

# Effekten og virkningsmekanismen af saltfluoridering på caries: En oversigtsartikel

Azam Bakhshandeh, Bilal Derawi, Svante Twetman og Kim Ekstrand

Cariesprævalensen i Grønland er stadig høj sammenlignet med Danmark og andre nordiske lande. For at reducere cariesforekomsten er der truffet en politisk beslutning om at introducere et landsdækkende saltfluorideringsprogram i Grønland i 2008. Formålet med denne oversigtsartikel er at dokumentere effektiviteten af saltfluoridering. Artiklen præsenterer data fra undersøgelser foretaget i perioden 1960 til 1990 rundt omkring verden. Resultaterne tyder på, at saltfluoridering har en cariesforebyggende effekt. Analyser, foretaget på børn og unge, viser også, at saltfluoridering udskyder cariesproblemerne med et par år på de enkelte individer. Saltfluorideringsstuderne er dog lavt placeret i evidenshierarkiet. Oplysninger fra international litteratur samt data fra et pilotstudie foretaget på Fagområdet for Cariologi og Endodonti på Tandlægeskolen i København indikerer, at saltfluoridering har sin cariesreducerende effekt ved at øge koncentrationen af fluorid i saliva, mens man spiser og ganske kort derefter.

Det konkluderes, at saltfluoridering i Grønland ikke bør være eneste nye cariesforebyggende initiativ, men kombineres med eksempelvis generel instruktion til befolkningen i tandbørstning og brug af 1.500 ppm fluortandpasta.

Caries er en af de hyppigst forekommende sygdomme i verden med stor omkostning for det enkelte samfund. I den vestlige verden har der generelt været en reduktion i cariesforekomsten på børn og unge de sidste 30 år (1). I Danmark fx er den gennemsnitlige cariesforekomst udtrykt ved DMFS-indekset på eksempelvis 15-årige faldet fra 6,6 i 1988 til 2,7 i 2005 (information fra Sundhedsstyrelsen). Inden for Danmark er der dog ganske store interkommunale variationer i cariesforekomsten, eksempelvis var den gennemsnitlige cariesforekomst på 15-årige i nogle af de jyske kommuner i 2004 over 5,5 DMFS, mens cariesforekomsten på 15-årige på Bornholm var under 2 (information fra Sundhedsstyrelsen, 2007). Det har vist sig, at variationer i fluoridforekomsten i kommunernes drikkevand kan forklare ca. 1/3 af denne interkommunale variation (2).

I Grønland er cariesforekomsten på børn og unge generelt meget større end i Danmark, dog er der også her stor variation mellem forskellige områder (3). I Nassaq, som er det eneste område i Grønland med et naturligt indhold af fluorid i drikkevandet (ca. 1 ppm), har børn og unge den laveste cariesforekomst i Grønland (gennemsnits-DMFS i 2003 på 15-årige ~ 5) (3). Oplysninger baseret på danske og på grønlandske forhold samt data fra andre lande viser således, at fluorid i drikkevandet har en cariesreducerende effekt (2,3,4), selv om det endnu ikke er vist på højeste evidensniveau (5).

WHO konkluderede også i sin rapport »Fluorides and Oral Health« (6), at der er »klar evidens for, at lav-niveau fluoreksponering af befolkningen kan reducere cariesprævalensen«. Hvor vandfluoridering ikke er muligt på grund af tekniske, økonomiske eller sociokulturelle faktorer, anbefaler WHO saltfluoridering som et alternativ. Der findes tre former af fluorideret salt, nemlig NaF, KF og CaF<sub>2</sub>.

Fluoridindholdet i saltet ligger på mellem 90-350 mg fluorid pr. kg salt (90-350 ppm F). Der synes ingen forskel i den cariesreducerende effekt mellem de forskellige former af fluorideret salt. (12, se resultatafsnittet).

Nogle af fordelene ved brug af fluorideret salt er at (6):

1. Det er universelt, hvilket betyder, at det kan anvendes hvor som helst i landet, dvs. både i byer og landsbyer.
2. Det er relativt billigt.
3. Anvendelse af saltfluoridering tillader individuel dosering, som er mere besværlig ved anvendelse af vandfluoridering.

Der er nu truffet en politisk beslutning om at introducere et landsdækkende saltfluorideringsprogram i 2008 for at reducere carieserfaringen i Grønland. Programmet omfat-

ter i første omgang kun fluorideret salt på husholdningsniveau (KF ca. 250 ppm F). Industrielt fremstillede madvarer indeholder således ikke fluorideret salt.

### Formål

Formålet med denne oversigtsartikel er at dokumentere effektiviteten af saltfluoridering på caries. Hertil vil vi referere resultater fra undersøgelser rundt omkring i verden, herunder også vurdere de enkelte undersøgelser evidensniveau. Et enkelt arbejde har kortlagt, at fluoridindholdet i saliva kun er forhøjet ca. 1/2 time efter indtag af fluorideret salt (7). Ved at inkludere resultaterne fra et pilotstudie foretaget på Fagområdet for Cariologi og Endodonti på Tandlægeskolen i København fokuserer den aktuelle artikel også på at forklare, hvordan fluorid fra salt egentlig kan påvirke caries.

### Materiale og metoder

#### Litteratursøgning

I maj 2007 begyndte vi at søge i Cochrane Library for reviewartikler om saltfluorideringsprogrammer, men der er ingen rapporterede reviews på emnet. Derefter søgte vi i PubMed databasen, hvor følgende nøgleord blev anvendt: »salt fluoridation and caries«, »salt fluoridation and DMFT«, »salt fluoridation and saliva«, »salt fluoridation and urinary excretion« og »fluoridated salt«. Udgangspunktet var at inkludere studier, som var designet som kliniske randomiserede undersøgelser, som kliniske kontrollerede undersøgelser eller epidemiologiske undersøgelser. Baseret på de fundne 334 referencer blev 31 artikler udvalgt baseret på deres abstract. Blandt de udvalgte artikler var der tre oversigtsartikler (5,8,9). Vi fandt undersøgelser omkring saltfluoridering fra ni lande. Tabel 1 viser detaljer fra et enkelt studie fra hvert af de ni lande (10-17). Efter nærlæsning af de mange artikler var der desværre kun seks studier, som var designet med kontrolgrupper (10-14). Vi vil vende tilbage til nogle af disse studier i detaljer i resultatbeskrivelsen. 15 af de fundne artikler er ekskluderet, og årsagerne er angivet i Tabel 2 (26-40). Resultaterne fra disse studier vil ikke blive videre omtalt i dette arbejde.

