



FAKTA OM FLUORID

Specielt i forbindelse med caries

Ekstrand, Kim; Jensen, Allan Bardow; Twetman, Svante

Published in:
Tandplejeren

Publication date:
2017

Document version
Også kaldet Forlagets PDF

Document license:
[Ikke-specificeret](#)

Citation for published version (APA):
Ekstrand, K., Jensen, A. B., & Twetman, S. (2017). FAKTA OM FLUORID: Specielt i forbindelse med caries. *Tandplejeren*, 15(2), 18-29.

FAKTA OM FLUORID

Specielt i forbindelse med caries

Af Kim Ekstrand, lektor, ph.d., Allan Bardow Jensen, lektor, ph.d., Svante Twetman, professor, dr. odont.



I LØBET AF 2016 HAR TANDPLEJEREN HAFT FOKUS PÅ FLUORID I CARIES-BEHANDLINGEN, HERUNDER AT FLUORID MISTÆNKES FOR ALVERDENS DÅRLIGDOMME. ARTIKLEN HER ER EN FAKTAARTIKEL OMKRING, HVAD VI FOR NUVÆRENDE VED OM FLUORID OG CARIES.

Abstrakt

I løbet af 2016 har Tandplejeren haft fokus på fluorid i cariesbehandlingen, herunder at fluorid mistænkes for alverdens dårligdomme. Det er en trend, at patienter søger at undgå fluoridholdig tandpasta og i øvrigt stiller sig kritiske i forhold til de fluoridbehandlinger, vi som professionelle anbefaler.

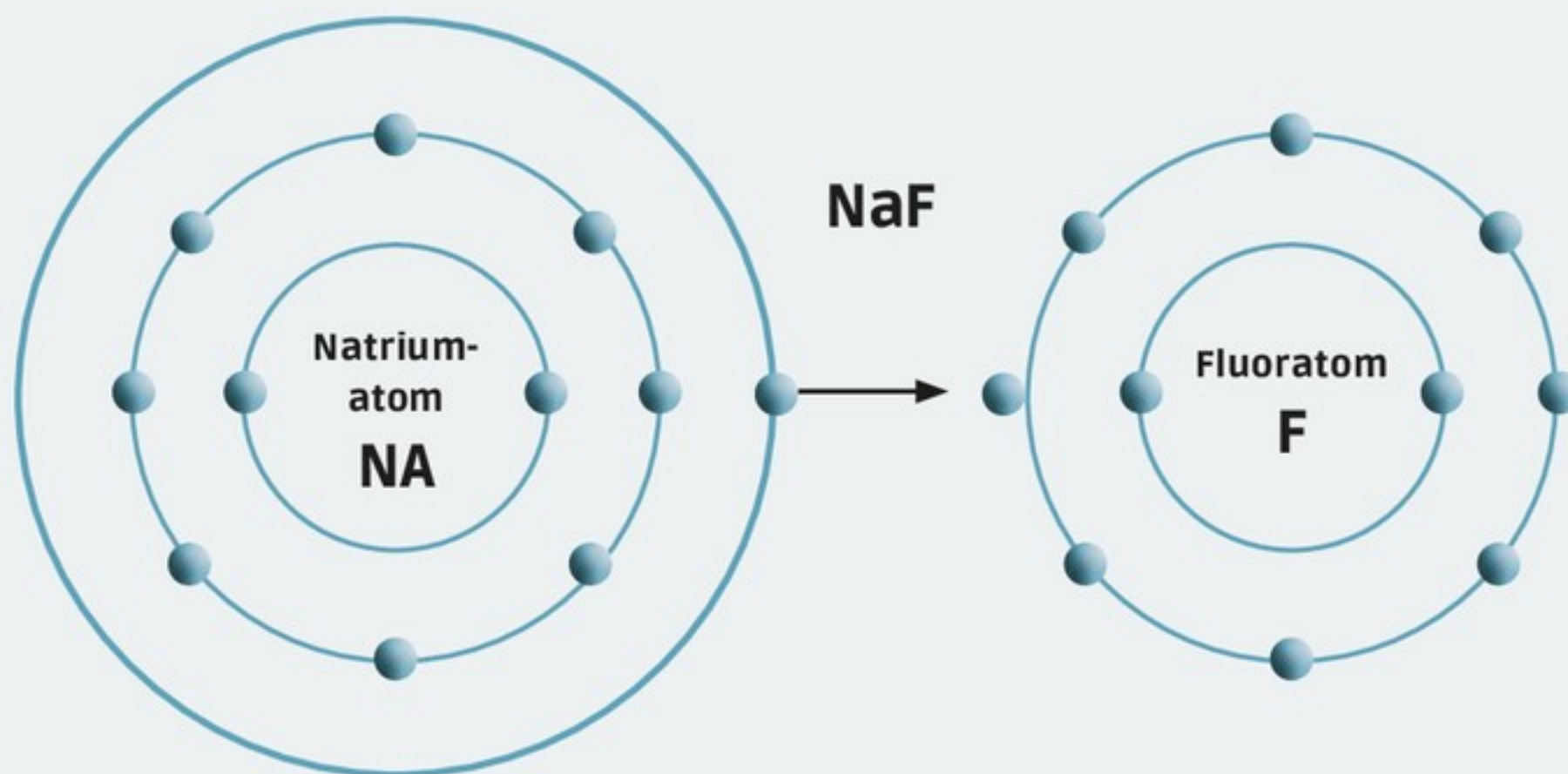
Artiklen her er en faktaartikel omkring, hvad vi for nuværende ved om fluorid og caries og tænkt som en hjælp til os professionelle i kampen mod de bloggere, meningsdannere og antifuoridister, som har et helt skævt syn på fluorid. Som så meget andet er det et spørgsmål om, at vi og vores patienter tænker os om, og vores patienter følger den rådgivning, vi professionelle giver dem.

Introduktion

Fluor(id) bliver stadig set som et vidundermiddel mod caries^{1,2}. Der er dog stor variation, selv inden for Norden² og sikkert også inden for Danmarks grænser i forhold til, hvordan fluor(id) anvendes ved caries, hvorfor denne artikel a) er bygget op omkring fakta om fluor(id) og caries og b) forsøger at give svar på nogle af de spørgsmål, som forfatterne har modtaget gennem årene omkring fluor(id).

Som professionelle bliver vi desværre bombarderet med mistillid omkring én af vores vigtigste behandlingsmuligheder mod caries, bl.a. som følge af forvirring om hvorvidt fluorid til behandling af caries – i hvert fald i Danmark – er en uorganisk form for fluor(id) anvendt i meget små koncentrationer og ikke en skadelig organisk fluorforbindelse som f.eks. kan forekomme i pizzabakker og andre former for emballage² etc.

Tandplejer Marion Falkenberg rejser i Tandplejeren² spørgsmålet om, hvorvidt vi professionelle ikke har magtet den pædagogiske opgave i forhold til at forklare befolkningen, hvad vi ved om fluor(id) og caries, og at vi med fluor(id) faktisk har et billigt vidundermiddel mod caries med me-



Figur 1. Fluor er meget reaktivt og søger at optage en elektron til i skal nr. to fra et andet atom, f.eks. natrium. Da naturen søger, at der er 8 elektroner i skal nummer to (oktetreglen), betyder det i dette tilfælde et slægtskab med natrium og samlet natriumfluorid (NaF). Splittes NaF efterfølgende, fås to ioner; en fluorid-ion F^- og en natrium-ion (Na^+).

Det kræver viden at overbevise anti-fluoridister og skeptikere – så 'here we go'!

get få ubetydelige bivirkninger¹. Men det kræver viden at overbevise anti-fluoridister og skeptikere – så 'here we go'!

