

# kwik en methyلكwik

## Zware metalen

### Indicator voor:

---

kwik (Hg, CAS: 7439-97-6)

Metallisch kwik wordt in een aantal huishoudelijke producten gebruikt, zoals barometers, thermometers en kwikdamplampen (oa TL-buizen, spaarlampen en fluorescerende lampen). In de geneeskunde worden kwikverbindingen gebruikt als bewaarmiddel voor medicatie (oa thimerosal) of topische ontsmettingsmiddel (oa merbromin). (EPA)

### Productievolume:

---

Laag productievolume (Duitsland en Finland) (ECB)

### Wetgevend kader:

---

2010:

Emissiegrenswaarden voor kwik en kwikverbindingen uit afvalverbrandingsinstallaties en voor lozing van afvalwater voor reiniging van afgassen. (Richtlijn 2010/75/EU)

2009:

Migratielimiten voor kwik in speelgoed (Richtlijn 2009/48/EC)

2008:

Norm voor landoppervlaktewateren (Richtlijn 2008/105/EC)  
Streefwaarde voor kwik in bodem en grondwater (VLAREBO 2008)

2006:

kwaliteit schelpdierwater (Richtlijn 2006/113/EG)  
bescherming grondwater (Richtlijn 2006/118/EG)  
levensmiddelenadditieven (Richtlijn 2006/129/EG, Richtlijn 2006/33/EG)  
verontreiniging aquatisch milieu (Richtlijn 2006/11/EG)  
maximumgehalten verontreinigingen in levensmiddelen (Verordening

1881/2006)

2005:

ongewenste stoffen in diervoeding (Richtlijn 2005/8/EG)

2004:

luchtkwaliteit (Richtlijn 2004/107/EG)

2002:

bepanking bepaalde gevaarlijke stoffen in elektrisch en elektronische apparatuur (Richtlijn 2002/95/EG)

2000:

verbranding van afval (Richtlijn 200/76/EG)

1996:

# kwik en methyلكwik

## Zware metalen

samenstelling cosmetische producten (Richtlijn 96/45/EG)

Classificatie

GHS:

H330: fataal bij inademing

H360: kan schadelijk zijn voor vruchtbaarheid of het ongeboren kind

H372: veroorzaakt schade aan organen bij langdurige of herhaalde blootstelling

H410: zeer toxisch voor aquatische ecosystemen met langdurige effecten.



### Verwachte blootstellingswegen naar de mens:

---

Inademing, voeding (vooral vetrijke vis) en tandvullingen (ATSDR, 1999)

### (Hoog) blootgestelde groep:

---

Personen met een visrijk dieet.

### Gevoelige groep

---

Prenatale periode en jonge kinderen zijn zeer gevoelig (Landrigan et al., 2004).

### Verwachte gezondheidseffecten:

---

Neurotoxisch o.b.v. studies bij kinderen (NRC, 2000; Rice et al., 2003; Debes et al., 2006; Counter and Buchanan, 2004; van Wijngaarden et al., 2006)

Mogelijk carcinogeen (IARC, groep 2B)

Schade aan longen en nieren o.b.v. humaan onderzoek (Cardenas et al., 2003; Counter and Buchanan, 2004 )

Cardiovasculaire aandoeningen o.b.v. humaan onderzoek (Stern, 2005)

Oogirritatie en allergische reacties (HSDB)

# kwik en methyلكwik

## Zware metalen

### Laagste niveau waarbij schadelijke effecten waargenomen werden:

Hg-conc. >10-20 ppm in haar van de moeder: 5% verhoogd risico op neurologische effecten (WHO, 1990)

Hg-conc >70 ppm in haar van de moeder: 30% verhoogd risico op neurologische effecten. (WHO, 1990)

BMDL (Lower confidence bounds of 5 % benchmark doses) navelstrengbloed: 58 µg/L (National Academy of Sciences, 2000)

Pichichero (2002) beschouwd een 29 µg/l in navelstrengbloed als een 'veilige' concentratie.

### Geschatte externe blootstelling (dagelijkse inname)

Op basis van GEMS regionaal dieet lag de gemiddelde blootstelling aan totaal kwik tussen 0,3 en 1,1 µg/kg bw/week. (JECFA, 1999) De range voor hoge blootstelling lag tussen 0,4 en 2,2 µg/kg bw/week.

