

ABSTRACT

Der er voksende evidens for, at overdrevet indtag af sure drikke- og fødevarer prædisponerer for dentale erosioner og bidrager væsentligt til udvikling af erosivt tandslid. Formålene med det foreliggende arbejde var: (1) at bedømme det erosive potentiale for 116 levned- eller lægemidler; (2) at bestemme de kemiske egenskaber, der har betydning for det erosive potentiale. Der blev fremstillet emaljeprovelegemer ud fra 300 primære og 1.020 permanente humane tænder, og der blev dannet pellicel ved hjælp af humant spyt. De undersøgte produkters erosive potentiale blev beregnet ud fra ændringer i emaljens hårdhed efter to minutters inkubering med produkterne. Til yderligere karakterisering af produkterne blev følgende kemiske egenskaber bestemt: pH, titrerbar syre til pH 7, koncentrationer af Ca, P_i og F samt mætningsgrad med hensyn til hydroxylapatit.

Vi konkluderer, at visse drikkevarer, fødevarer og lægemidler kan forårsage erosion; men pH er ikke den eneste afgørende faktor, idet en del sure produkter ikke fremkaldte erosion.

EMNEORD Erosion | abrasion | oral hygiene | saliva



Korrespondanceansvarlig førsteforfatter:

ADRIAN LUSSI

adrian.lussi@zmk.unibe.ch

Erosive egenskaber ved forskellige drikke, fødevarer og lægemidler

Et vademecum

ADRIAN LUSSI, professor emeritus, dr.med.dent., Klinik für Zahnerhaltung, Präventiv- und Kinderzahnmedizin, Universität Bern

SAMIRA H. JOÃO-SOUZA, tandlæge, ph.d., Klinik für Zahnerhaltung, Präventiv- und Kinderzahnmedizin, Universität Bern

BRIGITTE MEGERT, laborant, Klinik für Zahnerhaltung, Präventiv- und Kinderzahnmedizin, Universität Bern

THIAGO S. CARVALHO, forskningsleder, dr.med.dent., Klinik für Zahnerhaltung, Präventiv- und Kinderzahnmedizin, Universität Bern

TOMMY BAUMANN, forsker, dr.phil.nat., Klinik für Zahnerhaltung, Präventiv- und Kinderzahnmedizin, Universität Bern

► Denne artikel er oprindeligt publiceret i Swiss Dental Journal 2019;129:479-87

Tandlægebladet 2020;124:214-23

Dentale erosioner udgør et stigende problem, især i industrialiserede lande, hvor levevilkårene er ændret markant (1,2). Tanderosion defineres som kemisk betinget tab af tandsubstans uden medvirken af mikroorganismer (3). Man skelner i dag mellem tanderosion og erosivt tandslid, hvor sidstnævnte skyldes en kombination af syrepåvirkning og mekanisk abrasion (4). Der kan også forekomme tab af tandsubstans ved langvarig syrepåvirkning uden mekaniske belastninger, fx ved hyppig opkastning eller ved erhvervsmæssig eksponering (5). Disse tilfælde betragtes definitions-mæssigt også som tanderosion.

Drikke- og spisevanerne har ændret sig i løbet af de seneste årtier, og mange steder indgår sure føde- og drikkevarer nu i det daglige forbrug. Der er dermed stigende behov for forebyggelse af erosion og erosivt tandslid. Det bør i denne sammenhæng påpeges, at remineralisering af demineraliseret

emalje ved hjælp af mineralsalte i spyttet er en proces, der tager flere dage eller sågar måneder, før hårdtvævet kan modstå mekaniske påvirkninger fra tandbørste, tunge og kinder. Der er derfor ingen grund til som tidligere anbefalet at vente med at børste tænder, til der er gået 30 minutter efter et måltid (6-9) (se desuden patientvejledninger fra universiteterne i Bern og Zürich, https://www.zzm.uzh.ch/dam/jcr:93a4addb-2c65-4366-a647-a8a5f86e3ae2/Prophylaxe_von_Erosionen_Broschuere_2017.pdf).

Efter opkastning eller reflux kan man straks skylle munden med vand for at fortynde mavesyren og dermed reducere dens erosive virkning (10). Årsagerne til opkastningerne bør hurtigst muligt udredes og behandles i samarbejde med relevante faggrupper. Ud over ændrede spisevaner, reflux og hyppige opkastninger findes der en række risikofaktorer og beskyttende faktorer, som må tages i betragtning (11) (Fig. 1).

Formålet med det foreliggende arbejde er at give en oversigt over de erosive egenskaber ved 116 forskellige drikke- og fødevarer samt en række hyppigt anvendte lægemidler. Oversigten er baseret på tidligere undersøgelser (12,13) samt nye resultater vedrørende produkter, der ikke tidligere er publiceret. For hvert enkelt produkt gives detaljerede oplysninger om målte og beregnede fysiske og kemiske parametre og en sammenfattende bedømmelse af produktets erosive potentiale. Det er planen løbende at undersøge nye produkter og fra tid til anden publicere opdaterede udgaver af tabellerne.

MATERIALE OG METODER

Fremstilling af emaljeprøvelegemer

Fra en samling af ekstraherede tænder blev ved hjælp af stereomikroskop udvalgt 1.020 cariesfrie permanente præmolare og 300 intakte primære tænder. Efter at kronerne var blevet skilt fra rødderne, blev facialfladerne beslebet under vandkøling på LaboPol-21 poleremaskine (Struers, Ballerup, Danmark), så der centralt på fladen blev afskåret nøjagtig 200 µm emalje. Overfladen blev poleret til en kornstørrelse på 3 µm og derefter opbevaret fugtigt indtil forsøgsdagen. Umiddelbart inden forsøget blev prøvelegemerne i et minut finpoleret til kornstørrelse på 1 µm (LaboPol-6, DP-Mol Polishing Cloth, DP-Stick HQ, Struers, Ballerup, Danmark). Hele proceduren er tidligere beskrevet (12).