Hvad er fluor/fluorid

Fluor er et grundstof af samme type som klor og jod. Fluoratomet har en kerne med 9 positive protoner med to skaller omkring sig med i alt 9 negative elektroner. Fluor er således det 9. grundstof i det periodiske system, og det mest elektronnegative og reaktive grundstof af alle. I den inderste skal (nummer et) er der 2 elektroner, og i skal nummer to er der 7 elektroner. Fluor er meget reaktivt, det vil nemlig gerne optage en elektron til i skal nr. to fra et andet atom, f.eks. natrium. Natrium har 2 elektroner i skal nummer 1, 8 i skal nummer 2 og 1 i skal nummer 3 og er nummer 11 i det periodiske system.

Betegnelsen fluor ændres til fluorid, når det som i fluorids tilfælde bliver negativt ladet (F^-) ved optagelse af en ekstra elektron (figur 1), eller i natriums tilfælde positivt ladet (Na^+). Et andet eksempel er calciumfluorid (CaF_2). Calcium er kendetegnet ved at have 2 elektroner i skal nr. 1 og 8 i skal nummer 2 og 2 i skal nummer 3 (12. grundstof i det periodiske system). Det kræver, at 2 fluoratomer går i forbindelse med calcium, og det angives ved tallet 2 i CaF_2 .

Måling af koncentrationen af fluorid

Koncentrationen af fluorid måles enten i a) mg fluorid per liter (eller per kg) eller b) parts per million (ppm) eller c) procent. 1 mg fluorid per liter (eller per kg) svarer til 1 ppm fluorid. Når der på tandpastatuben angives, at fluoridindholdet er 1450 ppm, så svarer det til, at 1 liter/

kg tandpasta indeholder 1450 mg fluorid. Som regel er det relevant at udtrykke fluoridindholdet i tandpasta per gram, så der deles med 1000. Dermed fås 1,45 mg fluorid per gram tandpasta. 5000 ppm fluoridtandpasta indeholder 5000 mg fluorid per liter/kg eller 5 mg fluorid per gram tandpasta. 0,1% fluorid svarer til 1000 ppm fluorid.

Hvor findes fluorid?

Når NaF og CaF_2 specielt nævnes, er det fordi, begge har relation til caries, da de findes i tandpasta og andre produkter til cariesforebyggelse samt i vores drikkevand, føde- og drikkevarer. Dele af den danske undergrund består af kalkmagasiner, der indeholder fluoridholdige mineraler som fluorit/fluospat (CaF_2) eller fosforit ($Ca_5(PO_4)_3(OH)3F$). Når regnvandet siver ned i undergrunden, opløses kalken og dermed også de fluorholdige mineraler. Grænseværdien for fluorid i drikkevand i Danmark er sat til 1,5 mg/l. Forskellige kortlægninger har vist, at der vest for den jyske højderyg er meget få kalkmagasiner i undergrunden, hvorfor fluorid i drikkevandet i disse områder er meget begrænset. Eksempelvis er der <0,01mg F/liter i drikkevandet i Esbjerg³. Øst for højderyggen er der en del kalkmagasiner, og der er steder på Sjælland, f.eks. Vallensbæk, hvor der er >1,0 mg F per liter drikkevand. Det er vigtigt at huske på, at man i Danmark aldrig har tilsat kunstigt fluorid til drikkevandet. Det er sket mange andre steder i verden, f.eks. i USA.

De kommunale tandplejere rundt omkring i landet ved besked med fluoridindholdet i kommunens drikkevand. Landsgennemsnittet i Danmark er 0,33 mg F/liter drik-

>>

ZENDIUM - EN UNIK KOMBINATION AF INGREDIENSER, DER ARBEJDER PERFEKT SAMMEN MED DIN MUND



1 STYRKER MUNDENS NATURLIGE FORSVAR

Munden er fantastisk, da den har et naturligt forsvar af enzymer og proteiner for at beskytte sig mod caries og tandkødsproblemer. Zendium understøtter bestanddele i spytet og **styrker mundens naturlige forsvar**.

2 MED ENZYMER OG PROTEINER

Zendium indeholder de samme **enzymer og proteiner**, som munden bruger til at bekæmpe bakterier og bidrager til et balanceret mikrobiom.

3 UDEN SLS (SODIUM LAURYL SULFATE)

Zendium indeholder ikke SLS, et skummiddel, der er kendt for at kunne virke lokalirriterende og desuden ændre smagsopfattelsen. Den lave skummende konsistens gør den **velegnet for selv de mest fintfølede munde**.

4 MILD OG EFFEKTIV

Ved hver tandbørstning giver Zendium dig ekstra styrke* til at bekæmpe årsagerne til huller, tandkødsproblemer og sensitivitet.

5 ET PÅLIDELIGT VAREMÆRKE

Nr. 1 varemærke, som skandinaviske tandlæger stoler på **.

* Oger spytets beskyttende effekt mod bakterier vs en standard fluortandpasta.
** Undersøgelse udført blandt 608 tandlæger i Skandinavien 2015, Ipsos.



* Based on a survey completed in 2015



BESØG
ZENDIUM PÅ
STAND C1 010

og hør mini foredrag
v/ Dr. Emanuele Cotroneo
"A BALANCED MICROBIOME
IS KEY TO ORAL HEALTH"

Tilmelding på standen

zendium
STYRKER MUNDENS EGET FÖRSVAR

* Referencer

1. Amerongen AV & Veerman EC. Saliva-the defender of the oral cavity. *Oral Dis* 2002; 8:12-22, 2. van't HW, Veerman EC, Nieuw Amerongen AV & Ligtenberg AJ. Antimicrobial defense systems in saliva. *Monogr Oral Sci* 2014; 24:40-51; 3. Marsh PD, Head DA & Devine DA. Prospects of oral disease control in the future - an opinion. *J Oral Microbiol* 2014; 6:26176, 4. Unilever. Data on file, 5. Midda M & Cooksey MW. Clinical uses of an enzyme containing dentifrice. *J Clin Periodontol* 1986; 13:950-956, 6. Hoogendoorn H & Moorer WR. Lactoperoxidase in the prevention of plaque accumulation, gingivitis and dental caries. I. Effect on oral streptococci and lactobacilli. *Odontol Revy* 1973; 24:355-366, 7. Berlutti F, et al. Both lactoferrin and iron influence aggregation and biofilm formation in *Streptococcus mutans*. *Biometals* 2004; 17:271-278, 8. Berlutti F, et al. Lactoferrin and oral diseases: current status and perspective in periodontitis. *Ann Stomatol (Roma)* 2011; 2: 10-18, 9. Lenander-Lumikari M & Loimaranta V. Saliva and dental caries. *Adv Dent Res* 2000; 14:40-47, 10. Lenander-Lumikari M, Mansson-Rahemtulla B & Rahemtulla F. Lysozyme enhances the inhibitory effects of the peroxidase system on glucose metabolism of *Streptococcus mutans*. *J Dent Res* 1992; 71:484-490, 11. Soukka T, Lumikari M & Tenovuo J. Combined inhibitory effect of lactoferrin and lactoperoxidase system on the viability of *Streptococcus mutans*, serotype c. *Eur J Oral Sci* 1991; 99:390-396, 12. Koscielniak D, Jurczak A, Zygmunt A & Krzysciak W. *Acta Biochim Pol* 2012; 59:451-457; 13. Rantonen PJ & Meurman JH. *Acta Odontol Scand* 2000; 58:160-165, 14. Zaura E & ten Cate JM. *Caries Res* 2015; 49 Suppl 1:55-61, 15. Straka M. *Neuro Endocrinol Lett* 2011; 32:34-38; 16. Sheibaninia A. *Biol Trace Elem Res* 2014; 162:58-63; 17. Fabian T, et al. Saliva in health and disease. In: *Wiley Encyclopaedia of Chemical Biology*, vol.2008; 1-9. Begley TP (Editor). Hoboken, NJ, USA: John Wiley & Sons, Inc; 18. Wade WG. *Pharmacol Res* 2013; 69:137-143; 19. Lamont RJ & Hajishengallis G. *Trends Mol Med* 2015; 21:172-183; 20. Segovia C, Hutchinson I, Laing DG & Jinks AL. *Brain Res Dev Brain Res* 2002; 138:135-146; 21. Majorana A, et al. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2010.

