

· 专家共识 ·

龋损管理: 龋坏组织去除的专家共识

陈智 卢展民 Falk Schwendicke Nicola P.T. Innes Jo E. Frencken

430079 武汉大学口腔医学院牙体牙髓科(陈智); 香港大学牙学院(卢展民);

Department of Operative and Preventive Dentistry, Charité-Universitätsmedizin Berlin,

Germany(Falk Schwendicke); Paediatric Dentistry, Dundee Dental Hospital and School,

University of Dundee, Dundee, UK(Nicola P.T. Innes); Department of Oral Function and

Prosthetic Dentistry, College of Dental Sciences, Radboud University Medical Center,

Nijmegen, The Netherlands(Jo E. Frencken)

通信作者: 陈智, Email: zhichen@whu.edu.cn, 电话: 027-87686198

DOI:10.3760/cma.j.issn.1002-0098.2016.12.003

本文首发于 *Adv Dent Res*, 2016, 28(2): 46-48, 49-57, 58-67

Managing carious lesions: consensus recommendations on carious tissue removal Chen Zhi,
Lu Zhanmin, Falk Schwendicke, Nicola P.T. Innes, Jo E. Frencken

Department of Cariology and Endodontology, School of Stomatology, Wuhan University, Wuhan 430079, China (Chen Z); Faculty of Dentistry, The University of Hong Kong (Lu ZM); Department of Operative and Preventive Dentistry, Charité-Universitätsmedizin Berlin, Germany (Schwendicke F); Paediatric Dentistry, Dundee Dental Hospital and School, University of Dundee, Dundee, UK (Innes NPT); Department of Oral Function and Prosthetic Dentistry, College of Dental Sciences, Radboud University Medical Center, Nijmegen, The Netherlands (Frencken JE)

Corresponding author: Chen Zhi, Email: zhichen@whu.edu.cn, Tel: 0086-27-87686198

This article is based on a study first reported in the *Adv Dent Res*, 2016, 28(2): 46-48, 49-57, 58-67

近30年来,尽管许多国家的龋患病率逐年下降,但龋病仍然是世界上最流行的疾病,影响着数十亿人口^[1],在全球产生巨额的医疗费用^[2]。因此,如何管理龋病以减少其对人类的影响,已经成为口腔医学领域的重要课题。为实现这一目标,制定龋病管理策略时需要有充分的临床证据做指导。目前,已有越来越多的临床研究证据支持在此基础上形成推荐规范^[3]。

传统观念认为应完全去除龋坏组织,然后进行牙体充填治疗或粘接修复。在过去的30年,虽然有很多相关文献,但对于何时使用何种去龋方法,答案一直不明确,甚至令人困惑。另外,同一种方法在不同的国家也有不同的解释。随着对龋病认识的深入和大量去龋方法临床试验证据的出现,传统的去龋方法需要进一步改进。

为解决龋病管理防治中出现的这些问题,2015年2月来自12个国家的21位专家相聚比利时时,成立了国际龋病共识协作组(International Caries Consensus Collaboration, ICCC)。这些专家

包括龋病学、材料科学、临床研究、系统回顾、指南制定等方面的专家,他们同时也是口腔医生。ICCC就龋病相关术语、去除龋坏组织两个方面达成专家共识(consensus recommendations),并全文发表于2016年国际牙科研究协会的会刊*Adv Dent Res*。关于本推荐规范的形成、龋病术语推荐规范的详细介绍和讨论,以及关于去除龋坏组织推荐规范的详细介绍和讨论,请参阅Frencken等^[4]、Innes等^[5]及Schwendicke等^[6]2016年发表的文章,本共识根据以上3篇文献编译而成。

1 龋病的定义

龋病是口腔生物膜菌群生态变化引起的疾病。由于可发酵碳水化合物的频繁摄入,刺激共生的稳态微生物菌群变成产酸性、耐酸性细菌占优势的菌群。生物膜活性的变化引起脱矿与再矿化失衡,导致牙体硬组织脱矿,临床表现就是龋损^[7]。龋病不是通过去除细菌即可治愈的感染性疾病,相反,它可以通过控制诱发因素实施管理,例如:控制可发酵碳水化合物的供应,控制口腔生物膜的形成