De WHO (1990) schat de inname van methyلكwik uit alle mogelijke bronnen op 2,41 µg/dag.

Op basis van SCOOP data (scientific co-operation on questions relating to food): gemiddelde nationale blootstelling aan totale kwik voor de lidstaten ligt tussen <0,1 en 1,6 µg/kg bw/week. (EFSA, 2004) Voor België rapporteert de SCOOP studie een gemiddelde van 2,78 µg/dag voor personen tussen 14 en 18 jaar (DG Health & Consumer Protection, 2004). Voor België zijn deze resultaten zeer fragmentair, gezien slechts voor 3 voedingscategorieën gerapporteerd werd. Bierkens et al. (2006) baseren zich op orale blootstellingsgegevens van Nederland (2 µg/dag (Council of Europe, 1994), 3-4 µg/dag voor 1987-1988 en 0,98 µg/dag in 1985 (CCRX, 1993)) en het Verenigd Koninkrijk (3,1 µg/dag (MAFF, 1999)) om rekening houdend met het bodembestemmingstype (I natuur, II landbouw, III wonen, IV recreatie, V industrie) te komen tot volgende blootstelling voor Vlaanderen:

Type II: 35,5 ng/kg bw/dag

Type III: 41,9 ng/kg bw/dag

Type IV en V: 43 ng/kg bw/dag

De inhalatoire blootstelling in Vlaanderen wordt geschat op 0,64 ng/kg bw/dag (VMM, 2001)

### Richtwaarden voor externe/interne blootstelling:

#### Externe blootstelling

PTWI Hg: 0,005 mg/kg lichaamsgewicht (JECFA, 2006)

PTWI MeHg: 0,0016 mg/kg lichaamsgewicht (JECFA, 2006)

WHO advieswaarde luchtkwaliteit: 1 µg/m<sup>3</sup> (anorganisch kwik)

# kwik en methyلكwik

## Zware metalen

RfD orale inname MeHg: 0,01 µg/kg/dag (EPA)  
RfD orale inname HgCl<sub>2</sub>: 0,3 µg/kg.dag (EPA-IRIS, 1995)

NRC PTWI MeHg: 0,7 µg/kg (EFSA, 2004)  
IRIS fD non-cancer risk: 0,0001 mg/kg/dag  
EPA drinkwater standaard: 2 µg/L

Drinkwaternorm Vlaanderen kwik: 1,0 µg/L (Vlaamse Regering, 2002)

### Interne blootstelling:

Moedermelk: 3,5 µg/L (Abadin et al., 1997)  
RfD navelstrengbloed: 5,8 µg/L (NRC, 2000)

### Beroepsblootstelling (uit mengstalenrapport)

#### OSHA standaarden

Permissible Exposure limit (PEL): 8-hr Time-Weighted Avg: 0,01 mg/m<sup>3</sup> organo alkyl kwik, 0,1 mg/m<sup>3</sup> voor andere kwikverbindingen  
Permissible Exposure limit (PEL): acceptable ceiling concentration: 0,04 mg/m<sup>3</sup> organo alkyl kwik

#### Threshold Limit Values

8-hr Time-Weighted Avg: 0,01 mg/m<sup>3</sup>  
15 min Short term Exposure Limit (STEL): 0,03 mg/m<sup>3</sup> voor huid, Hg en alkyl compounds

#### NIOSH aanbevelingen

10-hr time-weighted Avg (TWA): 0,01 mg/m<sup>3</sup> voor organo alkyl kwik, 0,05mg/m<sup>3</sup> voor andere kwikverbindingen  
15 min Short term Exposure Limit (STEL): 0,03 mg/m<sup>3</sup> voor organo alkyl kwik  
Een concentratie van 2mg/m<sup>3</sup> organo alkyl kwik is acuut gevaarlijk, of 10mg/m<sup>3</sup> andere kwikverbindingen

#### EPA/IRIS

Reference Concentration for Chronic Inhalation Exposure (RfC) voor elementair Hg: 300 ng/m<sup>3</sup>

