

哈尔滨市儿童口腔健康综合干预项目 预防第一恒磨牙龋病的经济学评价研究

王 研^①, 李抒彧^②, 刘冰洁^①, 鞠培艳^①, 郭武德^①, 刘国祥^①, 张 歆^①

摘要 目的: 对哈尔滨市适龄在校儿童口腔健康综合干预项目预防第一恒磨牙龋病的经济性进行评价, 为进一步扩大项目覆盖范围提供经济学证据。方法: 基于哈尔滨市适龄在校儿童口腔健康综合干预项目资料, 建立Markov模型。结果: 封闭组和空白组发生龋齿数量分别为29 909颗牙和83 533颗牙, 患龋率分别为8.92%和24.92%; 封闭组的患龋率降低了16.00%; 封闭组相对于空白组而言, ICER和ICUR分别为-33.69元/避免一颗龋齿发生和-36.88元/QATY, 成本-效果和成本-效用分析均显示封闭组为绝对优势策略。敏感性分析显示模型稳定性较好。结论: 对适龄儿童的第一恒磨牙进行窝沟封闭预防龋齿具有极佳的经济性, 建议进一步扩大项目的覆盖范围。

关键词 儿童口腔健康综合干预; 窝沟封闭; Markov模型; 卫生经济学评价; 哈尔滨

中图分类号 R1-9; R19-0 **文献标志码** A **文章编号** 1003-0743(2023)07-0013-04

An Economic Evaluation on Harbin Integrated Children's Oral Health Intervention Program for the Prevention of Dental Caries in First Permanent Molars/Wang Yan, Li Shuyu, Liu Bingjie, et al./Chinese Health Economics, 2023,42(7): 13-16

Abstract Objective: To evaluate the economic effectiveness of the Harbin school-age Integrated Oral Health Intervention Program for the prevention of dental caries in first permanent molars, and to provide economic evidence for further expansion of the program coverage. **Methods:** A Markov model was established based on the data from the comprehensive oral health intervention program for school-age children in Harbin. **Results:** The number of dental caries was 29 909 in the sealing group and 83 533 in the blank group, and the caries prevalence were 8.92% and 24.92%, respectively, and the caries prevalence was reduced by 16.00% in the sealing group. Compared with the blank group, the ICER and ICUR of the sealing group were -33.69 yuan/a caries avoided and -36.88 yuan/QATY, respectively. The cost-effectiveness and cost-utility analysis showed that the sealing group was an absolute superior strategy. Sensitivity analysis showed that the model was stable. **Conclusion:** Vulcanization of the first permanent molars of school-age children for the prevention of dental caries is extremely economical and further expansion of the programme is recommended.

Keywords children oral health intervention; pit and fissure sealant; Markov model; health economics evaluation; Harbin

Frist-author's address Department of Health Economics, School of Health Management, Harbin Medical University, Harbin, 150081, China

Corresponding author Zhang Xin, E-mail: zhangxinzhx0801@126.com

随着口腔疾病的预防和临床干预措施的增多, 在资源有限的条件下, 儿童口腔健康干预项目的健康价值和经济价值以及是否应进一步扩大干预范围仍然是一个值得探讨的问题。本研究基于Markov模型对哈尔滨市开展的适龄在校儿童口腔健康综合干预项目预防第一恒磨牙龋病的经济性进行评价, 研究拟对窝沟封闭的成本、效果和效用开展经济学评价, 以明确对适龄儿童进行窝沟封闭的经济性。

1 资料与方法

1.1 资料来源

哈尔滨市儿童口腔疾病综合干预项目于2015年在哈尔滨市8个区展开, 该项目在国家儿童口腔健康综合

干预项目的基础上扩大了人群覆盖范围, 其主要内容是为适龄在校儿童的第一恒磨牙实施窝沟封闭为主, 同时开展儿童口腔健康检查及学校口腔健康教育。2015—2020年全市窝沟封闭覆盖约为15万适龄在校儿童, 共窝沟封闭335 172颗牙齿。

1.2 模型建立

运用TreeAge Pro 2019构建Markov模型, 以2015—2020年窝沟封闭完成牙齿数为封闭组, 空白组假设不进行窝沟封闭, 模拟335 172颗牙齿实施窝沟封闭与不实施窝沟封闭6年后的效果。模型状态通过文献研究与专家咨询获得, 假设一旦发生龋齿就进行光固化树脂充填治疗。详见图1。