和成熟。如果没有口腔医生的干预和患者的维持,龋活跃性无法得到控制,致龋生物膜将促进龋损的进展。如果龋活跃性一直未被抑制,将可能导致牙髓炎症、疼痛和口腔感染。

2 为什么要修复龋坏牙齿

传统修复治疗包含去龋,从历史观点上看,去龋的原因如下:①获得良好的固位形和抗力形(针对银汞合金);②去除细菌;③去除脱矿变色的牙本质。

然而,基于临床研究的结果,以上内容需要更新,原因在于:①使用粘接修复,不用预备固位形和抗力形,不用过多去除牙体硬组织。②粘接修复对清洁洞壁的严密封闭,对残留细菌活性、致龋性产生抑制作用。考虑到龋病的病理学因素,去龋的目的并不仅仅是为了除菌^[8-10]。修复前窝洞消毒以杀死所有剩余细菌的理由不充分。细菌代谢产物对牙髓的影响需要更深入的研究。③已脱矿但结构完整的牙本质可以再矿化,应保留^[11-13]。临床上辨别不同牙本质分层非常困难。如果能够持续控制生物膜,龋病的发展便可得到抑制^[7]。然而,仅靠患者自身很难实现此目标,因此,粘接修复仍然需要。

修复治疗的目的:①控制特定部位的生物膜和龋活跃性;②利用粘接材料封闭冠部保护牙髓-牙本质复合体,终止龋损活跃性;③恢复牙齿的功能、形态及美观。

总之,基于循证医学,去龋的目的是为修复体提供足够的粘接以延长修复体的寿命。

3 去龋的指导原则

去龋的指导原则如下:①保留未脱矿和可再矿化的组织;②修复材料与侧壁正常牙本质和洞缘正常釉质粘接,以获得良好的封闭;③避免不适、疼痛和牙科恐惧症,应采取不会引起或减轻焦虑疼痛的方法,例如非创伤性修复治疗(atraumatic restorative treatment, ART)、预成金属冠技术(Hall 技术);④保留牙髓活力,避免去除近髓牙本质以防牙髓暴露,如需要可保留近髓的软化牙本质,避免牙髓暴露非常有助于延长牙齿寿命、降低治疗费用^[14-16];⑤最大程度地延长修复体寿命,尽量去除软化牙本质,使修复体获得足够的体积和强度。

针对最后两个目的,即保护牙髓健康和延长修复体寿命,必须结合临床情况进行综合考虑,以取得平衡。对于深层深龋(影像学上龋损已达牙本质近髓 1/3 或 1/4,或有牙髓暴露的风险),应该优先保护牙髓健康。对于浅层或中层深龋(影像学上未达

牙本质近髓 1/3 或 1/4),延长修复体寿命更加重要。

4 如何治疗不同龋损

4.1 龋坏牙本质分类

基于目前已有的临床证据,专家组决定将剩余牙本质的硬度作为评价去龋深度和范围的标准^[9]。根据硬度,龋坏牙本质分为软化牙本质(soft dentin)、皮革化牙本质(leathery dentin)、韧化牙本质(firm dentin)和硬化牙本质(hard dentin)。临床上口腔医生最实用的方法是使用牙科器械探查龋坏牙本质,通过所用的力度评估牙本质的硬度。

4.1.1 软化牙本质

软化牙本质在牙科器械加压时发生变形,使用尖锐的手用挖器用很小的力量即可刮除软化牙本质。

4.1.2 皮革化牙本质

皮革化牙本质在牙科器械加压时不变形,无需太大力量即可被去除。皮革化牙本质是软化牙本质和韧化牙本质之间的一种过渡,与韧化牙本质的区别很小。一般只出现在龋活跃性较低或龋损已停止的龋洞内。

