

交互式口腔健康教育对青岛市280名小学生刷牙行为改善的效果评价

杨 梅*, 韩 阳, 董 宁, 赵悦含

青岛大学附属青岛市口腔医院口腔预防保健科, 山东 青岛

收稿日期: 2026年6月24日; 录用日期: 2026年7月16日; 发布日期: 2026年7月29日

摘 要

目的: 本研究旨在构建并验证一种融合日常打卡监测、游戏化教学与家校医三方联动的交互式口腔健康教育模式, 追踪评估其对小学生的实际应用效果, 并挖掘影响行为转化的核心驱动因素。方法: 本研究在青岛市市南区三所公立小学中随机抽取了280名一年级新生作为纵向追踪样本队列。通过实施包括互动打卡、多媒体科普与家校联动在内的创新教育干预, 收集了基线期(T0)与随访期(T1)的调查数据。利用潜在类别分析(LCA)对儿童的基线特征进行潜类别划分, 使用McNemar检验评估干预前后刷牙行为的差异, 并引入分类模型结合SHAP框架解析特征重要性。结果: 1) 干预效果显著: 经过干预, 儿童坚持“每天早晚刷牙”的比例由基线的13.2%极显著提升至70.4% ($p < 0.001$); 每次刷牙时长达标(>1分钟)的比例由45.0%提升至77.9%。2) 潜类别分析识别出三类异质性群体, 其中多数属于具有改善潜力的过渡转化人群。3) 预测模型揭示, 除基线刷牙习惯外, “对窝沟封闭防龋的认知”和“氟化物认知”是驱动随访期形成优良行为的最强正向预测因子。结论: 交互式教育干预模式能有效改善学龄儿童的口腔清洁依从性。研究证实, “防龋医学认知(如窝沟封闭)”的前置科普对后续行为养成具有决定性的催化作用, 为未来校园公共卫生干预提供了重要的数据支撑和新路径。

关键词

口腔健康教育, 干预效果, 刷牙行为, 潜类别分析, 儿童龋齿预防

Evaluation of the Effect of Interactive Oral Health Education on the Brushing Behavior of 280 Primary School Students in Qingdao

Mei Yang*, Yang Han, Ning Dong, Yuehan Zhao

Department of Oral Prevention and Health Care, Qingdao Stomatological Hospital Affiliated to Qingdao University, Qingdao Shandong

*通讯作者。

文章引用: 杨梅, 韩阳, 董宁, 赵悦含. 交互式口腔健康教育对青岛市 280 名小学生刷牙行为改善的效果评价[J]. 统计学与应用, 2026, 15(7): 159-165. DOI: 10.12677/sa.2026.157158

Abstract

Objective: The purpose of this study is to construct and verify an interactive oral health education model that integrates daily punch-in monitoring, game-based teaching and home-school-doctor linkage, track and evaluate its practical application effect on primary school students, and explore the core driving factors that affect behavior transformation. **Methods:** In this study, 280 freshmen were randomly selected from three public primary schools in Shinan District of Qingdao as a longitudinal follow-up sample queue. Through the implementation of innovative education intervention, including interactive punching, multimedia science popularization and home-school linkage, the survey data of baseline period (T0) and follow-up period (T1) were collected. The latent category analysis (LCA) was used to classify children's baseline characteristics, and McNemar test was used to evaluate the difference in brushing behavior before and after intervention, and the classification model combined with SHAP framework was introduced to analyze the importance of characteristics. **Results:** 1) The intervention effect was remarkable: after the intervention, the proportion of children who insisted on "brushing their teeth every morning and evening" increased significantly from 13.2% of the baseline to 70.4% ($p < 0.001$); the proportion of brushing time reaching the standard (>1 minute) increased from 45.0% to 77.9%. 2) The latent category analysis identifies three heterogeneous groups, most of which belong to the transitional transformation population with improvement potential. 3) The prediction model reveals that besides the baseline brushing habit, "cognition of pit and fissure sealing to prevent caries" and "cognition of fluoride" are the strongest positive predictors to drive the formation of excellent behavior during the follow-up period. **Conclusion:** Interactive educational intervention model can effectively improve the compliance of school-age children in oral cleaning. The research confirmed that the pre-popular science of "caries prevention medical cognition (such as pit and fissure sealing)" has a decisive catalytic effect on the subsequent behavior development, and provides important data support and new paths for future campus public health intervention.

