

P.A.M. Lokin
M.C.D.N.J.M. Huysmans

Is Nederlands zwembadwater erosief?

Samenvatting

Trefwoorden:

- Tanderosie
- Etiologie

Uit het Domein Conserve-
rende Tandheelkunde,
Disciplinegroep Tandheel-
kunde en Mondhygiëne van
de Rijksuniversiteit Gronin-
gen in Groningen.

Datum van acceptatie:
28 november 2003.

Adres:
Mw. prof. dr. M.C.D.N.J.M.
Huysmans
RU Groningen
A. Deusinglaan 1
9713 AV Groningen
m.c.d.n.j.m.huysmans@med.
rug.nl

Tanderosie staat de laatste jaren sterk in de belangstelling. Naast etiologische factoren zoals gebruik van zure dranken en voeding en intrinsieke zuren, wordt frequent zwemmen als risico genoemd. In dit artikel wordt nagegaan of dit ook voor de Nederlandse situatie van belang is. Desinfectie van zwembaden kan op twee manieren worden bewerkstelligd: door toevoeging van chloorgas of door toevoeging van natriumhypochloriet. In Nederlandse zwembaden wordt uitsluitend het natriumhypochloriet-systeem gebruikt. Daarbij gelden in Nederland regels voor frequente en verplichte controle van pH van het zwemwater die een situatie met erosief zwembadwater praktisch uitsluiten. Meetresultaten van een laboratorium bevestigen dit beeld met een risicodragend overtredingspercentage van 0,14%. De conclusie lijkt gerechtvaardigd dat het risico van tanderosie door frequent zwemmen in Nederland verwaarloosbaar is.

LOKIN PAM, HUYSMANS MCDNJM. Is Nederlands zwembadwater erosief? Ned Tijdschr Tandheelkd 2004; 111: 14-16.

Inleiding

Een belangrijke oorzaak van tandweefselverlies is, naast cariës, slijtage. Slijtageprocessen leiden tot een irreversibel verlies van oppervlakkig tandweefsel (Imfeld, 1996). Er kunnen verschillende vormen van slijtage worden onderscheiden met verschillende oorzakelijke factoren, bijvoorbeeld demasticatie: mechanische slijtage door het kauwen van voedsel; attritie: mechanische slijtage door antagonisten; abrasie: mechanische slijtage door andere invloeden zoals poetsen; abfractie: afbrokkelen van tandweefsel door spanningsconcentraties ten gevolge van kauw- of klemkrachten; en erosie: slijtage door chemisch wegetsen van glazuur of dentine (Imfeld, 1996). In de praktijk is er waarschijnlijk altijd sprake van een multifactorieel proces waar wel één factor de overhand kan hebben, maar is de grens tussen fysiologische en pathologische processen soms moeilijk aan te geven.

Dit artikel gaat over erosie (afb. 1). Tanderosie kan zowel intrinsieke als extrinsieke oorzaken hebben. Bij intrinsieke factoren is te denken aan patiënten met gastro-intestinale afwijkingen bij wie maaginhoud terugvloeit naar de mond, of bijvoorbeeld eetstoornissen die met frequent overgeven gepaard gaan (boulimia en anorexia nervosa). Onder extrinsieke factoren vallen vooral voeding (bijv. frisdrank, citrusvruchten), medicatie (bijv. zure bruistabletten) en beroepsgebonden factoren (bijv. metaalbewerking, wijnproeven). In een aantal veelgebruikte leerboeken wordt specifiek mel-

ding gemaakt van een ander risico: frequent zwemmen (Starr, 2001; Van Loveren en König, 2000; Schuurs, 1999). In één van de boeken wordt daarbij vermeld dat het probleem beperkt zou zijn tot gasgechloreerde zwembaden (Schuurs, 1999).

Met behulp van een klein literatuuronderzoek is nagegaan wat de wetenschappelijke basis is voor het vermelden van deze risicofactor en hoe de erosie ten gevolge van frequent zwemmen kan worden verklaard. In het bijzonder gaat de aandacht uit naar het belang van deze risicofactor in de Nederlandse situatie. Er wordt een overzicht gegeven van chemisch/technische principes die worden toegepast bij desinfectie (van zwemwater).

De literatuur

In de database MEDLINE werd een literatuurzoekopdracht uitgevoerd op de termen (tooth or dental) and (erosion or wear) and swim*. Deze zoekopdracht leverde elf artikelen op, waarvan vijf primaire onderzoeksrapportages over erosie door zwemmen.

