

Laatste update: 01/2020

Biomerkers, matrix en blootstellingstermijn die wordt gemeten:

Invasief: bloed, plasma,

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

Lood in bloed geeft informatie over de blootstelling van 3-4 maanden.

Wat is lood? Wat zijn de toepassingsgebieden?

Lood is een zwaar metaal en komt van nature voor in de aardkorst. Lood heeft het hoogste atoomnummer van alle stabiele elementen en is relatief weinig reactief. De hoge dichtheid van lood, het laag smeltpunt en de relatief lage gevoeligheid aan oxidatie maken lood tot een nuttige stof. Het wordt onder meer gebruikt in bescherming tegen straling, in batterijen, legeringen, buizen, wapens, verven en benzine.

Verwachte blootstellingswegen naar de mens

In het verleden was er vooral blootstelling aan lood door uitstoot van non-ferro bedrijven, via gebruik van loodhoudende benzine, door gebruik van loden buizen voor drinkwaterleidingen, loodbevattende theepotten en bij toepassing van loodhoudende verf. Ondertussen zijn veel van deze problemen aangepakt. Door voortdurende circulatie van stof en water blijft lood echter nog steeds verspreid in onze omgeving.

De blootstellingswegen zijn voeding, drinkwater, inname bodem- en stofdeeltjes via hand-mondcontact door kinderen, en inademing van stofdeeltjes (lucht, bodem)

Planten kunnen vervuild zijn met lood zowel door neerslag uit de lucht als door opname uit de bodem. Voeding is vandaag de belangrijkste blootstellingsbron voor de Europese bevolking (EFSA). Belangrijke zijn brood (8.5 %), thee (6.2 %), leidingwater (6.1 %), aardappelen en afgeleide producten (4.9 %), gefermenteerde melkproducten (4.2%) en bier (4.1 %) maar verschillen werden gerapporteerd in functie van leeftijd en meetcampagne. Volgens het advies 36-2009 van het Wetenschappelijk Comité van het Federaal Agentschap voor de Veiligheid van de Voedselketen zijn de groepen van levensmiddelen die het meeste bijdragen aan de Pb-blootstelling: dranken (sap), graanproducten (brood, pasta,...), groenten en aardappelen. Zuivelproducten leveren naast hoger vermeldde producten eveneens een belangrijke bijdrage tot de blootstelling van kinderen en dit te wijten aan een hoge inname.

Wat voeding betreft zijn er ook interessante gegevens uit een studie in Hongkong. Groenten, en dan vooral bladgroenten, bleken de belangrijkste bron van lood, verantwoordelijk voor 58% van de blootstelling aan lood doorheen de voeding. Vervolgens bleken ook de voedingsgroep "vlees, gevogelte, eieren en afgeleide

Zwaar metaal – Lood

producten” en “voeding uit de zee” belangrijk met respectievelijk 21% en 15%, met, in Hongkong, een belangrijk aandeel voor oesters (8%) (Wai et al., 2008). Ook wild geschoten met loden kogels kan een bron van contaminatie zijn.

Adviezen om de blootstelling aan lood te beperken

Het is in de eerste plaats nodig om het drinken van water dat door loden buizen stroomt te vermijden alsook het gebruik van loodhoudende verven te vermijden. Het grondig wassen in water van bladgroenten kan meer dan de helft van het lood verwijderen. In het bijzonder in streken met gekende pollutie door lood ten gevolge van de aanwezigheid van non-ferro industrie dient de inname van stofdeeltjes via handmondcontact (kinderen) vermeden.