Hårdhedsmåling

Mikrohardheden på emaljeoverfladerne blev bestemt ved hårdhedsmåling ad modum Vickers. Denne metode er sammen med hårdhedsmåling ad modum Knoop veletableret inden for odontologisk forskning. De forskellige emaljeprøvelegemers initiale hårdhed varierer fra tand til tand. For sammenlignelighedens skyld bliver undersøgelsens resultater derfor angivet i procent af den initiale hårdhed. Hårdhedsmålingerne blev således udført: En Vickers-Diamant blev i 15 sekunder presset mod emaljeoverfladen med en kraft på 50 mN (Fischerscope HM 2000 XYp; Helmut Fischer, Hünenberg, Schweiz), hvorefter Vickershårdheden blev beregnet ud fra impressionens dybde. Hver

Faktorer for eventuel udvikling af dentale erosioner

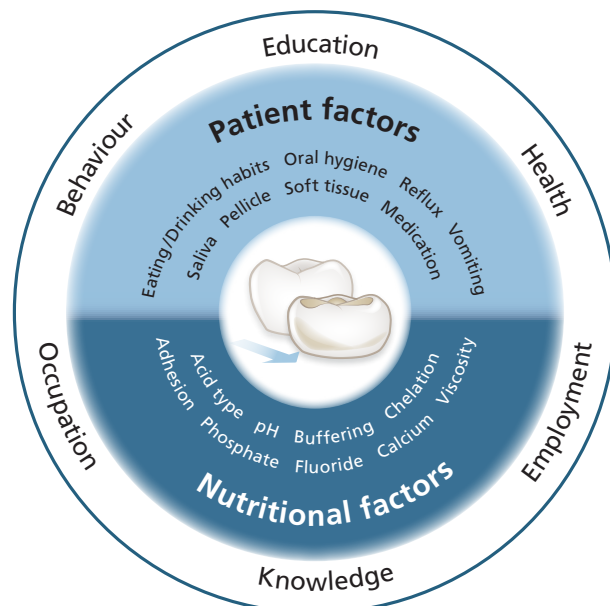


Fig. 1. Ætiologien for dentale erosioner og tab af tandsubstans er multifaktoriel. Der findes både patientrelaterede og ernæringsrelaterede risikofaktorer og beskyttende faktorer (modificeret efter Lussi et al. 2005).

Fig. 1. The aetiology for dental erosions and loss of dental hard tissue is multifactorial. Patient-related as well as diet-related risk factors and protective factors exist (modified from Lussi et al. 2005).

måling blev foretaget seks gange, og middelværdien indgik i de videre beregninger. Denne procedure blev anvendt for at tage højde for variationer i emaljelegemernes hårdhed. Der blev målt på 10 prøvelegemer for hvert af de undersøgte produkter.

Vi har i arbejdet anvendt både primære og permanente tænder. Det er omdiskuteret i den videnskabelige litteratur, om primære tænder er mere modtagelige for erosiv demineralisering end permanente tænder (14); men vi har i en nylig publiceret undersøgelse påvist, at der i den her anvendte eksperimentelle model ikke er nogen forskel på primære og permanente tænder (13). I en anden undersøgelse blev der med tilsvarende design undersøgt 108 primære og 108 permanente tænder, og med en enkelt undtagelse fandt man ingen forskel på de to dentitioners modtagelighed for erosion (15). Vi har dog valgt alligevel at angive i tabellen, om målingen blev foretaget på en primær eller en permanent tand.

Forsøgsopstilling

Umiddelbart før hver forsøgsserie blev der indsamlet paraffinstimuleret spyt (Fluka; Sigma-Aldrich Chemie GmbH, München, Tyskland) fra en fast gruppe af sunde personer uden synlige carieslæsioner og med normal spytkretionshastighed (stimuleret sekretionshastighed 2,3 ml/min). Spyttet blev hver gang ▶

indsamlet på samme tidspunkt om morgenen og opbevaret i en isafkølet beholder. Personerne indtog ingen fast føde og ingen koffeinholdige drikke en time inden indsamlingen. Prøvelegemerne blev inkuberet i tre timer med frisk indsamlet spyt, så der kunne dannes en pellicel. Protokollen for spytindsamlingen blev godkendt af den regionale videnskabsetiske komité. Efter pelliceldannelsen blev prøvelegemerne anbragt i 10 ml (eller 10 g) af den opløsning, der skulle undersøges. Inkuberingen foregik under stadig bevægelse (95 U/min) ved 30° C (Schüttelbad Salvis; Renggli AG, Rotkreuz, Schweiz), og efter to minutter blev prøvelegemerne taget op af opløsningen og hårdhedsmålingen udført.

De undersøgte fødevarer og lægemidler

116 populære drikkevarer, fødevarer og lægemidler blev undersøgt (Tabel 1). For overskuelighedens skyld blev produkterne inddelt i følgende grupper:

Gruppe 1: Mineralvand

Gruppe 2: Sodavand, læskedrikke, limonader

Gruppe 3: Energidrikke, sportsdrikke

Gruppe 4: Frugt, juice, smoothies

Gruppe 5: Mælkeprodukter

Gruppe 6: Te, iste, kaffe

Gruppe 7: Alkoholiske drikke

Gruppe 8: Lægemidler

Gruppe 9: Børneprodukter

Gruppe 10: Diverse

Kulsyreholdige drikke blev afgasset ved omrøring, idet boblerne forhindrede korrekt gennemførelse af eksperimentet. Frugt blev umiddelbart før eksperimentet moset eller presset, og saften filtreret igennem en si. Tabletter og pulvere blev opløst i vand efter producentens anvisning. Slik blev opløst i deioniseret vand (5,2 g i 10 ml) ved 45° C under omrøring og igen nedkølet inden eksperimentet. Tyggegummi blev stødt i en morter i fem minutter i deioniseret vand (2 g i 10 ml), og den omgivende væske blev anvendt i eksperimentet.

