



STEUNPUNT MILIEU EN GEZONDHEID DEELSTUDIE BIJ VOLWASSENEN

Achtergrondinformatie bij de metingen in bloed en urine

Deze documenten geven achtergrondinformatie bij de metingen die werden uitgevoerd in bloed en urine van volwassenen 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 beduidende 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'*.
Voor cholesterol en triglyceriden worden **richtwaarden** gegeven. Waarden die hoger liggen betekenen een hoger risico op hart- en vaatziekten.
Voor PSA en CEA worden eveneens **richtwaarden** gegeven. Waarden die hoger liggen betekenen een hoger risico op een tumor.
Voor ferritine wordt 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 menopauze vertraging van

enkele weken. Bovendien is de individuele gezondheid multifactorieel. Factoren zoals genetische aanleg, levensstijl, ... 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. 6-8:	PAK's
Blz. 9-11:	Dioxines
Blz. 12-13:	PCB's
Blz. 14-15:	Gechloreerde bestrijdingsmiddelen: DDE en hexachloorbenzeen
Blz. 16-18:	Lood
Blz. 19-21:	Cadmium

EFFECTMERKERS EN KLINISCHE PARAMETERS

Blz. 22-23:	Merkers voor cardiovasculair risico
Blz. 24-26:	Merkers voor DNA schade
Blz. 27-30:	Tumormerkers
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, ... Het kan ook een natuurlijke oorsprong hebben; het wordt bijvoorbeeld gevormd bij bosbranden, vulkaanuitbarstingen, ... 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, ...) 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, ...;
- ❖ in de buurt van de petrochemische en chemische industrie, alsook bij benzinestations;
- ❖ 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 detergenten, lijmen, verf, ...
- ❖ Sigarettenrook is een belangrijke bron van benzeen.
- ❖ Buitenshuis is het verkeer een voorname 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 en detergents.
- ❖ In de buurt van stortplaatsen en huisvuilverbrandingsovens vindt men eveneens benzeen in de lucht.

Bij grote uitstoot van benzeen in de lucht kan het 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.
- ❖ De referentiewaarde voor t,t-muconzuur bij arbeiders die blootgesteld werden aan industriële chemicaliën is 0,5 mg/g creatinine.

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 gebruik van speciale maskers, 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, ... 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 (metabolieten). Deze metabolieten hebben kankerverwekkende en hormoonverstorende eigenschappen en kunnen het afweersysteem ontregelen.

De metabolieten 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 giftigste 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 uitlaatgassen van auto's;
 - ✓ PAK's worden gevormd bij afvalverbranding, o.a. bij vuurtjes in tuinen;
 - ✓ PAK's komen vrij bij bosbranden en vulkaanuitbarstingen.
- ❖ 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, ... 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 whisky 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 ander 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.
- ❖ De referentiewaarde voor 1-hydroxypyreen bij arbeiders die blootgesteld werden aan industriële chemicaliën is 2 µg/g creatinine

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

PAK's stapelen zich niet op in het lichaam en zijn op zich 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 soorten PAK's, namelijk benzo[*a*]pyreen en benzo[*a*]anthraceen, zijn door IARC (International Agency for Research on Cancer) afzonderlijk geklasseerd als 'waarschijnlijk kankerverwekkend voor de mens' (klasse 2A). Bij mengsels is het effect mogelijk groter dan bij aparte componenten.
- ❖ 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 hormoonverstorende effecten kunnen vooral de vruchtbaarheid 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.
- ❖ Blootstelling aan verkeer beperken. Inademen van lucht in tunnels en parkeergarages beperken (toevoer van buitenlucht in de wagen afsluiten).

Dioxines

Samenvatting

Dioxines ontstaan als ongewenst nevenproduct in processen waarin een verbranding plaats heeft. Ze kunnen ontstaan bij natuurlijke processen zoals vulkaanuitbarstingen, maar ze worden vooral gevormd door menselijke activiteiten. Het zijn vetoplosbare stoffen die voornamelijk via de voedselketen in het menselijk lichaam kunnen terechtkomen en daar persistent aanwezig blijven.

Chronische blootstelling aan dioxines wordt geassocieerd met immuunverstoringen, defecten van de neurale ontwikkeling, verstoringen in de hormoonhuishouding en vruchtbaarheid. Ze worden ook als kankerverwekkend beschouwd.

De activiteit van dioxines kan gemeten worden via de Calux test[®]. Deze activiteit is een maat voor het toxisch potentieel van de stof.

