

# Defluoridering af drikkevand i en landsby i Tanzania med høj forekomst af svær dental fluorose

**Martin Bagger**

I sommeren 1995 deltog tre tandlægestuderende i et defluorideringsprojekt i Tanzania i samarbejde med Danmarks Tekniske Universitet. Formålet var at registrere graden af dental fluorose samtidig med at simple metoder til defluoridering af vand med mellem 10 og 15 ppm F<sup>-</sup> afprøvedes. Artiklen beskriver meget svære grader af dental fluorose blandt de yngste i området og de hermed forbundne sundhedsmæssige problemer. Ny viden om hvordan fluor påvirker caries bør føre til et større odontologisk engagement i defluorideringsprojekter, som ikke bør være mindre end det engagement forskersamfundet hidtil har lagt for dagen i spørgsmålet om vandfluoridering.

Fluor har to vidt forskellige ansigter. En af fluorsagens allerivrigste fortalere sammenlignede ligefrem fluors to ansigter med Dr. *Jekyll* og Mr. *Hyde* (1). Den elskværdige og nyttige samfundsstøtte Dr. *Jekyll* finder vi i tandpastatuberne, mens Mr. *Hydes* hæslige ansigt pryder hylderne i giftskabet. I den odontologiske verden voksede Dr. *Jekylls* anseelse i årene efter den 2. verdenskrig som formidleren af fluorids cariesforebyggende egenskaber, mens den asociale Mr. *Hydes* forbryderiske virksomhed i det store hele blev fortrængt i den odontologiske litteratur (2). Og det på trods af den kendsgerning at millioner af mennesker i Indien og Afrika konstant levede under truslen af invaliderende lidelser som følge af højt indhold af fluorid i drikkevandet (3, 4).

I dag tænker de færreste på at det var fluorids toksiske effekt på tanddannelsen i form af »mottled enamel« – nu dental fluorose – som førte til erkendelsen af fluorids cariesforebyggende egenskaber (1-3, 5, 6). Og eftersom tanddannelsesforstyrrelserne var resultatet af peroral indtagelse af fluorid, er det forståeligt at man indtil for ganske nylig i store dele af forskersamfundet er gået ud fra at cariesforebyggelsen ligeledes var resultatet af en systemisk effekt af fluor indtaget i tanddannelsesperioden (6). Man var overbevist om at den let hvidlige emalje som er karakteristisk for meget lette grader af dental fluorose, var bedre og stærkere – eller »optimalt mineraliseret« (1, 5) – på trods af den kendsgerning at den let nedsatte translucens skyldes en tilsvarende let forøget porøsitet, eller med andre ord det omvendte af »optimal mineralisering« (2, 7, 8). I dag kan man undre sig over den ihærdighed hvormed Mr. *Hydes* virksomhed blev bekæmpet eller direkte fortrængt af den etablerede videnskab, og hvorledes de folk som gjorde opmærksom på denne skadelige side af fluors effekt, risikerede at blive isoleret som såkaldte »fluormodstandere«.

Efterhånden som forståelsen for fluorids virkemåde er blevet befriet for den oprindelige – næsten vitaminagtige – opfattelse, er der blevet plads til en ny og bedre erkendelse af de generelle sundhedsmæssige problemer i forbindelse med forhøjede koncentrationer af fluorid i drikkevandet. Mens man tidligere i sundhedens navn hovedsagligt arbejdede med iværksættelse af vandfluoridering, er der i dag stigende interesse for defluoridering (9-13). Således er også Danmarks Tekniske Universitet (DTU) involveret i arbejdet med udvikling og afprøvning af forskellige simple og billige metoder til defluoridering af drikkevand (14). Metodeudviklingen har fokuseret specielt på områder i den 3. verden, hvor problemerne er størst og ressourcerne mindst (15). I 1995 henvendte Centre for Developing Countries, DTU, sig til Afdeling for Tandsygdomslære på Tandlægeskolen i København med ønsket om at indlede et fagligt samarbejde med tandlægestu-

derende i forbindelse med et igangværende defluorideringsprojekt i det nordlige Tanzania.

Beskrivelsen af den kliniske forekomst af dental fluorose i landsbyen blev præsenteret i en rapport til DTU (16), og en af deltagerne lavede en mere detaljeret gennemgang som afslutningsopgave (17).

