

Study on the Influence of Urban Roadside Trees Canopy on Mental Health of Different Age Groups

Junfang Xie¹ and Binyi Liu^{1,*}

¹Department of Landscape Architecture, College of Architecture and Urban Planning, Tongji University, Shanghai, China

*corresponding author

Keywords: Urbanization, Urban Trees, Trees Canopy, Human Environment, Mental Health

Abstract: The development of urban green space is closely related to the health of human settlements. As an important part of urban green space system, urban roadside trees play an important role in improving urban ecological environment, residents' physical and mental health and quality of life. How to design the green space of urban streets with the orientation of health, to reduce the negative impact on the modern urban environment and keep the urban residents in physical and mental health is the urgent demand for healthy living environment in the city. 55 participants visited three types of urban roads: a road where buildings are concentrated was selected as a control road, and two roads surrounded by Sakura and Metasequoia trees respectively. The results showed that after walking along the Metasequoia (full shade) and Sakura (semi-shade) roads after 15mins, the participants' negative mental states such as tension, fatigue, confusion and anxiety were significantly reduced compared with the control roads, and their recovery results and vitality were increased. Therefore, in order to resource for the pressure and promote the health of urban residents, the planning and design should take into account the age factor, and give priority to the trees with rich vegetation.

城市行道树冠层对不同年龄人群心理健康的影响研究

谢军芳¹, 刘滨谊^{1,*}

¹建筑与城市规划学院景观系, 同济大学, 上海, 中国

*通讯作者

关键词: 城市化, 行道树, 冠层遮荫, 人居环境, 心理健康

摘要: 城市绿地空间的发展与人居健康密切相关, 城市行道树作为城市绿地系统的重要组成部分, 在改善城市生态环境、增进居民身心健康和提高居民生活质量等方面具有重要作用。如何以健康为导向进行城市街道的绿地空间设计, 从而减轻现代城市环境承受的负面影响, 使城市居民保持良好的身心健康状况, 是城市化社会中人类对健康人居环境的迫切需求。为了探索人类对不同植被覆盖城市行道树的心理反应机制, 研究了 55 名青年及中老年被试者沿着 3 种典型城市道路 (建筑物集中的道路作为对照路, 另外两条道路分别环绕樱花树和水杉) 步行 15 分钟后的心理状态。结果显示, 被试者沿水杉路 (全遮荫)、樱花路 (半遮荫) 短时行走后, 其紧张感、疲劳、困惑和焦虑等负面心理状态比对照路行走后显著降低, 其恢复结果和活力升高。因此, 为了缓解压力和促进城市居民健康, 在进行规划设计时应考虑年龄因素, 并优先考虑植被丰富的树木。

1. 引言

随着经济和社会的不断发展, 世界城市居民人口数量急剧增加。快速的城市化进程不仅引

发了各种生态和环境问题，而且侵蚀了全球人居环境的质量[1]，对人类生存环境和人居健康产生了众多负面的影响，同时引发了一系列与压力相关的健康问题[2]。城市可持续发展与生态环境建设中强调提供绿地的重要性，表明城市绿地可以“促进人类的繁荣和生活质量”，同时也是“提供城市可持续、健康宜居条件的必要组成部分”[3]。正如亨利·梭罗所说，“自然是健康的别名”[4]，城市绿地是城市居民接触自然的主要途径，实现着许多生态环境和促进人类健康的功能。作为城市里的第二自然，绿地的健康效益已被大量研究证实，城市绿地空间的发展与公共健康密切相关，与自然的接触，以及与城市绿地的接触，具有积极促进人类健康的潜力[5]，提供了一个让人们以整体的方式恢复和保持健康的机会。

近三十年来，针对城市环境的研究大多集中在自然环境的健康效益以及环境的恢复性作用[6-8]。在自然环境健康功能的理论研究方面，目前较为公认的理论主要有 Kaplan 注意力恢复理论（Attention Restoration Theory ART）和 Ulrich 的压力痊愈理论（Stress Recovery Theory SRT），上述理论从原理上阐述了自然环境注意力集中的机理，重点研究了自然环境对人类精神疲劳恢复、缓解压力、减轻抑郁和负面情绪等的健康益处[9]。同时，相关研究表明，优美的自然环境有利于引起非定向注意，从而缓解定向注意力疲劳，提升幸福感和减少焦虑[10-11]，改善情感状态[12]，提高注意力和表现力[13]，缩短术后康复时间[14]，对人类来说具有极大的情感和治疗价值，并且可在总体上大幅提升幸福感[15]。此外，还有研究表明，自然对健康的促进作用有“改善空气质量”、“激发体力活动”、“增加社会凝聚力”、“修复压力与精神损伤”四方面作用[16]，在森林自然环境中行走的实验报告显示参与者能降低血压、皮肤电导率、肌肉紧张度、脉搏率、皮质醇水平以及交感神经活动度，并能够增强副交感神经活动（心率变异性的组成部分）[17]。城市居民通过使用绿地空间，能够增强体质，恢复或缓解精神问题和紧张情绪以及获得幸福感，实现了包含生理健康、心理健康和良好社会适应能力的整体健康。

在城市环境中，行道树作为城市绿地空间的重要组成部分，具有调节城市生态气候，降低城市热岛效应、提高城市气候舒适度[18]，净化空气和滞尘降噪等功能[19]，同时，在增进居民身心健康和提高居民生活质量等方面也都具有重要作用[20]，是城市居民日常生活行为的重要空间载体和路径[21]。行道树的冠层遮荫对于人居健康有直接影响[22]。但是，行道树的绿地空间却是常被忽视的健康场所，很少有调查实证研究行道树冠层的物理变量对城市居民心理反应机制的健康效应[23]。国内外学者对行道树促进公众健康的研究较少，关于城市行道树的研究主要围绕不同行道树树种、针对植物与小气候之间的研究，大多集中在树木树冠对小气候因子以及小气候调节能力等方面，如赵晓龙等[24]研究了不同步行街列植行道树对小气候具有显著的调节能力。刘滨谊等[25]研究了悬铃木行道树夏季垂直降温效应，研究表明树冠层下的局部小气候特征能够直接影响置身其中的使用者的舒适度感受。陈明玲等[26]研究对比了上海市6条不同覆盖率的城市林荫道，分析了城市林荫道的覆盖率、树种与环境温度和相对湿度之间的关系。李天舒等从树种选择和配置原则两方面探讨了健康住宅的园林植物景观设计[27]。目前的科学证据已充分证明行道树能够有效改善了城市生态环境，美化城市景观，对人居身心健康的积极性效益也有相关的证实[28]。自然之于人类的健康作用机制十分复杂，虽然现在已经形成了一些具有影响的理论和假说，但国内现有相关研究尚处于起步阶段，具有明显的非系统性特征，还没有形成相应的理论体系。对于行道树冠层空间物理环境，尚未充分探讨人类对不同的植被覆盖城市行道树的心理反应机制，因此要探明城市环境对人居身心健康作用的影响，还需积累大量的实证数据。