1. Waar vinden we dioxines in onze omgeving?

- ❖ Dioxines worden niet geproduceerd voor commerciële doeleinden; ze ontstaan als ongewenst nevenproduct, vooral door onvolledige verbranding. Bijvoorbeeld:
 - ✓ Ze ontstaan in houtkachels en bij het verbranden van afval in de tuin. Volgens recente cijfers van OVAM (Openbare Vlaamse Afvalstoffenmaatschappij) is het aandeel van "een vuurtje stoken in de tuin" niet minder dan 25 %.
 - ✓ Industriële verbranding produceert dioxines, bijvoorbeeld in hoogovens in de staalindustrie, recyclage-installaties voor non-ferrometalen, thermische elektriciteitscentrales, afvalverbrandingsovens en cementovens.
 - ✓ In het autoverkeer worden dioxines uitgestoten.
 - ✓ Ze kunnen het resultaat zijn van natuurlijke processen: bosbranden en vulkaanuitbarstingen.
 - ✓ Ze zijn aanwezig in sigaren- en sigarettenrook.
 - ✓ Verouderde installaties met slechte verbrandingsvoorwaarden veroorzaken een hogere dioxineconcentratie in de rookgassen.
- ❖ Ook oude sedimenten en ander organisch materiaal op de bodem van oceanen en rivieren bevatten vaak dioxines.
- ❖ Bij het bleken van papier en de productie van pesticiden kunnen ook dioxines ontstaan als nevenproduct.

- ❖ Dioxines zijn over de hele wereld terug te vinden in allerlei media, lucht, bodem, water, sedimenten en voedsel. In deze laatste categorie zijn vooral zuivelproducten, vlees, vis en schaaldieren een voorname bron.

2. Hoe komt men in contact met dioxines?

- ❖ Dioxines komen voornamelijk in bodem en water terecht via de atmosfeer. Ze zetten zich daar vast op minuscule stofdeeltjes. De blootstelling via de bodem gebeurt dan door huidcontact en het opeten van bodemdeeltjes.
- ❖ Ongeveer 90% van de dioxines komen in ons lichaam terecht via de voeding. Enkel vetrijke voeding van dierlijke oorsprong bevat dioxines. De belangrijkste bronnen zijn vette vis (zalm, tonijn, haring, paling), melk en melkproducten, vet vlees en producten waarin dierlijke vetten verwerkt zijn (koekjes, sauzen, desserts).
- ❖ In de buurt van plaatsen waar verbranding plaats vindt, kunnen dioxines in de lucht aanwezig zijn en ingeademd worden.

3. Hoe kan de blootstelling aan dioxines worden gemeten?

Dioxines en dioxine-achtige stoffen worden in het bloed gemeten met de Calux test[®]. De Calux test[®] weerspiegelt de activiteit van de dioxine-achtige stoffen in het bloedserum. De dioxine-achtige stoffen worden uit het serumvet geëxtraheerd en vervolgens aan genetisch gemodificeerde rat levercellen in het laboratorium toegevoegd. De cellen geven een meetbaar lichtsignaal nadat stoffen met dioxine activiteit binden op de aryl hydrocarbon (Ah) receptor binnenin de levercel. Dit signaal ontstaat omdat er via deze binding een eiwit, luciferase, wordt geactiveerd in de cel dat afkomstig is van vuurvliegjes en in actieve toestand licht produceert. De bindingscapaciteit van de dioxines en dus de hoeveelheid geproduceerd licht kan in direct verband gebracht worden met het toxisch potentieel van de stof. De lichtproductie van het meest toxische dioxine (tetrachloro-p-dioxine of 2,3,7,8 TCDD) wordt als referentie gebruikt. De resultaten van deze test worden uitgedrukt in toxiciteitsequivalenten (TEQ) van 2,3,7,8 TCDD.

4. Welke effecten hebben dioxines op de gezondheid?

- ❖ Een korte maar intense blootstelling aan dioxines kan resulteren in huidaandoeningen zoals chlooracne en het verschijnen van donkere vlekken op de huid. Ook stoornissen van de lever werden gerapporteerd.
- ❖ Een lange termijn blootstelling wordt gerelateerd aan verstoringen van het immuunsysteem, het ontwikkelend zenuwstelsel, de hormoonhuishouding en de vruchtbaarheid.
- ❖ Proefdierstudies wijzen op een verhoogd risico op kanker van de zachte weefsels na chronische blootstelling. Epidemiologische waarnemingen wijzen op een stijging van het totaal risico op kanker bij de mens. 2, 3, 7, 8-TCDD wordt door het Internationaal

Agentschap voor Kankeronderzoek (IARC) geklasseerd als kankerverwekkend bij de mens (groep 1).

