

基于智能电动牙刷数据与自我报告的个体刷牙行为差异性分析

彭琳珊¹ 张斌² 陈晰娟¹ 郝佳³ 任先越¹ 程斌¹ 陈小冰¹

¹中山大学附属口腔医院, 光华口腔医学院, 广东省口腔医学重点实验室, 广东省口腔疾病临床医学研究中心, 广州 510055; ²广州星际悦动股份有限公司, 广州 510610; ³广东外语外贸大学国际商务英语学院, 广州 510420

通信作者: 陈小冰, Email: chenxb7@mail.sysu.edu.cn

【摘要】 目的 对比研究智能电动牙刷记录的客观刷牙数据与参与者自我报告的刷牙行为, 分析两者所反映刷牙习惯的差异性及其影响因素。方法 共纳入 18 169 名 2024 年 1—12 月期间使用同款智能电动牙刷的 18 ~ 45 岁用户作为研究对象。刷牙行为数据(日均刷牙频率、单次刷牙时长)通过智能电动牙刷记录和参与者填写问卷自我报告获得, 采用 Kappa 一致性检验、卡方检验和二元 Logistic 回归等方法进行统计学分析。结果 参与者自我报告与智能牙刷记录的刷牙习惯一致的有 9 864 人(54.3%), 其余 8 305 人(45.7%)则存在不一致的情况, 差异具有统计学意义($\kappa=0.106, P<0.001$), 其中主观行为高估者占比高达 92.8%(7 711/8 305)。在自我感知存在牙周症状的研究对象中, 主观行为低估者的比例为 8.1%, 高于未发生牙周症状者(6.6%), 差异有统计学意义($\chi^2=6.332, P=0.012$)。二元 Logistic 回归分析显示, 发生牙周症状的研究对象低估自身刷牙行为的可能性是未发生牙周症状者的 1.224 倍(OR=1.224, 95% CI: 1.032 ~ 1.453, $P=0.02$)。结论 个体对自身刷牙行为的认知与实际情况存在显著偏差, 且个体的自我感知更倾向于高估自身实际刷牙行为。牙周症状的发生使个体提高对刷牙行为认知的准确性。智能电动牙刷通过客观数据反馈等机制能够帮助用户纠正认知偏差, 改善口腔健康管理状况。

【关键词】 智能电动牙刷; 刷牙行为; 自我报告; 牙周症状; 口腔健康管理

基金项目: 广东省中医药局中医药科研项目(20251073); USMILE 口腔健康研究基金(2024440111000324)

引用著录格式: 彭琳珊, 张斌, 陈晰娟, 等. 基于智能电动牙刷数据与自我报告的个体刷牙行为差异性分析[J/O]. 中华口腔医学研究杂志(电子版), 2025, 19(6): 388-392.

DOI: 10.3877/cma.j.issn.1674-1366.2025.06.006

Differential analysis of toothbrushing behavior based on smart toothbrush data and self-reports

Peng Linshan¹, Zhang Bin², Chen Xijuan¹, Hao Jia³, Ren Xianyue¹, Cheng Bin¹, Chen Xiaobing¹

¹Hospital of Stomatology, Guanghua School of Stomatology, Sun Yat-sen University, Guangdong Provincial Key Laboratory of Stomatology, Guangdong Provincial Clinical Research Center of Oral Diseases, Guangzhou 510055, China; ²Guangzhou Stars Pulse Co., Ltd., Guangzhou 510610, China; ³School of English for International Business, Guangdong University of Foreign Studies, Guangzhou 510420, China