Keywords

Oral Health Education, Intervention Effect, Brushing Behavior, Latent Category Analysis, Prevention of Dental Caries in Children

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

儿童龋病在全球范围内依然是严峻的公共卫生挑战[1]。根据第四次全国口腔健康流行病学调查数据,我国低龄儿童乳牙患龋率居高不下[2]。青岛市近期的调研同样显示,低龄儿童患龋率仍处于高位。这一现象暴露了传统校园“灌输式”口腔宣教在转化为实际家庭防护行动上的乏力[3]。

近年来,随着健康教育模式的演进,互动式教学、家校联动等理念开始向校园健康管理下沉[4]。然而,目前鲜有研究通过严谨的大样本纵向追踪来量化此类互动模式的干预成效,也缺乏运用数据分析手段来剖析具体哪些知识点或行为习惯能真正促成长期良好习惯的建立。基于此,本研究通过抽取 280 名学生的纵向数据,对创新干预模式的效果进行了深度评价。

2. 对象与方法

2.1. 研究对象

本研究在青岛市市南区三所公立小学开展。通过对具有完整双期匹配数据的纵向队列进行 50%随机无放回抽样,最终纳入 280 名一年级学生作为本次分析的验证样本。

2.2. 干预模式

在传统的宣教基础上,本课题引入了“1+3+1”创新互动教育体系:以日常打卡监测为核心,融合游戏化教学、项目式学习(PBL)与混合式传播(名医讲座与线上家庭互动),并最终通过随访数据形成评价闭环。

为提高干预的可重复性,本研究将“1+3+1”模式操作化为“1 个持续监测核心、3 类互动教育模块和 1 个评价反馈闭环”。干预自基线调查(T0)后启动,持续至随访调查(T1)前;三所学校均使用同一套课题培训材料、打卡记录表和家校沟通模板,以保证核心内容与实施流程一致。

第一,“1”指日常刷牙打卡监测。具体内容包括记录学生每日早晚刷牙完成情况、单次刷牙时长是否达到 1 min 以上、是否使用推荐刷牙方法以及家长监督情况;频率为每日打卡,班级层面每周汇总一次,课题组每月核查一次;持续时间覆盖整个干预期;实施者为学生及家长,班主任或校方健康教育负责人负责提醒和汇总,口腔预防保健科研究人员负责质量控制。

第二,“3”中的游戏化教学模块以口腔结构、菌斑形成、龋病预防、正确刷牙方法、含氟牙膏和窝沟封闭认知为核心内容,通过闯关问答、角色扮演、刷牙示范和即时反馈完成;频率为每月 1 次,每次约 30~40 min;实施者为口腔预防保健科医师或健康教育人员,班主任协助课堂组织。

第三,项目式学习(PBL)模块以“发现家庭刷牙问题-制定护牙计划-完成家庭实践-班级分享反馈”为流程,要求学生在家长协助下完成家庭口腔健康小任务;频率为每学期至少 1 个主题项目,每个项目持续 2~4 周;实施者为学校教师和课题组健康教育人员共同指导,家长负责家庭场景中的执行与反馈。

第四,混合式传播模块包括线下名医讲座、短视频或图文推送和线上家长互动答疑。线下讲座围绕龋病危害、窝沟封闭、氟化物应用及儿童刷牙监督要点开展;频率为每学期 1 次,每次约 40~60 min;线上推送每周 1 次,单次阅读或观看时间控制在 5~10 min;实施者为口腔专科医师、课题组成员及学校班级联络人。

第五,末端“1”指随访评价与反馈闭环。具体内容包括 T0 与 T1 问卷匹配、打卡完成度汇总、核心行为指标统计以及向学校和家长反馈班级层面的改进结果;频率为基线和随访各 1 次,必要时按月形成过程反馈;单次调查约 10~15 min;实施者为课题组研究人员,学校协助组织,家长和学生完成调查。

