



## STEUNPUNT MILIEU EN GEZONDHEID DEELSTUDIE BIJ ADOLESCENTEN

### Achtergrondinformatie bij de metingen in bloed en urine

Deze documenten geven achtergrondinformatie bij de metingen die werden uitgevoerd in bloed en urine van jongeren in het biomonitoringsproject 'Milieu en Gezondheid'. Met deze teksten trachten we een breed publiek te bereiken en daarom is het gebruik van vaktaal zo veel mogelijk vermeden.

Vooraf zijn er 3 belangrijke opmerkingen:

- ❖ Een **richtwaarde** voor een toxicologische meting geeft de waarde waaronder men geen schadelijke effecten op de gezondheid zou verwachten. Van de milieuvervuilende stoffen die in deze studie gemeten worden, zijn er enkel richtlijnen gekend voor de gehalten van lood in bloed en van cadmium in bloed en urine. Voor PCB's, gechlloreerde pesticiden, benzeen, en PAK's bestaan (nog) geen richtlijnen. Aangezien het steeds gaat om vervuilende stoffen, kan men zeggen dat hier een algemene regel geldt: *'hoe lager, hoe beter'*.

Ook voor cholesterol en triglyceriden worden **richtwaarden** gegeven. Waarden die hoger liggen betekenen een risico op hart- en vaatziekten.

Voor de hormonen en voor ferritine worden waarden aangegeven waarbinnen de gehalten van de meerderheid van de gezonde mensen vallen. We spreken dan van **referentiewaarden**.

- ❖ In de tekst wordt voor iedere vervuilende stof vermeld welke schadelijke gezondheidseffecten ze kan veroorzaken. Het gaat hier om effecten die vermeld zijn in internationale wetenschappelijke studies, vaak als gevolg van sterk verhoogde gehalten van vervuilende stoffen. De resultaten van deze studies zijn niet noodzakelijk van toepassing op de situatie in Vlaanderen, omdat we de huidige blootstelling in Vlaanderen niet altijd kennen, en omdat we ook rekening moeten houden met interacties tussen verschillende toxische stoffen, met specifieke gevoeligheden van een bepaalde bevolkingsgroep en met verschillende omgevingsfactoren, zoals voedingsgewoonten, leefgewoonten die de uitkomst van een studie mee kunnen beïnvloeden.
- ❖ Het is ook belangrijk te benadrukken dat effecten die gemeten worden op groepsniveau en van belang kunnen zijn voor de volksgezondheid vaak nauwelijks merkbaar zullen zijn voor het individu. Bijvoorbeeld, een IQ daling van 1 tot 2 punten, een puberteitsvertraging van

enkele weken. Bovendien is de individuele gezondheid multifactorieel. Factoren zoals genetische aanleg, levensstijl, enz. spelen een belangrijke rol. De toestand van het leefmilieu is slechts één van de factoren die een invloed kunnen hebben.

Inhoudstabel:

**BLOOTSTELLINGSMERKERS**

Blz. 3-5:	Benzeen
Blz. 6-9:	PAK's
Blz. 10-12:	PCB's
Blz. 13-15:	Gechloreerde bestrijdingsmiddelen: DDE en hexachloorbenzeen
Blz. 16-20:	Lood
Blz. 21-25:	Cadmium

**EFFECTMERKERS EN KLINISCHE PARAMETERS**

Blz. 26-27:	Komeetest
Blz. 28-30:	Hormonen: schildklierhormonen en geslachtshormonen
Blz. 31-32	Ferritine
Blz. 33-34:	Cholesterol en triglyceriden

## Benzeen

### Samenvatting

Benzeen wordt vooral gevormd door menselijke activiteiten. Het is aanwezig in uitlaatgassen van het verkeer, in de buurt van chemische industrie, in sigarettenrook, in dampen van lijmen, verven, onderhoudsproducten, e.d.. Het kan ook een natuurlijke oorsprong hebben; het wordt bijvoorbeeld gevormd bij bosbranden, vulkaanuitbarstingen, e.d.. De mens zal vooral in contact komen met benzeen via de ingeademde lucht. In zeer beperkte mate (<1% van totale inname) kan benzeen ook opgenomen worden via het drinkwater en de voeding.

Langdurige blootstelling aan benzeen veroorzaakt bloedarmoede, kan het afweersysteem ontregelen en is kankerverwekkend.

Benzeen wordt in het lichaam vrij snel afgebroken tot verschillende afvalstoffen, o.a. tot t,t-muconzuur. De concentratie van t,t-muconzuur in de urine is een maat voor de blootstelling aan benzeen tijdens de voorbije uren.

### 1. Waar vinden we benzeen in onze omgeving?

Benzeen wordt gevormd in de natuur (o.a. bij bosbranden, vulkaanuitbarstingen, e.d.) en door menselijke activiteit (o.a. verkeer, industrie, sigarettenrook). Benzeen is in gasvorm aanwezig in de lucht maar het lost ook op in water of slaat neer op de bodem. Het wordt afgebroken en is volledig verdwenen na enkele dagen. Het wordt niet opgenomen door planten.

We vinden benzeen vooral:

- ❖ in sigarettenrook;
- ❖ in uitlaatgassen, zowel van diesel- als benzinemotoren;
- ❖ in de dampen van lijm, verf, detergent, enz.;
- ❖ in de buurt van de petrochemische en chemische industrie;
- ❖ rond stortplaatsen of huisvuilverbrandingsovens;
- ❖ bij natuurrampen zoals bosbranden.

### 2. Hoe komt men in contact met benzeen?

De mens zal benzeen vooral inademen.

- ❖ Benzeen is vooral binnenshuis aanwezig in dampen afkomstig van detergents, lijmen, verf, enz.
- ❖ Sigarettenrook is een belangrijke bron van benzeen.
- ❖ Buitenshuis is het verkeer een voornaam bron van benzeen. Het zogenaamde BTEX-mengsel is een soort van 'vingerafdruk' van verkeer. **BTEX** wordt gevormd door de vluchtige stoffen **B**enzeen, **T**olueen, **E**thylbenzeen en **X**yleen.
- ❖ In de buurt van sommige industrieën vindt men benzeen in de lucht, o.a. bij de productie van plastic, synthetisch rubber, pesticiden, nylon, detergents.
- ❖ In de buurt van stortplaatsen en huisvuilverbrandingsovens vindt men benzeen in de lucht.

Bij grote uitstoot van benzeen in de lucht (bijvoorbeeld in de buurt van druk verkeer, industrie, stortplaatsen, e.d.), kan benzeen via de bodem in het grondwater terecht komen en het putwater vervuilen.

Benzeen stapelt zich niet op in het lichaam, maar wordt op enkele uren tijd afgebroken tot verschillende afvalproducten. Deze afvalstoffen worden dan verwijderd uit het lichaam via de urine.

### 3. Hoe kan de blootstelling aan benzeen worden gemeten?

- ❖ Benzeen wordt in het menselijk lichaam afgebroken tot verschillende afvalproducten die verwijderd worden via de urine. Door deze afbraakproducten in de urine te meten, weten we met hoeveel benzeen die persoon in contact is gekomen in de voorbije uren.
- ❖ In deze studie wordt het afbraakproduct **t,t-muconzuur** in de urine gemeten.
  - ✓ Aangezien benzeen vrij snel afgebroken wordt in het lichaam, geeft de meting van t,t-muconzuur op één bepaalde dag slechts een **momentopname**. Door een eenmalige meting van t,t-muconzuur kunnen we dus enkel iets zeggen over de blootstelling aan benzeen gedurende de voorbije uren.
  - ✓ T,t-muconzuur in de urine kan ook afkomstig zijn van sorbinezuur in de voeding. Sorbinezuur is een bewaarmiddel dat o.a. gebruikt wordt in frisdrank, margarine, sauzen, salades, snacks en desserts.
- ❖ Er zijn nog maar weinig metingen van t,t-muconzuur uitgevoerd bij kinderen of adolescenten. In 1999 werden in de pilotstudie Milieu en Gezondheid 200 jongeren van 17-18 jaar uit Peer, Wilrijk en Hoboken onderzocht. Bij hen bedroeg de excretie van t,t-muconzuur gemiddeld 0,072 mg/g creatinine (minimum: 0,010; maximum: 0,949).

#### 4. Welke effecten heeft benzeen op de gezondheid?

Langdurige blootstelling aan benzeen is schadelijk voor het beenmerg en kan resulteren in een aantal gezondheidseffecten:

- ❖ Aangezien het bloed aangemaakt wordt in het beenmerg, kan er bloedarmoede (anemie) optreden. Dit gebeurt bij sterk verhoogde benzeenconcentraties.
- ❖ Het afweersysteem kan verstoord worden. Dit kan leiden tot een verminderde weerstand tegen infecties.
- ❖ Benzeen is door IARC (International Agency for Research on Cancer) geklasseerd als 'zeker kankerverwekkend voor de mens' (klasse 1). Langdurige blootstelling aan benzeen kan leiden tot leukemie.