Corresponding author: Chen Xiaobing, Email: chenxb7@mail.sysu.edu.cn

【Abstract】 Objective To compare the objective brushing data recorded by the smart electric toothbrushes with the participants' self-reported brushing behaviors, and to analyze the differences in brushing habits reflected by the two and their influencing factors. **Methods** A total of 18 169 users aged 18-45 years old who used the same smart electric toothbrushes between January and December 2024 were included as study subjects. Data on brushing behaviors (average daily brushing frequency, single brushing duration) were obtained through smart electric toothbrush recordings and participant self-reports by filling out questionnaires, and were statistically analyzed using Kappa consistency test, chi-square test, and

binary logistic regression. **Results** Among the participants, 9 864 individuals (54.3%) reported brushing habits consistent with those recorded by the smart toothbrush, while the remaining 8 305 individuals (45.7%) exhibited inconsistencies. This difference was statistically significant ($\kappa = 0.106, P < 0.001$), with 92.8% (7 711/8 305) of the inconsistent group being overestimators of their subjective behavior. Among study participants who self-reported periodontal symptoms, the proportion of those who underestimated their subjective behavior was 8.1%, higher than those without periodontal symptoms (6.6%) ($\chi^2 = 6.332, P = 0.012$). Binary logistic regression analysis showed that participants with periodontal symptoms were 1.224 times more likely to underestimate their brushing behavior than those without periodontal symptoms (OR=1.224, 95% CI:1.032~1.453, $P = 0.02$). **Conclusions** Individuals' perception of their brushing behavior deviates significantly from the actual situation, and individuals tend to overestimate their actual toothbrushing behavior. The occurrence of periodontal symptoms makes individuals improve the accuracy of their perception of brushing behavior. Smart electric toothbrushes can help users correct cognitive bias and improve oral health management through mechanisms such as objective data feedback.

【Key words】 Smart electric toothbrush; Brushing behaviors; Self-reports; Periodontal symptoms; Oral health management

Fund programs: Research Project of Traditional Chinese Medicine of the Traditional Chinese Medicine Bureau of Guangdong Province (20251073); USMILE Oral Health Research Fund (2024440111000324)

DOI:10.3877/cma.j.issn.1674-1366.2025.06.006

随着生活水平的不断提高,人们对口腔健康的重视程度日益增强,采取口腔保健行为的自主性也逐渐提高^[1-2]。然而,个体对自身保健行为的质量评估往往具有主观性,并且容易受到多种因素的影响,可能导致其与真实行为之间存在偏差,从而增加潜在的健康风险^[3-4]。缺少客观的数据指标来指导行为管理或许是认知偏差产生的原因之一。

智能化个人护理工具通过人工智能、物联网等技术手段,实时记录使用者行为,可提供真实可靠的客观数据来源。其中,智能电动牙刷已具备自动采集使用者刷牙行为数据的功能,并通过手机应用程序实现数据可视化,为使用者和医护人员提供客观的行为监测指标,有望成为口腔健康管理指导和实施过程中消除认知偏差、引导行为改变、建立良好口腔卫生习惯的有效辅助工具^[5-7]。

本研究采用问卷调查和智能电动牙刷记录的方式收集研究对象主观和客观刷牙数据,通过差异性分析探讨研究对象对刷牙习惯的自我感知准确性和倾向性,为今后利用智能设备建立数据反馈机制、引导人们获得更科学、更便捷有效的口腔保健行为指导提供研究基础。

资料与方法

一、研究对象

研究对象为2024年1—12月期间通过应用程序

授权参与线上研究,年龄在18~45岁且设备使用次数超过10次的智能电动牙刷用户,共计18 169人。本研究经中山大学附属口腔医院医学伦理委员会批准豁免知情同意(批准文号:KQEC-2024-46-01),所有数据均经脱敏处理。

二、研究方法

研究对象的刷牙行为数据由智能电动牙刷(笑容加Y20系列,广州星际悦动股份有限公司)设备传感器记录上传,包括刷牙频率、总时长、平均压力、过压及过快时长等,以下称为“客观刷牙习惯”。研究对象的口腔健康自我评估状况通过填写笑容加手机应用程序定向投递的问卷进行收集,内容包括基本情况(性别、年龄、所在城市)、不良生活习惯、不良饮食偏好、口腔护理工具使用情况、刷牙行为(日均刷牙次数、每次刷牙时长,以下称为“主观刷牙习惯”)和口腔症状汇报等。