- ❖ De gemiddelde blootstelling van de algemene bevolking wordt geraamd op 1 pg TEQ/kg lichaamsgewicht/dag.

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

- ❖ In de late jaren negentig werd vastgesteld dat de blootstelling aan dioxines, afkomstig van menselijke activiteiten, afneemt. Dit is hoofdzakelijk te danken aan een verbeterde verbrandingstechnologie. Dank zij het invoeren van gepaste filters stoten de Vlaamse afvalverbrandingovens nu veel (wel honderd maal) minder dioxines uit dan vroeger.
- ❖ In de chemische industrie is diepgaand onderzoek gedaan naar de vorming van zeer kleine hoeveelheden dioxines bij ongewenste nevenreacties in welbepaalde productieprocessen. Dioxines die daar ontstaan komen niet in het milieu terecht. Ze worden volledig vernietigd in speciaal daarvoor uitgeruste verwerkingsinstallaties.
- ❖ Zorg voor afwisseling in de voeding. Indien de soort en de herkomst van vlees, vis, kip, melk en eieren genoeg variëren, 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 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

Samenvatting

PCB's zijn chemische stoffen die vroeger gebruikt werden in transformatoren en condensatoren. Door ongelukken, vergissingen of illegale lozingen 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 de mens komen ongeveer 90% van de PCB's in het 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 (PolyChloorBifenylen) zijn gechloreerde stoffen die verwant zijn aan de dioxines en sommige pesticiden.

- ❖ PCB's zijn geen natuurlijke producten maar worden door de mens gesynthetiseerd. 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. Eind 2005 moesten alle bestaande producten en apparaten op een gecontroleerde manier verwijderd zijn. Uitzonderlijke gevallen mogen nog tot 2010 gebruik maken van dergelijke installaties.
- ❖ Slechte opslag, ongelukken en vergissingen, en illegaal storten of illegaal lozen van 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, sauzen, desserts).

- ❖ In de buurt van plaatsen waar verbranding plaatsvindt, kunnen PCB's in de lucht aanwezig zijn en 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.

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

- ❖ PCB's kunnen 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.
- ❖ 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, maar mogelijk ook tot minder allergische reacties.
- ❖ PCB's veroorzaken kanker bij proefdieren 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 variëren, 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 sauzen 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 hormoonverstorend, zijn kankerverwekkend 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 worden moeilijk door de natuur afgebroken en daarom stapelen ze zich op in het milieu en komen zo in de voedselketen terecht.

❖ **DDE** (DichloroDifenyldichloroEthaan) is een afbraakproduct van DDT (DichloroDifenyldichloroEthaan), een insectenverdelger die in het verleden over de hele wereld massaal werd gebruikt. 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 stortplaatsen of op plaatsen waar er verbranding plaatsvindt, kan DDE zich vastzetten op fijne stofdeeltjes en ingeademd worden.

3. Hoe kan de blootstelling aan pesticiden worden gemeten?

- ❖ DDT, DDE (= een afbraakproduct van DDT) en hexachloorbenzeen kunnen rechtstreeks 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.
- ❖ Kankerverwekkend: DDT en hexachloorbenzeen verwekken kanker bij proefdieren. 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'.

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. Hiermee kunt u het pesticidengehalte aanzienlijk doen afnemen.

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 van de zenuwbanen en de vruchtbaarheid verstoren. Lood heeft vermoedelijk kankerverwekkende eigenschappen. Bij kinderen kunnen lage dosissen een remmende werking hebben op de ontwikkeling van het zenuwstelsel en de intelligentie.

Om zo weinig mogelijk blootgesteld te worden 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 de 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 dit 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. Verfshilfers 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. Toch zijn er aanwijzingen dat er ook bij lagere concentraties in zekere mate schadelijke effecten op het zenuwstelsel optreden.

