

O papel do flúor na proteção dos dentes

Caroline Teggi Schwartzkopf, Emerson Nakao,
Leandro Stocco Baccarin e Prof. Dr. Rodolfo Francisco Haltenhoff Melani

Qual o mecanismo de ação do flúor?

O fluoreto é a forma iônica do elemento flúor, o 13º elemento mais abundante na crosta da Terra. O flúor está carregado negativamente e combina-se com os íons positivos (por exemplo, de cálcio ou de sódio) para formar compostos estáveis (por exemplo, fluoreto de cálcio ou fluoreto de sódio). Tais fluoretos são liberados no ambiente naturalmente, na água e ar. Os compostos de flúor são também produzidos por alguns processos industriais que utilizam a apatita mineral, uma mistura de compostos de fosfato de cálcio. Nos seres humanos, o flúor é principalmente associado com tecidos calcificados (isto é, ossos e dentes) por causa da sua alta afinidade para o cálcio¹⁵.

A capacidade do flúor para inibir ou até mesmo reverter o início e progressão da cárie dentária é bem documentada. O primeiro uso de flúor na água com a intenção de controlar a cárie começou em 1945 e 1946 nos Estados Unidos e no Canadá. O sucesso de fluoração da água na prevenção e controle da cárie dentária levou ao desenvolvimento de produtos contendo flúor, incluindo creme dental, solução para bochechar, os suplementos dietéticos, e os de aplicação profissional como o gel, a espuma e o verniz. Além disso, as bebidas, que constituem uma proporção crescente das dietas de muitos residentes dos EUA, e os alimentos podem conter pequenas quantidades de flúor, especialmente quando processados com água fluoretada^{5,6}.

Bactérias cariogênicas residem na placa dental (biofilme), uma matriz orgânica pegajosa de bactérias, restos alimentares, células da mucosa mortas e componentes salivares que adere ao esmalte do dente. A placa também contém os minerais, principalmente cálcio e fósforo, bem como proteínas, polissacarídeos, hidratos de carbono e lipídios. Bactérias cariogênicas colonizam as superfícies dos dentes e produzem polissacarídeos que aumentam a aderência da placa ao esmalte. Sem a sua remoção, a placa vai crescer e agregar mais bactérias cariogênicas. Um passo inicial na formação de uma lesão de cárie ocorre quando as bactérias cariogênicas na placa dental metabolizam um substrato a partir de açúcares e de outros carboidratos fermentáveis, e o ácido



“O primeiro uso de flúor na água com a intenção de controlar a cárie começou em 1945 e 1946 nos Estados Unidos e no Canadá.”



“O flúor é mais facilmente absorvido pelo esmalte desmineralizado do que pelo esmalte sadio.”

produzido como um subproduto metabólico desmineraliza a superfície cristalina do esmalte adjacente. Desmineralização envolve a perda de cálcio, fosfato e carbonato. Estes minerais podem ser capturados pela placa e ficar disponíveis para recaptação pela superfície do esmalte. O flúor, quando presentes na boca, também é armazenado na placa.

O fluoreto funciona para controlar cáries iniciais de várias maneiras. O flúor armazenado na placa e na saliva inibe a desmineralização do esmalte sadio e aumenta a remineralização do esmalte desmineralizado. Durante a metabolização dos carboidratos e produção de ácido^{20,21}, o flúor é liberado da placa dental em resposta ao pH reduzido na interface dente-placa²². O flúor liberado e o flúor presente na saliva são absorvidos pelo esmalte desmineralizado juntamente com cálcio e fosfato, para estabelecer uma estrutura cristalina de esmalte melhorada. Esta estrutura melhorada é mais resistente aos ácidos e contém mais fluoreto e menos carbonato^{13,23,24}. O flúor é mais facilmente absorvido pelo esmalte desmineralizado do que pelo esmalte sadio²⁵. Ciclos de desmineralização e remineralização continuam durante todo o tempo de vida do dente. O fluoreto também inibe cárie dentária por afetar a atividade das bactérias cariogênicas, inibindo seu processo de metabolização de carboidratos para produzir ácido, o que afeta a produção de polissacarídeos adesivos²⁶. Em estudos laboratoriais, quando uma baixa concentração de fluoreto está constantemente presente, um tipo de bactéria cariogênica, o *Streptococcus mutans*, produz menos ácido²⁷⁻³⁰.