Gebaseerd op humane inhalatie studies in werknemers: LOAEL= 25 µg/m<sup>3</sup> (komt overeen met bloed Hg concentratie 10-12 µg/l) (aangepast voor 24hr, 7d per week bedraagt de LOAEL<sub>adj</sub> = 9 µg/m<sup>3</sup>)

Kritisch effect: beven van hand, geheugenverlies, aantoonbare subjectieve en objectieve verstoring van autonomie

# kwik en methyلكwik

## Zware metalen

Arbeidersblootstelling:

België (8u-TWA): 0,025 mg/m<sup>3</sup> (anorganisch en metallisch kwik; opname via huid, slijmvliezen en ogen vormt belangrijk deel van de opname) (KB, 2002)

### Geschatte veiligheidsmarge t.o.v. LOEL of TDI:

voor sommige lidstaten ligt de geschatte blootstelling aan totaal kwik zeer dicht bij de PWTI voor MeHg (EFSA, 2004), vooral indien veel roofvissen worden gegeten.

OPMERKING: Geschatte blootstelling obv SCOOP data kan voor sommige landen resulteren in een overschatting van de werkelijke blootstelling, vooral wanneer de geconsumeerde vis slechts lage Hg-gehalten bevat (EFSA, 2004).

### Persistentie (halfwaardetijd in de mens):

Methyلكwik in bloed: 50 dagen (Bjornberg et al, 2003; Stern en Smith, 2003)

Kwik in urine: 1-3 maanden

### Perinatale blootstelling (placenta/moedermelk):

Kan door de placentabarière en komt terecht in moedermelk

### Matrix:

Invasief: serum (Hg), bloed (rode bloedcellen: MeHg en Hg), hersenen (MeHg), nieren (MeHg), vruchtwater

Niet-invasief: moedermelk, haar, urine, feces, navelstrengbloed, placenta

Hg in het bloed reflecteert vroegere blootstelling en recente blootstelling, Hg in haar en urine weerspiegelt Hg in het bloed en de mate van blootstelling (Budtz-Jorgensen et al., 2004), totaal Hg (THg) in urine is een goede proxy voor anorganische Hg (iHg) blootstelling, THg in volledig bloed als proxy voor MeHg geeft een overschatting van MeHg blootstelling. THg in haar en urine zijn een goede proxy voor MeHg blootstelling (Berglund et al., 2005).

In urine is er bewijs dat in echte stalen er systematisch te lage waarden gerapporteerd worden met verschillende gangbare analysemethoden, wat wellicht veroorzaakt wordt door de matrix. De exacte oorzaak is niet achterhaald. (Taylor et al., 2009)

### Benodigd volume voor chemische analyse:

Haar: totaal kwik: 100 mg

# kwik en methyلكwik

## Zware metalen

Urine: totaal kwik: 10 ml

### Detectielimiet:

---

Moedermelk: 0,14 µg/L

Bloed: totaal kwik: 10 µg/kg bloed (met AAS methode), 2,5 µg/kg bloed (met CV-AFS methode),

Methyلكwik: 0,01-50 µg/kg bloed

Haar: totaal kwik: 10 µg/kg haar (met AAS methode), 2,5 µg/kg haar (CV-AFS methode)

Urine: totaal kwik: 0,04µg/l

### Gevalideerde biomarker:

---

Internationale ringtesten op serumstalen en urinestalen worden georganiseerd.

Standaard protocols zijn beschikbaar .

VUB: ringtest (urine occupationeel niveau met ICP-MS)

### Aanbevolen doelgroepen en matrix:

---

Volwassenen: individuele urinestalen

Bevallen moeders: individuele haarstalen

Adolescenten: individuele haarstalen, individuele urinestalen

### Vergelijkende metingen:

---

Reeds gemeten waarden in Vlaanderen:

; <sup>1</sup> uit ECB (2003); <sup>2</sup> Koppen et al., 2001; <sup>3</sup> Steunpunt Milieu & Gezondheid, 2006; <sup>4</sup> Hoet et al. (2013); <sup>6</sup> FLEHS II Baeyens et al. (2014)

Reeds gemeten waarden in Vlaanderen:

# kwik en methyلكwik

## Zware metalen

Leeftijdsgroep	geslacht	matrix		waarde	jaar
pasgeborenen		navelstrengbloed	THg	1,18 µg/l	'02-'04 <sup>1</sup>
			MeHg	1,08 µg/l	
pasgeborenen		navelstrengbloed	THg	1,3 µg/l	'02-'04 <sup>1</sup>
			MeHg	1,27 µg/l	
pasgeborenen		navelstrengbloed	THg	0,62 µg/l	'02-'04 <sup>1</sup>
			MeHg	0,4 µg/l	
pasgeborenen		navelstrengbloed	THg	0,74 µg/l	'02-'04 <sup>1</sup>
			MeHg	0,61 µg/l	
pasgeborenen		navelstrengbloed	THg	2,67 µg/l	'02-'04 <sup>1</sup>
			MeHg	2,16 µg/l	
pasgeborenen		navelstrengbloed	THg	1,92 µg/l	'02-'04 <sup>1</sup>
			MeHg	1,16 µg/l	
pasgeborenen		navelstrengbloed	THg	1,42 µg/l	'02-'04 <sup>1</sup>
			MeHg	0,86 µg/l	
pasgeborenen		navelstrengbloed	THg	1,03 µg/l	'02-'04 <sup>1</sup>
			MeHg	0,85 µg/l	
14-15	m/v	bloed	THg	0,29 µg/l	'03-'04 <sup>1</sup>
			MeHg	0,25 µg/l	
14-15	m/v	bloed	THg	0,27 µg/l	'03-'04 <sup>1</sup>
			MeHg	0,21 µg/l	
14-15	m/v	bloed	THg	0,22 µg/l	'03-'04 <sup>1</sup>
			MeHg	0,2 µg/l	
14-15	m/v	bloed	THg	0,23 µg/l	'03-'04 <sup>1</sup>
			MeHg	0,23 µg/l	
14-15	m/v	bloed	THg	0,6 µg/l	'03-'04 <sup>1</sup>
			MeHg	0,53 µg/l	
14-15	m/v	bloed	THg	0,53 µg/l	'03-'04 <sup>1</sup>
			MeHg	0,48 µg/l	
14-15	m/v	bloed	THg	0,65 µg/l	'03-'04 <sup>1</sup>
			MeHg	0,6 µg/l	
14-15	m/v	bloed	THg	0,29 µg/l	'03-'04 <sup>1</sup>
			MeHg	0,27 µg/l	
50-65	m/v	bloed	THg	2,25 µg/l	'04-'05 <sup>1</sup>
			MeHg	2,12 µg/l	
50-65	m/v	bloed	THg	1,68 µg/l	'04-'05 <sup>1</sup>
			MeHg	1,09 µg/l	
50-65	m/v	bloed	THg	1,12 µg/l	'04-'05 <sup>1</sup>
			MeHg	0,86 µg/l	



# kwik en methyلكwik

## Zware metalen

Leeftijdsgroep	geslacht	matrix		waarde	jaar
50-65	m/v	bloed	THg	1,49 µg/l	'04-'05 <sup>1</sup>
			MeHg	1,08 µg/l	
50-65	m/v	bloed	THg	2,2 µg/l	'04-'05 <sup>1</sup>
			MeHg	1,95 µg/l	
50-65	m/v	bloed	THg	2,04 µg/l	'04-'05 <sup>1</sup>
			MeHg	1,32 µg/l	
50-65	m/v	bloed	THg	1,94 µg/l	'04-'05 <sup>1</sup>
			MeHg	1,31 µg/l	
50-65	m/v	bloed	THg	1,29 µg/l	'04-'05 <sup>1</sup>
			MeHg	0,89 µg/l	
18-80	v	urine	THg	0,382 µg/l	2011 <sup>2</sup>