Mogelijke gezondheidsrisico's:

Lood heeft een belangrijke toxische, in het bijzonder neurotoxische, activiteit. Chronische blootstelling kan leiden tot bloedarmoede, nierfunctiestoornissen, stoornissen van vitamine D metabolisme, neurotoxiciteit (Mason et al, 2014). Lood beïnvloedt de reproductie: verminderde spermakwaliteit bij mannen en spontane abortus bij vrouwen werden geassocieerd met verhoogde loodconcentraties. De ontwikkelende foetus is gevoelig en verhoogde loodconcentraties worden geassocieerd met een verlaagd geboortegewicht, vertraagde post natale groei en een beïnvloeding van gedrag. Kinderen zijn bijzonder gevoelig en effecten op groei en IQ werden waargenomen. Ook het Steunpunt Milieu en Gezondheid vond effecten op de intelligentie bij concentraties zoals die in de periode 2002-2004 in navelstrengbloed werden waargenomen. Ook vond het Steunpunt genotoxische effecten (toename van mutaties) in witte bloedcellen bij concentraties zoals die in 1999 bij Vlaamse volwassenen voorkwamen (van Larebeke et al., 2004) Sommige van de effecten (Rana, 2014; Lanphear et al, 2005; Ronchetti et al, 2006) kunnen verband houden met hormoonverstorende eigenschappen van lood.

Lood als totale groep wordt geklasseerd als mogelijk kankerverwekkend (2B), anorganisch lood wordt geklasseerd door IARC (2006) als waarschijnlijk kankerverwekkend (groep 2A), organisch lood is niet klasseerbaar (groep 3).

De voornaamste bezorgdheid voor de gezondheid heeft te maken met de neurotoxische effecten, die, vooral bij vroegtijdige blootstelling, onder meer een belangrijke daling van de intelligentie kunnen veroorzaken. Daarnaast is ook de verstoring van de nierfunctie zeer belangrijk.

Hoog blootgestelde groepen:

Personen die wonen in de buurt van non-ferro industrie.

Personen die water drinken uit loden waterleidingen in oude huizen.

Gevoelige groepen:

Jonge kinderen (Lanphear et al., 2005) en het ontwikkelende kind (lood wordt getransporteerd doorheen de placenta)

Persistentie (halfwaardetijd in de mens):

- Bloed en zachte weefsels: 35-40 dagen (HSDB)
- Beenderen: tot 20 jaar (HSDB)
- ATSDR (2007):
- Bloed: ongeveer 30 dagen; beenderen: ongeveer 27 jaar.

Perinatale blootstelling (placenta/moedermelk):

Kan door de placentabarrière en komt terecht in moedermelk. In een studie in Zuid-Brazilië werd een gemiddelde ratio van lood in moedermelk/bloed van 0,11 gevonden (Koyashiki et al., 2010).

Richtlijnen voor interne blootstelling:

Er bestaan geen algemeen aanvaarde richtwaarden waaronder gezondheidseffecten kunnen uitgesloten worden. JECFA (2011): Oude "Provisionally tolerable weekly Intake" richtwaarde werd ingetrokken omdat er in de huidige literatuur geen drempelwaarde werd gevonden voor de effecten van lood. Een orale inname van 0,3µg/kg/dag wordt reeds geassocieerd met een gemiddelde afname van het IQ van 0,5 bij kinderen. (WHO 2011).

EFSA (2010): bloed concentratie en corresponderende BMDL₀₁ (dagelijkse dosis) waarbij risico op bepaalde gezondheid effect met 1% toeneemt:

- Neurotoxiciteit bij ontwikkeling kind: 12 µg/l in bloed; BMDL₀₁ 0,50 µg/kg/dag
- Effect op cystolische bloeddruk bij volwassenen: 36 µg/l in bloed; BMDL₀₁ 1,50 µg/kg/dag
- Voorkomen van chronische nierziekte: 15 µg/l in bloed; BMDL₀₁ 0,63 µg/kg/dag

Wetgevend kader:

Korte samenvatting

De regelgeving van de Europese unie heeft onder meer betrekking op elektrische en elektronische apparatuur, speelgoed, emissienormen van afvalverbrandingsinstallaties, oppervlaktewater, grondwater, drinkwater, lucht, voeding, en benzine. De Vlaamse overheid heeft streefwaarden voor bodem en grondwater bepaald.

Uitgebreid

Richtlijn 2011/65/EU: elektrische en elektronische apparatuur mag maximaal 0,1% gewichtsprocent lood bevatten.