如何以健康为导向进行城市街道的绿地空间设计，从而减轻现代城市环境承受的负面影响，使城市居民保持良好的身心健康状况，是城市化社会中人类对健康人居环境的迫切需求。因此，本文的研究目的是：在物理环境和心理层面上用定量方法探索不同行道树冠层对青年及中老年人的健康效益影响，特别是对心理健康的深层次影响；并且评价不同冠层所营道的绿地环境带

来的舒适性差异。在本研究中，具体的研究问题是：沿不同行道树冠层的道路短时行走后能否缓解抑郁和焦虑，调节情绪，并恢复青年及老年人的活力？

本文以上海市为例，实测对比行道树常用树种的 PET 调节效应，从人本感知尺度上精细化研究人在不同行道树冠层下短时行走后的感知体验，研究假设是沿树木环绕的城市道路短时行走将对人类的心理结果产生积极影响，在拥有更多和/或更高品质街道绿化的环境中，城市居民的压力更小。因此，我们假设积极的心理结果与植被密度呈正相关，对于调节城市居民日益增长的心理压力，促进青年及老年人心理情绪健康有着重要关系。

2. 研究方法

2.1. 测试仪器

测试场地的小气候因子测量采用美国产的 WatchDog Model 2900ET 小型气象站 (Technologies, Inc., USA); 场地测量仪器主要有 180 度鱼镜头 (用于测量 Sky View Factor, SVF 天空可视因子) 的单反数码相机拍摄各测点行道树冠层覆盖空间影像图, SVF 的计算参考了基于鱼镜头的林冠郁闭度的简易测量方法[29], SVF 值是介于 0~1 之间的无量纲量, SVF 值越低, 则说明叶量密度越高。

2.2. 实验测试点及被试者

2.2.1. 实验测试点的选择与分布

本次实验测试点位于上海同济大学, 根据行道树不同类型和 SVF 平均值, 分别选取水杉 (*Metasequoia glyptostroboides*) 全遮荫(SVF 值 0.06)、樱花树 (*Prunus serrulata*) 半遮荫(SVF 值 0.51)、建筑物集中无遮荫(SVF 值 0.87) 3 种类型的道路 (图 1), 其中建筑物集中无遮荫道路作为对照路, 根据城市林荫道冠层遮荫空间共布置 9 个测点 (测点分布情况见图 1、2)。实验测试在天气晴朗少云的天气下进行, 测试日分别是 2018 年 5 月 1-7 日连续 7 天, 每日测试时间为 8:00-19:00。数据采集时测试仪器距离地面 1.5m, 采集时间间隔为 10min, 测试仪器自动记录每条行道树路和对照点相对应的环境空气温度, 相对湿度, 风速和地面温度值。

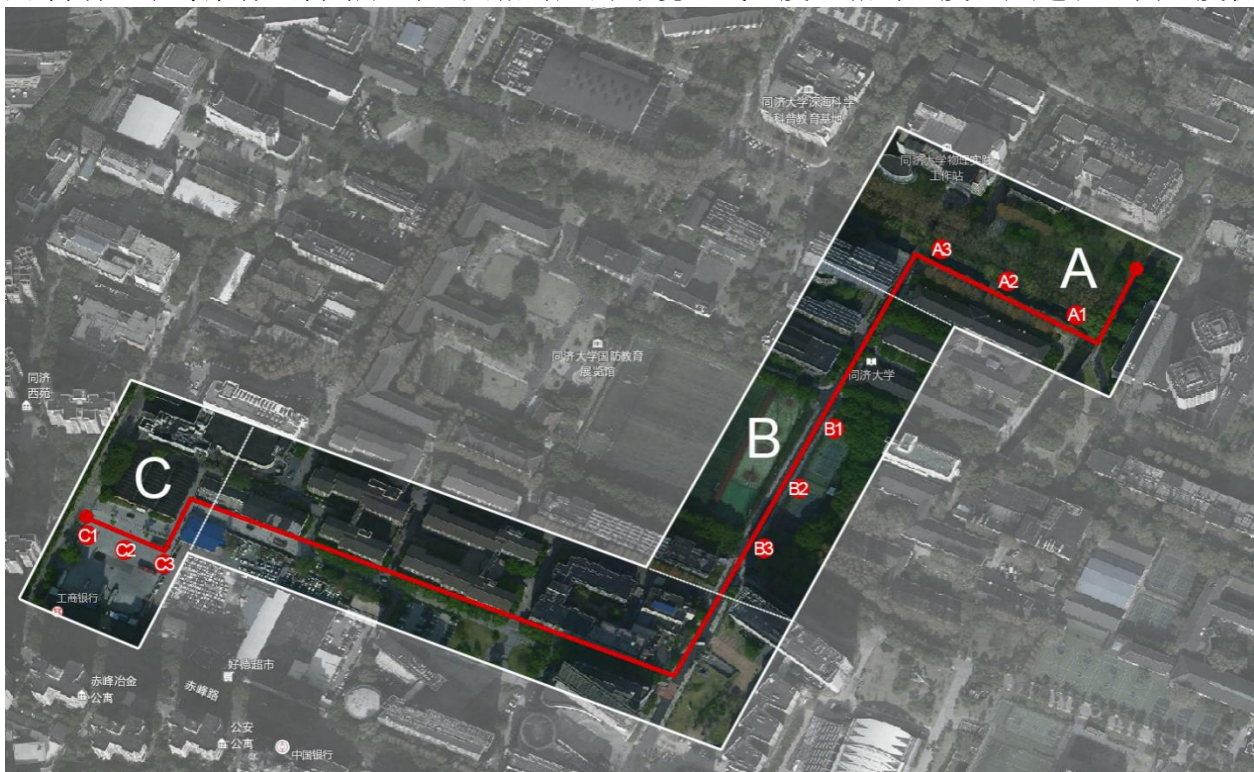


图 1 测点分布图 (底图引自 GOOGLE 地图)

