



## **ADVIES VAN DE HOGE GEZONDHEIDSRAAD NR. 8748**

### **De problematiek van chloor in zwembaden: Het met babyzwemmen verbonden risico en beschouwing rond de verschillende desinfectiemethoden voor zwembadwater**

In this scientific advisory report to policy makers, the Superior Health Council reflects on chlorine and alternative methods for swimming pool disinfection and infection control and, in doing so, focuses on the particular target group of young infants (0-12 month-old baby swimmers). It also offers specific recommendations on hygiene, quality control, Belgian and European Union legislation and on harmonising international research.

01 februari 2012

### **1. INLEIDING**

Op 14 april 2011 kreeg de Hoge Gezondheidsraad (HGR) een vraag om advies van mevrouw de Minister Laurette Onkelinx. Naar aanleiding van de publicatie van het advies inzake de “problematiek van chloor in zwembaden” (HGR 8614, 2011) vroeg de Minister een bijkomend en specifiek advies over de problematiek van babyzwemmen en de verschillende methoden die worden gebruikt om zwembadwater te desinfecteren.

Het advies Nr. 8614 over de problematiek van chloor in zwembaden concentreerde zich vooral op (1) het ontstaan van astma bij (2) kinderen die (3) met chloor gedesinfecteerde zwembaden bezochten.

In dit nieuwe advies wordt echter niet enkel de problematiek van astma besproken, maar worden ook andere aandoeningen aangekaart. Het concentreert zich daarbij op het bijzondere geval van babyzwemmers and kijkt naar mogelijke alternatieven voor gechloreerde zwembaden. Dit advies is dus een aanvulling op het vorige advies.

Om de vraag van de Minister te kunnen beantwoorden, werd een ad hoc werkgroep opgericht bestaande uit nationale en internationale deskundigen in de volgende disciplines: microbiologie, genotoxiciteit, desinfectie van zwembadwater, pediatrie, pneumologie, toxiciteit bij kinderen, epidemiologie, enz.

### **2. CONCLUSIES**

1. De HGR moedigt niet aan tot babyzwemmen (tussen de leeftijd van 0 en 12 maanden) in de omstandigheden die thans in de Belgische zwembaden heersen. Hoewel deze activiteit een complete vorm van lichaamsbeweging biedt en het een aantal potentiële psychologische voordelen met zich mee brengt i.v.m. de band tussen de baby en zijn ouders, moet ook rekening worden gehouden met de volgende feiten:

- Voor kinderen van deze leeftijd bieden zwembaden geen echt voordeel, aangezien de coördinatievaardigheden van de ledematen niet vóór de leeftijd van 3-4 jaar worden verworven;
  - Baby's zijn een bijzonder kwetsbare bevolkingsgroep (meer vatbaar voor infecties, hyperreactieve slijmvliezen, immature longen, enz.);
  - De lichaamsbeweging en psychologische voordelen kunnen waarschijnlijk ook worden verkregen via andere activiteiten, zoals thuis een bad nemen met de baby;
  - In zwembaden waarin babyzwemmen wordt georganiseerd, is de temperatuur van het water en de lucht vaak relatief hoog, wat gepaard gaat met aanzienlijke vochtigheid en de groei van micro-organismen bevordert;
  - Babyzwemmen wordt vaak georganiseerd in publiek toegankelijke zwembaden in privé-eigendom die niet systematisch worden gecontroleerd of waarin geen systematische inspecties plaatsvinden.
2. De aanbevelingen voor oudere kinderen (boven de leeftijd van 1 jaar) die de HGR in zijn vorige advies Nr. 8614 (zie bijlage 1) formuleerde, zijn nog steeds geldig: zwemmen wordt hier nog altijd sterk aanbevolen, zelfs in het geval van astma. Voor deze doelgroep wegen de voordelen van zwemmen in goede hygiënische omstandigheden in gecontroleerde zwembaden sterker door dan het risico van toxiciteit verbonden aan chloor en zijn bijproducten.
3. Het is uit gezondheidsoverwegingen van fundamenteel belang dat zwembaden voldoende worden gedesinfecteerd. De HGR is van oordeel dat thans niet is aangetoond dat alternatieven voor chloor een geschikte oplossing voor het desinfecteren van zwembaden zijn, en dus voor het beschermen van de bevolking tegen het infectierisico dat gepaard gaat met zwemmen in onvoldoende gedesinfecteerde zwembaden. Alles wat ontsmet en dus ziekteverwekkers doodt is immers potentieel toxisch voor mensen. Men mag echter niet uit het oog verliezen dat chloor het water niet steriel maakt en dat bepaalde micro-organismen desinfectie met chloor kunnen weerstaan. Chloor is het beste desinfectans dat thans beschikbaar is mits de volgende voorwaarden worden nageleefd om de blootstelling steeds op een laag niveau te houden:
- Er worden geschikte hygiënemaatregelen genomen, ook door de algemene bevolking die het zwembad gebruikt;
  - Het zwembad wordt voldoende gecontroleerd;
  - De zwembadhal wordt voldoende geventileerd;
  - Het water wordt gefilterd om organische gechloreerde verbindingen af te voeren.

Er is echter een potentieel risico van lange-termijneffecten en vertraagd optreden van ernstige ziektes te wijten aan de genotoxische en potentieel endocrien versturende eigenschappen van gechloreerde organische bijproducten. Er is geen risicoanalyse beschikbaar. Er wordt daarom aanbevolen om een dergelijke analyse uit te voeren.

4. Zowel de kwaliteit van de lucht alsook die van het water moet worden gecontroleerd. Er moeten ook inspecties worden gevoerd. Wat betreft de kwaliteit van het water, moet dit betrekking hebben op de microbiologische<sup>1</sup> en fysisch-chemische aspecten van het water, alsook op de aanwezigheid van gechloreerde organische bijproducten. Zoals ook het geval is voor water, moet de lucht worden ververst en/of gefilterd. Spijtig genoeg bestaat er geen reglementering inzake vereisten voor de ventilatie in Belgische zwembaden. Er dient bijzondere aandacht te worden besteed aan publiek toegankelijke zwembaden in privé-eigendom bezocht door zeer kleine kinderen, die onvermijdelijk meer organisch materiaal produceren.

---

<sup>1</sup> Er zijn geen gepubliceerde gegevens beschikbaar over de omvang van de bacteriële contaminatie in Belgische zwembaden. Er worden echter in deze zwembaden inspecties van de waterkwaliteit gevoerd.

5. Thans is er geen standaardreglementering die voor heel België van toepassing is. Integendeel: deze verschilt per regio. Het lijkt daarom van fundamenteel belang dat deze reglementering wordt geharmoniseerd en/of herzien op basis van de standaarden of reglementeringen die thans van kracht zijn in andere Europese landen, bv. Duitsland en het Verenigd Koninkrijk (UK).
6. Organisch materiaal (zweet, urine, enz.) speelt een zeer belangrijke rol bij het vormen van giftige bijproducten die verantwoordelijk zijn voor het ontstaan van chloorgerelateerde aandoeningen. De badgasten vormen dus een potentiële besmettingsbron, wat betekent dat zij gemakkelijk kunnen bijdragen tot het reduceren van dit risico door een paar basisregels na te leven, zoals
  - Niet zwemmen in geval van diarree;
  - Vermijden om het zwembadwater in te slikken;
  - Zelf een douche nemen en de kinderen een douche geven en daarbij water en zeep gebruiken vooraleer het zwembad te betreden;
  - De handen met water en zeep wassen na het gebruik van de toiletten en na het vervangen van luiers;
  - Luiers verschonen of met de kinderen naar de toiletten gaan. Om dit te kunnen doen is het van fundamenteel belang om de nodige faciliteiten te voorzien (voldoende ingerichte toiletten).
7. Om deze redenen is het nodig om de zwembadeigenaren en -uitbaters in te lichten over het onderhoud van zwembaden en de hygiënemaatregelen die de badgasten moeten nemen om zowel toxiciteit alsook de overdracht van ziektes via zwembadwater te voorkomen.

Keywords	Mesh terms*	Sleutelwoorden	Mots clés	Stichworte
Chlorine	chlorine	Chloor	Chlore	Chlor
Swimming pool	Swimming pool	Zwembad	Piscine	Schwimmbad
Baby baby swimming	infant	Baby Babyzwemmen	Bébé Bébé nageur	Baby Babyschwimmen
Disinfection method infection control	disinfection method infection control method	desinfectiemethode infectiebeheersing	méthode de désinfection maîtrise des infections	Desinfektionsmetho de Infektionsbeherrsch ung
Asthma	Asthma	Astma	Asthme	Asthma
Allergy	Hypersensitivity	Allergie	Allergie	Allergie
Infection	Infection	Infectie	Infection	Infektion
Cancer	Neoplas m	Kanker	Cancer	Krebs

\* MeSH (Medical Subject Headings) is the NLM controlled vocabulary thesaurus used for indexing *articles for PubMed*.

### 3. UITWERKING EN ARGUMENTATIE

#### Lijst van de gebruikte afkortingen

AFSSET	<i>Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail</i>
AGW	<i>Arrêté du Gouvernement Wallon</i>
BBHR	<i>Besluit van de Brusselse Hoofdstedelijke Regering</i>
DCA	Dichlooramine
DBP	Desinfectiebijproducten
HAA's	Gehalogeneerde azijnzuren
HAN's	Haloacetonnitrielen
IARC	International Agency for Research on Cancer
NDBA	N-nitrosodibutylamine
NDMA	N-nitrosodimethylamine
NPIP	N-nitrosopiperidine
PAC	polyaluminiumchloride
HGR	Hoge Gezondheidsraad
TCA	trichlooramine
THM	trihalomethaan
TOVO	<i>Toezicht Volksgezondheid</i>
UK	United Kingdom (Verenigd Koninkrijk)
UV	Ultraviolet, ultraviolette straling
VLAREM	<i>Vlaams reglement betreffende de milieuvergunning</i>
WIV-ISP	<i>Wetenschappelijk Instituut Volksgezondheid - Institut Scientifique de Santé Publique</i>
WHO	World Health Organisation (Wereldgezondheidsorganisatie)

#### 3.1. Methodologie

Het advies berust op een overzicht van de wetenschappelijke literatuur, de grijze literatuur en het oordeel van de deskundigen.

#### 3.2. Uitwerking

##### 3.2.1. Zwembaden:

###### 3.2.1.1. Inleiding

Zwembaden zijn in feite met water opgevulde containers die zowel kunnen worden gebruikt om erin te zwemmen alsook voor waterpret. Men dient een onderscheid te maken tussen twee soorten van zwembaden, namelijk publieke zwembaden en publiek toegankelijke zwembaden in privé-eigendom. Publieke zwembaden zijn gewoonlijk grote zwembaden die zijn ontworpen voor een groot aantal badgasten uit de algemene bevolking. Ze kunnen bv. deel uitmaken van een groter vrijetijdscentrum of recreatiepark, dat vaak meerdere zwembaden biedt, bv. een verwarmd overdekt zwembad, een verwarmd of onverwarmd openluchtwembad, een minder diep zwembad voor kinderen en een pierenbad voor peuters en zuigelingen. Omgekeerd zijn publiek toegankelijke zwembaden in privé-eigendom vaak vrij klein en worden door een klein aantal mensen gebruikt, in de regel in kaders zoals privéwoningen, fysiotherapiepraktijken of wellness centra, sauna's en hotels. Kenmerkend voor deze zwembaden is gewoonlijk de hoge vochtigheidsgraad, en, in veel gevallen, de slechte ventilatie. Tevens heersen er in zwembaden voor peuters en kinderen relatief hoge water- en luchttemperaturen, namelijk respectievelijk 35°-36°C en 32°C.

### 3.2.1.2. Reglementering

In Vlaanderen maakt het *Vlaams reglement betreffende de milieuvergunning* (Vlarem I) een onderscheid tussen drie soorten van zwembaden:

- Baden onder 50 m<sup>2</sup> (klasse 3);
- Baden tussen 50 en 300 m<sup>2</sup> (klasse 2);
- Baden boven 300 m<sup>2</sup> (klasse 1);

Zwembaden voor babyzwemmers zijn vaak klasse-3 baden, wat betekent dat het de gemeentes zijn die verantwoordelijk zijn voor het uitvoeren van de nodige inspecties. In veel gevallen wordt het water niet vaak genoeg of zelfs helemaal niet geanalyseerd (Feyen & Appel, 2011). Hetzelfde geldt voor bepaalde kleine baden die voor patiëntenrevalidatie (bv. in ziekenhuizen) worden gebruikt.

Wat de andere zwembaden betreft (klasse 1 en 2), worden maandelijks inspecties gevoerd door erkende laboratoria. De resultaten van deze analyses worden naar de *Toezicht Volksgezondheid* (TOVO) gestuurd. De trichlooramine (TCA)-gehalten in de lucht worden op aanvraag gemeten (VLAREM I, 1991).

In Wallonië wordt een onderscheid gemaakt tussen twee soorten van zwembaden: (1) overdekte zwembaden in een gesloten systeem met een oppervlakte van meer dan 100 m<sup>2</sup> en een diepte van meer dan 40 cm en (2) openluchtzwembaden in een gesloten systeem, met een oppervlakte van meer dan 100 m<sup>2</sup> en een diepte van meer dan 40 cm. Voor overdekte zwembaden worden de TCA-waarden één keer per jaar gemeten. De meeste kleine zwembaden worden echter ook aan controles onderworpen, ondanks het feit dat ze niet zijn opgenomen in de wetgeving (AGW, 2003).

In Brussel worden alle types van zwembaden door de wetgeving in aanmerking genomen:

- Grote baden: Baden met een diepte boven 1,5 m
- Kleine baden: Baden met een diepte tot 1,5 m
- Plonsbaden: Baden met een diepte tot 0,4 m.

De turnover voor het water is vastgelegd op 90 minuten voor kleine baden; de TCA-waarden worden drie keer per jaar gemeten. Kleine baden moeten één keer per jaar worden geledigd (BBHR, 2002).

### 3.2.1.3. Behandeling van het zwembadwater

Het voornaamste probleem waarmee rekening moet worden gehouden in verband met de behandeling van zwembadwater zijn de microbiologische gezondheidsrisico's die gepaard gaan met het zwemmen in gecontamineerd water. Micro-organismen zoals bacteriën, schimmels en virussen vermenigvuldigen zich onvermijdelijk snel in druk bezochte plaatsen en kunnen ziektes veroorzaken. Bovendien zou het water vlug een onaangename geur afgeven die het zwemplezier gewoon zou vergallen indien het niet werd gedesinfecteerd. Voorts brengt elke badgast stoffen in het water zoals zweet, hoofdroos, urine, haar, enz., waardoor het water nog sterker wordt vervuild. Hieruit volgt dat het water in zwembaden moet worden gedesinfecteerd en behandeld om het ontstaan van watergebonden aandoeningen, zoals infecties, te voorkomen.

Het zwembadwater wordt behandeld om alle vuil en micro-organismen uit het water te verwijderen. Dit gebeurt enerzijds via filtratie, flocculatie en vervanging van het water (50 %) en anderzijds via desinfectie en oxidatie (50%) (Feyen & Appel, 2011).

Flocculatie is een methode waarbij colloïdale deeltjes en andere gesuspendeerde partikeltjes die zich in het water bevinden en door de filtratiesystemen passeren, tot grotere clusters (vlokken) coaguleren door het toevoegen van een vlokmiddel (flocculerend agens, flocculant) aan het water, waardoor deze vlokken kunnen worden gefiltreerd. In zwembaden worden flocculanten gebruikt om het water te klaren door het mogelijk te maken om de partikels die het troebel

zouden maken en niet gewoon uit het water kunnen worden gefilterd, te verwijderen. Flocculatie gebeurt niet meer met  $Al_2(SO_4)_3$ . In plaats daarvan wordt polyaluminiumchloride (PAC) gebruikt, die verschillende voordelen biedt tegenover  $Al_2(SO_4)_3$ : meer basisch, minder hoog gedoseerd, kortere flocculatietijd, minder aluminium in het milieu, enz.

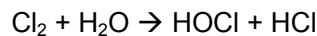
Oxidatie is een methode waardoor stoffen die in het water zijn opgelost (namelijk ammoniak, ureum, proteïnes, koolhydraten, vetten en aminozuren) worden afgebroken, terwijl bij desinfectie micro-organismen worden geïnactiveerd en gedood. Het product moet als desinfectans en oxiderend agens werken en de volgende eigenschappen vertonen:

- Doeltreffend tegen de meeste micro-organismen;
- Risicovrij aan de dosis die in het water doeltreffend is;
- Eenvoudig en gemakkelijk te controleren;
- Doeltreffende oxidatie-eigenschappen;
- Weinig potentiële schadelijke gevolgen of ten minste in beperkte mate en onder controle te houden.

### **Chloor**

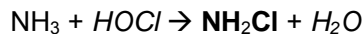
In de meeste openbare zwembaden worden chloorbevattende reactanten gebruikt om het water te ontsmetten. In het Waalse en het Brusselse Gewest wordt chloorgas gebruikt, terwijl dit in het Vlaamse Gewest verboden is. Hier wordt een natriumhypochlorietoplossing met 150 mg/l actief chloor gebruikt.

Chlorering van het water heeft tot gevolg dat een complex mengsel van desinfectiebijproducten tot stand komt. Door chloor aan het water toe te voegen wordt aldus de volgende reactie veroorzaakt:



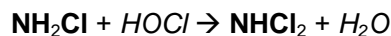
Chloorgas + water → hypochlorigzuur + chloorwaterstofzuur

Het voornaamste zuiverend agens dat door deze reactie wordt geproduceerd is **hypochlorigzuur** (dat vrij chloor afgeeft), wat een zeer sterke bacteriedodende stof is. Het is ook zeer reactief en oxideert in verschillende maten bepaalde anorganische of organische stoffen in het water. Het reageert gemakkelijk met **stikstofhoudende stoffen**, wat neerkomt op ca. 60% van de stikstofvervuiling die door de badgasten wordt ingevoerd (De Laat et al., 2011). Ureum wordt aan de filters (die urease-producerende bacteriën bevatten) omgezet in ammoniak. Deze ammoniak reageert op zijn beurt met het vrij chloor en vormt via opeenvolgende reacties **mono- en dichlooramines** (DCA's) en TCA's. TCA's en DCA's hebben een schadelijke werking op de gezondheid. Om deze reden dient het ontstaan van chlooramines te worden vermeden, zoals reeds op werd gewezen onder punt 3.2.2 De opeenvolgende reacties zijn als volgt:



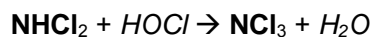
Ammoniak + hypochlorigzuur → monochlooramine + water

Daarna:



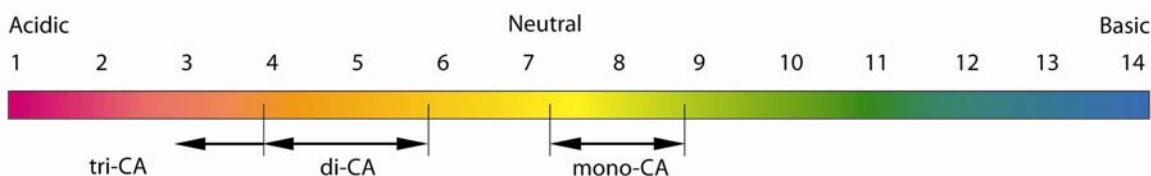
monochlooramine + hypochlorigzuur → dichlooramine + water

Daarna:



dichlooramine + hypochlorigzuur → trichlooramine + water

En zo voort.



Chlooraminevorming hangt af van de pH-waarde van het water (tussen 7,5 en 9) en van de verhouding “vrij chloor/vervuiling”. DCA’s en TCA’s worden vooral op lage pH-waarden gevormd en in geval van een gewijzigde verhouding chloor/koolstof (>1:12) (NHS Schotland, 2001).

Om de accumulatie van DCA’s en TCA’s tot een minimum te reduceren, is het dus noodzakelijk om:

- De pH- en hypchlorietwaarden zo dicht mogelijk bij de ondergrens te houden zonder daarbij de desinfectie in gevaar te brengen (pH 7,2 – 7,3).
- Ervoor te zorgen dat de filter regelmatig wordt onderhouden;
- De water- en luchtstroom ononderbroken tot stand te houden;
- Het water te behandelen (en te filteren) om er de organische gechloreerde verbindingen uit te verwijderen, zoals ammoniak, maar ook nitraten en nitrieten.

Chlooramines reageren echter ook met **amines** en vormen **gechloreerde hydrazinetussenproducten**. Deze kunnen op hun beurt reageren met opgeloste zuurstof om N-nitrosamines te vormen, zoals N-nitrosodimethylamine (**NDMA**), N-nitrosodibutylamine (**NDBA**), N-nitrosopiperidine (**NPIP**) (Kulshrestha et al., 2010).