Denne artikel omhandler tre forhold som har almen odontologisk interesse. Først beskrives to principper for simpel defluoridering der anvendes af DTU. Derefter fremdrages de væsentligste iagttagelser i forbindelse med de odontologiske feltundersøgelser i Tanzania, og til slut diskuteres de løbende erfaringer og eventuelle odontologiske konsekvenser af defluorideringen.

#### *Principper for simpel og billig defluoridering*

Defluorideringsteknikken der er introduceret i Ngurdoto, er baseret på den såkaldte »Nalgondateknik« (18, 19). I Ngurdoto forsøges defluorideringen gennemført med små enfamilieanlæg. Princippet er at vandet i en stor spand tilsættes nøje afmålte mængder aluminium og kalk. Der røres langsomt rundt, hvorved fluorid bindes til aluminium og kalk, der herefter bundfældes. En times tid efter bundfældningen kan det rene vand tappes via en spuns anbragt 5-10 cm over spandens bund, hvor det fluoridholdige bundfald nu hviler. Teknikken er effektiv, idet selv stærkt kontamineret vand kan renses til en fluoridkoncentration mindre end 1 ppm  $F^{\ominus}$ . Det begrænsende element i denne teknik er udgifterne til kemikalierne. På tidspunktet for undersøgelsen blev de involverede familier forsynet med aluminium og kalk via projektet, men det er planen at familierne på et senere tidspunkt selv skal betale.

Benkulsdefluoridering (19, 20) er en anden teknik, der kunne komme på tale i en by som Ngurdoto. Processen er velkendt for tandlæger, idet hovedprincippet er baseret på fluorids binding til hydroxylapatit (21). Affaldsknogler fra nedslagtede dyr knuses og opvarmes til minimum 600 °C. De knuste knoglebestanddele bruges nu i et filter, gennem hvilket vandet passerer. Ved ionbytning bindes fluorid til knoglernes hydroxylapatit under dannelse af fluorapatit. Der vil således ophobes fluorid i filtret, hvorfor dette jævnlige skal udskiftes. Umiddelbart synes denne teknik lettere gennemførlig i landsbyen, idet knoglerne er et naturligt affaldsprodukt i dette samfund. Imidlertid er der nogle praktiske problemer forbundet med teknikken. Teknikken kræver således en ovn der kan holde 600 °C konstant i mindst 30 min. Dette kræver udstyr som landsbyen ikke råder over. Yderligere er der et stort forarbejdningskrav ved anvendelsen af denne teknik, bl.a. fordi knoglerne skal knuses til den mindst mulige ensartede partikelstørrelse for at sikre størst mulig overflade.

Dette kræver både meget tid og en forholdsvis avanceret teknik, hvilket har betydet at man har besluttet sig for at koncentrere sig om Nalgondateknikken.

#### **Materiale og metoder**

##### *Ngurdoto og områdets drikkevandsforsyning*

Undersøgelserne blev foretaget lokalt i tilknytning til et ph.d.-projekt iværksat af DTU's Center for Udviklingslande, og i samarbejde med Tanzanias Ministerium for Vand og universitetet i Dar Es Salaam. Fluoridindholdet i områdets drikkevand er målt til ca. 10-15 ppm (22), men i tørketiden forekommer dog endnu højere fluoridkoncentrationer. Et fluoridniveau af denne størrelsesorden forårsager ikke blot svære grader af dental fluorose, men også en hyppig forekomst af invaliderende skeletal fluorose (23). Der bor omkring 2.000 mennesker i området, hvoraf langt de fleste er beskæftiget med forskellige former for smålandbrug. Stort set alle voksne er for omkring 20 år siden tilflyttet fra Kilimanjaro-regionen, hvor fluoridindholdet i drikkevandet er betydeligt lavere. Det er derfor kun børn og unge, som har udviklet alvorligere dentale mineralisationsforstyrrelser.

Nalgondateknikken var i 1995 under indarbejdelse hos 10-15 familier i landsbyen, men projektet udvides hele tiden til at omfatte flere og flere familier. Vores opgave var at undersøge forekomst og sværhedsgrad af dental fluorose blandt børn og unge mhp. en fremtidig vurdering af defluorideringens effekt på tandudviklingen.