<sup>a</sup> Belgische waarden

<sup>1</sup>Van Den Heuvel et al., 2007, <sup>2</sup> Hoet et al., 2013

Internationale vergelijking:

leeftijdsgroep	geslacht	matrix		waarde	jaar	land
pasgeborenen		navelstrengbl	MeHg	22,5 <sup>a</sup> µg/L	'86-'87	Faroe Is,1
moeders	v	vruchtwater	iHg	0,29 µg/L	1990	Faroe Is.
moeders	v	vruchtwater	iHg	0,86 µg/L	1990	Faroe Is.
moeders	v	moedermelk	THg	1,9 µg/L	1990	<sup>5</sup>
moeders	v	vruchtwater	iHg	0,29 µg/L	1990	<sup>5</sup>
moeders	v	vruchtwater	iHg	0,86 µg/L	1990	<sup>5</sup>
moeders	v	bloed	THg	4,48 µg/L	1990	<sup>5</sup>
pasgeborenen		bloed	THg	3,28 µg/L	1990	<sup>5</sup>
40-78	m	bloed	THg	2,55 <sup>a</sup> µg/L	1990	USA <sup>1</sup>
40-78	m	bloed	iHg	0,54 <sup>a</sup> µg/L	1990	USA <sup>1</sup>
7		bloed	MeHg	9 <sup>a</sup> µg/L	'93-'94	Faroe Is,1
<7		bloed	THg	2,15 <sup>a</sup> ppb	1994	USA <sup>1</sup>
7-19		bloed	THg	1,39 <sup>a</sup> ppb	1994	USA <sup>1</sup>
20-39		bloed	THg	2,63 <sup>a</sup> ppb	1994	USA <sup>1</sup>
40-59		bloed	THg	4,45 <sup>a</sup> ppb	1994	USA <sup>1</sup>
>60		bloed	THg	4,3 <sup>a</sup> ppb	1994	USA <sup>1</sup>
33	m/v	bloed	THg	0,78 <sup>b</sup> µg/L	'96-'98	Tsjechië <sup>1</sup>
9,9		bloed	THg	0,46 <sup>b</sup> µg/L	'96-'98	Tsjechië <sup>1</sup>
18-69		bloed	THg	0,58 <sup>a</sup> µg/L	1998	Duitsland <sup>1</sup>





# kwik en methyلكwik

## Zware metalen

leeftijdsgroep	geslacht	matrix		waarde	jaar	land
moeders	v	moedermelk	Hg	0,37 <sup>b</sup> µg/L	1998	Duitsland <sup>3</sup>
pasgeborenen		navelstrengbl	MeHg	1,3 <sup>b</sup> µg/L	'96-'99	Zweden <sup>1</sup>
pasgeborenen		navelstrengbl	iHg	0,15 <sup>b</sup> µg/L	'96-'99	Zweden <sup>1</sup>
29	v	moedermelk	Hg	1,59 µg/L	1999	Oostenrijk <sup>4</sup>
1-5	m/v	bloed	THg	0,343 µg/L	'99-'00	USA <sup>1</sup>
16-49	v	bloed	THg	1,02 µg/L	'99-'00	USA <sup>1</sup>
2 maanden		bloed	THg	4,9 <sup>a</sup> ppb	2000	USA <sup>1</sup>
2 maanden		bloed	THg	8,2 <sup>a</sup> ppb	2000	USA <sup>1</sup>
6 maanden		bloed	THg	<LOD	2000	USA <sup>1</sup>
6 maanden		bloed	THg	5,15 <sup>a</sup> ppb	2000	USA <sup>1</sup>
14		bloed	MeHg	4,08 <sup>a</sup> µg/L	'00-'01	Faroe is, <sup>1</sup>
19-45	v	bloed	MeHg	1,7 <sup>b</sup> µg/L	2001	Zweden <sup>1</sup>
19-45	v	bloed	iHg	0,24 <sup>b</sup> µg/L	2001	Zweden <sup>1</sup>
24-37	v	bloed	MeHg	0,45 <sup>b</sup> µg/L	2001	Zweden <sup>1</sup>
24-37	v	bloed	iHg	0,09 <sup>b</sup> µg/L	2001	Zweden <sup>1</sup>
pasgeborenen		navelstrengbl	MeHg	0,99 <sup>b</sup> µg/L	2001	Zweden <sup>1</sup>
pasgeborenen		Navelstrengbl	iHg	0,09 <sup>b</sup> µg/L	2001	Zweden <sup>1</sup>
4 dagen		Bloed	MeHg	1,1 <sup>b</sup> µg/L	2001	Zweden <sup>1</sup>
13 weken		Bloed	MeHg	0,38 <sup>b</sup> µg/L	2001	Zweden <sup>1</sup>
13 weken		bloed	iHg	0,05 <sup>b</sup> µg/L	2001	Zweden <sup>1</sup>
1-5	m/v	bloed	THg	0,318 µg/L	'01-'02	USA <sup>1</sup>
16-59	v	bloed	THg	0,833 µg/L	'01-'02	USA <sup>1</sup>
15-58	m	bloed	Hg	0,78 <sup>a</sup> µg/L	'01-'03	Tsjechië <sup>1</sup>
15-58	v	bloed	Hg	0,94 <sup>a</sup> µg/L	'01-'03	Tsjechië <sup>1</sup>
8-10	m/v	bloed	Hg	0,43 <sup>a</sup> µg/L	'01-'03	Tsjechië <sup>1</sup>
28-60	m/v	bloed	THg	2,2 <sup>a</sup> µg/L	2003	Zweden <sup>1</sup>