For at forklare saltfluoriderings mulige effekt på caries foretog vi i foråret 2007, på fluorlaboratoriet på Tandlægeskolen i København, en undersøgelse omkring fluoridindholdet i saliva på personer, der havde brugt salt med 250 ppm fluorid i to uger. Data fra undersøgelsen vil blive fremlagt og diskuteret.

Kort beskrivelse af studierne fra de lande, som har anvendt saltfluoridering:

Tabel 1 viser de ni lande, hvor der er eller har været salt-

fluoridering, og hvor der er brugbare cariesdata på 12-årige skolebørn. Tabellen viser også, hvilke typer undersøgelser der er foretaget for at vurdere effekten af saltfluoridering.

#### Saltfluoridering i Schweiz

Schweiz var det første land i verden, som indførte saltfluoridering. Det skete i 1955. Koncentration af fluorid i saltet var i begyndelsen 90 ppm. I 1968-70 blev husholdningssalt med en fluoridkoncentration på 250 ppm dog også tilgængelig på markedet. Siden 1983 har fluorideret salt været brugt af 70 % af befolkningen i 23 kantoner i landet. Der har været foretaget en hel del undersøgelser omkring saltfluorideringens effekt på caries i Schweiz (5,9). I Tabel 1 har vi valgt at vise design og data fra et studie af de Crousaz et al. (10). Tre test- og tre kontrolgrupper blev valgt til studiet fra to områder i Schweiz. I testgrupperne indeholdt saltet 250 ppm, i kontrolgrupperne var saltet enten ikke fluorideret eller indeholdt 90 ppm fluorideret salt.

#### Saltfluoridering i Spanien

Saltfluoridering er ikke indført i Spanien, men et enkelt studie har undersøgt effekten af saltfluoridering på caries. Undersøgelsen foregik på to skoler i Pamplona. På den ene skole anvendes salt med en fluoridkoncentration på 250 ppm; på den anden skole anvendes ikke fluorideret salt (11). 182 6-14-årige indgik i undersøgelsen ligeligt fordelt på de to forskellige byer.

#### Saltfluoridering i Colombia

Saltfluorideringsprogrammer (200 ppm fluorideret salt) blev indført i Colombia i 1962. I 1963 blev fire kommuner inkluderet i en tværsnitsundersøgelse. Tre af kommunerne var testgruppe – to kommuner med saltfluoridering og én med vandfluoridering – og den sidste kommune var kontrolgruppen. Alle fire kommuner var ens i socioøkonomiske og kulturelle aspekter. I studiet brugte de fluorideret salt i form af  $\text{CaF}_2$  og NaF. I perioden 1964 til 1972 blev i alt 27.022 børn i alderen 6-14 år undersøgt i fire kommuner. Derudover blev et team af tandlæger trænet i at foretage cariesregistreringerne (5,9,12).

#### Saltfluoridering i Ungarn

Saltfluoridering blev indført i Ungarn i 1965, og der har været en række undersøgelser, som har studeret saltfluorideringens effekt på caries. Tabel 1 refererer til et studie, som initieredes allerede i 1966 med test- og kontrolgrupper i to landsbyer (13). Fluoridindholdet i saltet i testgrupperne varierede over årene fra 200-350 ppm fluorideret salt. I et par af kontrolgrupperne anvendtes ikke fluoride-

Tabel 1. Detaljer fra hvert studie i de inkluderede lande.

| Forfatter<br>Land<br>Reference                   | Studiedesign                         | Kontrolgruppe | DMFT <sub>12-årige</sub><br>FØR saltfluoridering   |
|--|--------------------------------------|---------------|--|
| De Crousaz et al.<br>Schweiz<br>(10)             | Epidemiologisk studie                | Ja            | 1970<br>Test (n=113)<br>5,65<br>Kontrol (n=95)<br>7,09                                       |
| Vinés<br>Spanien<br>(11)                         | Klinisk kontrolleret studie          | Ja            | 1965<br>Test (n=20)<br>5,20<br>Kontrol<br>?  |
| Mejia<br>Colombia<br>(12)                        | Epidemiologisk studie                | Ja            | 1964<br>Test (Armenia)<br>8,59<br>Test (Montebello)<br>8,59<br>Kontrol (Don Matias)<br>10,72 |
| Tóth<br>Ungarn<br>(13)                           | Longitudinelt klinisk studie         | Ja            | 1966*<br>Test (n=12)<br>6,60<br>Kontrol (1967, n=12)<br>7,33                                 |
| Schulte et al.<br>Frankrig<br>(14)               | Epidemiologisk studie – retrospektiv | Ja            |  |
| Schulte et al.<br>Tyskland<br>(14)               | Epidemiologisk studie – retrospektiv | Ja            |  |
| Solórzano et al.<br>Costa Rica (15)              | Tværsnitstudie                       | Nej           | 1984<br>9,13   |
| Meyer-Lueckel et al.<br>Jamaica<br>(16)          | Tværsnitstudie                       | Nej           | 1984<br>6,7  |
| Irigoyen &<br>Sanchez-Hinojosa<br>Mexico<br>(17) | Tværsnitstudie                       | Nej           | 1988<br>4,39 (n=2275)  |