4.1.3 韧化牙本质

韧化牙本质在手用挖器刮除时有抵抗力,需要一定的力量才能去除。

4.1.4 硬化牙本质

硬器械探查时需要加压,仅锋利器械或牙钻可以去除。探针加压划过牙本质时可以听到刺耳的刮擦音。

4.2 龋损分类

本共识推荐的干预措施适用于以下情况:①乳牙与恒牙(治疗方式存在区别);②龋损达牙本质且未静止;③无不可逆性牙髓炎症状(无自发性疼痛症状)。

4.2.1 龋洞未形成的龋损

龋洞未形成的龋损可以通过去除生物膜(含氟牙膏刷牙)、再矿化、窝沟封闭的方法治疗^[17-18]。颊面可以通过窝沟封闭,邻面可以通过树脂渗透技术进行干预。这些方法的目的是通过一系列的干预措施终止龋损。本共识主要专注于龋洞已形成的龋损管理。

4.2.2 龋洞已形成的龋损

龋洞已形成的牙本质龋损可以进行视诊、探诊和龋活跃性评估。如果是可清洁的龋损(即患者可自行清洁),龋活跃性可以降低或终止,即不需要进一步的创伤性修复治疗,治疗方法为含氟牙膏刷牙

去除生物膜或再矿化。还有其它方法,例如使用含氟涂料、窝洞底部垫一层高黏度玻璃离子等。通过这些方法将不可清洁的龋损转变成可清洁的龋损,即非修复性龋洞控制。这种龋洞控制的方法适用于乳牙,GV Black 早在一个世纪以前(1908 年)就倡导此方法。还需要更多的证据指导临床医生,尤其是非修复性龋洞控制适宜年龄的证据。如果龋损无法进行龋洞管理,使之成为可清洁的窝洞,则需要修复性干预。

5 去除牙本质龋损的推荐方法

以前用于描述去龋止点的术语非常模糊或主观。传统的完全去龋方法是一种非选择性去龋方法,窝洞所有部分(侧壁和髓壁)的去龋止点采用同一标准,去除脱矿牙本质,仅保留硬化牙本质。这种较为激进的方式已经不再提倡。

ICCC 推荐使用选择性去龋(selective removal)。选择性去龋时,窝洞侧壁和髓壁去龋标准不同。为获得最佳的粘接封闭性,窝洞边缘应为健康的牙釉质。窝洞侧壁应为硬化牙本质,即与健康牙本质有类似的触感,例如用探针或手用挖匙划过牙本质表面时有刮擦音。在去除足够龋坏组织以提供永久修复体充填空间的同时,窝洞髓壁应保留初化牙本质,以避免露髓。选择性去龋的标准(以 I 类洞为例):窝洞边缘预备至健康牙釉质,窝洞侧壁预备至硬化牙本质。窝洞髓壁去龋止点可根据龋损深度确定:X 线片上龋损未超过牙本质近髓 1/3 或 1/4,预备至初化牙本质;X 线片上龋损超过牙本质近髓 1/3 或 1/4,可保留软化牙本质,以避免牙髓暴露(图 1)。

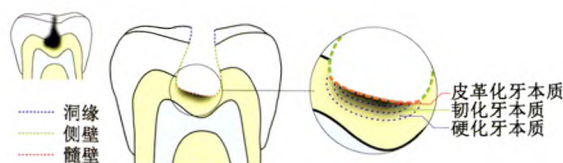


图 1 选择性去龋模式图

依照此原理,ICCC 根据牙本质的硬度,提出去除牙本质龋损的 3 个推荐方法。临床中应根据龋损深度及不同牙列(乳、恒牙列)选择不同的去龋方法。

5.1 选择性去龋至初化牙本质

髓壁去龋至初化牙本质,侧壁去龋至硬化牙本质。如果髓壁有“皮革化”牙本质,则应该保留。该方法适用于乳牙和恒牙的浅、中层牙本质龋(如影像学显示龋损未超过牙本质近髓 1/3 或 1/4)。对于