Alternatief kunnen nitrosamines ook ontstaan tengevolge van de hoge **nitraat**concentraties in urine en zweet. Wanneer geen sterke oxidantia aanwezig zijn, kan dit nitraat eerst worden gereduceerd tot nitriet en vervolgens gechloreerd om nitrylchloride te vormen. **Nitrylchloride** kan met nitriet reageren om het nitroserend agens ONONO<sub>2</sub> te vormen, dat gemakkelijk met amines kan reageren om nitrosamines te produceren (Eiserich et al., 1996).

De twee voornaamste desinfectiebijproducten (DBP’s) zijn **trihalomethanen** (THM’s) en gehalogeneerde azijnzuren (HAA’s). Een derde belangrijke soort zijn haloacetonitrielen (HAN’s). THM’s worden gevormd door een complexe reactie tussen chloor en van nature aanwezig of geïmporteerd organisch materiaal. Chloroform is daar de dominante en meest voorkomende soort van in de lucht en het water van gechloreerde zwembaden.

Rekening houdend met deze overwegingen werden fysisch-chemische standaarden ingericht om te verzekeren dat het water en de lucht van zwembadhallen van voldoende kwaliteit zijn. Sommige van deze parameters kunnen worden gevonden in de tabellen 1 en 2 hieronder.

Tabel 1: Standaarden voor verschillende fysisch-chemische parameters in België  
(AGW, 2003 ; BBHR, 2002 ; KWR, 2011)

Parameter- metingen	Brussel		Wallonië		Vlaanderen
	Grote baden	Kleine baden	Type-1 baden (overdekt)	Type-2 baden (openlucht)	
pH	7,0 - 7,6		7,0 - 7,6		7,0-7,6
Vrij chloor	0,5-1,5 mg/l		0,5-1,5 mg/l	0,8-3,0 mg/l	0,5-1,5 mg/l*
Gecombineerd chloor	0,8 mg/l		0,8 mg /l		≤ 1,0 mg/l
Watertemperatuur	28°C	30°C			≤ 32°C
Ureum	2,0 mg /l		2,0 mg/l		2,0 mg/l
Chloroform	0,1 mg/l				
TCA in de lucht	0,5 mg/m <sup>3</sup> (staalname over 2 uur)		0,5 mg/m <sup>3</sup> (op 1,5m boven de vloer/één keer per jaar)	-	-

\* Voor openluchtbaden en warme wervelbaden ligt deze grenswaarde bij 3,0 mg/ml.

Tabel 2: Standaarden voor bepaalde fysisch-chemische parameters in buurlanden  
(KWR, 2011)

Parameter- metingen  (grenswaarden)	Duitsland  (normen)	Frankrijk  (normen)	Verenigd Koninkrijk (reglemente ring)	Italië  (normen)	Nederland  (normen)
pH	6,5-7,6	6,9-8,2	7,2-7,4	6,5-7,5	6,8-7,8
Vrij chloor	0,30-0,60 mg/l	0,4-1,4 mg/l	< 2 mg/l	0,7-1,5 mg/l	0,5-1,5 mg/ml
Gecombineerd chloor	0,20 mg/l	0,6 mg/l	< 1 mg/l	0,4 mg/l	< 1,0 mg/
Watertemperatuur			27-30°C	24-30°C	
TCA in de lucht		0,3 mg/m <sup>3</sup>			

### Alternatieven

De desinfectie moet een residuaal effect hebben om de microbiocide activiteit in het bad op peil te houden, wat bijzonder belangrijk is wanneer er veel badgasten in het water aanwezig zijn. Ozon and UV-behandelingen zijn echter oxiderend, wat betekent dat er geen dergelijk residuaal effect is. Om deze reden wordt desinfectie met chloor gewoonlijk als bijkomende behandeling gebruikt. De chloorconcentratie kan in dit geval echter lager zijn dan wanneer chloor alleen wordt gebruikt, wat de negatieve effecten van dit product vermindert (AFSSETS, 2010 ; WHO, 2006).



Disinfectants used most frequently in large, heavily used pools	Disinfectants used in smaller pools and hot tubs	Disinfectants used for small-scale and domestic pools
Chlorine <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gas</li> <li>• Calcium/sodium hypochlorite</li> <li>• Electrolytic generation of sodium hypochlorite</li> <li>• Chlorinated isocyanurates (generally outdoor pools)</li> </ul> Bromochlorodimethylhydantoin (BCDMH) Chlorine dioxide <sup>a</sup> Ozone <sup>a</sup> UV <sup>a</sup>	Bromine <ul style="list-style-type: none"> <li>• Liquid bromine</li> <li>• Sodium bromide + hypochlorite</li> </ul> Lithium hypochlorite	Bromide/hypochlorite UV <sup>a</sup> UV-ozone <sup>a</sup> Iodine Hydrogen peroxide/silver/copper Biguanide

<sup>a</sup> Usually used in combination with residual disinfectants (i.e. chlorine- or bromine-based)

(WHO, 2006).

De volgende lijst met alternatieven en de korte beschrijvingen ervan mogen niet worden beschouwd als een wetenschappelijke evaluatie. Een dergelijke onderneming zou immers een speciale commissie vergen met onafhankelijke deskundigen op het gebied van de zwembadtechniek en -infectiologie. Deze zouden zich concentreren op het evalueren van de doeltreffendheid en potentiële toxische effecten van de desinfectie op de menselijke gezondheid.

- **Ozon** is een krachtig breed spectrum antimicrobieel agens dat vlug zeer werkzaam is tegen bacteriën, ook sporen, virussen, schimmels en protozoa. Het is een sterker oxiderend agens dan chloor en chloordioxide en heeft een grotere werkzaamheid tegen gesporuleerde micro-organismen dan chloor. Het bezit een hogere toxiciteit en is ook potentieel gevaarlijk voor het personeel. Tevens is er een risico dat er ozon in het zwembad terechtkomt in geval van overdosering of indien ongeschikte uitrusting en/of deozonisatiesystemen worden gebruikt en/of in geval van slecht onderhoud.

**Ozon** moet altijd worden gebruikt in combinatie met **chloor** (vorming van bezinsel in het zwembad), wat betekent dat dit niet kan worden beschouwd als een alternatief voor chloor. Alle nadelen van chloor zijn dus nog steeds aanwezig, weliswaar op wat lagere concentraties. Ozon moet worden gebruikt in combinatie met vrij chloor om een remanente desinfecterende werking in het water te waarborgen.

- **koper-zilverionisatie** Koper-zilverionisatie is weliswaar vrij duur, maar is doeltreffend tegen de meeste soorten van Legionella. Deze kunnen daar echter gemakkelijk een weerstand of tolerantie tegen opbouwen. Deze methode is niet doeltreffend tegen protozoa zoals bv. *Naegleria fowleri*. Haar werkzaamheid als desinfecterend agens is afhankelijk van de concentratie aan vrije ionen, waarbij zowel koper als zilver onder bepaalde chemisch-fysische omstandigheden precipitaten vormen; de concentratie aan ionen moet nauwkeurig gecontroleerd worden. Koper en zilver zijn beide zware metalen die bezinksels in de watersystemen kunnen achterlaten en potentieel toxisch zijn voor levende organismen, ook voor mensen. Deze bezinksels kunnen door eenvoudige middelen worden verwijderd alvorens het water wordt geloosd. Zo slaat zilver bv. neer in de spoelbuffer door toevoegen van chloor. Deze methode wordt in twee

Belgische zwembaden toegepast: het universitair zwembad van Louvain-la-Neuve en het zwembad in St.-Vith.

- Het gebruik van enkel UV-straling is geen alternatief. Indien ze als enig desinfectans wordt gebruikt, is haar werkzaamheid immers onvoldoende (geen residuaal effect). Deze methode heeft eveneens geen depotwerking, maar vormt THM's.  
**UV straling in combinatie met chloor** is een interessant bijkomend alternatief, vooral omdat UV-straling doeltreffender is tegen *Cryptosporidium* en *Giardia* ssp, welke beide parasieten zijn die diareeuitbraken veroorzaken. In tegenstelling tot chloor en ozon is er bij UV-straling geen risico van overdosering of vorming van bijproducten. Hier vloeit het gefilterde water door een reactor waarin zich een UV-lamp bevindt en waarin een kleine hoeveelheid waterstofperoxide continu wordt gedoseerd. De combinatie van beide factoren heeft tot gevolg dat de chlooramines afbreken. Het gebruik van UV-straling bevordert het zwemgenoegen door het chlooraminegehalte in het water te verlagen. De doeltreffendheid van de UV-straling is afhankelijk van de troebelheid van het water en het niveau van onderhoud van het stralingssysteem. Alles wat het doordringen van de UV-straling in het water aantast, vermindert immers de werkzaamheid ervan. Dit alternatief wordt toegepast in het Longchamps zwembad te Ukkel en het Triton zwembad in Evere.
- **Waterstofperoxide gestabiliseerd met zilver** wordt in de thermische baden van Grimbergen gebruikt met goede resultaten. Er moet echter nog worden aangetoond dat het onschadelijk is.
- **Quaternaire ammoniumverbindingen** zijn ook geen aantrekkelijk alternatief, aangezien deze de pH-waarde van het water verhogen, waardoor ze minder werkzaam zijn tegen virussen. Ze hebben ook een hogere toxiciteit, wat een bijkomend probleem stelt voor kleine kinderen, die ertoe neigen om het water in te slikken.
- **Broom** is evenmin een bruikbaar alternatief, omdat het een hogere toxiciteit vertoont en minder stabiel is dan chloor (Wagner et al., 2012; Zhang et al., 2012).

Er zijn weinig gegevens beschikbaar in de literatuur over de werkzaamheid in vitro van alternatieven voor chloor in het voorkomen van **recreatiewater-gerelateerde** infecties, en nog minder wat betreft de doeltreffendheid ervan in de werkelijke praktijk. Er werden enkele *Cryptosporidium*-uitbraken beschreven in verband met zwembaden waarin ozon werd gebruikt. Veel systemen zijn slechts sinds korte tijd in gebruik, en dit in zeer beperkte mate.

Het is belangrijk dat in de meeste landen (maar niet in de VS en het Verenigd Koninkrijk) de meeste zwembadgerelateerde individuele infecties of uitbraken niet worden gerapporteerd. Daardoor is het moeilijk om de incidentie van zwembadgerelateerde infecties te bepalen. Er zijn geen studies beschikbaar waarin de werkzaamheid van verschillende desinfectieproducten voor zwembaden wordt vergeleken. In werkelijkheid zijn bepaalde producten niet onderzocht als desinfectiemiddelen voor zwembaden. Dat is het geval voor koper-zilverionisatie, die bijna uitsluitend is onderzocht als een middel om *Legionella* sp. in watersystemen te voorkomen. Een studie heeft de doeltreffendheid in vitro van een reeks desinfectiemiddelen vergeleken (met inbegrip van chloor, ozon en koper-zilver). De auteurs keken naar hun werkzaamheid voor het beheersen van *Legionella*, protozoa (*Hartmannella*, *Acanthamoeba* en *Vahlkampfia*) en biofilmvorming in een in-vitro waterleidingssysteem. Chloordioxide en chloor waren de meest werkzame behandelingen, vooral tegen *Legionella*; ozon vertoonde een grotere activiteit tegen protozoa, terwijl koper-zilver maar weinig effect had voor alle onderzochte eindpunten. Tevens bleek dat koper-zilver meer corrosie veroorzaakt dan de andere methodes (Loret et al., 2005).

In één woord, hoewel er enkele studies beschikbaar zijn over de verschillende alternatieven voor chloor/behandelingen die kunnen worden gebruikt in combinatie met chloor, blijken deze een hogere toxiciteit dan chloor te vertonen, duurder of minder doeltreffend te zijn dan chloor. Een bijkomend probleem is dat het zeer moeilijk is om onpartijdige informatie te verkrijgen over deze alternatieven, aangezien deze altijd wordt gegeven door de bedrijven die ze ook produceren. Dat geldt echter ook voor studies die worden verricht over chloor. In de toekomst zou het interessant zijn om een naar behoren opgezette studie te verrichten in Belgische zwembaden waar verschillende desinfectiemogelijkheden worden gebruikt (thans chloor, UV+chloor en koper-zilver) om de microbiële contaminatie van het water te vergelijken, vooral wat betreft de meer resistente virussen en protozoa. De systeemkosten en het onderhoud moeten ook worden geëvalueerd, alsook de toxiciteit van deze verschillende alternatieven.

### **Conclusies**

Op het ogenblik is chloor nog altijd de meest werkzame optie, op voorwaarde dat een aantal eisen worden nageleefd. Zo moet de kwaliteit van de lucht en het water voldoende zijn. Ze moeten ook goed worden gecontroleerd en er moeten voldoende inspecties worden gevoerd.

De HGR is van oordeel dat thans niet is aangetoond dat alternatieven voor chloor een geschikte oplossing zijn voor het desinfecteren van zwembaden, en dus voor het beschermen van de bevolking tegen het infectierisico dat gepaard gaat met zwemmen in onvoldoende gedesinfecteerde zwembaden. Alles wat ontsmet en dus ziekteverwekkers doodt, is potentieel toxisch.

Chloor is het beste desinfectans dat thans beschikbaar is, mits de volgende voorwaarden allemaal worden nageleefd:

- De blootstelling van de badgasten blijft laag;
- De badgasten nemen geschikte hygiëne maatregelen, waaronder een douche met water en zeep vooraleer het zwembad te betreden;
- De kwaliteit van het water en de lucht van het zwembad wordt voldoende gecontroleerd;
- De zwembadhal wordt voldoende geventileerd;
- Het water wordt behandeld om organische gechloreerde verbindingen af te voeren.

Zowel de kwaliteit van de lucht alsook die van het water moet worden gecontroleerd. Er moeten ook inspecties worden gevoerd. Wat betreft de kwaliteit van het water, moet dit betrekking hebben op de microbiologische<sup>2</sup> en fysisch-chemische aspecten van het water, alsook op de aanwezigheid van gechloreerde organische bijproducten. Zoals ook het geval is voor water, moet de lucht worden verversd. Er dient bijzondere aandacht te worden besteed aan publiek toegankelijke zwembaden in privé-eigendom die worden bezocht door kleine kinderen (meer organisch materiaal).

Thans is er geen standaardreglementering die voor heel België van toepassing is. Integendeel: deze verschilt per regio. Het lijkt daarom van fundamenteel belang dat deze reglementering wordt geharmoniseerd en/of herzien op basis van de standaarden of reglementeringen die thans van kracht zijn in Duitsland en het Verenigd Koninkrijk. Er dient ook een grotere nadruk te worden gelegd op de noodzaak om de algemene bevolking en zwembaduitbaters in te lichten over hygiënekwesties.

---

<sup>2</sup> Er zijn geen gepubliceerde gegevens beschikbaar over de omvang van de bacteriële contaminatie in Belgische zwembaden. Voor deze zwembaden worden echter kwaliteitsinspecties gevoerd.

## **3.2.2. Risico's verbonden aan het zwemmen in gechloreerd water**

### **3.2.2.1. Algemene beschouwingen**

Zwemmen en verwante sportactiviteiten zijn erg populair. Deze zijn vrij goedkoop en kunnen gemakkelijk op elke leeftijd worden beoefend. Het risico om een sportletsel in water op te lopen uiterst klein, terwijl er een hele reeks voordelen voor de gezondheid aan kunnen worden toegeschreven: verminderd risico van cardiovasculaire aandoeningen, zwaarlijvigheid, enz.

Hierdoor wordt steeds meer tijd in zwembaden verbracht. Dat verklaart dan weer waarom veel aandacht wordt besteed aan het welzijn van de badgasten. De gerapporteerde aandoeningen hebben vooral betrekking op irritatie aan de ogen, luchtwegen en huid. Deze moeten tot een minimum worden gereduceerd. Men vermoedt dat ze worden veroorzaakt door hoge concentraties aan chlooramines, die verbindingen met weinig bacteriëndodende werking zijn. Ze zijn sterk traanverwekkend en zijn verantwoordelijk voor de typische chloorgeur die in overdekte zwembaden heerst. TCA is een zeer snel vervliegend en giftig gas dat ook sterk irriterend werkt voor de ogen en luchtwegen (Feyen & Appel, 2011).

Een overzicht van de verschillende beschikbare publicaties over zwemmen in gechloreerd water bevindt zich in bijlage 2. Deze publicaties zijn in chronologische volgorde opgelijst en omvatten ook artikels die werden gebruikt voor het opstellen van het advies van de HGR nr. 8614 (HGR, 2011). Dat advies beoordeelde de sterke en zwakke punten van de gepubliceerde verslagen (vgl. bijlage 1). Dit overzicht bevat ook de referenties van andere publicaties, die in de samenvattingstabel in het groen zijn aangeduid (Nystad et al., 2003; Villanueva et al., 2007; Kogevinas et al., 2010; Cantor et al., 2010; Nickmilder & Bernard, 2011). De artikels over baby's in het bijzonder zijn met een asterisk gemarkeerd. Voorts verschaft het een lijst met de verschillende aandoeningen die in deze artikels worden gerapporteerd. Ze zijn gerangschikt op een schaal van de meest ziektespecifieke symptomen links tot de minst ziektespecifieke symptomen rechts.

In België zijn er veel retrospectieve studies beschikbaar (Bernard et al., 2006; Bernard et al., 2007; Bernard et al., 2008; Bernard et al., 2009; Bernard et al., 2011; Nickmilder & Bernard, 2007; 2008; Voisin et al., 2010) die betrekking hebben op oudere kinderen, maar waaruit het zeer moeilijk is om conclusies te trekken. De redenen hiervoor zijn de volgende:

1. Retrospectieve studies kunnen vragen oproepen over een mogelijk verband tussen blootstelling en ziekte, maar leveren geen bewijs voor een causaal verband dat de vastgestelde samenhang verklaart. Dit moet worden bevestigd door prospectieve gecontroleerde studies.
2. Er zijn veel versturende factoren die deze studies beïnvloeden (zoals rokende ouders);
3. In deze studies is de blootstelling aan chloor en zijn bijproducten onbekend;
4. Pneumologen raden kinderen met astma aan om te zwemmen. Dat betekent dat het mogelijk is dat de kinderen in deze studies al voordat ze zwembaden bezochten aan astma leden.

Er is maar één prospectieve studie beschikbaar (Font Ribera, 2011). Deze methodologisch correcte studie voerde aan dat zwemmen het risico van astma niet verhoogde. Daarentegen legde het een verband tussen zwemmen enerzijds en grotere longfunctie en lager risico van astmasymptomen op de leeftijd van 7 jaar anderzijds (Font Ribera, 2011).

De potentiële risicofactoren die met het zwemmen in gechloreerd water werden verbonden, zijn: kanker, astma, ademhalingsstoornissen (zoals infecties van de hogere luchtwegen en allergieën), oogirritaties en, meer recent, endocriene stoornissen, hoewel voor geen enkele van deze factoren een causaal verband werd aangetoond. Er werden ook geen diarreevoorvallen genotificeerd na het bezoeken van zwembaden.

#### a) Genotoxiciteit en carcinogeniciteit

Er is geen classificatie beschikbaar van het *International Agency for Research on Cancer* (IARC) over het carcinogene risico dat gepaard gaat met zwemmen in gechloreerde zwembaden. Het IARC heeft **chlooramines** (2004) en gechloreerd drinkwater (IARC, 1991) in groep 3 geplaatst, dwz. stoffen die niet kunnen worden geclassificeerd wat betreft hun carcinogeniciteit voor mensen. Er zijn geen gegevens in de literatuur beschikbaar over de carcinogeniciteit, genotoxiciteit, mutageniciteit, teratogeniciteit en de toxiciteit voor de voortplanting van chloor (Florentin et al., 2011). De mutageniciteit van zwembadwater is waarschijnlijk vergelijkbaar met dat van drinkwater (Richardson et al.). Bepaalde **THM's en andere DBP's** zijn geclassificeerd als mogelijk carcinogeen voor mensen (bv. chloroform zou carcinogeen kunnen zijn – IARC, 1991). Er werd gerapporteerd dat een aantal andere **N-DBP's**, waaronder nitrosamines (Walse & Mitch, 2008), carcinogeen zijn. Het toxisch risico wordt echter in veel publicaties onderstreept, vooral dan het risico van allergieën en ademhalings symptomen bij baby's en elitezwemmers. De weinige publicaties die het risico beoordelen, wijzen er niet op dat er een hoger risico bestaat, behalve voor elitezwemmers. Het is waarschijnlijk dat deze publicaties het met DBP's verbonden risico onderschatten, aangezien het gebrek aan gegevens in de literatuur het onmogelijk maakt om het met bepaalde verbindingen of paden verbonden risico te berekenen. Het is dan ook belangrijk dat de reglementering rekening houdt met de risico's verbonden aan desinfectiebijproducten, zonder daarbij de noodzaak om de microbiologische gevaren in zwembaden te controleren uit het oog te verliezen (Florentin et al., 2011).