A saliva é uma grande carreadora de flúor tóxico. A concentração de fluoreto na saliva é baixa - aproximadamente 0.016 partes por milhão (ppm), em áreas onde a água potável é fluoretada, e de 0.006 ppm nas áreas não fluoretadas³¹. Esta concentração de flúor não é suscetível de afetar a atividade cariogênica. No entanto, beber água fluoretada, fazer escovação com creme dental fluoretado ou usar outro produto fluoretado pode aumentar a concentração de fluoreto na saliva de 100 a 1000 vezes. A concentração retorna aos níveis prévios entre 1 e 2 horas, porém, durante esse tempo, a saliva se presta como importante fonte de fluoretos, essencial para a remineralização³². Aplicando o gel de fluoreto ou outros produtos contendo uma elevada concentração de flúor em dentes, haverá formação de uma camada temporária de fluoreto de cálcio semelhante na superfície do esmalte. O fluoreto neste material é liberado quando o pH no meio bucal cai em resposta à produção de ácido, ficando disponível para remineralizar o esmalte³³.

No início das pesquisas do flúor, foi levantada a hipótese de que o flúor afetaria o esmalte e inibiria a cárie dentária apenas quando incorporado ao esmalte dental em desenvolvimento (pré-eruptivo)^{33,34}. Evidências apontam para esta hipótese³⁵⁻³⁸, mas distinguir um efeito pré-eruptivo após dentes irromperem na cavidade oral, onde a exposição tópi-

- ca ao flúor ocorre regularmente, é difícil. No entanto, a alta concentração de flúor em esmalte sadio não pode por si só explicar a acentuada redução da cárie dentária que o flúor produz^{39,40}. A prevalência de cáries dentárias na população não está inversamente relacionada com a concentração de fluoreto no esmalte⁴¹, e uma maior concentração não é necessariamente mais eficaz na prevenção da cárie dentária⁴².

A profilaxia antes da aplicação de flúor é necessária?

Consultando a literatura para a profilaxia antes de qualquer aplicação tópica de flúor, foram encontrados somente estudos sobre profilaxia antes da aplicação de fluoreto 1,23% (gel acidulado). Foram identificados dois ensaios clínicos randomizados^{16,18} e um não randomizado¹⁹, em que os investigadores avaliaram se a profilaxia antes da aplicação profissional de gel acidulado de flúor a 1,23% afetaria sua eficácia. Dois estudos foram realizados nos Estados Unidos¹⁷⁻¹⁹ e o outro no Canadá¹⁶. Todos os estudos avaliaram crianças de 6 a 14 anos. Dois deles apresentaram dados relativos a dentes permanentes, e o outro, sobre dentes decíduos¹⁰.

Os estudos não encontraram nenhum benefício para a realização de profilaxia antes da aplicação de fluoreto em gel a 1,23% para a dentição decídua e permanente das crianças. Embora nenhum estudo sobre populações adultas tenha sido encontrado, o grupo que realizou a revisão sistemática extrapolou a evidência dos dentes permanentes de crianças e jovens com idade entre 6 e 18 anos para a cárie coronais em adultos, mas não para cárie radicular e não dá nenhuma recomendação clínica para esta forma da doença¹⁰.

Sendo assim, entendemos que a profilaxia realizada rotineiramente encontraria sua razão na diminuição e controle da quantidade de placa dental, haja vista seus efeitos sobre tecidos gengival e dentários, amplamente documentados e conhecidos, e fazendo parte da orientação em higiene bucal, uma obrigação e dever de qualquer cirurgião dentista para com seu paciente. Especificamente, o que os trabalhos apontam é que realizar a profilaxia antes da aplicação de flúor não afetaria significativamente o resultado final. Tanto é que não existem recomendações para que o procedimento não seja realizado. Dada a natureza empírica de nossa profissão, muitos procedimentos são realizados não de forma insatisfatória, mas pelo motivo equivocado, fruto de pseudociência, do conhecimento informal (produzido inadequadamente aos olhos da ciência verdadeira). É o procedimento certo, mas pelo motivo errado. Estudos desta natureza contribuem para a correta utilização do conhecimento.

O que é fluorose?

Nos últimos 20 anos, com o declínio substancial nos índices de cárie dentária em muitos países ocidentais, um aumento

nos níveis de fluorose em alguns países e a intensificação da pesquisa sobre o mecanismo de ação do fluoreto destacaram a importância primordial de seu efeito tóxico, e maior atenção tem sido dada ao uso adequado de outras intervenções baseadas em flúor⁴.