1.3 模型参数及来源

自然齿和封闭齿龋坏并进行充填修复^[9-11]以及充填修复后再次进行充填修复的概率^[9-11]均来源于meta分析。重新封闭的概率和封闭成本来源于口腔健康综合干预项目, 封闭和再次封闭牙齿的成本均为40元/颗, 其中包括材料费、督导检查费和健康教育费。光固化

① 哈尔滨医科大学卫生管理学院卫生经济学教研室

哈尔滨 150081

② 哈尔滨医科大学附属肿瘤医院纪委办公室 哈尔滨 150081

作者简介: 王研(1999—), 女, 硕士学位; 研究方向: 卫生经济学; E-mail: 1377616178@qq.com。

通信作者: 张歆, E-mail: zhangxinzhx0801@126.com。

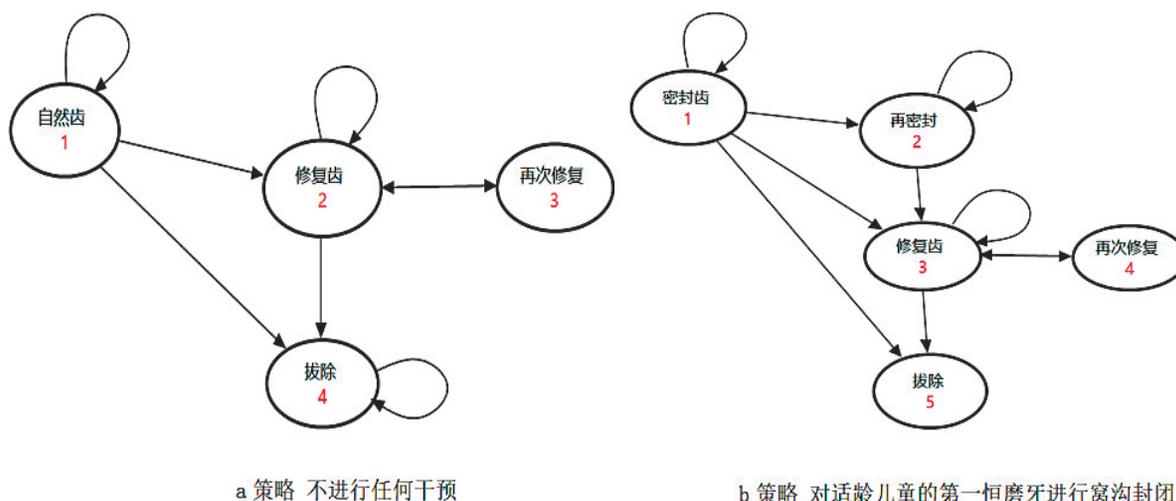


图1 第一恒磨牙窝沟封闭经济学评价 Markov 模型状态

复合树脂充填修复龋齿和第一恒磨牙拔出的成本均来源于该市二级医院。详见表1。

1.4 评价指标

效果指标采用干预策略后发生的龋齿数量进行衡量，发生龋齿的数量越少，表示干预效果越好。以空白组的成本和效果为基线，计算封闭组相比空白组的增量成本效果比 (incremental cost-effectiveness ratio, ICER)；效用指标采用质量调整牙齿年 (quality-adjusted tooth years, QATY)，计算增量成本效用比 (incremental cost-utility ratio, ICUR)。本研究采用3%作为成本贴现率，以每颗牙光固化复合树脂充填修复的价格作为经济学评价的阈值。

1.5 敏感性分析

采用单因素和概率敏感性分析评估模型参数中的不确定性。封闭齿龋齿发病率、自然齿龋齿发病率和再次充填修复率的变动范围采用 meta 分析结果的 95% 置信区间；重新进行窝沟封闭的概率在±13% 范围内变化^[14]；成本均在±20% 范围内变化。概率敏感性分析，假设成本服从 Gamma 分布，概率服从 Beta 分布。利用 Monte Carlo 模拟法拟合模型参数的随机变动，假定模拟 1 000 次，绘制成本-效用可接受曲线。

