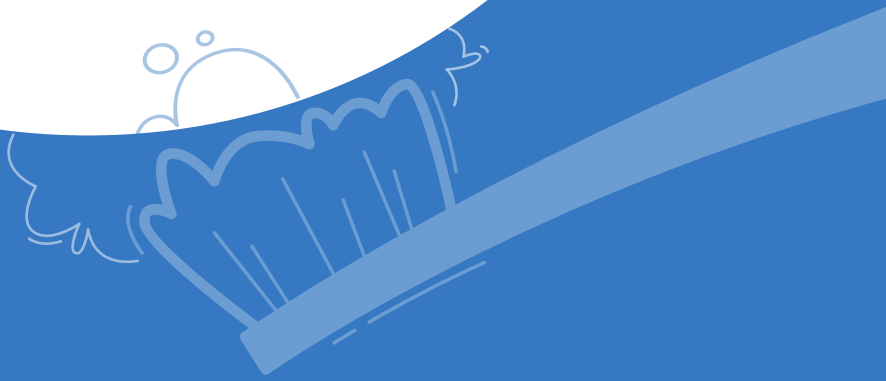
龋齿虽小疾，颇解妨食眠，昨暮作尤剧，颊辅相钓联。

——陆游

预防龋齿

选它们就是了

作者：星落；Email: lwb0564335@163.com



俗话说：牙齿好，才能牙口好；牙口好，才能胃口好；胃口好，才能身体好。一口健康洁白的好牙，不仅看上去美观，而且吃饭也会嘛嘛香，可以说它与我们生活具有密切的关系。然而，与牙齿有关的各类疾病，正在潜移默化地影响人体健康，其中，龋齿作为一种细菌性疾病，令牙疼患者苦不堪言。龋齿，俗称虫牙和蛀牙，如图 1 所示，是牙科极为常见的一种疾病，感染龋齿后，可能还会引发牙髓炎和根尖周炎，甚至引起牙槽骨和颌骨的炎症。民间常说，牙疼不是病，疼起来要人命，如果不加以治疗，任其发展，后期还会形成牙齿龋洞，且无法自愈，最终导致牙齿脱落丧失，饱受疼痛侵袭[1]。正如开篇的诗《龋齿》所描述的一般，诗人陆游就曾深受龋齿疾病的折磨。

我国第四次全国口腔流行病学调查数据显示，中国 3、4 和 5 岁年龄组的乳牙患龋率分别为 50.8%、63.6% 和 71.9%，12、15、35~44、55~64 岁和 65~74 岁年龄组的恒牙患龋率分别为 38.5%、44.4%、89.0%、95.6% 和 98.0%，患病率与年龄呈现正相关趋势，映射出随着饮食结构的日益变化，龋齿已经成为人们生活中一种十分常见的疾病[2]，值得注意的是，龋齿现已成为儿童群体中非常常见的疾病，龋齿率

【图 1】健康洁白的牙齿与龋齿牙图（图片来源于 360 新知与知乎）

健康口腔行动工作指标

主要指标	基线（2016年）	2020年	2025年	属性
12岁儿童龋患率（%）	34.5%	控制在32%以内	控制在30%以内	预期性
12岁儿童龋齿充填治疗比（%）	16.5%	20%	24%	预期性
儿童窝沟封闭服务覆盖率（%）	19.4%	22%	28%	预期性
成人每天2次刷牙率（%）	36.1%	40%	45%	倡导性
65-74岁老年人存留牙数（颗）	22.5	23	24	预期性

【图 2】健康口腔行动方案（2019~2025 年）（图片来源于中华人民共和国中央人民政府网）

久高不下。此外，为贯彻落实《“健康中国 2030”规划纲要》和《中国防治慢性病中长期规划（2017~2025 年）》，进一步加强健康口腔工作，提升群众口腔健康意识和行为能力，国家卫生健康委制定了《健康口腔行动方案（2019~2025 年）》。该方案具体工作指标如图 2 所示，体现出我国对于龋齿患病率的重视。

有趣的是，我国权威网站新华网发表一篇题为《古人的虫牙会“说话”，它们泄露了这些秘密》的文章指出，原始社会的人类几乎没有龋齿疾病的发生，可就在人类渐渐以淀粉（多糖）为主的谷物作为主食以后，龋齿的发病率却逐渐上升，这又是为什么呢？其实，这跟人类饮食变迁与龋齿的发病原因有关。此外，有没有什么物质能够预防龋齿疾病的发生呢？欢迎走进今天的科普读物，了解龋齿背后的故事以及预防龋齿的化学小能手。