4. Welke effecten heeft lood op de gezondheid?

- ❖ Loodblootstelling vóór de geboorte of bij jonge kinderen kan een nadelige invloed hebben op de ontwikkeling van het zenuwstelsel en de intelligentie en leiden tot lichte achterstand van de fijne motoriek of tot concentratiestoornissen.
- ❖ Lood veroorzaakt bloedarmoede (anemie). Het verstoort de synthese van hemoglobine.
- ❖ Lood verstoort de werking van de zenuwbanen
- ❖ 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 proefdieren 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 aan 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 (bij actief of passief roken) 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 vervuilde gebieden wordt aangeraden om buiten zoveel mogelijk opwaaiend stof te vermijden, en ook binnen de 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 rookomgeving bevindt.
- ❖ In sommige streken in Vlaanderen, zoals de Noorderkempen en Hoboken, 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 vervuild 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

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. In een recente studie in de Noorderkempen werd vastgesteld dat er bij een hogere lichaamsbelasting aan cadmium (die nochtans beneden de richtwaarde blijft) een hoger risico is voor het ontwikkelen van longkanker (Ref. Nawrot et al. Environmental exposure to cadmium and risk of cancer: a prospective population-based study. Lancet Oncol. 2006;7:119-26.)

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.

Merkers voor cardiovasculair risico

Bepaalde hart- en vaatziekten komen veel voor in Vlaanderen. Ze veroorzaken voortijdige sterfte, chronische invaliditeit en een hoge kost aan de gezondheidszorg. De oorzaak ervan is complex en heeft te maken met leefgewoonten (roken van tabak, onvoldoende lichaamsbeweging en een onevenwichtig voedingspatroon), verontreiniging van het leefmilieu en met diverse risicofactoren (o.a. verhoogde bloeddruk, verhoogd cholesterolgehalte in het bloed, suikerziekte en overgewicht). Resultaten van wetenschappelijk onderzoek wijzen er op dat de verdikking van de vaatwand van de slagaders (atherosclerose), die aan de basis ligt van deze hart- en vaatziekten, ook te maken heeft met een ontstekingsreactie. Deze ontsteking is dan wel niet van het soort dat we kennen bij een tandontsteking of een galblaasontsteking maar is "in mineur". We voelen er niets van. Het verloopt "silentius", sluimerend maar op lange termijn brengt het wel ernstige schade toe. Er is daarenboven een vermoeden dat zeer fijne stofpartikels tot in de bloedbaan terecht komen en op die manier tot ontstekingsreacties kunnen leiden. Wetenschappers zijn op dit moment nog volop op zoek naar goede "merkers" van dit sluimerend ontstekingsproces.

hs-CRP

CRP (C-Reactive Protein) is een goede kandidaat-merker: CRP is een eiwit dat bij ontsteking in hogere concentratie in het bloed kan worden gemeten. Met betrekking tot de ontsteking die met hart- en vaatziekten zou gepaard gaan, zoeken we niet naar CRP-concentraties, zoals die tot op heden in de kliniek gebruikt worden om "echte" ontstekingen op te sporen, maar wel naar een lichte verhoging van CRP die tot heden nog als "normaal" beschouwd werd; daarom spreken we ook van een "high sensitivity (hs)" CRP-bepaling .

Wat is de betekenis van de *hs*-CRP concentratie in bloed?

Alles onder de 10 mg/L bloed wordt in de kliniek tot heden als "normaal " aanzien. Maar binnen deze "normale" grenzen zou het toch kunnen dat bijv. 3 mg/liter beter is dan 8 mg/L.

Mensen met een waarde boven 10 mg/L hadden op het moment van de bloedafname waarschijnlijk een "echte" ontsteking. Dit geeft echter geen informatie over welk soort ontsteking. CRP zal zowel stijgen bij een ernstige bronchitis als bij bvb. een darmontsteking. In dit geval is de gemeten waarde niet bruikbaar om het cardiovasculair risico in te schatten.

De concentraties kunnen als volgt geïnterpreteerd worden:

- concentratie onder 1 mg/L: deze concentratie wijst op een lager cardiovasculair risico dan gemiddeld.
- concentratie tussen 1-3 mg/L: deze concentratie komt overeen met een gemiddeld risico

- concentratie tussen 3-10 mg/L: deze concentratie wijst op een verhoogd risico. Verhoogd betekent hier 2 maal hoger dan laag.

Wat bepaalt dat één individu 3 mg/L heeft en een ander 8 mg/L?

Wellicht spelen erfelijke factoren een rol. Omgevingsfactoren spelen zeker een rol: rokers hebben een hoger *hs*-CRP concentratie dan niet-rokers. Met deze studie wensen we juist uit te maken welke andere omgevingsfactoren in het milieu een duidelijk effect hebben.