Klassificering af det erosive potentiale

De kemiske analyser (pH, bufferkapacitet, titrerbar syre, koncentrationer af fluorid, calcium og fosfat) er tidligere grundigt beskrevet (12). Graden af over- eller undermætning med hensyn til hydroxylapatit (HAP) blev beregnet ved hjælp af et computerprogram (12).

For at give et hurtigt overblik over de forskellige produkters erosive potentiale blev produkterne inddelt i tre grupper. Et produkt blev klassificeret som ikke erosivt (Grad 0: →), hvis hårdheden efter to minutter højst afveg med 2 % fra udgangsværdien. På den måde blev der taget højde for, at forsøgsopstillingen ikke kunne simulere den vigtige pH-stigning, som spytet bevirker *in vivo*. Produkter blev betegnet som erosive (Grad 1: ↘), hvis der efter to minutter kunne påvises et hårdhedstab på 2-15 %. Var hårdhedstabet efter to minutter > 15 %, blev

produktet klassificeret som klart erosivt (Grad 2: ↘↘). Denne inddeling tager ikke hensyn til de mange andre faktorer, der som nævnt ovenfor også bør indgå i bedømmelsen.

RESULTATER

Tabel 1 viser det anslåede erosive potentiale samt de kemiske og fysisk-kemiske egenskaber ved en række drikke-, fødevarer og lægemidler.

Desuden angives dentition (B= blivende tænder; M= Mælketænder), pH, hårdhedsændring efter to minutters inkubation, erosivt potentiale, titrerbar syre, indhold af calcium, uorganisk fosfor og fluorid samt mætningsgrad over for hydroxylapatit.

De væsentligste fund diskuteres nedenfor.

DISKUSSION

Det er en udbredt, men fejlagtig opfattelse, at dentale erosioner udelukkende skyldes lave pH-værdier i de drikke- og fødevarer, man indtager. Denne fejlslutning skyldes formentlig, at der som bekendt findes kritiske pH-værdier for udvikling af caries i emalje og dentin. I modsætning til caries, hvor der findes en veldefineret kritisk pH-værdi for emalje på 5,3-5,5, kan man imidlertid ikke angive en kritisk pH-værdi for dentale erosioner (12). Den kritiske pH-værdi defineres som den pH-værdi, hvor tandsubstansen befinder sig i ligevægt med den omgivende væske. Ved denne pH-værdi er væsken mættet, og der sker hverken opløsning af tandsubstans eller dannelse af nye krystaller. Denne kritiske pH-værdi er et resultat af koncentrationerne (eller rettere aktiviteterne) af de stoffer, der er opløst i væsken. Ved caries er den omgivende væske plakken, som for en bestemt person altid er nogenlunde ens sammensat og altså indeholder samme koncentration af opløste stoffer. Derfor er der ved caries en kritisk pH-værdi, som altid er nogenlunde ens.

Ved dentale erosioner derimod indeholder de væsker, der omgiver tanden, meget forskellige koncentrationer af opløste stoffer, og derfor kan der ikke fastsættes en kritisk pH-værdi. Den afgørende faktor for, om der sker demineralisering, er således ikke selve pH-værdien, men mætningsgraden af opløste stoffer i den væske, der omgiver tanden ved et givet pH. Hvis indholdet af bestemte opløste stoffer i væsken er for lavt, er væsken undermættet, og systemet vil tilstræbe en ligevægt, hvorved der sker en demineralisering af tandsubstansen. Denne proces fortsætter, indtil ligevægten er nået, og væsken er mættet. Hvis væskens indhold af opløste stoffer er højt, er væsken allerede mættet eller måske endog overmættet, og der sker ingen demineralisering. Om en væske er mættet eller ej i forhold til tandsubstansen, afhænger især af indholdet af calcium og i mindre grad af indholdet af fosfat og fluorid i mad og drikkevarer ved et givet pH. Ved en lav pH-værdi kan det derfor forekomme, at høje koncentrationer af disse stoffer modvirker erosion, fordi væsken derved er mættet eller sågar overmættet. Hvis stofferne derimod ikke er til stede eller kun findes i lave

koncentrationer, kan der forekomme demineralisering ved en højere pH-værdi, fordi væsken i den situation er undermættet i forhold til tandsubstansen (16).

Betydningen af føde- og drikkevarers mætningsgrad for calcium, fosfat og fluorid over for tandsubstans kan udnyttes profylaktisk. Fx kan appelsinsafte høje erosive potentiale (pH-værdi på ca. 4, Tabel 1) modvirkes ved at tilsætte calcium (17,18). Tilsvarende har yoghurt trods en lav pH-værdi ikke noget erosivt potentiale, fordi produktet har højt indhold af calcium (og fosfat) (Tabel 1). Det erosive potentiale for salatdressing og frugtsalat kan ligeledes reduceres ved tilsætning af yoghurt. Alle de undersøgte ølsorter er sure (pH mellem 4,1 og 4,4), men forårsager ikke erosioner, og det samme gør sig gældende for bitterlikøren Cynar. Ingen af disse drikkevarer indeholder større mængder calcium eller fosfat, så der må være andre faktorer på spil, mest sandsynligt proteiner, som kan udøve en beskyttende virkning, bl.a. ved at modificere pellikelen.

Fluoridering af fødevarer med henblik på forebyggelse af erosioner er ikke en farbar vej på grund af risiko for bivirkninger ved de høje fluoridkoncentrationer, der ville kræves (19). Fortynding af drikkevarer med vand reducerer H^+ -koncentrationen og dermed det erosive potentiale.

Der er også andre faktorer end mætningsgraden, der kan påvirke erosionen. Hvis et produkt fx har høj bufferkapacitet, varer det længere, inden det kan neutraliseres af spytet (20). Produkternes adhæsionsevne har også betydning, fordi stærkt adhærerende fødevarer har kontakt med tandsubstansen i længere tid, og dermed forlænges den erosive virkning. Flere undersøgelser (21-23) har påvist, at en høj viskositet virker beskyttende, fordi tilførslen af H^+ -ioner på grænsefladen til tanden begrænses. Denne egenskab skal ses i sammenhæng med andre parametre såsom pH og bufferkapacitet (15). Temperaturen på mad og drikkevarer har indflydelse på mætningsgraden, og høje temperaturer forøger generelt reaktionshastigheden for kemiske reaktioner, hvilket kan føre til hastigere erosion af tænderne (24-26).