#### 5. Wat kan men doen om contact met benzeen te verminderen?

- ❖ Roken en passief roken vermijden.
- ❖ Verkeersgassen vermijden. Bijvoorbeeld:
  - indien de wagen in de garage geparkeerd wordt, is het aan te raden om de poort niet onmiddellijk te sluiten, maar de garage nog enkele minuten te laten verluchten. Dit vermindert de benzeenconcentratie binnenshuis.
  - bij (lange) tunnels kan men best de ventilatie afsluiten vóór het inrijden van de tunnel.
- ❖ Langdurig contact met lijmen, verven, detergents vermijden of maatregelen nemen om langdurig inademen van deze dampen te verminderen (bijvoorbeeld afdekken van mond en neus).

## Polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK's)

### Samenvatting

PAK's zijn producten van onvolledige verbranding. We komen er vooral mee in contact via de lucht: namelijk door sigarettenrook, uitlaatgassen, rook van houtkachels en open haard, bosbranden, e.d.. Ook het voedsel kan een belangrijke bron van PAK's zijn indien er zwart verbrande deeltjes aanwezig zijn, bijvoorbeeld in gegrilde vis, vlees of groenten, zwart gebakken brood of gebak.

PAK's zijn op zichzelf niet schadelijk voor de gezondheid, maar ze worden in ons lichaam afgebroken tot zeer reactieve stoffen (metaboliëten). Deze metaboliëten zijn mogelijk kankerverwekkend, hormoonverstorend en kunnen het afweersysteem ontregelen.

De metaboliëten worden uit het lichaam verwijderd via de urine. Door één van deze stoffen - namelijk 1-hydroxypyreen - te meten in de urine hebben we een maat voor de blootstelling aan PAK's tijdens de voorbije dag.

### 1. Waar vinden we PAK's in onze omgeving?

PAK's zijn een groep van honderden chemische stoffen, die vooral gevormd worden bij onvolledige verbranding. Benzo[a]pyreen is het best gekende en één van de meest giftige PAK's.

- ❖ De meeste PAK's worden gevormd in de lucht bij (onvolledige) verbrandingsprocessen.

Enkele voorbeelden:

- ✓ PAK's komen voor in sigarettenrook;
  - ✓ PAK's worden gevormd bij verbranding van hout (open haard, houtkachel), steenkool, stookolie en gas;
  - ✓ PAK's zijn aanwezig in de uitlaat van auto's;
  - ✓ PAK's worden gevormd bij afvalverbranding, o.a. in huisvuilverbrandingsovens, maar ook bij vuurtjes in tuintjes;
  - ✓ PAK's komen vrij bij bosbranden en orkaanuitbarstingen.
- ❖ Een kleine hoeveelheid PAK's wordt geproduceerd door de mens zelf, o.a. voor toepassingen in asfalt, in roofingmateriaal, in materiaal voor olieraffinaderijen, in teerproducten (creosoot). Bij de productie en het gebruik van deze producten zullen er dus PAK's in de lucht vrijkomen.

- ❖ PAK's worden gevormd in voedsel dat bij zeer hoge temperaturen wordt verwarmd of in voedsel dat moet fermenteren. Enkele voorbeelden:
  - ✓ PAK's worden gevormd bij grillen en roosteren, zowel bij vlees, vis, als groenten. Het zijn vooral de zwart verbrande delen die veel PAK's bevatten.
  - ✓ PAK's worden gevormd in producten die zeer donker gebakken zijn, bijvoorbeeld de korst van brood of gebak, ontbijtgranen, chips, en dergelijke. Het zijn vooral de zwart verbrande delen die veel PAK's bevatten.
  - ✓ PAK's worden gevormd in frituurolie die langdurig gebruikt wordt en veel verbrande deeltjes bevat.
  - ✓ PAK's kunnen gevormd worden tijdens fermentatie van voedingsproducten, bijvoorbeeld bij de productie van pickles.
  - ✓ PAK's zijn aanwezig in gedestilleerde dranken zoals whiskey of jenever.

## 2. Hoe komt men in contact met PAK's?

- ❖ De voornaamste bron van PAK's zijn verbrandingsprocessen. PAK's in de lucht kunnen zich binden aan stofdeeltjes en zo gedurende lange tijd in de lucht rondzweven. Ze worden dan ingeademd door de mens.
- ❖ PAK's in de lucht kunnen ook neerslaan op de bodem, op plantenmateriaal en in het water. Ze worden heel traag afgebroken door het zonlicht en door reacties met andere chemische stoffen in bodem en water (over een periode van weken tot maanden).
- ❖ De voeding kan een belangrijke bron zijn van PAK's. Vooral donker gebakken brood of gebak, donker gegrilde of geroosterde voedingsproducten, en voeding gefrituurd in oude olie bevatten veel PAK's.

## 3. Hoe kan de blootstelling aan PAK's worden gemeten?

- ❖ PAK's worden in het menselijk lichaam afgebroken tot verschillende afvalproducten die verwijderd worden via de urine. Door deze afbraakproducten in de urine te meten, weten we met hoeveel PAK's de persoon die dag in contact is gekomen.
- ❖ In deze studie wordt het afbraakproduct **1-hydroxypyreen** in de urine gemeten.
  - ✓ 1-hydroxypyreen is *specifiek* voor PAK's, dit wil zeggen dat het alleen van PAK's afkomstig kan zijn.

- ✓ Aangezien PAK's vrij snel afgebroken worden in het lichaam, is de meting op één bepaalde dag slechts een **momentopname**. Door een eenmalige meting van 1-hydroxypyreen kunnen we dus enkel iets zeggen over de blootstelling aan PAK's gedurende de voorbije dag.
- ✓ De methode werd oorspronkelijk ontwikkeld om arbeiders op te volgen die via hun beroep worden blootgesteld aan PAK's. **In de algemene bevolking** is de concentratie 1-hydroxypyreen in de urine vaak zo **laag** dat ze niet meetbaar is.
- ❖ Er zijn nog maar weinig metingen van 1-hydroxypyreen uitgevoerd bij kinderen of adolescenten. In 1999 werden in de pilootstudie Milieu en Gezondheid 200 jongeren van 17-18 jaar uit Peer, Wilrijk en Hoboken onderzocht. Bij hen bedroeg de excretie van 1-hydroxypyreen gemiddeld 0,11 µg/g creatinine (minimum: 0,05; maximum: 1,71). In bijgevoegde tabel worden een aantal vergelijkingswaarden gegeven uit andere landen. Het gaat hier om studies bij volwassenen zonder beroepsblootstelling.

DOORKLIK:

Tabel: Overzicht van het 1-hydroxypyreen gehalte in de urine, gemeten in verschillende studies. Het gaat hier om studies bij volwassenen zonder beroepsblootstelling.

Land	Niet-rokers		Rokers	
	Aantal deelnemers	1-hydroxypyreen (µg/g creatinine*) mediaan #	Aantal deelnemers	1-hydroxypyreen (µg/g creatinine*) mediaan #
Nederland (1)	52	0,50	38	0,54
Nederland (2)	14	0,33	28	0,98
Zweden	48	0,06	10	0,17
Turkije	15	0,46	14	0,64
Duitsland	90	0,08	49	0,23
Italië	19	0,15	22	0,25
Canada	95	0,14	45	0,23
U.S.A.	10	0,52	11	1,47
China	74	1,31	84	1,47

\* Om rekening te houden met de verdunningsgraad van de urine worden de resultaten uitgedrukt per hoeveelheid creatinine

# Mediaan = de waarde van de middelste persoon indien de waarden gerangschikt worden van laag naar hoog.

Referentie: Jongeneelen FJ. Benchmark guideline for urinary 1-hydroxypyrene as biomarker of occupational exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons. Ann Occup Hyg 2001; 45:3-13.

#### 4. Welke effecten hebben PAK's op de gezondheid?

PAK's stapelen zich niet op in het lichaam en zijn op zichzelf niet giftig. Wel worden ze vrij snel omgevormd tot schadelijke metabolieten. Deze afbraakproducten zijn zeer reactief en kunnen een verbinding aangaan met verschillende stoffen en cellen in ons lichaam.