Meerdere studies hebben aangetoond dat er een verband bestaat tussen het drinken van gechloreerd water en blaaskanker alsook colorectale kankers (Cantor et al., 2010; Florentin et al., 2011). Het gerapporteerde risico hangt in de eerste plaats af van het niveau van blootstelling aan THM's. Heel weinig epidemiologische studies concentreren zich op het verband tussen de incidentie van kanker en het bezoeken van zwembaden. Een Spaans onderzoeksteam voert aan dat er een groter risico van blaaskanker is na ingestie alsook inhalatie en opname via de huid van THM's en rapporteert dat het risico hoger is voor volwassenen die zwembaden bezoeken (Villanueva et al., 2006; Villanueva et al., 2007). De meest recente studie (Kogevinas et al., 2010) toont aan dat chloor een zwak genotoxisch effect heeft, maar de tekortkomingen van het protocol zaaien twijfel over deze resultaten. Enderzijds werden de bloedonderzoeken op een voor een genotoxiciteitsevaluatie ongeschikt moment uitgevoerd. Anderzijds veroorzaakt het beoefenen van deze sport zelf al oxidatieve stress. Dat betekent dat de controlegroep ook een zwembad moet bezoeken, bv. één dat aan de hand van een andere methode wordt gedesinfecteerd. Niettemin lijkt het genotoxische effect verontrustender te zijn dan het optreden van astma.

#### a) astma

Er zijn heel wat gegevens beschikbaar over astma en allergieën, ook voor België. Spijtig genoeg werden deze gegevens in de meeste van deze publicaties echter verkregen uit (kleine) retrospectieve studies, die worden beïnvloed door een groot aantal versturende factoren, zoals rokende ouders en retrocausaliteit. Bovendien wordt ofwel de blootstelling aan chloor en zijn bijproducten helemaal niet geëvalueerd, of wordt dit niet (voldoende) correct gedaan. Dat betekent dan weer dat er weinig zekerheid bestaat over mogelijke grenswaarden. Daarbij komt nog dat het zeer moeilijk is om een diagnose van astma te stellen. De enige beschikbare prospectieve studie wijst erop dat zwemmen in gechloreerd water geen negatieve effecten heeft in verband met astma of allergieën (Font Ribera, 2011). Na het lezen van de meest recente literatuur over astma, bevestigt de HGR zijn oordeel uit zijn vorige advies (HGR, 2011).

#### c) Endocriene verstoring

Nickmilder & Bernard (2011) hebben een eerste epidemiologische studie verricht naar potentiële endocriene verstoringen bij kinderen (tussen de leeftijd van 14 en 18 jaar) die regelmatig met chloor gedesinfecteerde overdekte en/of openluchtzwembaden bezochten (bespreking in Weinhood 2012). Deze studie vertoont meerdere tekortkomingen, zoals het feit dat veel soorten van waterkwaliteitsmetingen en desinfectiebijproducten er niet in zijn opgenomen, alsook het feit

dat het geen gegevens verschaft over testisgrootte of andere aanduidingen in verband met de pubertaire status van de onderzochte jongens (Weinhood 2012). De klinische betekenis van de geïdentificeerde hormonale veranderingen is daarom onduidelijk en moet met de nodige voorzichtigheid worden geïnterpreteerd tot deze door nieuwe studies worden bevestigd.

### **3.2.2.2. Baby's**

Dit verslag concentreert zich op babyzwemmers. In overeenstemming met de internationale definitie van deze term worden onder "baby's" verstaan: kinderen tot de leeftijd van 12 maand.

Het potentiële risico van zwemmen in gechloreerd water zou leeftijdgebonden kunnen zijn. Er zijn echter geen gegevens beschikbaar over de mogelijkheid dat baby's vatbaarder zouden kunnen zijn voor longontstekingen ten gevolge van hyperreactiviteit van het slijmvlies van de luchtwegen. Wat betreft oudere kinderen, is de longrijping niet volledig vóór de leeftijd van 6 jaar. Tevens is het moeilijk om bij kinderen van 3 jaar astma te definiëren. In werkelijkheid is het vóór de leeftijd van 7 jaar bijzonder moeilijk om een diagnose te stellen voor deze aandoening. Het is belangrijk om rekening te houden met de orale inname van zwembadwater. Deze varieert echter in functie van de leeftijd, ervaring en type activiteit. Men denkt dat de volumes water die door babyzwemmers en kinderen worden ingeslikt, twee keer groter zijn dan bij volwassenen (AFSSET, 2010; Dufour et al., 2006; Schets et al., 2011).

Er is maar één retrospectieve studie (die gebruik maakte van vragenlijsten en betrekking had op kinderen tussen de leeftijd van 6 en 16 jaar) waarin gerapporteerd werd dat er een verband bestond tussen babyzwemmen en een hoger risico van recurrente infecties aan de luchtwegen bij zuigelingen. Het risico was enkel aanwezig bij kinderen met atopische ouders. Er kon geen statistisch significant verband kunnen worden aangetoond met middenoorontstekingen (Nystad et al., 2003). Deze bevindingen werden niet door de enige beschikbare prospectieve studie bevestigd (Font-Ribera, 2011).

Een andere factor waarmee rekening moet worden gehouden is het feit dat het geslacht een invloed heeft op het ontstaan van astma. Deze aandoening neigt er immers toe meer bij jongens dan bij meisjes voor te komen. Men stelt het omgekeerde vast bij volwassenen: in dit geval komt ze vaker voor bij vrouwen dan bij mannen.

Een verdere parameter die in het oog moet worden gehouden is de "potentiële osmotische schok" die kan voorkomen in gechloreerd zoutwater. Dit effect is des te signifikanter bij kleine kinderen wat betreft de slijmvliesen in hun bovenste luchtwegen (oor, neus en keel) en moet zeker meer aandacht krijgen dan een potentieel oxidatief effect.

Men weet niet hoeveel zuigelingen in België aan babyzwemmen doen. Er zijn immers geen gecentraliseerde gegevens beschikbaar, aangezien deze activiteit vooral in publiek toegankelijke zwembaden in privé-eigendom wordt georganiseerd. In deze zwembaden wordt de kwaliteit van het water en de lucht niet systematisch gecontroleerd. Er zijn ook onvoldoende inspecties. Dat betekent dan weer dat er geen zekerheid kan bestaan over het niveau van blootstelling in deze publiek toegankelijke zwembaden in privé-eigendom. Tevens bevat het water van zwembaden die voor babyzwemmen worden gebruikt, meer organisch materiaal (urine, fecaliën, enz.) dan baden die door volwassenen worden gebruikt. Voorts worden deze zwembaden gewoonlijk tot hogere temperaturen verwarmd. Een andere factor waarmee rekening moet worden gehouden, is dat in overdekte zwembaden andere omstandigheden kunnen heersen dan in openluchtzwembaden.

Op basis van de enige beschikbare retrospectieve studie en het feit dat de inname van gechloreerde bijproducten relatief hoog kan zijn (in vergelijking met oudere kinderen), moedigen de deskundigen niet aan tot babyzwemmen, vooral niet voor baby's met atopische ouders of met familieleden met astma (risicobaby's). Dat is ook het standpunt van de Duitse

gezondheidszorg (UBA, 2011), die beslist heeft om het voorzorgsbeginsel toe te passen voor vatbare kinderen onder de leeftijd van 2 jaar (atopische ouders).

Deze waarschuwing zou kunnen worden uitgebreid naar andere subpopulaties bij wie er een risico zou kunnen bestaan wegens factoren zoals genetische achtergrond en familiale voorgeschiedenis (atopische ouders). Er dient misschien enige voorzichtigheid te worden aangeraden voor kinderen met "spontane" trommelvliesperforaties veroorzaakt door middenoorontstekingen (aangezien het zwembadwater niet steriel is), maar er is geen literatuur beschikbaar over dit onderwerp (Carbonell & Ruiz-Garcia, 2002).

### **3.2.3. Voordelen van zwemmen**

Hoewel er potentiële risico's verbonden zijn aan zwemmen in gechloreerd water, moet worden benadrukt dat deze activiteit ook veel voordelen biedt aan de kinderen in kwestie. Het verschaft hen immers een complete vorm van lichaamsbeweging.

- a) Ze leren zwemmen, wat hun leven kan redden (zodra de zuigelingen zich op hun eentje kunnen verplaatsen). Er moet echter op worden gewezen dat babyzwemmers niet echt leren zwemmen, aangezien ze veel te jong zijn om de nodige coördinatievaardigheden van de ledematen te verwerven.
- b) Het brengt een aantal potentiële psychologische voordelen met zich mee i.v.m. de band tussen de baby en zijn ouders. Deze psychologische voordelen kunnen echter waarschijnlijk ook worden verkregen via andere activiteiten, zoals thuis een bad nemen met de baby.

Dat zwemmen veel voordelen heeft, verklaart ook waarom zwemlessen vanaf de leeftijd van 6 jaar (lagere school) een wezenlijk bestanddeel van het schoolcurriculum uitmaken en daarom verplicht zijn. Men kan dus tot het besluit komen dat voor oudere kinderen, de vele aangetoonde voordelen van het beoefenen van een sport zoals zwemmen (wat betreft het effect op het risico van cardiovasculaire aandoeningen en zwaarlijvigheid, het voorkomen van diabetes, geestelijke gezondheid, enz.) veel sterker doorwegen dan de potentiële risico's verbonden aan desinfectie met chloor.

### **3.2.4. Praktische aanbevelingen**

Het met micro-organismen verbonden risico in zwembaden kan al dan niet gerelateerd zijn aan fecaliën (zie bijlage 3).

Wat betreft de uit fecaliën afkomstige organismen, worden bacteriën gemakkelijk verwijderd door het zwembad correct met chloor te desinfecteren. Virussen zoals rotavirussen of norovirussen vertonen een veel grotere weerstand tegen desinfectie en kunnen worden overgedragen via zwembaden die per ongeluk zwaar gecontamineerd zijn ondanks het feit dat het chloorgehalte voldoende is.

Ook de meeste bacteriën die niet uit fecaliën afkomstig zijn, worden via badgasten in het zwembad geïmporteerd. Dat geldt zelfs voor alomtegenwoordige bacteriën zoals *P. aeruginosa*. *S. aureus*, die wordt gebruikt als indicator voor de kwaliteit van het zwembadwater, is gemakkelijk te verwijderen door het water voldoende met chloor te desinfecteren. Daarentegen heeft men een verband gelegd tussen mycobacteriën zoals *M. marinum* of *avium* en zwembadgerelateerde hypersensitiviteit van respectievelijk de huid en longen. Deze vertonen een relatief hoge weerstand tegen desinfectie.

Organisch materiaal (zweet, urine, enz.) speelt ook een zeer belangrijke rol bij het vormen van giftige bijproducten die verantwoordelijk zijn voor het ontstaan van chloorgerelateerde aandoeningen.

De badgasten vormen dus een potentiële bron van contaminatie, wat betekent dat zij gemakkelijk hun steentje kunnen bijdragen om dit risico te reduceren door een paar basisregels na te leven, zoals

- Niet zwemmen in geval van diarree;
- Vermijden om het zwemwater in te slikken;
- Zelf een douche nemen en de kinderen een douche geven en daarbij water en zeep gebruiken vooraleer het zwembad te betreden;
- De handen met water en zeep wassen na het gebruik van de toiletten en na het vervangen van luiers;
- Regelmatig luiers verschonen of met de kinderen naar de toiletten gaan. Om dit te kunnen doen is het van fundamenteel belang om de nodige faciliteiten te voorzien (voldoende ingerichte toiletten).



#### 4. REFERENTIES

- AFSSET - Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail. Risques sanitaires liés aux piscines - partie 1: piscines. Règlementées. Saisine Afsset n°2010/11; 2010. Internet : [http://www.afsset.fr/upload/bibliotheque/450388928176158819287820666252/10\\_06\\_piscines\\_reglementees\\_afsset\\_vdef.pdf](http://www.afsset.fr/upload/bibliotheque/450388928176158819287820666252/10_06_piscines_reglementees_afsset_vdef.pdf)
- Bernard A, Carbonnelle S, de Burbure C, Michel O, Nickmilder M. Chlorinated pool attendance, atopy, and the risk of asthma during childhood. *Environ Health Perspect* 2006;114(10):1567-73.
- Bernard A, Carbonnelle S, Dumont X, Nickmilder M. Infant swimming practice, pulmonary epithelium integrity, and the risk of allergic and respiratory diseases later in childhood. *Pediatrics* 2007;119(6):1095-103.
- Bernard A, Nickmilder M, Voisin C. Outdoor swimming pools and the risks of asthma and allergies during adolescence. *Eur Respir J* 2008;32(4):979-88.
- Bernard A, Nickmilder M, Voisin C, Sardella A. Impact of chlorinated swimming pool attendance on the respiratory health of adolescents. *Pediatrics* 2009;124(4):1110-8.
- Bernard A, Voisin C, Sardella A. Con: respiratory risks associated with chlorinated swimming pools: a complex pattern of exposure and effects. *Am J Respir Crit Care Med* 2011;183(5):570-2.
- Brusselse Hoofdstedelijke Regering. Besluit van 10 oktober 2002 tot vaststelling van de exploitatievoorwaarden voor zwembaden. BS van 08 november 2002.
- Bundesministerium für Gesundheit. Bundesgesundheitsblatt. Babyschwimmen und Desinfektionsnebenprodukte in Schwimmbädern Mitteilung des Umweltbundesamtes nach Anhörung der Schwimm- und Badebeckenwasserkommission des Bundesministeriums für Gesundheit beim Umweltbundesamt; 2011; 54:142–14. DOI 10.1007/s00103-010-1177-x. Internet : <http://www.springerlink.com/content/k44n83mk7g4ht340/fulltext.pdf>
- Cantor KP, Villanueva CM, Silverman DT, Figueroa JD, Real FX, Garcia-Closas M, et al. Polymorphisms in GSTT1, GSTZ1, and CYP2E1, disinfection by-products, and risk of bladder cancer in Spain. *Environ Health Perspect* 2010;118(11):1545-50.
- Carbonell and Ruis-Garcia. Ventilation tubes after surgery for otitis media with effusion or acute otitis media and swimming. Systematic review and meta-analysis. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 2002;66(3):281-9.
- CSS – Conseil Supérieur de la Santé. Problématique du chlore dans les piscines. Bruxelles: CSS ; 2011. Avis n°8614.
- Corsaro D, Pages GS, Catalan V, Loret JF, Greub G. Biodiversity of amoebae and amoeba-associated bacteria in water treatment plants. *Int J Hyg Environ Health* 2010, 213(3): 158-66.
- Dufour AP, Evans O, Behymer TD, Cantu R. Water ingestion during swimming activities in a pool: a pilot study. *J Water Health* 2006;4(4):425-30.
- De Laat J, Feng W, Freyfer DA, Dossier-Berne F. Concentration levels of urea in swimming pool water and reactivity of chlorine with urea. *Water Res* 2011;45(3):1139-46.
- Eiserich JP, Cross CE, Jones AD, Halliwell B, van der Vliet A. Formation of nitrating and chlorinating species by reaction of nitrite with hypochlorous acid. A novel mechanism for nitric oxide-mediated protein modification. *J Biol Chem* 1996;271(32):19199-208.
- EU – Europese Unie. Richtlijn 2006/7/EG van het Europees Parlement en de Raad van 15 februari 2006 betreffende het beheer van de zwembadwaterkwaliteit en tot intrekking van Richtlijn 76/160/EEG Publicatieblad van de Europese Unie - L 64/37.

- Feyen L., Appel PW. Disinfection By-products in Swimming Pools: Minimize or Avoid ?. <http://www.pwtag.org/researchdocs/DISINFECTION%20BYPRODUCTS%20IN%20SWIMMING%20POOLS%20MINIMIZE%20OR%20AVOID.pdf>
- Florentin A, Hautemaniere A, Hartemann P. Health effects of disinfection by-products in chlorinated swimming pools. Int J Hyg Environ Health 2011.
- Font-Ribera L, Kogevinas M, Zock JP, Nieuwenhuijsen MJ, Heederik D, Villanueva CM. Swimming pool attendance and risk of asthma and allergic symptoms in children. Eur Respir J 2009;34(6):1304-10.
- Font-Ribera L, Kogevinas M, Zock JP, Gomez FP, Barreiro E, Nieuwenhuijsen MJ, et al. Short-term changes in respiratory biomarkers after swimming in a chlorinated pool. Environ Health Perspect 2010;118(11):1538-44.
- Font-Ribera L, Villanueva CM, Nieuwenhuijsen MJ, Zock JP, Kogevinas M, Henderson J. Swimming pool attendance, asthma, allergies, and lung function in the Avon Longitudinal Study of Parents and Children cohort. Am J Respir Crit Care Med 2011;183(5):582-8.
- Goodman M, Hays S. Asthma and swimming: a meta-analysis. J Asthma 2008;45(8):639-47.
- Gouvernement de la Région de Bruxelles-Capitale. Arrêté du 10 octobre 2002 fixant des conditions d'exploitation pour les bassins de natation. MB du 08 novembre 2002.
- HGR – Hoge Gezondheidsraad. Problematiek van chloor in zwembaden. Brussel: HGR; 2011. Advies nr 8614.
- IARC - International Agency for Research on Cancer. Chlorinated drinking-water; chlorination by-products; some other halogenated compounds; cobalt and cobalt compounds. International Agency for Research on Cancer (IARC) Working Group, Lyon, 12-19 June 1990. IARC Monogr Eval Carcinog Risks Hum 1991;52:1-544.
- IARC - International Agency for Research on Cancer. Some drinking-water disinfectants and contaminants, including arsenic. IARC Monogr Eval Carcinog Risks Hum 2004;84:1-477.
- Jacobs J, Fuertes E., Krop E., Heederik D. Swimming pool attendance and respiratory symptoms and allergies among Dutch school children; 2010. p.2564. internet: [https://www.ersnetsecure.org/public/prg\\_congres.abstract?ww\\_i\\_presentation=47653](https://www.ersnetsecure.org/public/prg_congres.abstract?ww_i_presentation=47653)
- Kowalik-Jankowska, Ruta-Dolejsz, Wisniewska, Lankiewicz, and Kozlowski. Possible Involvement of Copper(II) in Alzheimer Disease. Environ Health Perspect 2002; 110 (5):869-870.
- Kulshrestha P, McKinstry KC, Fernandez BO, Feelisch M, Mitch WA. Application of an optimized total N-nitrosamine (TONO) assay to pools: placing N-nitrosodimethylamine (NDMA) determinations into perspective. Environ Sci Technol 2010;44(9):3369-75.
- **KWR – Watercycle Research Institute**. Naar een nieuwe normstelling voor zwembadwater in zwembaden Oriënterende studie **2011.042; 2011**.
- Internet: <http://www.zwembadbranche.nl/wp-content/uploads/2011/07/Naar-een-nieuwe-normstelling-voor-zwembadwater-in-zwembaden.pdf>
- Loret JF, Robert S, Thomas Y, Lévi A, Cooper J, McCoy W. Comparison of disinfectants for biofilm, protozoa and Legionella control. J Water Health 2005;03:423-33. Loret JF, Jousset M, Robert, Saucedo G, Ribas F, Thomas V, Greub G. Amoebae-resisting bacteria in drinking water: risk assessment and management. J Water Health 2008, 58 (3): 571-7.
- **NHS SCOTLAND** - National Health Service for Scotland. Chemicals in Drinking Water : Chloramines; 2001. Internet: [http://gerardlum.com/ccac\\_v2/articles\\_pdf/Chemicals\\_in\\_Drinking\\_Water\\_Chloramines.pdf](http://gerardlum.com/ccac_v2/articles_pdf/Chemicals_in_Drinking_Water_Chloramines.pdf)
- Nickmilder M, Bernard A. Ecological association between childhood asthma and availability of indoor chlorinated swimming pools in Europe. Occup Environ Med 2007;64(1):37-46.