Kontakttiden mellem tandoverfladen og det erosive produkt må ikke undervurderes, og det er heller ikke lige meget, hvordan man drikker (mange små nip eller én lang slurk). Ifølge vore undersøgelser kan der være en genetisk komponent i tilbøjeligheden til at udvikle erosioner (27), men også spytets sammensætning (fx proteinindhold) har en betydning. Fx er den nøjagtige sammensætning af mineralioner og proteiner i spytet afgørende for beskyttelse mod erosion (28), og der er påvist klare forskelle i erosionsresistens mellem spyt fra børn og voksne (29). I en undersøgelse viste det sig, at pH-værdien på tandoverfladen vendte tilbage til et uproblematisk niveau 3-5 minutter efter indtagelse af appelsinsaft hos patienter uden erosioner, mens dette først skete efter 5-7 minutter hos patienter med erosioner (10). Alle forsøgspersoner i denne undersøgelse drak under opsyn på samme måde, og der var ingen væsentlige forskelle i de målte spytparametre (sekretionshastighed, bufferkapacitet ved pH 7). Proteinerne i spytet

Klinisk relevans

Forekomsten af dentale erosioner er stigende. De irreversible og progredierende vævsdestruktioner kan påvirke patienternes livskvalitet og nødvendiggøre restaureringer. Det er derfor vigtigt at forebygge erosioner så tidligt som muligt. Når du som tandlæge rådgiver dine patienter om forebyggelse af erosion, bør forskellige drikke- og fødevarers erosive egenskaber have en central placering, da de udgør en væsentlig risikofaktor, som patienterne tilmed selv har stor indflydelse på. Dette vademecum giver en oversigt over erosive egenskaber ved en række forskellige drikke-, fødevarer og lægemidler.

blev desværre ikke underkastet nærmere undersøgelse. Arbejdet viste, at mundskylning efter indtagelse af sure drikke eller fødevarer var et effektivt middel til at forhøje pH-værdien på tandoverfladen. Et overmættet produkt kan som nævnt ikke forårsage erosioner, og substanser som fx yoghurt med skovbær (Tabel 1), der er let undermættede, forårsager heller ikke klinisk registrerbare erosioner, da de hurtigt neutraliseres ved tilførsel af små mængder calcium fra de minimale lokale demineraliseringsprocesser. Dette er ikke tilfældet, når tænderne påvirkes af syrlige drikkevarer. Tværtimod kan drikkevaner som fx at køre drikkevarer frem og tilbage mellem tænderne være direkte erosionsfremmende (30,31).

Ud over de nævnte ernæringsrelaterede faktorer er der også en række patientrelaterede faktorer, som har betydning for udvikling af tanderosioner (Fig. 1). Spise- og drikkevaner, spytets sammensætning, sekretionshastighed og bufferkapacitet, pellikeldannelsen samt indtag af lægemidler er vigtige elementer i denne sammenhæng. Lægemidler kan i sig selv udløse erosion på grund af lavt pH, men kan også påvirke spytets sammensætning og sekretionshastighed. Det drejer sig især om sedativa, antiemetika, antihistaminer og anti-Parkinsonmidler (12) samt brusetabletter med lavt pH, dog ikke kosttilskuddet Berocca, som på grund af et højt indhold af calcium ikke forårsagede erosioner (Tabel 1).

Det er desuden vigtigt at få udrett forhold som gastro-øsofagealt reflux, bulimi og anoreksi (33) samt alkoholmisbrug, der ofte medfører reflux.

Det må bemærkes, at patienter, der allerede har mistet tandsubstans som følge af erosion eller abrasion, er i risikogruppe for fortsatte erosionskader (34). Dette gælder også for børn, idet erosioner i de primære tænder er en god prædikator for tilsvarende skader i det permanente tandsæt (35,36). Det er derfor afgørende så tidligt som muligt at sætte ind med en individuel professionel rådgivning og anvise forebyggende tiltag, der passer til den pågældende patient. De relevante faktorer, som er omtalt i Fig. 1, kan danne et godt grundlag for en sådan systematisk analyse. ♦ ▶