三、变量定义与分类标准

本研究采用二分类法对变量进行定义,具体分类标准如下:

1. 主观与客观刷牙习惯:分别通过问卷问题“您每天习惯的刷牙次数?”“您每次刷牙的时长?”,以及智能电动牙刷设备所采集数据衡量,将每天刷牙次数 ≥ 2 次且每次 ≥ 2 min定义为刷牙习惯良好^[8]。

2. 自我报告的牙周症状:通过问卷问题“近3个月内,您是否觉得自己有以下口腔问题?”衡量,将

选择牙龈红肿/出血和(或)牙齿松动/咀嚼无力定义为牙周症状发生^[9-10]。

3. 饮食偏好、生活习惯及口腔护理工具使用情况:通过问卷衡量。将汇报摄入非健康食品或存在吸烟/饮酒行为(每日 ≥ 1 次或每周 ≥ 3 次)者定义为存在相应不良行为;使用口腔护理工具的定义标准为汇报使用牙线等至少1种产品。

四、统计学处理方法

分析软件使用SPSS 27.0,计数资料以频数和百分比(%)的形式表示。采用Kappa一致性检验研究自我报告与电动牙刷设备数据指示刷牙习惯的一致程度;采用卡方检验比较不同牙周健康状况下自我报告刷牙行为倾向性的差异;采用二元多因素Logistic回归分析牙周症状的发生对自我报告刷牙行为倾向性的影响。

结 果

一、研究对象特征分布情况

研究对象平均年龄24岁,男性7 397人(40.7%)、女性10 772人(59.3%)。地域来源覆盖了中国境内所有省份、自治区及直辖市。主观刷牙习惯良好的研究对象9 359人(51.5%),客观刷牙习惯良好的研究对象2 242人(12.3%)。7 152人(39.4%)汇报出现牙周症状。其余特征分布详见表1。

二、主客观刷牙习惯一致性分析

主客观刷牙习惯一致的有9 864人(54.3%),其余8 305人(45.7%)则存在不一致的情况。Kappa一致性检验表明两者之间的差异具有统计学意义($\kappa = 0.106, P < 0.001$)。分层结果显示,这种主客观刷牙习惯低一致性现象在不同性别($\kappa_{\text{男性}} = 0.098, P < 0.001$; $\kappa_{\text{女性}} = 0.108, P < 0.001$)和不同城市级别($\kappa_{\text{一线城市}} = 0.101, P = 0.008$; $\kappa_{\text{非一线城市}} = 0.109, P < 0.001$)的人群中均普遍存在(表2)。

三、牙周症状对刷牙习惯自我认知倾向性的影响

在8 305名自我认知刷牙习惯存在偏差的研究对象中,将主观刷牙习惯良好但客观数据指示不良的个体定义为“主观行为高估者”,反之则定义为“主观行为低估者”。结果显示,主观行为高估者占比高达92.8%(7 711/8 305),主观行为低估者仅占7.2%(594/8 305)。

在自我感知存在牙周症状的研究对象中,主观行为低估者的比例为8.1%,高于未发生牙周症状者(6.6%),差异有统计学意义($\chi^2 = 6.332, P = 0.012$,

表1 18 169名研究对象基本特征的描述性分析

基本特征	人数	构成比(%)
性别		
男	7 397	40.7
女	10 772	59.3
城市		
一线	6 393	35.2
非一线	11 776	64.8
不良饮食偏好		
有	16 073	88.5
无	2 096	11.5
不良生活习惯		
有	4 360	24.0
无	13 809	76.0
使用口腔护理产品		
是	10 535	58.0
否	7 634	42.0
自我报告刷牙频率		
≥ 2 次/d	12 962	71.3
< 2 次/d	5 207	28.7
自我报告单次刷牙时长		
≥ 120 s/次	12 136	66.7
< 120 s/次	6 033	33.2
主观刷牙习惯		
良好	9 359	51.5
不良	8 810	48.5
设备记录刷牙频率		
≥ 2 次/d	2 321	12.8
< 2 次/d	15 848	87.2
设备记录单次刷牙平均时长		
≥ 120 s/次	17 008	93.6
< 120 s/次	1 161	6.4
客观刷牙习惯		
良好	2 242	12.3
不良	15 927	87.7
牙周症状发生		
是	7 152	39.4
否	11 017	60.6