# kwik en methyلكwik

## Zware metalen

leeftijdsgroep	geslacht	matrix		waarde	jaar	land
28-60	m/v	bloed	MeHg	1,8 <sup>a</sup> µg/L	2003	Zweden <sup>1</sup>
28-60	m/v	bloed	iHg	0,35 <sup>a</sup> µg/L	2003	Zweden <sup>1</sup>
moeders	v	moedermelk	Hg	0,94 µg/kg	<2005	Slovakije <sup>2</sup>
1-5	m/v	blood	THg	0,262 µg/l	11-'12	USA <sup>5</sup>
6-11	m/v	blood	THg	0,330 µg/l	11-'12	USA <sup>5</sup>
12-19	m/v	blood	THg	0,411 µg/l	11-'12	USA <sup>5</sup>
>20	m/v	blood	THg	0,863 µg/l	11-'12	USA <sup>5</sup>
6-11	m/v	blood	MeHg	0,209 µg/l	11-'12	USA <sup>5</sup>
12-19	m/v	blood	MeHg	0,276 µg/l	11-'12	USA <sup>5</sup>
>20	m/v	blood	MeHg	0,624 µg/l	11-'12	USA <sup>5</sup>
6-11	m/v	urine	THg	0,241 µg/l	11-'12	USA <sup>5</sup>
12-19	m/v	urine	THg	0,257 µg/l	11-'12	USA <sup>5</sup>
>20	m/v	urine	THg	0,346 µg/l	11-'12	USA <sup>5</sup>
3-14	m/v	blood	THg	0,2 µg/l <sup>b</sup>	2009	Duitsland <sup>6</sup>
3-14	m/v	urine	THg	<0,1 µg/l <sup>b</sup>	2009	Duitsland <sup>6</sup>

<sup>a</sup> rekenkundig gemiddelde; <sup>b</sup> mediaanwaarde

<sup>1</sup> uit Van Den Heuvel et al., 2007; <sup>2</sup> Ursinyova & Masanova, 2005; <sup>3</sup> Drasch et al., 1998; <sup>4</sup> Gundacker et al., 2002; <sup>5</sup> Klemann et al., 1990; <sup>6</sup> Centers for Disease control and Prevention (CDC), 2015; <sup>6</sup> Schulz et al., 2009

### Referenties

Abadin, H.G., Hibbs, B.F. & H.R. Pohl (1997) Breast-feeding exposure of infants to cadmium, lead and mercury: a public health viewpoint. *Toxicol. Ind. Health* 13(4): 495-517.

ATSDR (1999) *Toxicological profile for mercury*. U.S. Department of Health and Human Services <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp46.html>

Berglund, M., Lind, B., Bjornberg, K. A., Palm, B., Einarsson, O., and Vahter, M. (2005). Inter-individual variations of human mercury exposure biomarkers: a cross-sectional assessment. *Environ Health* 4, 20.

Bierkens, J., B. De Raeymaecker, C. Cornelis, J. Nouwen, J. Provoost, R. Hooghe, S. Verbeiren (2006) VOORSTEL VOOR HERZIENING BODEMSANERINGSNORMEN VOOR KWIK Eindrapport

Björnberg, K. A., Vahter, M., Petersson-Grawe, K., Glynn, A., Cnattingius, S., Darnerud, P. O., Atuma, S., Aune, M., Becker, W., and Berglund et, a. (2003). Methyl mercury and inorganic mercury in Swedish pregnant women and in cord blood: influence of fish consumption. *Environmental Health Perspectives* 111, 637.