- Nickmilder M, Bernard A. Associations between testicular hormones at adolescence and attendance at chlorinated swimming pools during childhood. *Int J Androl* 2011;34(5Pt 2):e446-58.
- Nystad W, Nja F, Magnus P, Nafstad P. Baby swimming increases the risk of recurrent respiratory tract infections and otitis media. *Acta Paediatr* 2003;92(8):905-9.
- Piacentini GL, Baraldi E. Pro: swimming in chlorinated pools and risk of asthma: we can now carry on sending our children to swimming pools! *Am J Respir Crit Care Med* 2011;183(5):569-70.
- Région Wallonne. Arrêté du Gouvernement wallon du 13 mars 2003 portant conditions sectorielles relatives aux bassins de notation. MB du 25 avril 2003, p. 22422.
- Richardson SD, DeMarini DM, Kogevinas M, Fernandez P, Marco E, Lourencetti C, et al. What's in the pool? A comprehensive identification of disinfection by-products and assessment of mutagenicity of chlorinated and brominated swimming pool water. *Environ Health Perspect* 2010;118(11):1523-30.
- Schets FM, Schijven JF, de Roda Husman AM. Exposure assessment for swimmers in bathing waters and swimming pools. *Water Res* 2011;45(7):2392-400.
- Schoefer Y, Zutavern A, Brockow I, Schafer T, Kramer U, Schaaf B, et al. Health risks of early swimming pool attendance. *Int J Hyg Environ Health* 2008;211(3-4):367-73.
- UBA – Das Umweltbundesamt. Baby swimming: Possible risk of asthma caused by chlorine disinfection?
- UBA: For now, children younger than two with a family history of allergies should not swim in indoor pools. Dessau-Roßlau; 2011.
- UE - Union Européenne. Directive 2006/7/CE du Parlement Européen et du Conseil du 15 février 2006 concernant la gestion de la qualité des eaux de baignade et abrogeant la directive 76/160/CEE. *Journal officiel de l'Union européenne* L 64/37.
- Villanueva CM, Cantor KP, King WD, Jaakkola JJ, Cordier S, Lynch CF, et al. Total and specific fluid consumption as determinants of bladder cancer risk. *Int J Cancer* 2006;118(8):2040-7.
- Villanueva CM, Cantor KP, Grimalt JO, Malats N, Silverman D, Tardon A, et al. Bladder cancer and exposure to water disinfection by-products through ingestion, bathing, showering, and swimming in pools. *Am J Epidemiol* 2007;165(2):148-56.
- VLAREM I - Vlaams Reglement betreffende de Milieuevergunning. Besluit van de Vlaamse Regering van 6 februari 1991 houdende vaststelling van het vlaamse reglement betreffende de milieuevergunning. BS van 26 juni 1991.
- Voisin C, Sardella A, Marcucci F, Bernard A. Infant swimming in chlorinated pools and the risks of bronchiolitis, asthma and allergy. *Eur Respir J* 2010;36(1):41-7.
- Wagner E, Hsu K, Lagunas A, Mitch W and Plewa M. Comparative genotoxicity of nitrosamine drinking water disinfection byproducts in *Salmonella* and mammalian cells. *Mut Res* 2012;741: 109-115.
- Walse SS, Mitch WA. Nitrosamine carcinogens also swim in chlorinated pools. *Environ Sci Technol* 2008;42(4):1032-7.
- Weinhood B. Can indoor swimming alter hormones in boys? *Environ. Health Perspect* 2010, 118(11): A466-A467
- WHO – World Health Organization. Guidelines for safe recreational water environments volume 2; swimming pools and similar environments; 2006.
- Zhang L, Xu L, Zeng Q, Zhang S, Xie H, Liu A and Lu W. Comparative of DNA damage in human-derived hepatoma line (HepG2) exposed to the fifteen drinking water disinfection byproducts using the single cell gel electrophoresis assay. *Mut Res* 2012;741: 89-94.

## 5. BIJLAGEN

Bijlage 1. Advies 8614. (<http://tinyurl.com/HGR-8614-chloor>)

Bijlage 2: Overzicht van de verschillende beschikbare publicaties over zwemmen in gechloreerd water .

Bijlage 3: microbiologische aspecten.

## 6. AANBEVELINGEN VOOR ONDERZOEK

Er zou een bewustmakingscampagne moeten worden georganiseerd in de scholen en zwembaden om de badgasten aan te moedigen hun steentje bij te dragen bij het reduceren van de zwembadcontaminatie door de hierboven vermelde praktische regels toe te passen.

Idealiter zou de Raad aanbevelen dat op Europees vlak onderzoek zou worden verricht waarbij rekening zou worden gehouden met de relevante versturende factoren om biomarkers te definiëren voor de vroeg optredende effecten (waaronder genotoxiciteit, pulmonaire epitheliale permeabiliteit, endocrien versturende activiteiten) alsook de aandoeningen. Dat zou het mogelijk maken om de betrokken mechanismen te verklaren en een causaal verband te leggen. Alternatief zou België een internationale prospectieve longitudinale, gerandomiseerde clustertrial (die andere biomarkers en andere soorten van desinfectie enz. omvat) kunnen coördineren. Om dat te doen is het van wezenlijk belang om een goede prospectieve protocolstudie te definiëren en vast te leggen hoe het onderzoek zal worden verricht.

De Raad zou ook aanraden om het epidemiologisch onderzoek met risicopopulaties te promoten, zoals baby's, arbeiders, professionele zwemmers, zwemleraars en astmapatiënten.

## 7. SAMENSTELLING VAN DE WERKGROEP

Al de deskundigen hebben *op persoonlijke titel* aan de werkgroep deelgenomen. De namen van de deskundigen van de HGR worden met een asterisk \* aangeduid.

De volgende deskundigen hebben hun medewerking verleend bij het opstellen van het advies:

BARTSCH Pierre	Pneumologie	ULG
BOTTARI Serge	Kinderlongziekten	CHU de Grenoble - Frankrijk
CASIMIR Georges	Kinderlongziekten	HUDERF
DE BAETS Frans	Kinderlongziekten	UGent
KIRSCH-VOLDERS Micheline*	Cellulaire genetica, omgeving en genetica	VUB
KNUDSEN Lisbeth	Volksgezondheid, epidemiologie	Københavns Universitet - Denmark
LEGIEST Barbara	Maatschappelijke gezondheids-zorg, longtoxicologie, arbeidsge- neeskunde	KUL
NEMERY de Bellevaux Benoit*	Toxicologie, arbeidsgeneeskunde	KUL
VANDAMME Peter	Microbiologie	UGent
VERGISON Anne	Arts-hygiënist, infectiologie	HUDERF

De volgende personen werden gehoord:

FEYEN Ludo	Directeur-generaal	LaboDerva
LAZARON Philippe	Directeur-generaal	AquaPro

Het voorzitterschap werd verzekerd door Micheline KIRSCH-VOLDERS, en het wetenschappelijk secretariaat door Muriel BALTES en Evelyn HANTSON

Alfred Bernard (UCL) is niet ingegaan op de uitnodiging om deel uit te maken van deze werkgroep.

### **Over de Hoge Gezondheidsraad (HGR)**

De Hoge Gezondheidsraad is een federale dienst die deel uitmaakt van de FOD Volksgezondheid, Veiligheid van de Voedselketen en Leefmilieu. Hij werd opgericht in 1849 en geeft wetenschappelijke adviezen i.v.m. de volksgezondheid aan de ministers van volksgezondheid en van leefmilieu, aan hun administraties en aan enkele agentschappen. Hij doet dit op vraag of op eigen initiatief. De HGR neemt geen beleidsbeslissingen, noch voert hij ze uit, maar hij probeert het beleid inzake volksgezondheid de weg te wijzen op basis van de recentste wetenschappelijk kennis.

Naast een intern secretariaat van een 25-tal medewerkers, doet de Raad beroep op een uitgebreid netwerk van meer dan 500 experts (universiteitsprofessoren, medewerkers van wetenschappelijke instellingen), waarvan er 200 tot expert van de Raad zijn benoemd; de experts komen in multidisciplinaire werkgroepen samen om de adviezen uit te werken.

Als officieel orgaan vindt de Hoge Gezondheidsraad het van fundamenteel belang de neutraliteit en onpartijdigheid te garanderen van de wetenschappelijke adviezen die hij aflevert. Daartoe heeft hij zich voorzien van een structuur, regels en procedures die toelaten doeltreffend tegemoet te komen aan deze behoeften bij iedere stap van het tot stand komen van de adviezen. De sleutelmomenten hierin zijn de voorafgaande analyse van de aanvraag, de aanduiding van de deskundigen voor de werkgroepen, het instellen van een systeem van beheer van mogelijke belangenconflicten (gebaseerd op belangenverklaringen, onderzoek van mogelijke belangenconflicten, en een referentiec comité) en de uiteindelijke validatie van de adviezen door het College (eindbeslissingorgaan). Dit coherent geheel moet toelaten adviezen af te leveren die gesteund zijn op de hoogst mogelijke beschikbare wetenschappelijke expertise binnen de grootst mogelijke onpartijdigheid.

De adviezen van de werkgroepen worden voorgelegd aan het College. Na validatie worden ze overgemaakt aan de aanvrager en aan de minister van volksgezondheid en worden de openbare adviezen gepubliceerd op de website ([www.hgr-css.be](http://www.hgr-css.be)), behalve wat betreft vertrouwelijke adviezen. Daarnaast wordt een aantal onder hen gecommuniceerd naar de pers en naar doelgroepen onder de beroepsbeoefenaars in de gezondheidssector.

De HGR is ook een actieve partner binnen het in opbouw zijnde EuSANH netwerk (*European Science Advisory Network for Health*), dat de bedoeling heeft adviezen uit te werken op Europees niveau.

Indien U op de hoogte wil blijven van de activiteiten en publicaties van de HGR, kan U een mail sturen naar [info.hgr-css@health.belgium.be](mailto:info.hgr-css@health.belgium.be).



## **PUBLICATIE VAN DE HOGE GEZONDHEIDSRAAD nr. 8614**

### **Problematiek van chloor in zwembaden**

2 februari 2011

#### **1. INLEIDING**

De Hoge Gezondheidsraad (HGR) heeft op 9 oktober 2009 een adviesaanvraag van mevrouw de minister Laurette Onkelinx ontvangen naar aanleiding van de toekomstige publicatie van een nieuw artikel van prof. Alfred Bernard, waarin het gebruik van chloor in zwembaden in verband wordt gebracht met ademhalingsrisico's voor kinderen.

Mevr. de minister wenst dat de HGR zich buigt over de artikels van deze expert en de door hem gevoerde studies over de problematiek van het gebruik van chloor in zwembaden en de gezondheidsrisico's van aan gechloreerd zwembadwater blootgestelde kinderen.

De HGR is de mening toegedaan dat deze vraag in een bredere context moet worden beschouwd en dat men zich niet moet beperken tot het bestuderen van het werk van een Belgische professor.

Om op de vraag te kunnen antwoorden werd er een ad-hoc werkgroep opgericht, bestaande uit deskundigen in de volgende disciplines: pneumologie, toxicologie, kinderpneumologie

#### **2. AANBEVELINGEN**

De studies van Bernard en collega's zijn waardevol, omdat ze het (wetenschappelijk aanneembare) toxisch en pro-allergiserend potentieel van gechloreerde zwembadmilieus hebben onderzocht. Op basis van die studieresultaten kan echter nog geen definitief coherent besluit worden genomen. Bovendien zijn de bevindingen van Bernard et al. niet door andere onderzoekers bevestigd.

Werknemers tewerkgesteld in zwembaden en elitezwemmers (kinderen en volwassenen), lopen mogelijks wel een risico op respiratoire pathologie, wat het onderliggend mechanisme ook mag zijn.

Een relatie tussen zwembadbezoek en kinderastma is niet bevestigd, maar kan nog niet worden uitgesloten.

Er moet meer informatie verzameld worden om tot een consensus te kunnen komen.

1. Er is nood aan longitudinale studies om de relatie tussen recreatief zwemmen en astma bij kinderen beter te definiëren. Het opvolgen van de geplande en opgestarte cohortstudies geeft de mogelijkheid om de hypothese te toetsen (Weisel et al., 2009). De resultaten van de *ALSPAC birth cohort study* zijn alvast waardevol en bevestigen het verhoogd risico op astma door gechloreerd zwemwater niet (Font-Ribera et al., 2010b).
2. Vooraleer causaliteit toe te kennen aan recreatief zwemmen is een duidelijke dosis-effectrelatie noodzakelijk met voldoende kennis over de blootstelling.



- a. De blootstellingsevaluatie is echter te beperkt als enkel het cumulatief zwembadgebruik wordt bevraagd en dit op een ongevalideerde manier gebeurt.
  - b. Irriterende en mogelijk sensitiserende desinfecteerbijproducten (DBP's), zoals chlooramines, werden onvoldoende accuraat gekarakteriseerd en opgemeten in het merendeel van de gepubliceerde studies.
  - c. De meeste Europese landen hanteren de aanbevelingen van de Wereldgezondheidsorganisatie (WGO) wat betreft de hoeveelheid chloor in het zwemwater. De daadwerkelijke concentraties variëren echter toch nog beduidend. Om te verifiëren of een specifiek Belgische problematiek zich voordoet, is het wenselijk de zwembadomstandigheden in België en omliggende landen nauwkeurig te vergelijken.
  - d. Het is ook aangewezen alle mogelijk relevante blootstellingroutes in de evaluatie op te nemen, met aandacht voor inhalatie van dampen en aerosolen, alsook aspiratie van water.
3. Meer experimenteel onderzoek is nodig om het pathofysiologisch mechanisme en de klinische relevantie van de geobserveerde luchtwegverandering te achterhalen.

De onomwonden voordelen van de fysieke inspanning bij een zwemactiviteit en de hogere tolerantie voor zwemmen in vergelijking met andere sporten van de astmapatiënt staan ook tegenover het niet bevestigde risico op astma op kinderleeftijd. Er dient echter rekening te worden gehouden met de mogelijkheid tot exacerbatie van respiratoire klachten bij de individuele astmalijder tijdens of na het zwemmen.

Er moet dus een evenwicht gezocht worden tussen het potentieel risico op astmaontwikkeling door de huidige desinfectiemethodes aan de ene kant en de bewezen negatieve gevolgen van infectieziekten door onvoldoende ontsmetting aan de andere kant.

Met de huidige kennis blijven chloor en chloorderivaten de belangrijkste agentia in het proces voor de ontsmetting van zwembaden. Zwembadconstructie en -onderhoud vormen de sleutel tot het minimaliseren van de chlooramines en andere DBP's (Jacobs et al., 2007). Belangrijke aandachtspunten zijn (NPZ, 2010):

1. het verzekeren van de kwaliteit van het zwemwater door optimalisatie van het doorstromingspatroon, de zuivering van het suppletiewater en het voorkomen van introductie van reinigingsmiddelen;
2. de watertemperatuur, vnl. bij bubbelbaden en peuterbaden;
3. de luchtverversing en -recirculatie, bepalend voor de luchtkwaliteit in het binnenzwembad;
4. voldoende training van de technische dienst;
5. het goed naleven van de hygiënevoorschriften, aangezien douchen vóór het zwemmen chlooramines aanzienlijk verlaagt;
6. moeilijk controleerbare piekbelastingen in buitenbaden, voornamelijk bij private zwembaden.

De alternatieve desinfectieprocessen dienen te worden geëvalueerd op hun efficiëntie tot inactiveren van de pathogenen en op hun veiligheid met aandacht voor de gevormde DBP's (Bougault et al., 2009). Opvolging van nieuwe ontwikkelingen in zowel producten voor desinfectie als in technische oplossingen is zeker aangewezen.

De HGR concludeert dus dat er op dit moment onvoldoende aanwijzingen zijn voor een verband tussen blootstelling aan chloorverbindingen en het ontstaan van astma om kinderen het zwemmen af te raden.

### 3. UITWERKING EN ARGUMENTATIE

#### Lijst van afkorting

ARDS	<i>Adult Respiratory Distress Syndrome</i>
BHR	<i>Bronchial Hyper-Responsiveness</i>
BNP	Bruto nationaal product
CC16	<i>Clara cel Protein 16</i>
CPA	<i>Chlorinated Pool Attendance</i>
DBP	Desinfecteerbijproducten
EIB	<i>Exercise Induced Bronchoconstriction</i>
EPD	Expiratoire piekdebiet
FeNO	Fractie uitgeademde stikstofmonoxide
HGR	Hoge Gezondheidsraad
OR	<i>Odds Ratio</i>
THM	Trihalomethanen

#### 3.1 Methodologie

Het advies berust op het standpunt van deskundigen en een overzicht van de literatuur.

#### 3.2 Inleiding

##### 3.2.1 Determinanten van astma

Astma is een belangrijke medische en maatschappelijke last op internationaal niveau. De prevalentie in de westerse landen heeft een stijging gekend tot de jaren 90 van vorige eeuw en waarschijnlijk een stabilisatie sindsdien. Astma is een multifactoriële aandoening, zodat de causaliteit moeilijk eenduidig kan worden bepaald. De belangrijkste in de wetenschappelijke literatuur vermelde factoren kunnen als volgt samengevat worden:

##### **Prenatale periode:**

- genetische factoren, zoals atopie die de synthese van de IgE bevordert;
- blootstelling aan roken van de moeder voor en tijdens de zwangerschap;
- laag geboortegewicht/prematuriteit.

##### **Postnatale periode:**

- Borstvoeding wordt sedert decennia als beschermende factor beschouwd. Dit werd recent bevestigd in een cohortstudie in Nederland (Scholtens et al., 2009). Er bestaan echter tegenstrijdige studieresultaten, mede door de onduidelijkheid hoe lang deze protectie voor het kind aanhoudt en welke invloed de ouderlijke allergie heeft op de associatie.
- Het bezoeken van kinderkribben zou tot een toename van infecties leiden, wat volgens de hygiënehypothese van de groep van E. von Mutius een beschermingsfactor t.o.v. het verschijnen van astma zou kunnen zijn (von Mutius, 2002). Een Zweedse studie (Hagerhed-Engman et al., 2006) echter beschrijft bij kribbebezoek een toegenomen risico op respiratoire en atopische symptomen bij kinderen tot de leeftijd van 6 jaar.
- Dit beschermingseffect van infecties op de latere ontwikkeling van astma en allergie wordt tegengesproken door een grote, in Oslo uitgevoerde, cohortstudie over een periode van 10 jaar vanaf de geboorte (Nafstad et al., 2005). Deze studie toont een toename aan van de prevalentie van astma op de leeftijd van 10 jaar in geval van luchtwegeninfecties op jonge leeftijd.
- Het te vroegtijdig geven van vast voedsel kreeg ook de schuld van de toename van de prevalentie van astma gedurende de laatste jaren. Een in Duitsland gevoerde cohortstudie over het geven van vast voedsel op latere leeftijd, met name na 4 of 6 maanden heeft geen enkel voordeel aangetoond wat de op de leeftijd van 6 jaar waargenomen



- prevalentie van rhinitis, astma of de sensibilisatie voor ingeademde of via de voeding ingenomen allergenen (Zutavern et al., 2008) betreft.
- De blootstelling aan multiële huisallergenen tijdens de postnatale periode wordt eveneens beschouwd als een oorzaak van astma die bij atopische mensen met de leeftijd toeneemt (Salo et al., 2008). In 51,5 % van de tijdens die studie bezochte huizen waren er zes allergenen in hoge hoeveelheden aanwezig, terwijl bij 45,8 % de aanwezigheid van drie allergenen in significante hoeveelheden aangetoond werd. De auteurs van dit werk in de VS wijzen erop dat vele factoren onafhankelijke predictoren blijken te zijn van een hoge allergenenbelasting: ras, inkomsten, kwaliteit van de huisvesting, aanwezigheid van rokers of van huisdieren, kakkerlakken, knaagdieren of van schimmels ten gevolge van vocht in de woning.
  - De epidemiologische studies van het team van von Mutius, hebben aangetoond dat jonge kinderen die in het bijzijn van boerderijdieren verkeren, beter beschermd worden tegen het risico om astma te ontwikkelen (Von Ehrenstein et al., 2000). Door die studies komt de hygiënehypothese opnieuw op de voorgrond, daar de auteurs de beschermende rol van de boerderijomgeving niet aan de getroffen allergenen toeschrijven, maar aan de hoge endotoxinewaarden die in dit type omgeving gemeten worden. Er dient te worden herinnerd dat endotoxine een kenmerkend bestanddeel is van de gramnegatieve bacteriën.
- De auteurs pleiten voor het meten van het endotoxinegehalte in de matrassen waarop de kinderen slapen, want in een landelijke omgeving worden er hoge endotoxinewaarden bij kinderen van ouders - al dan niet boer - vastgesteld. Hierbij worden de in de stallen gemeten endotoxinewaarden niet gecorreleerd met de in de matrassen van boerenkinderen gemeten waarden ((Waser et al., 2004). Het beschermende karakter van endotoxine wordt niet universeel aanvaard, daar een Canadees team aangetoond heeft dat bij allergische astmatische kinderen van 6 tot 13 jaar een hoge endotoxinewaarde in de matrassen in verband werd gesteld met een meer ernstige vorm van astma (Rennie et al., 2008). De gemeten endotoxinewaarde wordt overigens op haar beurt beïnvloed door het bestaan van passief roken, alsook door de aanwezigheid van katten en van een gezinsgrootte van meer dan vier personen.

