

太极拳干预对老年人感觉功能的影响：基于足部皮肤感觉与本体感觉的改善效应

何沁轩¹，刘子寅²，宋祺鹏^{1*}

1 山东体育学院，运动与健康学院，济南 250102

2 北京师范大学，体育与运动学院，北京 100875

摘要：研究目的：老年人维持平衡主要依赖于本体感觉与皮肤感觉，其中本体感觉在保持关节稳定性方面起着关键作用，而步态不稳则可能与足部皮肤感觉下降有关。已有研究证实，太极拳能够通过提升老年人的皮肤敏感度和本体感觉，增强身体平衡能力，进而降低跌倒风险。然而，当感觉缺失出现时，周围神经可能已发生形态学改变。因此，太极拳练习对于存在或不存在感觉缺失的老年人，其在足部皮肤敏感度与本体感觉方面的影响可能有所不同。基于此，本研究旨在探讨太极拳干预对有无感觉缺失老年人足部皮肤感觉和本体感觉的影响差异，以期为针对不同感觉缺失情况的老年人制定跌倒预防策略提供新思路。**研究方法：**本研究使用 G*Power (Version 3.1) 软件估算样本量，设定显著性水平 α 为 0.05、统计功效为 80%，计算得出所需最小样本量为 11 例。纳入标准包括：1) 年龄 ≥ 65 岁；2) 无太极拳练习经历。排除标准为：1) 有中枢神经系统功能障碍病史；2) 存在可能显著影响步态或姿势控制的外伤或疾病；3) 伴有足底溃疡或植入心脏起搏器。所有受试者均接受为期 16 周的太极拳干预。数据分析中，连续变量的正态性通过 Shapiro-Wilk 检验进行评估。符合正态分布的指标，采用重复测量双因素方差分析 (ANOVA) 考察时间主效应及时间-组别交互效应；不符合正态分布的指标，则使用 Scheirer-Ray-Hare 检验进行分析。若发现显著交互效应，进一步采用配对样本 t 检验 (正态分布数据) 或 Wilcoxon 符号秩检验 (非正态分布数据) 分别比较两组在干预前后的差异。全部统计分析在 SAS 9.4 软件中完成，显著性水平设定为 0.05。**研究结果：**根据纳入与排除标准，本研究共招募 47 名老年人，并将其分为感觉缺失组与感觉正常组 (对照组)。感觉缺失的判定标准为无法感知 5.07 号 Semmes-Weinstein 单丝在任一足底部位施加的刺激。干预结束后，共有 36 名受试者完成实验，其中对照组 17 人，感觉缺失组 14 人。对有无感觉丧失老年人在第 0 周和第 17 周的特定部位皮肤敏感性阈值进行分析，结果显示两组在足跟部位存在显著交互效应 ($p=0.046$, $F=4.419$)。与第 0 周相比，感觉缺失组在第 17 周时足跟部位的皮肤敏感性阈值显著降低 ($p=0.034$)。此外，时间 (干预) 的主效应在大脚趾部位显著 ($p=0.027$)，感觉缺失组和