Produktoplysninger - Vademecum

Produkt/Substans	Tand	pH	Δ% efter 2 min	Erosivt potentiale	mmol OH-/l til pH 7,0	[Ca] mmol/l	[P _i] mmol/l	[F] ppm	(pK- pI) HAP
Mineralvand									
Henniez (uden Kulsyre)	B	7,7	0,7	→	0,0	2,48	<0,01	0,10	2,4
Henniez (med Kulsyre)	B	6,1	-0,2	→	4,0	2,40	<0,01	0,09	-6,2
Valser (med Kulsyre)	B	5,6	-0,3	→	12,5	9,93	<0,01	0,60	-2,8
Valser (med Kulsyre)	M	6,5	-1,0	↔↔	1,6	10,57	<0,01	0,58	-0,3
Valser Viva Lemon	B	3,3	-16,0	↔↔	40,0	9,75	0,08	0,63	-14,7
Sodavand, læskedrikke, limonader									
Coca-Cola	B	2,4	-30,7	↔↔	17,5	1,08	5,04	0,22	-20,0
Coca-Cola	M	2,5	-18,0	↔↔	17,0	0,53	5,39	0,05	-20,6
Coca-Cola Light	B	2,6	-46,1	↔↔	19,0	0,82	4,85	0,22	-19,4
Coca-Cola Zero	B	2,6	-18,5	↔↔	32,6	0,26	4,88	<0,01	-22,2
Dreh und Trink (æble)	B	3,4	-19,9	↔↔	22,5	1,45	0,16	0,07	-16,2
Dreh und Trink (hindbær)	B	3,0	-26,1	↔↔	33,2	1,44	0,03	0,06	-21,5
Dreh und Trink (citron)	B	2,9	-28,9	↔↔	44,1	1,50	0,06	0,06	-21,7
Fanta Orange	B	2,7	-47,7	↔↔	52,5	0,48	0,08	0,04	-25,2
Fanta Orange	M	2,6	-20,5	↔↔	45,3	0,56	0,14	0,04	-24,8
Guaraná Antarctica	B	3,0	-9,3	↔	36,4	0,02	<0,01	0,04	-33,1
Guaraná Antarctica	M	2,6	-6,4	↔	18,9	0,03	<0,01	0,02	-37,0
Kombucha Fresh Carpe Diem	B	3,0	-36,1	↔↔	39,0	3,30	0,07	0,39	-19,0
Orangina	B	3,1	-20,9	↔↔	59,0	0,77	0,53	0,01	-18,6
Pepsi Cola	B	2,4	-33,9	↔↔	19,0	0,33	4,93	0,04	-23,0
Pepsi Cola	M	2,5	-12,2	↔	12,6	0,22	5,38	0,01	-22,8
Pepsi Cola Light	B	2,8	-35,2	↔↔	15,0	0,29	4,68	0,04	-20,3
Rivella Blau	B	3,3	-47,9	↔↔	38,0	4,00	2,17	0,08	-12,0
Rivella Grün	B	3,2	-28,7	↔↔	44,0	3,30	2,41	0,09	-12,9
Rivella Rot	B	3,3	-39,7	↔↔	41,5	3,13	2,28	0,08	-12,6
Rivella Rot	M	3,3	-9,1	↔	38,5	2,95	2,72	0,07	-12,5
Schweppes Indian Tonic	B	2,3	-47,1	↔↔	78,6	0,32	<0,01	0,04	-34,1
Sinalco	B	3,1	-32,4	↔↔	36,0	1,14	0,10	0,06	-19,7
Sprite	B	2,5	-37,6	↔↔	39,0	0,30	0,02	0,02	-28,8
Sprite	M	2,6	-24,3	↔↔	38,0	0,47	<0,01	0,02	-34,7
Sprite Zero	B	2,9	-35,6	↔↔	57,3	0,30	<0,01	<0,01	-33,1
Energidrikke, sportsdrikke									
Gatorade	B	3,2	-24,3	↔↔	46,0	0,13	2,98	0,05	-19,7

Tabel fortsættes på næste side

Produkt/Substans	Tand	pH	Δ% efter 2 min	Erosivt potentiale	mmol OH-/l til pH 7,0	[Ca] mmol/l	[P _i] mmol/l	[F] ppm	(pK-pI) _{HAP}
Gatorade Cool Blue	B	3,0	-24,6	↘↘	46,8	0,05	2,99	0,02	-22,6
Gatorade Gusto Limone	M	2,9	-21,3	↘↘	46,2	0,05	2,98	0,05	-23,9
Gatorade Mandarine	B	3,2	-24,9	↘↘	42,5	0,06	2,97	0,04	-21,5
Gatorade Red Orange	B	3,1	-24,9	↘↘	46,9	0,06	2,97	0,04	-22,0
Isostar	B	3,9	-6,5	↘	56,5	8,20	4,49	0,10	-5,9
Isostar® Fresh	B	3,8	-2,2	↘	57,2	7,07	4,93	0,07	-6,8
Isostar Lemon	B	3,8	-1,2	→	41,0	7,39	5,05	0,07	-6,2
Isostar Orange	B	3,8	-1,5	→	41,9	6,56	4,56	0,07	-6,6
Monster Energy Drink (grün)	B	3,4	-11,6	↘	95,5	0,04	<0,01	0,01	-30,6
Monster Energy Drink (grün)	M	3,3	-10,1	↘	82,9	0,07	0,03	0,03	-25,1
Monster Energy Drink Rehab	B	3,5	-8,4	↘	71,2	1,42	3,44	0,47	-12,2
Monster Energy Drink The Doctor	B	3,4	-6,0	↘	67,9	9,60	0,12	<0,01	-13,5
Monster Energy Drink Zero	B	3,4	-19,1	↘↘	99,0	0,02	<0,01	<0,01	-30,6
Powerade	B	3,7	-12,3	↘	43,0	0,25	<0,01	0,20	-22,5
Red Bull Energy Drink	B	3,3	-16,6	↘↘	98,0	1,94	<0,01	0,11	-26,4
Red Bull Energy Drink	M	3,3	-10,2	↘	84,1	1,41	<0,01	0,13	-25,7
Frugt, juice, smoothies									
Ananassaft (Frugt)	B	3,4	-15,7	↘↘	60,0	1,70	1,88	0,04	-12,9
Æblejuice Ramseier	B	3,4	-25,9	↘↘	72,0	1,96	1,66	0,06	-13,0
Æblejuice Ramseier	M	3,2	-7,8	↘	79,0	1,17	1,62	0,03	-15,2
Abrikoser (Frugt)	B	3,3	-23,2	↘↘	317,0	1,20	5,95	0,02	-13,6
Baby Jus Nestlé, Æble, pære	M	3,6	-3,1	↘	55,0	2,55	1,96	0,17	-11,0
Capri Sonne Multi Vitamin	B	3,3	-14,3	↘	45,2	2,49	0,32	0,09	-15,2
Capri Sonne Safari Fruits	B	3,3	-17,7	↘↘	44,3	2,51	0,28	0,09	-15,8
Grapefrugtjuice Coop	B	3,2	-31,1	↘↘	168,5	2,29	2,17	0,03	-14,2
Innocent Berry Good	B	3,5	-8,0	↘	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Innocent Möhrchen-Prinz	B	3,9	-2,7	↘	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Innocent Super Smoothie Antioxidant	B	3,7	-9,3	↘	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Innocent Smoothie Kiwi, æble, citron	M	3,3	-7,3	↘	96,9	2,10	0,27	0,02	-16,1
Kiwi (Frugt)	B	3,2	-23,4	↘↘	206,5	3,35	4,47	0,02	-11,9
Kiwi (Frugt)	M	3,2	-12,2	↘	200,4	1,06	3,40	<0,01	-14,5
Appelsin (Frugt)	B	3,6	-17,3	↘↘	113,0	2,18	1,27	0,03	-11,8