Interleukine-6

IL-6 of interleukine-6 is een andere merker van ontsteking die evenwel in de kliniek tot heden veel minder frequent is gebruikt dan CRP. Het is zeker geen routine test maar zou als merker van "discrete" ontsteking in het domein van hart- en vaatziekten toch nuttig kunnen zijn.

Wat is de betekenis van IL-6?

IL-6 is één van de 13 interleukines. Dit is een groep van eiwitten die voornamelijk door witte bloedcellen aangemaakt worden, als reactie op een aantal stimuli (bijv. een infectie, een wondje,...). Hun naam hebben ze te danken aan hun rol bij de communicatie tussen leukocyten (witte bloedcellen): interleukines geven signalen door tussen cellen onderling.

Een hoge concentratie van IL-6 in het bloed kan wijzen op een ontstekingsreactie: dit is meestal een hevige, maar tegelijkertijd kortstondige reactie van ons lichaam op een bepaalde stimulus (een infectie, een wondje, ...). Soms blijft zo'n ontstekingsreactie langer duren: dit kan leiden tot een chronische ontsteking, die op zijn beurt het ontstaan van andere ziekten (bijv. kanker) kan bevorderen.

Een infectie of weefselbeschadiging (een wonde) start een complexe reactie in het lichaam (de ontstekingsreactie). Via dit systeem zorgt het lichaam voor een onmiddellijke bescherming op de plaats van de infectie of de wonde zelf. De reactie van het lichaam kan beperkt blijven tot deze stap, maar vaak zorgen stoffen die vrijkomen op de plaats van de ontsteking voor een waterval van reacties, niet alleen op de plaats van de infectie, maar even goed op andere plaatsen in het lichaam: deze fase heet de "acute fase respons". Deze respons kunnen we zelf merken: we krijgen koorts. Interleukines staan mee aan het begin van deze waterval aan reacties.

Een IL-6 waarde boven 9.7 pg/mL wijst op een "echte" ontsteking en is niet bruikbaar om het cardiovasculair risico in te schatten .

Merkers voor DNA schade

Waarom willen we DNA schade vaststellen?

DNA is een molecule die alle erfelijke informatie bevat. Bij de mens zit dit DNA in de cellen in de genen die liggen op de 46 chromosomen. Fouten in het DNA kunnen verschillende gevolgen hebben, waaronder overerfbare aandoeningen, premature veroudering of kanker. Het is daarom belangrijk te weten welke milieu-invloeden het DNA van onze cellen kunnen aantasten of welke bevolkingsgroepen meer DNA schade vertonen. DNA zit in elke cel.

Bij *biomonitoring* in de mens kijken we naar DNA schade in (witte) bloedcellen. De reden is dat bloed op een vrij eenvoudige manier kan bekomen worden en dat het bovendien overal in het lichaam circuleert en daarom ook in contact komt met schadelijke stoffen. Het aantonen van DNA schade in bloedcellen is daarom een ideale 'biomarker' om blootstelling (en mogelijk toegebrachte schade) aan zogenaamde 'genotoxische' stoffen aan te tonen. Er bestaan vele technieken om genetische schade op te sporen. In de huidige biomonitoringscampagne worden 2 testen uitgevoerd op bloed om de DNA schade te meten, namelijk de komeetttest en de micronucleustest.

Daarnaast meten we ook 8-deoxy-hydroxy-guanosine of 8-DHG in de urine. Deze stof is een maat voor de hoeveelheid herstelde oxidatieve schade in het lichaam.

Komeetttest

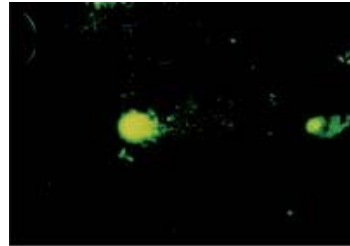
Waarom de komeetttest?

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 om schade die niet noodzakelijk blijvend en dus niet persé gevaarlijk is. Wel is het zo dat schade nooit met een 100 % nauwkeurigheid kan hersteld worden en er dus altijd een (zeer kleine) kans op mutaties is. Daarom zal het aantonen van DNA schade via deze methode alleen een potentieel maar geen zéker risico aantonen.

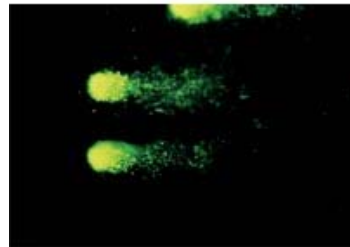
Hoe werkt de komeetttest?