\* DMFT var på 12-14 årige,

\*\* P-værdier ikke opgivet

| DMFT <sub>12-årige</sub><br>EFTER saltfluoridering   | Cariesreduktion<br>P-værdier  | Inter-examiner kappa  | Intra-examiner kappa | Evidens<br>niveau |
|--|---|---|----------------------|-------------------|
| 1982<br>Test (n=96)<br>2,96<br>Kontrol (n=97)<br>4,91  | Test/test<br>48%<br>P< 0,001<br>Kontrol/kontrol<br>31 %<br>P<0,001        | Ikke angivet  | Ikke angivet         | 4                 |
| 1969<br>Test (n=46)<br>3,81<br>Kontrol (n=52)<br>6,37  | Test/kontrol<br>40 %<br>P<0,05  | Ikke angivet  | Ikke angivet         | 3                 |
| 1972<br>Test (Armenia)<br>4,96<br>Test (Montebello)<br>4,50<br>Kontrol (Don Matias)<br>11,03 | Test/test<br>47 % **<br>Test/test<br>48 % **<br>Kontrol/kontrol<br>-3 %** | Kappaværdien ikke<br>angivet, dog fejlmargen<br>blandt undersøger<br><3 % | Ikke angivet         | 4                 |
| 1974*<br>Test (n=101)<br>4,17<br>Kontrol (n=640)<br>7,54                                     | Test/test<br>36 % **<br>Test/kontrol<br>44 % **                           | Ikke angivet  | Ikke angivet         | 4                 |
| 1998/99<br>Test (n=529)<br>1,37<br>Kontrol (n=187)<br>1,38                                   | Test/kontrol<br>Ingen forskel.<br>P=0,36                                  | Ikke angivet  | 0,93                 | 4                 |
| 1998/99<br>Test (n=335)<br>1,32<br>Kontrol (n=529)<br>1,71                                   | Test/kontrol<br>23 %<br>P=0,01  | Ikke angivet  | 0,93                 | 4                 |
| 1999<br>2,46 (n=1250)  | 1999/1984<br>73 % **  | 0,6 - 0,8   | 0,8 - 0,9            | 4                 |
| 1999<br>2,2  | 1999/1984<br>67 % **  | Ikke angivet  | 0,9                  | 4                 |
| 1997<br>2,47 (n=1138)  | 1997/1988<br>44 %   | 0,67 - 0,91   | 0,75 - 0,96          | 4                 |

Tabel 2. Listen over de ekskluderede referencer og hovedårsag for eksklusionen.

| Første forfatter år | Ref. | Studiedesign                               | Eksklusionsårsag                   |
|---------------------|------|--|------------------------------------|
| Saghari 2007        | 26   | Sammenligning af vand- og saltfluoridering | Data ikke forskelligt fra de viste |
| Withford 2006       | 27   | Review                                     | Ingen originale data               |
| Guindy 2006         | 28   | Case-control                               | Urin                               |
| Tramini 2005        | 29   | Oversigt                                   | Ingen originale data               |
| Schulte 2005        | 30   | Review                                     | Ingen originale data               |
| Marthaler 2005      | 31   | Review                                     | Ingen originale data               |
| Marthaler 2005      | 32   | Review                                     | Ingen originale data               |
| Björnström 2004     | 33   | Single blind prospektiv crossover          | Data ikke forskellige fra de viste |
| Estupinan-Day 2001  | 34   | Retrospektive                              | Ingen kontrolgruppe                |
| Macpherson 2001     | 35   | Single blind crossover                     | Data ikke forskellige fra de viste |
| Fabien 1996         | 36   | Epidemiologisk                             | Kun niårige                        |
| Marthaler 1995      | 37   | Klinisk studie                             | Data ikke forskellige fra de viste |
| Obry-Musset 1992    | 38   | Klinisk studie                             | Data ikke forskellige fra de viste |
| Hellström 1976      | 39   | Klinisk studie                             | Data ikke forskellige fra de viste |
| Tóth 1970           | 40   | Foreløbig rapport                          | Ingen originale data               |

ret salt, i andre anvendtes heller ikke fluorideret salt, men vandet var fluorideret.

#### *Saltfluoridering i Frankrig og Tyskland*

I 1985 blev produktionen af fluorideret salt påbegyndt i Frankrig med en fluoridkoncentration på 250 ppm. Selvom man har haft saltfluoridering siden 1986, er der desværre få studier af saltfluorideringseffekten i Frankrig.

Fluorideret salt har været på markedet siden 1991 i Tyskland med en fluorkoncentration på 250 ppm. I en kort periode blev alt salt produceret som fluorideret salt. Få epidemiologiske studier findes om cariesprævalensen i Tyskland.

Tabel 1 refererer til en undersøgelse fra 1998-99 hvor bl.a. 12-årige skolebørn blev undersøgt i Montpellier (Frankrig) og i Heidelberg (Tyskland). Studiet var et retrospektivt studie, hvor man undersøgte børnenes carieserfaring og derefter adspurgte dem, om de anvendte eller havde anvendt fluorideret salt. Intrareproducérbarhedsundersøgelse blev udført (14).

#### *Saltfluoridering i Costa Rica*

I 1987 indførte Costa Rica et nationalt saltfluoriderings-

program ved brug af 250 ppm fluorideret salt. Tabel 1 refererer til en undersøgelse, hvor otte undersøgere registrerede flere informationer om oral sundhed, herunder caries (15). Undersøgelsen var et epidemiologisk studie uden kontrolgruppe og baseline. 3.758 skolebørn i alderen 6-8, 12 og 15 år deltog i studiet. Undersøgerne var kalibreret.

#### *Saltfluoridering på Jamaica*

Jamaica indførte også et landsdækkende saltfluorideringsprogram i 1987 ligesom Costa Rica. Man valgte at anvende 250 ppm fluorideret salt, men i begyndelsen af programmet var der variationer i fluoridkoncentrationen, men aldrig under 180 ppm F. I 1995 blev der udført cariesundersøgelser på 1.120 børn i alderne 6-8, 12 og 15 år. Studiedesignet var en tværnsnitsundersøgelse uden kontrolgruppe. Reproducérbarhedsundersøgelser blev udført (16).