Fluorose dental, por contraditório que possa parecer, é a hipomineralização do esmalte dos dentes causada pela ingestão de uma quantidade de fluoreto que está acima do nível ótimo durante a formação do esmalte. Clinicamente, a aparência dos dentes com fluorose depende da severidade da condição. Em sua forma mais suave, há linhas brancas fracas ou listras visíveis apenas para examinadores treinados e em condições controladas de exame. Em casos de maior comprometimento, a fluorose manifesta-se como manchas nos dentes, resultado da coalescência das linhas e listras brancas visíveis já reunidas em áreas opacas maiores. Na forma mais grave, a coloração marrom ou corrosão do esmalte dentário podem ocorrer⁷. O mecanismo exato através do qual se desenvolve a fluorose não é totalmente compreendido. Há alguma evidência para apoiar a hipótese de que os níveis excessivos de fluoreto podem interferir com a formação do esmalte dental e causar fluorose⁷.

Um possível efeito adverso associado ao uso de creme dental com flúor é o manchamento dos dentes permanentes devido à deglutição excessiva de fluoreto por crianças (< 6 anos) com dentes em desenvolvimento, embora existam fortes evidências de que o uso de creme dental contendo flúor pode prevenir a cárie dentária em crianças e adultos^{1-4,7-11,14}. Forte evidência também associa os níveis mais elevados de fluoreto (cremes dentais com 1000 ppm ou mais) com um risco aumentado de fluorose, quando administrado em crianças com menos de 5 a 6 anos de idade.

Deve haver uma ponderação equilibrada entre os benefícios da aplicação tópica de flúor na prevenção da cárie e do risco de desenvolvimento de fluorose⁸. Há evidências duvidosas sobre quando iniciar o uso de creme dental com flúor em crianças menores de 12 meses de idade, por estar associado a um aumento do risco de fluorose (a maioria das evidências disponíveis incidem sobre fluorose leve). A evidência para a sua utilização entre a idade de 12 a 24 meses é ambígua. Se o risco de fluorose é motivo de preocupação, recomenda-se creme dental com concentração menor que 1000 ppm de flúor nessa idade⁷.

Essa aparente contradição entre haver evidências ou não que podem condenar o uso do flúor em menores de 5 ou 6 anos de idade é resultante das dificuldades de padronização na metodologia dos estudos realizados. É compreensível e aceitável que crianças nessa faixa etária não saibam cuspir e deglutem boa parte do creme dental utilizado, e a grande dificuldade seria mensurar a quantidade deglutida. Por isso é feita a recomendação para utilização de cremes dentais com baixa ou nenhuma concentração de flúor nessa faixa etária. ►

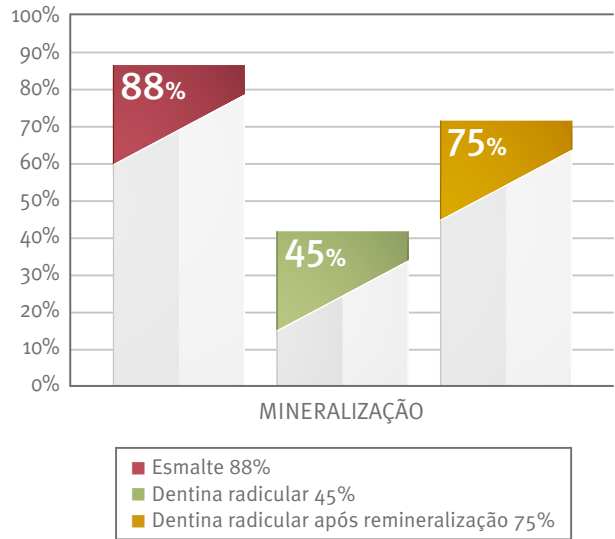
A superfície radicular pode ser remineralizada como a do esmalte?

A remineralização do esmalte dentário é um procedimento realizado com a finalidade de recuperar manchas brancas. A remineralização de lesões abaixo da superfície ocorre quando os íons dissociados de cálcio e fosfato se recombina para formar uma estrutura cristalina mais forte. Essa reação é otimizada pela presença do flúor, que altera o processo de remineralização, agindo como um catalizador mineral de crescimento/desenvolvimento. A ação do flúor acelera a reconstrução/reconstituição do esmalte e pode parar ou mesmo reverter a cárie dental. Mais importante, a incorporação do flúor ao mineral dos dentes juntamente com cálcio e fosfato torna o esmalte mais resistente aos ácidos bacterianos do que na sua forma original¹². O processo de remineralização e desmineralização é similar em qualquer superfície dentária sobre a qual eles ocorrem (fóssulas, fissuras e faces livres). Entretanto, algumas superfícies tendem a possuir uma incidência mais alta comparada a outras. Isto é principalmente em função de uma combinação de morfologia dentária e acessibilidade para limpeza, onde fossas e fissuras juntamente com locais interproximais apresentam as mais altas taxas de formação de lesão.