表3)。二元Logistic回归分析进一步表明,发生牙周症状的研究对象低估自身刷牙行为的可能性是未发生牙周症状者的1.224倍(OR = 1.224, 95% CI: 1.032 ~ 1.453, $P = 0.02$, 表4)。以上结果提示,研究对象高估自身刷牙行为的现象普遍存在,而牙周症状的发生可能与其实际刷牙行为比自我认知更为规范相关。

讨 论

本研究分析了18 ~ 45岁的智能电动牙刷使用

表2 自我报告与智能电动牙刷设备数据指示的刷牙习惯一致性分析

特征	自我报告刷牙习惯	设备记录刷牙习惯[例(%)]		总人数	κ值	P值
		良好	不良			
性别						
男	良好	505(6.8)	3 096(41.9)	7 397	0.098	<0.001
	不良	168(2.3)	3 628(49.0)			
女	良好	1 143(10.6)	4 615(42.8)	10 772	0.108	<0.001
	不良	426(4.0)	4 588(42.6)			
所在城市						
一线	良好	575(9.0)	2 739(42.8)	6 393	0.101	0.008
	不良	213(3.3)	2 866(44.8)			
非一线	良好	1 073(9.1)	4 972(42.2)	11 776	0.109	<0.001
	不良	381(3.2)	5 350(45.4)			
合计						
	良好	1 648(9.1)	7 711(42.4)	18 169	0.106	<0.001
	不良	594(3.3)	8 216(45.2)			

表3 牙周症状的发生对主观刷牙行为评估倾向的影响

牙周症状	人数	自我报告较设备记录[例(%)]		χ ² 值	P值
		主观行为高估者	主观行为低估者		
发生	2 987	2 745(91.9)	242(8.1)	6.332	0.012
未发生	5 318	4 966(93.4)	352(6.6)		
总计	8 305	7 711(92.8)	594(7.2)		

表4 牙周症状的发生对主观刷牙行为评估倾向的多因素 Logistic 回归

变量	参照组	P值	OR值	95% CI
牙周症状发生	否	0.020	1.224	1.032 ~ 1.453
性别	男	<0.001	1.628	1.337 ~ 1.982
居住城市	非一线	0.721	1.032	0.867 ~ 1.230
不良生活习惯	无	0.091	0.818	0.648 ~ 1.032
不良饮食偏好	无	0.040	1.342	1.013 ~ 1.778
使用口腔护理产品	是	0.013	1.243	1.047 ~ 1.475
常量		<0.001	0.038	

注:以自我报告的倾向性为因变量(0=主观行为高估者,1=主观行为低估者),以是否发生牙周症状为自变量,并调整性别、居住城市、不良生活习惯、不良饮食偏好和口腔护理产品使用情况。模型系数的Omnibus检验(似然比检验): $\chi^2=52.584, P<0.001$; Hosmer-Lemeshow检验(拟合优度): $\chi^2=3.163, P=0.924$ 。

者自我报告刷牙行为与实际刷牙行为的差异及其影响因素,并探究了不同的刷牙习惯与牙周症状发生的关系,为改善口腔保健行为中认知偏差的干预策略提供了理论基础。

首先,数据表明研究对象对刷牙习惯的自我感知与智能电动牙刷设备采集的客观数据之间存在显著差异,且很大一部分参与者自我报告的刷牙行为优于实际客观指标,这或许提示个体对自身口腔保健行为的评估可能存在过度乐观的倾向。