更深的龋损,此方法可能产生敏感或意外露髓,应考虑其他去龋方法^[19]。

5.2 选择性去龋至软化牙本质

髓壁保留近髓处软化牙本质,以避免露髓,保留牙髓活力,侧壁牙本质去龋至硬化牙本质,以利于永久修复体的严密封闭。该方法适用于深龋(如影像学显示病损超过牙本质近髓 1/3 或 1/4)。与非选择性去龋至硬化牙本质及选择性去龋至初化牙本质这两种方式相比,选择性去龋至软化牙本质可显著降低露髓风险。

5.3 分步去龋法

将去龋分为两步完成,称为分步去龋法(stepwise technique)^[10, 20-21]。第 1 次治疗时,保留近髓软化牙本质,侧壁去龋至硬化牙本质,以利于完全和持久的窝洞密封。窝洞暂时封闭 6 个月,最长封闭时间为 12 个月。第 2 次复诊时,去除充填材料,去除第 1 次残留的龋坏牙本质至皮革化牙本质。一些研究证据表明可以省略第 2 次去龋步骤,因为第 2 次去龋可增加露髓风险,不利于牙髓健康^[3, 22-23]。第 2 次治疗也增加了治疗费用、就诊时间和患者的不舒适度。乳牙因其使用寿命有限,建议采取选择性去龋至软化牙本质的方式,不建议使用分步去龋法。

6 如何去龋

去龋的方式与工具有很多,包括:手用挖器、钨钢牙钻、陶瓷牙钻、喷砂、超声法、化学机械法、塑料牙钻和激光等。目前尚缺乏比较这些不同去龋方法优缺点的证据。研究表明,手工器械去龋或化学-机械去龋更具优势,但证据较弱^[24-25]。尽管目前研究证据并不充分,但这两种去龋方式相比于其他方法更能减少患者的疼痛及不适感。

7 几种特殊的龋病治疗方法

7.1 ART

ART 是指用手用器械打开较小窝洞,去除龋坏组织,然后用有粘接性的口腔修复材料充填窝洞,并同时封闭所有残留的窝沟点隙。材料通常使用高黏度玻璃离子体。对于浅到中层的牙本质龋,应选择选择性去龋至初化牙本质;对于深龋,应选择选择性去龋至软化牙本质。

7.2 Hall 技术

Hall 技术是指通过对龋坏乳磨牙放置预成金属冠治疗乳牙龋坏的方法。选择形状大小合适的预成金属冠,用玻璃离子水门汀粘固到患牙上。该方法无需局部麻醉和去龋。两项随机对照临床研

究均表明,与传统去龋充填方式相比,患者更愿意接受 Hall 技术^[26-27],且有研究表明 Hall 技术的疗效更好^[28-29]。同时,也有研究指出 Hall 技术与传统冠修复方法相比更具优势^[30]。

8 如何处理预备后的窝洞

以往认为,在去除龋损后和最终充填前应对窝洞进行消毒及衬洞处理,然而,是否有证据证明这两步操作能保护牙髓-牙本质复合体并延长患牙的使用寿命?窝洞消毒的目的在于减少残留细菌。然而,控制细菌数量对于防止继发龋的产生作用很小,现在认为消毒并不是必要的。研究表明,窝洞消毒对充填体生存率没有影响^[31],反而会增加治疗时间及成本。

传统上深龋治疗时使用氢氧化钙衬洞,试图通过减少残留细菌数量、促进牙本质再矿化、诱导反应性牙本质形成、隔绝有毒产物对牙髓细胞的刺激,从而保留牙髓-牙本质复合体的活性与功能^[19]。但氢氧化钙抗菌作用的重要性有限^[32-33]。剩余脱矿牙本质的再矿化可能受牙髓调节,并不需要衬洞^[34]。尽管某些衬洞剂可能有促进牙本质生成和减轻牙髓炎症的作用^[35],但目前研究证据欠缺,且两者的临床相关性不明确^[15,36-37]。使用可导热充填材料(银汞合金)时,衬洞可显著隔绝温度对牙髓的刺激。使用树脂充填时,衬洞可以隔绝单体渗入牙本质小管引起的刺激^[38-39]。