Tabel fortsættes på næste side ►

Produkt/Substans	Tand	pH	Δ% efter 2 min	Erosivt potentiale	mmol OH-/l til pH 7,0	[Ca] mmol/l	[P _i] mmol/l	[F] ppm	(pK- pI) _{HAP}
Appelsin (Frukt)	M	3,9	-3,2	↘	104,7	1,50	1,18	0,02	-10,2
Appelsinjuice Del Monte	B	3,7	-7,0	↘	108,0	2,38	2,36	0,03	-9,8
Appelsinjuice Hohes C	B	3,6	-10,1	↘	121,0	1,98	2,57	0,03	-11,3
Appelsinjuice Hohes C	M	3,6	-3,8	↘	111,5	2,11	1,58	0,03	-11,3
Ribena Solbærjuice	M	2,5	-9,9	↘	32,0	0,36	0,17	0,01	-26,1
Mælkeprodukter									
Yoghurt Kiwi Tropicana Hirz	B	4,0	1,3	→	124,5	45,83	33,83	0,04	0,0
Yoghurt Nature Migros	B	3,9	0,5	→	120,0	43,33	34,34	0,04	-0,6
Yoghurt Nature Légere Migros	B	4,2	-0,6	→	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Yoghurt Slimline	B	4,0	-0,6	→	133,5	56,33	38,74	0,03	0,8
Yoghurt med skovbær Migros	B	3,8	-1,2	→	159,0	45,50	36,81	0,05	-1,4
Yoghurt med skovbær Migros	M	4,1	5,0	→	109,4	37,39	10,72	0,04	-0,5
Yoghurt med citron	B	4,1	<0,1	→	110,4	32,00	39,90	0,04	0,7
Tykmælk LC1	B	4,2	1,9	→	56,0	69,00	39,20	0,03	2,4
Sødmælk UHT	B	6,7	1,2	→	4,0	29,50	18,90	0,01	16,3
Te, iste, kaffe									
Ice Tea Classic Coop	B	2,9	-16,3	↘↘	26,5	0,45	0,04	0,76	-24,2
Ice Tea Classic Coop	M	2,4	-12,7	↘	28,8	0,03	0,06	0,88	-33,6
Ice Tea Lemon Lipton	B	3,0	-16,8	↘↘	24,0	0,18	0,12	0,58	-24,0
Ice Tea Peach Lipton	B	2,9	-15,2	↘↘	21,5	0,12	0,15	0,54	-25,2
Ice Tea Peach Lipton	M	2,7	-5,3	↘	30,7	0,08	0,13	0,55	-28,4
Kaffee Espresso Nestlé	B	5,8	0,7	→	3,0	0,69	0,63	0,07	0,6
Hybente med hibiscus Migros	B	3,2	-33,2	↘↘	19,5	2,65	0,42	0,05	-16,0
Hybente (ren)	B	6,3	-1,3	→	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Hibiscuste (ren)	B	2,8	-62,4	↘↘	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Pebermyntete Migros	B	7,5	0,1	→	0,0	1,93	0,35	0,05	11,8
Sort te Coop	B	6,6	-0,2	→	1,5	1,10	0,27	1,63	5,6
Skovbærte Lipton	B	6,8	0,4	→	1,0	1,10	0,24	0,78	6,6
Alkoholiske drikke									
Bacardi Breezer Orange	B	3,2	-39,3	↘↘	60,0	0,19	0,14	0,03	-22,5
Øl Carlsberg	B	4,2	-0,3	→	17,5	0,74	5,65	0,74	-7,9
Øl Eichhof	B	4,1	0,1	→	18,0	1,94	9,30	0,06	-6,3
Alkoholfri Øl Erdinger	B	4,4	2,4	→	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Mousserende vin Freixenet	B	3,0	-23,9	↘↘	78,0	1,90	1,98	0,26	-15,9