De luchtvervuiling in de steden door fijne deeltjes wordt eveneens beschouwd als een risicofactor voor de prevalentie van astma en bronchiale hyperreactiviteit en ze wordt geassocieerd met de hogere mate van sensibilisatie voor de gewone huisallergenen (Annesi-Maesano et al., 2009). Het postnatale omgevingsroken is altijd moeilijk te onderscheiden van het prenatale roken (Mannino et al., 2002).

Kortom, onder de factoren die het verschijnen van astma in de loop van het leven bevorderen, is er een algemene consensus over:

- 1) de genetische factoren;
- 2) klein geboortegewicht en/of prematuriteit;
- 3) pre- en postnataal omgevingsroken, wat eerder een verergerende factor dan een trigger blijkt te zijn;
- 4) de aanwezigheid en de omvang van multiële huisallergenen;
- 5) de algemene luchtvervuiling, in het bijzonder door fijne deeltjes;
- 6) de aanwezigheid van schimmels in een vochtige thuisomgeving.

Er blijven echter belangrijke discussies bestaan in fundamentele epidemiologische domeinen. Zonder ze allemaal te willen opsommen, worden hier enkele voorbeelden gegeven: de groep van epidemiologische onderzoeken van E. von Mutius, zeer actief bij de studie van omgevingsoorzaken van astma, erkent de rol van passief roken, maar ze blijft zeer gehecht aan de hygiënehypothese en ze ondersteunt de beschermende rol van de verblijven in kinderkribben, vroegtijdige aanvallen van rhinitis (*runny nose*), alsook van infecties als herpes en mazelen na initiële studies over de beschermende rol van een boerderijomgeving (von Mutius E., 2002). Ze stelt de preventieve praktijk van het weren van huisallergenen vanaf de eerste levensmaanden,

dat als onbetwistbaar beschouwd wordt, in vraag (Lau et al., 2002). Deze groep die door een studie na de eenwording van Duitsland bekend geworden is, stelde dat de vervuiling door de industrie (van het Oosten) niet astma maar bronchitis bevordert en dat de levenswijze (in het Westen) de ontwikkeling van allergie van de luchtwegen bevordert (von Mutius E. et al., 1992). Daarnaast dient opgemerkt te worden dat de groep, die geleid werd door von Mutius en die midden december 2009 234 publicaties op haar actief had, nooit het zwembadbezoek als astmafactor geïdentificeerd heeft, maar dat ze, daarentegen, de mogelijk bevorderende rol van de tijdens het eerste levensjaar toegediende antibiotica vermeld heeft (Foliaki et al., 2009).

Een andere astmafactor, die recent in de grote internationale ISAAC-studie vermeld werd, is het gebruik van paracetamol, eveneens tijdens het eerste levensjaar (Beasley et al., 2008). Sommige luchtweginfecties, waarvoor paracetamol en antibiotica worden ingenomen, kunnen echter ook een aandeel hebben in de astmaontwikkeling op latere leeftijd.

Daarnaast wordt er nog een belangrijke versturende variabele toegevoegd: de groep van von Mutius heeft aangetoond dat het, zelfs heterozygoot, tekort aan  $\alpha$ -1 antitrypsine bij het aan passief roken blootgestelde kind, het risico versterkt om astma te ontwikkelen (Von Ehrenstein et al., 2002).

Het isoleren van één risicofactor, zoals gechlloreerde zwembaden, is niet evident en kan voorbijgaan aan de complexe interactie waaruit astma ontstaat.

Zwemmen is één van de meeste beoefende sporten in onze westerse maatschappij. Het merendeel van de kinderen op jonge en zelfs babyleeftijd vindt de weg naar het zwembad. In Europa zijn dat voornamelijk overdekte gechlloreerde zwembaden, waardoor een mogelijke associatie tussen zwemmen in gechlloreerde zwembaden en astmaontwikkeling een relevante impact op de maatschappelijke gezondheid zou hebben.

### **3.2.2 Te onderscheiden respiratoire gevolgen bij regelmatig zwembadbezoek.**

#### **3.2.2.1 Uitlokken van respiratoire symptomen bij astmapatiënten**

Er bestaan individuele situaties, waarbij astmatici een verergering of opstoot van respiratoire symptomen melden tijdens en na een zwemactiviteit, zodat voorzichtigheid aangewezen is (GR, 2007). Daartegenover wordt lichamelijke activiteit in het algemeen reeds meer dan 40 jaar door specialisten aanbevolen bij de niet-farmacologische opvang van astma. Aangezien het de bedoeling van de HGR is om de recente literatuur door te nemen, gaat de lange geschiedenis hier niet herschreven worden die de huisartsen uiteindelijk overtuigd heeft om astmatische kinderen niet vrij te stellen van sport, maar hen daarentegen toe aan te zetten. In een recent artikel werd daaraan nog herinnerd (Neder et al., 1999).

Onder de aanbevolen sporten bekleedt zwemmen omwille van fysiopathologische redenen sinds lange tijd de eerste plaats. De warme en vochtige lucht aan de oppervlakte van de zwembaden (T 20° - 25°C / vochtigheid 100 %) is bijzonder gunstig voor de astmalijder, ook al lijdt hij aan inspanningsastma (Strauss et al., 1978). Dit artikel, gekozen onder zeer talrijke vroegere werken van fysiologen, illustreert de complexe associatie tussen astma en inspanningen en toont de rol aan van de afkoeling van het slijmvlies, van het verlies van water aldaar, alsmede van de osmotische veranderingen die veroorzaakt worden door die verschijnselen in de cellen van het bronchiaal epitheel. In vele landen is zwemmen de sport geworden voor astmatische kinderen, met symbolen als de Amerikaanse zwemmer Marc Spitz die naar het zwembad werd gestuurd om zijn astma te behandelen en die één van de grootste zwemmers van de 20<sup>e</sup> eeuw geworden is. Heel wat wetenschappelijke artikelen hebben de weldaden van het zwemmen op het terrein aangetoond. Daaruit werden drie artikels die gepubliceerd werden tussen 1976 en 2009, gekozen.

Het eerste betreft een programma van vijf weken zwemmen bij 46 astmatische kinderen die gedurende 2.806 trainingssessies 3.608 km hebben afgelegd (Fitch et al., 1976). De auteurs

nemen bij die kinderen een significante vermindering waar van de astmatische verschijnselen en het beroep op antiastmatische geneesmiddelen. Ze stellen bovendien niet-specifieke effecten vast, zoals een verbetering van de lichaamshouding en de lichamelijke vaardigheden in het algemeen, een vermindering van de huidplooi en uiteraard een toegenomen zwemvaardigheid. De auteurs vermelden daarentegen geen enkel ongewenst effect tijdens de duur van de studie.

Er werden gelijksoortige voordelen met korte programma's (twee maanden) bij 45 astmatische kinderen in een zwemprogramma te Baltimore vastgesteld (Huang et al., 1989).

In vergelijking met hun medische voorgeschiedenis of die van de volgens leeftijd paarsgewijs gesorteerde controles werd een significante verbetering van de klinische variabelen, zoals de symptomen, de ziekenhuisopnamen, het beroep op de urgentiediensten, schoolverzuim, waargenomen. De waargenomen voordelen voor de gezondheid bleven nog 12 maanden na het einde van de experimentele fase bestaan.

Veel recenter werd er een gerandomiseerde studie van zes weken zwemmen uitgevoerd met twee groepen van 15 astmatische patiënten. In vergelijking met de controlegroep, werd er bij de experimentele groep een relevante gunstige invloed op het expiratoire piekdebiet (EPD.) en de ernst van het astma waargenomen (Wang & Hung, 2009).

Alle vormen van aerobictraining zijn nuttig voor astma, ook al blijft zwemmen de meest aanbevolen sport. Sporten op ijs worden minder gewaardeerd. Langlaufen wordt zelfs als astmageen vermeld, op zijn minst toch in zijn competitievorm op hoog niveau (Pohjantahti et al., 2005). De prevalentie van astma bij die sportmensen bedraagt 42 %.

Lichamelijke inactiviteit daarentegen, werd verbonden met een toename van de prevalentie van een allergische ziekte zoals hooikoorts (Kohlhammer et al., 2006b). Die multicentrische cohortstudie biedt als voordeel dat ze betrekking heeft op een groot aantal mensen van 5-14 jaar (2.429 waarvan 70 % gedurende 10 jaar gevolgd werd) en vooral dat ze in een logistisch regressiemodel rekening heeft gehouden met meerdere versturende variabelen: leeftijd, geslacht, studieplaats, niveau van opvoeding van de ouders, borstvoeding, bevolkingsdichtheid, bezoeken van kinderkribben, vochtigheid/schimmels, aanwezigheid van katten, huidige of vroegere blootstelling aan roken door anderen of nog atopie bij de ouders.

Hoewel er met deze studie geen enkele hypothese naar voren gebracht kon worden over de biologische mechanismen die de waargenomen parameter met de bestudeerde pathologische toestand verbinden, illustreert die toch de complexiteit van de omstandigheden die het verschijnen van een ziekte omringen, zelfs met een zeer precieze karakterisering als pollinose. Wanneer het om astma, een multiforme ziekte, gaat, is de moeilijkheid nog aanzienlijk groter.

Uit de meta-analyse van de epidemiologische studies over astma en sporten wordt, op korte termijn, een klinische verbetering vastgesteld met een vermindering van astma-episodes en van medicatie-inname, zonder evenwel een verandering in longfunctie bij rust (Goodman & Hays, 2008). Bijkomende publicaties beschrijven een vermindering van de bronchiale hyperreactiviteit (Wicher et al., 2010). Font-Ribera en collega's vermelden in een recent artikel ook een lager risico tot huidig astma door het zwemmen, wat voornamelijk duidelijk tot uiting komt bij kinderen met reeds vooraf respiratoire symptomen (Font-Ribera et al., 2010a). Daartegenover beschrijven enkele studies geen voordelig effect van zwemmen op astmatische kinderen en andere resultaten zijn suggestief voor een verhoging van de bronchiale reactiviteit door warme gechloteerde baden bij astmatici (Uyan et al., 2009).

In vergelijking met andere sportactiviteiten, zoals lopen en fietsen, is het risico op inspanningsbronchoconstrictie minder bij zwemmen met een sterker risicoverschil bij kinderen (Goodman & Hays, 2008). Het beschermend effect is waarschijnlijk te verklaren door het warm en vochtig milieu en de kleinere maat van hyperventilatie in vergelijking met andere sporten (Haahtela et al., 2008).

Opvallend bij deze publicaties is echter dat de aangewende methodes om het zwemwater te desinfecteren niet worden beschreven. Het gebruik van chloor is wel de meest toegepaste

methode, maar alertheid bij vergelijkende analyse is toch aangewezen (vb. non-gechloreerde zwembaden bij Wang & Hung, 2009).

Welke gevolgen de chloorderivaten hebben op de vooraf aanwezige inflammatie moet dus nog worden uitgeklaard.

### **3.3 Astmaontwikkeling**

Of zwemmen een oorzaak is van of een bijdrage levert tot astmaontwikkeling bij kinderen is de vraag die hier centraal zal staan.

#### **3.3.1 Oorzakelijke agentia**

Chloor is het meest gebruikt desinfecteerproduct zowel voor publiek distributiewater als voor zwembadwater en blijft heel efficiënt. Gasvormig chloor, natrium- of calciumhypochloriet en dichloroisocyanuraat worden vnl. aangewend met als doel vrijgave van hypochloorzuur, een krachtig oxidant en het actieve biocide (Bernard, 2007; Nemery et al., 2002). Het chemisch milieu van het gechloreerde zwembadwater is complex met veel gedetecteerde “desinfecteerbijproducten” (DBP’s), sommigen met een nog onbekend sensitiserend en irriterend potentieel (Richardson et al., 2010). De meest bestudeerde groepen omvatten enerzijds de trihalomethanen (THM’s) met carcinogene effecten en anderzijds de chlooramines, ontstaan door de interactie tussen vrij chloor en stikstof bevattende componenten die afkomstig zijn uit organische materie. De concentraties van deze chlooramines in water en lucht zijn afhankelijk van het chloreren van het water, de menselijke contaminatie, bepaald door persoonlijke hygiëne en aantal zwemmers, de temperatuur en de circulatie van het water, de ventilatie en de plafondhoogte (Jacobs et al., 2007).

Di- en trichlooramine zijn gekend als irriterend voor ogen, huid en bovenste luchtwegen. Hypochloriet, mono- en dichlooramines (in de vorm van aerosol) en chloorgas zijn net boven het wateroppervlak aanwezig. Trichlooramine is vluchtig en bepaalt de luchtkwaliteit mee in het binnenzwembad. Trichlooramine wordt in epidemiologische studies als belangrijkste verantwoordelijke DBP beschouwd voor astma bij zwemmen.

#### **3.3.2 Argumenten voor de pool chlorine hypothesis**

Verskillende redenen maken het verhoogd astmarisico bij recreatieve zwemmers en vnl. bij kinderen aanneembaar:

##### **3.3.2.1 Irriterend potentieel**

Door het sterk oxiderend vermogen kan chloor een breed spectrum van pathogenen inactiveren. Maar chloor en zijn afgeleide producten reageren ook tegen menselijk epitheel met irritatie van ogen, neus en keel (Bernard et al., 2009). Experimenteel onderzoek heeft bij proefdieren oxidatieve schade en inflammatie aangetoond na inhalatie van chloor. De meest voorkomende studies beschrijven acute respiratoire effecten, gaande van acute luchtwegobstructie over *acute respiratory distress syndrome* (ARDS) tot de dood, na accidenteel hoge chloorblootstelling in de industrie, bij transport en bij huishoudelijke activiteiten. (Squadrito et al., 2010; White & Martin, 2010). Specifiek voor zwembaden werden bij kinderen voorbijgaande respiratoire symptomen en longfunctievermindering gerapporteerd, welke meer uitgesproken waren bij kinderen met een voorgeschiedenis van chronische respiratoire pathologie (Bonetto et al., 2006; Uyan et al., 2009). De toxiciteit met acute en transiënte reacties is duidelijk, maar de chronische gevolgen zijn dat minder. De hypothese van het astmogene karakter van een chronische blootstelling aan irritantia zou hier ook van toepassing kunnen zijn, maar deze vorm van *irritant-induced asthma* is nog enigszins controversieel (Tarlo & Malo, 2006). Een mogelijke positieve interactie tussen irritantia en sensitiserende stoffen wordt ook gesuggereerd (Selgrade et al., 2006).

Bernard stelt dat chlooramines als irritantia schade aan het longepitheel berokkenen, wat de penetratie van allergenen bewerkstelligt met hogere vatbaarheid voor de ontwikkeling van astma en dit voornamelijk bij kinderen - welke nog onvolgroeide longen hebben - en bij atopici (Bernard et al., 2007).

### **3.3.2.2 Beroepsastma**

Het voorkomen van respiratoire symptomen bij zwemleraars en redders is beschreven. Het mechanisme is niet duidelijk: verergering van reeds aanwezige luchtwegpathologie, immunologische reactie of een irritatieproces zijn mogelijk.

Drie zo'n beroepsmatig blootgestelde personen met astmasymptomen zijn beschreven (Thickett et al., 2002), waarbij enkel een specifieke hyperreactiviteit tegenover chlooramines kon worden opgemeten, wat pleit voor sensitisatie. Het is echter niet uit te sluiten dat een irriterend effect de respiratoire symptomen heeft veroorzaakt (Nemery et al., 2002).

Een andere studie toonde geen associatie tussen de cumulatieve blootstelling aan trichlooramines en bronchiale hyperreactiviteit, maar een voorbijgaande reactie kon niet worden uitgesloten. Wel was het verhoogde risico op irritatiesymptomen duidelijk (Massin et al., 1998).

Een Nederlandse cross-sectionele studie noteerde meer algemene respiratoire klachten wijzend op astma bij zwembadwerknemers in vergelijking met de algemene populatie. Bij nader ingaan op de jobomschrijving rapporteerden voornamelijk de redders met lesgeveropdracht astma-gerelateerde symptomen. De cumulatieve langetermijnconcentratie van trichlooramines was geassocieerd met algemene respiratoire symptomen zoals hoesten, beklemming op de borst, sinusitis, niezen en atopie. Retrospectieve opvolging van de medische data 2002-2004 bracht echter geen overtuigende argumenten dat de zwembadwerknemers met klachten daadwerkelijk werkgerelateerde astma hadden (Jacobs et al., 2007).

Een Italiaans onderzoek beschreef bij redders en lesgevers een grotere kans op irritatieve respiratoire en oculaire symptomen (zoals verkoudheid, rhinorrhoe en rode ogen), maar geen astmasymptomen. Een positieve associatie is gevonden tussen gerapporteerde kortademigheid en de hoge waarden van THM's. Deze hoge waarden zijn alveolair gemeten bij werknemers aan de zwembadrand (Fantuzzi et al., 2010).

### **3.3.2.3 Competitiezwemmen**

Het onderzoek naar astma bij elitezwemmers is waardevol om mogelijke gevolgen van langdurige blootstelling aan te duiden door het veelvuldig contact en de hogere inspanning (Bougault et al., 2009).

Een meta-analyse toonde een significante stijging aan in astmaprevalentie bij elitezwemmers. Omwille van de lage kwaliteit van de geanalyseerde studies kon geen verklaring geformuleerd worden. Een hoge blootstelling maar ook een positieve selectie van astmatici kan aan de basis liggen (Goodman & Hays, 2008).

Uit de resultaten van een Zweeds onderzoek (Romberg et al., 2010b) blijkt een hogere frequentie van gediagnosticeerde astma, gerapporteerde respiratoire symptomen en medicatiegebruik bij jeugdige elitezwemmers in vergelijking met zowel niet sporters, recreatiezwemmers, als andere elitesporters. Het meer voorkomen van rhinitis was vooral significant, wanneer gevraagd werd naar de gevolgen voor het dagelijks leven en medicatiegebruik. Belangrijk te vermelden is dat geen significant risico op de parameters voor astma, rhinitis en eczema is opgemeten tussen de sedentaire groep en de recreatieve adolescente zwemmers.

Daartegenover is een recent onderzoek uitgevoerd bij jonge elitezwemmers, waarin geen relatie wordt gevonden tussen cumulatief zwembadbezoek en astma of andere respiratoire ziekten. Een stijging van atopie bij langdurige blootstelling wordt wel vermeld (Gokdemir Y, 2010).

Niettegenstaande tegenstrijdige resultaten nemen we aan dat elitezwemmers meer bovenste en onderste LW- symptomen rapporten. De hogere prevalentie van rhinitis verdient aandacht als risicofactor voor het ontwikkelen van astma (Bougault et al., 2009).

### **3.3.2.4 Poetsen en astma**

Reinigingsproducten veroorzaken beroepsastma bij professionele poetsers en er zijn ook epidemiologische studies waarbij de schoonmaakproducten voor huishoudelijk gebruik als oorzaak van astma aangeduid worden. De stoffen die astma veroorzaken zijn nog niet volledig gedefinieerd. Een onafhankelijke associatie tussen frequent gebruik van bleekwater (een verdunde oplossing met als actief ingrediënt natriumhypochloriet) en respiratoire symptomen die suggestief zijn voor astma, is beschreven. De blootstelling aan spray's is herhaaldelijk gerapporteerd als één van de belangrijkste risicofactoren voor astma (Medina-Ramon et al.,

2005; Zock et al., 2010). Het onderliggende mechanisme is echter nog niet opgehelderd. Irritatie of/en sensitatisatie kunnen een rol spelen. Bij deze publicaties is geen invloed van atopie beschreven.

### **3.3.3 Bedenkingen bij beschikbare gegevens**

#### **3.3.3.1 Oorzakelijk verband**

Er zijn voornamelijk cross-sectionele studies uitgevoerd waarbij een associatie wordt aangetoond, maar geen causale relatie kan worden gedefinieerd.

Bij deze studies worden de gegevens voornamelijk retrospectief geanalyseerd, zodat prevalentie en incidentie moeilijk te onderscheiden zijn. *Reverse causation* kan bijgevolg niet worden uitgesloten. Zwemmen wordt aanbevolen aan astmatische kinderen als ideale sport. Zodat vermoedelijk meer atopische of astmatische kinderen deze sport beoefenen, met meer gerapporteerde symptomen - niet veroorzaakt door de zwemactiviteit - als gevolg. Zo kan er ook geen duidelijk onderscheid gemaakt worden tussen het veroorzaken van astmaontwikkeling en het opwekken van astmasymptomen.

Omwille van de populariteit van recreatief en competitief zwemmen is de referentiegroep meestal in zekere mate blootgesteld aan een gechloreerd zwembadmilieu, wat tot onderschatting van het chlooreffect kan leiden.