In de komeetttest wordt DNA, in dit geval uit witte bloedcellen, geïsoleerd en in een gel op glaasje gebracht. Vervolgens wordt de gel onder een elektrische spanning gebracht. De DNA fragmenten zijn steeds negatief geladen, wat betekent dat ze in de gel naar de positieve pool van het elektrisch veld zullen migreren. Als DNA beschadigd is, ontstaan er meer fragmenten of losse uiteinden. Deze losse stukje zijn lichter en zullen dus sneller migreren. Na kleuring van het DNA kan men onder de microscoop voor elke cel een 'DNA komeet' zien. Indien er veel korte, beschadigde DNA fragmenten voorkomen, zullen zij een behoorlijke komeetstaart vormen. De lengte en inhoud van de

komeetstaart kunnen via een automatische beeldanalysesystemen zeer nauwkeurig worden gemeten. Het resultaat van de komeetttest geeft aan hoeveel % van het DNA zich in de komeetstaart bevindt. Bij niet beschadigd DNA vindt men zo goed als geen DNA fragmenten of losse uiteinden en zal er weinig of geen afzonderlijke 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 is een aanzienlijke 'komeetstaart' zichtbaar.



*DNA van niet beschadigde cel:
er migreren zo goed als geen
losse fragmenten*



*DNA van 2 beschadigde cellen:
er migreren losse fragmenten
die een komeetstaart vormen*

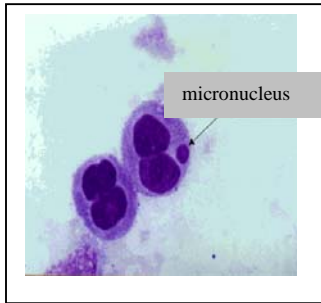
Wie gemiddeld meer cellen met dergelijke DNA schade heeft t.o.v. een controlepopulatie zal niet noodzakelijk kanker ontwikkelen of een andere aandoening krijgen. Dit wijst echter wel op een verhoogde blootstelling aan genotoxische stoffen wat potentieel een risico kan betekenen en waarvoor waakzaamheid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

Micronucleustest

Waarom de micronucleustest?

De micronucleustest is snel en eenvoudig. Deze testmethode is een 'klassiek' gevalideerde en door officiële instanties erkende test. Uit studies is gebleken dat de aanwezigheid van micronuclei, aangetoond met deze test, effectief een verhoogd risico op kanker inhoudt.

Hoe werkt de micronucleustest?



De cellen in ons lichaam ondergaan een proces van celdeling. Hierbij wordt een nieuwe identieke cel gevormd uit de oorspronkelijke cel. Chromosomen of chromosoomfragmenten die omwille van opgelopen schade niet meer deelnemen aan het normale delingsproces kunnen ingesloten worden in zogenaamde microkernen. Een verhoogde frequentie van microkernen t.o.v. de controlepopulatie geeft dus een idee over het chromosombrekend vermogen van de milieupolluenten per regio, en tevens over het vermogen ervan om numerieke chromosoomafwijkingen te induceren.

8-DHG (8-deoxy-hydroxy-guanosine)

Wat is 8-deoxy-hydroxy-guanosine?

8-deoxy-hydroxy-guanosine is een biomarker voor oxidatieve stress. De molecule 8-deoxy-hydroxy-guanosine wordt gevormd wanneer actieve vormen van zuurstof DNA beschadigen. De oxidatieve schade wordt hersteld door intracellulaire mechanismen. Dit resulteert in wateroplosbare 8-deoxy-hydroxy-guanosine-moleculen die via de urine uit het lichaam verwijderd worden. De concentratie van 8-deoxy-hydroxy-guanosine in urine blijkt een gevoelige maat te zijn voor de graad van oxidatieve beschadiging van het DNA. Verhoogde waarden voor 8-deoxy-hydroxy-guanosine zijn een indicatie dat er maatregelen getroffen moeten worden om de oxidatieve stress in te dijken. Blootstelling aan toxische verbindingen en stresstoestanden kunnen bijdragen aan toegenomen oxidatieve stress.