1. 龋齿的发病原因

龋齿是细菌感染性疾病，它的发展不是瞬间完成的，需要长期的酸性环境才能破坏牙齿结构。如图 3 所示，龋齿主要发病因素有以下几点：

1.1 病菌感染

变异链球菌、乳杆菌属和放线菌等病菌是导致龋齿发病的常见病菌。例如，变异链球菌与牙齿表面亲和力强，能够以蔗糖为原始材料合成细胞外多糖，并附着于牙齿表面，此外，该类病菌还会导致碳水化合物的产酸能力大大增强，使得牙周局部 pH 值下降，导致牙齿脱矿，进而诱发龋齿[3]。而值得注意的是，病菌感染导致的龋齿往往是多种病菌共同作用的结果，而人类吃的淀粉类主食，富含糖类物质，没有及时清洁口腔的话，牙缝内残留的食物残渣，正是这些细菌的能量来源。长期受到细菌侵蚀的牙齿表面还会形成牙菌斑，它是指粘附在牙齿表面或口腔其他软组织上的微生物群，由大量细菌、细胞间物质、少量白细胞、脱落上皮细胞和食物残屑等组成。

1.2 人体自身引起

在人类幼儿阶段，牙齿发育不完全，质地不够坚硬，抗酸能力差，牙齿本就易脱矿，又因儿童天性喜爱糖类物质，致使抵抗外界病菌的能力大大降低，从而易于形成龋齿[4]。此外，人体唾液中本就含有多类有机物质，分泌在口腔中时，可以帮助口腔中和酸性 pH，并帮助人体清理食物残渣。当唾液腺的分泌功能障碍时，导致唾液流速与流量降低，致使清洁功能大大下降，导致龋齿病发[5]。

【图 3】龋齿发病的主要原因

1.3 饮食所致

先回答上文的问题，为啥原始人几乎没有蛀牙。就拿新石器时期来讲，距今 1 万多年的原始人，他们还没有现在这样丰富的饮食。原始人靠狩猎为生，因此，他们主要靠吃肉与蔬菜、少量根茎淀粉、水果和坚果等物质来生存，这导致他们的饮食食物中含糖量极低，几乎很难导致龋齿发病。而现如今的社会，饮食丰富多样，各种碳水化合物可供选择，各类糖饼、糖块千变万化，这些物质容易被微生物病菌利用，增强产酸能力，导致龋齿病发[6]。随着时间这一因素的发展，龋齿不加以治疗只会越拖问题越大。

1.4 口腔卫生不良

卫生状况不良的口腔是滋生与培养细菌的温床。长期不注意清洁口腔，就会导致食物残渣残留于口腔与牙缝中，日复一日，便会诱发口腔内部的细菌感染，而未及时清理的食物残渣所产生的酸性环境，会对牙齿造成持续性伤害。

2. 预防龋齿发病的化学物质

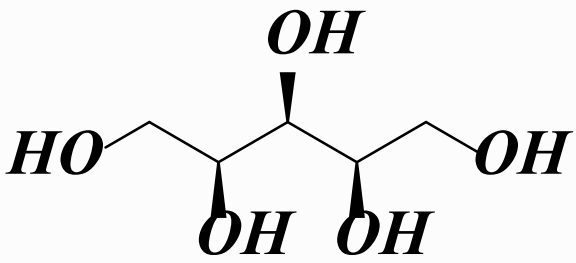
了解了龋齿的发病原因之后，那么又该怎样去预防它呢？其实，龋齿也有它相应的预防途

径，从生物化学角度来讲，主要分为两种。一种是通过饮食添加来预防；一种是通过氟化物来预防。我们依次来看：

2.1 木糖醇

在常见的食品添加剂中，有一类物质叫做甜味剂，它们能帮助人类从食品中品尝出甜味，蔗糖就是我们熟知的甜味剂。但对于食糖爱好人群来讲，甜类饮食加速了龋齿的发病时间。但是有一种化学物质它的甜度与蔗糖差不多，但热量却仅有蔗糖的一半多，这就是木糖醇，常被用于蔗糖等甜味剂的替代品以降低龋齿的发病率。作为木糖的代谢产物，木糖醇隶属于糖醇，是一种分子醛、酮中的羰基被还原为羟基后生成的多元醇类化合物。木糖醇学名为 (2R, 3R, 4S)- 戊五醇，化学式为 $C_5H_{12}O_5$，化学结构式如图 4 所示，具有清凉的口感，其在 1890 年由德国化学家 Fisher、Stahe 和法国化学家 Betrand 在木糖与钠汞齐的反应中发现 [7]。

