al. The impact of proximity to wet markets and supermarkets on household dietary diversity in Nanjing City, China[J]. *Sustainability*, 2018, 10(5), 1465.
- [35] FULLER D, CUMMINS S, MATTHEWS S A. Does transportation mode modify associations between distance to food store, fruit and vegetable consumption, and BMI in low-income neighborhoods?[J]. *American journal of clinical nutrition*, 2013, 97(1): 167-172.
- [36] BODOR J N, HUTCHINSON P L, ROSE D. Car ownership and the association between fruit and vegetable availability and diet[J]. *Preventive medicine*, 2013, 57(6): 903-905.
- [37] BERNSDORF K A, LAU C J, ANDREASEN A H, et al. Accessibility of fast food outlets is associated with fast food intake. a study in the Capital Region of Denmark[J]. *Health & place*, 2017, 48: 102-110.
- [38] BURGOINE T, SARKAR C, WEBSTER C J, et al. Examining the interaction of fast-food outlet exposure and income on diet and obesity: evidence from 51,361 UK Biobank participants[J]. *International journal of behavioral nutrition and physical activity*, 2018, 15(1): 1-12.
- [39] LAXY M, MALECKI K C, GIVENS M L, et al. The association between neighborhood economic hardship, the retail food environment, fast food intake, and obesity: findings from the Survey of the Health of Wisconsin[J]. *BMC public health*, 2015, 15: 237.
- [40] LUCAN S C, MITRA N. Perceptions of the food environment are associated with fast-food (not fruit-and-vegetable) consumption: findings from multi-level models[J]. *International journal of public health*, 2012, 57: 599-608.
- [41] MOORE L V, DIEZ ROUX A V, NETTLETON J A, et al. Fast-food consumption, diet quality, and neighborhood exposure to fast food[J]. *American journal of epidemiology*, 2009, 170(1): 29-36.
- [42] SHARKEY J R, JOHNSON C M, DEAN W R. Food access and perceptions of the community and household food environment as correlates of fruit and vegetable intake among rural seniors[J]. *BMC Geriatrics*, 2010, 10: 1-12.
- [43] JAGO R, BARANOWSKI T, BARANOWSKI J C, et al. Distance to food stores & adolescent male fruit and vegetable consumption: mediation effects[J]. *International journal of behavioral nutrition and physical activity*, 2007, 4: 35.
- [44] ROSE D, RICHARDS R. Food store access and household fruit and vegetable use among participants in the US Food Stamp Program[J]. *Public health nutrition*, 2004, 7(8): 1081-1088.
- [45] BURGOINE T, FOROUHI N G, GRIFFIN S J, et al. Associations between exposure to takeaway food outlets, takeaway food consumption, and body weight in Cambridgeshire, UK: population based, cross sectional study[J]. *British medical journal*, 2014, 348: g1464.
- [46] SVASTISALEE C, PEDERSEN T P, SCHIPPERIJN J, et al. Fast-food intake and perceived and objective measures of the local fast-food environment in adolescents[J]. *Public health nutrition*, 2014, 19(3): 446-455.
- [47] SHARECK M, LEWIS D, SMITH N R, et al. Associations between home and school neighbourhood food environments and adolescents' fast-food and sugar-sweetened beverage intakes: findings from the Olympic Regeneration in East London (ORiEL) study[J]. *Public health nutrition*, 2018, 21(15): 2842-2851.
- [48] SADLER R C, CLARK A F, WILK P, et al. Using GPS and activity tracking to reveal the influence of adolescents' food environment exposure on junk food purchasing[J]. *Canadian journal of public health*, 2016, 107(Supplement 1): eS14-eS20.
- [49] CHRISTIAN W J. Using geospatial technologies to explore activity-based retail food environments[J]. *Spatial and spatio-temporal epidemiology*, 2012, 3(4): 287-295.
- [50] MACKENBACH J D, LAKERVELD J, GENERAAL E, et al. Local fast-food environment, diet and blood pressure: the moderating role of mastery[J]. *European journal of nutrition*, 2019, 58: 3129-3134.
- [51] TAMURA K, ELBEL B, ATHENS J K, et al. Assessments of residential and global positioning system activity space for food environments, body mass index and blood pressure among low-income housing residents in New York City[J]. *Geospatial health*, 2018, 13(2): 712.
- [52] POELMAN M, STRAK M, SCHMITZ O, et al. Relations between the residential fast-food environment and the individual risk of cardiovascular diseases in The Netherlands: a nationwide follow-up study[J]. *European journal of preventive cardiology*, 2018, 25(13): 1397-1405.