De basis voor de beweringen in de leerboeken ligt bij een artikel uit 1986 (Centerwall *et al*, 1986), waarin een eerdere associatie, zonder bewijs van causaliteit, werd aangehaald. Aan de hand van twee erosiegevallen werd een epidemiologisch onderzoek uitgevoerd onder leden van een sportclub. Erosie van vooral de buccale vlakken, werd bij 3% van de niet-zwemmers van de club aangetroffen, terwijl dat voor de gewone zwemmers 12% was en bij de wedstrijdzwemmers zelfs 39%. Bij een proefmeting bleek het water van het met gas gechloreerde zwembad een pH van 2,7 te hebben. De controle van de waterkwaliteit was inadequaat.

Twee jaar na deze publicatie verscheen een onderzoek naar zuurgraad van het water in 14 zwembaden met chloorgas in Jeruzalem (Gabai *et al*, 1988). De pH-waarde van het zwemwater varieerde tussen 3,6 en 7,8. Menselijk glazuur dat aan het zwemwater werd blootgesteld, loste op en bij een pH-waarde van 3,6 ontstond een typisch honingraatvormig etspatroon. De auteurs

Afb. 1. Erosie van de buccale vlakken van de bovenincisieven.



concludeerden dat mag worden aangenomen dat frequente blootstelling aan zuur zwembadwater kan leiden tot tanderosie.

Tot slot is er een case report van een wedstrijdzwemmer die gedurende 27 dagen training op de Canarische Eilanden ernstige tanderosie begint te vertonen (Geurtsen, 2000). De pH-waarde van het betreffende zwembad en de toegepaste desinfectiemethode werden echter niet vermeld.

Ander onderzoek over dit fenomeen is niet gevonden. Over de prevalentie is niets bekend, en in een onderzoek onder 14-jarigen in Londen naar tanderosie van de bovenincisieën werd geen relatie met zwemmen gevonden (Williams *et al.*, 1999).

Uit de hierboven aangehaalde onderzoeken blijkt wel dat een lage pH van het zwembadwater kan optreden, en dat dit zure water waarschijnlijk door direct contact met de gebitselementen erosie kan veroorzaken. Het patroon van erosie, vooral buccaal en in het frontgebied, past hierbij.

Desinfectie van zwembadwater

Zwembaden zijn gevuld met water. Dit water zal op een voor zwemmers aangename temperatuur gehouden moeten worden en er zullen ontsmettende stoffen aan moeten worden toegevoegd. Als gevolg van het contact van de zwemmers met het water komen onzuiverheden in het zwembad terecht. Een deel van deze onzuiverheden reageert met het aanwezige desinfectiemiddel. De reactieproducten dienen samen met andere onzuiverheden na verloop van tijd uit het water verwijderd te worden. De onoplosbare verbindingen worden door filtratie uit het water gehaald.

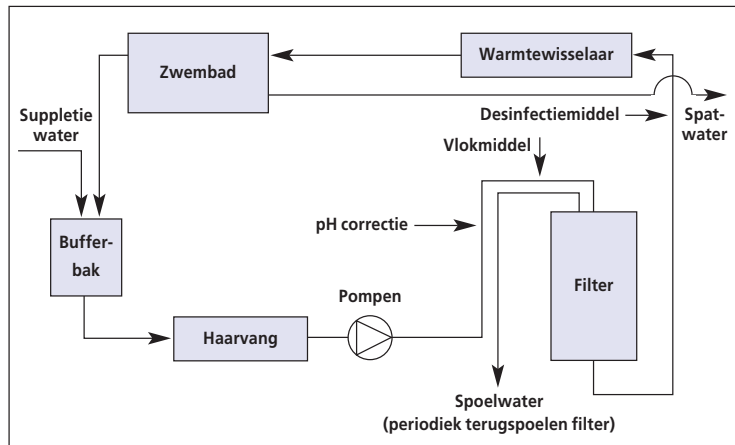
Voor de desinfectie kunnen verschillende methoden worden toegepast. Factoren die geschiktheid voor een methode bepalen zijn bijvoorbeeld de kosten van een liter ontsmet water, milieuvriendelijkheid en technische uitvoerbaarheid. Na toetsing aan dergelijke criteria blijven twee systemen over: desinfectie met chloorgas en desinfectie met natriumhypochloriet.