2.3. 统计与数据分析

数据清洗使用 Python 工具,对干预前后的分类变量对比采用 McNemar 成对检验。对于多维基线特征,使用 K-Means 算法进行潜在类别分析(LCA)。最后,以随访期是否养成优良刷牙习惯为目标变量训练分类预测模型,并利用 SHAP (SHapley Additive exPlanations)提取特征重要性排名。检验水准设为 $\alpha = 0.05$ 。

3. 结果

3.1. 创新干预前后的行为转化

统计结果表明,在经历互动式干预教育后,干预组的口腔健康行为出现群体性显著改善(图 1, 图 2)。

“坚持早晚两次刷牙”的儿童比例从基线的 13.2% 飞跃至 70.4% (McNemar $p < 0.001$)。“刷牙时长大于 1 分钟”的比例也由基线的 45.0% 提升至 77.9%。

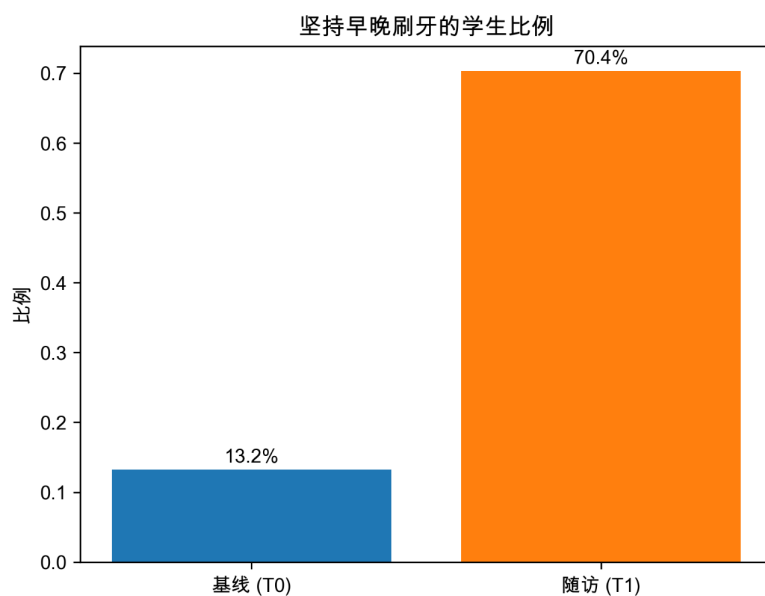


Figure 1. Comparison of proportion of students brushing their teeth every morning and evening before and after the intervention

图 1. 干预前后坚持早晚刷牙的学生比例对比

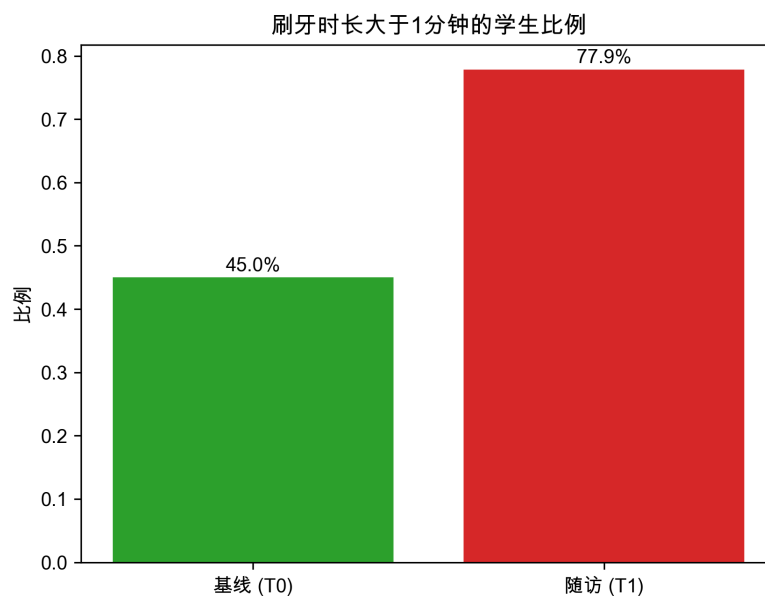


Figure 2. Comparison of proportion of students meeting the brushing-duration standard before and after the intervention

