

## フッ化物配合歯磨剤ー予防歯科における「革命」

---

スウェーデン・イエテボリ大学カリオロジー講座 前主任教授・  
名誉教授  
ドーベン・ビルクヘッド



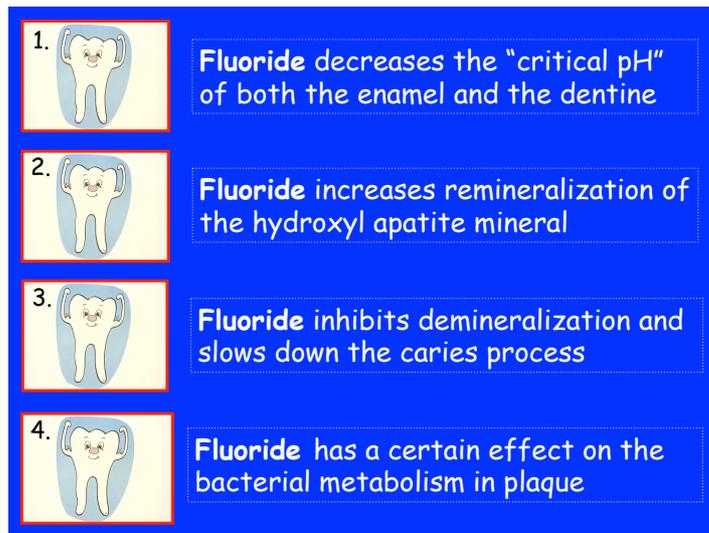
### フッ化物

フッ化物配合歯磨剤は、ほとんどの先進国で1960年頃、日本ではもっと後になって導入されました。今日、世界中で販売されている歯磨剤の90%以上がフッ化物を配合していて、ほとんどがフッ化ナトリウム(NaF)です。他のフッ化物で歯磨剤に使われているものには、フッ化スズやフッ化アミンがあります。

歯磨剤にフッ化物を使用した開発者の一人に、スウェーデンのカリオロジーの教授、Yngve Ericssonがいます。彼は、モノフルオロリン酸ナトリウム( $\text{Na}_2\text{PO}_3\text{F}$ ; MFP)がチョーク(炭酸カルシウム; $\text{CaCO}_3$ )と相性が良いことを発見しました。 $\text{CaCO}_3$ は最もよく使われた研磨剤でした。現在では、他の研磨剤、例えば、シリカ、炭酸水素塩、酸化アルミニウム、炭酸マグネシウムなどがあり、NaFとは結合できますが、 $\text{CaCO}_3$ とは結合できません。NaFはMFPよりもやや齲蝕予防効果が高いと考えられていますが、その差は10~20%程度とかなり小さいです。

### フッ化物の作用

フッ化物の強みは、齲蝕プロセスで多くのメカニズムを介して作用することです(下図参照)。近年、局所的な効果が全身的な効果よりもはるかに重要であるというパラダイムシフトが起こりました(Fejerskov 2004)。フッ化物は再石灰化を促進し、脱灰を抑制する効果があります(下図参照)。また、根面齲蝕に対しても高い効果があります(Zhang et al.)。



1. フッ化物はエナメル質と象牙質の両方の「臨界 pH」を下げます。
2. フッ化物はハイドロキシアパタイトの無機質の再石灰化を促進します。
3. フッ化物は脱灰を抑制して齲蝕プロセスを遅くします。
4. フッ化物はプラーク中の細菌の代謝に影響を与えます。

### 歯牙フッ素症のリスク

フッ化物入り歯磨き粉を使用した場合、フッ化物の過剰摂取のリスクが低いとしても、6歳未満の小さな子どもに与える歯磨剤の量をコントロールすることが重要です。Mascarenhas (2000) のレビューによると、「フッ化物を添加した水、サプリメント、乳児用粉ミルク、フッ化物配合歯磨剤が、歯牙フッ素症のリスク因子であることを示す実質的な証拠がある。フッ化物配合歯磨剤 (1,000ppm) は、子どもには監督下で使用するべきである」と述べています。

### フッ化物配合歯磨剤の重要性

世界中の齲蝕の専門家は、フッ化物配合歯磨剤が過去 50~60 年のう蝕の減少に最も重要な要因であると考えています (Bratthall et al. 1996)。研究に参加した 55 人の専門家全員 (本文の著者 DB を含む) が、フッ化物配合歯磨剤の定期的な使用を、砂糖の摂取量やプラーク量よりも上位にランク付けしていました。

### う蝕予防のための様々な要因

フッ化物配合歯磨剤を使用する際には、「行動」と「物」の両方が重要です (下図参照)。



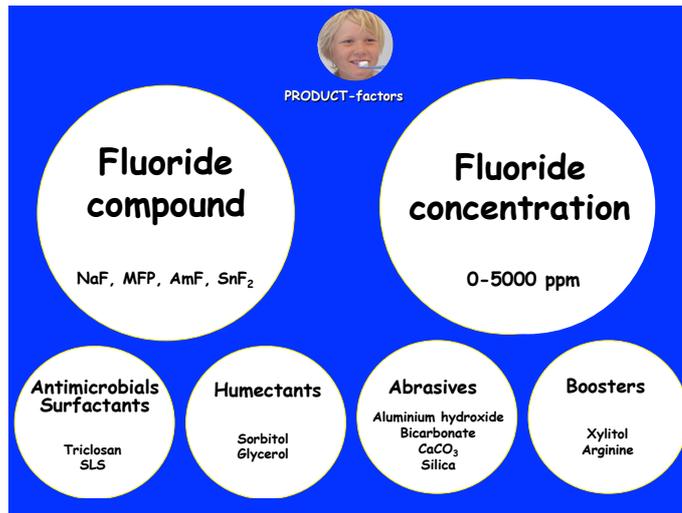
「行動」に関連する因子のうち、ブラッシング頻度が最も重要です。ペースト量とブラッシング時間もまた、役割を果たします (Zero et al. 2012; Creth et al. 2016)。最近、ブラッシング後の行動が専門家パネルによって議論されています (Pitts et al. 2012)。そのコンセンサスは以下のようなものです。(a)すすがないで唾を吐くにとどめること、(b)フッ化物配合歯磨剤と唾液のみですすぐこと、(c)フッ化物配合洗口液ですすぐこと—これについては、個人レベルでの齲蝕予防に有益であるだろうとのことです。