Budtz-Jorgensen, E., Grandjean, P., Jorgensen, P. J., Weihe, P., and Keiding, N. (2004). Association between mercury concentrations in blood and hair in methylmercury-exposed subjects at different ages. *Environmental Research* 95, 385.

Cardenas, A., Roels, H., Bernard, A. M., Barbon, R., Buchet, J. P., Lauwerys, R. R., Rosello, J., Hotter, G., Mutti, A., and Franchini et, a. (1993). Markers of early renal changes induced by industrial pollutants. I. Application to workers exposed to mercury vapour. *British Journal Of Industrial Medicine* 50, 17.

CCRX (1993). Kwik in milieu en voeding in Nederland 1993. Coördinatie-Commissie voor de metingen van Radioactiviteit en Xenobiotische stoffen, Bilthoven, Nederland.

Centers for Disease control and Prevention (CDC). (2015). Fourth National Report on Human Exposure to Environmental Chemicals, updated tables 2015.

Council of Europe (1994). Lead, cadmium and mercury in food: assessment of dietary intakes and summary of heavy metal limits of foodstuffs. Council of Europe Press, Strasbourg, Frankrijk. In: Baars et al., 2001.

Counter, S. A., and Buchanan, L. H. (2004). Mercury exposure in children: a review. *Toxicology and Applied Pharmacology* 198, 209.

# kwik en methyلكwik

## Zware metalen

Debes, F., Budtz-Jorgensen, E., Weihe, P., White, R. F., and Grandjean, P. (2006). Impact of prenatal methylmercury exposure on neurobehavioral function at age 14[no-break space]years. *Neurotoxicology and Teratology* 28, 536.

Drasch, G., Aigner, S., Rieder, G., Staiger, F. & G. Lipowsky (1998) Mercury in human colostrum and early breast milk. Its dependence on dental amalgam and other factors. *J. Trace Elem. Med. Biol.* 12(1): 23-27.

European Chemicals Bureau: <http://ecb.jrc.it/esis/>

EFSA (2004) Opinion of the Scientific Panel on Contaminants in the food Chain on a request from the Commission related to mercury and methylmercury in food (Request N° EFSA-Q-2003-030). *The EFSA Journal* 34: 1-14.

EPA (U.S. Environmental Protection Agency) Mercury <http://www.epa.gov/mercury/>

EPA/IRIS (Environmental Protection Agency and Integrated Risk Information System) Methylmercury (<http://toxnet.nlm.nih.gov/cgi-bin/sis/htmlgen?IRIS>) Mercury elemental (<http://www.epa.gov/iris/subst/0370.htm#refinhal>)

Gundacker, C., Pietschnig, B., Wittmann, K.J., Lischka, A., Salzer, H., Hohenauer, L. & E. Schuster (2002) Lead and mercury in breast milk. *Pediatrics* 110(5): 873-878.

Hoet, P., Jacquerye, C., Deumer, G., Lison, D., & Haufroid, V. (2013). Reference values and upper reference limits for 26 trace elements in the urine of adults living in Belgium. *Clinical Chemistry and Laboratory Medicine*, 51(4), 839–849.

HSDB (Hazardous Substances Data Bank). Methylmercury. <http://toxnet.nlm.nih.gov/cgi-bin/sis/htmlgen?HSDB>

JECFA (1999) Evaluation of certain food additives and contaminants. Fifty-third report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. WHO Technical Report Series 896: 87-93. World Health Organisation, Geneva.

JECFA (2006) Summary of Evaluations Performed by the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA 1956-2005)

KB (2002) Koninklijk Besluit van 11 maart 2002 betreffende de bescherming van de gezondheid en de veiligheid van de werknemers tegen de risico's van chemische agentia op het werk. (B.S. 14,3,2002, Ed. 2; erratum: B.S. 26,6,2002, Ed. 2)

Klemann, D., Weinhold, J., Strubelt, O., Pentz, R., Jungblut, J.R. & F. Klink (1990) Effects of amalgam fillings on the mercury concentrations in amniotic fluid and breast milk. *Dtsch Zahnartztl. Z.* 454(3): 142-145.