- ❖ Kankerverwekkend. Metabolieten van PAK's kunnen in het menselijk lichaam een reactie aangaan met het DNA en daardoor kankerverwekkend zijn. PAK's worden vooral in verband gebracht met long-, blaas- en huidkanker. De meest giftige metabolieten, namelijk benzo[*a*]pyreen en benzo[*a*]anthraceen zijn door IARC (International Agency for Research on Cancer) geklasseerd als 'waarschijnlijk kankerverwekkend voor de mens' (klasse 2A).
- ❖ Hormoonverstoring. Metabolieten van PAK's kunnen in het menselijk lichaam reageren met receptoren die normaal gezien de werking van de hormonen regelen. Daardoor kunnen ze een receptor blokkeren zodat de hormonen te weinig werken of ze kunnen een receptor juist onnodig gaan stimuleren waardoor er te veel werking is. Deze hormoonversturende effecten kunnen vooral de seksuele ontwikkeling en de groei ontregelen.
- ❖ Afweersysteem. Metabolieten van PAK's kunnen in het menselijk lichaam reageren met afweersysteem. Dit kan leiden tot een verminderde weerstand tegen infecties.

#### 5. Wat kan men doen om contact met PAK's te verminderen?

- ❖ Roken en passief roken vermijden.
- ❖ Bij gegrilde, geroosterde of gebakken producten, de zwart verbrande delen niet opeten.
- ❖ Frituurvet regelmatig vervangen, vooral indien er verbrande deeltjes in voorkomen.

## PCB's

### Samenvatting

PCB's zijn chemische stoffen die vroeger gebruikt werden in transformatoren en condensatoren. Door ongelukken of vergissingen zijn ze in het milieu terechtgekomen, waar ze zich nu opstapelen omdat ze door de natuur nauwelijks worden afgebroken. Bij de mens stapelen PCB's zich op in het vetweefsel.

Bij jongeren en volwassenen komt ongeveer 90% van de PCB's in ons lichaam terecht via de voeding.

PCB's kunnen de werking van de hormonen en het afweersysteem verstoren en kunnen kanker verwekken.

Om minder blootgesteld te zijn aan PCB's kan men best zorgen voor een gevarieerde voeding. Er wordt aangeraden om dierlijke vetten zo veel mogelijk te vervangen door plantaardige vetten en om het eten van vette vis (zoals paling, zalm, haring, tonijn) te beperken.

### 1. Waar vinden we PCB's in onze omgeving?

PCB's (PolyChloorBiphenyls) zijn gechloreerde stoffen die verwant zijn aan de dioxines en sommige pesticiden.

- ❖ PCB's komen niet in de natuur voor maar worden door de mens gemaakt. Ze werden vooral gebruikt in transformatoren, condensatoren, hydraulische systemen, maar ook in verf, inkt en isolatiematerialen. De productie van PCB's in België is verboden sinds 1979. Tegen eind 2005 moeten alle bestaande producten en apparaten op een gecontroleerde manier verwijderd zijn.
- ❖ Slechte opslag, ongelukken en vergissingen met transformatorolie en andere PCB-houdende producten hebben ervoor gezorgd dat er PCB's in ons milieu terecht gekomen zijn. Deze PCB's worden zeer traag afgebroken door de natuur en blijven dus zeer lang in onze omgeving aanwezig. Ze worden opgenomen door mens en dier en opgestapeld in het vetweefsel.
- ❖ PCB's kunnen ook in de lucht vrijkomen bij verbrandingsprocessen.

### 2. Hoe komt men in contact met PCB's?

- ❖ Ongeveer 90% van de PCB's komen in ons lichaam terecht via de voeding. Enkel vetrijke voeding van dierlijke oorsprong bevat PCB's. De belangrijkste bronnen zijn vette vis (zalm,

tonijn, haring, paling), melk en melkproducten, vet vlees en producten waarin dierlijke vetten verwerkt zijn (koekjes, sausen, desserts).

- ❖ In de buurt van verbrandingsovens, crematoria en andere plaatsen waar stoffen verbrand worden, kunnen PCB's uit de lucht ingeademd worden.

### 3. Hoe kan de blootstelling aan PCB's worden gemeten?

- ❖ In onze omgeving komen 209 verschillende soorten PCB's voor, sommige in zeer kleine hoeveelheden. Om de PCB belasting van de mens te meten, wordt er gewerkt met 'merkers'. In de huidige biomonitoringsstudie worden drie PCB's gemeten, namelijk PCB138, PCB153 en PCB180. Uit vroegere studies weten we dat deze 3 PCB's ongeveer 40 tot 60% van de totale hoeveelheid PCB's in ons lichaam uitmaken en dat ze dus een goede maat of 'merker' zijn voor de totale hoeveelheid PCB's die in ons lichaam aanwezig zijn.
- ❖ In 1999 werden in de pilootstudie Milieu en Gezondheid 200 jongeren van 17-18 jaar uit Peer, Wilrijk en Hoboken onderzocht. Bij hen bedroeg het serumgehalte van de 3 merker PCB's gemiddeld 93 ng/g vet.
- ❖ In Duitsland werden in 1999 referentiewaarde voor de totale Duitse bevolking opgesteld. Als referentiewaarde wordt het 95<sup>e</sup> percentiel genomen, dit is de waarde van de 95<sup>e</sup> persoon indien de waarden van 100 mensen gerangschikt worden van laag naar hoog. De referentiewaarde voor de som van merker PCB 138, 153 en 180 in de groep van 18 tot 25 jaar bedroeg 640 ng/g vet.

Referentie: Ewers U, Krause C, Schulz C, Wilhelm M. Reference values and human biological monitoring values for environmental toxins. *Int Arch Occup Environ Health* 1999; 72:255-260.

### 4. Welke effecten hebben PCB's op de gezondheid?

- ❖ PCB's kunnen bij jongeren en volwassenen hormoonverstorende effecten hebben. Aangezien er meer dan 200 verschillende soorten PCB's bestaan, kunnen deze effecten zeer uiteenlopend zijn. Meestal gaat het om een oestrogeen effect, d.w.z. dat de werking van vrouwelijke hormonen wordt versterkt.

<p>In een groep van 200 Belgische jongeren (17-18 jaar) werd vastgesteld dat jongens met een hoog PCB gehalte in het bloed een grotere kans hadden op een tragere puberteitsontwikkeling. Er werd echter bij geen van de onderzochte jongens een 'abnormale' puberteitsontwikkeling waargenomen, enkel een vertraging die binnen de normale grenzen viel. Dit resultaat is in overeenstemming met de algemene opvatting dat PCB's een oestrogene werking hebben, maar er is zeker nog meer onderzoek nodig om deze bevindingen te bevestigen.</p>
---

Ref. Staessen JA et al. Renal function, cytogenetic measurements, and sexual development in adolescents in relation to environmental pollutants: a feasibility study of biomarkers. Lancet 2001;26:1660-9.

- ❖ PCB's kunnen bij opgroeiende kinderen en volwassenen effecten op het afweersysteem hebben. Deze effecten zijn zeer complex en worden nog volop bestudeerd, maar er wordt momenteel aangenomen dat PCB's vooral het afweersysteem zullen ontregelen wat kan leiden tot een grotere vatbaarheid voor ontstekingen (bijvoorbeeld meer oorinfecties bij jonge kinderen), maar mogelijk ook tot minder allergische reacties.
- ❖ PCB's veroorzaken kanker bij dieren en zijn geklasseerd als 'waarschijnlijk kankerverwekkend voor de mens' (groep 2A) door het Internationaal Agentschap voor Kankeronderzoek (IARC) en door het Environmental Protection Agency (EPA) van de Verenigde Staten.

#### **5. Wat kan men doen om contact met PCB's te verminderen?**

- ❖ Zorg voor afwisseling in de voeding. Indien de soort en de herkomst van vlees, vis, kip, melk en eieren genoeg varieert hebt u minder kans dat het telkens vervuild zal zijn.
- ❖ Beperk het gebruik van vette vis. Vis is een volwaardig voedingsmiddel dat thuishoort in een gezonde voeding, maar vette vis kan sterk vervuild zijn met PCB's en dioxines. Daarom raadt de Hoge Gezondheidsraad in België aan dat men niet meer dan 2 keer per week vis eet. Vooral voor zwangere vrouwen en kinderen is dit een maximum.
- ❖ PCB's komen alleen voor in dierlijke vetten. Koekjes, snoep en sausen op basis van plantaardige vetten zijn dus veilig wat betreft PCB-gehalte.

## Gechloreerde bestrijdingsmiddelen : DDT en hexachloorbenzeen

### Samenvatting

DDT en hexachloorbenzeen zijn gechloreerde bestrijdingsmiddelen die momenteel verboden zijn in België. Door veelvuldig gebruik in het verleden hebben ze zich opgestapeld in het milieu en daardoor vinden we ze terug in de voeding en in het drinkwater.

Deze gechloreerde pesticiden zijn verwant aan PCB's en dioxines en hebben vergelijkbare effecten op de gezondheid: ze kunnen de groei en hersenontwikkeling van baby's afremmen, ze werken hormoonverstrend en kunnen het afweersysteem verstoren.