Richtlijn 2010/75/EU: Emissiegrenswaarden voor de som van lood en loodverbindingen:
Uit afvalverbrandingsinstallaties: 0,5 mg/Nm³

Voor lozing van afvalwater van reiniging van afgassen: 0,2mg/l

Richtlijn 2009/48/EC: migratielimieten van lood uit speelgoed zijn voor volgende materialen:

- 13,5 mg /kg in droog, bros, poederachtig of flexibel speelgoedmateriaal
- 3,5 mg/kg in vloeibaar of kleverig speelgoedmateriaal
- 160 mg/kg in afgekrabd speelgoedmateriaal

Richtlijn 2008/105/EC: Pb-norm voor landoppervlaktewateren, zijnde rivieren en meren en de bijbehorende kunstmatige of sterk veranderde waterlichamen, en voor andere waterlichamen, is 7,2 µg/l. Deze normen mogen worden overschreden in mengzones in de direct omgeving van puntbronnen, zolang de rest van het oppervlaktewaterlichaam de norm haalt.

VLAREBO 2008: Streefwaarde in bodem 31 mg/kg droge stof; 1 µg/l grondwater

Richtlijn 2008/50/EG: Jaargrenswaarde voor de concentratie aan lood in de lucht ter bescherming van de gezondheid van de mens: 0,5 µg/m³

Verordening 2006/1881/EG: maximum waarden voor lood in voedingsmiddelen

Richtlijn 2006/118/EG: bescherming van het grondwater

Zwaar metaal – Lood

Richtlijn 2006/113/EG: kwaliteit schelpdierwater

Richtlijn 2006/33/EG, 2006/128/EG en 2006/129/EG: maximum loodgehalte voedingsadditieven (E110, E307, E315, E319, E415, E462, E472c, E586, E1452: 2 mg Pb/kg; E426, E559: 5 mg Pb/kg; E171: 10 mg Pb/kg)

Richtlijn 2003/17/EG: maximum loodgehalte benzine: 0,005 g/l

Richtlijn 1998/83/EC: Maximum concentratie van lood in drinkwater is 10 µg/l.

Richtlijn 98/70/EG: gelode benzine <0,15 g Pb/l

Richtlijn 85/210/EEG: ongelode benzine <0,013 g Pb/l; gelode benzine < 0,40 g Pb/l en > 0,15 g Pb/l

Classificatie lood metaal als poeder

GHS

H410: zeer toxisch voor aquatische ecosystemen met langdurige effecten

H372: beschadigt organen door langdurige of herhaalde blootstelling

H360: kan schade veroorzaken aan vruchtbaarheid of het ongeboren kind

Vergelijkende metingen:

Reeds gemeten waarden in Vlaanderen:

Leeftijdsgroep	Geslacht	Matrix	Waarde ^a	Jaar
50-65	v	bloed	30,6 µg/l	1999 ¹
50-65	v	bloed	31,2 µg/l	1999 ¹
50-65	v	bloed	38,8 µg/l	1999 ¹
16-17	m/v	bloed	72 nmol/l	1999 ¹
16-17	m/v	bloed	87 nmol/l	1999 ¹
16-17	m/v	bloed	132 nmol/l	1999 ¹

Zwaar metaal – Lood

Leeftijdsgroep	Geslacht	Matrix	Waarde ^a	Jaar
Pasgeborenen		navelstrengbloed	14,7 µg/l	'02-'04 ²
14-15	m/v	bloed	21,7 µg/l	'03-'04 ²
50-65	m/v	bloed	39,6 µg/l	'04-'05 ²
Pasgeborenen	m/v	bloed	8,6 µg/l	'08-'09 ³
14-15	m/v	bloed	14,8 µg/l	'08-'09 ³
Moeders	v	bloed	11,1 µg/l	'08-'09 ³
18-80	m/v	urine	0,872 µg/l ^a	2011 ⁴
Pasgeborenen	m/v	navelstrengbloed	6,4 µg/l	'12-'16 ⁵
14-15	m/v	bloed	9,2 µg/l	'12-'16 ⁵