Tabel 1a. Produkter og væsker med fluorid⁹ (modificeret fra reference 9)

Produkt	Indhold af F (ppm)	Kommentarer
Tandpasta <0,05% F ⁻	<500	Selvadministreret daglig procedure
Tandpasta 0,1% F ⁻	1000	Selvadministreret daglig procedure
Tandpasta 0,15% F ⁻	1500	Selvadministreret daglig procedure
Tandpasta 2,8 mg F ⁻ /g	2800	Højrisikopatienter
Tandpasta 5,0 mg F ⁻ /g	5000	Højrisikopatienter
0,05% NaF løsning*	-250	Hjemmebaseret daglig skylning
0,2% NaF løsning*	-1000	Hjemmebaseret daglig skylning
0,1% fluorbeskyttelse	1000	Til professionel anvendelse
Fluor Protector S (NH ₄ F)	7700	Til professionel anvendelse
2% NaF opløsning*	9047	Til professionel anvendelse
5% Duraphat-varnish (NaF, 2,26% F ⁻)	22600	Til professionel anvendelse
6% Bifluoride-varnish (NaF/CaF ₂ , ~2,8% F ⁻)	28000	Til professionel anvendelse
Tyggegummi 0,1-0,25 mg F ⁻ /stk.	100-250	Højrisikopatienter
Gel til skinner 0,2%-1% F ⁻	2000-10000	Højrisikopatienter
Tabletter 0,25; 0,50 and 0,75 mg F ⁻ pr. tablet	0,25-0,75	Til børn i risiko
Salt (bord salt, 90-250 mg F ⁻ /kg)	90-250	Populationen
Drikkevand: 0-1,4 mg F ⁻ /liter	Fra 0 til 1,4	Populationen

*Nogen gange er F⁻ til stede sammen med Na, nogen gange alene. Hvis F⁻ er til stede sammen med Na, halveres koncentrationen, fordi vægten af fluorid og Na næsten er den samme. Altså ved 2% NaF er der 1% F⁻ ~10000 ppm.

kevand^{4,5,6}. Undersøgelser på børn og unge har gentagne gange vist, at cariesforekomsten er højere i lav-fluor-områder end i middel- og høj-fluor-områder i Danmark^{4,6,7,8}. Tabel 1a og 1b angiver en oversigt over indholdet af fluorid i forskellige fødeemner og mundplejeprodukter⁹.

Hvad sker der, når vi sluger fluorid (absorption og fordeling af fluorid i vores legeme)?

I dagligdagen sluger vi en del fluorid, f.eks. når barnet ammes, når vi drikker vand, spiser fisk, drikker te, og når vi børster tænder. Børn under 2 år sluger det meste af det tandpasta, der børstes tænder med. 2-3-årige børn sluger ca. 50 % og 6-7-årige ca. 25% af den tandpasta, som bruges ved tandbørstningen¹⁰.

Det tandpasta eller vand, som sluges, rammer mavesækken, hvor fluoridet (F⁻) optræder alene og reagerer med andre atomer og ioner. Hvis mavesækken er fyldt eller delvist fyldt, vil fluoridet gå sammen med andre atomer og efterfølgende passere ind i tarmen, hvor det senere udskilles med fæces. Ved tom mavesæk vil en meget stor del af den slugte fluorid i form af F⁻ passere ind i blodet og fordeles rundt i legemet, hvor fluoridet typisk går i forbindelse med calcium i knoglevæv og tænder. Det sidste kun i den periode, hvor tænderne dannes. Resten udskilles af nyrerne.

Bivirkninger ved fluorid

Akut forgiftning eller PTD (Probably Toxic Dose) op-

Tabel 1b. Indhold af fluorid i forskellige fødeemner og drikkevarer⁹

Fødevarer	F (ppm)
Brystmælk	0,01-0,02
Komælk	0,02
Ris	1,0
Kartofler	0,5
Fisk	1,5-50
Kød	0,4
Kylling	0,6
Te	0,8-3,4
Købevand	0-2,7

træder, når en person på én gang indtager en mængde fluorid, som overstiger 5 mg fluorid per kg legemsvægt. Hos et barn på 2 år, som vejer 12 kg, vil PTD optræde, hvis barnet på tom mave spiser >12 g 5000 ppm F tandpasta (12 g x 5 mg F tandpasta/12 kg = 5 mg F/kg). En tube 5000 ppm F tandpasta indeholder 51 g, så hvis et 2-årigt barn har spist ¼ tube tandpasta på tom mave, så er det kritisk. For almindelig 1450 ppm F tandpasta vil regnestykket ende på omkring 40 g ~½ tube. Ved mistanke om PTD skal der øjeblikkeligt tilkaldes lægehjælp. Barnet skal have mælk, og/eller barnet skal kaste op. Symptomerne ved akut forgiftning er mavesmerter, diarre, opkastning, savlen og tørst.

>>



Figur 2a. Ikke kosmetisk skæmmende dental fluorose, Thylstrup/Fjerskov, indeks 3

Figur 2b. Kosmetisk skæmmende dental fluorose, Thylstrup/Fjerskov, indeks 5

Kronisk forgiftning kan lede til dental fluorose figur 2a og 2b, men kun så længe tænderne dannes. Kronerne på mælketænderne dannes fra midt i fosterperioden til barnet er ca. 1 år. Kronerne på de permanente tænder til og med 7'erne dannes fra kort før fødselstidspunktet til det 6.-7. år. Forskning har vist, at hvis det samlede indtag af fluorid dagligt <0,04 mg/kg, så er der ringe risiko for at få kosmetisk skæmmende grader af dental fluorose (figur 2b)¹¹. Men det skal påpeges, at der ikke findes en eksakt grænseværdi, hvorunder der ikke kan udvikles dental fluorose¹².

Tabel 2 giver en oversigt over sammenhæng mellem barnets alder (fra 1 til 6 års-alderen), danske pigers gennemsnitsvægt i relation til alder, mængde af tandpasta der sluges i relation til alder, mængde af anvendt tandpasta per dag og koncentrationen af fluorid i den anvendte tandpasta. Da der indtages fluorid fra andre produkter

end tandpasta, ønskes en sikkerhedsmargen, så et dagligt indtag fra fluoridholdig tandpasta bør nok ikke overstige 0,025 mg F per kg per dag. Det kan sikres, hvis der i 1 års alderen bruges 1050 ppm F tandpasta i en mængde *per dag*, som ikke overskrider 0,2 g tandpasta (figur 3a). I 2 års alderen er der under de betingelser faktisk plads til at bruge 1450 ppm F tandpasta, hvis der ikke er andet, der taler imod (f.eks. højt fluoridindhold i drikkevandet, >0,5 ppm). Fra 3 års alderen kan det sikres, at indtag af fluorid fra 1450 ppm tandpasta er <0,02 mg F per kg per dag, hvis der børstes med en mængde per dag, som ikke overskrider 0,4 gram per dag (figur 3b). Fra 5 til 6 års alderen kan mængden af brugt tandpasta øges til >1 gram per dag, selv om der anvendes 1450 ppm F tandpasta. Det bør huskes, at det er kutyme at børste tænder to gange dagligt i Danmark også på børn, hvorfor den anbefalede mængde tandpasta pr. dag selvfølgelig skal deles i to.