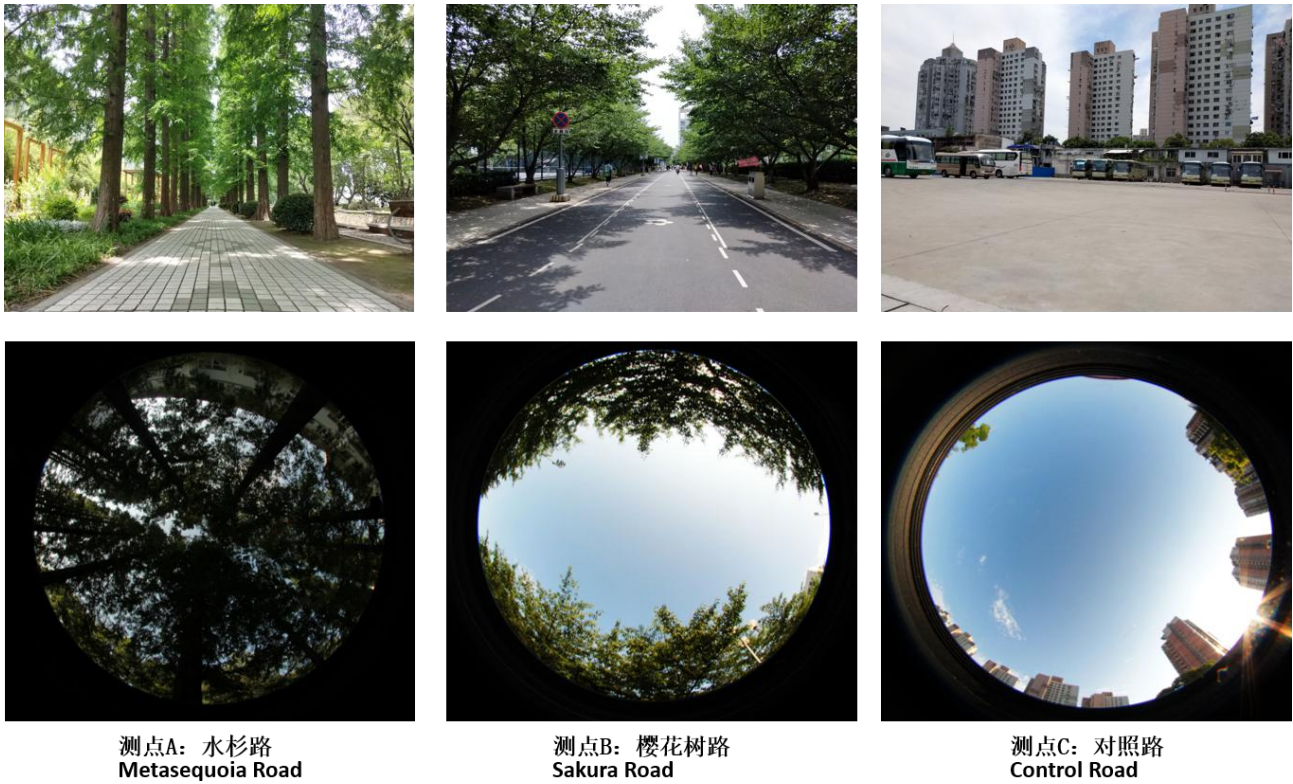


图 2 测点照片及 SVF 天空可视因子

2.2.2. 被试者选择

我们在每条道路上随机选取了 55 名志愿者参与实验，简单随机样本满足性别比例平衡，年龄、文化层次的丰富，实验前以问卷法调查测试者基本情况。被试者要求身心健康，无吸烟及饮酒。基中 29 名被试者为青少年（年龄平均约为 25）；26 名被试者为中老年（年龄平均约为 60）。被试者有在校学生，假期来校参观游玩的访问者。实验测试前告知参与者填写有关信息，并让被试者充分了解本研究目的、实验流程、所需行走路线及时间、问卷的类型以及他们可以随时退出实验而不产生任何后果。

2.3. 实验流程

本次实验时间为树木枝繁叶茂，但未开花时的五月。被试者到达后，首先向他们充分说明本次实验的情况。然后将他们分成几组，每组最多三人。在每条路上设置等候点，被试者被要求首先填写四个问卷，然后被引导步行 15 分钟。行走后，被试者返回等候区完成问卷调查。接着，在等候区休息 5 分钟后，每组由本文作者及团队人员引导，沿着其他实验道路重复实验（详见图 3 中的实验路线设计）。所有三条路的路线长度相同。所有行走活动均在白天（上午 10:00 至下午 3:30）进行。在三条路上的平均行走速度无显著差异。被试者被引导访问每个研究地点一次。在每条研究道路上的访问顺序是随机的，以消除顺序效应。