¹ pilootstudie; ² M&G; ³ FLEHS II Vrijens et al. (2014), ⁴(Hoet et al., 2013); ⁵ De Craemer et al., 2017

^a: geometrisch gemiddelde

Internationale vergelijking:

Leeftijdsgroep	Geslacht	Matrix	Waarde	Jaar	Land
5,5-7,7	m/v	bloed	31,5 µg/l	2000	Duitsland ⁵
12-17		bloed	99,4 µg/l	2000	Polen ⁶
Pasgeborenen		navelstrengbl	21,4 µg/l	2001	Polen
12-17		bloed	37,4 µg/l	2001	Slovenië ⁶
25-58	v	bloed	23,5 µg/l ^a	'03-'04	Italië ⁸
12-17		bloed	35,1 µg/l	2003	Frankrijk ⁶
Moeders	v	moedermelk	4 µg/kg	<2005	Slovakije ⁶
18-58	v	bloed	24,8 µg/l ^a	'05-'07	Tsjechië ⁸
18-74	m/v	bloed	25,7 µg/l	'06-'07	Frankrijk ⁹
6-12	m/v	bloed	55,33 µg/l	2007	Marroko ¹⁰
13-15	m/v	Bloed	9,50 µg/l	2009	Italië ¹¹
20-34	m/v	Bloed	10,2 µg/l	<2010	Italië ¹²
30-49	m/v	Bloed	16,4 µg/l	<2010	Italië ¹²
50-64	m/v	Bloed	18,8 µg/l	<2010	Italië ¹²
3-14	m/v	blood	16,9 µg/l ^a	2009	Duitsland ¹³
1-5	m/v	blood	9,70 µg/l	11-'12	USA ¹⁴

Zwaar metaal – Lood

Leeftijdsgroep	Geslacht	Matrix	Waarde	Jaar	Land
6-11	m/v	blood	6,81 µg/l	11-'12	USA ¹⁴
12-19	m/v	blood	5,54 µg/l	11-'12	USA ¹⁴
>20	m/v	blood	10,9 µg/l	11-'12	USA ¹⁴
6-11	m/v	urine	0,346 µg/l	11-'12	USA ¹⁴
12-19	m/v	urine	0,259 µg/l	11-'12	USA ¹⁴
>20	m/v	urine	0,381 µg/l	11-'12	USA ¹⁴
Pasgeborenen	m/v	navelstrengbl	21 µg/l	1994-1999	Canada (Arctic) ¹⁵
Pasgeborenen	m/v	navelstrengbl	14,1 µg/l	2003-2004	Spanje ¹⁶
Pasgeborenen	m/v	navelstrengbl	25,5 µg/l	2005-2006	Saudi Arabie ¹⁷
Pasgeborenen	m/v	navelstrengbl	10,3 µg/l ^a	2006	Germany ¹⁸
Pasgeborenen	m/v	navelstrengbl	35,7 µg/l ^a	2006-2007	China ¹⁹
Pasgeborenen	m/v	navelstrengbl	6 µg/l	2011	Jamaica ²⁰
Pasgeborenen	m/v	navelstrengbl	11,9 µg/l	2000-2010	Brazilië ²¹
Pasgeborenen	m/v	navelstrengbl	32 µg/l	1992-1995	France ²²
Pasgeborenen	m/v	navelstrengbl	17 µg/l	1992-1995	Canada (Montreal) ²²
Pasgeborenen	m/v	navelstrengbl	14,9 µg/l	2003	France ²³

^a mediaanwaarde

¹ Guidi et al., 1992; ² Ettinger et al., 2004; ³ Hallén et al., 1995; ⁴ Dabeka et al., 1986; ⁵ Wilhelm et al., 2005; ⁶ uit M&G; ⁷ Gundacker et al., 2002; ⁸ Smolders et al. (2010); ⁹ Fréry et al. (2011), ¹⁰ Laamech et al (2014); ¹¹ Pino et al. (2012); ¹² De Felip et al. (2014); ¹³(Schulz et al., 2009); ¹⁴(Centers for Disease control and Prevention (CDC), 2015); ¹⁵(Butler Walker et al., 2006); ¹⁶(García-Esquinas et al., 2013); ¹⁷(Al-Saleh et al., 2011); ¹⁸(Kopp et al., 2012); ¹⁹(Wang et al., 2008); ²⁰(Rahbar et al., 2015); ²¹(Amaral et al., 2010); ²²(Smargiassi et al., 2002); ²³(Abdelouahab et al., 2010)