Verschillende omstandigheden, gekoppeld aan de westerse levensstijl, dragen bij tot de astmaontwikkeling. Om het specifieke aandeel van gechloreerd zwembadbezoek te becijferen is het noodzakelijk de andere risicofactoren te erkennen en in rekening te brengen. De statistische bewerking van deze *confounders* is niet altijd volledig of transparant uitgevoerd, zodat het oorzakelijk verband tussen recreatief zwemmen en astma fout kan worden geïnterpreteerd.

#### **3.3.3.2 De diagnose**

Astma omvat veel klinische manifestaties. In vele epidemiologische studies wordt gebruik gemaakt van *questionnaires* (zoals de gestandaardiseerde ISAAC- questionnaire). Aangezien enkel uitgegaan wordt van zelf gerapporteerde ziektesymptomen of arts gediagnosticeerd astma, zonder bijkomende longfunctietesten, is misclassificatie van de diagnose mogelijk.

Bij kinderen is de diagnosestelling nog moeilijker. Vóór 3 jaar wordt voornamelijk piepende ademhaling (*wheeze*) genoteerd wat niet diagnostisch is voor astma en longfunctietesten zijn moeilijk uit te voeren voor de leeftijd van 6 jaar. (Weisel et al., 2009)

#### **3.3.3.3 Bijkomende aangewende parameters**

##### **3.3.3.3.1 Long surfactant proteïnes: CC16 (Clara cel protein) en SP-A, SP-B**

Uit experimenteel onderzoek is gebleken dat hypochloorzuur en monochlooramine celretractie, loslating van de cellulaire juncties van het epitheel en een stijging van de doorlaatbaarheid van endotheel en epitheel kunnen veroorzaken (Bernard, 2007). Volgens Bernard en collega's resulteert verhoogde longpermeabiliteit in een grotere vatbaarheid voor allergeenpenetratie en bijgevolg in verhoogde kans op astmaontwikkeling (Bernard et al., 2007)

Veranderingen in de pneumoproteïnen worden als merker voor longpermeabiliteit voorgesteld. Er wordt een beschermende rol voor CC16 geopperd, met lagere waarden bij astmatische kinderen en volwassenen en een stijging van CC16 bij inspanning (Romberg et al., 2010b).

De studieresultaten over CC16-resultaten en zwemmen zijn echter inconsistent.

In 2003 werd door Bernard en collega's een positieve associatie tussen CC16 in het serum en cumulatief zwembadbezoek geïnterpreteerd als het gevolg van een verhoging van de permeabiliteit van de long-bloedbarrière (Bernard et al., 2003). Een volgend onderzoek resulteerde in een daling van serum CC16-waarden bij zwemmende kinderen. Deze verlaagde cijfers werden toegeschreven aan een schade aan de Claracellen, veroorzaakt door het contact met chlooramines, en dit naar analogie met de gevolgen van roken (Bernard, 2007; Lagerkvist et al., 2004).

Geen verandering in CC16 na recreatief zwemmen werd beschreven tegenover een stijging van CC16 na intensieve training, ongeacht de desinfectiemethode. SP-A en SP-B waren echter enkel gestegen na contact met gechloreerd zwemwater. Deze stijging werd niet bevestigd in een volgende studie van dezelfde onderzoeksgroep (Carbonnelle et al., 2008; Carbonnelle et al., 2002).

Hogere waarden werden wel opgemeten bij kinderen na accidentele hoge blootstelling aan chloor tijdens zwemles (Bonetto et al., 2006).

Font-Ribera et al. (2010b) rapporteerden een significante stijging bij volwassenen van serum CC16, gemeten kort na het zwemmen. Die stijging was geassocieerd met zowel energieverbruik als THM- concentraties in uitgeademde lucht. Een stijging van de permeabiliteit werd als oorzaak aangeduid, zonder inflammatoir mechanisme (Font-Ribera et al., 2010b). Bij elitezwemmers is er, zowel bij astmapatiënten als bij niet- astmatici, net na de inspanning een verhoging van CC16-urine-excretie opgemeten (Romberg et al., 2010a). Maar wat de klinische relevantie is van een acute CC16- stijging in bloed of urine is niet onderzocht.

#### 3.3.3.3.2 FeNO (fractie uitgeademde stikstofmonoxide)

FeNO is een uitgeademde mediator bij eosinofiele luchtweginflammatie en wordt beschouwd als een mogelijke merker voor astma, vnl. atopisch astma en andere atopische uitingen, zoals dermatitis en eczema. Deze parameter draagt bij tot het bestuderen van de verschillende pathofysiologische facetten van astma, aangezien geen associatie tussen de waarden van FeNO en longfunctie is gevonden (ATS/ERS, 2005). Het blijft echter een moeilijke parameter gezien de complexe biologische variatie en de leeftijdsgebonden variabiliteit bij kinderen. De concentraties worden ook beïnvloed door ondermeer virale infecties en gebruik van steroïden (Weisel et al., 2009). Bovendien zijn de bovenste luchtwegen de belangrijkste bron van FeNO (Baraldi & de Jongste, 2002)

Bernard beschreef dat CPA van 100 uur (cumulatief zwembadbezoek) een consistent risico inhoudt voor luchtweginflammatie, gedefinieerd als stijging van FeNO (Bernard et al., 2006). Het daaropvolgend artikel met dezelfde onderzoekspopulatie rapporteerde echter geen significant verschil in FeNO- waarden gemeten bij zwemmertjes (deelnemend aan een zwemprogramma) en bij controlegroep.

Bij analyse van de studies tot en met 2007 is er besloten dat zwemmen in gechloreerd water geen verandering in FeNO teweegbrengt, noch bij recreatief zwemmen (Carraro et al., 2006), noch bij competitief zwemmen (Haahtela et al., 2008).

Carbonnelle en collega's beschreven op hun beurt een stijging bij zwemmen in niet-gechloreerd water en geen verandering bij gechloreerd zwembad. Ze suggereerden een inhibitie van de NO geïnduceerde vasodilatatie door chloorproducten (Carbonnelle et al., 2008). In de publicatie van Bonetto en collega's is in de acute fase na de accidenteel hoge blootstelling een lagere FeNO beschreven (Bonetto et al., 2006).

In het recente onderzoek van Font-Ribera en collega's is een hogere basiswaarde van FeNO gevonden bij volwassenen atopici met een daling na het zwemmen en stabiele waarden voor niet-atopische deelnemers (Font-Ribera et al., 2010a).

### **3.3.3.4 Mechanisme**

#### 3.3.3.4.1 Atopici gevoeliger?

Bernard en collega's vonden een associatie tussen cumulatief zwembadbezoek (CPA) en astma (gediagnosticeerd door arts of/en d.m.v. inspanningsbronchoconstrictie) enkel bij kinderen met gestegen totaal serum IgE en/of aeroallergeenspecifiek IgE (Bernard et al., 2006). Enkele jaren later beschreef Bernard opnieuw een oplopend risico voor astma bij stijgende CPA en dit enkel bij de atopische jeugd (Bernard et al., 2009).

Bij andere onderzoeken echter, modificeert de atopische status het effect van zwemmen op de permeabiliteit (gemeten d.m.v. CC16) en de longfunctiemeting niet (Bonetto et al., 2006; Font-Ribera et al., 2010a).

#### 3.3.3.4.2 Allergische inflammatie?

Bernard et al. (2009) vonden een hoger risico voor hooikoorts en allergische rhinitis bij een CPA van respectievelijk meer dan 100 en 1.000 uur (Bernard et al., 2009). Kohlhammer en collega's beschreven een trend naar meer voorkomen van hooikoorts gerelateerd aan de zwembadbezoeken, algemeen en op schoolleeftijd, en dit voornamelijk bij de populatie geboren vanaf 1950. Het risico is echter niet significant na aanpassing voor de confounders en de controlegroep (met hooikoorts en geen zwembadbezoek) is betrekkelijk klein. Er kunnen ook geen betrouwbare conclusies geformuleerd worden over associatie tussen zwembadbezoek en astma of eczeem wegens het kleine aantal (Kohlhammer et al., 2006a).

Een stijging van atopie bij langdurige blootstelling wordt wel vermeld bij een recente publicatie over jeugdige elitezwemmers (Gokdemir, 2010).

Er wordt geopperd dat de gemeten stijging van neutrofielen aantoont dat contact met de desinfectantia, aanwezig in zwemwater, een proinflammatoire reactie teweegbrengt. Enkele publicaties beschreven de rol van de neutrofielen.

Neutrofiële inflammatie bij kinderen werd gesuggereerd wanneer, na een accidentele hoge chloorblootstelling, uitgeademende leukotriene B<sub>4</sub> maanden verhoogd bleef, ook al waren de symptomen verdwenen en was de longfunctie genormaliseerd (Bonetto et al., 2006; Uyan et al., 2009).

Bij analyse van studies over competitieve zwemmers werd respiratoire inflammatie van samengesteld type beschreven, waarbij, volgens de auteurs, de neutrofielen de blootstelling aan zwembadmilieu en de eosinofielen de allergische status weergeven (Haahtela et al., 2008; Moreira et al., 2008)

Dat chloor wel een rol speelt in de respiratoire klachten, maar met een ander onderliggend mechanisme dan allergie, werd gesuggereerd aan de hand van de hoge prevalentie van meestal non-allergische rhinitis bij elitezwemmers (Gelardi et al., 2010).

### 3.3.3.5 **Blootstelling**

#### 3.3.3.5.1 Omgeving

De uiteenlopende resultaten van de verschillende onderzoeken en onderzoeksgroepen kunnen voor een deel ook te wijten zijn aan de variërende blootstelling aan vrij chloor en DBP's. De mogelijke redenen van deze variatie zijn velerlei:

1. de verschillende desinfectieermethodes
2. de nationaal gangbare hygiënevoorschriften en regelgeving
3. het type zwembad en onderhoud. Massin en collega's vonden een brede waaier aan concentraties van trichlooramines met gemiddeld 0,24 mg/m<sup>3</sup> in publieke zwembaden en 0,67 mg/m<sup>3</sup> in waterpretparken (Massin et al., 1998). Buitenzwembaden kunnen een honderdvoud lagere concentratie trichlooramines vrijgeven in vergelijking met de binnenzwembaden (Font-Ribera et al., 2009).

Veel epidemiologische studies onderzochten het risico op astma bij zwemmen zonder trichlooramines te kwantificeren. Trichlooramineconcentraties in de lucht zijn echter niet altijd opgenomen in de nationale regelgeving. Studies hebben aangetoond dat zelfs bij het respecteren van de limieten voor de desinfectie van het water de comfortgrens in de ingeademde lucht kan overschreden worden (Jacobs et al., 2007). Het vastleggen van aanvaardbare maximumgrenzen voor vluchtige trichlooramines is een nuttige regelgeving. Niet alleen voor de zwemmers, maar ook voor de werknemers (Corbelli, 2010; Nemery et al., 2002).

Uit de studies met blootstellingmetingen halen we de volgende cijfers van trichlooramines:

- België: 0,3-0,5 mg/m<sup>3</sup> (Bernard et al., 2006) ;
- Zwitserland (2007-2008): 0,114 mg/m<sup>3</sup> (Corbelli, 2010) ;
- Nederland: 0,56 mg/m<sup>3</sup> (Jacobs et al., 2007) ;
- Spanje: 0,16 mg/m<sup>3</sup> (Font-Ribera et al., 2009).



Niettegenstaande de doeltreffendheid van chloor, kunnen andere methodes een meerwaarde betekenen. Uit onderzoek van *Kiwa Industrie & Water*, in opdracht van het Ministerie van VROM in Nederland, blijkt dat een combinatie van verschillende technieken betere ontsmetting geeft dan de huidige desinfecteertechniek met chloor en dat het toepassen van een additionele techniek DBP's kan verlagen. De top 5 van beste methodes waren: (zout)elektrolyse, chloorbleekloog met toediening van UV, chloorbleekloog met poederkool en chloorbleekloog met ozon (Traksel, 2010).

#### 3.3.3.5.2 Mens

Zonder blootstellingmetingen is het niet mogelijk een dosis-effectrelatie aan te duiden. Meestal beperkt de blootstellinginformatie zich tot het oplist van het type zwembad, het al dan niet frequenteren van zwembaden, de startjaren van de zwembadbezoeken met de cumulatieve becijfering over de jaren heen. Het beperkt en niet- gestandaardiseerd karakteriseren leidt tot overlapping tussen de verschillende blootstellingsgraden en studiegroepen en maakt het bijna onmogelijk verschillende publicaties met elkaar te vergelijken.

Vluchtige DBP's, met voornamelijk trichlooramines, worden in de epidemiologische studies het meest bestudeerd. Bernard suggereert dat de inademing van aerosols net boven het wateroppervlak en het verslikken met aspiratie van aerosols en druppels bijkomende blootstellingroutes zijn. Aspiratie komt voornamelijk bij kinderen voor die nog niet kunnen zwemmen en veelvuldig spelen. (Bernard et al., 2007). Deze stelling wordt bevestigd door de positieve associatie tussen buitenzwembaden en astma, aangezien de luchtkwaliteit geen bepalende rol kan spelen (Bernard et al., 2008). Niettegenstaande de afwezigheid van concrete en becijferde gegevens, loont het de moeite deze denkplaatje verder te analyseren.

#### 4. REFERENTIES

- Anderson HR, Pottier AC, Strachan DP. Asthma from birth to age 23: incidence and relation to prior and concurrent atopic disease. *Thorax* 1992; 47:537-42.
- ATS - American Thoracic Society, ERS - European Respiratory Society. Recommendations for standardized procedures for the online and offline measurement of exhaled lower respiratory nitric oxide and nasal nitric oxide. *Am J Respir Crit Care Med* 2005; 171(8):912-30.
- Annesi-Maesano I, Caillaud D, Lavaud F, Moreau D, Le Moullec Y, Taytard A, et al. Exposition aux particules fines et survenue de maladies allergiques: résultats de l'étude ISAAC-France phase 2. *Arch Pediatr* 2009; 16(299-305).
- Baraldi E, de Jongste JC. Measurement of exhaled nitric oxide in children, 2001. *Eur Respir J* 2002; 20(1):223-37.
- Beasley R, Clayton T, Crane J, von Mutius E, Lai CK, Montefort S, et al. Association between paracetamol use in infancy and childhood, and risk of asthma, rhinoconjunctivitis, and eczema in children aged 6-7 years: analysis from Phase Three of the ISAAC programme. *Lancet* 2008; 372(9643):1039-48.
- Bernard A. Chlorination products: emerging links with allergic diseases. *Curr Med Chem* 2007; 14(16):1771-82.
- Bernard A, Carbonnelle S, de Burbure C, Michel O, Nickmilder M. Chlorinated Pool Attendance, Atopy, and the Risk of Asthma during Childhood. *Environ Health Perspect* 2006; 114:1567-1573.
- Bernard A, Carbonnelle S, Dumont X, Nickmilder M. Infant swimming practice, pulmonary epithelium integrity, and the risk of allergic and respiratory diseases later in childhood. *Pediatrics* 2007; 119: 1095-1103.
- Bernard A, Carbonnelle S, Michel O, Higuët S, De Burbure C, Buchet JP, et al. Lung hyperpermeability and asthma prevalence in schoolchildren: unexpected associations with the attendance at indoor chlorinated swimming pools. *Occup Environ Med* 2003; 60(6):385-94.
- Bernard A, Nickmilder M, Voisin C. Outdoor swimming pools and the risks of asthma and allergies during adolescence. *Eur Respir J* 2008; 32:979-88.
- Bernard A, Nickmilder M, Voisin C, Sardella A. Impact of chlorinated swimming pool attendance on the respiratory health of adolescents. *Pediatrics* 2009; 124: 1110-1118.
- Bonetto G, Corradi M, Carraro S, Zanconato S, Alinovi R, Folesani G et al. Longitudinal monitoring of lung injury in children after acute chlorine exposure in a swimming pool. *Am. J. Respir. Crit Care Med* 2006; 174(5): 545-549.
- Bougault, V, Turmel, J, Levesque, B, and Boulet, L P The respiratory health of swimmers. *Sports Med.* 2009; 39(4), 295-312.
- Carbonnelle, S, Bernard, A, Doyle, I R, Grutters, J, and Francaux, M. Fractional exhaled NO and serum pneumoproteins after swimming in a chlorinated pool. *Med. Sci. Sports Exerc.* 2008 ; 40(8), 1472-1476.
- Carbonnelle, S, Francaux, M, Doyle, I, Dumont, X, de, B C, Morel, G, Michel, O, and Bernard, A (2002). Changes in serum pneumoproteins caused by short-term exposures to nitrogen trichloride in indoor chlorinated swimming pools. *Biomarkers* 2002; 7(6), 464-478.
- Carraro S, Pasquale MF, Da FM, Rusconi F, Bonetto G, Zanconato S, et al. Swimming pool attendance and exhaled nitric oxide in children. *J Allergy Clin Immunol* 2006; 118(4):958-60.
- Corbelli, R. Asthme et piscines. 2010. Ref Type: Electronic Citation. Available from : URL :<<http://old.swiss-paediatrics.org/paediatrica/vol20/n4/pdf/50-53.pdf>>
- Cotter, A, and Ryan, CA. The pool chlorine hypothesis and asthma among boys. *Ir. Med. J.* 2009; 102(3), 79-82.
- Fantuzzi, G, Righi, E, Predieri, G, Giacobazzi, P, Mastroianni, K, and Aggazzotti, G. Prevalence of ocular, respiratory and cutaneous symptoms in indoor swimming pool workers and exposure to disinfection by-products (DBPs). *Int. J. Environ. Res. Public Health.* 2010; 7(4), 1379-1391.

- Fitch KD, Morton AR, Blanksby BA. Effects of swimming training on children with asthma. *Arch Dis Child* 1976; 51(3):190-4.
- Foliaki S, Pearce N, Bjorksten B, Mallo J, Montefort S, von Mutius E. Antibiotic use in infancy and symptoms of asthma, rhinoconjunctivitis, and eczema in children 6 and 7 years old: International Study of Asthma and Allergies in Childhood Phase III. *J Allergy Clin Immunol* 2009; 124(5):982-9.
- Font-Ribera L, Kogevinas M, Zock JP, Gómez FP, Barreiro E, Nieuwenhuijsen MJ, et al. Short-Term Changes in Respiratory Biomarkers after Swimming in a Chlorinated Pool. *Environ Health Perspect* 2010a.
- Font-Ribera L, Kogevinas M, Zock JP, Nieuwenhuijsen MJ, Heederik D, Villanueva CM. Swimming pool attendance and risk of asthma and allergic symptoms in children. *Eur Respir J* 2009; 34(6):1304-10.
- Font-Ribera L, Villanueva CM, Nieuwenhuijsen MJ, Zock JP, Kogevinas M, Henderson J. Swimming Pool Attendance, Asthma, Allergies and Lung Function in the ALSPAC Child Cohort. *Am J Respir Crit Care* 2010b.
- Gelardi M, Ventura MT, Fiorella R, Fiorella ML, Russo C, Candreva T, et al. Allergic and non-allergic rhinitis in swimmers: clinical and cytological aspects. *Br J Sports Med* 2010. Available from: URL:< <http://bjsm.bmj.com/content/early/2010/06/26/bjsm.2009.066456.abstract>>
- Gokdemir Y. Prevalence of asthma and atopy in elite child swimmers. Abstract ERS10L1\_3572. 2010
- Goodman M, Hays S. Asthma and swimming: a meta-analysis. *J Asthma* 2008; 45(8):639-47.
- GR - Den Haag - Gezondheidsraad. Astma, allergie en omgevingsfactoren. 2007. Publicatie nr 2007/15.
- Haahtela T, Malmberg P, Moreira A. Mechanisms of asthma in Olympic athletes--practical implications. *Allergy* 2008; 63(6):685-94.
- Hagerhed-Engman L, Bornehag CG, Sundell J, Aberg N. Day-care attendance and increased risk for respiratory and allergic symptoms in preschool age. *Allergy* 2006; 61(4):447-53.
- Huang SW, Veiga R, Sila U, Reed E, Hines S. The effect of swimming in asthmatic children--participants in a swimming program in the city of Baltimore. *J Asthma* 1989; 26(2):117-21.
- Jacobs JH. Swimming pool attendance and respiratory symptoms and allergies among Dutch school children. Abstract ERS10L1\_4269. 2010.
- Jacobs JH, Spaan S, van Rooy GB, Meliefste C, Zaat VA, Rooyackers JM, et al. Exposure to trichloramine and respiratory symptoms in indoor swimming pool workers. *Eur Respir J* 2007; 29(4):690-8.
- Kohlhammer Y, Doring A, Schafer T, Wichmann HE, Heinrich J. Swimming pool attendance and hay fever rates later in life. *Allergy* 2006a; 61(11):1305-9.
- Kohlhammer Y, Zutavern A, Rzehak P, Woelke G, Heinrich J. Influence of physical inactivity on the prevalence of hay fever. *Allergy* 2006; 61(11):1310-5.
- Lagerkvist BJ, Bernard A, Blomberg A, Bergstrom E, Forsberg B, Holmstrom K, et al. Pulmonary epithelial integrity in children: relationship to ambient ozone exposure and swimming pool attendance. *Environ Health Perspect* 2004; 112(17):1768-71.
- Lau S, Nickel R, Niggemann B, Gruber C, Sommerfeld C, Illi S, et al. The development of childhood asthma: lessons from the German Multicentre Allergy Study (MAS). *Paediatr Respir Rev* 2002; 3(3):265-72.
- Mannino DM, Homa DM, Redd SC. Involuntary smoking and asthma severity in children: data from the Third National Health and Nutrition Examination Survey. *Chest* 2002; 122(2):409-15.
- Massin N, Bohadana AB, Wild P, Hery M, Toamain JP, Hubert G. Respiratory symptoms and bronchial responsiveness in lifeguards exposed to nitrogen trichloride in indoor swimming pools. *Occup Environ Med* 1998; 55(4):258-63.
- Medina-Ramon M, Zock JP, Kogevinas M, Sunyer J, Torralba Y, Borrell A, et al. Asthma, chronic bronchitis, and exposure to irritant agents in occupational domestic cleaning: a nested case-control study. *Occup Environ Med* 2005; 62(9):598-606.
- Moreira A, Delgado L, Palmares C, Lopes C, Jacinto T, Rytala P, et al. Competitive swimmers with allergic asthma show a mixed type of airway inflammation. *Eur Respir J* 2008; 31(5):1139-41.