Oprindeligt var landsbyens hoveddrikkevandskilde floden Maji Ya Chai (swahili for thevand pga. vandets mørke farve) og to centralt placerede brønde. Både brøndene og floden er svært forurenet med fluorid, hvorfor der for otte år siden blev tilført nyt rørlagt vand til byen. Rørene leder vandet til fem offentlige og otte private vandhaner, der er jævnt fordelt i området. Imidlertid er trykket i rørene ofte for lavt til at kunne presse vandet igennem. Dette skyldes det naturlige trykfald i tørketiden (juni-oktober), ligesom også defekte haner betyder uønsket vandtab og dermed trykfald i rørene. Da hanerne ikke er en ganske pålidelig vandkilde, hentes der således stadig meget vand i floden og i de to brønde. Koncentrationen af fluorid i hanevandet er i øvrigt også meget højt, ca. 10 ppm, mens koncentrationen i floden og brøndene er omkring 15 ppm  $F^{\ominus}$  (22).

##### *Stikprøve*

De undersøgte børn var enten elever på Ngurdoto Primary Schule\*, som havde i alt omkring 600 elever i alderen 7-16 år,

\* Sproget bærer ofte tydeligt præg af tiden da Tanzania var Tysk Østafrika.

## Defluoridering

eller gik i børnehaven. Alle børn, der var til stede i undersøgelsesperioden, og som opfyldte følgende to kriterier blev undersøgt: 1) Med sikkerhed være født og opvokset i området og 2) være 5-7 år eller 11-13 år på undersøgelsestidspunktet. Den samlede stikprøve var på 92 individer, hvoraf 36 var i alderen 5-7 år og 56 var i alderen 11-13 år. Den undersøgte stikprøve af børn kan derfor antages at være repræsentativ mht. undersøgelsens formål. Ud over de nævnte aldersgrupper undersøgte også fem indbyggere i alderen 16-28 år, som med bestemthed var født og opvokset i området.

### Metode

De 5-7-årige blev undersøgt i skyggen af et træ uden for landsbyens børnehave (Fig. 1), mens de større børn blev undersøgt i et lille rum på skolen, hvor lyset kom fra en større åbning i væggen. Vi havde valgt ikke at undersøge i direkte sollys, dels for ikke at blive blændet, dels for at sikre en så ensartet belysning som muligt uafhængig af vejrlig.

Tændernes overflade blev tørret med vatruller, hvorefter de blev klassificeret i overensstemmelse med *Thylstrup* & *Fejerskovs* klassifikation af dental fluorose (7). Præmolærer og molærer blev undersøgt både på okklusal- og facialflader, mens incisiver kun blev undersøgt facialt. Desuden noteredes



Fig. 1. Undersøgelsen af de mindste børn foregik i det fri.

Fig. 1. Examination out of doors of the small children.

tandens eruptionsgrad og årsager til at en klassifikation ikke var mulig. Da vi havde valgt at undersøge tændernes enkelte flader måtte vi definere fladernes udstrækning. Disse blev defineret som følger: *Facialfladen* på molærer og præmolærer defineredes som  $\frac{1}{5}$  af kronens skønnede aksiale udstrækning, mens den okklusale  $\frac{1}{5}$  defineredes som en del af *okklusalfladen*. *Incisalkanten* på hjørnetænder og incisiver defineredes som en del af *facialfladen*. *Facialfladens* mesiodistale udstrækning defineredes som den del af *facialfladen*, der lå inden for vendetangerne til approximalfladerne.

### Resultater

Alle tænder blev undersøgt og beskrevet (17), men for overskuelighedens skyld beskrives i denne artikel kun udvalgte principielle iagttagelser. Ingen af de undersøgte børn og unge var fuldstændig uden kliniske tegn på dental fluorose, og praktisk taget alle havde en eller flere tænder med varierende grader af overfladedestruktioner (*pits*), dvs. mellem score 5 og 9 i *Thylstrup* & *Fejerskovs* klassifikation af dental fluorose (7).