Factsheet

Zwaar metaal – Lood

Lood concentratie in bloed. Samenvatting van enkele Europese studies (op basis van HBM4EU_Scoping-Document)

Land	Studie	Bestudeerde populatie	N	Jaar	PbB (µg/L)	Referentie
Armenia	3 towns adjacent to metal mining and smelting industries	4 – 6 years	159	2013	GM: 60.0 S.D.: ± 30.0	Grigoryan et al. (2016)
Croatia	Koprivnica	7-14 years	46	2007-2008	GM: 17.9; Range:10.0-42.0	Hruba et al. (2012)
Czech Republic	Prague	7-14 years	8	2007-2008	GM: 15.5; Range:12.0-22.0	Hruba et al. (2012)
Czech Republic	CZ-HBM	18-58 years	4,472	1994-2003 and 2005-2009	GM: 15.5; Range:12.0-22.0	Cerna et al. (2012)
Czech Republic	CZ-HBM	8-10 years	3,798	1994-2003 and 2005-2009	GM: 23.0	Cerna et al. (2012)
Czech Republic	CZ-HBM	breastfeeding primipare		1994-2003 and 2005-2009	GM: 14.0	Cerna et al. (2012)
Denmark	Snart Forældre/Milieu	18-40 years women	73	2011-2014	GM: 8.1 (95th% 15.8)	Rosofsky et al. (2017)
Finland	NFBC	31 years males	126	1997	GM: 17.06 S.D.:± 1.84	Abass et al. (2017)
Finland	NFBC	31 years females	123	1997	GM: 9.06; S.D.: ± 2.20	Abass et al. (2017)
France	ENNS 2006-2007	18-39 years	579	2006-2007	GM: 19; 95%C.I.: 44-62	Falq et al. (2008)
France	ENNS 2006-2007	40-59 years	947	2006-2007	GM: 29; 95%C.I.: 66-85	Falq et al. (2008)
France	ENNS 2006-2007	60-75 years	423	2006-2007	GM: 39; 95%C.I.: 86-115	Falq et al. (2008)
France	ENNS 2006-2007	Total 18-75 years	1,949	2006-2007	GM: 26; 95%C.I.: 68-77	Falq et al. (2008)

Factsheet

Zwaar metaal – Lood

Land	Studie	Bestudeerde populatie	N	Jaar	PbB (µg/L)	Referentie
France	hospital-based	1-6 years	3,831	2008-2009	GM: 14.9 (95% C.I.:14.5-15.4)	Etchevers et al. (2014)
Germany	GerES I	adults	2,731	1985-1986	GM: 61	Schulz et al. (2017)
Germany	GerES II	adults	4,287	1990-1992	GM: 45	Schulz et al. (2017)
Germany	GerES II	children	812	1990-1992	GM: 32	Schulz et al. (2017)
Germany	GerES III	adults	4,822	1997-1999	GM: 32	Schulz et al. (2017)
Germany	GerES IV	3-14 years	1,790	2003-2006	GM: 17	Schulz et al. (2017)
Germany	GerES V	3 – 17 years	2,500	2014-2017	not yet available	Schulz et al. (2017)
Hungary	NKFP (past hot spots)	4 – 15 years	253	2006	GM: 30	Rudnai et al. (2009)
Italy	PROBE	18-65 years	1,423	2008-2011	GM: 19.9 (95% C.I.:19.2-20.5)	Bocca et al (2013)
Kosovo	Mitrovica	5-11 years	166	? 2012-2014	AM: 24 ±19 (Range: 5-163)	Kutllovci-Zogaj et al (2014)
Kosovo	Shtime (control)	6-12 years	53	? 2012-2014	AM: 23 ±7 (Range: 12-52)	Kutllovci-Zogaj et al (2014)
Kosovo	Mitrovica	kindergarten	31	? 2012-2014	AM: 38 ±13 (Range: 22-77)	Kutllovci-Zogaj et al (2014)
Poland	Upper Silesia	3-18 years	4,882	1999-2013	? (in Abstract not available)	Pelc et al. (2016)
Poland	REPRO_PL	pregnant women	594	2007-2011	GM: 11.0; Range: 3.0-57.0	Polanska et al (2014)
Poland	Szczecin	2-18 year	78	? 2010-2011	AM: 19.7 ± 13.59	Szkup-Jabłońska et al. (2012)
Poland	Piekary Śląskie (Silesia)	3 – 6 year	678	2013	GM: 24.7 ± 17.5	Kowalska et al (2018)