#### *Saltfluoridering i Mexico*

Fluorideret salt blev indført i Mexico i 1988. Grundet tekniske komplikationer var det ikke muligt at opnå en fluorkoncentration på 250 ppm i begyndelsen. Det betød, at koncentrationen svingede mellem 100-200 ppm i de første

pakker. En koncentration på 200-300 ppm F er nu tilladt i Mexico. I et tværnsnittstudie uden kontrolgruppe blev skoler i fire forskellige »sundhedsregioner« i staten Mexico inkluderet (17). Antallet af 12-årige skolebørn var 2.227 i 1988 og 1.138 i 1997. Intra- og interreproducérbarhedsundersøgelser blev udført.

*Pilotundersøgelse over fluoridindholdet i saliva efter saltindtag indeholdende 250 ppm salt*

**Deltagere**

21 unge studerende deltog i undersøgelsen. De fik udleveret 200 mg salt KCL med 250 ppm fluorid (Sonnensalz, Germany). Deltagerne blev anmodet om at anvende det udleverede salt på samme måde, som de plejede med almindelig ikke fluorideret salt i en tougers periode.

**Salivaprøver**

Ustimulerede salivaprøver blev indsamlet, dagen før saltet med fluorid skulle anvendes og så efter brug af det fluoride-rede salt i to uger. Indsamlingen skete 3 x dagligt; første gang kl. 8.00 om morgenen (kort tid efter morgenmad), kl. 11.00 (før frokost) og så kl. 16.00. Saliva blev opsamlet med pipetter fra mundbunden. Prøverne blev øjeblikkeligt frosset ned. Fluoridkoncentrationerne (F-) blev efterfølgende målt med et pH-meter (PHM 64 RESEARCH pH-meter) efter tilsætning af Tisab III bufferopløsning med et pH på 5,2.

**Resultater**

Tabel 1 angiver den cariesreducerende effekt, som forfatterne af de enkelte studier mere eller mindre har relateret til fluoridet i det anvendte salt. Tabellen viser, at cariesforekomsten udtrykt med DMFT er faldet med mellem 0 % i Frankrig og 73 % i Costa Rica. Tabellen viser også de fem studier (studiet fra Frankrig og Tyskland er det samme

studie), hvor der var test- og kontrolgrupper (10-14). Der var desværre ingen randomisering, ej heller oplysninger omkring reproducérbarhed. I evidenshierarkiet (5) kan studierne i Tabel 1 derfor kun klassificeres som studier, hvor der er begrænset(11) eller utilstrækkelig videnskabelig tiltro til resultater og konklusioner (10,12-14), når artiklernes observationer over saltfluorideringseffekt skal vurderes. I det følgende viser vi resultater fra andre aldersgrupper end på de 12-årige fra de fem undersøgelser, hvor der var kontrolgrupper (10-14).

*Schweiz*

Tabel 3 viser data fra undersøgelsen i Schweiz (10), som ud over 12-årige også foregik på otte-, 10-, og 14-årige. Data kan sammenlignes mellem test- og kontrolgrupper i 1970, 1974, 1978 og i 1982. Testgrupper har på alle alderstrin lavere DMFT end kontrolgrupperne, men forskellen var kun signifikant for de 12-årige. Der var for få deltagere i kontrolgrupperne på de 14-årige for at kunne foretage meningsfulde sammenligninger.

*Spanien*

Tabel 4 viser data opgjort på aldersgrupperne 6-14 år fra test- og kontrolgrupperne. Det fremgår, at DMFT er lavere på alle alderstrin i testgrupperne versus kontrolgruppen. Et andet meget interessant fund er, at der er ca. en 2-3 års forskydning mht. DMFT i kontrolgruppen sammenlignet med testgruppen. DMFT hos de 12-årige i testgruppen var således 3,8; hos de niårige i kontrolgruppen var DMFT 3,7 (angivet med rødt i Tabel 4). DMFT på de 10-årige i testgruppen var 2,7; på de syvårige i kontrolgruppen var DMFT 2,5. På de 14-årige i testgruppen var DMFT=6,7; data på de 12-årige i kontrolgruppen var 6,4.

Tabel 3. Data fra undersøgelsen i Schweiz.

| Alder /År | DMFT<br>1970 <sub>test</sub> | DMFT<br>1970 <sub>kontrol</sub> | DMFT<br>1974 <sub>test</sub> | DMFT<br>1974 <sub>kontrol</sub> | DMFT<br>1978 <sub>test</sub> | DMFT<br>1978 <sub>kontrol</sub> | DMFT<br>1982 <sub>test</sub> | DMFT<br>1982 <sub>kontrol</sub> |
|-----------|------------------------------|---------------------------------|------------------------------|---------------------------------|------------------------------|---------------------------------|------------------------------|---------------------------------|
| 8         | 1,27                         | 2,22                            | 1,47                         | 1,64                            | 1,22                         | 2,11                            | 1,39                         | 1,49                            |
| 10        | 2,97                         | 3,68                            | 2,43                         | 3,36                            | 2,28                         | 2,60                            | 2,67                         | 2,93                            |
| 12        | 5,65                         | 7,09                            | 4,37                         | 5,44                            | 4,02                         | 4,65                            | 2,96                         | 4,91                            |
| 14        | 8,41                         | -*                              | 6,88                         | -*                              | 5,81                         | -*                              | 5,23                         | -*                              |

\* Utilstrækkeligt antal deltagere for at vise en meningsfuld statistisk evaluering.

Tabel 4. Data fra det spanske studie.

| Alder | Antal børn i testgruppen | Antal børn i kontrolgruppen | GennemsnitsDMFT i testgruppen | Gennemsnits DMFT i kontrolgruppen |
|-------|--------------------------|-----------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|
| 6     | 4                        | 76                          |                               | 1,06                              |
| 7     | 13                       | 93                          | 0,30                          | 2,54                              |
| 8     | 11                       | 86                          | 2,45                          | 3,32                              |
| 9     | 22                       | 70                          | 2,27                          | 3,66                              |
| 10    | 25                       | 68                          | 2,72                          | 4,43                              |
| 11    | 25                       | 54                          | 3,16                          | 4,86                              |
| 12    | 46                       | 52                          | 3,81                          | 6,37                              |
| 13    | 26                       | 31                          | 4,42                          | 7,44                              |
| 14    | 10                       | 7                           | 6,2                           | 8,7                               |
| Total | 182                      | 537                         | 3,18                          | 5,3                               |