Os conceitos de remineralização e desmineralização não são recentes. Em um estudo de Backer Dirks de 1966, anterior à difusão da utilização do flúor, 71 manchas brancas no esmalte dentário de crianças de 8 anos foram acompanhadas por 7 anos (todas as lesões cavitadas foram restauradas)¹².



Observando o gráfico nesta página¹², conclui-se que a dentina radicular pode se refazer (remineralizar) quando exposta ao flúor. Embora tenha menos mineral em sua constituição quando comparado ao esmalte, há registros de que a superfície radicular pode se remineralizar a uma porcentagem maior que a de seu estado inicial (um estudo relata 67% a mais quando comparado a um placebo).



Conclusão

Toda vez que o pH cai abaixo do limite crítico para a cárie, as superfícies dentárias, não importa a idade ou qual superfície, estarão submetidas a uma “queda de braço” entre a desmineralização e a remineralização, momento em que o flúor desempenha um papel importantíssimo no que diz respeito à proteção dos dentes.

Comparativo do processo de cárie no esmalte e na raiz¹²

Cárie coronária	Cárie radicular
88% vol. Mineral (esmalte)	45% vol. Mineral (dentina)
Relacionada à placa	Relacionada à placa e retração gengival
Dissolução ácida da subsuperfície (mancha branca)	Dissolução ácida da subsuperfície (“consistência pegajosa”)
Dissolução completa: cavitação. Até a cavitação ocorrer, a remineralização é possível	Completa dissolução: alteração do contorno da superfície. Com o colágeno em posição, a remineralização é possível; uma vez destruído, não haveria estrutura para a remineralização ocorrer

O Center for Devices and Radiological Health do FDA definiu o verniz fluoretado como um mecanismo medicinal para ser utilizado como forrador de cavidades (prover flúor na interface dente-restauração) e dessensibilizante (reduzir a sensibilidade do dente relacionada à alteração de temperatura e toque, que ocorre algumas vezes quando a raiz fica exposta por retração gengival). O FDA não aprovou esse produto como um agente anticárie¹⁵.