2 结果

2.1 成本-效果分析

6 个周期后，空白组和封闭组总成本分别约为

表1 Markov 模型参数及来源

变量名	含义	参数	参数来源
转移概率			
filled	发生龋齿后进行充填修复	0.046 8	对文献[1-8]进行的meta分析
refilled	充填修复后再次进行充填修复	0.046 9	对文献[9-11]进行的meta分析
filled_extraction	因龋齿导致缺失	0.001 0	文献研究与专家咨询 ^[12]
sealant_filled	封闭齿发生龋齿后进行充填修复	0.015 5	对文献[1-8]进行的meta分析
extraction	其他原因导致的牙齿缺失	0.000 1	文献研究与专家咨询 ^[12]
resealant	重新封闭	0.079 0	项目数据
成本(元)			
cost_sealant	封闭的成本	40	项目数据
cost_resealant	再次封闭的成本	40	项目数据
cost_filled	充填修复的成本	350	现场调查
cost_refilled	再次充填的成本	350	现场调查
cost_extraction	拔牙的成本	315	现场调查
健康效用值			
extraction	拔牙的效用值	0.00	
utility_filled	充填修复后的效用值	0.81	文献研究 ^[13]
utility_sealant	封闭齿的效用值	1.00	
sound	自然齿的效用值	1.00	

3 277万元和3 096万元，发生的龋齿数量分别为83 533颗牙和29 909颗牙，患龋率分别为24.92%和8.92%；封闭组相对于空白组而言，增量成本约为-181万元，避免了53 624颗牙齿发生龋病，ICER为-33.69，封闭组为绝对优势策略。详见表2。

2.2 成本-效用分析

6个周期后，空白组和封闭组平均每颗牙齿的累积成本分别为97.76元和92.37元，累积效用分别为5.80 QATY和5.95 QATY；封闭组相对于空白组而言，增量成本为-5.39元，增量效用为0.15 QATY，ICUR为-36.88元/QATY，封闭组为绝对优势策略。详见表3。

2.3 敏感性分析

单因素敏感性分析发现对结果影响较大的参数为：封闭齿的龋齿发病率，未干预自然齿的龋齿发病率、再次充填修复率和充填修复价格。详见图2。

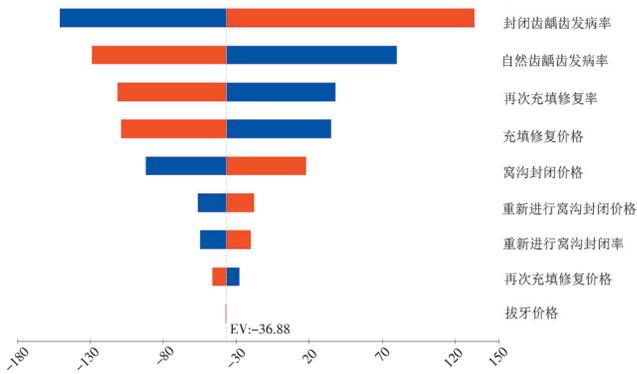


图2 单因素敏感性分析飓风图

对以上参数进行调整，发现当封闭齿的龋齿发病率为0.006 7、未干预自然齿的龋齿发病率为0.056 8、再次充填修复率为0.081 0和充填修复价格上升20%时，ICUR为负值，封闭组为绝对优势策略。当封闭齿的龋齿发病率为0.024 6、未干预自然齿的龋齿发病率为0.039 1、再次充填修复率为0.014和充填修复价格下降20%时，ICUR为正值且均小于本文设定的阈值（350元/QATY），封闭组具有较好的经济性。详见表4。

利用Monte Carlo模拟，对构建的Markov模型进行概率敏感性分析，得到成本-效用可接受曲线。由图3可知，封闭组具有成本-效用的概率始终高于空白组，模型模拟结果稳定。

表2 干预项目成本-效果分析结果

组别	总成本(元)	增量成本(元)	效果(颗牙)	增量效果(颗牙)	ICER(元/避免一颗龋齿发生)
空白组	32 766 414.72		83 533		
封闭组	30 959 837.64	-1 806 577.08	29 909	53 624	-33.69

表3 干预项目成本-效用分析结果

组别	成本(元)	增量成本(元)	效用(QATY)	增量效用(QATY)	ICUR(元/QATY)
空白组	97.76		5.80		
封闭组	92.37	-5.39	5.95	0.15	-36.88