9 窝洞如何充填修复

应根据窝洞的部位及病变大小、个体龋易感性、龋活跃性以及患者的自身条件选择不同充填材料。选择性去龋至软化牙本质或韧化牙本质后,对特定修复材料的选择没有证据支持。

10 总结

10.1 龋病的预防是龋病管理的方式之一,对于已经存在的龋损,口腔医生应指导患者控制龋活跃性,以保存牙体组织,避免充填治疗,延长牙齿寿命(强推荐)。

10.2 当龋损不可清洁且不适于采用封闭治疗时,应采用充填修复治疗(强推荐)。

10.3 修复治疗旨在辅助控制生物膜,保护牙髓-牙本质复合体,恢复患牙功能、形态及美观。去除龋坏组织的目的在于为永久修复体创造条件,保留健康和可再矿化的组织,获得完善的严密封闭,维护牙髓健康,最大程度地提高修复成功率。建议使用能减少患者焦虑、疼痛及不适感的方法(强推荐)。

10.4 对于深龋,保护牙髓健康优先于修复成功。

对于浅、中层牙本质龋,修复体的寿命则更为重要(强推荐)。

10.5 浅、中层牙本质龋的治疗,应选择性去龋至韧化牙本质(弱推荐)。

10.6 牙本质深龋(影像学显示龋损深至牙本质近髓 1/3~1/4)的治疗,应选择性去龋至软化牙本质(强推荐)。

10.7 恒牙深龋的治疗可采用分步去龋法(强推荐)。

10.8 牙本质硬度是评价、描述和去除龋损时的首要标准。尚无充足证据明确推荐某一具体的去龋方法(弱推荐)。

10.9 无明确证据支持窝洞消毒,使用衬洞的证据缺乏(弱推荐)。

10.10 目前尚无法确定不同方法去龋后修复治疗方法的推荐规范(弱推荐)。

利益冲突 无

参 考 文 献

- [1] Marcenes W, Kassebaum NJ, Bernabé E, et al. Global burden of oral conditions in 1990-2010: a systematic analysis[J]. J Dent Res, 2013, 92(7): 592-597. DOI: 10.1177/0022034513490168.
- [2] Listl S, Galloway J, Mossey PA, et al. Global economic impact of dental diseases[J]. J Dent Res, 2015, 94(10): 1355-1361. DOI: 10.1177/0022034515602879.
- [3] Ricketts D, Lamont T, Innes NP, et al. Operative caries management in adults and children[J]. Cochrane Database Syst Rev, 2013(3): CD003808. DOI: 10.1002/14651858.CD003808.pub3.
- [4] Frencken JE, Innes NP, Schwendicke F. Managing carious lesions: why do we need consensus on terminology and clinical recommendations on carious tissue removal?[J]. Adv Dent Res, 2016, 28(2): 46-48. DOI: 10.1177/0022034516639272.
- [5] Innes NP, Frencken JE, Bjørndal L, et al. Managing carious lesions: consensus recommendations on terminology[J]. Adv Dent Res, 2016, 28(2): 49-57. DOI: 10.1177/0022034516639276.
- [6] Schwendicke F, Frencken JE, Bjørndal L, et al. Managing carious lesions: consensus recommendations on carious tissue removal[J]. Adv Dent Res, 2016, 28(2): 58-67. DOI: 10.1177/0022034516639271.
- [7] Fejerskov O, Nyvad B, Kidd EA. Pathology of dental caries// Fejerskov O, Nyvad B, Kidd EAM. Dental caries: the disease and its clinical management[M]. 3rd ed. Oxford (UK): Wiley Blackwell, 2015: 7-9.
- [8] Banerjee A, Yasseri M, Munson M. A method for the detection and quantification of bacteria in human carious dentine using fluorescent in situ hybridization[J]. J Dent, 2002, 30(7/8): 359-363. DOI: 10.1016/S0300-5712(02)00052-0.
- [9] Going RE, Loesche WJ, Grainger DA, et al. The viability of microorganisms in carious lesions five years after covering with a fissure sealant[J]. J Am Dent Assoc, 1978, 97(3): 455-462.
- [10] Paddick JS, Brailsford SR, Kidd EA, et al. Phenotypic and