Tabel fortsættes på næste side

Produkt/Substans	Tand	pH	Δ% efter 2 min	Erosivt poten- tiale	mmol OH-/l til pH 7,0	[Ca] mmol/l	[P _i] mmol/l	[F] ppm	(pK-pI) HAP
Bitterlikør Cynar	B	4,0	0,2	→	6,0	2,01	0,13	0,07	-12,0
Rødvind Colivo	B	3,4	-5,7	↘	76,0	1,25	4,69	0,07	-12,5
Rødvind Montagne	B	3,7	-3,7	↘	63,0	1,68	2,79	0,11	-10,7
Smirnoff Ice	B	3,1	-30,8	↘↘	50,0	0,18	6,53	0,12	-18,8
Hvidvind La Côte	B	3,6	-4,9	↘	53,0	1,30	4,42	0,27	-11,3
Lægemidler									
Alca-C Brusetabletter	B	4,2	-2,5	↘	53,0	9,03	0,02	0,07	-10,2
Alcacyl 500	B	6,9	-0,4	→	0,5	1,89	<0,01	0,07	0,4
Alka-Selzer Brusetabletter	B	6,2	-0,8	→	14,0	2,06	0,03	0,08	1,5
Aspirine-C Brusetabletter	B	5,5	-3,3	↘	27,5	2,04	0,01	0,08	-5,7
Berocca Brusetabletter	B	4,2	-0,3	→	59,5	15,20	0,03	0,12	-8,9
Claritine Sirup	M	3,0	-2,0	↘	93,7	0,07	<0,01	<0,01	-37,1
Dafalgan Sirup til børn	M	5,3	3,6	→	18,8	0,07	<0,01	0,01	-15,2
Fluimucil 200mg Brusetabletter	B	4,7	-1,8	→	19,5	1,98	<0,01	0,06	-12,5
Fluimucil Granulat	M	4,5	-2,4	↘	21,2	0,01	<0,01	<0,01	-29,3
Maltofer Sirup	M	4,9	2,0	→	10,6	0,12	<0,01	<0,01	-20,7
Mucosolvon Hostesaft til børn	M	3,1	-1,5	→	16,8	0,01	0,01	<0,01	-31,5
Neocitran	B	2,8	-46,1	↘↘	73,5	4,63	1,58	0,09	-15,5
SiccOral	B	5,4	-1,4	→	2,5	0,15	0,12	0,02	-7,4
Tossamin Sirup sukkerfri	M	4,4	3,1	→	45,5	0,01	1,46	<0,01	-16,4
Ventolin Sirup	M	3,2	-10,6	↘	70,4	0,02	<0,01	<0,01	-37,0
Vitamin C Brusetabletter Actilife	B	3,9	-17,3	↘↘	93,0	1,90	0,03	0,06	-15,0
Vitamin C Brusetabletter Streuli	B	3,6	-25,3	↘↘	85,0	1,78	2,01	0,06	-11,4
Børneprodukter									
Giant Candy, Spray Super Sour	B	1,9	-23,0	↘↘	328,1	0,35	<0,01	0,17	-41,5
Hannah Brain Licker	B	1,8	-4,4	↘	207,8	0,45	0,02	0,05	-34,6
Haribo Pommes Gul	M	2,5	-14,1	↘	104,5	0,07	0,12	0,02	-30,6
Mega Mouth® Candy Spray	M	2,1	-59,2	↘↘	540,0	0,12	0,16	<0,01	-31,7
Trident® Mega Mystery tyggegummi	M	2,7	-11,0	↘	24,7	0,37	0,03	<0,01	-26,6
Trink Bärli Æble	B	3,1	-24,5	↘↘	29,6	1,81	<0,01	0,07	-24,4
Trink Bärli Hindbær	B	3,5	-11,4	↘	17,8	1,59	0,03	0,07	-18,1

Tabel fortsættes på næste side ►

Produkt/Substans	Tand	pH	Δ% efter 2 min	Erosivt potentiale	mmol OH-/l til pH 7,0	[Ca] mmol/l	[P _i] mmol/l	[F] ppm	(pK- pI) _{HAP}
Trinketto® Bubble Gum	B	3,0	-25,9	↘↘	37,3	0,67	<0,01	0,08	-27,3
Diverse									
Æbleeddike	B	3,4	-27,2	↘↘	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Blomsterhonning	B	3,6	-0,4	→	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Skovhonning	B	4,3	0,2	→	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Frugteddike	B	3,2	-50,9	↘↘	740,8	3,40	2,20	1,20	-13,0
Salatdressing M Classic French	B	3,8	-5,8	↘	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Salatdressing Thomy French Classic	B	4,0	-3,9	↘	141,0	20,50	0,46	0,10	-6,1
Salatdressing Thomy French Light	B	3,8	-6,4	↘	145,0	40,00	1,14	0,11	-5,3
Sauerkraut	B	3,8	-29,1	↘↘	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.

Table 1. Det estimerede erosive potentiale samt kemiske og fysisk-kemiske parametre ved forskellige drikkevarer, fødevarer og lægemidler.

Tand (B= blivende; M= Mælketand), pH, hårdhedsændring efter to minutters inkubation, erosivt potentiale, titrerbar syre, indhold af calcium, uorganisk fosfor og fluorid, mætningsgrad med hensyn til hydroxylapatit (n.a.: ikke målt). Data stammer til dels fra Lussi et al. 2012a og Lussi & Carvalho 2015.

Table 1. Estimated erosive potential and chemical and physical-chemical parameters of various drinks, foods and medications.

Tand (B= permanent tooth; M= primary tooth), pH, change in hardness after incubation in 2 minutes, erosive potential, titratable acid, content of calcium, inorganic phosphorus and fluoride, saturation with respect to hydroxyapatite (n.a.: not determined). Data in part derived from Lussi et al. 2012a and Lussi & Carvalho 2015.

ABSTRACT (ENGLISH)

THE EROSIVE POTENTIAL OF DIFFERENT DRINKS, FOODSTUFFS AND MEDICINES – A VADEMECUM

There is increasing evidence that the excessive consumption of acidic drinks and foods contribute to dental erosion and may be an important contributing factor for erosive tooth wear. The aims of the present contribution were twofold: (1) to assess the erosive potential of 116 dietary substances and medications; (2) to determine the chemical properties with an impact on the erosive potential. Using 300 deciduous and 1,020 permanent human teeth, enamel specimens were prepared and a pellicle was formed with human saliva.

The erosive potential of the tested agents was quantified as the change in surface hardness of the specimens after 2 min of erosion. To characterise these agents, the following chemical properties were determined: pH, titratable acidity to pH 7, concentrations of Ca, P_i and F, as well as the degree of saturation with respect to hydroxyapatite.

We conclude that some drinks, foodstuffs and medications may cause erosion. However, pH is not the only decisive factor, since some acidic substances did not cause dental erosion.