► Referências Bibliográficas

- Walsh T, Worthington HV, Glenny AM, Appelbe P, Marinho VC, Shi X. Fluoride toothpastes of different concentrations for preventing dental caries in children and adolescents. *Cochrane Database Syst Rev.* 2010;20(1):CD007868. [updated 2014 nov, cited 2014 dec 09]. Available from: <http://cochrane.bvsalud.org/doc.php?db=reviews&id=CD003876&lib=COC>
- Bonner BC, Clarkson JE, Dobbyn L, Khanna S. Slow-release fluoride devices for the control of dental decay. *Cochrane Database Syst Rev.* 2006; 18(4):CD005101. Updated in: Chong LY, Clarkson JE, Dobbyn-Ross L, Bhakta S. Slow-release fluoride devices for the control of dental decay. *Cochrane Database Syst Rev.* 2014; 28(11):CD005101 [updated 2014 nov, cited 2014 dec 09]. Available from: <http://cochrane.bvsalud.org/doc.php?db=reviews&id=CD005101&lib=COC>
- Marinho VC, Higgins JP, Sheiham A, Logan S. Combinations of topical fluoride (toothpaste, mouthrinses, gels, varnishes) versus single topical fluoride for preventing dental caries in children and adolescents. *Cochrane Database Syst Rev.* 2014;(1):CD002781. [updated 2014 nov, cited 2014 dec 09]. Available from: <http://cochrane.bvsalud.org/doc.php?db=reviews&id=CD002781&lib=COC>.
- Marinho VC, Higgins JP, Sheiham A, Logan S. Fluoride toothpaste for preventing dental caries in children and adolescents. *Cochrane Database Syst Rev.* 2003;(1):CD002278. [updated 2014 nov, cited 2014 dec 09]. Available from: <http://cochrane.bvsalud.org/doc.php?db=reviews&id=CD002278&lib=COC>.
- Marinho VC, Higgins JP, Logan S, Sheiham A. Fluoride gels for preventing dental caries in children and adolescents. *Cochrane Database Syst Rev.* 2002;(2):CD002280. [updated 2014 nov, cited 2014 dec 09]. Available from: <http://cochrane.bvsalud.org/doc.php?db=reviews&id=CD002280&lib=COC>.
- Marinho VC, Worthington HV, Walsh T, Clarkson JE. Fluoride varnishes for preventing dental caries in children and adolescents. *Cochrane Database Syst Rev.* 2013;(7):CD002279. [updated 2014 nov, cited 2014 dec 09]. Available from: <http://cochrane.bvsalud.org/doc.php?db=reviews&id=CD002279&lib=COC>.
- Wong MC, Glenny AM, Tsang BW, Lo EC, Worthington HV, Marinho VC. Topical fluoride as a cause of dental fluorosis in children. *Cochrane Database Syst Rev.* 2010 Jan 20;(1):CD007693. [updated 2014 nov, cited 2014 dec 09]. Available from: <http://cochrane.bvsalud.org/doc.php?db=reviews&id=CD007693&lib=COC>.
- Tubert-Jeannin S, Auclair C, Amsellem E, Tramini P, Gerbaud L, Ruffieux C, Schulte AG, Koch MJ, Rége-Walther M, Ismail A. Fluoride supplements (tablets, drops, lozenges or chewing gums) for preventing dental caries in children. *Cochrane Database Syst Rev.* 2011;(12):CD007592. [updated 2014 nov, cited 2014 dec 09]. Available from: <http://cochrane.bvsalud.org/doc.php?db=reviews&id=CD007592&lib=COC>.
- American Dental Association Council on Scientific Affairs. Professionally applied topical fluoride: evidence-based clinical recommendations. *J Am Dent Assoc.* 2006;137(8):1151-9.
- Weyant RJ, Tracy SL, Anselmo TT, Beltrán-Aguilar ED, Donly KJ, Frese WA, Hujuel PP, Iafolla T, Kohn W, Kumar J, Levy SM, Tinanoff N, Wright JT, Zero D, Aravamudan K, Frantsve-Hawley J, Meyer DM; American Dental Association Council on Scientific Affairs Expert Panel on Topical Fluoride Caries Preventive Agents. Topical fluoride for caries prevention: executive summary of the updated clinical recommendations and supporting systematic review. *J Am Dent Assoc.* 2013 Nov;144(11):1279-91. Erratum in: *J Am Dent Assoc.* 2013 Dec;144(12):1335. Dosage error in article text.
- American Dental Association Council on Scientific Affairs. Professionally applied topical fluoride: evidence-based clinical recommendations. *J Dent Educ.* 2007;71(3):393-402.
- Jensen ME, Faller RV. An update on demineralization/remineralization. 2005. [revised 2013 nov 27, cited 2014 dec 09]. Available from: <http://www.dentalcare.com/en-US/dental-education/continuing-education/ce73/ce73.aspx>
- de Carvalho JG, de Godoy LF, Bastos MT. Comparison of 2 techniques for enamel remineralization. *Pesqui Odontol Bras.* 2002 Jan-Mar;16(1):89-92.
- Marinho VC, Higgins JP, Sheiham A, Logan S. One topical fluoride (toothpastes, or mouthrinses, or gels, or varnishes) versus another for preventing dental caries in children and adolescents. *Cochrane Database Syst Rev.* 2004;(1):CD002780. [updated 2014 nov, cited 2014 dec 09]. Available from: <http://cochrane.bvsalud.org/cochrane/show.php?db=reviews&mf=1345&id=CD002780&lang=pt&dblang=&lib=COC#>