3 讨论

本研究基于卫生系统视角对哈尔滨市适龄在校儿童口腔疾病综合干预项目进行经济学评价，通过构建Markov模型对项目覆盖的适龄在校儿童第一恒磨牙进行窝沟封闭与不进行干预两种策略进行分析。结果发现进行窝沟封闭具有良好的经济性，单因素和概率敏感性分析均显示研究结果稳定。

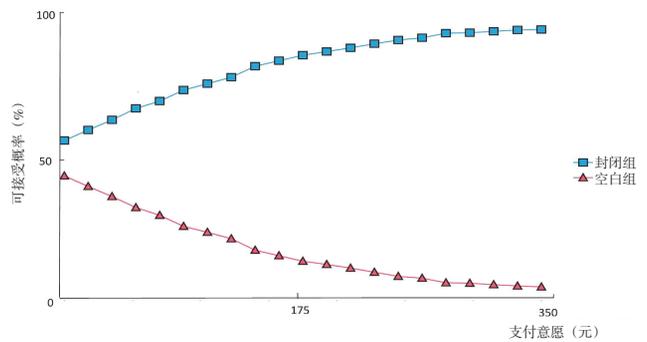


图3 成本-效用可接受曲线

目前，国内许多地区已经开展了对儿童口腔干预项目的经济性评价，如安徽省学龄儿童口腔疾病综合干预项目的经济学评价研究显示每避免一颗龋齿发生需花费89.57元^[15]；深圳市对参与六龄牙免费窝沟封闭项目的适龄儿童进行两年随访，结果显示2016年避免一颗第一恒磨牙患龋需花费849.79元，2017年需花费740.74元^[16]。日本一项窝沟封闭和使用含氟漱口水学校综合项目的经济学评价分别分析了8岁和11岁儿童参与窝沟封闭2年和5年、使用含氟漱口水4年和7年的联合项目，结果显示避免1名8岁儿童患龋每年需花费493日元，避免1名11岁儿童患龋每年需花费202日元^[17]。但既往研究多采用队列研究或随机对照试验，较少通过模型进行分析。龋病属于慢性疾病，发生发展缓慢，预防措施产生效果需要经过一段时间才能观察到，时间越长，越能体现窝沟封闭项目的经济性。与安徽省和深圳市的结果相比，本研究设定了较长的研究周期，因此可以观察到较为显著的防龋效果，并且在进行成本-效果分析时同时考虑了龋齿的治疗成本，这可能是导致本研究结果较小的原因。

此外，目前的研究通常应用成本-效果或成本-效

表4 干预项目敏感性分析结果

敏感性分析分组	参数	增量成本 (元)	增量效用 (QATY)	ICUR (元/QATY)
基础值		-5.39	0.15	-36.88
封闭齿龋齿发病率95%置信区间下限	0.006 7	-26.44	0.18	-150.83
封闭齿龋齿发病率95%置信区间上限	0.024 6	15.56	0.12	133.40
未干预自然齿的龋齿发病率95%置信区间下限	0.039 1	9.28	0.12	80.11
未干预自然齿的龋齿发病率95%置信区间上限	0.056 8	-23.68	0.18	-128.60
再次充填修复率95%置信区间下限	0.014 0	5.56	0.15	38.08
再次充填修复率95%置信区间上限	0.081 0	-16.27	0.15	-111.39
充填修复价格下降20%	280.000 0	5.11	0.15	35.01
充填修复价格上升20%	420.000 0	-15.89	0.15	-108.78

益分析, 缺少成本-效用分析。本研究对哈尔滨市儿童口腔干预项目进行了成本-效用分析, 以Fyffe等^[13]提出QATY作为效用指标。QATY根据牙齿的质量调整每颗牙齿的寿命, 即牙龄, 其取值范围在0~1之间, 一颗牙齿在健康时测量的QATY为1; 修复后的、冠状的或根管治疗过的牙齿, 在它被修复的那一年以及之后, 它的QATY都将小于1; 拔除牙齿的QATY在当年及以后均为0。目前国际上已有研究基于QATY开展儿童口腔干预项目的成本-效用分析。智利基于学校的第一恒磨牙密封剂项目研究结果显示与不进行窝沟封闭相比, 封闭组的ICUR为6.48美元/QATY^[12]。与上述研究相比, 本研究得出的ICUR较小, 原因在于模型选用了充填修复价格相对较高的光固化复合树脂材料, 在单因素敏感性分析中也显示充填修复价格是影响结果的重要因素之一。