图 2. 干预前后刷牙时长达标的学生比例对比

3.2. 基线群体的潜在类别画像(LCA)

基于学生的基线行为特征，聚类揭示了三个异质性潜在群组。在 280 名样本中，最大规模的群组(221

人)代表了认知或行为存在部分缺陷的“中间转化人群”；另有 52 人表现出较稳健的基础；而剩余 7 人极少数个体则落入高风险极端行为区间(图 3)。

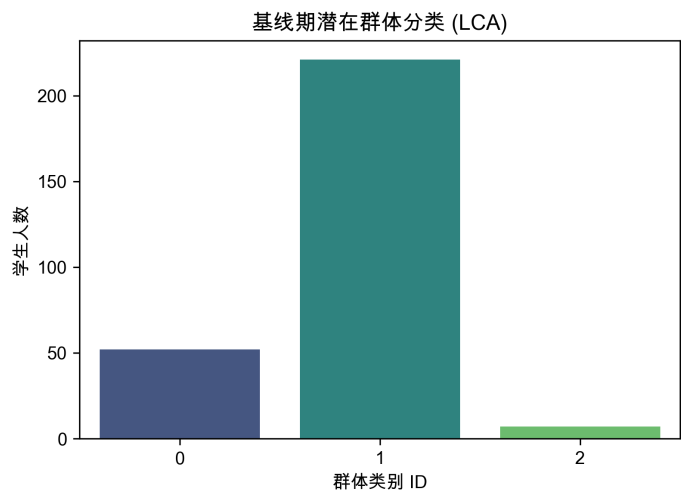


Figure 3. Distribution of baseline latent class groups
图 3. 基线期潜在群体类别分布

3.3. 驱动行为养成的核心特征挖掘

特征归因分析(图 4)显示了对随访期优良行为养成贡献最大的前 5 项特征，分别为：基线刷牙频率、基线刷牙时长、特定刷牙方法认知、氟化物认知以及对窝沟封闭的认知。

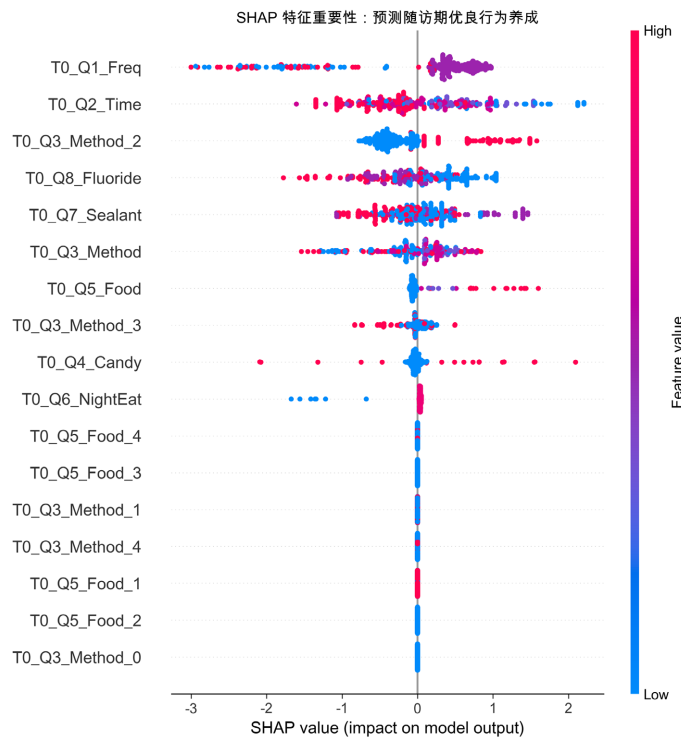


Figure 4. Feature-importance map for predicting follow-up brushing behavior
图 4. 预测随访期刷牙行为的特征重要性图谱

4. 讨论

本研究基于 280 名小学生的前后测随访观察到, 互动式口腔健康教育后, 学龄儿童口腔清洁相关行为指标明显改善。干预后, 学生坚持“早晚两次刷牙”的比例由 13.2% 提升至 70.4%。这一结果提示, 涵盖日常打卡、家庭联动与多元科普的综合闭环[5], 可能有助于缓解以往健康教育中普遍存在的“知行分离”问题, 促进健康认知向日常自我管理行为转化; 但其独立干预效应仍需在设置对照组的研究中进一步验证。