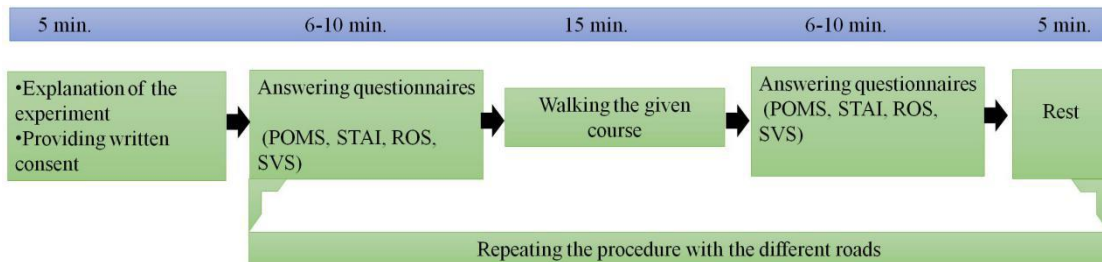


图 3 实验路线设计

2.4. 心理健康评估量表

为了评估被试者的心理反应,在完成行走过程前后对被试者开展了四种心理问卷调查,以测量他们的情绪,焦虑,恢复性结果和活力。**1) 情绪状态量表 (Profile of Mood States, POMS)**,旨在评估短期情绪变化并评估人的六种不同情绪领域:紧张-焦虑,抑郁,愤怒-敌意,疲劳,困惑和精力;并利用 POMS 数据计算总情绪障碍(TMD)评分[30]。**2) 特质焦虑量表 (State-Trait Anxiety Inventory, STAI)** 为了比较每条道路相应的焦虑水平变化,询问被试者“当前”的感受,用 20 个指标项来测量参与者的紧张,焦虑,担忧和自主神经系统的激活/唤醒。低分说明轻度焦虑,中位评分说明中度焦虑,而高分说明严重焦虑[31]。**3) 恢复性结果量表 (Restorative Outcome Scale, ROS)**,用于评估人类对自然和绿色空间的心理反应[32]。ROS 量表包含六个问题项;参与者使用七阶李克特量表(从 1-“完全没有”到 7-“完全”)对每一项进行评估。有三项反映轻松感:“我在这里感觉自己更平静”,“参观完这个地方之后,我总是感觉恢复和放松”,“我从这里获得了新的热情和活力”,有一项反映注意力恢复:“我的注意力和警觉度在这里明显提高了”。有两项反映人们的想法:“在这里我可以忘掉日常烦恼”,“参观这里可以让我清理思绪”。**4) 主观活力量表 (Subjective Vitality Scale, SVS)**,它反映了能量,活力和幸福感。分为四个问题项(例如:“我感觉活着,这就很重要”或“我期待每一个崭新的一天”)。被试者采用相同的七阶李克特量表对这四个问题项进行评估,但对一项负面项进行反向评分。对于所有心理情绪数据,考虑到这些量表存在一些反向项,计算平均总评分[33]。利用不同类型的调查问卷,这样方便被试者,评估成本较低且速度快,评估他们的心理情绪和恢复反应可能是有助于城市规划和景观设计师创造适合城市居民的健康绿地空间的重要方式。

2.5. 数据分析 (统计分析方法)

本研究运用 SPSS 24.0 软件对所得数据进行统计分析。对心理情绪量表指标的前后变化进行频度统计,检验不同行道树冠层下短暂行走后是否对身心康复起促进作用;采用重复测量方差分析(Two-Way ANOVA)来分析在 POMS, STAI, ROS 和 SVS 调查中和不同类型道路对青年及中老人的心理健康是否具有差异;所有数据均以平均值±标准误差(SE)表示,其中显著性 $p < 0.05$ 。

3. 实验结果

3.1. 心理情绪评估

3.1.1. 基于 POMS 测量的心理评估

我们观察了 55 名被试者在沿三类道路行走 15 分钟后对 POMS 量表评分的平均值,并用 Bonferroni 测试比较了青年和中老年人沿不同道路行走后 POMS 分量表结果差异。如图 4 所示,道路类型和行走时间在 POMS 的 T-A, A-H, F, C, V 和 TMD 分量表中发现有显著差异。对于紧张和焦虑 (T-A) 分量表,青年和中老年被试者沿对照路和其他两条道路(樱花路和水杉路)行走之后,所报告的评分之间均存在显著差异。青年/中老年被试者在沿无树木的对照路上短时行走会导致紧张和焦虑感升高 $(2.99 \pm 0.12) / (3.28 \pm 0.14)$;在沿樱花路 $(0.57 \pm 0.13) / (0.17 \pm 0.10)$ 和水杉路 $(0.58 \pm 0.10) / (0.25 \pm 0.10)$ 行走后的紧张和焦虑感明显减低。对于抑郁 (D) 分量表,对比沿对照路 $(1.18 \pm 0.14) / (1.85 \pm 0.18)$,水杉路 $(0.51 \pm 0.19) / (0.11 \pm 0.19)$ 和樱花路 $(0.34 \pm 0.18) / (0.10 \pm 0.15)$ 行走后所报告的结果之间也存在显著差异;并且也在其他 POMS 分量表愤怒-敌意 (A-H),疲劳和困惑(F,C)中观察到类似的趋势。我们观察到青年与中老人被试者的三个与负面情绪相关的分量表在沿水杉路和樱花路行走后减少,而在沿对照路行走后增加。与上述发现相反的是,在精力 (V) 分量表中观察到相反的趋势,青年/中老年被试者指出相对于对照路 $(3.23 \pm 0.10) / (3.28 \pm 0.129)$,他们在沿水杉路 $(1.15 \pm 0.24b) / (0.22 \pm 0.12)$,樱花路 $(0.65 \pm 0.14) / (0.31 \pm 0.13)$ 之后感觉更有活力。