### 1. Waar vinden we pesticiden in onze omgeving?

Gechloreerde pesticiden zijn stoffen die niet van nature in onze omgeving voorkomen maar door de mens aangemaakt zijn. Ze kunnen moeilijk door de natuur worden afgebroken en daarom stapelen ze zich op in het milieu en komen in de voedselketen terecht.

- ❖ **DDE** (dichlorodiphenyldichloroetaan) is een afbraakproduct van DDT, een insectenverdelger die in het verleden massaal werd gebruikt over de hele wereld. DDT is momenteel verboden in de meeste landen, waaronder België. In enkele ontwikkelingslanden is DDT nog toegelaten voor de bestrijding van malaria.

DDE is aanwezig in de lucht, in de bodem en in het water. Het wordt afgebroken door het zonlicht of door bacteriën maar het kan 2 tot 15 jaar duren voor de helft verwijderd is. DDE wordt opgenomen door planten en dieren en komt dus via het voedsel bij de mens terecht waar het wordt opgestapeld in het vetweefsel.

DDE bindt ook heel gemakkelijk aan zandkorrels en fijne stofdeeltjes. In de buurt van verbrandingsovens en stortplaatsen kan het zich op deze manier verspreiden door de wind.

- ❖ **Hexachloorbenzeen** is een schimmelwerend middel voor planten, zaden en granen. Het werd vroeger ook gebruikt voor de productie van vuurwerk, munitie en synthetisch rubber. Momenteel is het gebruik verboden maar omdat het zo moeilijk afgebroken wordt is het nog steeds in het milieu aanwezig. Hexachloorbenzeen wordt opgenomen door planten en dieren en komt dus via het voedsel bij de mens terecht. Het kan ook in kleine hoeveelheden in het drinkwater aanwezig zijn.

### 2. Hoe komt men in contact met pesticiden?

- ❖ Onze voeding kan kleine resten van pesticiden bevatten.

- DDE kan voorkomen in knolgewassen en bladgroenten, in vlees, vis en kip.
- Hexachloorbenzeen kan voorkomen in vis, melk, zuivelproducten en vlees.
- ❖ Drinkwater kan kleine resten van deze pesticiden bevatten.
- ❖ In de buurt van verbrandingsovens en stortplaatsen kan DDE dat vastzit aan fijne stofdeeltjes ingeademd worden.

### 3. Hoe kan de blootstelling aan pesticiden worden gemeten?

- ❖ DDE - een afbraakproduct van DDT - en hexachloorbenzeen kunnen worden gemeten in het bloed en geven een idee van de lichaamsbelasting van die persoon.

### 4. Welke effecten hebben pesticiden op de gezondheid?

- ❖ Hormoonverstoring. DDE wordt zowel met mannelijke als met vrouwelijke vruchtbaarheidsproblemen in verband gebracht. In landelijke regio's met een hoog gebruik van pesticiden werd vastgesteld dat het langer duurde voor koppels zwanger waren.
- ❖ Afweersysteem. Contact met pesticiden op jonge leeftijd geeft een grotere kans op het ontstaan van astma en op oorinfecties.

In een studie in Amerika werd nagegaan welke factoren het ontstaan van astma kunnen verklaren. Kinderen met DDT in het bloed hadden 3,7 maal meer kans om astma te ontwikkelen.  
Een hogere blootstelling aan gechloreerde pesticiden (p,p'-DDE, hexachloorbenzeen en dieldrin) tijdens de zwangerschap werd bij Eskimo kinderen geassocieerd met een grotere kans op middenoorinfecties.  
Refs.  
Karman W, et al. Infections and atopic disorders in childhood and organochlorine exposure. Arch Environ Health 2001;56:485-92.  
Dewailly E, et al. Susceptibility to infections and immune status in Inuit infants exposed to organochlorines. Environ Health Perspect. 2000;108:205-11.

- ❖ Kankerverwekkend. DDT en hexachloorbenzeen verwekken kanker bij dieren. DDT wordt door het Internationaal Agentschap voor Kankeronderzoek (IARC) geklasseerd als 'mogelijk kankerverwekkend voor de mens' (groep 2B) en door de Environmental Protection Agency (EPA) van de Verenigde Staten als 'waarschijnlijk kankerverwekkend voor de mens'. Hexachlorobenzeen wordt door het Internationaal Agentschap voor Kankeronderzoek (IARC) geklasseerd als 'mogelijk kankerverwekkend voor de mens' (groep 2B) en door de Environmental Protection Agency (EPA) van de Verenigde Staten als 'waarschijnlijk kankerverwekkend voor de mens'.

**5. Wat kan men doen om contact met pesticiden te verminderen?**

- ❖ Zorg voor afwisseling in de voeding. Indien de soort en de herkomst van groenten, fruit, vlees, vis, kip en melk genoeg varieert hebt u minder kans dat het telkens vervuild zal zijn.
- ❖ Was groenten en fruit zorgvuldig alvorens ze te eten.

## Lood

### Samenvatting

Lood komt vooral in ons lichaam terecht via vervuild voedsel en door het inademen van stofdeeltjes in gebieden waar in het verleden veel lood werd uitgestoten (non-ferro industrie, drukke verkeerswegen).

Langdurige blootstelling aan lood kan bloedarmoede veroorzaken, de werking van de nieren en de vruchtbaarheid verstoren. Bij kinderen kunnen lage dosissen een remmende werking hebben op de intelligentie.

Om zo weinig mogelijk bloot te staan aan lood is het belangrijk om voor een gevarieerde voeding te zorgen en om alle groenten en fruit goed te wassen. In de gebieden rond de zinksmelters wordt aangeraden om buiten zoveel mogelijk opwaaiend stof te vermijden, en ook binnen circulatie van stof te beperken.

### 1. Waar vinden we lood in onze omgeving?

Vervuiling met lood gebeurde in het verleden vooral door de non-ferro industrie (zinksmelters) en door uitstoot van loodhoudende benzine. Lood kwam ook in ons drinkwater terecht door het gebruik van loden drinkwaterleidingen.

Ondertussen zijn veel van deze problemen aangepakt, maar er is nog steeds een beperkte uitstoot van lood door de industrie en bovendien is lood, afkomstig van vroegere vervuilingen nog massaal in onze omgeving aanwezig. Door circulatie van stof en water raakt lood meer en meer verspreid en blijft het dus een belangrijk probleem voor de gezondheid van de mens.

- ❖ In de buurt van de non-ferro industrie: In sommige streken in Vlaanderen, zoals de Noorderkempen, Hoboken of Olen, werd er vroeger veel lood uitgestoten via de lucht. De verspreiding van lood gebeurde ook door zinkslakken uit de fabrieken te gebruiken om pleintjes, wegen en opritten aan te leggen. Doordat lood zich gemakkelijk bindt aan fijne stofdeeltjes is het verspreid geraakt in de omgeving, en is het nu aanwezig in de lucht, in de bodem, op groenten en planten, in het oppervlaktewater en in de huizen.
- ❖ In het verkeer: Tot 1986 werd lood algemeen gebruikt als antiklop middel in benzine. Sinds 1 januari 2000 is lood volledig verboden, maar de omgeving in de buurt van drukke verkeerswegen is nog steeds vervuild met lood. De verspreiding naar andere gebieden en naar binnenshuis gebeurt vooral via stof.
- ❖ Loden waterleidingen kunnen in oude huizen het drinkwater vervuilen.

- ❖ Loodhoudende verf kan gebruikt zijn in oude huizen, op oude meubels of oud speelgoed. Verfschilders die lood bevatten kunnen ingeademd of ingeslikt worden. Vooral bij kinderen kan dit belangrijk zijn omdat zij hun vingers veel in de mond steken en daardoor heel wat vuiltjes en stof opeten.
- ❖ Geglazuurd keramiek dat in de keuken wordt gebruikt, kan lood vrijgeven in de voeding, vooral bij zure voedingsmiddelen.

## 2. Hoe komt men in contact met lood?

- ❖ Stofdeeltjes die lood bevatten kunnen ingeademd worden.
- ❖ Water of groenten die vervuild zijn met lood kunnen opgegeten worden. Lood wordt niet opgenomen door de planten, maar in gebieden met loodvervuiling (verkeer, non ferro industrie) kunnen loodpartikels neerslaan op de groenten. Vooral bladgroenten zoals sla en spinazie kunnen, omwille van hun grote oppervlakte, veel loodhoudend stof bevatten.
- ❖ Kinderen zullen tijdens het spelen vaak hun handen in de mond steken. Hierbij kan stof of zand dat met lood vervuild is, ingeslikt worden.