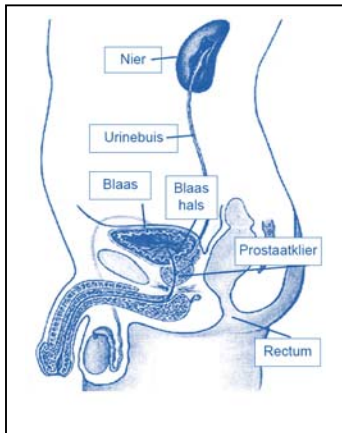
Tumormerkers

Prostaat Specifiek Antgeen (PSA)

Samenvatting

Het Prostaat Specifiek Antigeen (PSA) wordt gevormd in het klierweefsel van de prostaat. Bij het ouder worden kan het PSA-gehalte in het bloed stijgen omdat de prostaat vergroot. Meestal gaat het om een goedaardige vergroting. PSA is echter ook verhoogd bij prostaatkanker. Een verlaagd gehalte aan PSA is van weinig betekenis.

Wat is Prostaat Specifiek Antigen en waarvoor dient het?



Het Prostaat Specifiek Antigeen (PSA) is een eiwit dat normaal in geringe mate in het bloed van de gezonde man aanwezig is. Het wordt gevormd in het klierweefsel van de prostaat, zowel in een gezonde als in een zieke prostaat. Het is waarschijnlijk een maat voor activiteit van bepaalde delen van het prostaatweefsel, maar het is nog niet duidelijk waardoor de verschillende PSA-waarden worden veroorzaakt.

Wanneer is Prostaat Specifiek Antigen verhoogd?

- ❖ Bij het ouder worden kan het PSA-gehalte in het bloed stijgen omdat de prostaat meestal in volume toeneemt bij het verouderen. Het gaat dan om een goedaardige vergroting.
- ❖ PSA is momenteel de belangrijkste substantie in het bloed om prostaatkanker vast te stellen. Sinds de ontdekking van PSA in 1971 is het aantal vroeg ontdekte prostaatkankers fors gestegen. Het is echter zo dat lang niet iedere verhoging ook gepaard gaat met kanker. Ook bij ontsteking of goedaardige vergroting kan het PSA gehalte verhoogd zijn. Recent onderzoek heeft verder aangetoond dat de meeste prostaattumoren erg langzaam groeien. Hierdoor stijgt het PSA-gehalte slechts langzaam. Behandeling is daarom niet steeds onmiddellijk nodig; actieve opvolging wel.

Wanneer is Prostaat Specifiek Antigen verlaagd?

Een verlaagd gehalte aan PSA is van weinig betekenis. Daarom werd geen ondergrens voor PSA gehanteerd.

Referentiewaarden voor Prostaat Specifiek Antigen

Als referentiewaarde hanteren wij: < 4 µg/L.

Een verhoogd gehalte is een aanwijzing, maar beslist geen bewijs voor het bestaan van prostaatcancer. Dat komt omdat het gehalte aan PSA niet alleen afhankelijk is van de leeftijd van de man, maar ook van de grootte van de prostaat op het moment van de meting. Bewijs voor het bestaan van prostaatcancer wordt meestal slechts geleverd door een punctie in de prostaat.

Carcino-Embryonaal Antigen

Samenvatting

Tijdens het foetale leven zijn er significante hoeveelheden CEA aanwezig in het serum. Bij de geboorte daalt de concentratie van CEA en vanaf dan zullen slechts kleine fracties detecteerbaar blijven.

Bij de ontwikkeling van een tumor in een van de organen waar CEA embryonaal voorkomt, zowel goed- als kwaadaardig, kunnen de serumniveaus van CEA stijgen. Een verlaagd gehalte aan CEA is vermoedelijk van weinig betekenis.

Wat is Carcino-Embryonaal Antigen en waarvoor dient het?

Carcino-Embryonaal Antigen (CEA) komt voor op het celoppervlak van de darm-, lever- en pancreascel en is een oncofoetaal antigen. Embryonaal wijst op voorkomen bij de ontwikkelende foetus en onco- wil zeggen dat CEA wordt geproduceerd door sommige tumoren. Tijdens het foetale leven zijn er significante hoeveelheden CEA aanwezig in het serum. Bij de geboorte daalt de concentratie van CEA en vanaf dan zullen slechts kleine fracties detecteerbaar blijven.

Wanneer is CEA verhoogd?