Tabel 1 og 2 viser sværhedsgraden og den symmetriske fordeling af dental fluorose i de permanente tænder i overkæben hos 5-7-årige og 11-13-årige. Der ses ingen væsentlig forskel mellem de to aldersgrupper i sværhedsgraden af dental fluorose for de fuldt erupterede M1 og I1. Eftersom de karakteristiske overfladedestruktioner i svære grader af dental fluorose udvikles efter tandfrembrud (2, 7, 8, 24), forekommer det umiddelbart ejendommeligt at der ikke ses en større forskel i graden af dental fluorose mellem de forholdsvis nyligt frembrudte permanente tænder hos de yngste og de tilsvarende tænder hos de ældste. Pga. den svære grad af fluorobetingshypomineralisering af emaljen i området finder de mekanisk betingede overfladedestruktioner imidlertid stadig praktisk taget umiddelbart efter tandfrembrud (Fig. 2), hvor graden af dental fluorose på okklusalfladen af overkæbens første permanente præmolar er sat i relation til den enkelte tands eruptionsgrad. Når kun cuspides er synlige er tandens morfologi således intakt (TF-score 4), men der udvikles hurtigt lokale og mere sammenflydende overfladedestruktioner i takt med det øgede slid som tanden udsættes for under eruptionen (TF-score 6). De traumatisk betingede overfladedestruktioner øges yderligere i tiden efter fuld okklusion (TF-score 7-9). Tilfældet i Fig. 3 sammenfatter på enkel vis betydningen af de posteruptive fysiske påvirkningers betydning for udviklingen af de karakteristiske overfladedestruktioner. De fuldt frembrudte tænder er således tydeligt mærkede af mekanisk betingede destruktions (TF-score 8) i modsætning til den netop ankomne hjørnetand (TF-score 4).

Den særdeles hurtige udvikling af overfladedestruktionerne efter frembrud er resultatet af den udtalte hypominerali-

Tabel 1. Medianværdien af dental fluorose (TF-indeks) på fuldt frembrudte permanente tænder i overkæben hos de 36 5-7-årige børn.

Tand	n	Højre side		n	Venstre side	
		Facialt (min.-maks.)	Okklusalt (min.-maks.)		Facialt (min.-maks.)	Okklusalt (min.-maks.)
M1 sup	27	5 (4-9)	8 (5-9)	27	7 (4-9)	8 (4-9)
I1 sup	11	7 (4-9)		11	8 (4-9)	

Tabel 2. Medianværdier af dental fluorose (TF-indeks) på fuldt frembrudte permanente tænder i overkæben hos de 56 11-13-årige børn.

Tand	n	Højre side		n	Venstre side	
		Facialt (min.-maks.)	Okklusalt (min.-maks.)		Facialt (min.-maks.)	Okklusalt (min.-maks.)
M1 sup	50	7 (4-9)	9 (4-9)	53	7 (4-9)	9 (4-9)
P2 sup	31	6 (4-9)	7 (5-9)	35	5 (4-9)	7 (4-9)
P1 sup	41	6 (4-9)	7 (4-9)	41	6 (4-9)	7 (4-9)
C sup	31	7 (4-9)		32	7 (4-9)	
I2 sup	54	7 (4-9)		53	6 (4-9)	
I1 sup	55	7 (4-9)		55	7 (4-9)	

sering af emaljen. I Fig. 4 ses et længdesnit gennem en nyligt eruperet præmolar fra området. Den stærkt hypomineraliserede emalje involverer ca. halvdelen af emaljens totale tykkelse og ses på billedet som et mælkehvidt bånd af porøs emalje, der omkranser tandens krone. Mens den faciale emalje stadig har sin oprindelige morfologi, ses den første lokaliserede overfladefraktur midt på lingualfladen. Det er ikke svært at forestille sig hvorledes der hurtigt vil ske et yderligere tab af overfladeemalje som følge af de mekaniske påvirkninger tanden udsættes for i mundhulen.

De fleste børns incisiver var påvirket i svær grad (Fig. 5) og der var derfor flere der forsøgte at forbedre æstetikken vha. forskellige – ofte ganske brutale – metoder til bortslibning af det tykke yderste hypomineraliserede emaljelag (Fig. 6).

At dental fluorose i de her forekommende sværhedsgrader ikke blot er et æstetisk problem ses i Fig. 7, der viser molarregionen hos en 16-årig dreng. Den svære beskadigelse af især M1, hvor kun den inderste del af emaljen er tilbage, har allerede ændret så meget på tandsættets normale balance at