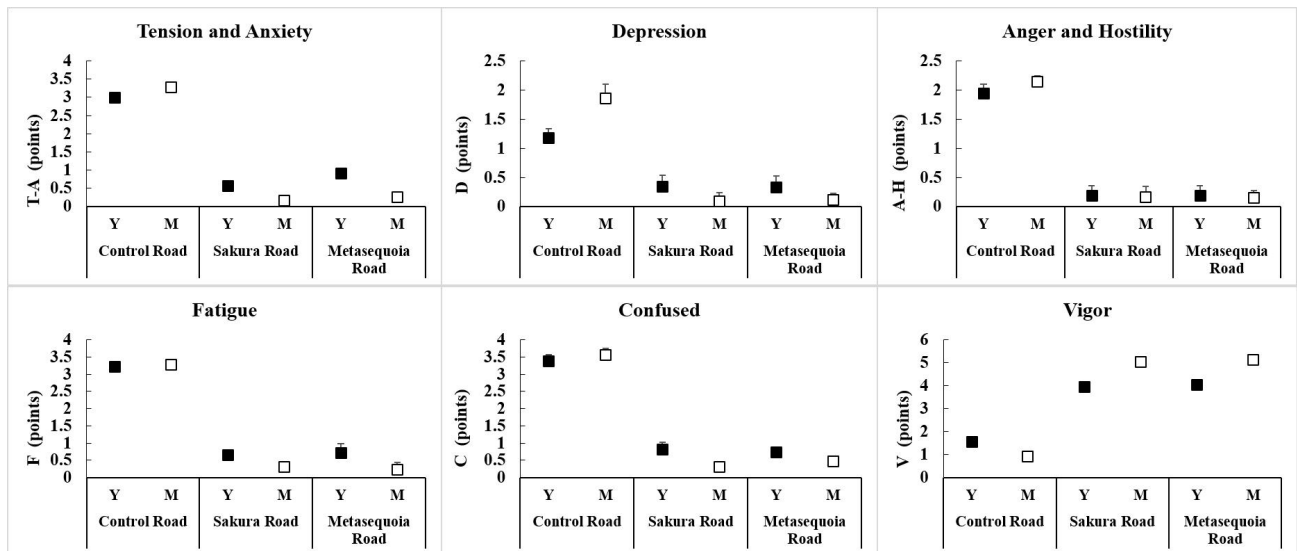


图 4 POMS 量表结果比较图 (平均值±SE, ** $p < 0.05$ 通过 Bonferroni 测试确定)
 如图 4 所示, 根据下式计算总体情绪障碍 (TMD) 分量表的评分:

$$TMD = (T-A + D + A-H + F + C) - V$$

研究表明, 青年/中老年被试者分别沿樱花路 (-1.38 ± 0.50) / (-3.98 ± 0.60) 和水杉路 (-0.45 ± 0.46) / (-3.92 ± 0.53) 行走之后, 他们的 TMD 评分比沿对照路行走之后的评分 (11.80 ± 0.30) / (13.21 ± 0.50) 显著降低, 如图 5 所示。此外, 分别沿水杉路、樱花路进行短时行走活动后将产生积极的影响, 并且与无树木环绕的道路相比, 前者可以减少总体情绪干扰 (TMD)。

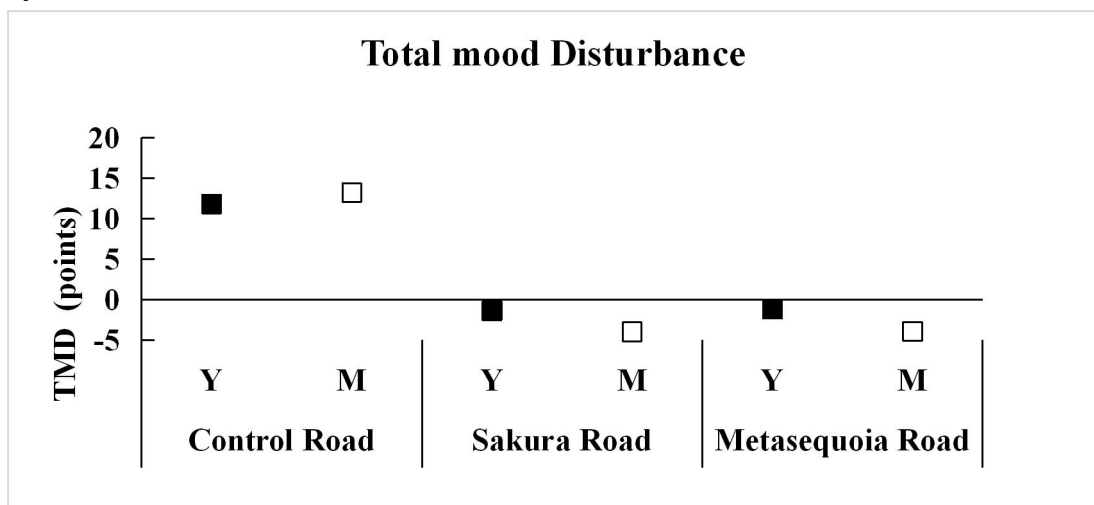


图 5 TMD 分量表

3.1.2. 基于 STAI 测量的心理学评估

在沿三类测试的道路行走后, 青年/中老年被试者 STAI 量表评分显示, 青年与中老年被试者的心理反应均存在显著差异。道路类型和行走时间均对焦虑状态评分有显著的影响。如图 6 所示, 与对照路相比 (54.85 ± 1.05) / (50.85 ± 3.23), 青年/中老年被试者分别沿樱花路 (23.01 ± 1.33) / (10.92 ± 3.53)、水杉路 (25.68 ± 2.18) / (11.88 ± 3.79) 行走后, 总体 STAI 评分减少。综合对比三条道路, 中老年人比年轻人有更显著的情绪影响, 在樱花路和水杉路行走后感到更少的焦虑情绪。