- Nafstad P, Brunekreef B, Skrondal A, Nystad W. Early respiratory infections, asthma, and allergy: 10-year follow-up of the Oslo Birth Cohort. *Pediatrics* 2005; 116(2):255-62.
- Neder JA, Nery LE, Silva AC, Cabral AL, Fernandes AL. Short-term effects of aerobic training in the clinical management of moderate to severe asthma in children. *Thorax* 1999; 54(3):202-6.
- Nemery B, Hoet PH, Nowak D. Indoor swimming pools, water chlorination and respiratory health. *Eur Respir J* 2002; 19(5):790-3.
- Nickmilder M & Bernard A. Ecological association between childhood asthma and availability of indoor chlorinated swimming pools in Europe. *Occup Environ Med* 2007; 64: 37-46.
- NPZ - Nationaal Platform Zwembaden. Symposium 'Veilig en Schoon Zwembadwater': Met minder chloor toch gezond en veilig zwemmen, Holland; 2010.
- Pohjantahti H, Laitinen J, Parkkari J. Exercise-induced bronchospasm among healthy elite cross country skiers and non-athletic students. *Scand J Med Sci Sports* 2005; 15(5):324-8.
- Rennie DC, Lawson JA, Kirychuk SP, Paterson C, Willson PJ, Senthilselvan A, et al. Assessment of endotoxin levels in the home and current asthma and wheeze in school-age children. *Indoor Air* 2008; 18(6):447-53.
- Richardson SD, Demarini DM, Kogevinas M, Fernandez P, Marco, E., Lourencetti C, Balleste C, et al. What's in the Pool? A Comprehensive Identification of Disinfection By-Products and Assessment of Mutagenicity of Chlorinated and Brominated Swimming Pool Water. *Environ Health Perspect* 2010.
- Romberg K, Bjermer L, Tufvesson E. Exercise but not mannitol provocation increases urinary Clara cell protein (CC16) in elite swimmers. *Respir Med* 2010a.
- Romberg K, Tufvesson E, Bjermer L. Asthma is more prevalent in elite swimming adolescents despite better mental and physical health. *Scand J Med Sci Sports* 2010b.
- Salo PM, Arbes SJ, Jr., Crockett PW, Thorne PS, Cohn RD, Zeldin DC. Exposure to multiple indoor allergens in US homes and its relationship to asthma. *J Allergy Clin Immunol* 2008; 121(3):678-84 e2.
- Schoefer Y, Zutavern A, Brockow I, Schafer T, Kramer U, Schaaf B, et al. Health risks of early swimming pool attendance. *Int J Hyg Environ Health* 2008; 211(3-4):367-73.
- Scholtens S, Wijga AH, Brunekreef B, Kerkhof M, Hoekstra MO, Gerritsen J, et al. Breast feeding, parental allergy and asthma in children followed for 8 years. The PIAMA birth cohort study. *Thorax* 2009; 64(7):604-9.
- Selgrade MK, Lemanske RF, Jr., Gilmour MI, Neas LM, Ward MD, Henneberger PK, et al. Induction of asthma and the environment: what we know and need to know. *Environ Health Perspect* 2006; 114(4):615-19.
- Squadrito GL, Postlethwait EM, Matalon S. Elucidating mechanisms of chlorine toxicity: reaction kinetics, thermodynamics, and physiological implications. *Am J Physiol Lung Cell Mol Physiol* 2010; 299(3):L289-L300.
- Strauss RH, McFadden ER, Jr., Ingram RH, Jr., Deal EC, Jr., Jaeger JJ. Influence of heat and humidity on the airway obstruction induced by exercise in asthma. *J Clin Invest* 1978; 61(2):433-40.
- Tarlo SM, Malo JL. An ATS/ERS report: 100 key questions and needs in occupational asthma. *Eur Respir J* 2006; 27(3):607-14.
- Thickett KM, McCoach JS, Gerber JM, Sadhra S, Burge PS. Occupational asthma caused by chloramines in indoor swimming-pool air. *Eur Respir J* 2002; 19(5):827-32.
- Traksel D, NPZ - Nationaal Platform Zwembaden. Presentatie oriënterend onderzoek naar desinfectietechnieken voor zwembadwater 2010. Available from:URL:<<http://www.npz-nrz.nl/index.php?sid=137&folder=1198>>
- Uyan ZS, Carraro S, Piacentini G, Baraldi E. Swimming pool, respiratory health, and childhood asthma: should we change our beliefs? *Pediatr Pulmonol* 2009; 44(1):31-7.
- Voisin C, Sardella A, Marcucci F, Bernard A. Infant swimming in chlorinated pools and the risks of bronchiolitis, asthma and allergy. *Eur Respir J* 2010; 36(1):41-7.
- Von Ehrenstein OS, Von Mutius E, Illi S, Baumann L, Bohm O, von Kries R. Reduced risk of hay fever and asthma among children of farmers. *Clin Exp Allergy* 2000; 30(2):153-7.

- von Ehrenstein OS, von Mutius E, Maier E, Hirsch T, Carr D, Schaal W, et al. Lung function of school children with low levels of alpha1-antitrypsin and tobacco smoke exposure. *Eur Respir J* 2002; 19(6):1099-106.
- von Mutius E. Environmental factors influencing the development and progression of pediatric asthma. *J Allergy Clin Immunol* 2002; 109(6 Suppl):S525-32.
- von Mutius E, Fritzsche C, Weiland SK, Roll G, Magnussen H. Prevalence of asthma and allergic disorders among children in united Germany: a descriptive comparison. *Bmj* 1992; 305(6866):1395-9.
- Wang JS, Hung WP. The effects of a swimming intervention for children with asthma. *Respirology* 2009; 14(6):838-42.
- Waser M, Schierl R, von Mutius E, Maisch S, Carr D, Riedler J, et al. Determinants of endotoxin levels in living environments of farmers' children and their peers from rural areas. *Clin Exp Allergy* 2004; 34(3):389-97.
- Weisel CP, Richardson SD, Nemery B, Aggazzotti G, Baraldi E, Blatchley ER, et al. Childhood asthma and environmental exposures at swimming pools: state of the science and research recommendations. *Environ Health Perspect* 2009; 117(4):500-7.
- White CW, Martin JG. Chlorine gas inhalation: human clinical evidence of toxicity and experience in animal models. *Proc Am Thorac Soc* 2010; 7(4):257-63.
- Wicher IB, Ribeiro MA, Marmo DB, Santos CI, Toro AA, Mendes RT, et al. Effects of swimming on spirometric parameters and bronchial hyperresponsiveness in children and adolescents with moderate persistent atopic asthma. *J Pediatr (Rio J)* 2010; 86(5):384-90.
- Zock JP, Vizcaya D, Le MN. Update on asthma and cleaners. *Curr Opin Allergy Clin Immunol* 2010; 10(2):114-20.
- Zutavern A, Brockow I, Schaaf B, von Berg A, Diez U, Borte M, et al. Timing of solid food introduction in relation to eczema, asthma, allergic rhinitis, and food and inhalant sensitization at the age of 6 years: results from the prospective birth cohort study LISA. *Pediatrics* 2008; 121(1):e44-52.

## 5. BIJLAGE(N)

De bijlagen worden ter informatie meegedeeld.

### 5.1 Alfred Bernard en collega's

#### ***Bernard A, 2006: Chlorinated pool attendance, atopy, and the risk of asthma during childhood (Bernard et al., 2006)***

In deze studie wordt het effect bekeken van de cumulatieve verblijfsduur in gechloreerde binnenzwembaden op *doctor diagnosed asthma*, *cumulative doctor diagnosed asthma/pos EIB* en *FeNO > 30 ppb*. De karakteristieken van de studiepopulatie worden hier niet vermeld.

Zoals in de vorige studies wordt hier een significante correlatie gevonden tussen het cumulatief aantal uur in het zwembad en astma bij kinderen met een verhoogd totaal IgE. Bovendien is deze correlatie voor kinderen met een verhoogd totaal IgE sterker, wanneer de blootstelling aan gechloreerd zwembadwater vroeger in het leven aanvangt.

#### ***Nickmilder, 2007: Ecological association between childhood asthma and availability of indoor chlorinated swimming pools in Europe (Nickmilder & Bernard, 2007)***

In deze studie wordt een verband gelegd tussen de prevalentie van *wheeze* en *ever asthma* geregistreerd in de ISAAC- studie over Europa en Rusland en de beschikbaarheid van zwembaden.

Er wordt hierbij een correlatie gevonden, onafhankelijk van het Bruto Nationaal Product (BNP), klimaat (gemiddelde temperatuur) en de hoogteligging.

Over de oorzakelijkheid van deze ecologische correlatie kan geen uitspraak worden gedaan.

#### ***Bernard A, 2007: Infant swimming practice, pulmonary epithelium integrity, and the risk of allergic and respiratory diseases later in childhood (Bernard et al., 2007)***

In deze studie wordt het effect van babyzwemmen nagegaan op de prevalentie van allergie en de respiratoire gezondheidstoestand op de leeftijd van 10 tot 13 jaar. Een kleine groep van 43 kinderen die deelnamen aan een babyzwemprogramma worden vergeleken met een controlegroep van 298 kinderen.

De vergelijkbaarheid van de beide groepen is reeds een probleem daar de babyzwemgroep significant meer kinderen bevat, van wie de moeder tijdens de zwangerschap rookte en die blootgesteld werden aan passief roken. Beide zijn belangrijke determinanten voor het ontwikkelen van astma. Het is niet duidelijk of de kinderen in de studie- of controlegroep ook momenteel nog met regelmaat gaan zwemmen.

Op sensitisatie voor hondenepitheel na, wordt geen verschil gevonden in specifiek IgE, noch in totaal IgE, noch in FeNO. Er wordt wel een significant gedaalde serumwaarde voor pneumoproteïnes (CC16) gevonden, wat zou wijzen op alveolaire beschadiging. In de baby zwemmersgroep wordt op de leeftijd van 10 tot 13 jaar een significant hogere prevalentie gevonden voor benauwdheid, inspanningsastma, *doctor diagnosed asthma* en/of inspanningsastma en recidiverende bronchitis, maar niet voor wheezing, kortademigheid, hoest of *doctor diagnosed asthma*. Er wordt geen verband gevonden met piepende ademhaling, kortademigheid en hoesten, drie kardinale symptomen bij astma. Het belangrijkste symptoom van bronchitis is hoesten, niettegenstaande recidiverende bronchitis de meest significante bevinding is in de zwemgroep, is dit niet het geval voor hoesten. Deze bevindingen zijn nogal incoherent.

In de babyzwemgroep hebben ook significant meer kinderen een eigen zwembad. Wanneer deze factor weggelaten wordt als predictieve factor, bekwam men een significante associatie met *doctor diagnosed asthma*. Dit zou dan betekenen dat het beschikken over een privézwembad (en meer tijd vertoeven in een gechloreerd zwembad) beschermend zou werken.

De auteurs vonden geen significante associatie tussen deze items en prenataal of passief roken, enkel tussen *wheezing* en passief roken. Dit is vermoedelijk te wijten aan de kleine groep zwemmende baby's; in de literatuur vindt men andere gegevens.

Bij de studiegroep met astma of bronchitis worden significant lagere waarden gevonden voor CC16 en de ratio CC16/SP-D. Dit wordt door de auteurs beschouwd als een maat voor het aantal Claracellen in de terminale bronchioli of de permeabiliteit van het alveolo-capillaire membraan. Zij beweren dat dit voorkomt bij astma, maar refereren naar twee publicaties die handelen over bronchiolitis obliterans na beenmergtransplantatie en het ARDS- syndroom, twee aandoeningen die aanleiding geven tot respiratoire symptomen, maar geen verband hebben met astma. Zij vermelden dat roken en inhalatie van silica of rook van brand tot een afname van 20 à 30 % in CC16 leidt. Daar significant meer kinderen in de babyzwemgroep blootgesteld zijn aan passief roken, kunnen de lagere waarden ook hier uitgelegd worden door contact met sigarettenrook.

Uit het voorgaande mag duidelijk blijken dat de resultaten van deze studie toch zeer omzichtig geïnterpreteerd moeten worden:

De studiegroep is klein. Beide groepen zijn niet goed vergelijkbaar door significante verschillen voor cruciale factoren (passief roken, prenatale blootstelling aan sigarettenrook).

Er wordt een associatie beschreven, maar geen oorzakelijk verband.

Het verband tussen een verlaagde CC16 en de ratio CC16/SP-D en astma lijkt niet bewezen.

***Bernard A, 2008: Outdoor swimming pools and the risks of asthma and allergies during adolescence (Bernard et al., 2008)***

Dit onderzoek bestudeert het effect van met chloor gedesinfecteerde buitenzwembaden op het risico op astma en allergie bij adolescenten.

Naargelang hun residentieel verblijf worden drie groepen opgesteld en vervolgens wordt gekeken of er significante verschillen zijn in de karakteristieken van de drie groepen. Zoals voorheen worden ook hier opnieuw significante verschillen gevonden in roken, prenataal roken, passief roken, borstvoeding, reinigen van de woning met bleekwater en verblijf in een kribbe. Deze informatie brengt niets wezenlijks bij aan het onderzoek. Voor het verder verloop van de studie worden deze groepen samengebracht en naderhand opgedeeld in vier nieuwe groepen, naargelang van het cumulatief verblijf in gechloreerde buitenzwembaden. Methodologisch zou het wenselijk zijn dat de auteurs voor deze vier groepen de vergelijkbaarheid hadden nagegaan, daar dit in belangrijke mate de interpretatie van de resultaten beïnvloedt. Indien in de vierde groep (> 500 uren zwembadverblijf) significant meer adolescenten worden gevonden met roken, prenataal roken, passief roken, borstvoeding, positieve pneumallergenen zou dit een belangrijke bias betekenen. In de questionnaire wordt niet gevraagd naar *doctor diagnosed asthma*.

Bij de adolescenten die meer dan 500 uur in buitenzwembaden verbleven, is er een verhoogd risico op *ever asthma* maar niet op *current asthma* (tabel 2). Wat het effect op FeNO betreft, is het al dan niet concomitant voorkomen van allergie zo belangrijk dat deze confounding factor zou moeten nagekeken worden.

In een subgroep van adolescenten, waarbij de ouders geen astma hebben, vindt men in de groep met de hoogste chloorexpositie een significant hoger risico op *ever en current asthma*. Ook hier zou men een idee moeten hebben over het rookgedrag binnen deze subgroep. Verder is het voor deze subgroep duidelijk dat het risico op *ever en current asthma* positief geassocieerd is aan een oplopend totaal IgE. Dit wijst erop dat allergie als zodanig de belangrijkste uitlokkende factor is voor astma en het zwemmen er als aggraverende factor bijkomt, en dit vermoedelijk eerder door een toename in bronchiale hyperactiviteit.

Voor de kleine subgroep van kinderen (5 %) die reeds meer dan 50 uur in buitenzwembaden verbleven voor de leeftijd van 7 jaar en significant meer *ever en current asthma* alsook positieve tests op pneumallergenen vertonen, is niet gekend in welke mate, in het kader van allergisch astma, zwemmen aangeraden werd als belangrijke alternatieve sport om inspanningsastma te voorkomen, noch wat de frequentie van passief roken of prenatale rookblootstelling was.



**Bernard A, 2009: Impact of chlorinated swimming pool attendance on respiratory health of adolescents (B) (Bernard et al., 2009)**

Een cross-sectionele studie met 847 kinderen tussen de 13 en 18 jaar. Kinderen die voornamelijk een koper-zilver gedesinfecteerd zwembad bezochten, werden als referentiegroep gedefinieerd. *Reverse causation*-bias werd niet overtuigend uitgesloten.

De prevalentie en risico van astma, ooit en huidig, kent een lineaire stijging met het cumulatief zwembadbezoek, onderverdeeld in gradaties, zo ook voor hoest en kortademigheid, onafhankelijk van astma. De OR's zijn enkel significant voor meer dan 1.000 uur. Bij allergische rhinitis is eveneens een verhoogd risico opgemeten bij meer dan 1.000 uur. Het risico voor hooikoorts is gestegen voor alle graden van zwembadbezoek in vgl. met de referentiegroep. Wanneer de atopische status in rekening werd gebracht was het oplopend risico voor (huidig en ooit) astma enkel aanwezig bij jeugd met gestegen totaal en aeroallergeenspecifiek IgE.

Dezelfde patiëntengroep werd gebruikt als in de Bernard et al. 2008 studie. Het onderzoek is retrospectief, berust grotendeels op een questionnaire en is bovendien cross-sectioneel wat een belangrijke herinneringsbias meebrengt en een correlatie aanwijst en geen oorzakelijk verband.

De studiegroepen zijn niet goed vergelijkbaar. In de chloorzwemmers zijn er significant meer kinderen die zelf roken, passief roken en zelfs prenataal blootgesteld waren aan sigarettenrook. Dit zou op zichzelf reeds aanleiding moeten geven tot een verhoogde astmaprevalentie.

Het educatieniveau was duidelijk lager in de groep die voornamelijk in de chloorgedesinfecteerde zwembaden zwommen, daar waar het bekend is dat de prevalentie van astma hoger ligt in laag opgeleide milieus (Anderson et al., 1992).

Het beschermend effect van borstvoeding op de prevalentie is omstreden, maar hier opnieuw zien wij dat significant minder studiepatiënten borstvoeding kregen in de groep die in chloorzwembaden zwommen.

Bovendien woonden significant meer van de chloorzwemmers nabij een drukke autoweg. Voor het verder verloop van de studie worden deze groepen echter samen gevoegd en naderhand opgedeeld in vier nieuwe groepen naargelang het cumulatief verblijf in gechlloreerde zwembaden. Methodologisch zou het wenselijk zijn dat de auteurs voor deze vier groepen de vergelijkbaarheid hadden nagegaan, daar dit in belangrijke mate de interpretatie van de resultaten beïnvloedt.

Er wordt geen significant verschil in prevalentie gevonden tussen de drie oorspronkelijke groepen (waaronder niet-chloorzwemmers) in *ever asthma*, *current asthma*, hooikoorts, allergische rhinitis en EIB (*Exercise Induced Bronchoconstriction*).

In de tweede tabel van het artikel worden vier groepen vergeleken op basis van het aantal uur zwemmen in een chloorhoudend zwembad. Er wordt een toename in prevalentie vastgesteld van hoesten, *shortness of breath*, *ever asthma* en *current asthma* bij de frequente chloorzwemmers. Wheezing, één van de kardinale symptomen bij astma, komt dan weer niet frequenter voor bij chloorzwemmers.

In tabel 3 en 4 wordt de correlatie nagegaan van wheezing, hoesten, kortademigheid, *ever asthma*, *current asthma* en een positieve inspanningstest in relatie tot het totaal IgE en specifieke aeroallergenen.

De enig significante positieve odds ratio's worden gevonden bij de hoogste blootstelling aan chloor voor de groepen met een verhoogd IgE of een positieve specifieke IgE test voor *cough*, *ever asthma* en *current asthma*. Voor hoesten is er een positieve odds ratio in de hoogst aan chloor blootgestelde groep die een verhoogd totaal IgE hebben. De bevindingen voor hoest bij zowel pneumallergeen negatieve als positieve deelnemers toont een net positieve odds ratio.