Factsheet

Zwaar metaal – Lood

Land	Studie	Bestudeerde populatie	N	Jaar	PbB (µg/L)	Referentie
Slovakia	Banska Bystrica	7-14 years	57	2007-2008	GM: 19.4; Range: 8.0-47.0	Hrubá et al. (2012)
Slovenia	Ljubljana	7-14 years	42	2007-2008	GM: 13.4; Range: 6.9-24.0	Hrubá et al. (2012)
Slovenia	National HBM Programme	6-11 years	174	2011 - 2014	GM: 16.1	Tratnik et al (2013)
Slovenia	National HBM Programme	men (20-35 years)	147	2011 - 2014	GM: 19.6	Tratnik et al (2013)
Slovenia	National HBM Programme	women (20-35 yrs)	127	2011 - 2014	GM: 17.3	Tratnik et al (2013)
Slovenia	National HBM Programme	women (50-60 yrs)	66	2011 - 2014	GM: 26.7	Tratnik et al (2013)
Spain	BIOAMBIENT.ES	18-65 years	1,880	2007-2010	GM: 24 (95% CI:23.0-25.1)	Canas et al (2014)
Sweden	Landskrona	7-14 years	41	2007-2008	GM: 14.0; Range: 6.0-25.0	Hrubá et al. (2012)
Sweden	MONICA	adult men	619	2004-2014	25-35 yrs:11.1; 50-60 yrs:15.1	Wennberg et al (2017)
Sweden	MONICA	adult women	926	2004-2014	25-35 yrs:9.69; 50-60 yrs:13.1	Wennberg et al (2017)

GM: geometrisch gemiddelde; AM: Rekenkundig gemiddelde

Zwaar metaal – Lood

Korte samenvatting: de bloedwaarden gemeten in België zijn gelijkend op deze gemeten in andere westerse landen.

Meer lezen over lood:

- Europees Voedselagentschap 2013: <https://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/1570>
- Wereldgezondheidsorganisatie: https://www.who.int/ipcs/assessment/public_health/lead/en/
- Internationaal Agentschap voor Onderzoek naar Kanker (IARC): <https://monographs.iarc.fr/wp-content/uploads/2018/06/mono87.pdf>
- HBM4EU: https://www.hbm4eu.eu/wp-content/uploads/2019/03/HBM4EU_Scoping-Document_Lead_v1.0.pdf

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.
- 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.
- Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). *Toxicological Profile for Lead (Update)*. Draft for Public Comment. Public Health Service, U.S. Department of Health and Human Services, Atlanta, GA. 1997
- Al-Saleh, I., Shinwari, N., Mashhour, A., Mohamed, G. E. D., & Rabah, A. (2011). Heavy metals (lead, cadmium and mercury) in maternal, cord blood and placenta of healthy women. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 214(2), 79–101.
- Amaral, J. H., Rezende, V. B., Quintana, S. M., Gerlach, R. F., Barbosa, F., & Tanus-Santos, J. E. (2010). The relationship between blood and serum lead levels in peripartum women and their respective umbilical cords. *Basic & Clinical Pharmacology & Toxicology*, 107(6), 971–5.
- Baeyens, W., Vrijens, J., Gao, Y., Croes, K., Schoeters, G., Den Hond, E., ... Leermakers, M. Trace metals in blood and urine of newborn/mother pairs, adolescents and adults of the Flemish population (2007-2011). *International Journal of Hygiene and Environmental Health*. (2014)
- Butler Walker, J., Houseman, J., Seddon, L., McMullen, E., Tofflemire, K., Mills, C., ... Van Oostdam, J. (2006). Maternal and umbilical cord blood levels of mercury, lead, cadmium, and essential trace elements in Arctic Canada. *Environmental Research*, 100(3), 295–318.
- Centers for Disease Control (1991) Preventing lead poisoning in young children: a statement by the Centers for Disease Control. Atlanta (GA).
- Centers for Disease control and Prevention (CDC). (2015). Fourth National Report on Human Exposure to Environmental Chemicals, updated tables 2015.