- ❖ Bij de ontwikkeling van een tumor in een van de organen waar CEA embryonaal voorkomt, zowel goed- als kwaadaardig, kunnen de serumniveaus van CEA stijgen. CEA-bepaling in bloedserum wordt vaak toegepast als hulpmiddel bij de diagnostiek van dikke darm en lever-tumoren.
- ❖ CEA wordt via de lever geëlimineerd, dus gestegen hoeveelheden kunnen ook wijzen op een lever-probleem.
- ❖ Bij gezonde rokers werden verhoogde CEA-niveaus vastgesteld.
- ❖ Het CEA-gehalte verschilt tussen mannen en vrouwen.

Wanneer is CEA verlaagd?

Een verlaagd gehalte aan CEA is vermoedelijk van weinig betekenis. Daarom werd geen ondergrens voor CEA gehanteerd.

Referentiewaarden voor CEA

In een gezonde populatie varieert de hoeveelheid CEA in serum tussen 0 en 3,5 ng/ml. Rokers hebben hogere waarden dan niet-rokers.

Celrijpingsmerker: p53

Samenvatting

Het eiwit p53 wordt geproduceerd door het p53 gen, soms ook het 'Zelfmoord gen' genoemd, dat celdeling reguleert. Bij schade aan het DNA in de cel neemt de intracellulaire concentratie van p53 eiwit toe en wordt de celdeling geremd en kan ook een geprogrammeerde "zelfmoord" van de cel in gang gezet worden. Als p53 niet meer naar behoren functioneert, door mutatie, kan de cel onbeperkt delen en zich ongecontroleerd vermenigvuldigen, met een tumor tot gevolg. Het normale p53 eiwit heeft slechts een korte levensduur en komt nagenoeg niet voor in het bloed. De stijging van p53-eiwit in het bloed is meestal het gevolg van de aanwezigheid, in vele cellen, van een P53 gen dat een mutatie heeft ondergaan, niet meer degelijk kan functioneren om de groei van een tumor te onderdrukken, maar een veel langere levensduur heeft en aldus in het bloed kan terecht komen.

Wat is p53 en waarvoor dient het?

Het eiwit p53 wordt geproduceerd door het p53 gen dat de celdeling regelt. Als tumor-onderdrukker gen houdt het p53 gen de celgroei onder controle en wordt daarom soms ook 'Beschermer van ons Genoom' genoemd. Indien er een fout optreedt in het DNA van de cel, of indien de cel geïnfecteerd wordt met een virus, stopt het p53 gen het verdere delingsproces van de beschadigde cel zodat de mutatie niet verder doorgegeven kan worden. Dit gebeurt door de groei van de cel te stoppen of de cel zelfmoord te laten plegen.

Als p53 zelf niet meer naar behoren functioneert, door een fout in dit gen zelf, valt deze verdediging weg en kan de cel onbeperkt delen en zich ongecontroleerd vermenigvuldigen, met mogelijk een tumor tot gevolg.

Wanneer is p53 verhoogd?

- ❖ Het p53 gehalte wordt in de geneeskunde tot nu toe niet gebruikt als kankermerker voor het opsporen van kanker. Er is dan ook geen "normale" waarde bekend.

- ❖ Het p53-gehalte heeft een prognostische waarde bij (gevorderde) gevallen van kanker. Borstkankerpatiënten die nadat ze een borstamputatie ondergaan hebben, hoge p53-gehalten meten in het serum, hebben een grotere kans op hervallen dan vrouwen met een laag p53-gehalte.
- ❖ De stijging van p53 in het bloed is een teken dat p53 een mutatie heeft ondergaan. Daardoor kan het niet degelijk functioneren om de groei van een tumor te onderdrukken. Waarschijnlijk zijn hogere p53 waarden in het serum geassocieerd met een enigszins verhoogd risico op kanker.

Wanneer is p53 verlaagd?

Het normale p53 is in zeer lage hoeveelheid aanwezig in serum. Een verlaagd gehalte aan p53 is vermoedelijk van weinig betekenis. Daarom werd geen ondergrens voor p53 gehanteerd.

Referentiewaarden voor p53

Er is op dit ogenblik geen referentiewaarde voor klinisch gebruik van p53 beschikbaar.

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 vrouwen 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.
- ❖ 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 bloedaafbraak en bij stoornissen in de ijzerstapeling, ...
- ❖ Bij sterke verhogingen is het best de huisarts te raadplegen.

4. Referentiewaarden voor ferritine

Als referentiewaarde hanteren wij:

- 22-322 µg/L voor mannen;
- 10-291 µg/L voor vrouwen.

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 Lipoproteins en Low Density Lipoproteins). 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; voornamelijk hartinfarct en beroerte.

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.