木糖醇原产于芬兰，在当地非常普遍。当地普遍选择用木糖醇代替蔗糖来制造食用糖果以及口香糖，后被世界所推崇。此外，在牙膏中添加木糖醇也能有效防止龋齿病（图 5）。木糖醇防止龋齿的详细机理如下：



【图 4】木糖醇的化学结构式

【图 5】木糖醇口香糖和牙膏（图片来源于 21 食品商务网和阿里 1688）

抑制细菌生长和产酸：口腔中的变形链球菌等细菌可利用蔗糖等可发酵碳水化合物产酸，导致牙齿脱矿形成龋齿。而木糖醇不能被这些细菌发酵利用 [8-9]，变异链球菌吸收木糖醇后会导致磷酸化的代谢产物堆积，生命活力降低，从而抑制了变形链球菌的生长及酸的产生，防止了钙磷盐从牙的珐琅质上溶解造成“酸蚀”[10]。

促进牙齿再矿化：木糖醇能使唾液及龋齿斑点处碱性浓度上升，pH 值升高使钙盐重新沉淀于珐琅质，使牙齿重新变硬，从而修复珐琅质的损坏。木糖醇还可抑制细菌的繁殖和酸的产生，使唾液及斑点中细菌依赖的脂肪磷酸质下降，又抑制了细菌在牙齿表面吸附，从而使斑点数量下降，减少了细菌对牙齿的侵蚀 [11]。

2.2 氟化物

氟化物是当今能够真正从化学角度预防龋齿病的化学物质 [12]，例如氟化钠与单氟磷酸钠。当人体摄入氟化物时，氟离子会作用于牙齿，它会改善牙齿主要成分羟基磷灰石 $[Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2]$ 的结晶度，加速其矿化，并氟化羟基

磷灰石中的羟基基团，进一步生成氟磷灰石 [$Ca_{10}(PO_4)_6F_2$]，这是一种高抗酸性物质。当不完全氟化时，则会生成氟磷灰石混合体 [$Ca_{10}(PO_4)_6F_x(OH)_{2-x}$]，也具有一定的抗酸性，由此，通过增强牙齿的耐酸性，达到预防龋齿的目的。

此外，不同浓度的氟离子会与牙釉质发生不同的化学反应，但无论时间长短，都在一定程度上起到矿化牙齿的作用，氟离子还在一定程度上同龋齿分解出的钙离子或是唾液中的钙离子结合形成的 CaF_2 或 CaF_2 的沉积物，融入牙齿自身，保护牙齿 [13]。氟化物还会与致龋菌发生作用，抑制它们的新陈代谢活动，减少其产生的酸量，从而降低对牙齿的损害 [14]。在牙膏中添加含氟化合物被认为是预防龋齿的有力途径（图 6）。

总的来看，氟化物预防龋齿的主要原因可总结为以下两点：

降低牙齿表层釉质的溶解度：氟离子可以取代羟磷灰石中的羟基，形成氟磷灰石。氟磷灰石的晶体结构更加稳定，在酸性环境下的溶解度比羟基磷灰石低，从而使牙齿更能抵抗酸的侵蚀，减少脱矿的发生。

促进釉质再矿化：即使牙齿发生了微小的龋坏，在氟化物的作用下，也可以促进脱矿的釉质重新矿化。唾液中的钙和磷等矿物质在氟离子的参与下，更容易沉积到牙齿表面，修复受损的釉质，使龋坏得到一定程度的逆转。

【图 6】含氟牙膏示意图（图片来源于虎窝淘）

3. 如何保护牙齿健康

1989 年，我国将 9 月 20 日定为全国爱牙日，提醒我们保护牙齿健康（图 7）。维护牙齿健康需要从日常口腔护理、饮食习惯和定期检查等多方面着手，以下是笔者查阅资料后的一些具体建议：