Tabel 2. Relation mellem alder, vægt, hvor meget tandpasta der sluges, mængde af tandpasta og koncentration af fluorid i tandpasta og optag af fluorid i legemet

Alder	Vægt	Sluger	1 g 1050 ppm F tandpasta pr. dag	0,2 g 1050 ppm F tandpasta pr. dag	1 g 1450 ppm F tandpasta pr. dag	0,2 g 1450 ppm F tandpasta pr. dag
1	10	Alt	1,05 F pr. g / 10 kg = 0,1 mgF	1,05 F x 0,2 g / 10 kg = 0,021 mgF	1,45 F pr. g / 10 kg = 0,145 mgF	1,45 F x 0,2 g / 10 kg = 0,03 mgF
2	12	50%	1,05 F pr. g / 12 kg = 0,086 / 2 = 0,043 mgF	1,05 F x 0,2g / 12 kg = 0,018 / 2 = 0,009 mgF	1,45 F pr. g / 12 kg = 0,12 / 2 = 0,06 mgF	1,45 F x 0,2 g / 12kg = 0,024 / 2 = 0,01 mgF

Alder	Vægt	Sluger	1 g 1050 ppm F tandpasta pr. dag	0,4 g 1050 ppm F tandpast pr. dag	1 g 1450 ppm F tandpasta pr. dag	0,4 g 1450 ppm F tandpasta pr. dag
3	14	50%	1,05 F pr. g / 14 kg = 0,075 / 2 = 0,038 mgF	1,05 F x 0,4 g / 14 kg = 0,03 / 2 = 0,015 mgF	1,45 F pr. g / 14 kg = 0,1 / 2 = 0,052 mgF	1,45 F x 0,4 g / 14 kg = 0,04 / 2 = 0,02 mgF
4	16	50%	1,05 F pr. g 16 kg = 0,066 / 2 = 0,033 mgF	1,05 F x 0,4 g / 16 kg = 0,026 / 2 = 0,013 mgF	1,45 F pr. g 16 kg = 0,09 / 2 = 0,045 mgF	1,45 F x 0,4g / 16 kg = 0,036 / 2 = 0,018 mgF

Alder	Vægt	Sluger	1 g 1050 ppm F tandpasta pr. dag	0,5 g 1050 ppm F tandpasta pr. dag	1 g 1450 ppm F tandpasta pr. dag	0,5 g 1450 ppm F tandpasta pr. dag
5	19	25%	1,05 F pr. g / 19 kg = 0,055 / 4 = 0,014 mgF	1,05 F x 0,5 g / 19 kg = 0,27 / 4 = 0,007 mgF	1,45 F pr. g / 19 kg = 0,076 / 4 = 0,019 mgF	1,45 F x 0,5 g / 19 kg = 0,038 / 4 = 0,01 mgF
6	22	25%	1,05F pr. g / 22 kg = 0,047 / 4 = 0,012 mgF	1,05 F x 0,5 g / 22kg = 0,023 / 4 = 0,006 mgF	1,45 F pr. g / 22 kg = 0,066 / 4 = 0,016 mgF	1,45 F x 0,5g / 22 kg = 0,035 / 4 = 0,008 mgF

■ Data med rød angiver, hvor grænseværdien på 0,04 mg F per kg per dag er overskredet markant.
 ■ Blå angiver, hvor grænseværdien til denne artikel på 0,025 mg F per kg per dag er overskredet.



Figur 3a. Tandbørste til en 1-2-årig med 0,2 g tandpasta
Figur 3b. Tandbørste til en 3-6-årig med 0,4 g tandpasta

Hvis mavesækken er halvt eller helt fyldt, når der børstes tænder, vil absorptionen af fluorid til knogler og tænder nedsættes med op til en tredjedel i forhold til, hvis mavesækken er tom¹².

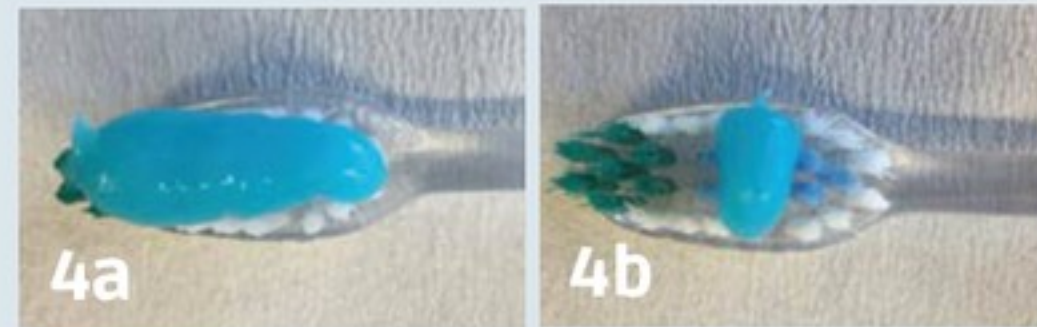
Kronisk forgiftning i form af osteofluorose siges at opstå, hvis indtaget igennem mange år overstiger 0,5 mg fluorid/kg/dag¹³. Figurerne 4a og 4b viser indtaget efter tandbørstning med henholdsvis 1 g og 0,25 g 5000 ppm F tandpasta hos en person, der vejer 50 kg og sluger ca. 25% af den tandpasta, der børstes med. Under de betingelser er der en faktor >200 til forskel, før grænseværdien på 0,5 mg F per dag nås.

Præ-/posteruptivt

Allerede i slutningen 1980'erne blev det påvist, at fluorid spiller sin største rolle posteruptivt (når tænderne er frembrudt) overfor caries¹⁴. Den præruptive (når tænderne dannes) effekt, som tidligere var den fremherskende teori, er ifølge Thylstrup meget begrænset¹⁴, selv om det vides, at fluorid under tændernes dannelse indbygges i tandemaljen. Mængden af fluorapatit dannet præruptivt i overfladeemaljen viser sig at variere i forhold til, hvilken fluoridmængde barnet kommer i kontakt med dagligt. I Danmark, hvor vi er tilbageholdende – eksempelvis uddeles der ikke fluortabletter – vil fluorapatit nok kunne forekomme med koncentrationer på 2500 ppm i overfladeemaljen⁹. Dette svarer til ca. 7% i forhold til det dannede hydroxylapatit (ca. 93%). Opløselighedsmæssigt opfører emalje sig derfor som hydroxylapatit og ikke som fluorapatit. Hydroxylapatit går som bekendt i opløsning ved pH <5,5 i menneskespyt, hvorimod fluorapatit går i opløsning, når pH er omkring en enhed lavere⁹.

Fluorid i saliva og plak

Undersøgelser viser, at fluoridkoncentrationen i ustimuleret saliva er lav; mellem 0,005 til 0,05 ppm. Denne ret store variation er relateret til forskelle i forekomsten af fluorid, som befolkningen er i forbindelse med i dagligdagen. Her spiller forskelle i fluoridkoncentrationen i drikkevandet en betydelig rolle. Det blev vist i et studie i Sverige fra 80'erne¹⁵, hvor fluoridkoncentrationen i saliva på 12-årige børn i et område med 1,2 ppm fluorid i drikkevandet blev sammenholdt med fluoridkoncentrationen på andre 12-årige, men fra et område hvor fluoridkoncentrationen i drikkevandet var 0,1 ppm. Resultatet var, at de 12-årige fra 1,2 ppm-området over hele døgnet havde ca. 3 gange så høj fluoridkoncentration i saliva som ved 12-årige i det område med 0,1 ppm.