LITTERATUR

1. Lussi A, Carvalho TS. Erosive tooth wear: a multifactorial condition of growing concern and increasing knowledge. *Monogr Oral Sci* 2014;25:1-15.
2. Schlueter N, Luka B. Erosive tooth wear – a review on global prevalence and on its prevalence in risk groups. *Br Dent J* 2018;224:364-70.
3. Pindborg JJ. *Pathology of the Dental Hard Tissues*. 1st ed. Copenhagen: Munksgaard, 1970.
4. Shellis RP, Ganss C, Ren Y et al. Methodology and models in erosion re-search: discussion and conclusions. *Caries Res* 2011;45 (Supp 1):69-77.
5. Schlueter N, Tveit AB. Prevalence of erosive tooth wear in risk groups. *Monogr Oral Sci* 2014;25:74-98.
6. Bartlett DW, Lussi A, West NX et al. Prevalence of tooth wear on buccal and lingual surfaces and possible risk factors in young European adults. *J Dent* 2013;41:1007-13.
7. Lussi A, Lussi J, Carvalho TS et al. Toothbrushing after an erosive attack: will waiting avoid Toothwear. *Eur J Oral Sci* 2014;122:353-9.
8. O'Toole S, Bernabé E, Moazzez R et al. Timing of dietary acid intake and erosive tooth wear: A case-control study. *J Dent* 2017;56:99-104.
9. Steiger-Ronay V, Tektas S, Attin T et al. Comparison of Profilometric and Micro-indentation Analyses for Determining the Impact of Saliva on the Abrasion of Initially Eroded Enamel. *Caries Res* 2019;53:33-40.
10. Lussi A, von Salis-Marincek M, Ganss C et al. Clinical study monitoring the pH on tooth surfaces in patients with and without erosion. *Caries Res* 2012;46:507-12.
11. Lussi A, Schaffner M, Jaeggi T et al. Erosionen. Befund – Diagnose – Risiko-faktoren – Prävention – Therapie. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 2005;115:3-31.
12. Lussi A, Megert B, Shellis RP et al. Analysis of the erosive effect of different dietary substances and medications. *Br J Nutr* 2012;107:252-62.
13. Lussi A, Carvalho TS. Analyses of the Erosive Effect of Dietary Substances and Medications on Deciduous Teeth. *PLoS One* 2015;10:e0143957.
14. Carvalho TS, Lussi A, Jaeggi T et al. Erosive tooth wear in children. *Monogr Oral Sci* 2014;25:262-78.
15. Carvalho TS, Schmid TM, Baumann T et al. Erosive effect of different dietary substances on deciduous and permanent teeth. *Clin Oral Investig* 2017;21:1519-26.
16. Shellis RP, Featherstone JD, Lussi A. Understanding the chemistry of dental erosion. *Monogr Oral Sci* 2014;25:163-79.
17. Hughes JA, West NX, Parker DM et al. Development and evaluation of a low erosive blackcurrant juice drink. 3. Final drink and concentrate, formulae comparisons in situ and overview of the concept. *J Dent* 1999;27:345-50.
18. Wegehaupt F, Günthart N, Sener B et al. Prevention of erosive/abrasive enamel wear due to orange juice modified with dietary supplements. *Oral Dis* 2011;17:508-14.
19. Lussi A, Buzalaf MAR, Duangthip D et al. The use of fluoride for the prevention of dental erosion and erosive tooth wear in children and adolescents. *Eur Arch Paediatr Dent* 2019; [Epub ahead of print].
20. Shellis RP, Barbour ME, Jesani A et al. Effects of buffering properties and un-dissociated acid concentration on dissolution of dental enamel in relation to pH and acid type. *Caries Res* 2013;47:601-11.
21. Jager DH, Vieira AM, Ruben JL et al. Estimated erosive potential depends on exposure time. *J Dent* 2012;40:1103-8.
22. Aykut-Yetkiner A, Wiegand A, Bollhalder A et al. Effect of acidic solution viscosity on enamel erosion. *J Dent Res* 2013;92:289-94.
23. Aykut-Yetkiner A, Wiegand A, Ronay V et al. In vitro evaluation of the erosive potential of viscosity-modified soft acidic drinks on enamel. *Clin Oral Investig* 2014;18:769-73.
24. West NX, Hughes JA, Addy M. Erosion of dentine and enamel in vitro by dietary acids: the effect of temperature, acid character, concentration and exposure time. *J Oral Rehabil* 2000;27:875-80.
25. Eisenburger M, Addy M. Influence of liquid temperature and flow rate on enamel erosion and surface softening. *J Oral Rehabil* 2003;30:1076-80.
26. Barbour ME, Finke M, Parker DM et al. The relationship between enamel softening and erosion caused by soft drinks at a range of temperatures. *J Dent* 2006;34:207-13.
27. Alaraudanjoki VK, Koivisto S, Pesonen P et al. Genome-Wide Association Study of Erosive Tooth Wear in a Finnish Cohort. *Caries Res* 2019;53:49-59.
28. Baumann T, Kozik J, Lussi A et al. Erosion protection conferred by whole human saliva, dialysed saliva, and artificial saliva. *Sci Rep* 2016;6:34760.
29. Carvalho TS, Baumann T, Lussi A. In vitro salivary pellicles from adults and children have different protective effects against erosion. *Clin Oral Investig* 2016;20:1973-9.
30. Johansson AK, Lingström P, Imfeld T et al. Influence of drinking method on tooth-surface pH in relation to dental erosion. *Eur J Oral Sci* 2004;112:484-9.
31. Attin T, Becker K, Wiegand A et al. Impact of laminar flow velocity of different acids on enamel calcium loss. *Clin Oral Investig* 2013;17:595-600.
32. Wegehaupt FJ, Lunghi N, Hogger VM et al. Erosive potential of vitamin and vitamin + mineral effervescent tablets. *Swiss Dent J* 2016;126:457-65.
33. Lussi A, Hellwig E, Ganss C et al. Buonocore Memorial Lecture. Dental erosion. *Oper Dent* 2009;34:251-62.
34. Carvalho TS, Baumann T, Lussi A. Does erosion progress differently on teeth already presenting clinical signs of erosive tooth wear than on sound teeth? An in vitro pilot trial. *BMC Oral Health* 2016;17:14.
35. Ganss C, Klimek J, Giese K. Dental erosion in children and adolescents – a cross-sectional and longitudinal investigation using study models. *Community Dent Oral Epidemiol* 2001;29:264-71.
36. Harding MA, Whelton HP, Shirodaria SC et al. Is tooth wear in the primary dentition predictive of tooth wear in the permanent dentition? Report from a longitudinal study. *Community Dent Health* 2010;27:41-5.