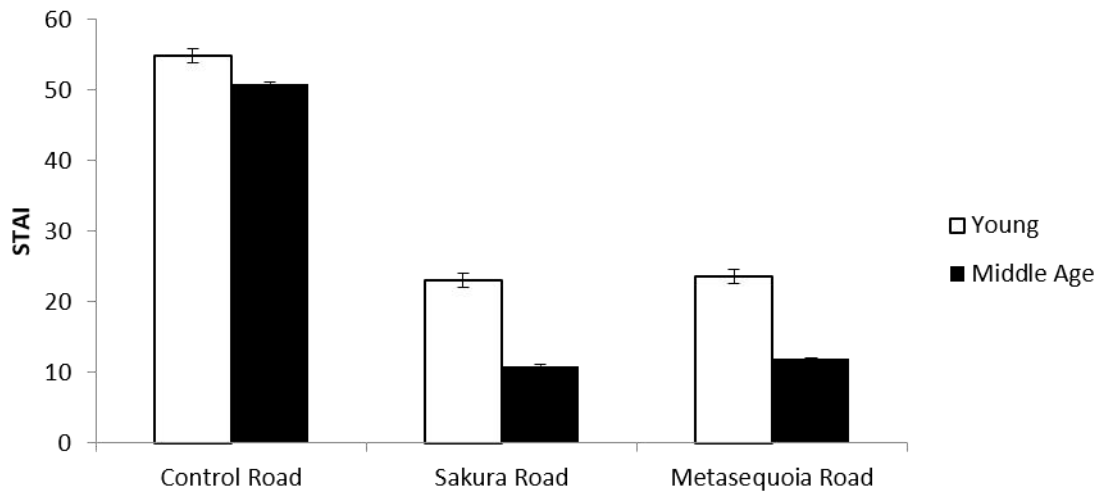


图 6 STAI 情绪量表

3.1.3. 用 ROS 和 SVS 测量的心理学评价

对于 ROS，道路类型对青年和中老年被试者恢复性结果的评分均有显著的主要影响，对比结果显示，树木环绕的城市道路呈现出不同的恢复能力，并且它们的恢复能力比对照路更高。此外，行走时间对恢复性结果也有显著的影响，对比结果显示在沿树木环绕的道路行走后，恢复感觉发生了变化。如图 7 所示，青年/中老年被试者沿不同道路行走后，与对照路相比 $(10.84 \pm 0.84) / (8.28 \pm 2.14)$ ，沿水杉环绕的道路行走后 ROS 评分较高 $(24.13 \pm 0.83) / (31.37 \pm 1.74)$ ，然后沿樱花路稍低 $(23.29 \pm 0.64) / (30.75 \pm 1.53)$ 。

关于 SVS，道路类型和行走时间对主观活力评分也有显著的影响，对比结果显示，与对照路相比，树木环绕的道路主观活力评分显著提高。如图 7 所示，青年/中老年被试者在沿实验道路行走后，与对照路相比 $(13.1 \pm 0.54) / (7.75 \pm 1.17)$ ，水杉 $(18.74 \pm 0.41) / (21.33 \pm 1.14a)$ 和樱花 $(18.83 \pm 0.28) / (21.73 \pm 0.83)$ 所环绕的道路行走后主观活力 SVS 评价的评分更高，感觉到活力增加。

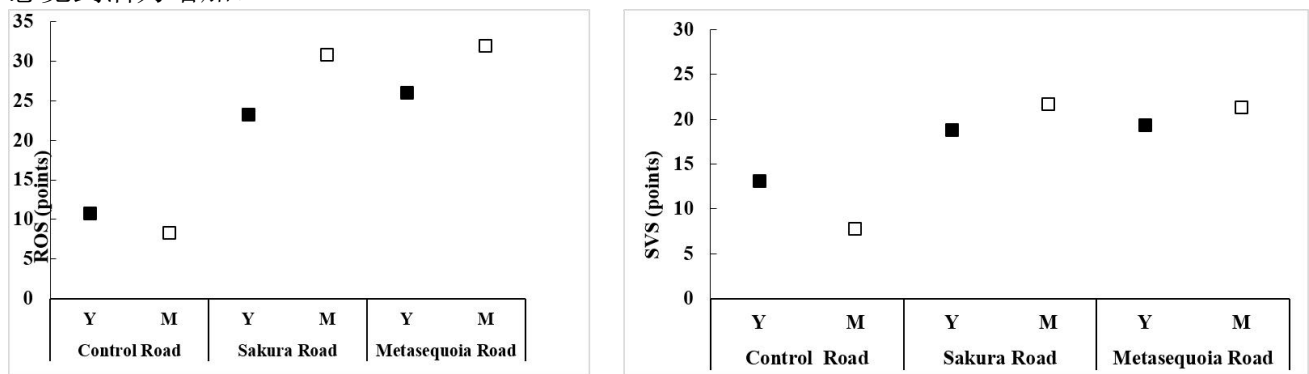


图 7 ROS 和 SVS 量表对比图

3.1.4. 相互作用项

对于 POMS, STAI, ROS, SVS 问卷，地点、年龄、行走时间是显著的相互作用项 ($p \leq .001$)。在实验期间，道路类型与年龄测度之间的显著相互作用表明，被试者在行走后感到不同程度的积极和消极情绪，即焦虑，恢复和活力，这取决于道路类型和行走时间。这说明与对照路相比，被试者在沿水杉路，樱花路短时行走 15 分钟之后感受到更高水平的积极情绪，更少的焦虑和活力，以及更多的恢复。另一方面，青年和中老年被试者之间的相互作用并不显著。两个年龄段的反应之间无显著差异，与年轻被试者相比，中老年被试者在被树木环绕的道路上行走后，表现出更多的积极情绪(精神疲劳恢复、主观活力增加等)。相反，更多的负面情绪在他们沿对

照路行走后获得更高或更低的值。

3.2. 物理变量测量及 PET 热舒适度分析

在实验期间测量物理环境变量。如表 1 所示，对照路、樱花路和水杉路的平均气温分别为 31.79、31.18 和 28.09℃。对照路的最高温度为 33.65℃，最低温度为 29.16℃。同时，樱花路的最高温度为 33.54℃，最低温度为 28.93℃。对于水杉路，最高温度为 29.37℃，最低温度为 26.46℃。对照路，樱花路和水杉路的相对湿度平均值分别为 43.16%，47.01% 和 52.85%。水杉路的最高相对湿度为 63.86%，而对照路的相对湿度最低为 34.21%。对于风速平均值，对照路，樱花路和水杉路的平均值分别为 2.39, 0.84 和 0.40 km/h。在对照路上，最高风速为 3.18 km/h，而在水杉路上最低风速为 0.18 km/h。最后，对于地面温度，观察到对照路，樱花路和水杉路的平均地面温度分别为 42.27℃，35.44℃ 和 29.32℃。此外，对照路的最高温度为 48.13℃，而水杉路的最低温度为 27.82℃。

表 1 测试点日综合空温度，湿度，风速和地面温度差异的比较表

Microclimate 微气候 道路类型 Road	Temperature (°C)气温			Relative humidity (%)相对湿度			Wind speed (Km/h)风速			Ground temperature (°C)地面温度		
	Low	Average	high	Low	Average	high	Low	Average	high	Low	Average	high
Control 对照路	29.16	31.79	33.65	34.28	43.16	55.47	1.83	2.39	3.18	33.58	42.27	48.13
Sakura 樱花路	28.93	31.18	33.54	38.16	47.01	58.85	0.67	0.84	1.40	31.37	35.44	40.97
Metasequoia 水杉路	26.46	28.09	29.37	44.26	52.85	63.86	0.18	0.40	0.58	27.82	29.32	30.58