### Colombia

Tabel 5 viser tværsnittets cariesdata fra de fire byer i Colombia opgjort i aldrene 6-14 år. Beregningerne viste en total DMFT-reduktion på 48-50 % i saltfluorideringsgruppen og 60 % i vandfluorideringsgruppen, mens kontrolgruppen havde en reduktion på ca. 5 %. I alle aldersgrupper i testgrupperne var der reduktion i cariesforekomst; i kontrolgruppen var der rapporteret en forøgelse i nogle af aldersgrupperne. Den mest mærkbare reduktion forekom i børn mellem seks og 10 år. Som i den spanske undersøgelse var der også en tendens til en treårs forskydning i DMFT i testgrupperne i forhold til kontrolgrupperne (angivet med rødt i Tabel 5). Således var 12-års DMFT i Armenia (CaF<sub>2</sub>), Montebello (NaF) i 1972 henholdsvis 5,0, og 4,5; niårs DMFT i Don Matías (kontrolgruppen) var 5,2 i 1972. Som det fremgår, var der ingen væsentlig forskel i effekten, hvorvidt der blev brugt CaF<sub>2</sub> eller NaF.

### Ungarn

Resultaterne fra studiet for skolebørn i alderen 7-14 år er vist i Tabel 6. I aldersgruppen 7-11-årige var DMFT før saltfluoridering i 1966 3,6. Efter otte års saltfluoridering var DMFT 1,5, svarende til en reduktion på 58 %. I kontrolgruppen var reduktionen 48 %. I begyndelsen af studiet havde kun 4,8 % af børnene et DMFT=0 i testgruppen, og efter otte år havde 41,4 % et DMFT=0. I kontrolgrupperne steg antallet af børn med et DMFT fra 12 til 18 %. I alders-

gruppen 12-14-årige var DMFT 6,6 i 1966 og 4,2 i 1974; en reduktion på 36 %. I kontrolgruppen var der en stigning fra 7,3 i DMFT i 1966 til 7,5 i 1974. I 1966 havde 2,7 % et DMFT=0 i testgruppen, mens 0,4 % havde et DMFT i 1967 i kontrolgruppen. Efter otte års saltfluoridering havde 8,4 % et DMFT=0 i testgruppen, i kontrolgruppen steg antallet af DMFT=0 til 1,6 %.

### Fluoridkoncentrationen i saliva på unge studerende, der har anvendt saltfluoridering i to uger

Tabel 7 viser resultaterne over fluoridindholdet i saliva før og efter brug af fluorideret salt. Data er opgjort på de tre tidspunkter, som salivaprøverne blev taget. Kun om morgenen var der en signifikant højere fluoridkoncentration i saliva efter indtag af fluorideret salt.

### Diskussion

#### Den cariesreducerende effekt af saltfluoridering

Denne oversigtsartikel er inspireret af det faktum, at man i Grønland har tænkt sig at indføre et landsdækkende saltfluorideringsprogram i 2008. Det er velkendt, at cariesforekomsten i Grønland er meget højere end i Danmark, selv om der i mange år har været et tandplejesystem svarende til det danske (2). Der har derfor igennem tiderne været tanker om at indføre vandfluoridering i Grønland, men det har ikke kunnet lade sig gøre af mange grunde, som vi ikke skal komme ind på her. Ifølge WHO er saltfluoride-

ring et godt alternativ til vandfluoridering (6). Vi ønskede derfor med denne artikel og ved hjælp af litteraturen at undersøge, om saltfluoridering egentlig er en effektiv foranstaltning mod caries, og hvor eventuelle studier ligger i evidenshierarkiet.

Vores hensigt var at finde alle randomiserede kontrollerede studier for derved at kunne foretage metaanalyser af de fundne data. Desværre fandt vi ingen randomiserede kontrollerede studier, hvor effekten af saltfluoridering blev undersøgt. Vi valgte derfor indledningsvis at omtale undersøgelser og resultater fra de lande, som har indført saltfluoridering og har rapporteret resultater fra disse undersøgelser. Metodedesigntene i disse studier var mangfoldige (retrospektive, tværsnits- og longitudinelle undersøgelser). For at kunne sammenligne valgtes det indled-

ningsvis at vise data fortrinsvis på 12-årige. Efterfølgende valgte vi at gå i detaljer med designet og data fra de undersøgelser, der havde haft kontrolgrupper, herunder beskrive data på andre aldersgrupper end de 12-årige.

Som det fremgår af Tabel 1, har der været et generelt fald i carieserfaring eksemplificeret ved de 12-årige i alle lande, efter saltfluoridering blev indført. Den cariesreducerende effekt ligger i niveauet 0-70 % med en medianværdi i de ni studier på 45 %. Desværre kan det ikke konkluderes, at cariesreduktionen alene skyldes saltfluoridering. En række andre faktorer (confounders) kan have en forklarende effekt på de observerede cariesreduktioner. Vigtigste confounder er effekten for andre fluoridprodukter anvendt i undersøgelsesperioderne, der ikke var kontrol over i studierne (5). I to af undersøgelseerne (11,12) var carieserfa-

Tabel 5. Cariesdata fra fire byer i Colombia opgjort i aldrene 6-14 år.