- [53] POLSKY J Y, MOINEDDIN R, DUNN J R, et al. Absolute and relative densities of fast-food versus other restaurants in relation to weight status: does restaurant mix matter?[J]. *Preventive medicine*, 2016, 82: 28-34.
- [54] WILLIAMS J, SCARBOROUGH P, TOWNSEND N, et al. Associations between food outlets around schools and BMI among primary students in England: a cross-classified multi-level analysis[J]. *PLoS One*, 2015, 10(7): e0132930.
- [55] LI M, XUE H, WEN M, et al. Nutrition and physical activity related school environment/policy factors and child obesity in China: a nationally representative study of 8573 students in 110 middle schools[J]. *Pediatric obesity*, 2017, 12(6): 485-493.
- [56] LI M, DIBLEY M J, YAN H. School environment factors were associated with BMI among adolescents in Xi'an City, China[J]. *BMC public health*, 2011, 11: 792.
- [57] KESTENS Y, LEBEL A, CHAIX B, et al. Association between activity space exposure to food establishments and individual risk of overweight[J]. *PLoS One*, 2012, 7(8): e41418.
- [58] MACKENBACH J D, WIDENER M J, VAN DER GAAG E, et al. Survey-derived activity space-based exposures to fast food outlets and their cross-sectional associations with use of fast food outlets, diet quality and BMI[J]. *Health & place*, 2023, 79: 102966.
- [59] SHARP G, KIMBRO R T. Neighborhood social environments, healthy resources, and adult diabetes: accounting for activity space exposures[J]. *Health & place*, 2021, 67: 102473.
- [60] KIM E K, CONROW L, RÖCKE C, et al. Advances and challenges in sensor-based research in mobility, health, and place[J]. *Health & place*, 2023, 79: 102972.
- [61] CHAIX B, MELINE J, DUNCAN S, et al., GPS tracking in neighborhood and health studies: a step forward for environmental exposure assessment, a step backward for causal inference?[J]. *Health & place*, 2013, 21(5): 46-51.
- [62] WEI L, MACKENBACH J D, POELMAN M P, et al. A detour for snacks and beverages? a cross-sectional assessment of selective daily mobility bias in food outlet exposure along the commuting route and dietary intakes[J]. *Health & place*, 2023, 83: 103088.

- [63] WIDENER M J, FARBER S, NEUTENS T, et al. Using urban commuting data to calculate a spatiotemporal accessibility measure for food environment studies[J]. *Health & place*, 2013, 21: 1-9.
- [64] WIDENER M J, FARBER S, NEUTENS T, et al. Spatiotemporal accessibility to supermarkets using public transit: an interaction potential approach in Cincinnati, Ohio[J]. *Journal of transport geography*, 2015, 42: 72-83.
- [65] NIEDZIELSKI M A, KUCHARSKI R. Impact of commuting, time budgets, and activity durations on modal disparity in accessibility to supermarkets[J]. *Transportation research part d: transportation and environment*, 2019, 75: 106-120.
- [66] SU S, LI Z, XU M, et al. A geo-big data approach to intra-urban food deserts: transit-varying accessibility, social inequalities, and implications for urban planning[J]. *Habitat international*, 2017, 64: 22-40.
- [67] CHEN B Y, WANG Y, WANG D, et al. Understanding the impacts of human mobility on accessibility using massive mobile phone tracking data[J]. *Annals of the American Association of Geographers*, 2018, 108(4): 1115-1133.
- [68] WEI Q, SHE J, ZHANG S, et al. Using individual GPS trajectories to explore foodscape exposure: a case study in Beijing metropolitan area[J]. *International journal of environmental research and public health*, 2018, 15(3): 405.
- [69] SCULLY J, MOUDON A, HURVITZ P, et al. A time-based objective measure of exposure to the food environment[J]. *International journal of environmental research and public health*, 2019, 16(7): 1180.
- [70] LIU B, WIDENER M J, SMITH L G, et al. Disentangling time use, food environment, and food behaviors using multi-channel sequence analysis[J]. *Geographical analysis*, 2022, 54(4): 881-917.
- [71] WANG J, KWAN M P. An analytical framework for integrating the spatiotemporal dynamics of environmental context and individual mobility in exposure assessment: a study on the relationship between food environment exposures and body weight[J]. *International journal of environmental research and public health*, 2018, 15(9): 2022.