Landrigan, P.J., Kimmel, C.A., Correa, A. & B. Eskenazi (2004) Children's health and the environment: public health issues and challenges for risk assessment. *Environmental Health Perspectives* 112(2): 257-265.

MAFF, 1999. Joint Food safety and standards group, Food Standards Agency, Food surveillance information sheet, Maff UK – 1997 Totale diet study – aluminium, arsenic, cadmium, chromium, copper, lead, mercury, nickel, selenium, tin and zinc, number 191, November 1999.

NRC (National Research Council) (2000) Toxicologic effects of methylmercury. Washington (DC): National Academy of Sciences.

OSHA (Occupational Safety and Health Administration)  
<http://www.osha.gov/index.html>

Pichichero, M. E., Cernichiari, E., Lopreiato, J., and Treanor, J. (2002). Mercury concentrations and metabolism in infants receiving vaccines containing thiomersal: a descriptive study. *The Lancet* 360, 1737.

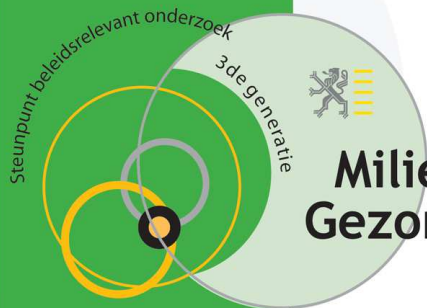
Rice, D. C., Schoeny, R., and Mahaffey, K. (2003). Methods and rationale for derivation of a reference dose for methylmercury by the U.S. EPA. *Risk Analysis: An Official Publication Of The Society For Risk Analysis* 23, 107.

Schulz, C., Angerer, J., Ewers, U., Heudorf, U., & Wilhelm, M. (2009). Revised and new reference values for environmental pollutants in urine or blood of children in Germany derived from the German environmental survey on children 2003-2006 (GerES IV). *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 212(6), 637-47.

Stern, A. H. (2005). A review of the studies of the cardiovascular health effects of methylmercury with consideration of their suitability for risk assessment. *Environmental Research* 98, 133.

Ursinyova, M. & V. Masanova (2005) Cadmium, lead and mercury in human milk from Slovakia. *Food Addit. Contam.* 22(6): 579-589.

Taylor, A., Jones, A. R. L., Leblanc, A. A., Mazarrasa, O., Patrick, A. M. L. A., & A. M. P. A. J. W. (2009). Instability of mercury in specimens of human urine for external quality assessment, 461-466.



# kwik en methykwik

## Zware metalen

Van Den Heuvel, R., Baeyens, W., Den Hond, E., Colles, A., Koppen, G. & G. Schoeters (2007) Biomerker metingen in mengstalen van Vlaams Humaan Biomonitoringsprogramma Milieu & Gezondheid (2002-2006). Vito-rapport 2007/TOX/R/022

van Wijngaarden, E., Beck, C., Shamlaye, C. F., Cernichiari, E., Davidson, P. W., Myers, G. J., and Clarkson, T. W. (2006). Benchmark concentrations for methyl mercury obtained from the 9-year follow-up of the Seychelles Child Development Study. *NeuroToxicology* 27, 702.

Vlaamse regering (2002) Besluit van de Vlaamse regering van 13 december 2002 houdende reglementering inzake de kwaliteit en levering van water bestemd voor menselijke consumptie (BS,28.I,2003).

VMM (2001) Milieu- en natuurrapport Vlaanderen: thema's, MIRA-T 2001, Garant, Leuven, België.

WHO/IPCS (International Programme on Chemical Safety) (1990). Methylmercury. *Environmental Health Criteria* 101.

Abdelouahab, N., Huel, G., Suvorov, A., Foliguet, B., Goua, V., Debotte, G., ... Takser, L. (2010). Monoamine oxidase activity in placenta in relation to manganese, cadmium, lead, and mercury at delivery. *Neurotoxicology and Teratology*, 32(2), 256–261.