Desinfectie met chloorgas

Bij desinfectie met chloorgas wordt vloeibaar chloor verdampt. Het chloorgas wordt vervolgens aan het zwembadwater toegevoegd. Dit levert naast het desinfecterende HOCl ook het zure waterstof-ion (H^+) op:



Deze chemische reactie veroorzaakt een lage pH in het zwembad. Dit is ten eerste zeer ongunstig voor het desinfectieproces, dat zijn optimum bij neutrale pH-waarden heeft. Verder kan een lage pH de volgende schadelijke effecten hebben: erosie van tegelwerk en metalen delen van het zwembad, irritatie van huid, ogen en slijmvlies, en erosie van de gebitselementen van zwemmers. Bij een pH van 3 of lager is er een kans op vorming van

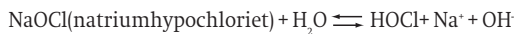


het zeer toxische chloorgas. Om de lage pH te compenseren wordt een sterke base toegevoegd, zoals natronloog of Na_2CO_3 . Dit laatste geniet echter niet de voorkeur vanwege de vaste toestandsvorm (zout). Op deze wijze ontstaan er voldoende desinfecterende bestanddelen bij een optimale pH-waarde van rond de 7,2.

Afb. 2. Schematische weergave van het kwaliteitscontrolesysteem van zwembadwater.

Desinfectie met natriumhypochloriet

Bij desinfectie met natriumhypochloriet wordt deze stof in vloeibare vorm aan het water toegevoegd. Eén van de niet-functionele producten van de chemische reactie is het basische hydroxide ion (OH^-).



Dit veroorzaakt een te hoge pH-waarde van het zwembadwater. Dit is ook ongunstig omdat er zo slechts weinig van het desinfecterende bestanddeel (HOCl) wordt gevormd, en ook de hoge pH maakt het water irriterend voor de huid. Bij deze methode wordt de pH daarom naar beneden gecorrigeerd, over het algemeen met zwavelzuur. Op deze wijze ontstaan er wederom voldoende desinfecterende bestanddelen bij een optimale neutrale pH.

Bij plotselinge pieken in bezoekersaantallen of bijvoorbeeld temperatuursveranderingen wordt er verhoogd aanspraak gemaakt op de desinfectiecapaciteit van het zwembad. In dergelijke situaties zullen chemische evenwichten worden verschoven. Natriumhypochloriet zal verder dissociëren, hetgeen bij onvoldoende zuurcorrectie, een basisch zwembadwater oplevert. Dit geldt ook voor het chloorgassysteem, maar het zwembadwater zal zuurder worden. Dus alleen het systeem met chloorgas kan verantwoordelijk zijn voor lage pH-waarde van het zwembadwater. Dit stemt overeen met de beschrijving van de zwembaden in de genoemde onderzoeken, voor zover het desinfectiesysteem werd vermeld. Een uitzondering op deze beperking zou alleen een tech-

Tabel 1. Resultaten van 3600 controlemetingen van de pH van zwembadwater van openbare zwembaden in Nederland. Gegevens uit 2001, ter beschikking gesteld door Onderzoek en adviesbureau OMEGAM-Water BV.

PH-bereik	Aantal testresultaten binnen bereik
2,6 tot 3,2	2
3,2 tot 3,8	0
3,8 tot 4,4	2
4,4 tot 5,0	0
5,0 tot 5,6	1
5,6 tot 6,2	6
6,2 tot 6,8	53
6,8 tot 7,4	2.102
7,4 tot 8,0	1.349
8,0 tot 8,6	75
8,6 tot 9,0	7
9,2 tot 9,8	1

nische storing in het regelsysteem bij een met hypochloriet gedesinfecteerd bad kunnen zijn, waarbij overcompensatie met zwavelzuur optreedt.

Desinfectie en controle van Nederlands zwembadwater

Het systeem met chloorgasdesinfectie wordt in Nederland niet meer gebruikt. Correspondentie met AKZO NOBEL – de leverancier van Cl₂-gas meldt: “Uit veiligheidsoverwegingen wordt geen vloeibaar chloorgas meer uitgeleverd in Nederland” (persoonlijke mededeling). De meeste openbare zwembaden maken bovendien gebruik van een automatisch regelsysteem voor waterkwaliteitsbewaking (zie het schema in afb. 2). Alle toevoegingen aan het zwemwater worden computergestuurd uitgevoerd. Concreet betekent dit dat het systeem de pH-waarde zelf corrigeert op ongeveer 7,2.

Nederlandse wetgeving stelt duidelijke eisen aan zwembadwater in de *Wet hygiëne en veiligheid bad- en zwemgelegenheden* (WHVBZ). In deze wet staat beschreven dat de houder van een zwembad verplicht is zelf dagelijks de zuurgraad van het bad te controleren. Bovendien wordt het bad minimaal 1 keer per maand zonder aankondiging vooraf gecontroleerd door een testlab. Bij afwijking van de norm (6,8 < pH < 7,8) wordt, indien het probleem niet binnen een half uur (adequaat) kan worden opgelost, het bad voor publiek gesloten.