对比各遮阴空间平均热舒适度及各测点热舒适度日变化图（图 8），不同道路类型对应的 PET 值之间存在的显著差异。依据热舒适度 PET 的 8 个等级来看，与无遮荫的对照路相比，可发现全遮荫和半遮荫的行道树冠层对人的热舒适度调节效果非常显著，无遮荫空间的所有测点全天几乎都处于热和炎热的状态，只有在 17:00 以后才回归温暖-舒适水平；半遮荫空间在 11:00-16:00 表现温暖较热，特别是 13:00-14:00 达到最高炎热，但相比无遮荫的最高值温度仍低于 10℃左右；全遮荫空间 PET 值全天基本保持在微暖舒适区，在 14:00 最高值时温度仍然未达到热的程度。综合比较来看，分析结果明显反映了在白天不同道路类型对应的 PET 值之间存在的显著差异，行道树的冠层对人的热舒适度的调节效果都有明显效果，对比温度最高的 14:00~15:00 时段，水杉树对人的热舒适度调节最佳，其次是樱花树。

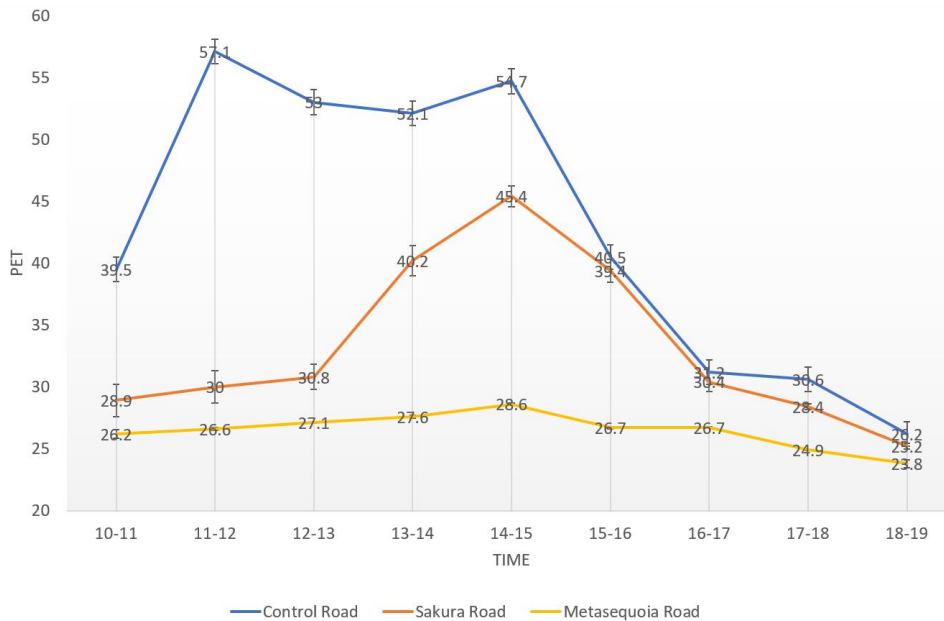


图 8 PET 热舒适度分析

4. 结论

本文重点阐述了城市行道树不同冠层对人居健康的重要性,假设沿树木环绕的城市道路短时行走将对人类的心理健康结果产生积极影响,在拥有更多和/或更高质量街道绿化的环境中,居民的压力更小。本研究根据行道树不同冠层和SVF平均值,分别选出全遮荫的水杉(SVF值0.06)、半遮荫的樱花树(SVF值为0.51)、建筑物集中的道路作为对照组的无遮荫(SVF值大于0.87)3种类型的城市行道树冠层遮荫空间,分析城市行道树不同冠层空间、树种与物理环境空气温度、地表温度、风速和相对湿度之间的关系,并拟合出其热舒适度PET值,评估了各行道树不同树冠层遮荫类型空间下的人体热舒适感受。得出如下结论:1)有行道树木环绕的城市道路各项物理参数都显著优于无遮荫的对照路。行道树冠层对小气候具有明显的降温增湿的生态调节效应,并对风速具有明显的衰减作用,且对人的热舒适度的调节具有明显效果,其中水杉树对人的热舒适度调节最佳,其次是樱花树。2)青年及中老年参与者对水杉路(全遮荫和半遮荫)的评价明显高于无遮荫的对照路,在沿树木环绕的城市道路上短时行走之后,被试者的情绪和焦虑评分显著降低,并且精力提升,同时恢复性结果和活力增强。被试者判断行道植被数量越多,则其产生的积极性影响越大。最后,本文研究提供的证据表明,沿全遮荫和半遮荫的树木环绕的城市道路短时步行被认为是一种自然疗愈策略,也是一种有助于缓解压力并为城市居民带来多种积极性情绪健康的有效工具,对于调节城市居民日益增长的心理压力,促进居民心理健康有着重要意义。

致谢

本文为国家自然科学基金重点项目“城市宜居环境风景园林小气候适应性设计理论和方法研究”(编号 51338007);国家自然科学基金面上项目“城市景观视觉空间网络感应机理与评价”(编号 51678417)的阶段性成果之一。

参考文献

[1] Matteucci, Silvia D. and Jorge Morello. 2009. "Environmental consequences of exurban expansion in an agricultural area: the case of the Argentinian Pampas ecoregion." URBAN ECOSYSTEMS 12(3):287-310.
 [2] Sluiter, J. K., H. W. Fringsdresen, T. F. Meijman and Der Beek A. J. Van. 2000. "Reactivity and

recovery from different types of work measured by catecholamines and cortisol: A systematic literature overview." *Occupational & Environmental Medicine* 57(5):298-315.