Voor EIB wordt geen positief resultaat bekomen, voor *shortness of breath* zijn de resultaten niet consistent.

In tabel 5 wordt het risico op hooikoorts en allergische rhinitis weergegeven in relatie tot het aantal uur verblijf in een gechlloreerd zwembad, het totaal IgE en specifieke aeroallergenen.

Ook de toename in prevalentie voor hooikoorts en allergische rhinitisklachten komen enkel voor in de gesensitiseerde kinderen.



***Voisin C, 2010: Infant swimming in chlorinated pools and the risks of bronchiolitis, asthma and allergy (B) (Voisin et al., 2010)***

In deze Belgische studie werden 430 5-6-jarigen onderzocht, waarvan 195 kinderen zwommen vóór de leeftijd van 2 jaar. De informatie werd verkregen door bevraging van de ouders.

De OR voor bronchiolitis steeg dosisafhankelijk met het aantal uren CPA voor beide zwembadtypes. Een significante associatie is gevonden tussen babyzwemmen in binnenzwembaden en het risico op bronchiolitis.

Deze bronchiolitis betekende een duidelijk risico tot ontwikkelen van piepende ademhaling, astma, allergische rhinitis en hooikoorts en dit enkel bij kinderen met cumulatief zwembadbezoek na 2 jaar. Het risico op IgE aanmaak voor pollen en huisstofmijt was verhoogd, en dit ook enkel voor de kinderswimmers met bronchiolitis.

## 5.2 Andere onderzoeksgroepen

***Goodman M., 2008: Asthma and swimming: a Meta-Analysis (Goodman & Hays, 2008)***

Een meta-analyse waarbij zes relevante epidemiologische studies handelend over astma en zwemmen tijdens de kinderjaren zijn geëvalueerd. De toegekende kwaliteitscores van de studies waren mager tot middelmatig: enkel drie studies poogden de andere risicofactoren in rekening te brengen en geen enkele studie baseerde zich op medische gegevens betreffende de astmadiagnose. De berekende meta-OR was 0,82. Geen enkele studie kon een significante stijging van de astmaprevalentie aantonen.

***Schoefer , 2008: Health risks of early swimming pool attendance (DE) (Schoefer et al., 2008)***

Een 6 jaar follow-up studie in het kader van de "LISA study" met 2.192 kinderen.

De prevalentie van gediagnosticeerde atopische ziekten zoals astma, hooikoorts en dermatitis is niet gerelateerd met de leeftijd van het eerste zwembezoek. Een hoger risico voor diarree is opgemeten voor babyzwemmen gestart vóór de leeftijd van één jaar. Niet zwemmen gedurende het eerste levensjaar is geassocieerd met astma. *Reverse causation* kan aan de basis liggen van dit resultaat.

***Cotter A., 2009: The pool chlorine hypothesis and asthma among boys (IE) (Cotter & Ryan, 2009)***

Er werden 121 kinderen tussen 6-12 jaar onderzocht. Door uitsluiting van vooraf gekende astmapatiënten werd geprobeerd vertekening door *reverse causation* en *triggereffect* te vermijden.

Uit de resultaten bleek kans op wheezes en astma (tijdens het laatste jaar) significant te stijgen naargelang van de stijgende blootstelling in de loop der jaren. De bezoekfrequentie doorheen de jaren was echter niet geassocieerd met astma.

***Font-Ribera L., 2009: Swimming pool attendance and risk of asthma and allergic symptoms in children (ES) (Font-Ribera et al., 2009)***

Er vormden 3.223 kinderen tussen 9 en 12 jaar de onderzoekspopulatie van de cross-sectionele studie. Bijkomende vragen werden opgenomen om reverse causation zoveel mogelijk tegen te gaan.

Zwembadbezoek is hier geassocieerd met een lagere prevalentie van huidig astma, astma, gediagnosticeerd astma, astmamedicatie, met significantie enkel voor algemeen zwembadbezoek en huidig astma. Er is geen bijkomend risico gevonden voor astma bij vroeg starten met zwemmen of voor oplopende jaren van zwemmen, eerder het tegendeel. Zwembadbezoek zou ook een beschermende rol spelen voor huidige rhinitis en allergische rhinitis symptomen. Astmatici hadden mindere bovenste en onderste LW- symptomen enkel bij minder

dan vijf jaar het zwembad frequenter en ook bij het huidige zwembadbezoek. Een significante positieve associatie met eczema werd ooit beschreven.

**Font-Ribera L., 2010: Swimming pool attendance, asthma, allergies and lung function in the ALSPAC child cohort (UK) (Font-Ribera et al., 2010b)**

Longitudinale prospectieve studie met een unieke onderzoekspopulatie van 5.700 kinderen van 7 en 10 jaar. Zo ook is een grote controlegroep mogelijk van kinderen zonder contact met het zwembadmilieu, zowel voor de groep met zwemmen vóór 4 jaar en tussen 4 en 7. Dit artikel ligt in de lijn van vorige resultaten van deze auteur maar druist in tegen de *pool chlorine hypothesis*. Zwemmen is geassocieerd met lagere prevalentie van huidig astma en huidige astmamedicatie gebruik bij 7-jarigen en dit voornamelijk bij kinderen die wheezen voor 3-, 4-jarige leeftijd. Er is geen associatie gevonden tussen zwemmen en de andere gemeten parameters zoals astma ooit, huidige astma symptomen, nasale, oculaire symptomen, hooikoorts, eczema atopie en niet met BHR. Een tendens naar betere longfunctie bij zwemmers is opgemeten. Atopie heeft het effect van zwemmen niet gewijzigd. En *reverse causation* is niet gevonden; dus voorafgaande respiratoire symptomen hebben geen invloed gehad op de intentie tot en frequentie van zwemmen.

**Jacobs J.H. 2010 ERS communication: Swimming pool attendance and respiratory symptoms and allergies among Dutch school children (NI) (Jacobs, 2010)**

In het kader van de HITEA studie werden 2.501 kinderen onderworpen aan een ondervragingslijst. Het zwembadbezoek, zowel recent als in de vroege levensjaren, was niet positief geassocieerd met astma en astmasymptomen, bovenste respiratoire symptomen (ooit en huidig) noch met allergische sensitisatie. Een beschermend effect tussen buitenzwembaden en eczema werd gevonden zonder mogelijke verklaring te kunnen formuleren.

**Gokdemir, 2010 ERS communication: Prevalence of asthma and atopy in elite child swimmers (T) (Gokdemir, 2010)**

Geen correlatie is gevonden tussen de totale blootstelling aan het zwembadmilieu en de allergische ziekten: astma, rhinitis en eczema. Bij langdurig volgen van zwemtraining (72 maanden) was het voorkomen van atopie en huidige astmasymptomen wel verhoogd. Meer gegevens zijn nodig ter verduidelijking.

## 6. SAMENSTELLING VAN DE WERKGROEP

Al de deskundigen hebben **op persoonlijke titel** aan de werkgroep deelgenomen. De namen van de deskundigen van de HGR worden met een asterisk \* aangeduid.

De volgende deskundigen hebben hun medewerking verleend bij het opstellen van het advies:

BARTSCH Pierre	Pneumologie	ULg
CASIMIR Georges	Kinderlongziekten	HUDERF
DE BAETS Frans	Kinderlongziekten	UGent
LEGIEST Barbara	Longtoxicologie	KUL
NEMERY de BELLEVAUX Benoît*	Toxicologie & Arbeidsgeneeskunde	KUL

Het voorzitterschap werd verzekerd door Benoît NEMERY de BELLEVAUX en het wetenschappelijk secretariaat door Muriel BALTES.

De HGR houdt eraan erop te wijzen dat sommige experten die bij dit advies betrokken waren belangen hebben aangegeven die zouden kunnen leiden tot het in twijfel trekken van hun onafhankelijkheid. Volgens de procedure ter zake werden deze belangen geëvalueerd en werd geoordeeld dat zij een risico zouden kunnen opleveren voor belangenconflicten. Gelet op de expertise die in België beschikbaar is en de te respecteren termijnen, werd geoordeeld dat hun deelname aan het opstellen van het advies toch nodig was. Het College, als hoogste beslissingsorgaan van de HGR, werd grondig over deze situatie geïnformeerd en heeft bijzondere aandacht besteed aan deze problematiek.

## Over de Hoge Gezondheidsraad (HGR)

De Hoge Gezondheidsraad is een federale dienst die deel uitmaakt van de FOD Volksgezondheid, Veiligheid van de Voedselketen en Leefmilieu. Hij werd opgericht in 1849 en geeft wetenschappelijke adviezen i.v.m. de volksgezondheid aan de ministers van volksgezondheid en van leefmilieu, aan hun administraties en aan enkele agentschappen. Hij doet dit op vraag of op eigen initiatief. De HGR neemt geen beleidsbeslissingen, noch voert hij ze uit, maar hij probeert het beleid inzake volksgezondheid de weg te wijzen op basis van de recentste wetenschappelijk kennis.

Naast een intern secretariaat van een 25-tal medewerkers, doet de Raad beroep op een uitgebreid netwerk van meer dan 500 experts (universiteitsprofessoren, medewerkers van wetenschappelijke instellingen), waarvan er 200 tot expert van de Raad zijn benoemd; de experts komen in multidisciplinaire werkgroepen samen om de adviezen uit te werken.

Als officieel orgaan vindt de Hoge Gezondheidsraad het van fundamenteel belang de neutraliteit en onpartijdigheid te garanderen van de wetenschappelijke adviezen die hij aflevert. Daartoe heeft hij zich voorzien van een structuur, regels en procedures die toelaten doeltreffend tegemoet te komen aan deze behoeften bij iedere stap van het tot stand komen van de adviezen. De sleutelmomenten hierin zijn de voorafgaande analyse van de aanvraag, de aanduiding van de deskundigen voor de werkgroepen, het instellen van een systeem van beheer van mogelijke belangenconflicten (gebaseerd op belangenverklaringen, onderzoek van mogelijke belangenconflicten, een referentiewerkgroep) en de uiteindelijke validatie van de adviezen door het College (eindbeslissingorgaan). Dit coherent geheel moet toelaten adviezen af te leveren die gesteund zijn op de hoogst mogelijke beschikbare wetenschappelijke expertise binnen de grootst mogelijke onpartijdigheid.

De adviezen van de werkgroepen worden voorgelegd aan het College. Na validatie worden ze overgemaakt aan de aanvrager en aan de minister van volksgezondheid en worden de openbare adviezen gepubliceerd op de website ([www.hgr-css.be](http://www.hgr-css.be)), behalve wat betreft vertrouwelijke adviezen. Daarnaast wordt een aantal onder hen gecommuniceerd naar de pers en naar doelgroepen onder de beroepsbeoefenaars in de gezondheidssector.

De HGR is ook een actieve partner binnen het in opbouw zijnde EuSANH netwerk (*European Science Advisory Network for Health*), dat de bedoeling heeft adviezen uit te werken op Europees niveau.

Indien U op de hoogte wil blijven van de activiteiten en publicaties van de HGR kan U zich abonneren op een mailing-list en/of een RSS-feed via volgende link: <http://www.hgr-css.be/rss>.

**Bijlage 2: Overzicht van de verschillende publicaties over zwemmen in gechloreerde zwembaden.**

Publicatie Landen	n/ Studie / leeftijd	Symptomen in vergelijking met controlegroep ↑ ↓ ≠								
		Luchtweg- infectie	Otitis	Diarree	Bronchitis	Astma	Allergische rhinitis	Eczeem	Hooi- koorts	Fluitende ademhaling
*Nystad 2003 <i>Noorwegen</i>	2862 / R / (6-16j)  Cross-sect/ (0-11 maanden)	↑ atopie ↑ Rokende moeder  ♀ < ♂ atopie	↑ atopie ↑ Rokende moeder							
Kohlhammer 2006 <i>Duitsland</i>	R (35 – 74 j) schoolleeftijd								↑	
Nickmilder 2006 <i>EU</i>	Europese cohorten R (13-14j)					↑ Aantal openlucht- zwembaden				↑ Aantal openlucht- zwembaden
* Bernard 2006 <i>België</i>	341 / (10 – 13j) Incl. zwemmen vóór de leeftijd van 2 jaar					↑↑ Bezoeken van open- luchtzwem- baden ↑ atopie ↑ Familiaire voorgeschie- denis ast				
* Bernard 2007 <i>België</i>	341 / (10 – 13j) Incl. zwemmen vóór de leeftijd van 2 jaar				↓ veranderingen Clara-cellen en perm	↓ veranderinge n Clara- cellen en perm				
Villaneuva 2007 <i>Spanje</i>	Toename blaaskanker na langdurige blootstelling aan DBP (desinfectiebijproducten)									
* Schoefer 2008 <i>Duitsland</i>	2192 / P / (6 m – 6j)	↑	↑	↑		↓				
Godman 2008 <i>Internationaal</i>	Meta-analyse					Geen ≠				

Bernard 2008 <i>België</i>	847 Tieners (13-18 jaar)						↑				
-------------------------------	-----------------------------	--	--	--	--	--	---	--	--	--	--

\* n = aantal zuigelingen, studie: Retrospectief (R)/ prospectief (P)/ cross-sectionele studie (cross sec)/ longitudinaal (L). Leeftijd van de kinderen in het onderzoek

Publicatie <i>Landen</i>	n/ Studie / leeftijd*	Symptomen in vergelijking met controlegroep ↑ ↓ ≠									
		luchtweginfectie	Otitis	Diarree	Bronchitis	Astma	Allergische rhinitis	eczeem	hooikoorts	Fluitende ademhaling	
Bernard 2009 <i>België</i>	847 tieners (13 – 18j)					↑ Atopie (geen Cu-Ag zwembad)	↑ atopie			↑ atopie	
*Font-Ribella 2009 <i>Spanje</i>	3.233 / R (9-12j) Cross-sect. zwemmen vóór de leeftijd van 2 jaar					↓	↓	↑			
<b>Kogevinas 2010</b> <i>Spanje</i>	49 volwassenen	Toename MN bloed, geen DNA-schade veroorzaakt (Komeetest), of MN blaas									
Font-Ribera 2010 <i>Spanje</i>	48 volwassenen	Toename biomarkers voor longpermeabiliteit									
<b>Cantor 2010</b> <i>Spanje</i>		Invloed van GSTT1, GSTZ1 en CYP2E1 gen. polym. op verband DBP blaaskanker									
* Voisin 2010 <i>België</i>	430 zwemmen vóór de leeftijd van 2 jaar				↑ atopie Geen kinderopvang	↑					
* Font-Ribera 2011 <i>Verenigd Koninkrijk</i>	5.738 / P (7 – 10j) L (6 – 81 maanden)					Geen ≠ (↓ astma bij patiënten)	Geen ≠	Geen ≠			Geen ≠
<b>Nickmilder 2011</b> <i>België</i>	361 ♂ tieners	Hormonale veranderingen									

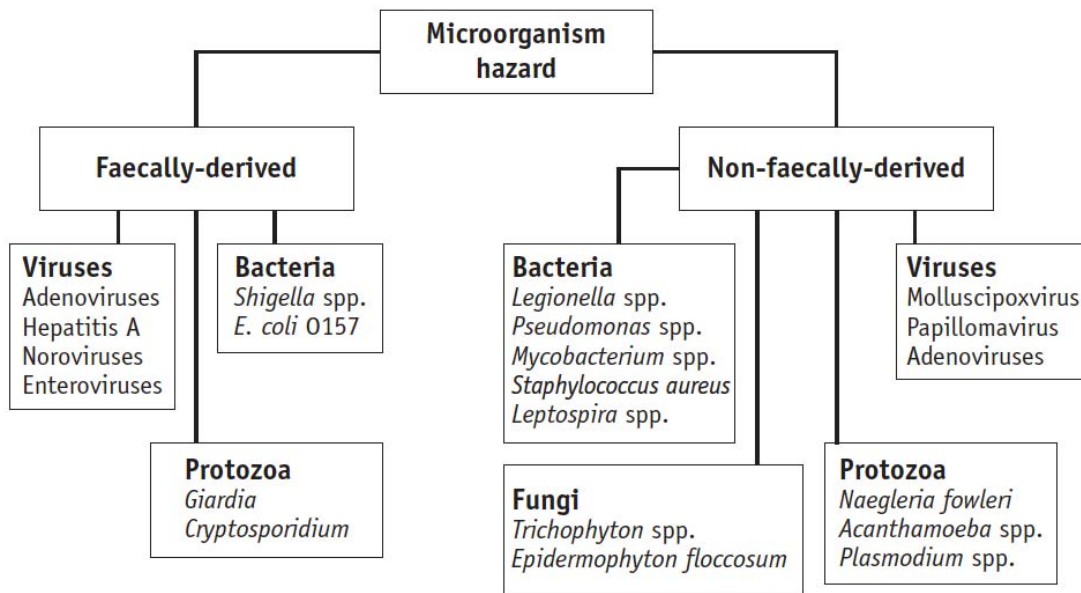
\* n = aantal zuigelingen, studie: Retrospectief (R)/ prospectief (P)/ cross-sectionele studie (cross sec)/ longitudinaal (L). Leeftijd van de kinderen in het onderzoek

### Bijlage 3: microbiologische aspecten.

Wat betreft de uit fecaliën afkomstige organismen, worden bacteriën gemakkelijk verwijderd door het zwembad naar behoren met chloor te desinfecteren. Virussen zoals rotavirussen of norovirussen vertonen een veel grotere weerstand tegen desinfectie en kunnen worden overgedragen via zwembaden die per ongeluk zwaar gecontamineerd zijn ondanks het feit dat het chloorgehalte voldoende is.

*Giardia* en *Cryptosporidium* vormen cysten met een vrij grote weerstand tegen desinfectie met chloor. Sommige alternatieven voor chloor, zoals ozon en UV-behandeling, zijn doeltreffender tegen deze protozoaire cysten. Om deze doeltreffendheid echter voldoende hoog te houden, moet het oxidatiesysteem zorgvuldig worden onderhouden. Braaksel of fecaliën in het zwembad kunnen ook aanleiding geven tot lang aanhoudende en tot uitbraken leidende contaminatie. Veel uitbraken van gastro-enteritis werden in verband gebracht met twee ziekteverwekkers, vooral met *Cryptosporidium*. Meer dan twee derden worden in verband gebracht met onvoldoende gedesinfecteerde zwembaden (met chloor of ozon). Preventie speelt een sleutelrol in het voorkomen van deze fecale contaminaties. Mensen met diarree zouden geen zwembadfaciliteiten mogen gebruiken, kinderen die nog niet zindelijk zijn moeten streng worden bewaakt en het liefst in zwembaden met een kleine capaciteit zwemmen, aangezien deze gemakkelijker schoon te maken zijn. Een belangrijke manier om de fecale contaminatie van de perineale huid te verminderen is een douche te nemen alvorens het zwembad te betreden. In geval van accidenteel braken of ontlastingsverlies moeten de badgasten uit het zwembad worden geëvacueerd en het water idealiter worden vervangen.

Ook de meeste bacteriën die niet uit fecaliën afkomstig zijn, worden via badgasten in het zwembad geïmporteerd. Dat geldt zelfs voor alomtegenwoordige bacteriën zoals *P. aeruginosa*. *S. aureus*, die wordt gebruikt als indicator voor de kwaliteit van het zwembadwater, is gemakkelijk te verwijderen door het water voldoende met chloor te desinfecteren. Daarentegen heeft men een verband gelegd tussen mycobacteriën zoals *M. marinum* of *avium* en zwembadgerelateerde hypersensitiviteit van respectievelijk de huid en longen. Ze vertonen een vrij grote weerstand tegen desinfectie en zijn ook in staat om binnen amoeben in het zwembadwater te overleven (Loret JF, Water Sci technol 2008 and Int J Hyg Environ Health 2010). Molluscipoxvirussen, papillomavirussen en de hierboven vermelde schimmels worden traditioneel in verband gebracht met de overdracht van huidinfecties via zwembadwater. Om deze infecties te voorkomen is het van cruciaal belang om het grote publiek bewust te maken van deze problematiek en om regelmatig de oppervlakten schoon te maken. Zoals het geval is voor *Acanthamoeba sp.* vertonen zij een extreem hoge weerstand tegen desinfectie en veroorzaken keratitis, vooral bij dragers van contactlensen. Er is een verband gelegd tussen *Naegleria meningitis* en gecontamineerd water. Voorts kan *Plasmodium* in endemische landen een probleem stellen in openluchtzwembaden.



Micro-organismen die in zwembaden en waterpretparken ziektes kunnen veroorzaken (WHO, 2006).