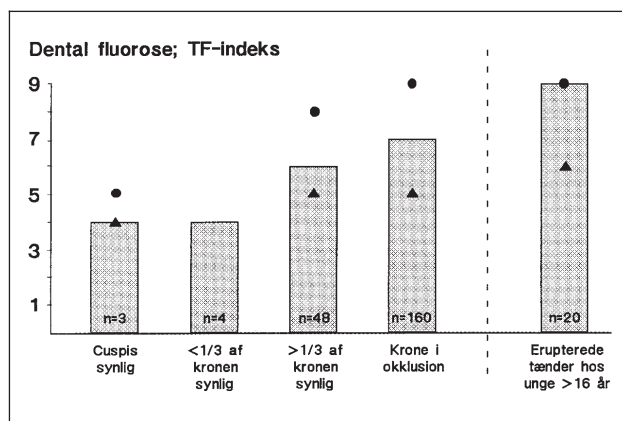


Fig. 2. Sværhedsgraden af dental fluorose angivet efter Thylstrup & Fejerskovs klassifikation (median, maksimum og minimum) på første permanente præmolars okklusalfade i relation til eruptionsgrad og alder.

Fig. 2. The relationship between severity of dental fluorosis on the occlusal surface (Thylstrup & Fejerskov's classification, median, max. and min.) and eruption stage of the first permanent premolar.





Fig. 3. Overkæbehjørnetand under eruption hos 12-årig dreng. Tandens er mælkevid og stærkt hypomineraliseret (score 4), men endnu uden de svære overfladedestruktioner som præger de øvrige tænder på billedet (score 8).

Fig. 3. Erupting maxillary canine in a 12-year-old boy. The chalky and hypomineralized enamel (score 4) does not yet display the characteristic posteruptive surface destructions seen on the fully erupted teeth (score 8).

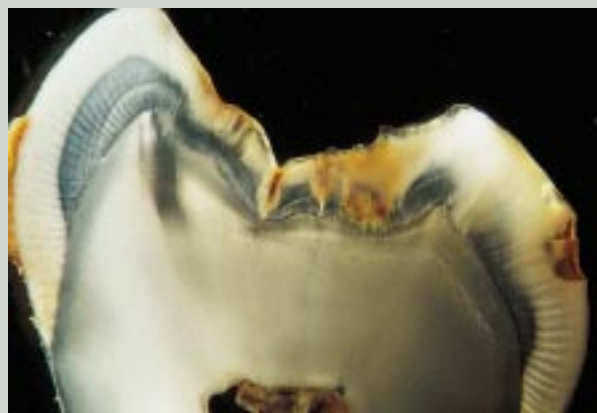


Fig. 4. Snit gennem en nyligt erupteret præmolar fotograferet i påfaldende lys. Den yderste  $\frac{2}{3}$  af emaljen er stærkt porøs, dvs. hypomineraliseret.

Fig. 4. Ground section from erupting premolar photographed under incident light. The outermost  $\frac{2}{3}$  of the enamel is markedly porous, i.e. hypomineralized.



Fig. 5. Svær dental fluorose (score 9) hos 8-årig dreng.

Fig. 5. Severe dental fluorosis (score 9) in an 8-year-old boy.



Fig. 6. En ung pige har ved beslibning søgt at forbedre incisivernes æstetik.

Fig. 6. A young girl has attempted to improve the aesthetic appearance of the permanent central incisors by grinding the surface enamel.

udviklingen af parodontal sygdom og atypiske carieslæsioner er tydeligt accelereret.

### Diskussion

Med beskrivelsen af sværhedsgraden af dental fluorose i området er der skabt et grundlag for en fremtidig evaluering af det igangværende defluorideringsprojekt. En simpel måde at vurdere defluorideringen på ville være løbende at måle

fluoridindholdet i det drikkevand der tappes fra spandene. Imidlertid afhænger succesen af hele projektet af mere end at kunne lave en spand vand uden fluor. Det er indlysende vigtigt at det så konsekvent som muligt er defluorideret vand der drikkes og bruges i alle led af fødeforarbejdningen.

På baggrund af vores erfaringer fra området er det imidlertid tvivlsomt hvorvidt der på længere sigt vil kunne spores en væsentlig reduktion i graden af dental fluorose. For det



Fig. 7. Kraftige overfladedestruktioner af især første permanente molar hos en 16-årig dreng har ændret tændernes form så meget at opretholdelsen af sunde forhold praktisk talt er umulig.