- [3] World Health Organization. Preamble to the Constitution of the World Health Organization. 1948
- [4] Shepard, O. (1961). *the heart of thoreau's Journals*. New York: dover Publications.
- [5] Corburn, J. 2004. "Confronting the challenges in reconnecting urban planning and public health." *AMERICAN JOURNAL OF PUBLIC HEALTH* 94(4):541.
- [6] Takayama, N., K. Korpela, Lee Juyoung, T. Morikawa, Y. Tsunetsugu, Park Bumjin, Qing Li, L. Tyrväinen, Y. Miyazaki and T. Kagawa. 2014. "Emotional, restorative and vitalizing effects of forest and urban environments at four sites in Japan." *International Journal of Environmental Research & Public Health* 11(7):7207.
- [7] James, P., J. E. Hart, R. F. Banay and F. Laden. 2016. "Exposure to Greenness and Mortality in a Nationwide Prospective Cohort Study of Women." *ENVIRONMENTAL HEALTH PERSPECTIVES* 124(9):1344-1352.
- [8] Bumjin, Park, Y. Tsunetsugu, T. Kasetani, T. Morikawa, T. Kagawa and Y. Miyazaki. 2015. "Physiological effects of forest recreation in a young conifer forest in Hinokage Town, Japan." *SILVA FENNICA* 43(2):291-301.
- [9] Kaplan, Stephen. 1995. "The restorative benefits of nature: Toward an integrative framework." *JOURNAL OF ENVIRONMENTAL PSYCHOLOGY* 15(3):169-182.
- [10] Takayama, N., K. Korpela, Lee Juyoung, T. Morikawa, Y. Tsunetsugu, Park Bumjin, Qing Li, L. Tyrväinen, Y. Miyazaki and T. Kagawa. 2014. "Emotional, restorative and vitalizing effects of forest and urban environments at four sites in Japan." *International Journal of Environmental Research & Public Health* 11(7):7207.
- [11] Hassan, Ahmad, Jiang Tao, Guo Li, Mingyan Jiang, Aii Liu, Zhihui Jiang, Zongfang Liu and Qibing Chen. 2018. "Effects of Walking in Bamboo Forest and City Environments on Brainwave Activity in Young Adults." *Evidence-Based Complementray and Alternative Medicine*, 2018, (2018-2-11) 2018(4647):1-9.
- [12] Shin, Won Sop, Pong Sik Yeoun, Rhi Wha Yoo and Seob Shin Chang. 2010. "Forest experience and psychological health benefits: the state of the art and future prospect in Korea." *Environmental Health & Preventive Medicine* 15(1):38-47.
- [13] Hartig, Terry, Gary W. Evans, Larry D. Jamner, Deborah S. Davis and Tommy Gärling. 2003. "Tracking restoration in natural and urban field settings." *JOURNAL OF ENVIRONMENTAL PSYCHOLOGY* 23(2):109-123.
- [14] Mackerron, George and Susana Mourato. 2013. "Happiness is greater in natural environments." *Global Environmental Change* 23(5):992-1000.
- [15] Ryan, R. M. and C. Frederick. 2010. "On energy, personality, and health: subjective vitality as a dynamic reflection of well-being." *JOURNAL OF PERSONALITY* 65(3):529-565.
- [16] Grahn, Patrik and Ulrika K. Stigsdotter. 2010. "The relation between perceived sensory dimensions of urban green space and stress restoration." *Landscape & Urban Planning* 94(3):264-275.
- [17] Song, Chorong, Harumi Ikei, Miho Igarashi, Masayuki Miwa, Michiko Takagaki and Yoshifumi Miyazaki. 2014. "Physiological and psychological responses of young males during spring-time walks in urban parks." *Journal of Physiological Anthropology* 33(8).
- [18] Brown R D. Ameliorating the effects of climate change: Modifying micro-climates through design[J]. *Landscape and Urban Planning*, 2011, 100(4): 372-374.
- [19] Alan Baber, 谢军芳, 薛晓飞. 绿色基础设施在气候变化中的作用[J]. *中国园林*, 2009, 25(2).
- [20] 刘滨谊, 梅敬, 匡纬. 上海城市居住区风景园林空间小气候要素与人群行为关系测析[J]. *中国园林*, 2016, 32(1):5-9.
- [21] 姜斌, 李良, 张恬. 论城市空间要素与大众健康的关系:以城市意象理论为研究框架[J]. 上

海城市规划, 2017(3)

- [22] 马明, 鲍勃·摩戈尔 and 蔡镇钰. 2018. "健康视角下绿色开放空间设计影响体力活动的要素研究." 风景园林 25(04):92-97.
- [23] 张俊彦 and 唐宜君. 2015. "健康的城市生态与健康的人." 景观设计学 3(01):45-53.
- [24] 赵晓龙,李国杰,高天宇.哈尔滨典型行道树夏季热舒适效应及形态特征调节机理[J].风景园林,2016(12):74-80.
- [25] 刘滨谊, 彭旭路. 悬铃木行道树夏季垂直降温效应测析[J].中国城市林业, 2018, 16(05):15-20.
- [26] 陈明玲, 靳思佳, 阚丽艳, et al. 上海城市典型林荫道夏季温湿效应[J]. 上海交通大学学报(农业科学版), 2013, 31(6).
- [27] 李天舒, 陈亮明 and 李德敏. 2006. "健康住宅园林植物景观设计初探." 辽宁林业科技 (06):33-35.
- [28] 刘滨谊, 张德顺, 张琳 and 匡纬. 2014. "上海城市开敞空间小气候适应性设计基础调查研究." 中国园林 30(12):17-22.
- [29] 祁有祥, 骆汉, 赵廷宁. 基于鱼眼镜头的林冠郁闭度简易测量方法[J].北京林业大学学报,2009,31(06):60-66
- [30] Tsunetsugu, Y., Lee, J., Park, B., Tyrväinen, L., Kagawa, T., Miyazaki, Y., 2013. Physiological and psychological effects of viewing urban forest landscapes assessed by multiple measurements. *Landsc. Urban Plan.* 113, 90-93.
- [31] Hidano, N., Fukuhara, M., Iwawaki, M., Soga, S., Spielberger, C., 2000. State-Trait Anxiety Inventory- Form JYZ. *Jitsumu-Kyoiku Syuppan, Tokyo.*
- [32] Bielinis, E., Takayama, N., Boiko, S., Omelan, A., Bielinis, L., 2018. The effect of winter forest bathing on psychological relaxation of young Polish adults. *Urban For. Urban Green.* 29, 276-283.
- [33] Takayama, N., Korpela, K., Lee, J., Morikawa, T., Tsunetsugu, Y., Park, B.-J., Li, Q., et al., 2014. Emotional, restorative and vitalizing effects of forest and urban environments at four sites in Japan. *Res. Public Health.* 11(7), 7207-7230.