人们往往倾向于高估自己的积极行为或能力,同时低估负面结果的可能性^[11-12]。有研究发现,这种过度自信使得疾病危机意识降低,从而削弱其对健康行动的指导力^[13]。这或许导致了在口腔保健行为中,个体对自己的刷牙行为缺乏准确的认知,认为自己的刷牙习惯优于实际表现,但实际上则不然。与此同时,刷牙作为一种日常习惯性行为,长期的重复使其自动化程度增加,个体对行为的意识和控制减少,这可能引发个体对于细节的忽视,进而高估自己的行为质量^[14]。针对此类口腔保健行为认知偏差现象,智能电动牙刷设备的引入或许是一种有效的干预方法。其通过可视化手段(如数据图表、评分系统等)将抽象的刷牙行为转化为直观的量化指标,显著增强了用户的自我监控能力,有助于减少个体对自身刷牙行为的过度乐观倾向或记忆偏差。

随后通过数据分析发现,自述发生牙周症状的研究对象低估自身刷牙行为的可能性高于未发生牙周症状者。这提示了对牙周症状的感知使实际刷牙行为比自我报告的更规范。

健康信念模型(health belief model, HBM)由美国社会心理学家 Hochbaum^[15]于20世纪50年代提出,是一种用于解释和预测健康行为的心理社会模型。该模型认为感知易感性是改变个体健康行为的关键要素之一,即当个体感知到健康威胁时,会采取行动来减少风险^[15-18]。已有研究发现,感知口腔疾病的易感性能够显著影响孕妇的口腔卫生保健行为,是其行为改变的重要驱动因素^[19]。类似地, Xiang等^[20]的研究发现,个体对口腔问题的觉察

会促使其更主动地采取规范刷牙和使用牙线等口腔护理措施。本研究中牙周症状的发生则使个体感知到较高的牙周病风险,从而产生比自我认知更标准的刷牙行为。

本研究存在一定的局限性。首先,研究对象仅为特定产品的使用者,结论的普适性可能受到限制;其次,牙周症状发生情况的数据来源于研究对象自行填写的问卷,可能存在信息偏倚,未来仍需要进一步的临床验证。尽管如此,本研究初步探讨了个体自我评估的刷牙习惯与实际客观数据之间的差异,并分析了牙周症状对个体主观感知刷牙习惯的倾向性的影响,揭示了智能设备通过数据可视化等手段纠正口腔保健认知偏差的潜在优势。

利益冲突 本研究获得广州星际悦动股份有限公司的经费支持,所使用的刷牙行为数据由该公司通过笑容加Y20系列设备采集并提供;品牌方对研究设计提供了建议,但未参与数据解读、干预最终结论;作者声明与该公司不存在经济利益或影响研究客观性的关联;除上述合作关系外,所有作者均声明不存在利益冲突

作者贡献声明 彭琳珊:数据统计分析、文章撰写;张斌:技术支持、数据采集整理;陈晰娟:文献调研、问卷设计;郝佳:文献调研、思路指导;任先越:思路指导、写作指导;程斌:研究指导、项目管理;陈小冰:方法设计、论文审阅