本研究仍存在一定的局限性。首先, 研究假定一旦发生龋齿就要进行光固化树脂充填治疗, 在实际情况中, 龋齿的治疗十分复杂, 可能会产生更高的成本。其次, 假设经济学评价的阈值为充填修复1颗牙的价格, 未能充分反映支付者的真实支付意愿。最后, 牙齿健康效用值引用了国际上的数值, 目前仍缺乏基于我国人群的牙齿健康效用值。综上所述, 对适龄儿童第一恒磨牙进行窝沟封闭具有经济性, 是值得进一步扩大干预范围的公共卫生项目。

致谢: 感谢哈尔滨市口腔医院史宝林教授及其团队对本研究的大力支持。

参 考 文 献

[1] 熊莉华, 郭重山, 刘伟, 等. 广州市适龄儿童第一恒磨牙窝沟封闭防龋效果分析[J]. 中国公共卫生, 2017(4): 626-630.

[2] 吉雅丽, 王志刚, 何健, 等. 河南省儿童第一恒磨牙窝沟封闭3年效果评价[J]. 中国学校卫生, 2020,41(8): 1131-1133.

[3] 简继忠, 周灿祿. 光固化窝沟封闭术在儿童第一磨牙防龋中的效果[J]. 广东医学, 2004,25(12):1435-1436.

[4] 邓梅. 窝沟封闭预防龋齿的临床效果观察[J]. 哈尔滨医药,

2009,29(2):12-13.

[5] 张月云, 张雷, 单辉. 窝沟封闭剂临床疗效观察[J]. 上海口腔医学, 2003(4):297-299.

[6] 王宗生, 姜金玲, 慈倩倩, 等. 窝沟封闭术预防窝沟龋齿102例的临床疗效分析[J]. 医学信息, 2014(33):259.

[7] 李艺芳, 兰海松, 陈琼, 等. 窝沟封闭预防龋病的临床疗效观察[J]. 中国实用医药, 2009(6):37-38.

[8] LIU W, XIONG L, LI J, et al. The anticaries effects of pit and fissure sealant in the first permanent molars of school-age children from Guangzhou: a population-based cohort study[J]. BMC oral health, 2019,19(1):156.

[9] 王鹤潼. 玻璃离子与复合树脂在儿童龋齿充填中的临床应用效果对比[J]. 心理月刊, 2020(10):65-66.

[10] 杨璐. 玻璃离子与复合树脂在儿童龋齿充填中的临床效果比较分析[J]. 航空航天医学杂志, 2016(9):1137-1139.

[11] 蔡可敏. 观察3M复合树脂充填治疗儿童恒牙龋病患者的远期临床疗效[J]. 大家健康(学术版), 2014(22):188-189.

[12] ESPINOZA-ESPINOZA G, CORSINI G, ROJAS R, et al. The cost-utility of school-based first permanent molar sealants programs: a Markov model[J]. BMC oral health, 2019, 19(1):293.

[13] FYFFE H E, KAY E J. Assessment of dental health state utilities[J]. Community dent oral epidemiol, 1992,20(5): 269-273.

[14] QUINONEZ R B, DOWNS S M, SHUGARS D, et al. Assessing cost-effectiveness of sealant placement in children[J]. Journal of public health dentistry, 2005,65(2):82-89.

[15] 胡婉侠, 徐文华, 王翠连, 等. 安徽省学龄儿童口腔疾病综合干预项目卫生经济学评价[J]. 现代预防医学, 2021(3):443-446.

[16] 宣鹏, 张紫阳, 龚玲, 等. 深圳市7~8岁儿童第一恒磨牙窝沟封闭卫生经济学评价[J]. 中国公共卫生, 2021(4): 674-677.

[17] SAKUMA S, YOSHIHARA A, MIYAZAKI H, et al. Economic evaluation of a school-based combined program with a targeted pit and fissure sealant and fluoride mouth rinse in japan[J]. Open dent j, 2010(4):230-236.

[收稿日期: 2023-04-04] (编辑: 彭博)