从改善幅度看, 本研究观察到的行为变化提示互动式干预可能具有较好的行为促进潜力。既往公共卫生文献显示, 单纯的“传统宣教”(如单次专家讲座、发放传单或展板宣传)虽然能短期内提高知识知晓率, 但对核心行为(如坚持每天早晚刷牙)的改善幅度往往有限[6]。然而, 本研究未设置同期接受常规宣教或未接受干预的对照组, 因此上述比较只能作为间接参照, 不能据此推断本模式相对于传统宣教具有确定的因果优势。本研究中每天刷牙两次比例的明显提高, 可能与高频打卡监督、家校医联动以及重复健康提示共同相关, 也可能受到学生自然成长、学校同期健康活动和研究参与本身带来的关注效应影响。

本研究通过潜在类别分析(LCA)进一步揭示了学生群体基线状态的异质性特征。研究发现, 绝大多数学生(221 人)属于“过渡转化人群”, 他们对口腔健康有一定认知, 但行为未能固化; 同时亦存在极少数的高风险个体。传统的健康宣教往往采取“一刀切”的授课方式, 忽视了群体的内部差异。未来的校园健康管理应借鉴这一分析结果[7], 在全面普适教育的基础上, 重点针对“中间转化人群”设计强化打卡机制, 并为“高危群体”提供更早期的临床干预介入, 从而提高教育资源的使用效率。

在对行为转化相关因素的分析中, 特征归因模型提供了有价值的探索性线索[8]。分析结果显示, 除儿童原有行为惯性外, “对窝沟封闭的认知”和“氟化物认知”这两个专业防龋知识变量[9], 在模型中对随访期优良行为具有较高特征贡献度。这提示我们, 临床宣教的重心可适当从单纯督促儿童“快去刷牙”, 拓展到通过通俗易懂的方式解释“现代医学如何预防龋齿”。当儿童及其家长理解窝沟封闭等专业原理后[10], 其健康动机可能被进一步增强, 从而表现出更高的日常依从性; 这一推断仍需后续研究验证。

尽管本研究取得了显著的短期干预成果, 但仍存在需要客观评估的局限性。首先, 本研究采用单组前后测设计, 未设置同期对照组, 无法完全排除自然成熟、学校同期健康教育活动、家长关注度提升、Hawthorne 效应以及重复测量反应偏倚等因素的影响; 因此, 观察到的行为改善可能并非全部由“1+3+1”干预本身造成, 干预效果存在被高估的可能。其次, 刷牙频率、刷牙时长及相关认知等主要结局主要来源于学生或家长报告和打卡记录, 可能受到社会期许偏倚、回忆偏倚及家长代填等影响; 同时, 本研究尚未引入菌斑指数、口腔卫生指数或菌斑染色剂检查等客观测量指标来验证实际口腔清洁效果, 也未对龋齿发生率等临床结局进行更长周期追踪。第三, 研究样本局限于青岛市市南区的三所小学, 主要覆盖城市学龄儿童, 未来仍需纳入农村及偏远地区样本以验证该模式的外部适用性[11]。未来研究应开展包含常规宣教对照组或空白对照组的随机对照试验(RCT), 通过随机分组、标准化干预流程和盲法结局评价进一步验证干预效应; 同时应结合菌斑染色剂检查、简化口腔卫生指数、刷牙技能现场评估或数字化刷牙记录等客观指标, 以更准确评估干预对真实口腔清洁行为和临床结局的影响。

5. 结论

基于日常监测反馈与多维互动的校园教育模式创新, 能在本研究样本中显著提升小学生口腔清洁行为达标率。本研究识别出“防龋医学原理科普”为行为转化的重要促进因素, 并验证了学生基线状态的异质性。这些发现为今后制定校园公共卫生防控策略、推广差异化及互动式健康教育提供了数据支持;