Fig. 7. Pronounced changes in tooth configuration caused by posteruptive enamel surface destructions in a 16-year-old boy makes adequate hygiene nearly impossible.

første er det sandsynligt at projektet vil opleve en tilbagegang i det øjeblik de enkelte familier selv overtager alle udgifterne til og ansvaret for indkøbet af de nødvendige kemikalier. Endvidere er projektet i princippet baseret på at stort set alt vand indtages fra de hjemlige defluorideringsenheder. Imidlertid er det erfaringen at der sker en omfattende indtagelse af vand der ikke er defluorideret. Folk på markarbejde og børnene i skolen har fx ikke defluorideret vand med hjemmefra, hvorfor der stadig drikkes meget vand fra brøndene, fra de offentlige haner eller direkte fra floden. Selvom alle familier i Ngurdoto om 10 år defluoriderer deres drikkevand, er det ikke garanti for at graden af fluorose reduceres. Der er derfor behov for løbende at kontrollere forekomsten af dental fluorose samtidig med at tilskuddet og kvaliteten af vand fra alle væsentlige kilder identificeres.

Som følge af de alvorlige grader af hypomineralisering var det muligt at demonstrere de posteruptive belastningers betydning for destruktions af den skrøbelige emaljeoverflade. Det er således tydeliggjort hvorledes dannelsen af pits og større emaljebrud accelererer i takt med de stadigt voldsommere fysiske påvirkninger under og efter eruptionen (24). Men undersøgelserne dokumenterede også at den effekt et højt fluoridindhold i drikkevandet har på tanddannelsen ikke kun er et overfladisk kosmetisk problem, men derimod resulterer i en stærkt stigmatiserende tanddefekt, der ud over at være psykisk belastende også må formodes at disponere for yderligere sygdomsudvikling i form af caries og parodontale lidelser.

Det kan ikke udelukkes at drikkevandets høje fluoridindhold også har haft en vis sygdomsforebyggende effekt, idet cariesudviklingen på de deformede tandoverflader ellers ville

have været mere udtalt. Der er imidlertid et helt åbenbart behov for en målrettet forebyggende indsats i områder med så høje fluorkoncentrationer som i Ngurdoto, hvad enten vandet defluorideres eller ej.

De store problemer den 3. verden i øvrigt plages af har givetvis, sammen med det etablerede forskersamfunds modvilje mod at erkende fluorids dokumenterede toksiske effekt (2, 8), været medvirkende til at fjerne fokus fra invaliderende grader af dental fluorose. Som billedmaterialet illustrerer er der imidlertid ingen tvivl om at de problemer svære tilfælde af dental fluorose forårsager, ikke kan negligeres. Denne erkendelse kan forhåbentlig bidrage til at der i højere grad end for tiden bliver fokuseret på vandets kvalitet fra odontologisk side og at der dermed iværksættes mere ambitiøse defluorideringsprojekter. Den forbedrede erkendelse af fluorids kariostatisk virkningsmekanisme – også når fluorid findes i drikkevandet – vil således forhåbentlig bane vej for en reel anerkendelse af de problemer høje fluorkoncentrationer i drikkevandet forårsager, frem for en fortsættelse af den fortrængningspolitik den overvejende del af den odontologiske videnskab har praktiseret siden kampen for kunstig vandfluoridering indledtes under 2. verdenskrig (1).

Sammen med cand.odont. *Carmen Maiken Rytlander* og cand.odont. *Jens Lætgaard* retter forfatteren en tak for hjælp og støtte i Tanzania til lektor, civilingeniør *E. Dahi*, DTU, professor, dr.odont. *Sven Poulsen*, Tandlægeskolen i Århus, Dr. *H. Mosh*, Dar Es Salaam, og Dr. *O.S. Chande*, Arusha. Desuden takkes professor, dr.odont. *Anders Thylstrup* for faglig vejledning og hjælp til økonomisk støtte i forbindelse med projektet.

### English summary

#### *Defluoridation of water supplies in a rural area with severe dental fluorosis in Tanzania*

While enormous efforts over the years have been devoted to implementation of water fluoridation, surprisingly less energy has been used to defluoridation in areas in developing countries with severe endemic dental fluorosis. This study describes base-line data on dental fluorosis in a community in Tanzania with more than 10 ppm F<sup>-</sup> in the water supply, and the principles for simple defluoridation. Defluoridation of household water and the continuous monitoring of the fluoride concentration are obviously the first steps in the control of fluoride-mediated tooth destruction. Regular examinations of the effect of defluoridation are also required, because the contribution of household water to the total consumption of water in the population may be less than anticipated. On the basis of the modern understanding of dental caries and the effect of fluoride on the process, it now seems to

be time for the international scientific community to reconsider the suppression of the toxic effects of fluoride that – probably in the best meaning – has dominated since the introduction of artificial water fluoridation for the prevention of dental caries.