「物」に関連する因子のうち、フッ化物とフッ化物濃度が最も重要です。フッ化スズ ( $\text{SnF}_2$ ) は、プラーク、歯肉炎、口臭、歯牙酸蝕症に対しても効果がある点で、興味深いです (Johanessen et al. 2020; Konradsson et al. 2020)。しかし、ほとんどのフッ化物歯磨剤にはNaFが使用されています。

齲蝕予防にはフッ化物濃度が重要な因子です。フッ化物が多ければ多いほど効果が高いです (Walsh et al. 2019)。現在では、ほとんどの国で学童・成人には1,450ppm F、小児には1,000ppm Fを使用することで合意を得ています (Toonmba et al. 2019)。

高濃度フッ化物歯磨剤 (5,000ppm F) は、10代と高齢者の両方に高い効果があるという強いエビデンスがあります。Pretty (2016) によると「歯磨き剤では、1,000ppm Fあたり12.7%の齲蝕 (DMFS) の減少がある。したがって、2,500~2,800ppm は1,000ppm よりも15~20%、5,000ppm は1,000ppm よりも30~40%の効果がある。」としています。

他にも、トリクロサンやSLSなどの抗菌剤、キシリトールやアルギニンなどの矯味剤など、一定の効果がある「物」に関連した要因もあるかもしれませんが、それらがフッ化物に付加的な効果を持つかどうかについては合意がありません。



「物」の因子

フッ化物 (NaF、MFP、AmF、SnF<sub>2</sub>)

フッ素濃度 (0-5000 ppm)

抗菌剤 (トリクロサン、SLS)

湿潤剤 (ソルビトール、グリセロール)

研磨剤 (水酸化アルミニウム、CaCO<sub>3</sub>、シリカ)

矯味剤 (キシリトール、アルギニン)

### 結論

60年前、歯磨き粉にフッ化物を配合したことは、カリオロジーの観点では「革命」でした。最初に化粧品の一つとして使われたのですが、今や赤ちゃんからお年寄りまで、世界中の齲蝕予防に最も重要な製品となっています。

## 参考文献

- Bratthall D, Hänsel-Petersson G, Sundberg H. Reasons for the caries decline: what do the experts believe? *Eur J Oral Sci* 1996;104:416-22discussion 423-5, 430-2.
- Creeth JE, Kelly SA, González-Cabezas C, Karwal R, Martinez-Mier EA, Lynch RJM, Bosma ML, Zero DT. Effect of toothbrushing duration and dentifrice quantity on enamel remineralisation: An in situ randomized clinical trial. *J Dent* 2016;55:61-7.
- Fejerskov O. Changing paradigms in concepts on dental caries: consequences for oral health care. *Caries Res* 2004;38:182-91.
- Johannsen A, Emilson CG, Johannsen G, Konradsson K, Lingström P, Ramberg P. Effects of stabilized stannous fluoride dentifrice on dental calculus, dental plaque, gingivitis, halitosis and stain: A systematic review. *Heliyon* 2019;5:e02850.
- Konradsson K, Lingström P, Emilson CG, Johannsen G, Ramberg P, Johannsen A. Stabilized stannous fluoride dentifrice in relation to dental caries, dental erosion and dentin hypersensitivity: A systematic review. *Am J Dent* 2020;33:95-105.
- Pitts N, Duckworth RM, Marsh P, Mutti B, Parnell C, Zero D. Post-brushing rinsing for the control of dental caries: exploration of the available evidence to establish what advice we should give our patients. *Br Dent J* 2012;212:315-20.
- Pretty IA. High fluoride concentration toothpastes for children and adolescents. *Caries Res* 2016;50 Suppl 1:9-14.
- Toumba KJ, Twetman S, Splieth C, Parnell C, van Loveren C, Lygidakis NA. Guidelines on the use of fluoride for caries prevention in children: an updated EAPD policy document. *Eur Arch Paediatr Dent* 2019;20:507-16.
- Zero DT, Creeth JE, Bosma ML, Butler A, Guibert RG, Karwal R, Lynch RJ, Martinez-Mier EA, González-Cabezas C, Kelly SA. The effect of brushing time and dentifrice quantity on fluoride delivery in vivo and enamel surface microhardness in situ. *Caries Res* 2010;44:90-100.
- Zhang J, Sardana D, Li KY, Leung KCM, Lo ECM. Topical fluoride to prevent root caries: systematic review with network meta-analysis. *J Dent Res* 2020;99:506-13.
- Walsh T, Worthington HV, Glenny AM, Marinho VC, Jeroncic A. Fluoride toothpastes of different concentrations for preventing dental caries. *Cochrane Database Syst Rev*. 2019;3:CD007868.