Figur 4a. Tandbørste med 1 g 5000 ppm F tandpasta 1 g ~5 mg fluorid

Der sluges ¼ af tandpastaen ~1,25 mg F, og personen vejer 50 kg så indtaget ~0,025 mg F/kg.

Figur 4b. Tandbørstning med 0,25 g 5000 ppm F tandpasta 0,25 g ~1,25 mg fluorid

Der sluges ¼ af tandpastaen ~0,31 mg F, og personen vejer 50 kg så indtaget ~0,06 mg F/kg.

Osteofluorose 0,5 mg fluorid per kg per dag.

Akut forgiftning 5 mg fluorid/kg.¹³

Fluoridkoncentrationen i plak er betydelig højere end i saliva. Her ses koncentrationer på 5-10 ppm F⁸, men desværre er det meste af fluoridet bundet til andre ioner f.eks. CaF₂ og kan derfor ikke i første omgang indgå i cariesprocessen.

Fluorids virkningsmekanisme på caries

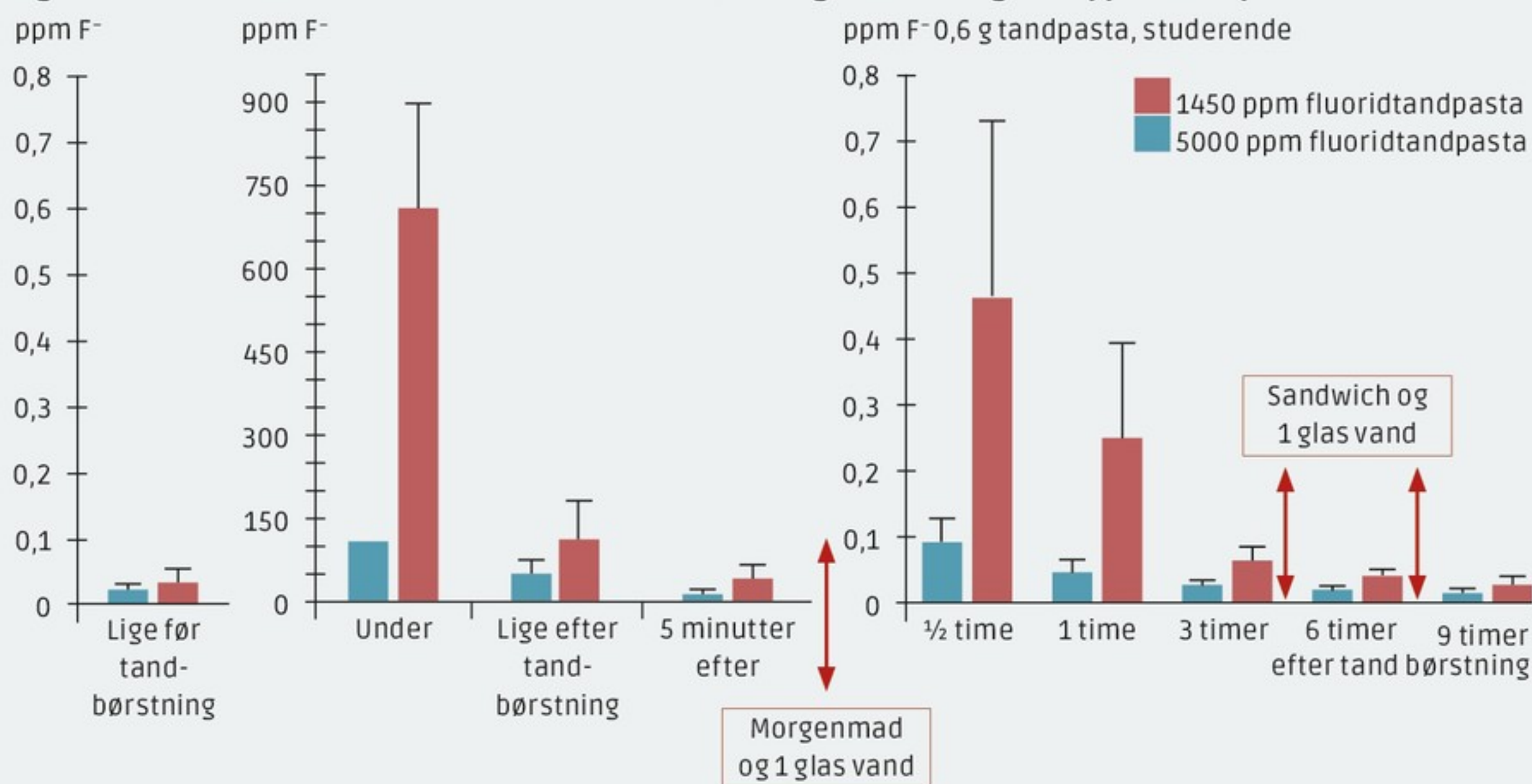
Posteruptivt har tilstedeværelsen af fluorid i plak/salivavæsken følgende effekt på caries⁹:

- Remineralisering i form af overfladefluoridering af hydroxylapatitkrystallerne (fluorhydroxylapatit) og fluorapatit, begge som følge af pH-fald.
- Det dannede fluorhydroxylapatit og fluorapatit opløses ikke ved nye pH-fald, derfor hæmmer fluorid demineraliseringen.
- Ved koncentrationer over 20 ppm vil fluorid hæmme bakteriernes metabolisme (i plakken), hvorved pH ikke falder så lavt i plakken.

Forfatterne til denne artikel er specielt tilhængere af punkt a som den vigtigste forklaringsmodel, da den dannede mængde fluorhydroxylapatit og fluorapatit i punkt b er forsvindende lille i forhold til mængden af hydroxylapatit, og idet en koncentration på 20 ppm F i plakken (punkt c) nok kan forekomme, men kun kortvarigt⁹.

>>

Figur 5. Fluoridkoncentrationen i saliva efter tandbørstning med 1450 og 5000 ppm F tandpasta



Figur 6. Figuren viser, at fluoridindholdet i overfladeemalje i carieslæsionen er højere end i den sunde emalje omgrænsende læsionen