## 3. Hoe kan de blootstelling aan lood worden gemeten?

- ❖ Het gehalte aan lood in het bloed geeft een beeld van de blootstelling aan lood gedurende de laatste maanden.
- ❖ Richtwaarde. De Wereldgezondheidsorganisatie (WHO) beschouwt waarden lager dan 100 µg/L als niet schadelijk voor de gezondheid. Er gaan echter stemmen op om deze richtlijn te verlagen voor kinderen en jongeren. Wetenschappers zijn namelijk bezorgd over de effecten van lood - zelfs bij concentraties lager dan 100 µg/L - op de intellectuele ontwikkeling van jonge kinderen.
- ❖ Waarden uit andere studies. Aangezien lood belangrijke gezondheidseffecten kan hebben bij kinderen en jongeren, zijn er in verschillende landen bij jongeren al heel wat metingen van lood in bloed gebeurd.

DOORCLIK NAAR TABEL:

In onderstaande tabel worden enkele studies vermeld waarbij lood in het bloed van jongeren werd gemeten. Uitsluitend studies uit de leeftijdsklasse 10 tot 18 jaar worden vermeld. Het gaat hier zowel om onderzoeken bij jongeren uit de algemene bevolking, als onderzoeken in specifieke probleemgebieden (bijvoorbeeld rond een non-ferro bedrijf). Dit wordt vermeld in de tabel.

Tabel: Overzicht van studies waarbij lood in bloed werd gemeten bij jongeren.

Plaats	Periode	Aantal personen	Leeftijd	Soort gebied / soort deelnemers	Lood (µg/L)	
					Gemiddelde	Minimum - maximum
België (1)	2003	400	8,5-12,3 j.	Regio rond non-ferro + controlegebied	Jongens: 38,2 Meisjes: 32,1	1,6-166
U.S.A. (2)	2001-02	2231	12-19 j.	Algemene bevolking	9,4	-
U.S.A. (2)	1999-00	2135	12-19 j.	Algemene bevolking	11,0	-
België (3)	1999	200	17-18 j.	Pilootstudie Milieu en Gezondheid in Peer, Hoboken en Wilrijk	22,4	2-318
Zweden (4)	1993-96	101	15-17 j.	Algemene bevolking	Jongens: 19 Meisjes: 14 (mediaan*)	3,5-171
Polen (5)	1991-94	82	12-20 j.	Regio rond non-ferro + controlegebied	99,4	-

\* mediaan = waarde van de middelste persoon indien de waarden gerangschikt worden van laag naar hoog.

(1) de Burbure C, Buchet JP, Bernard A, Leroyer A, Nisse C, Haguenoer JM, Bergamaschi E, Mutti A. Biomarkers of renal effects in children and adults with low environmental exposure to heavy metals. J Toxicol Environ Health A 2003;33(9):783-98.

(2) Centers for Disease Control and Prevention. Third National Report on Human Exposure to Environmental Chemicals. NCEH Pub. No. 05-0570, juli 2005.  
(<http://www.cdc.gov/exposurereport/3rd/pdf/thirdreport.pdf>)

(3) Staessen JA, Nawrot T, Den Hond E, Thijs L, Fagard R, Hoppenbrouwers K, Koppen G, Nelen V, Schoeters G, Vanderschueren D, Van Hecke E, Verschaeve L, Vlietinck R, Roels HA and the Environment and Health Study Group. Renal function, cytogenetic measurements and sexual development in adolescents in relation to common environmental pollutants. Lancet 2001; 357:1660-1669.

(4) Barany E, Bergdahl IA, Bratteby LE, Lundh T, Samuelson G, Skerfving S, Oskarsson A. Iron status influences trace element levels in human blood and serum. Env Res 2005; 98 : 215-33.

(5) Trzcinka-Ochocka M, Jakubowski M, Razniewska G, Halatek T, Gazewski A. The effects of environmental cadmium exposure on kidney function: the possible influence of age. Env Res 2004; 95:143-50.

#### 4. Welke effecten heeft lood op de gezondheid?

- ❖ Loodblootstelling vóór de geboorte of bij jonge kinderen kan een nadelige invloed hebben op de intelligentie en leiden tot lichte achterstand van de fijne motoriek of tot concentratiestoornissen.

In een gecombineerde analyse van 14 studies met in totaal 3599 kinderen werd vastgesteld dat een verdubbeling van de loodconcentratie in het bloed van 50 naar 100 µg/L leidt tot een daling van de IQ score met 1 tot 2 punten.  
Ref. Pocock SJ, et al. Environmental lead and children's intelligence: a systematic review of the epidemiological evidence. *BMJ* 1994;5:1189-97.

- ❖ Lood veroorzaakt bloedarmoede (anemie). Vooral bij kinderen en jongeren die volop in de groei zijn, kan dit problematisch zijn.
- ❖ Bij langdurige blootstelling aan lood kan de nierwerking verstoord worden.

De nier heeft vooral een filterfunctie. Afvalstoffen, zoals creatinine moeten door de nier worden weggefilterd en komen dus in de urine terecht.  
In een bevolkingsonderzoek in de buurt van 3 zinksmelters in de Noorderkempen stelde men vast dat personen met veel lood in hun bloed een slechtere creatinine klaring hadden: bij een stijging van de bloedloodconcentratie van 10 naar 100 µg/L daalde de creatinine klaring met 10 tot 13 ml/min.  
Ref. Staessen JA et al. Public health implications of environmental exposure to cadmium and lead: an overview of epidemiological studies in Belgium. *J Cardiovasc Risk* 1996;3:26-41.

- ❖ Vruchtbaarheidsproblemen werden vastgesteld bij mannen die via hun beroep blootgesteld zijn aan lood zoals arbeiders uit de non-ferro industrie en buschauffeurs.
- ❖ Lood is kankerverwekkend bij dieren en wordt zowel door het Internationaal Agentschap voor Kankeronderzoek (IARC) als door de Environmental Protection Agency (EPA) van de Verenigde Staten geklasseerd als 'waarschijnlijk kankerverwekkend voor de mens'.

## 5. Wat kan men doen om contact met lood te verminderen?

- ❖ Zorg voor een gevarieerde voeding. Bij een volwaardige voeding die rijk is eiwitten, calcium en ijzer zal lood minder goed worden opgenomen. Bij een voeding die rijk is aan vetten en suikers zal lood gemakkelijker worden opgenomen.
- ❖ Bij loden waterleidingen: het water eerst een halve minuut laten weglopen.
- ❖ In gebieden in de buurt van non-ferro industrie (zinksmelters) of drukke verkeersassen:
  - De bodem zoveel mogelijk beplanten of bedekken met houtschors om het opwaaien van stof te voorkomen.
  - Voeten vegen om zo weinig mogelijk stof in huis te brengen.
  - Handen wassen voor het eten. Voor kinderen is dit extra belangrijk.
  - In huis de circulatie van het stof zoveel mogelijk vermijden door een stofzuiger met een goede filter te gebruiken en door zo veel mogelijk nat te poetsen.

- Putwater of regenwater kunnen lood bevatten. Gebruik dus leidingwater om te drinken, te koken, groenten en fruit te wassen.
- Groenten en fruit extra goed wassen om alle loodhoudend stof te verwijderen.

## Cadmium

### Samenvatting

De rook van sigaretten is één van de belangrijkste bronnen van cadmium. In gebieden waar vroeger veel cadmium werd uitgestoten (non-ferro industrie, verbrandingsovens, crematoria), wordt cadmium ingeademd en komt het in lokale groenten en vlees terecht.

Cadmium kan de nierwerking verstoren, de botvorming belemmeren, de bloeddruk verhogen en longkanker veroorzaken na inademing.

Om zo weinig mogelijk bloot te staan aan cadmium is het belangrijk om niet te roken in hun buurt. In vervuilde gebieden wordt aangeraden om buiten zoveel mogelijk opwaaiend stof te vermijden, en ook binnen circulatie van stof te beperken. Voor het kweken van groenten worden best de teeltadviezen van de gemeente gevolgd.

### 1. Waar vinden we cadmium in onze omgeving?

- ❖ Eén van de belangrijkste bronnen van cadmium in onze omgeving is sigarettenrook. De roker wordt blootgesteld aan cadmium, maar ook diegene die zich in de roekomgeving bevindt.
- ❖ In sommige streken in Vlaanderen, zoals de Noorderkempen, Hoboken of Olen, is de omgeving historisch vervuild met cadmium door de uitstoot van de non-ferro industrie (zinksmelters). Bovendien leverde de fabriek cadmiumrijke zinkslakken waarmee pleintjes, wegen en opritten in de buurt werden aangelegd. Ondertussen zijn veel van deze problemen aangepakt, maar er is nog steeds uitstoot van cadmium door de industrie en bovendien blijft het cadmium uit het verleden in de omgeving aanwezig.
- ❖ Cadmium werd vroeger ook uitgestoten in de lucht door verbrandingsovens (verbranden van cadmiumbevattend afval zoals batterijen) en door crematoria.
- ❖ In tegenstelling tot lood, wordt cadmium opgenomen door planten en groenten en komt dus in onze voedselketen terecht. Vooral bladgroenten zoals sla, spinazie en selder kunnen gemakkelijk cadmium opnemen. Ook orgaanvlees (nieren, lever) van vee uit vervuilde gebieden is een bron van cadmium in onze voeding.