- genotypic selection of microbiota surviving under dental restorations[J]. *Appl Environ Microbiol*, 2005, 71(5): 2467-2472. DOI:10.1128/AEM.71.5.2467-2472.2005.
- [11] Kreulen CM, de Soet JJ, Weerheijm KL, et al. In vivo cariostatic effect of resin modified glass ionomer cement and amalgam on dentine[J]. *Caries Res*, 1997, 31(5): 384-389.
- [12] Ngo HC, Mount G, Mc Intyre J, et al. Chemical exchange between glass-ionomer restorations and residual carious dentine in permanent molars: an in vivo study[J]. *J Dent*, 2006, 34(8): 608-613. DOI:10.1016/j.jdent.2005.12.012.
- [13] Ogawa K, Yamashita Y, Ichijo T, et al. The ultrastructure and hardness of the transparent layer of human carious dentin[J]. *J Dent Res*, 1983, 62(1): 7-10.
- [14] Bjørndal L, Reit C, Bruun G, et al. Treatment of deep caries lesions in adults: randomized clinical trials comparing stepwise vs. direct complete excavation, and direct pulp capping vs. partial pulpotomy[J]. *Eur J Oral Sci*, 2010, 118(3): 290-297. DOI: 10.1111/j.1600-0722.2010.00731.x.
- [15] Schwendicke F, Stolpe M, Meyer-Lueckel H, et al. Cost-effectiveness of one-and two-step incomplete and complete excavations[J]. *J Dent Res*, 2013, 92(10): 880-887. DOI: 10.1177/0022034513500792.
- [16] Whitworth JM, Myers PM, Smith J, et al. Endodontic complications after plastic restorations in general practice[J]. *Int Endod J*, 2005, 38(6): 409-416. DOI: 10.1111/j.1365-2591.2005.00962.x.
- [17] Hilgert LA, Leal SC, Mulder J, et al. Caries-preventive effect of supervised toothbrushing and sealants[J]. *J Dent Res*, 2015, 94(9): 1218-1224. DOI: 10.1177/0022034515592857.
- [18] Griffin SO, Oong E, Kohn W, et al. The effectiveness of sealants in managing caries lesions[J]. *J Dent Res*, 2008, 87(2): 169-174.
- [19] About I, Murray PE, Franquin JC, et al. The effect of cavity restoration variables on odontoblast cell numbers and dental repair[J]. *J Dent*, 2001, 29(2): 109-117. DOI: 10.1016/S0300-5712(00)00067-1.
- [20] Bjørndal LL, Larsen T. Changes in the cultivable flora in deep carious lesions following a stepwise excavation procedure[J]. *Caries Res*, 2000, 34(6): 502-508.
- [21] Bjørndal L, Larsen T, Thylstrup A. A clinical and microbiological study of deep carious lesions during stepwise excavation using long treatment intervals[J]. *Caries Res*, 1997, 31(6): 411-417.
- [22] Maltz M, Garcia R, Jardim JJ, et al. Randomized trial of partial vs. stepwise caries removal: 3-year follow-up[J]. *J Dent Res*, 2012, 91(11): 1026-1031. DOI:10.1177/0022034512460403.
- [23] Schwendicke F, Meyer-Lueckel H, Dorfer C, et al. Failure of incompletely excavated teeth: a systematic review[J]. *J Dent*, 2013, 41(7): 569-580. DOI: 10.1016/j.jdent.2013.05.004.
- [24] Banerjee A, Kidd EA, Watson TF. In vitro evaluation of five alternative methods of carious dentine excavation[J]. *Caries Res*, 2000, 34(2): 144-150.