| Alder/<br>År | Armenia Saltfluoridering<br>med CaF <sub>2</sub> DMFT |      |               | Montebello Saltfluoridering<br>med NaF DMFT |      |               | San Pedro<br>Vandfluoridering DMFT |      |               | Don Matias<br>Kontrolgruppe DMFT |       |               |
|--------------|---|------|---------------|---|------|---------------|------------------------------------|------|---------------|----------------------------------|-------|---------------|
|              | 1964  | 1972 | %<br>forskell | 1964  | 1972 | %<br>forskell | 1964                               | 1972 | %<br>forskell | 1964                             | 1972  | %<br>forskell |
| 6            | 0,71  | 0,35 | 50,7          | 0,75  | 0    | 100           | 1,13                               | 0,32 | 79,64         | 1                                | 0,93  | 7             |
| 7            | 2,33  | 0,36 | 84,55         | 2,35  | 0,6  | 74,47         | 2,4                                | 0,35 | 85,41         | 2,29                             | 2,62  | -14,41        |
| 8            | 3,71  | 1,43 | 61,45         | 3,8   | 1,05 | 72,37         | 3,75                               | 0,83 | 77,86         | 4,33                             | 3,75  | 13,39         |
| 9            | 5,26  | 2,05 | 61,02         | 3,86  | 1,86 | 51,81         | 4,66                               | 1,59 | 65,88         | 5,31                             | 5,15  | 3,01          |
| 10           | 5,7   | 2,47 | 56,66         | 5,33  | 2,23 | 58,16         | 6,21                               | 2,91 | 53,14         | 6,96                             | 6,91  | 0,72          |
| 11           | 9,73  | 3,97 | 49,93         | 7,08  | 3,63 | 48,73         | 7,8                                | 3,65 | 53,2          | 9,93                             | 10,13 | -2,01         |
| 12           | 9,44  | 4,96 | 47,46         | 8,59  | 4,5  | 47,61         | 9,48                               | 4,1  | 56,75         | 10,72                            | 11,03 | -2,89         |
| 13           | 12,29   | 7,33 | 40,36         | 10,54                                       | 5,38 | 48,95         | 11,05                              | 6,47 | 41,45         | 13,08                            | 14,26 | -9,02         |
| 14           | 9,68  | 8,15 | 15,8          | 9,6   | 7,44 | 22,5          | 12,89                              | 7,23 | 43,91         | 15,57                            | 16,43 | -5,52         |
| <b>Total</b> | 6,74  | 3,48 | 48,37         | 6,3   | 3,17 | 49,68         | 6,65                               | 2,66 | 60            | 8,63                             | 8,24  | 4,52          |

Tabel 6. Resultaterne fra studiet for skolebørn i alderen 7-14 år i Ungarn.

| Alder    | DMFT<br>1966 <sub>test</sub> | DMFT<br>1967 <sub>kontrol</sub> | DMFT<br>1974 <sub>test</sub> | DMFT<br>1974 <sub>kontrol</sub> | Cariesfrie<br>1966 <sub>test</sub> | Cariesfrie<br>1967 <sub>kontrol</sub> | Cariesfrie<br>1974 <sub>test</sub> | Cariesfrie<br>1974 <sub>kontrol</sub> |
|----------|------------------------------|---------------------------------|------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|
| 7-11 år  | 3,62±0,14                    | 3,35±0,13                       | 1,52±0,13                    | 2,99±0,07                       | 4,8 %                              | 12,7 %                                | 41,4%                              | 18,6 %                                |
| 12-14 år | 6,60±0,32                    | 7,25±0,34                       | 4,17±0,28                    | 7,54±0,17                       | 2,7 %                              | 0,4 %                                 | 8,4 %                              | 1,6 %                                 |



Tabel 7. Gennemsnitlig fluoridkoncentration (ppm ± SD) i ustimuleret saliva før og efter anvendelse af fluorideret salt hos 21 sunde frivillige deltagere.

| Tid   | baseline  | F-salt    | P*     |
|-------|-----------|-----------|--------|
| 08:00 | 0,07±0,11 | 0,15±0,19 | p=0,05 |
| 11:00 | 0,02±0,01 | 0,04±0,06 | NS     |
| 16:00 | 0,02±0,01 | 0,02±0,47 | NS     |

\* Forskellen testet med Wilcoxon Sigend ranks test

ringen opgjort på alder fra seks til 14 år. Data fra disse studier indikerede, at der var en forsinkelse i cariesudvikling på ca. tre år i de områder, hvor der anvendtes fluorideret salt i forhold til, hvor der ikke anvendtes fluorideret salt. Dvs. at 12-årige, som havde anvendt fluorideret salt over en længere periode, havde carieserfaring svarende til niårige børn, som ikke anvendte fluorideret salt. Cariesprogressionshastigheden, udtrykt med DMF-indekset, på børn i 8-15-års-alderen, ser altså ud til at være nedsat med ca. 33 % pr. år, hvilket svarer til værdier, der er fundet med andre fluoridprodukter (18).

Vi har i denne artikel beskæftiget os med saltfluorideringseffekt på permanente tænder på børn og unge. Undersøgelser tyder på, at saltfluoridering også reducerer caries i den primære dentition. Således fandt Tóth (13) en DMFT-reduktion på ca. 40 % målt på seksårige, før (1966) og otte år efter saltfluoridering var blevet indført. På tilsvarende vis som med de permanente tænder klassificeres dette studie lavt i evidenshierarkiet.

Det skal pointeres, at de fleste af de studier, der er foretaget omkring saltfluorideringseffekt på caries, er udført i 60'erne og 70'erne. Carieserfaringen i den periode var meget større, end den er i dag. Den lavere carieserfaring i dag skyldes mange forhold, bl.a. brugen af forskellige fluorprodukter og bedre mundhygiejne. Samlet set betyder det, at effekten af saltfluoridering i nye studier formentlig vil være mindre, end data viser i de ældre studier.

#### Saltfluoridering og dental fluorose

Et vigtigt spørgsmål med hensyn til saltfluoridering er risikoen for udvikling af dental fluorose. Dental fluorose er hypomineralisering af emaljen, som induceres ved for høj fluorindtagelse under tanddannelsen. Flere studier har ikke fundet en sammenhæng mellem oral indtagelse af fluorideret salt og udvikling af dental fluorose (19-20), men

risikoen for erhvervelse af dental fluorose er højere i kombination med eksponering af adskillige fluoridressourcer som fluortandpasta, fluorideret vand, fluoriderede tabletter m.m.(21).

#### Hvordan kan det tænkes, at saltfluoridering virker?

I 50'erne, hvor saltfluoridering introduceredes, troede man, at fluorid havde sin cariesreducerende effekt over for caries ved, at fluorid igennem maven og legemsvæskerne blev indbygget i emaljen og dermed gjorde emaljen mere modstandsdygtig over for syrefald (22). Studier fra bl.a. Tandlægeskolerne i Århus og København ændrede denne opfattelse, og paradigmet er nu, at tilstedeværelse af fluorid i saliva og plakvæsken, selv i meget små koncentrationer (0,01 ppm), reducerer mineraltabet under et pH-fald ved en remineraliseringsproces (22).