### 2. Hoe komt men in contact met cadmium?

- ❖ Personen die leven in een rokersomgeving zullen veel cadmium inademen.
- ❖ Voedingsproducten uit vervuilde gebieden kunnen cadmium bevatten:

- Groenten: vooral bladgroenten zoals sla, spinazie, selder
  - Vlees: vooral lever en nieren
- ❖ In de buurt van non-ferro industrie of verbrandingsovens is cadmium gebonden aan fijne stofdeeltjes. Dit vervuilde stof kan door omwonenden worden ingeademd.

### 3. Hoe kan de blootstelling aan cadmium worden gemeten?

- ❖ Cadmium in bloed is een maat voor de opname in het lichaam gedurende de laatste 3 à 4 maanden. Cadmium in urine is een maat voor levenslange blootstelling.
- ❖ Richtwaarden. Internationale organisaties geven richtwaarden voor cadmium in bloed en urine. Metingen onder deze waarden worden beschouwd als niet schadelijk voor de gezondheid.
- ✓ Richtwaarde voor cadmium in bloed = 5 µg/L
  - ✓ Richtwaarde voor cadmium in urine = 2 µg/g creatinine
- ❖ Waarden uit andere studies. In verschillende landen zijn er reeds metingen van cadmium in het bloed of de urine van jongeren gebeurd.

DOORCLIK NAAR TABEL:

In onderstaande tabel worden enkele studies vermeld waarbij cadmium bij jongeren werd gemeten. Uitsluitend studies uit de leeftijdsklasse 10 tot 18 jaar worden vermeld. Er zijn zowel studies die jongeren uit de algemene bevolking onderzoeken, als studies die in specifieke probleemgebieden (bijvoorbeeld rond een non-ferro bedrijf) meten. Dit wordt vermeld in de tabel.

Tabel: Overzicht van studies waarbij **cadmium in bloed** werd gemeten bij jongeren.

Plaats	Periode	Aantal personen	Leeftijd	Soort gebied / soort deelnemers	Cadmium (µg/L)	
					Gemiddelde	Minimum - maximum
België (1)	2003	400	8,5-12,3 j.	Regio rond non-ferro + controlegebied	0,48	0,15-2,04
U.S.A. (2)	1999-00	2135	12-19 j.	Algemene bevolking	0,33	-
België (3)	1999	200	17-18 j.	Pilootstudie Milieu en Gezondheid in Peer, Hoboken en Wilrijk	0,53	0,1-3,2
Zweden	1993-96	101	15-17 j.	Algemene bevolking	Mediaan=0,20	

(4)	Polen	1991-94	73	12-20 j.	Regio rond non-ferro + controlegebied	0,60	-
(5)							

\* mediaan = waarde van de middelste persoon indien de waarden gerangschikt worden van laag naar hoog.

Tabel: Overzicht van studies waarbij **cadmium in urine** werd gemeten bij jongeren.

Plaats	Periode	Aantal personen	Leeftijd	Soort gebied / soort deelnemers	Cadmium ( $\mu\text{g/g}$ creatinine)	
					Gemiddelde	Minimum - maximum
U.S.A. (6)	2002	159	6-17 j.	Regio rond non-ferro + controlegebied	0,08	
U.S.A. (2)	2001-02	762	12-19 j.	Algemene bevolking	0,78	-
U.S.A. (2)	1999-00	648	12-19 j.	Algemene bevolking	0,71	-
België (3)	1999	200	17-18 j.	Pilootstudie Milieu en Gezondheid in Peer, Hoboken en Wilrijk	0,17	0,02-1,05
Polen (5)	1991-94	104	12-20 j.	Regio rond non-ferro + controlegebied	0,86	-

Referenties bij tabellen:

(1) de Burbure C, Buchet JP, Bernard A, Leroyer A, Nisse C, Haguenoer JM, Bergamaschi E, Mutti A. Biomarkers of renal effects in children and adults with low environmental exposure to heavy metals. *J Toxicol Environ Health A* 2003;33(9):783-98.

(2) Centers for Disease Control and Prevention. Third National Report on Human Exposure to Environmental Chemicals. NCEH Pub. No. 05-0570, juli 2005.  
(<http://www.cdc.gov/exposurereport/3rd/pdf/thirdreport.pdf>)

(3) Staessen JA, Nawrot T, Den Hond E, Thijs L, Fagard R, Hoppenbrouwers K, Koppen G, Nelen V, Schoeters G, Vanderschueren D, Van Hecke E, Verschaeve L, Vlietinck R, Roels HA and the Environment and Health Study Group. Renal function, cytogenetic measurements and sexual development in adolescents in relation to common environmental pollutants. *Lancet* 2001; 357;1660-1669.

(4) Barany E, Bergdahl IA, Bratteby LE, Lundh T, Samuelson G, Skerfving S, Oskarsson A. Iron status influences trace element levels in human blood and serum. *Env Res* 2005; 98 : 215-33.

(5) Trzcinka-Ochocka M, Jakubowski M, Razniewska G, Halatek T, Gazewski A. The effects of environmental cadmium exposure on kidney function: the possible influence of age. *Env Res* 2004; 95:143-50.

(6) Noonan CW, Sarasua SM, Campagna D, Kathman SJ, Lybarger JA, Wueller PW. Effects of exposure to low levels of environmental cadmium on renal biomarkers. *Env Health Perspect* 2002;110:151-5.

#### 4. Welke effecten heeft cadmium op de gezondheid?

- ❖ Cadmium stapelt zich op in de nieren en kan de nierwerking verstoren.

De nier heeft vooral een filterfunctie. Nuttige stoffen, zoals eiwitten, calcium en aminozuren moeten zo veel mogelijk terug opgenomen worden in het lichaam en komen dus best niet in de urine terecht.

In een Belgische bevolkingsstudie in de buurt van 3 zinksmelters werd een verband vastgesteld tussen een hogere blootstelling aan cadmium en een verhoogd verlies van eiwitten, calcium en aminozuren in de urine. Dit wijst op een verminderde filterfunctie van de nier.

Ref. Staessen JA et al. Public health implications of environmental exposure to cadmium and lead: an overview of epidemiological studies in Belgium. J Cardiovasc Risk 1996;3:26-41.

- ❖ Cadmium zal de beenderen minder stevig maken en dit kan leiden tot osteoporose en een hogere kans op botbreuken.

In een Belgisch bevolkingsonderzoek in de buurt van 3 zinksmelters werd een verlaagde botdensiteit gevonden bij vrouwen in de menopauze die veel in contact komen met cadmium. Dit betekent waarschijnlijk dat cadmium een bijkomende risicofactor is voor het brozer worden van de beenderen bovenop reeds gekende risicofactoren zoals hormonale veranderingen na de menopauze.

In de totale studiegroep werd vastgesteld dat buurtbewoners van de zinksmelters 35% meer kans hadden op een botbreuk in vergelijking met inwoners van een controlegebied.

Een mogelijke verklaring is dat cadmium de nier beschadigt en dat calcium daardoor minder efficiënt gereabsorbeerd wordt, waardoor er een groter verlies aan calcium is en er dus minder sterkere botten worden gevormd.

Ref. Staessen JA et al. Environmental exposure to cadmium, forearm bone density, and risk of fractures: prospective population study. Lancet 1999;353:1140-44.

- ❖ Cadmium is kankerverwekkend bij dieren en wordt door het Internationaal Agentschap voor Kankeronderzoek (IARC) geklasseerd als kankerverwekkend bij de mens (groep 1) en door de Environmental Protection Agency (EPA) van de Verenigde Staten als 'waarschijnlijk kankerverwekkend bij de mens'. Langdurige blootstelling aan cadmium via de lucht kan leiden tot longkanker.

#### 5. Wat kan men doen om contact met cadmium te verminderen?

- ❖ Niet roken en zeker kinderen niet aan rook blootstellen.
- ❖ Zorg voor een gevarieerde voeding. Bij een volwaardige voeding die rijk is aan eiwitten, calcium en ijzer zal cadmium minder goed worden opgenomen. Bij een voeding die rijk is aan vetten en suikers zal meer cadmium opgenomen worden.