- Centers for Disease Control and Prevention. Recommendations for using fluoride to prevent and control dental caries in the United States. *MMWR Recomm Rep.* 2001;50(RR-14):1-42. [cited 2014 dec 09]. Available from: <http://www.cdc.gov/mmwr/PDF/rr/rr5014.pdf>
- Johnston DW, Lewis DW. Three-year randomized trial of professionally applied topical fluoride gel comparing annual and biannual applications with/without prior prophylaxis. *Caries Res* 1995;29(5):331-336.
- Ripa LW, Leske GS, Sposato A, Varma A. Effect of prior tooth-cleaning on biannual professional APF topical fluoride gel-tray treatments: results after two years. *Clin Prev Dent* 1983;5(4):3-7.
- Ripa LW, Leske GS, Sposato A, Varma A. Effect of prior tooth-cleaning on bi-annual professional acidulated phosphate fluoride topical fluoride gel-tray treatments: results after three years. *Caries Res* 1984;18(5):457-464.
- Houpt M, Koenigsberg S, Shey Z. The effect of prior toothcleaning on the efficacy of topical fluoride treatment: two-year results. *Clin Prev Dent* 1983;5(4):8-10.
- Featherstone JDB. Prevention and reversal of dental caries: role of low level fluoride. *Community Dent Oral Epidemiol* 1999;27:31-40.
- Koulourides T. Summary of session II: fluoride and the caries process. *J Dent Res* 1990;69(special issue):558.
- Tatevossian A. Fluoride in dental plaque and its effects. *J Dent Res* 1990;69(special issue):645-52.
- Chow LC. Tooth-bound fluoride and dental caries. *J Dent Res* 1990;69(special issue):595-600.
- Thylstrup A, Fejerskov O, Bruun C, Kann J. Enamel changes and dental caries in 7-year-old children given fluoride tablets from shortly after birth. *Caries Res* 1979;13:265-76.
- White DJ, Nancollas GH. Physical and chemical considerations of the role of firmly and loosely bound fluoride in caries prevention. *J Dent Res* 1990;69(special issue):587-94.
- Hamilton IR. Biochemical effects of fluoride on oral bacteria. *J Dent Res* 1990;69(special issue):660-7.
- Bowden GHW. Effects of fluoride on the microbial ecology of dental plaque. *J Dent Res* 1990;69(special issue):653-9.
- Bowden GHW, Odlum O, Nolette N, Hamilton IR. Microbial populations growing in the presence of fluoride at low pH isolated from dental plaque of children living in an area with fluoridated water. *Infect Immun* 1982;36:247-54.
- Marquis RE. Diminished acid tolerance of plaque bacteria caused by fluoride. *J Dent Res* 1990;69(special issue):672-5.
- Rosen S, Freja JI, Hsu SM. Effect of fluoride-resistant microorganisms on dental caries. *J Dent Res* 1978;57:180.
- Oliveby A, Twetman S, Ekstrand J. Diurnal fluoride concentration in whole saliva in children living in a high- and a low-fluoride area. *Caries Res* 1990;24:44-7.
- Rölla G, Ekstrand J. Fluoride in oral fluids and dental plaque. In: Fejerskov O, Ekstrand J, Burt BA, eds. *Fluoride in dentistry*. 2nd ed. Copenhagen: Munksgaard, 1996:215-29.
- LeGeros RZ. Chemical and crystallographic events in the caries process. *J Dent Res* 1990;69(special issue):567-74.
- Dean HT, Dixon RM, Cohen C. Mottled enamel in Texas. *Public Health Rep* 1935;50:424-42.
- McClure FJ, Likins RC. Fluorine in human teeth studied in relation to fluorine in the drinking water. *J Dent Res* 1951;30:172-6.
- Marthaler TM. Fluoride supplements for systemic effects in caries prevention. In: Johansen E, Taves DR, Olsen TO, eds. *Continuing evaluation of the use of fluorides*. Boulder, CO: Westview, 1979:33-59. (American Association for the Advancement of Science selected symposium no. 11).
- Murray JJ. Efficacy of preventive agents for dental caries. Systemic fluorides: water fluoridation. *Caries Res* 1993;27(suppl 1):2-8.
- Groeneveld A, Van Eck AAMJ, Backer Dirks O. Fluoride in caries prevention: is the effect pre- or post-eruptive? *J Dent Res* 1990;69(special issue):751-5.
- Levine RS. The action of fluoride in caries prevention: a review of current concepts. *Br Dent J* 1976;140:9-14.
- Margolis HC, Moreno EC. Physicochemical perspectives on the cariostatic mechanisms of systemic and topical fluorides. *J Dent Res* 1990;69(special issue):606-13.
- Clarkson BH, Fejerskov O, Ekstrand J, Burt BA. Rational use of fluorides in caries control. In: Fejerskov O, Ekstrand J, Burt BA, eds. *Fluorides in dentistry*. 2nd ed. Copenhagen: Munksgaard, 1996:347-57.
- Arends J, Christoffersen J. Nature and role of loosely bound fluoride in dental caries. *J Dent Res* 1990;69(special issue):601-5. 