I 80'erne undersøgte Oliveby et al. (23) fluoridindholdet i saliva på børn og unge i områder med 0,01 ppm - og med 1,2 ppm fluorid i drikkevandet. Fluoridkoncentrationen blev fulgt i to på hinanden følgende dage med otte test pr. dag. I området med 0,01 ppm fluorid var fluoridkoncentrationen i saliva hen over dagen og natten mindre end 0,01 ppm. I området med 1,2 ppm var koncentrationen ca. tre gange højere dagen og natten igennem. Ifølge ældre litteratur, hvor fluortandpasta ikke var tilgængelig og ej heller er organiseret børnetandpleje som i dag i Danmark, resulterede denne forskel i en ca. 50 %s reduktion i DMFS/T (24).

Ser vi på resultaterne i Tabel 6, opnås tilsvarende koncentrationer af fluorid i saliva kort efter indtag af morgenmad (brug af fluorideret salt), som hvis man boede i et område med 1,2 ppm fluorid i drikkevandet. I overensstemmelse med observationerne fra Hedman et al. (7) faldt fluoridkoncentrationen i saliva mellem måltiderne til niveauet, som når der ikke anvendtes fluorideret salt (Tabel 6). Resultaterne indikerer, at fluorideret husholdningssalt virker ved at hæve koncentrationen af fluorid i saliva i tidsrummet, hvor der spises, selvfølgelig under forudsætning af at det fluoriderede salt anvendes. Hvis der eksempelvis spises en Yankiebar eller drikkes en sukkerholdig Coca-Cola tre timer efter et måltid, hvor der har været brugt fluorideret salt, er det meget tvivlsomt, om fluorideret salt har effekt. Dette gælder i øvrigt alle produkter med lavt fluorindhold.

Indførelse af fluorideret salt kan således ikke stå alene som eneste nye initiativ mod caries i Grønland; hvis dette er tanken, så vil det eneste, der opnås, være, at cariesprogressionshastigheden sænkes, hvilket er positivt, men børnene får bare udsat deres cariesproblemer et par år.

Nogen ville sige, at det er fremragende i den primære dentition, det udsætter jo mulige traumatiske indgreb på barnet. Problemet er bare, at børn under to år ikke bruger så meget salt i deres føde (25), dvs. »early childhood caries«, som er et stort problem i Grønland, ikke mindskes nævneværdigt ved at indføre fluorideret salt.

### English summary

#### *The effect of salt fluoridation on caries: an overview*

Objective: Dental caries has decreased among children and adolescents in many countries over the last decades but there are still societies with a high caries prevalence e.g. Greenland. Thus, a preventive program based on fluoridated salt has been considered and will be implemented in the near future. The aim of this review was to examine the clinical evidence for the effectiveness of salt fluoridation on caries experience in countries which have implemented this strategy. A second aim was to report the findings from a pilot study estimating the salivary fluoride levels after consumption of fluoridated (250 ppm) salt.

Methods: A systematic search for relevant literature was conducted in the Cochrane library and Pub Med database through 2007. To be included, studies were required to have a controlled design and reporting DMFT/S as endpoint.

Results: Eight studies from 9 countries were assessed but no randomized clinical trials were identified. Data from 12-year-old school children showed a prevented fraction between 0 and 70% with a median value of 45%. The caries progression rate seemed to be delayed by 33% per year which is a similar reduction as for other fluoride products. The pilot study displayed significantly elevated fluoride concentrations in the morning saliva after regular intake of fluoridated salt.

Conclusion: There is insufficient evidence for a caries preventive effect of fluoridated salt in children and therefore, the implementation of fluoridated salt should not be the only new initiative against caries in Greenland. Moreover, children under 2 years of age have a very low salt intake and early childhood caries, which is a major problem in Greenland, is not likely to be dramatically reduced by the introduction of fluoridated salt.

### Litteratur

1. Marthaler T. Changes in dental caries 1953-2003. *Caries Res* 2004; 38: 173-81.
2. Ekstrand KR, Christiansen ME, Qvist V. Influence of different variables on the inter-municipality variation in caries experience in Danish adolescents. *Caries Res* 2003; 37: 130-41.
3. Petersen P, Christensen LB. Cariesforekomsten i tidsperspektiv hos børn og unge i Grønland – udfordringer for forebyggelse og sundhedsfremme *Tandlægebladet* 2006; 110: 486-93.
4. Burt BA. Fluoridation and social equity. *J Public Health Dent* 2002; 62: 195-200.
5. SBU-rapport (161). Att förebygga karies. 2002. [www.sbu.se](http://www.sbu.se)
6. Petersen PE. The World Oral Health Report 2003: continuous improvement of oral health in the 21st century - the approach of the WHO Global Oral Health Programme.
7. Hedman R, Sjöman I, Sjöström S, Twetman S. Fluoride concentration in saliva after consumption of a dinner meal prepared with fluoridated salt. *Caries Res* 2006; 40: 158-62.
8. Marthaler TM, Mejia R, Tóth K, Viñes JJ. Caries-preventive salt fluoridation. *Caries Res* 1978; 12 (Suppl.1): 15-21.
9. Künzel W. Systemic use of fluoride – other methods: salt, sugar, milk, etc. *Caries Res* 1993; 27 (Suppl.1): 16-22.
10. De Crousaz P, Marthaler TM, Wiesner V, Bandi A, Steiner M, Robert A, Meyer R. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 1985; 95: 805-15.
11. Viñes JJ. Prevention of dental caries using fluorinated salt. *Rev Clin Esp* 1971; 120 : 319-34.
12. Mejia R. Experience with salt fluoridation in Colombia. First International Symposium on salt fluoridation, Pan American Health Organisation Science 1986; 501: 54-65.
13. Tóth K. A study of 8 years' domestic salt fluoridation for prevention of caries. *Community Dent Oral Epidemiol* 1976; 4: 106-10.
14. Schulte A, Rossbach R, Tramini P. Association of caries experience in 12-year-old children in Heidelberg, Germany, and Montpellier, France, with different caries preventive measures. *Community Dent Oral Epidemiol* 2001; 29: 354-61.
15. Solórzano I, Salas MT, Chavarría P, Beltrán-Aguilar E, Horowitz H. Prevalence and severity of dental caries in Costa Rican schoolchildren: results of the 1999 national survey. *Int Dent J* 2005; 55: 24-30.
16. Meyer-Lueckel H, Satzinger T, Kielbassa AM. Caries prevalence among 6- to 16-year-old students in Jamaica 12 years after the introduction of salt fluoridation. *Caries Res* 2002; 36: 170-3.
17. Irigoyen ME, Sánchez-Hinojosa G. Changes in dental caries prevalence in 12-year-old students in the State of Mexico after 9 years of salt fluoridation. *Caries Res* 2000; 34: 303-7.
18. Bruun C, Lambrou D, Larsen MJ, Fejerskov O, Thylstrup A. Fluoride in mixed human saliva after different topical fluoride treatments and possible relation to caries inhibition. *Community Dent Oral Epidemiol*. 1982; 10: 124-9.
19. Menghini G. Dental fluorosis in salt fluoridation schemes. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 2005; 115: 1026-30.
20. Stephen KW, Macpherson LM, Gorzo I, Gilmour WH. Effect of fluoridated salt intake in infancy: a blind caries and fluorosis study in 8th grade Hungarian pupils. *Community Dent Oral Epidemiol* 1999; 27: 210-5.
21. Vallejos-Sánchez AA, Medina-Solís CE, Casanova-Rosado JF, Maupomé G, Minaya-Sánchez M, Pérez-Olivares S. Dental fluorosis in cohorts born before, during, and after the national salt