### Litteratur

1. McClure FJ. Water fluoridation. The search and the victory. Bethesda, Maryland: National Institute of Dental Research; 1970.
2. Thylstrup A. Fluorids effekt på den humane emaljedannelse med særlig henblik på det primære tandsæt (disp.). København: Odontologisk Boghandels Forlag; 1979.
3. World Health Organization. Fluorides and human health. Geneva: WHO; 1970.
4. Myers HM. Fluorides and dental fluorosis. Basel: Karger; 1978.
5. Møller IJ. Dental fluorose og caries. En undersøgelse over litteraturen samt nogle epidemiologiske undersøgelser af danske børn (disp.). København: Rhodos; 1965.
6. Thylstrup A. Clinical evidence of the role of preeruption fluoride in caries prevention. *J Dent Res* 1990; 69 (Spec Iss): 742-50.
7. Thylstrup A, Fejerskov O. Clinical appearance of dental fluorosis in permanent teeth in relation to histological changes. *Community Dent Oral Epidemiol* 1978; 6: 315-28.
8. Fejerskov O, Manji F, Bælum V. Dental fluorosis – a handbook for healthworkers. Copenhagen: Munksgaard; 1988.
9. Walvekar SV, Qureshi BA. Endemic fluorosis and partial defluoridation of watersupplies – A public health concern in Kenya. *Community Dent Oral Epidemiol* 1982; 10: 156-60.
10. Haimanot RT. Endemic fluorosis in the Ethiopian Rift Valley. *Trop Geogr Med* 1987; 39: 209-17.
11. Mwaniki D, Nagelkerke N. Sorption kinetics of fluoride in drinking water by bone charcoal columns. *Front Med Biol Eng* 1990; 2: 303-8.
12. Larsen MJ, Pearce EI. Partial defluoridation of drinking water using fluorapatite precipitation. *Caries Res* 1992; 26: 22-8.
13. Larsen MJ, Pearce EI, Ravnholt G. The effectiveness of bone char in the defluoridation of water in relation to its crystallinity, carbon content and dissolution pattern. *Arch Oral Biol* 1994; 39: 807-16.
14. Dahi E, Bregnhøj H, editors. Proceedings of the first international workshop on fluorosis and defluoridation of water. Lyngby: Centre for Developing Countries; 1995.
15. Dahi E, Poulsen S. Fluoridproblemer i Tanzania. *Den Ny Verden* 1992; 25 (4): 28-37.
16. Bagger M, Rytlander CM, Lætgaard J. Report from survey on dental fluorosis in Ngurdoto July-August 1995. Dep. of Cariology, School of Dentistry, University of Copenhagen; 1996.
17. Rytlander CM. Dental fluorose i en population født og opvokset i et 10 ppm F<sup>-</sup> område i Tanzania. Afløsningsopgave. Afd. for Tandsygdomslære, Odontologisk Institut, Københavns Universitet; 1996.
18. Nawlakhe WG, Kulkarni DN, Pathak BN, Bulusu KR. Defluoridation of water by Nalgonda Technique. *Indian J Environ Health* 1975; 17: 26-65.
19. Møller IJ. Defluoridation of drinking waters. In: Fejerskov O, Manji F, Bælum V. Dental fluorosis – a handbook for healthworkers. Copenhagen: Munksgaard; 1988. p. 91-2.
20. Bregnhøj H. Processes and kinetics of defluoridation of drinking water using bone char (thesis). Institute of Environmental Science and Engineering, Technical University of Denmark; 1995.
21. Larsen MJ, Jensen SJ. Solubility study of the initial formation of calcium orthophosphates for aques solutions at pH 5-10. *Arch Oral Biol* 1986; 31: 565-72.
22. Sevrell A, Tønnesen M. Defluoridation at village level by contact precipitation of fluorapatite. Student report, Centre for Developing Countries, DTU, Copenhagen; 1996.
23. World Health Organization. Fluorides and oral health. Geneva: WHO; 1994.
24. Thylstrup A. Posteruptive development of isolated and confluent pits in fluorosed enamel in a 6-year-old girl. *Scand J Dent Res* 1983; 91: 243-6.

### Forfatter

Martin Bagger, tandlæge

Afdeling for Tandsygdomslære, Odontologisk Institut, Det Sundhedsvidenskabelige Fakultet, Københavns Universitet