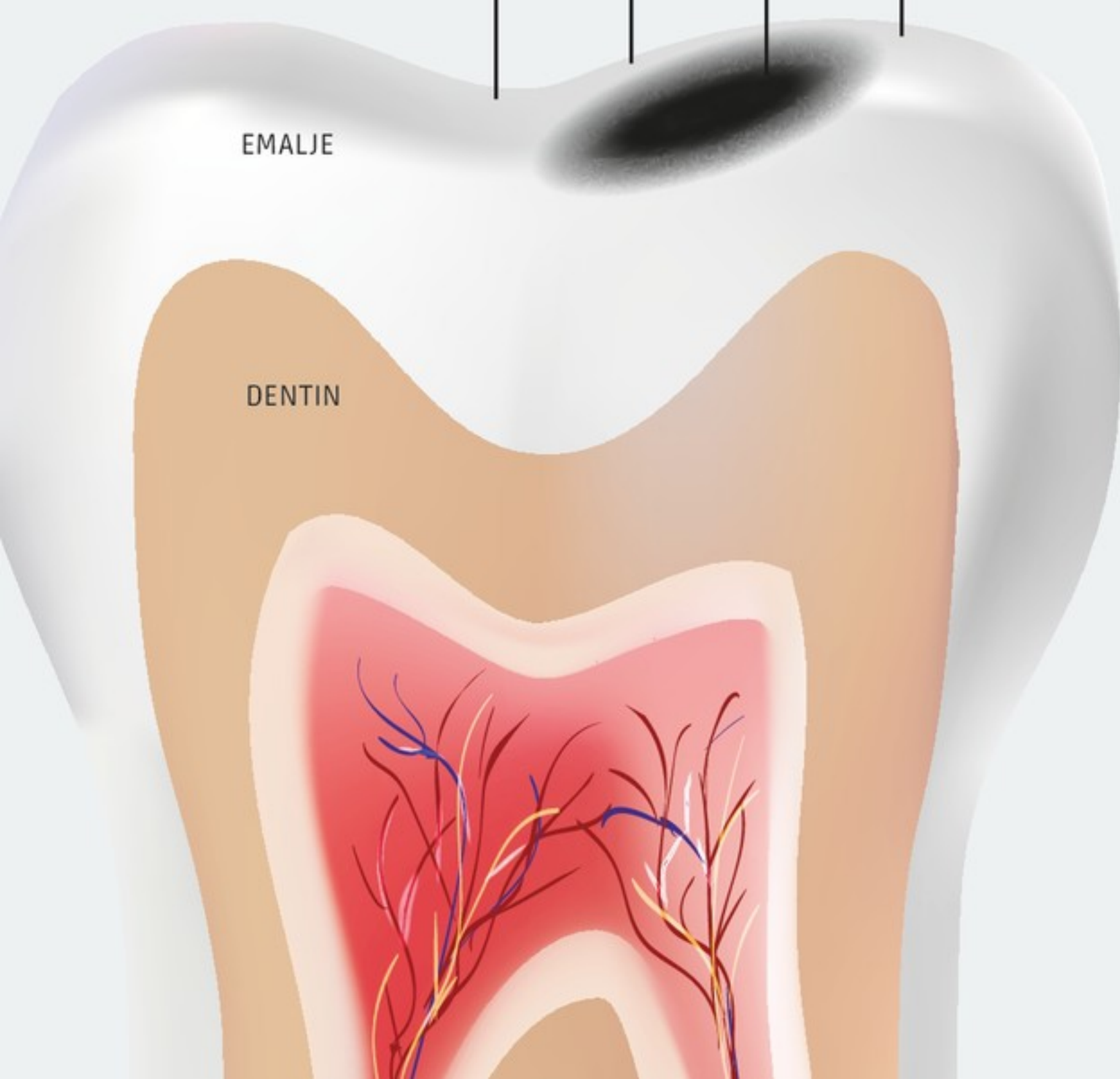
En finesse her er, at når fluorid er til stede omkring tanden i koncentrationer på >100 ppm, så vil der dannes calciumfluorid (CaF_2)⁹, og mængden af dannet calciumfluorid stiger med fluoridkoncentrationen. Disse koncentrationer opnås kun, når der i behandlingen anvendes højfluoridprodukter som f.eks. 2% NaF (9000 ppm F⁻), Duraphatlak (22600 ppm F⁻) eller endda 5000 ppm fluoridtandpasta.

Som det fremgår af figur 5 overstiger koncentrationen 700 ppm F i saliva, mens der børstes tænder med 5000 ppm F tandpasta. Det fremgår også, at med 1450 ppm F tandpasta nås knap 100 ppm F i saliva. Derfor enten ingen eller i bedste fald meget begrænset dannelse af CaF_2 ved brug af tandpasta med 1450 ppm F. Calciumfluorid ligger som et depot i carieslæsionerne og frigives under pH-fald. Depotet af CaF_2 går langsomt i opløsning, hvilket betyder, at calciumfluoriddepotet sikrer en maksimal remineralisering, og det er estimeret, at et dannet depot kan fungere i ca. 3 måneder.

Det er vigtigt at forstå, at med de fluoridkoncentrationer, der kan anvendes intraoralt, så kan fluorid ikke fuldstændigt forhindre caries, men effektivt reducere et mineraltab under et pH-fald i plakken^{9,12}.

Et pædagogisk eksempel

Ved et pH-fald i plakken vil emaljen indledningsvis (siger vi) tabe 100 hydroxylapatit-ioner (HAp) fra overfladeemaljen og i emaljen lige under overfladeemaljen. Når pH efter ca. 20 minutter går tilbage mod 7 (Stephan kurven^{9,16}), vil der som følge af remineraliseringen genvindes (siger vi) 50 HAp-ioner. Disse vil primært sætte sig i overfladeemaljen og ikke i emaljen under overfladen pga. diffusionsproblemer¹⁶.



Tabel 3. Forskellige applikationsmuligheder af fluorid

Populationsniveau	Individniveau professionelt appliceret	Individniveau selv-administration
Drikkevand (fluorid forekommer naturligt eller tilsat kunstigt)	Fluoridholdige lak	Tandpasta
Salt (tilsat kunstigt)	Opløsninger	Mundskyllevæsker/geler/købevand
Mælk (tilsat kunstigt)	Geler	Tyggegummi
		Fluortabletter

Tabel 4. Præventive fraktion (PF) for de enkelte behandlingstyper og evidensniveauet udtrykt med GRADE systemet

Metode	PF	GRADE
Fluorid i drikkevand	15%	⊕
Fluorid i mælk, salt versus placebo	10%	⊕⊕
Fluoridtandpasta versus placebo (unge permanente tænder)	24%	⊕⊕⊕⊕
1450-1500 ppm F tandpasta versus 1000 -1100 ppm F tandpasta	8%	⊕⊕⊕
Fluoridlak versus placebo (unge permanente/primære tænder)	43% / 38%	⊕⊕⊕
Fluorid penslinger versus placebo	25%	⊕
Fluoridgel versus placebo (unge permanente tænder)	38%	⊕⊕⊕
Fluoridskyllinger versus placebo (unge permanente tænder)	37%	⊕⊕⊕
Fluoridtabletter, dråber versus inaktiv kontrol	Uklart	⊕

Fluorid, som altid er til stede i plakvæsken, enten fra det fluorid der indtages intraoralt eller fra CaF_2 , vil pga. remineraliseringen danne (siger vi) 25 fluorhydroxyl/fluorapatitioner (HFAP/FAP), som også vil sætte sig i overfladeemaljen. Det endelige mineraltab ved dette enkelte pH-fald bliver således på 25 HAP-ioner. De 25 HFAP/FAP-ioner kan ved efterfølgende pH-fald ikke opløses, fordi HFAP/FAP kun opløses ved pH-værdier, som sjældent forekommer i plak. FAP indbygges derfor i en carieslæsion, og derfor er FAP-koncentrationen højere i carieret emalje end i sund emalje (figur 6). Desværre udgør HAP af de initiale læsioner >90% af emaljen, som gradvist kan opløses ved efterfølgende syrefald i plakken, og fluorid kan ikke hamle op med denne opløsning. På sigt bryder emaljen derfor sammen.

Mulige behandlinger med fluorid

Tabel 3 viser mulige administrationsformer i forbindelse med fluorid og caries. På populationsniveau er det fluorid i drikkevandet, fra salt og fra mælk. De to sidste administrationsformer forekommer ikke i Danmark, og det fluoridindhold, der er i drikkevandet, er naturligt forekommende. På individniveau er det hensigtsmæssigt at opdele fluoridbehandlingerne i de, som udføres af professionelle på klinikken, og de som personen selv administrerer hjemme. Professionelt og under danske forhold anvendes Duraphatlak, bifluorid og 2% NaF opløsninger i stor udstrækning. I langt mindre grad anvendes fluorholdige geler (i individuelt tilpassede skinner).