但其因果效应和长期临床获益仍需在包含对照组和客观测量指标的后续研究中进一步验证。

基金项目

本项目获青岛市医疗卫生重点学科建设项目资助(2025-2027)、山东省医药卫生口内科重点学科(青岛大学附属青岛市口腔医院) (项目号: 2025-2027)、山东省健康促进与教育学会科研项目支持(课题编号: JKJY2025-12)、中国牙病防治基金会科研项目支持(课题编号: COHF-KQSZH202515、COHF-KY202509)。

参考文献

- [1] Kassebaum, N.J., Smith, A.G.C., Bernabé, E., Fleming, T.D., Reynolds, A.E., Vos, T., *et al.* (2017) Global, Regional, and National Prevalence, Incidence, and Disability-Adjusted Life Years for Oral Conditions for 195 Countries, 1990-2015: A Systematic Analysis for the Global Burden of Diseases, Injuries, and Risk Factors. *Journal of Dental Research*, **96**, 380-387. <https://doi.org/10.1177/0022034517693566>
- [2] 国家卫生健康委员会. 第四次全国口腔健康流行病学调查报告[R]. 北京: 国家卫生健康委员会, 2017.
- [3] Watt, R.G., Daly, B., Allison, P., Macpherson, L.M.D., Venturelli, R., Listl, S., *et al.* (2019) Ending the Neglect of Global Oral Health: Time for Radical Action. *The Lancet*, **394**, 261-272. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(19\)31133-x](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(19)31133-x)
- [4] Patil, S., Di Blasio, M., Patil, S., *et al.* (2024) Effect of Game-Based Teaching on the Oral Health of Children: A Systematic Review of Randomised Control Trials. *Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, **48**, 26-37. <https://doi.org/10.22514/jocpd.2024.075>
- [5] Peter, J.B., Chellappa, L.R. and Maliael, M.T. (2025) Evaluating Game-Based vs Conventional Oral Health Education in Schoolchildren: A Randomized Controlled Trial Approach. *World Journal of Dentistry*, **16**, 747-751. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10015-2698>
- [6] Musekene, E., Netshapapame, T. and Goon, D.T. (2026) Knowledge, Attitudes and Oral Health Care Practices of Children in Tshwane District, South Africa. *BMC Oral Health*, **26**, Article No. 462. <https://doi.org/10.1186/s12903-026-07730-y>
- [7] Simancas-Pallares, M.A., Ginnis, J., Vann, W.F., Ferreira Zandoná, A.G., Shrestha, P., Preisser, J.S., *et al.* (2021) Children's Oral Health-Related Behaviours and Early Childhood Caries: A Latent Class Analysis. *Community Dentistry and Oral Epidemiology*, **50**, 147-155. <https://doi.org/10.1111/cdoe.12645>
- [8] Kang, Y.M., Yeo, A.N. and Lee, S.Y. (2026) Machine Learning-Based Prediction of Dental Caries Risk in Preschool Children Using Data from the Cambra-Kids Mobile Application. *Future*, **4**, Article 15. <https://doi.org/10.3390/future4020015>
- [9] Ge, X., Zhou, H., Li, X.J., Siow, L., Xie, Y., Hu, Y., *et al.* (2024) The Influence Factors on Pit and Fissure Sealing Behavior of 12-Year-Old Children: A Cross-Sectional Study in Zhejiang, China. *BMC Pediatrics*, **24**, Article No. 492. <https://doi.org/10.1186/s12887-024-04767-2>
- [10] Xu, Y.T., Xu, M.Y., Zhang, W.H., Feng, X., Zhan, J., Zhang, Y., *et al.* (2025) Risk Factors of Early Childhood Caries among Preschool Children in Shanghai, China: A Longitudinal Study. *Frontiers in Oral Health*, **6**, Article 1635569. <https://doi.org/10.3389/froh.2025.1635569>
- [11] Hosseini, M.S., Rakhshanderou, S., Safari-Moradabadi, A., Ghaffari, M. and Pakkhesal, M. (2025) Effectiveness of a School-Based Oral Health Literacy Promotion Intervention: A Randomized Controlled Trial (RCT) among Adolescents. *BMC Public Health*, **25**, Article No. 1982. <https://doi.org/10.1186/s12889-025-23124-1>