对照组在第 17 周时拇趾部位的皮肤敏感性阈值均较第 0 周降低。本研究结果与其他相关研究一致，均表明太极拳干预能够通过调节感觉运动系统的可塑性，增强足底机械感受器的感觉信息输入，从而改善周围神经病变老年人的足部皮肤敏感性。这一改善可能与多种生理机制有关，例如太极拳可促进内皮功能、外周循环及血浆一氧化氮水平，进而优化外周微循环灌注。本研究表明太极拳是一种能够有效提升老年人足部皮肤敏感性的干预手段。足跟部位交互效应的发现进一步提示，太极拳对存在感觉缺失的老年人在多部位皮肤敏感性改善方面具有积极影响。推测其机制可能与太极拳促进周围神经纤维修复有关，特别是在缓解轴突丢失和脱髓鞘等病理改变方面产生积极作用。对存在或不存在感觉缺失的老年人在第 0 周和第 17 周的本体感觉阈值进行比较分析，结果显示，两组在膝关节屈曲 ($p=0.043$, $F=4.580$)、膝关节伸展 ($p=0.027$, $F=5.529$) 和踝关节跖屈 ($p=0.037$, $F=4.860$) 方面均存在显著的交互效应。进一步分析发现，与第 0 周相比，感觉缺失组在第 17 周时的膝关节屈曲 ($p=0.004$)、膝关节伸展 ($p=0.002$) 及踝关节跖屈 ($p=0.023$) 本体感觉阈值均显著下降；而对照组仅膝关节屈曲的本体感觉阈值在干预后出现显著降低 ($p=0.029$)。从动作机制上看，太极拳多数动作需维持半蹲姿势，有助于增强膝关节周围肌群，从而提升膝关节稳定性及本体感觉。同时，踝关节作为支撑全身重量的关键关节，在太极拳步法与姿势转换过程中不断参与运动，如指尖的起落、内扣与外展等，本研究中踝关节本体感觉的改善正印证了该机制。膝关节屈曲与伸展维度上显著的交互效应表明，相较于感觉正常的老年人，太极拳对存在感觉缺失的老年群体在多个关节的本体感觉改善效果更为广泛。这可能是由于感觉缺失者在干预前本体感觉基础较差，因而具备更大的改善潜力与提升空间。**研究结论：**太极拳干预可改善有无感觉缺失的老年人的皮肤敏感度和本体感觉，太极拳干预使感觉缺失的老年人更多部位的皮肤敏感度和更多关节的本体感觉得到改善。太极拳练习时半蹲姿势能锻炼关节周围肌肉，进而改善关节稳定性和本体感觉，建议老年人尽早开始练习太极拳。

关键词：太极拳；老年人；感觉障碍

The Effect of Tai Chi Intervention on Sensory Function in the Elderly: Improvement Effect Based on Skin Sensitivity and Proprioception

Qinxuan He¹, Ziyin Liu², Qipeng Song^{1*}

1 School of Sports and Health, Shandong Sport University, Jinan 250102, China

2 School of Physical Education and Sports, Beijing Normal University, Beijing 100875, China

Abstract: Research purpose: The elderly mainly rely on proprioception and skin sensation to maintain balance. Proprioception ensures joint stability, and gait instability may link to reduced foot skin sensation. Existing studies confirm Tai Chi improves the elderly's skin sensitivity and proprioception, boosting balance and lowering fall risk. As peripheral nerves may have morphological changes when sensory loss occurs, Tai Chi's effects on foot skin sensitivity and proprioception may differ between elderly people with and without sensory loss. This study explores such differences to offer new fall-prevention ideas. **Research Methods:** G*Power 3.1 calculated a minimum sample size of 11 ($\alpha=0.05$, 80% statistical power). Inclusion criteria: aged ≥ 65 , no Tai Chi experience. Exclusion criteria: history of central nervous system dysfunction, trauma/disease affecting gait/posture, plantar ulcers or cardiac pacemakers. Both groups received 16-week Tai Chi intervention. Shapiro-Wilk test checked normality; repeated-measures two-way ANOVA (normal data) or Scheirer-Ray-Hare test (non-normal data) analyzed time effect and time-group interaction. Significant interactions led to paired t-tests or Wilcoxon tests. SAS 9.4 was used ($\alpha=0.05$). **Research Results:** 47 participants were randomly grouped (sensory loss/control). Sensory loss meant no perception of 5.07 Semmes-Weinstein monofilament on the sole. Finally, 36 completed the study (17 control, 14 sensory loss). At weeks 0 and 17, the two groups had a significant interaction at the heel ($p=0.046$, $F=4.419$), with the sensory loss group's heel sensitivity threshold lower at week 17 ($p=0.034$). Time affected the hallux ($p=0.027$), with both groups' thresholds lower. For proprioception, interactions existed in knee flexion/extension and ankle plantar flexion (all $p<0.05$). The sensory loss group's thresholds dropped in all three; the control group only in knee flexion ($p=0.029$). **Research Conclusions:** Tai Chi improves skin sensitivity and proprioception in both groups, with more improvements in the sensory loss group. Its semi-squat posture exercises joint muscles, enhancing stability and proprioception. The elderly are advised to practice Tai Chi early.

Keywords: Taijiquan; old adults; sensory loss