I Danmark anvendes der stort set heller ikke fluortabletter til brug hjemme.

Effekt af fluorid på caries

Tabel 4 angiver, hvor effektive de forskellige administrationsformer i tabel 3 er til at forebygge caries set i forhold til en placeboadministration eller en anden fluoridbehandling. Den præventive fraktion skal forstås som følger.

I et 3-årigt studie får 100 tilfældigt udvalgte 12-årige behandling med Duraphat 4 gange årligt på 6+ okklusalt. 100 andre tilfældigt udvalgte 12-årige får ingen fluoridbehandling af 6+ okklusalt.

Efter 3 år har 40% af de Duraphatbehandlede flader udviklet caries mod 70% af 6+, der ikke blev behandlet med Duraphat. Trækkes de 40% fra de 70% og divideres med 70% fås den præventive fraktion på 43%.

Evidensniveauet i tabel 4 er angivet ved GRADE systemet, som opererer med ⊕ ved utilstrækkelig evidens til ⊕⊕⊕⊕ ved højst mulig evidens.

Som det fremgår, er en betydelig cariesreduktion i vente ved at bruge fluorid dagligt, f.eks. 24% reduktion ved brug af fluoridtandpasta i forhold til brug af fluoridfrit tandpasta.



Ofte stillede spørgsmål om fluorid

TRÆNGER FLUORID FRA MODERENS BLOD IGENNEM PLACENTA?

Ja. Undersøgelser viser, at sammenholdes moderens blod med fosterets blod, så indeholder fosterets blod ca. $\frac{2}{3}$ af moderens koncentration af fluorid i blodet¹⁷. Dette er også en af begrundelserne for, at der er dental fluorose i de primære tænder, som dog er vanskelig at diagnosticere, fordi mælketænderne fra naturen er født med mindre mineral, hvilket resulterer i, at de er mere hvide end de permanente tænder.

MÅ GRAVIDE BRUGE DURAPHATTANDPASTA /FÅ DURAPHATLAK APPLICERET?

Der findes ingen information, som tyder på, at det skulle være problematisk. Gravide kvinder har til alle tider drukket fluoridholdigt vand, uden at det har givet genotoxiske bivirkninger. Fluorid passerer placenta og overføres fra moder til fosteret. En lakering med Duraphat giver en fordobling af fluoridkoncentration i urin sammenholdt med tandbørstning med almindelig fluortandpasta, hvilket er ca. 100 gange under den toksiske grænse for moderen, og påvirkningen på fostret er altså endnu mindre.

HVORDAN FORHOLDER DET SIG MED AMNING OG FLUORID?

Modermælken indeholder mellem 0,01-0,02 mg F/l, hvilket ca. svarer til døgn dosis for et barn, som kun ammer. Vejer barnet 4 kg vil optaget være 0,02 mg F / 4 kg = 0,005mgF/kg per døgn. Dermed er der langt til grænsen 0,04 mg F/kg/døgn. Fluoridkoncentrationen i brystmælk er meget lidt relateret til koncentrationen af fluorid, som moderen optager, når hun f.eks. drikker fluoridholdigt drikkevand.

HVAD ER VIGTIGST: KONCENTRATIONEN AF FLUORID I TANDPASTAEN ELLER MÆNGDEN AF TANDPASTA?

Ifølge Ellwood & Fejerskov¹⁸ er det koncentrationen, der er den vigtigste. Årsagen er, at fluorid skal være til stede i plakken, og fluoridreservoiret i plakken er begrænset, hvorfor høj koncentration til at få fluorid ind i plakken er vigtigere end mængden af tandpasta. Det får i øvrigt Fejerskov et al. til at foreslå: "To minimize small children to ingest too much, reduce the size of toothpaste used rather than the concentration," (ref. 11, side 272 linje 5 1. spalte).

ER TANDPASTAER MED ENTEN NATRIUMFLUORID, NATRIUMMONOFLUORFOSFAT ELLER AMINFLUORID I TANDPASTAEN MEST EFFEKTIVT?

I et oversigtsarbejde¹⁹ blev det påvist, at selv om aminfluorid synes at have nogle positive virkningsmekanismer overfor caries, som de to andre former for fluorid ikke har, så er der ikke belæg for at sige, at der er forskel i effekt på caries mellem de forskellige fluoridforbindelser i tandpasta.

MÅ MAN SKYLLE MUNDEN MED VAND EFTER TANDBØRSTNING MED FLUORIDTANDPASTA?

For ikke at reducere den øgede koncentration af fluorid i saliva efter tandbørstning med fluorid tandpasta anbefales det, at der kun spyttes ud.

ER BEHANDLING MED DURAPHAT ELLER 2% NAF OPLØSNING MEST EFFEKTIVT?

Der er lavet meget få undersøgelser omkring den cariesreducerende effekt ved brug af 2% NaF, og det er gamle undersøgelser, hvor cariesprogression var meget højere end i dag. Bruun et al. angiver i et oversigtsarbejde fra 1982²⁰ baseret på 4 kliniske studier udført på unge, at den cariesreducerende effekt med applicering af 2% NaF over en 2-årig periode er 25% i forhold til placebo behandling. Der er lavet flere og nyere undersøgelser omkring behandling med Duraphatlak, og som det fremgår af tabel 4 er den cariesreducerende effekt i forhold til placebo ca. 43%. Altså mere effektiv end 2% NaF, hvilket nok hænger sammen med, at fluoridkoncentrationen i Duraphat er 22600 ppm mod 9000 ppm i 2% NaF.

ER DURAPHATLAK ELLER BIFLUORID MEST EFFEKTIVT?

Der er foretaget få undersøgelser om bifluorids cariesreducerende effekt. Ifølge Larsen og medarbejdere²¹ er der ikke forskel på den cariesreducerende effekt ved brug af de 2 produkter.

HVOR OFTE SKAL MAN APPLICERE DURAPHAT VED ET CARIESAKTIVT BARN/TEENAGER?

Undersøgelser tyder på mindst 2 gange årligt og højst 4 gange årligt²².

HVOR LANG TID SKAL DER GÅ, FØR MAN MÅ SPISE ELLER BØRSTE TÆNDER EFTER BEHANDLING MED DURAPHAT?

Formålet med at bruge højfluoridprodukter til cariesbehandling er, at der dannes CaF_2 , som ligger som et depot af fluorid på tænderne – specielt i carieslæsioner. I Duraphatlakken er der NaF i en koncentration svarende til ca. 22.600 ppm F. NaF skal så at sige opløses for, at der kan dannes CaF_2 , og det tager tid. Bruun & Givskov²³ foretog en undersøgelse i laboratoriet, der viste, at halvdelen af den CaF_2 , der var dannet efter 5 minutter med 2% NaF, faktisk var dannet allerede efter 1 minuts applicering. Duraphat skal ligge på tanden i 6 timer, før der dannes lige så meget CaF_2 , som der bliver dannet efter 5 minutters applikation med 2% NaF. Med den viden, vi har om effektiviteten af Duraphat, vil vi anbefale, at patient og evt. forældre informeres om, at det er bedst ikke at spise hårde fødeemner eller børste tænder før 4 timer efter behandlingen.



ER DET GODT AT PUDSE AF (PROFESSIONELT) MED 5000 PPM F TANDPASTA PÅ CARIESAKTIVE BØRN?

Højfluoridprodukter bør normalt anvendes på aktive carieslæsioner eller ved risiko for, at læsioner kan opstå, dvs. i plakstagnationsområder. Afpudsning med 5000 ppm F tandpasta vil påvirke både plakstagnationsområder såvel som ikke plakstagnationsområde. Da der forfatterne bekendt ikke er lavet undersøgelser om effektiviteten af afpudsning med 5000 ppm F tandpasta, foreslås det, at der afpudses normalt med pimpsten/tandpasta, og at der foretages lokal fluorbehandling i de områder, hvor der er caries eller risiko for caries.