- ❖ In gebieden in de buurt van non-ferro industrie (zinksmelters), verbrandingsovens of crematoria:
  - Vermijden om alleen groenten uit eigen streek te eten.
  - Teeltadviezen opvolgen.
    - Veilige groenten en fruit zijn: komkommers, augurken, pompoenen en diep wortelende fruitbomen.
    - Voor andere groentesoorten is het belangrijk om de kwaliteit van de bodem te kennen (hoeveelheid cadmium, zuurtegraad, gehalte organische stoffen). Eventueel kan een milieuambtenaar of medisch milieukundige adviezen geven over de soorten groenten die kunnen gekweekt worden.
  - De bodem zoveel mogelijk beplanten of bedekken met houtschors om het opwaaien van stof te voorkomen.
  - Voeten vegen om zo weinig mogelijk stof in huis te brengen.
  - Handen wassen voor het eten. Voor kinderen is dit extra belangrijk.
  - In huis de circulatie van het stof zoveel mogelijk vermijden door een stofzuiger met een goede filter te gebruiken en door zo veel mogelijk met nat te poetsen.
  - Putwater en regenwater kunnen cadmium bevatten. Gebruik dus leidingwater om te drinken, te koken of groenten en fruit te wassen.

## Komeetest

### Waarom willen we DNA schade vaststellen?

DNA is een molecule dat alle genetische informatie van onze cellen bevat. Bij de mens wordt deze informatie verdeeld over 46 zogenaamde chromosomen. Afwijkingen van dit DNA (bijvoorbeeld door een breuk in een chromosoom of in de structuur van het DNA) kan verschillende gevolgen hebben, waaronder overerfbare aandoeningen, premature veroudering of kanker. Het is daarom belangrijk te weten welke mogelijke milieu-invloeden potentieel het DNA van onze cellen kunnen aantasten of bevolkingsgroepen met verhoogde DNA schade te identificeren. Bij humane *biomonitoring* wordt daarbij meestal gekeken naar genetische schade in witte bloedcellen. De reden is dat, althans bij de mens, bloed zowat het enige weefsel is dat op vrij eenvoudige manier kan bekomen worden en het bovendien overal in het lichaam circuleert en daarom ook in contact komt met schadelijke agentia, waar zij zich ook in het lichaam kunnen bevinden. Het aantonen van genetische afwijkingen in bloedcellen is daarom een ideale 'biomarker' om blootstelling (en mogelijk toegebrachte genetische effecten) aan zogenaamde 'genotoxische' stoffen aan te tonen.

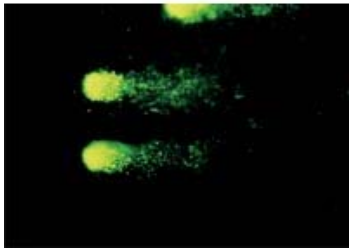
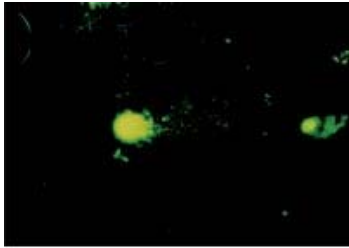
### Waarom de komeetest?

Er bestaan vele technieken om genetische schade op te sporen. De komeetest is er één van. Deze methode werd gekozen omdat het een vrij eenvoudige, weinig tijdrovende en tegelijk gevoelige methode is om schade aan het DNA aan te tonen. Het gaat wel om schade die niet noodzakelijk blijvend en dus persé gevaarlijk is. Daarom zal het aantonen van DNA schade via deze methode alleen een potentieel maar geen zéker risico aantonen.

### Hoe werkt de komeetest?

In de komeetest wordt DNA, in dit geval uit witte bloedcellen, geïsoleerd en op een microscoopglasje in agarose ingebed. Dan wordt dit glasje in een elektrisch veld gebracht. Als DNA beschadigd is ontstaan er fragmenten of losse, steeds negatief geladen, uiteinden wat betekent dat deze in de agarose naar de positieve pool van het elektrisch veld zullen migreren. Na kleuring van het DNA zal men aldus onder de microscoop voor elke cel een "DNA komeet" kunnen waarnemen waarvan de lengte en de inhoud van de komeetstaart een maat zijn voor de aanwezige DNA schade. Inderdaad zullen veel DNA fragmenten tot een belangrijke migratie leiden waardoor een behoorlijke komeetstaart wordt gevormd. Bij niet beschadigd DNA vindt men zo goed als geen DNA fragmenten of losse uiteinden en zal er geen migratie optreden. In dat geval wordt geen komeetuitzicht bekomen. Dit wordt in onderstaande figuur geïllustreerd. Bovenaan zien we DNA van een niet beschadigde cel, onderaan DNA van twee cellen die wel genetische schade hebben

opgelopen. Hier vinden we immers een vrij belangrijke 'komeetstaart'. De lengte en inhoud van de komeetstaart kan via een beeldanalysesysteem accuraat worden gemeten.



Wie gemiddeld meer cellen met dergelijke DNA schade heeft t.o.v. een controlepopulatie zal beslist niet noodzakelijk kanker ontwikkelen of een andere aandoening krijgen. Dit wijst echter wel op een verhoogde blootstelling aan genotoxische stoffen wat potentieel een risico kan betekenen en waarvoor waakzaamheid dus geboden is (vb. het achterhalen van de verontreinigende factor die voor de schade verantwoordelijk is en het in de toekomst beperken of voorkomen van de blootstelling eraan).

## Hormonen

### Wat zijn hormonen?

Het hormoonsysteem en het zenuwstelsel zijn de belangrijkste mechanismen die het lichaam gebruikt om informatie over te dragen tussen cellen en weefsels. Ze zorgen voor de regeling van een ganse reeks lichamelijke processen zoals energietoevoer, groei, voortplanting enz. Het hormoonsysteem maakt gebruik van hormonen om zijn informatie over te dragen en deze hormonen vervullen dus een soort boodschappersrol. De centrale sturing van het hormoonsysteem gebeurt via eiwithormonen ter hoogte van de hersenen en de hypofyse, gelegen juist onder de hersenen. Deze eiwithormonen worden in het bloed getransporteerd tot zij hun doelorgaan bereiken (bijv. de schildklier). Dit doelorgaan reageert via de aanmaak van een tweede type hormonen. Het zijn deze laatste die instaan voor het echte werk ter hoogte van de weefsels en het zijn ook deze hormonen die op hun beurt in de hersenen de aanmaak van de hypofyse -eiwithormonen onder controle houden. Dit systeem van sturing en terugkoppeling, vergelijkbaar met hoe een thermostaat de temperatuur in een woning regelt, kan door bepaalde milieuvervuilende stoffen worden verstoord.

## Schildklierhormonen

### Wat zijn schildklierhormonen?

TSH is een hypofysehormoon. Thyroxine (T4) en triiodothyronine (T3) zijn hormonen aangemaakt door de schildklier.

Zij regelen in het lichaam een ganse reeks processen die te maken hebben met energietoevoer en verbruik. Ze stimuleren het zuurstofverbruik en de stofwisseling (verbranding) en verhogen ook de eiwitaanmaak, wat gepaard gaat met groei. Tijdens de zwangerschap en op kinderleeftijd zijn de schildklierhormonen zeer belangrijk voor een goede ontwikkeling, vooral van de hersenen en het skelet.

### Wat wordt gemeten?

In eerste instantie werd het TSH gemeten dat ter hoogte van de hypofyse in het bloed wordt afgescheiden. T4 en T3 zijn de door de schildklier aangemaakte hormonen. Zij worden in het bloed gedeeltelijk gebonden aan eiwitten. Het FT4 en het FT3 zijn de fracties ongebonden of vrij T4 en T3 hormoon. Deze vrije fractie is het deel dat in staat is in de cellen door te dringen en dus de cellen tot actie aanmaant. Zij wordt dan ook de biologisch actieve fractie genoemd.

### **Betekenis.**

Hormoonverstoorders die in het milieu aanwezig zijn zouden de werking van de schildklier kunnen beïnvloeden, ofwel onrechtstreeks ter hoogte van de hersenen of de hypofyse, ofwel rechtstreeks ter hoogte van de schildklier. Zij zouden ook een invloed kunnen hebben op de actieve fractie in het bloed. Deze effecten zouden op hun beurt de stofwisseling kunnen beïnvloeden of, bij kinderen, de groei en de ontwikkeling.

## **Geslachtshormonen**

### **Wat zijn geslachtshormonen?**

De belangrijkste geslachtshormonen zijn de oestrogenen bij de vrouw en de androgenen bij de man. Zij worden hoofdzakelijk aangemaakt door de geslachtsklieren (eierstokken en teelballen) onder stimulans van de hypofysehormonen LH en FSH.