- fluoridation program in a community in Mexico. *Acta Odontol Scand* 2006; 64: 209-13.
22. Fejerskov O. Changing paradigms in concepts on dental caries: consequences for oral health care. *Caries Res* 2004; 38: 182-91.
  23. 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.
  24. Dean HT, Arnold FA, Elvove E. Domestic water and dental caries. *Publ Health Rep* 1942; 57: 1155-79.
  25. Tóth K. Caries prevention by Domestic Salt Fluoridation. Budapest: 1984. pp. 3, 44-5.
  26. Sagheri D, McLoughlin J, Clarkson JJ. A comparison of dental caries levels in two communities with different oral health prevention strategies stratified in different social classes. *J Public Health Dent* 2007; 67: 1-7.
  27. Whitford GM. Fluoride metabolism when added to salt. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 2005; 115: 675-8.
  28. Guindy JS, Gysin R, Kränzlin M, Gasser TC, Hauck K, Meyer J. Fluoride excretion of adults living in border regions with either water or salt fluoridation. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 2006; 116: 362-6.
  29. Tramini P. Salt fluoridation in France since 1986. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 2005; 115: 656-8.
  30. Schulte AG. Salt fluidation in Germany since 1991. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 2005; 115: 659-62.
  31. Marthaler TM, Pollak GW. Salt fluoridation in Central and Eastern Europe. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 2005; 115: 670-4.
  32. Marthaler TM, Schulte AG. Monitoring salt fluoridation programs through urinary excretion studies. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 2005; 115: 679-84.
  33. Björnström H, Naji S, Simic D, Sjöström I, Twetman S. Fluoride levels in saliva and dental plaque after consumption of snacks prepared with fluoridated salt. *Eur J Paediatr Dent* 2004; 5: 41-5.
  34. Estupiñán-Day SR, Baez R, Horowitz H, Warpeha R, Sutherland B, Thamer M. Salt fluoridation and dental caries in Jamaica. *Community Dent Oral Epidemiol* 2001; 29: 247-52.
  35. Macpherson LM, Stephen KW. The effect on human salivary fluoride concentration of consuming fluoridated salt-containing baked food items. *Arch Oral Biol* 2001; 46: 983-8.
  36. Fabien V, Obry-Musset AM, Hedelin G, Cahen PM. Caries prevalence and salt fluoridation among 9-year-old schoolchildren in Strasbourg, France. *Community Dent Oral Epidemiol* 1996; 24: 408-11.
  37. Marthaler TM, Steiner M, Menghini G, De Crousaz P. Urinary fluoride excretion in children with low fluoride intake or consuming fluoridated salt. *Caries Res* 1995; 29: 26-34.
  38. Obry-Musset AM, Bettembourg D, Cahen PM, Voegel JC, Frank RM. Urinary fluoride excretion in children using potassium fluoride containing salt or sodium fluoride supplements. *Caries Res* 1992; 26: 367-70.
  39. Hellström I, Ericsson Y. Urinary fluoride excretion in small children following short-term fluoride supply with tablets or domestic salt. *Scand J Dent Res* 1976; 84: 187-99.
  40. Tóth K. Increment of Dental Caries over Two Years of Fluoridation of Domestic Salt. A Preliminary Report. *Caries Res* 1970; 4: 293-5.

## Taksigelse

Mia Ekstrand takkes for udførelsen af salivaaalyserne.

## Forfatteroplysninger:

*Azam Bakhshandeh*, ph.d.-stipendiat, Fagområdet for Cariologi og Endodonti, Odontologisk Institut, Det Sundhedsvidenskabelige Fakultet, Københavns Universitet

*Bilal Derawi*, tandlæge, Fagområdet for Cariologi og Endodonti, Odontologisk Institut, Det Sundhedsvidenskabelige Fakultet, Københavns Universitet

*Svante Twetman*, professor, odont.dr., Fagområdet for Cariologi og Endodonti, Odontologisk Institut, Det Sundhedsvidenskabelige Fakultet, Københavns Universitet

*Kim Ekstrand*, lektor, ph.d., Fagområdet for Cariologi og Endodonti, Odontologisk Institut, Det Sundhedsvidenskabelige Fakultet, Københavns Universitet