- [25] Celiberti P, Francescut P, Lussi A. Performance of four dentine excavation methods in deciduous teeth[J]. *Caries Res*, 2006, 40(2): 117-123. DOI: 10.1159/000091057.
- [26] Innes NP, Evans DJ, Stirrups DR. The Hall technique; a randomized controlled clinical trial of a novel method of managing carious primary molars in general dental practice: acceptability of the technique and outcomes at 23 months[J]. *BMC Oral Health*, 2007, 7: 18. DOI: 10.1186/1472-6831-7-18.
- [27] Santamaria RM, Innes NP, Machiulskiene V, et al. Acceptability of different caries management methods for primary molars in a RCT[J]. *Int J Paediatr Dent*, 2015, 25(1): 9-17. DOI: 10.1111/ipd.12097.
- [28] Innes NP, Evans DJ, Stirrups DR. Sealing caries in primary molars: randomized control trial, 5-year results[J]. *J Dent Res*, 2011, 90(12): 1405-1410. DOI: 10.1177/0022034511422064.
- [29] Santamaria RM, Innes NP, Machiulskiene V, et al. Caries management strategies for primary molars: 1-yr randomized control trial results[J]. *J Dent Res*, 2014, 93(11): 1062-1069. DOI: 10.1177/0022034514550717.
- [30] Ludwig KH, Fontana M, Vinson LA, et al. The success of stainless steel crowns placed with the Hall technique: a retrospective study[J]. *J Am Dent Assoc*, 2014, 145(12): 1248-1253. DOI: 10.14219/jada.2014.89.
- [31] Farag A, van der Sanden WJ, Abdelwahab H, et al. 5-Year survival of ART restorations with and without cavity disinfection[J]. *J Dent*, 2009, 37(6): 468-474. DOI: 10.1016/j.jdent.2009.03.002.
- [32] Schwendicke F, Tu YK, Hsu LY, et al. Antibacterial effects of cavity lining: a systematic review and network meta-analysis [J]. *J Dent*, 2015, 43(11): 1298-1307. DOI: 10.1016/j.jdent.2015.07.001.
- [33] do Amaral GS, de Cossia Negrini T, Maltz M, et al. Restorative materials containing antimicrobial agents: is there evidence for their antimicrobial and anti-caries effects? A systematic-review[J]. *Aust Dent J*, 2016, 61(1): 6-15. DOI: 10.1111/adj.12338.
- [34] Corralo DJ, Maltz M. Clinical and ultrastructural effects of different liners/restorative materials on deep carious dentin: a randomized clinical trial[J]. *Caries Res*, 2013, 47(3): 243-250. DOI: 10.1159/000345648.
- [35] Fusayama T. The process and results of revolution in dental caries treatment[J]. *Int Dent J*, 1997, 47(3): 157-166.
- [36] Hebling J, Giro EM, Costa CA. Biocompatibility of an adhesive system applied to exposed human dental pulp[J]. *J Endod*, 1999, 25(10): 676-682.
- [37] Dalpian DM, Ardenghi TM, Demarco FF, et al. Clinical and radiographic outcomes of partial caries removal restorations performed in primary teeth[J]. *Am J Dent*, 2014, 27(2): 68-72.
- [38] Galler K, Hiller KA, Ettl T, et al. Selective influence of dentin thickness upon cytotoxicity of dentin contacting materials[J]. *J Endod*, 2005, 31(5): 396-399.
- [39] Modena KC, Casas-Apayco LC, Atta MT, et al. Cytotoxicity and biocompatibility of direct and indirect pulp capping materials[J]. *J Appl Oral Sci*, 2009, 17(6): 544-554.

(收稿日期: 2016-08-26)

(本文编辑: 孔繁军)