De oestrogenen zorgen voor de ontwikkeling van de baarmoeder, de eileiders, de vagina, en de vrouwelijke lichaamsbouw in het algemeen. Bij jongens zorgen de androgenen voor de ontwikkeling van de uitwendige geslachtsdelen (penis en teelballen) en de mannelijke lichaamsbouw in het algemeen en zijn ze onmisbaar voor de zaadproductie. Het belangrijkste oestrogeen is het oestradiol en het wordt in het lichaam aangemaakt uit het testosteron, dat het belangrijkste androgeen is bij de man. De verschillende geslachtshormonen worden dus in beide geslachten aangemaakt, en zijn in beide geslachten noodzakelijk, maar de verhoudingen zijn sterk verschillend. Meer en meer blijkt ook dat de vrouwelijke geslachtshormonen een veel belangrijkere functie hebben bij de man dan jarenlang werd aangenomen. Zo is er de belangrijke invloed op de beenderontwikkeling, en speelt het een grote rol bij de zaadproductie.

### **Wat wordt gemeten?**

In eerste instantie werd het LH gemeten dat ter hoogte van de hypofyse in het bloed wordt afgescheiden. Het testosteron en het oestradiol zijn de door de teelballen aangemaakte hormonen. Zij worden in het bloed gedeeltelijk gebonden aan eiwitten (het geslachtshormoon bindend eiwit of SHBG). Het vrije testosteron en het vrije oestradiol zijn de fracties ongebonden of vrij hormoon. Deze vrije fractie is het deel dat in staat is in de cellen door te dringen en dus de cellen tot actie aanmaant. Zij wordt dan ook de biologisch actieve fractie genoemd.

### **Betekenis.**

De productie van vrouwelijke en mannelijke geslachtshormonen verhoogt sterk tijdens de puberteit. Een verstoorde hormoonaanmaak kan leiden tot een verstoorde puberteitsontwikkeling, wat een invloed zou kunnen hebben op verschillende organen zoals het skelet of ook op de vruchtbaarheid.

**Voor meer uitleg over de hormoonverstorende werking van stoffen uit ons milieu wordt**



**verwezen naar bijgevoegde pdf-file:**

Achtergronddocument hormoonverstoring.pdf

## Ferritine

### Samenvatting

Ferritine geeft een maat voor de hoeveelheid ijzerreserve in het lichaam. Bij lage gehalten is de ijzervoorraad te klein. Een ijzertekort komt in Vlaanderen regelmatig voor. 10% van de bevolking kampt met dit probleem, vooral meisjes door bloedverlies bij de menstruatie. Door ijzerhoudende voeding kunnen de ijzervorraden aangevuld worden. Bij een ernstig ijzertekort is het best de huisarts te raadplegen. Soms is een behandeling met ijzer bevattende medicatie nodig.

Ferritine kan ook verhoogd zijn; bijvoorbeeld bij infectie of ontsteking of na een operatie. Na de acute fase herstelt de waarde zich dan vanzelf. Bij sterke verhogingen is het best de huisarts te raadplegen.

### 1. Wat is ferritine en waarvoor dient het?

Ferritine is de vorm waaronder ijzerreserves worden opgeslagen in het lichaam. Deze reserves bevinden zich in de lever, milt, beenmerg en spieren. De concentratie van ferritine in bloed is gecorreleerd met de hoeveelheid opgeslagen ijzer. De ijzer en ferritine hoeveelheid in bloed geven samen een idee over de totale hoeveelheid ijzer in het lichaam

### 2. Wanneer is ferritine verlaagd?

- ❖ Bij lage gehalten aan ferritine is de ijzervoorraad te klein. Een ijzertekort komt in Vlaanderen regelmatig voor. Tien procent van de bevolking kampt met dit probleem. Bij vrouwen is het probleem groter omwille van het bloedverlies bij de menstruatie. Jongeren hebben ook bij hun groeisprint tijdens de puberteit een grotere behoefte aan ijzer.
- ❖ Door ijzerhoudende voeding kunnen de ijzervorraden aangevuld worden. Ijzer dat vlot wordt opgenomen in het lichaam is terug te vinden in dierlijke voedingsmiddelen (vlees, vis, gevogelte,...). Ijzer in plantaardige voedingsmiddelen zoals granen, groenten en fruit wordt minder goed opgenomen. De opname van ijzer uit planten is afhankelijk van de samenstelling van de maaltijd. In aanwezigheid van o.a. spinazie, granen en thee wordt de opname bemoeilijkt. Ook calcium (in zuivelproducten) zou de opname vertragen. Vitamine C (in fruit) en dierlijk voedsel (vlees, vis en gevogelte) zouden de opname van ijzer uit planten verbeteren. Het percentage ijzer dat opgenomen wordt is ook afhankelijk van de hoeveelheid ijzer opgeslagen in het lichaam. Als de ijzerreserves laag zijn, zal de opname toenemen en de opname zal dalen als de reserves voldoende zijn.

- ❖ Soms is een behandeling met ijzerbevattende medicatie nodig. Bij een ernstig ijzertekort is het best de huisarts te raadplegen.

### **3. Wanneer is ferritine verhoogd?**

- ❖ Ferritine is een acuut fase eiwit. Dit betekent dat verhoogde waarden gevonden worden bij chronische infecties, bij ontstekingen, na een operatie, ... . Deze waarden herstellen zich na de acute fase.
- ❖ Verder is ferritine verhoogd bij ziekten die gepaard gaan met bloedafbraak en bij stoornissen in de ijzerstapeling, ....
- ❖ Bij sterke verhogingen is het best de huisarts te raadplegen.

### **4. Referentiewaarden voor ferritine**

Als referentiewaarden hanteren wij: 7-142 µg/l.

## Cholesterol en triglyceriden

### Samenvatting

Cholesterol en triglyceriden maken deel uit van de vetstofwisseling. Hoge gehalten aan cholesterol en triglyceriden zijn vaak familiaal bepaald. Triglyceriden worden sterk beïnvloed door het vetgehalte van de laatste maaltijd. Cholesterol en triglyceriden vormen wanneer ze verhoogd zijn op termijn een risico voor aderverkalking en daardoor voor hart- en vaatziekten. Lage gehalten hebben vermoedelijk geen betekenis.

### 1. Wat zijn cholesterol en triglyceriden en waarvoor dienen ze?

- ❖ Cholesterol en triglyceriden maken deel uit van de vetstofwisseling. Vetten dienen als energievoorziening voor onze lichaamsfuncties. Verder worden ze gebruikt voor de opbouw van cellen (vooral van de celwand) en worden ze opgeslagen als reserve. Cholesterol vormt de basis voor een aantal hormonen o.a. voor de geslachtshormonen en speelt een belangrijke rol bij de spijsvertering. Cholesterol wordt voor het grootste gedeelte aangemaakt door het lichaam zelf. Slechts 30% is afkomstig uit de voeding. Triglyceriden worden voornamelijk aangevoerd vanuit vetten in de voeding.
- ❖ Cholesterol en triglyceriden zijn onoplosbaar in bloed. Om toch in bloed te kunnen circuleren moeten zij gebonden worden aan wateroplosbare eiwitten.
- ❖ Binding van cholesterol aan transporteiwitten vormt 2 soorten transportpakketten: HDL en LDL (deze afkortingen staan voor High Density Lipoproteïns en Low Density Lipoproteïns). HDL beschermt tegen hart- en vaatziekten, LDL vormt een risico factor voor hart- en vaatziekten. Bij de meting van cholesterol in dit onderzoek werden beide vormen samen gemeten.

### 2. Wanneer zijn cholesterol en triglyceriden verhoogd?

- ❖ Cholesterol- en triglyceridegehalten zijn vaak familiaal bepaald.
- ❖ Triglyceriden worden sterk beïnvloed door het vetgehalte van de laatste maaltijd.
- ❖ Cholesterol en triglyceriden vormen wanneer ze verhoogd zijn op termijn een risico voor aderverkalking en daardoor voor hart- en vaatziekten; vooral hartinfarct en beroerte. Dit risico is goed gekend voor volwassenen maar kan zich al beginnen op te bouwen op jongere leeftijd. Ook bij het onderzoek van jongeren in 1999 had 13,5% een verhoogd cholesterol gehalte.

### **3. Wanneer zijn cholesterol en triglyceriden verlaagd?**

- ❖ Verlaagde gehalten aan cholesterol en triglyceriden zijn vermoedelijk van weinig betekenis. Daarom werd geen ondergrens voor cholesterol en triglyceriden gehanteerd.
- ❖ Voor triglyceriden is het gehalte maaltijdafhankelijk.

### **4. Referentiewaarden voor cholesterol en triglyceriden**

Als referentiewaarden hanteren wij :

- ❖ Cholesterol: < 190 mg/dl
- ❖ Triglyceriden: < 180 mg/dl

Deze waarden vormen eerder de grens voor een gunstige of optimale waarde. Waarden die erboven liggen zijn minder gunstig voor het risico op hart- en vaatziekten.