参 考 文 献

- [1] 王兴.第四次全国口腔健康流行病学调查报告[M].北京:人民卫生出版社,2018.
- [2] Naidu RS, Nunn JH. Oral health knowledge, attitudes and behaviour of parents and caregivers of preschool children: Implications for oral health promotion [J]. *Oral Health Prev Dent*, 2020, 18(2):245-252. DOI:10.3290/j.ohpd.a43357.
- [3] Korman M, Zarina D, Tkachev V, et al. Estimation bias and agreement limits between two common self-report methods of habitual sleep duration in epidemiological surveys [J]. *Sci Rep*, 2024, 14(1):3420. DOI:10.1038/s41598-024-53174-1.
- [4] Armbruster-Genç DJN, Rammensee RA, Jungmann SM, et al. The ambiguous cue task: Measurement reliability of an experimental paradigm for the assessment of interpretation bias and associations with mental health [J]. *Behav Res Methods*, 2024, 56(7):7774-7789. DOI:10.3758/s13428-024-02451-y.
- [5] 郑雅心,龙雨吟,张俊杰,等.交互式电动牙刷对正畸青少年菌斑控制的评价[J].*口腔医学研究*, 2023, 39(9):838-841. DOI:10.13701/j.cnki.kqxyj.2023.09.014.
- [6] Scheerman JFM, van Meijel B, van Empelen P, et al. The effect of using a mobile application (“WhiteTeeth”) on improving oral hygiene: A randomized controlled trial [J]. *Int J Dent Hyg*, 2020, 18(1):73-83. DOI:10.1111/idh.12415.
- [7] White JS, Ramos-Gomez F, Liu JX, et al. Monetary incentives for improving smartphone-measured oral hygiene behaviors in young children: A randomized pilot trial [J]. *PLoS One*, 2020, 15(7):e0236692. DOI:10.1371/journal.pone.0236692.
- [8] American Dental Association. Brushing your teeth [EB/OL]. <https://www.mouthhealthy.org/all-topics-a-z/brushing-your-teeth>.
- [9] 冯希平.口腔预防医学[M].7版.北京:人民卫生出版社,2020:97.
- [10] 孟焕新.牙周病学[M].5版.北京:人民卫生出版社,2020:96-109.
- [11] Dunning D, Heath C, Suls JM. Flawed self-assessment: Implications for health, education, and the workplace [J]. *Psychol Sci Public Interest*, 2004, 5(3):69-106. DOI:10.1111/j.1529-1006.2004.00018.
- [12] Zhang H, Yun LZ, Luo S. Effects of hazards and sensation-seeking on intermediate swimming college students' hazard perceptions [J]. *Brain Behav*, 2023, 13(12):e3338. DOI:10.1002/brb3.3338.
- [13] 田怀谷.老年人自感健康、过度自信与生命质量的关系研究[J].*中国全科医学*, 2016, 19(25):3103-3107. DOI:10.3969/j.issn.1007-9572.2016.25.022.
- [14] Lally P, van Jaarsveld CH, Potts H, et al. How are habits formed: Modelling habit formation in the real world [J]. *Eur J Soc Psychol*, 2009, 40(6):998-1009. DOI:10.1002/ejsp.674.
- [15] Hochbaum GM. Public participation in medical screening programs: A socio-psychological study [M]. Washington DC: U.S. Government Printing Office, 1958.
- [16] Glanz K, Rimer BK, Viswanath K. Health behavior: Theory, research, and practice [M]. New York: John Wiley & Sons, 2015.
- [17] Chen H, Li X, Gao J, et al. Health belief model perspective on the control of COVID-19 vaccine hesitancy and the promotion of vaccination in China: Web-based cross-sectional study [J]. *J Med Internet Res*, 2021, 23(9):e29329. DOI:10.2196/29329.
- [18] Glick AA, Winham DM, Heer MM, et al. Health belief model predicts likelihood of eating nutrient-rich foods among U.S. adults [J]. *Nutrients*, 2024, 16(14):2335. DOI:10.3390/nu16142335.
- [19] 张志媛,郑丹萍,王茜,等.基于健康信念模型的北京市某三甲甲等医院孕妇口腔卫生保健行为及影响因素的分析[J].*中华预防医学杂志*, 2024, 58(3):331-336. DOI:10.3760/cma.j.cn112150-20231024-00288.
- [20] Xiang B, Wong HM, Cao W, et al. Development and validation of the oral health behavior questionnaire for adolescents based on the health belief model (OHBQAHBM) [J]. *BMC Public Health*, 2020, 20(1):701. DOI:10.1186/s12889-020-08851-x.

(收稿日期:2025-04-01)

(本文编辑:王嫚)