- [72] VENN D, STRAZDINS L. Your money or your time? how both types of scarcity matter to physical activity and healthy eating[J]. *Social science & medicine*, 2017, 172: 98-106.
- [73] JABS J, DEVINE C M. Time scarcity and food choices: an overview[J]. *Appetite*, 2006, 47(2): 196-204.
- [74] LIU B, WIDENER M J, SMITH L G, et al. Time-geographic project of household food provision: conceptualization and a pilot case study[J]. *Annals of the American Association of Geographers*, 2023, 113(3): 675-699.
- [75] LIU B, WIDENER M J, SMITH L G, et al. Integrating coordination of food purchasing into activity space-based food environment research: toward a household perspective[J]. *Health & place*, 2023, 82: 103046.
- [76] TURNER C, AGGARWAL A, WALLS H, et al. Concepts and critical perspectives for food environment research: a global framework with implications for action in low- and middle-income countries[J]. *Global food security*, 2018, 18: 93-101.
- [77] CLARY C, MATTHEWS S A, KESTENS Y. Between exposure, access and use: reconsidering foodscape influences on dietary behaviours[J]. *Health & place*, 2017, 44: 1-7.
- [78] TRAVERT A S, ANNERSTEDT K S, DAIVADANAM M. Built environment and health behaviors: Deconstructing the black box of interactions-a review of reviews[J]. *International journal of environmental research and public health*, 2019, 16(8): 1454.
- [79] 蔡晓梅, 刘晨. 人文地理学视角下的国外饮食文化研究进展 [J]. *人文地理*, 2013, 28(5): 36-41.
- [80] CUMMINS S, PETTICREW M, HIGGINS C, et al. Large scale food retailing as an intervention for diet and health: quasi-experimental evaluation of a natural experiment[J]. *Journal of epidemiology & community health*, 2005, 59(12): 1035-1040.
- [81] CUMMINS S, FLINT E, MATTHEWS S A. New neighborhood grocery store increased awareness of food access but did not alter dietary habits or obesity[J]. *Health affairs*, 2014, 33(2): 283-291.
- [82] ABEYKOON A H, ENGLER-STRINGER R, MUHAJARINE N. Health-related outcomes of new grocery store interventions: a systematic review[J]. *Public health nutrition*, 2017, 20(12): 2236-2248.
- [83] WRIGLEY N, WARM D, MARGETTS B, et al. Assessing the impact of improved retail access on diet in a 'food desert': a preliminary report[J]. *Urban studies*, 2002, 39(11): 2061-2082.
- [84] WRIGLEY N, WARM D, MARGETTS B. Deprivation, diet, and food-retail access: Findings from the Leeds 'food deserts' study[J]. *Environment and planning a*, 2003, 35(1): 151-188.
- [85] GILL L, RUDKIN S. Deconstructing supermarket intervention effects on fruit and vegetable consumption in areas of limited retail access: evidence from the Seacrost Study[J]. *Environment and planning a*, 2014, 46(3): 649-665.
- [86] DUBOWITZ T, GHOSH-DASTIDAR M, COHEN D A, et al. Diet and perceptions change with supermarket introduction in a food desert, but not because of supermarket use[J]. *Health affairs*, 2015, 34(11): 1858-1868.
- [87] KEEBLE M, BURGOINE T, WHITE M, et al. How does local government use the planning system to regulate hot food takeaway outlets? a census of current practice in England using document review[J]. *Health & place*, 2019, 57: 171-178.
- [88] ZHANG S, LUAN H, ZHEN F, et al. Does online food delivery improve the equity of food accessibility? a case study of Nanjing, China[J]. *Journal of transport geography*, 2023, 107: 103516.
- [89] KEEBLE M, ADAMS J, BISHOP T R, et al. Socioeconomic inequalities in food outlet access through an online food delivery service in England: a cross-sectional descriptive analysis[J]. *Applied geography*, 2021, 133: 102498.
- [90] KEEBLE M, ADAMS J, SACKS G, et al. Use of online food delivery services to order food prepared away-from-home and associated sociodemographic characteristics: a cross-sectional, multi-country analysis[J]. *International journal of environmental research and public health*, 2020, 17(14): 5190.
- [91] WANG Z, HE S Y. Impacts of food accessibility and built environment on on-demand food delivery usage[J]. *Transportation research part d: transport and environment*, 2021, 100: 103017.
- [92] LI L, WANG D. Do neighborhood food environments matter for eating through online-to-offline food delivery services?[J]. *Applied geography*, 2022, 138: 102620.

(本文编辑 : 张祎娴)