HVOR LÆNGE SKAL 2% NAF APPLICERES PÅ LÆSIONEN: 1, 3 ELLER 5 MINUTTER?

I de få studier, der er omkring lokal applicering af 2% NaF opløsning, er appliceringerne foretaget mellem 3-5 minutter. Jf. Bruun og Givskovs fund²³ anbefaler forfatterne at anvende 2% NaF appliceret ved hjælp af en vatpellet, som befugtes med 2% NaF i 60 sekunder, hvorefter vatpelleten fjernes, og læsionen tørres ud de næste 15 sekunder²⁴. I tilfælde af applicering af 2% NaF anbefales endvidere, at læsionen er ren og tør, før fluoridbehandlingen starter. Det er vores formodning, at det giver de bedste konditioner for dannelse af CaF₂.

HVAD ER HOLDNINGEN TIL FLUORIDBEHANDLING AF KLINISK OG RADIOLOGISK SUNDE TÆNDER?

Besvarelsen tager udgangspunkt i, at der børstes tænder med fluoridholdig tandpasta 2 gange dagligt: Undersøgelser viser, at appliceres 2% NaF på sunde flader, så vil det CaF₂, som dannes, udvaskes i løbet af 6 til 8 timer. CaF₂ i carieslæsioner vil som forklaret ovenfor sidde som depot i op til flere måneder²⁵. Derfor er der ingen grund til at fluoridbehandle sunde tænder. Derimod er der grund til at fluoridbehandle flader, som har høj risiko for udvikling af caries (subkliniske stadier af caries) fx erupterende okklusalfader og approximalt mellem 05'ere og 04'ere, mellem 05'ere og 6'ere, mellem 5'ere og 6'ere, mellem 6'ere og 7'ere og mellem 7'ere og 8'ere i perioder fra kontakten har indstillet sig til nogle år efter. Specielt hvis der er gingival inflammation approximalt, kan det tyde på, at caries er under udvikling

KAN FLUORID FRA DRILLEKEND OG EVT. TANDPASTA GIVE KRÆFT?

Der er lavet i hvert fald 2 undersøgelser, som er enige i at konkludere, at fluorid i drikkevandet ikke medfører kræft^{26,27}. Det formodes, at det også gælder for fluorid i tandpasta.

1. O'Mullane DM, Baez RJ, Jones S, Lennon MA, Petersen PE, Rugg-Gunn AJ, Whelton H, Whitford GM. Fluoride and oral health. *Community Dent Health* 2016; 33:69-99.
2. Falkenberg M. Dæmonisering af fluorid i Tandpasta. *Tandplejeren* 2016; 6:16-21.
3. http://odont.ku.dk/fagomr/cariologi_endodonti/fluorkoncentration
4. Ekstrand KR, Christiansen ME, Qvist V. Influence of different variables on the inter-municipality variation in caries experience in Danish adolescents. *Caries Res* 2003; 37:130-141.
5. Bruvo M, Ekstrand K, Arvin E, Spliid H, Moe D, Kirkeby S, Bardow A. Optimal drinking water composition for caries control in populations. *J Dent Res* 2008; 87:340-343.
6. Ekstrand KR, Christiansen ME, Qvist V, Ismail A. Factors associated with inter-municipality differences in dental caries experience among Danish adolescents. An ecological study. *Community Dent Oral Epidemiol* 2010; 38:29-42.
7. Kirkeskov L, Kristiansen E, Bøggild H, von Platen-Hallermund F, Sckerl H, Carlsen A, Larsen MJ, Poulsen S. The association between fluoride in drinking water and dental caries in Danish children. Linking data from health registers, environmental registers and administrative registers. *Community Dent Oral Epidemiol* 2010; 38:206-212.
8. Nørrisgaard PE, Qvist V, Ekstrand K. Prevalence, risk surfaces and inter-municipality variations in caries experience in Danish children and adolescents in 2012. *Acta Odontol Scand* 2016; 74:291-297.
9. Twetman SHA, Ekstrand KR. Caries management by influencing mineralization. I: *Caries Management – Science and Clinical Practice* Ed.: Hendrik Meyer-Lückel, Sebastian Paris, Kim R. Ekstrand. Georg Thieme Verlag Stuttgart 2013, pp 177-190.
10. Ellwood RP, Cury JA. How much toothpaste should a child under the age of 6 years use? *Eur Arch Paediatr Dent* 2009; 10:168-174.
11. Fejerskov O, Manji F, Baelum V. The nature and mechanisms of dental fluorosis in man. *J Dent Res* 1990; 69 Spec No:692-700; discussion 721. Review.
12. Fejerskov O, Cury JA, Tenuta LM, Marinho VC. Fluorides in caries control. I: Fejerskov O, Nyvad B & Kidd E (eds). *Dental caries. The diseases and its clinical management*, 3rd Edn. Wiley Blackwell, Oxford 2015, pp 245-276.
13. Fredholm B, Ekstrand J, Fejerskov O. Toxikologi och general medicinska aspekter. I: Fejerskovs O (eds). *Fluorid i Tandplejen*. Munksgaard, København 1981, pp 71-77.
14. Thylstrup A. Clinical evidence of the role of pre-eruptive fluoride in caries prevention. *J Dent Res* 1990; 69 Spec No:742-50; discussion 820-3. Review.
15. Oliverby 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; 24:44-47.
16. Larsen MJ, Bruun C. Enamel/saliva – inorganic chemical reaction. I Thylstrup A, Fejerskov O, eds. *Textbook of cariology*. Copenhagen: Munksgaard 1986, pp 181-202.
17. Ekstrand J, Fejerskov O. Fluorids absorption, distribution och eliminering. I: Fejerskovs O (eds). *Fluorid i Tandplejen*. Munksgaard, København 1981, pp 53-69.
18. Ellwood R, Fejerskov O. Clinical uses of fluoride. I Fejerskov O, Kidd E eds. *Dental Caries, The disease and its clinical management*. Blackwell/Munksgaard Copenhagen 2003, pp 189-222.
19. Ekstrand KR, Twetman S. Aminfluorid tandpastas mulige virkningsmekanismer og effekt på caries. En oversigt. *Tandlægebladet* 2007; 111:508-514.
20. 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; 10:124-129.
21. Richards A, Larsen MJ, Poulsen S. Lak med ekstra fluorid – et bedre middle mod caries? *Tandlægebladet* 1999; 103:370-374.
22. Bonetti D, Clarkson JE. Fluoride Varnish for Caries Prevention: Efficacy and Implementation. *Caries Res*. 2016; 50 Suppl 1:45-49.
23. Bruun C, Givskov H. Formation of CaF₂ on sound enamel and in caries-like enamel lesions after different forms of fluoride applications in vitro. *Caries Res* 1991; 25:96-100.
24. http://odont.ku.dk/fagomr/cariologi_endodonti/vejledninger/dokumenter/Car_grund_01.pdf
25. Bruun C, Thylstrup A. Nye synspunkter på fluoranvendelse – baggrund og konsekvenser. I Hjorting-Hansen E (eds), *Odontologi '89*, Munksgaard, København pp 7-22.
26. The alleged association between artificial fluoridation of water supplies and cancer: a review. *Bulletin of WHO* 1983; 61:871-833.
27. 'Cancer mortality in England in relation to level of naturally occurring fluoride in water supplies': *J Epidemiol Commun Health* 1985; 39:44-47.