正确刷牙：每天至少早晚各刷一次牙，每次刷牙时间不少于

【图 7】全国爱牙日示意图（图片来源于千库网）

3 分钟，使用软毛牙刷，按照巴氏刷牙法进行刷牙，将牙刷与牙齿呈 45 (°) 角，放在牙齿和牙龈交界处，轻轻颤动牙刷，然后顺着牙缝上下刷，确保牙齿的每个面都能刷到。

使用牙线：刷牙只能清洁牙齿表面，而牙线能清除牙缝和牙龈沟内的食物残渣和牙菌斑。每天至少使用一次牙线，将牙线轻轻放入牙缝中，呈 C 形包绕牙齿，上下拉动清洁牙缝。

使用漱口水：漱口水可以作为口腔护理的辅助手段，能帮助减少口腔细菌，清新口气。饭后或不方便刷牙时，使用含有杀菌成分的漱口水漱口，但不要过度依赖漱口水，因为它不能替代刷牙和使用牙线。

控制甜食摄入：少吃糖果、蛋糕和饮料等高糖食物，这些食物容易被口腔中的细菌分解产生酸性物质，侵蚀牙齿，导致龋齿。如果吃了甜食，应及时刷牙或漱口。

合理安排进食时间：避免在睡前吃东西，尤其是甜食和黏性食物。因为睡眠期间口腔唾液分泌减少，自洁作用减弱，食物残渣更容易在口腔中滋生细菌，损害牙齿。

戒烟限酒：吸烟和过量饮酒会对口腔健康产生不良影响，容易导致牙齿变色、口臭和牙龈疾病等问题。戒烟和适量饮酒有助于维护口腔健康。

4. 结语

牙齿健康不容忽视，无论是饮食还是生活习惯，我们都应该注意牙齿问题，一旦发现自己患有龋齿，请不要拖延，赶快去医院治疗。医院会针对龋齿症状，对症治疗，对于早期龋齿一般采用药物治疗，主要是含氟物质，而对于中期乃至晚期患者来讲，通常采用填充治疗、根管治疗甚至是拔牙治疗。不过也不用过分担心，只要保持健康的生活习惯，相信龋齿这个“可恶”的破坏者都会远离你我，所以，让我们关注牙齿健康，做一名护牙小能手吧!

参考文献

[1] 刘保全. 龋齿的预防与治疗[N]. 大众健康报, 2022-12-15, 011.
[2] Cheng L, Zhang L, Yue L, et al. Expert consensus on dental caries management[J]. Int J Oral Sci, 2022, 14: 17.
[3] 李瑞华, 张凯, 刘姗姗, 等. 蚌埠市儿童窝沟封闭预防龋齿效果分析[J]. 中国学校卫生, 2020, 41(3): 461-462.
[4] 葛文兴. 2014-2016年临沂市河东区中小学生龋齿患病情况分析[J]. 中国公共卫生, 2018, 34(6): 911-913.
[5] Manzoor M, Lommi S, Furuholm J, et al. High abundance of sugar metabolisers in saliva of children with caries[J]. Sci Rep, 2021, 11(1): 4424.
[6] 姚瑶, 欧晓艳, 周小军, 等. 江西省赣南赣北两地3~5岁学龄前儿童患龋现状与进食模式的差异性分析[J]. 中国全科医学, 2019, 22(25): 3099-3103.
[7] 罗佳彤. 木糖醇的发现、研究及应用[J]. 食品界, 2023(2): 114-116.
[8] 赵玉国, 丁勇, 王树青, 等. 木糖醇对口腔龋齿的预防作用研究[J]. 现代食品, 2018, (15): 58-61.
[9] Gupta J, Gupta K. Xylitol on dental caries: A review[J]. J Drug Delivery Ther, 2018, 8(5): 69-72.
[10] 冯永强, 王江星. 木糖醇的特性及在食品中的应用[J]. 食品科学, 2004(11): 379-381.
[11] Janakiram C, Deepan Kumar C V, Joseph J. Xylitol in preventing dental caries: A systematic review and meta-analyses[J]. J Nat Sci Biol Med, 2017, 8(1): 16-21.
[12] Leverett D H. Fluorides and the changing prevalence of dental caries[J]. Science, 1982, 217: 26-30.
[13] 廉晨悦. 氟化物防治龋齿的化学原理及其微型模拟实验[J]. 科学家, 2017, 5(2): 12-17.
[14] 张丹丹. 神奇的氟, 龋齿的天然敌人[J]. 健康必读, 2024(34): 44-45.