Tabel 1 geeft een overzicht van 3.600 meetresultaten van 2001, die ter beschikking zijn gesteld door Onderzoek- en adviesbureau OMEGAM-Water BV. Daaruit valt op te maken dat er slechts vijf metingen waren waarbij de pH < 5,5 was (de pH-waarde waarbij glazuur kan oplossen). Dit is een risicodragend overtredingspercentage van afgerond 0,14%.

Tot slot

Samenvattend kan men stellen dat het bewijs voor een significant erosierisico voor zwemmers beperkt is. Twee van de case reports zijn meer dan tien jaar oud en weerspiegelen mogelijk een situatie met een achterhaalde

stand van de techniek van desinfectie van zwembadwater. Alle rapporten betreffen erosie in relatie tot zwembaden waar met chloorgas wordt gedesinfecteerd en niet met het (erosie)veilige systeem met natriumhypochloriet. Geen van de artikelen meldt erosie van gebitslementen door zwembadwater in Nederland, waar ook alleen nog met natriumhypochloriet wordt gedesinfecteerd. Recente testlabgegevens bevestigen het verwachte lage risico met een overtredingspercentage van slechts 0,14% in de erosiegevaarlijke range. Overschrijdingen kunnen in Nederland door frequente verplichte controle door de zwembadhouder zelf en de periodieke controle door een testlab nooit langdurig bestaan.

De conclusie lijkt dan ook gerechtvaardigd dat het risico van tanderosie door frequent zwemmen in Nederlandse zwembaden verwaarloosbaar is.

Literatuur

- CENTERWALL BS, ARMSTRONG CW, FUNKHOUSER LS, ELZAY RP. Erosion of dental enamel among swimmers at a gas-chlorinated swimming pool. *Am J Epidemiol* 1986; 123: 641-647.
- GABAI Y, FATTAL B, RAHAMIN E. Effect of pH levels in swimming pools on enamel of human teeth. *Am J Dent* 1988; 1: 241-243.
- GEURTSSEN W. Rapid general dental erosion by gas chlorinated swimming pool water. Review of the literature and case report. *Am J Dent* 2000; 13: 291-293.
- IMFELD T. Dental erosion. Definition, classification and links. *Eur J Oral Sci* 1996; 104: 151-155
- LOVEREN C VAN, KÖNIG KG. Voeding en gebitsziekten. In: Loveren C van en Weijden GA van der (eds). *Preventieve tandheelkunde*. Houten: Bohn Stafleu Van Loghum, 2000.
- SCHUURS AHB. Gebitspathologie. Houten: Bohn Stafleu Van Loghum, 1999: 192.
- STARR CB. Class 5 restorations. In: Summitt JB, Robbins JW, Schwartz RS (eds). *Fundamentals of operative dentistry*. Carol Stream: Quintessence Publishing Co. Inc., 2001: 368.
- WILLIAMS D, CROUCHER R, MARCENES W, O'FARRELL M. The prevalence of dental erosion in the maxillary incisors of 14-year-old schoolchildren living in Tower Hamlets and Hackney, London, UK. *Int Dent J* 1999; 49: 211-216.

Dankwoord

De heer H. Schoon van Onderzoek en adviesbureau OMEGAM-Water BV zijn wij erkentelijk voor de testgegevens die wij mochten gebruiken. Ook de heer A. Ek van AKZO NOBEL danken wij voor de informatie over chloorleveranties.

Summary

Key words:

- Dental erosion
- Etiology

Is Dutch swimming pool water erosive?

Etiological factors in the development of dental erosion are usually listed as dietary acids, for instance in soft drinks and fruit juices, and intrinsic acid exposure due to gastro-intestinal disease or frequent vomiting. Quite often the list of causes in reviews and textbooks also includes frequent swimming. This paper evaluates the evidence behind this erosion etiology. The main disinfection techniques using gas chlorination and sodium hypochlorite are described, and their relative risk for development of low pH water is discussed.

In the Netherlands only the relatively safe sodium hypochlorite method is used, and the quality of the water in public swimming pools is monitored monthly by independent test laboratories. Data for 2001 from such a test laboratory show that the percentage of low-pH results is very low (0,14%). It is concluded that the risk of dental erosion from frequent swimming in acidic pool water is probably negligible in the Netherlands.