Zwaar metaal – Lood

- Dabeka, R.W., Karpinski, K.F., McKenzie, A.D. & C.D. Bajdik (1986) Survey of lead, cadmium and fluoride in human milk and correlation of levels with environmental and food factors. *Food Chem. Toxicol.* 24(9): 913-921.
- De Craemer Sam, Kim Croes , Nicolas van Larebeke , Stefaan De Henauw , Greet Schoeters , Eva Govarts d,Ilse Loots , TimNawrot , Vera Nelen, Elly Den Hond , Liesbeth Bruckers , Yue Gao,Willy Baeyens. 2017. Metals, hormones and sexual maturation in Flemish adolescents in three cross-sectional studies (2002–2015) *Environment International* 102 (2017) 190–199
- De Felip, E., Bianchi, F., Bove, C., Cori, L., D'Argenzio, A., D'Orsi, G., ... di Domenico, A. (2014). Priority persistent contaminants in people dwelling in critical areas of Campania Region, Italy (SEBIOREC biomonitoring study). *The Science of the Total Environment*, 487, 420–35.
- EFSA (European Food Safety Authority). Scientific Opinion on Lead in Food. *EFSA Journal* 2010; 8(4):1570 (2010). Updated 2013.
- EFSA (European Food Safety Authority). Lead dietary exposure in the European population. *EFSA Journal* 2012;10(7):2831 (2012).
- Ettinger, A.S., Téllez-Rojo, M.M., Amarasiriwardena, C., Bellinger, D., Peterson, K., Schwartz, J., Hu, H. & M. Hernandez-Avola (2004) Effect of breast milk lead on infant blood lead levels at 1 month of age. *Environmental Health Perspectives* 112(12): 1381-1385.
- European Chemicals Bureau (2000) IUCLID Dataset.
- Fréry N, Saoudi A, Garnier R, Zeghnoun A, Falq G, Guldner L. Exposition de la population française aux polluants de l'environnement – Volet environnemental de l'Étude nationale nutrition santé – Premiers résultats. Saint-Maurice (Fra) : Institut de veille sanitaire, septembre 2010, 12 p. Disponible sur : www.invs.sante.fr
- Guidi, B., Ronchi, S., Ori, E., Varni, P.F. Cassinadri, T., Tripodi, A., Borghi, A., Mattei, F., Demaria, F., Galavotti, E. et al. (1992) Lead concentrations in breast milk of women living in urban areas compared with women living in rural areas. *Pediatr. Med. Chir.* 14(6): 611-616.
- 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.
- García-Esquinas, E., Pérez-Gómez, B., Fernández-Navarro, P., Fernández, M. A., de Paz, C., Pérez-Meixeira, A. M., ... Aragonés, N. (2013). Lead, mercury and cadmium in umbilical cord blood and its association with parental epidemiological variables and birth factors. *BMC Public Health*, 13(SEPTEMBER), 841.
- Hallén, I.P., Jorhem, L., Lagerkvist, B.J. & A. Oskarsson (1995) Lead and cadmium levels in human milk and blood. *Sci. Total Environ.* 166: 149-155.
- 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: <http://toxnet.nlm.nih.gov/cgi-bin/sis/search/f?./temp/~vbB3Qu:2>

Zwaar metaal – Lood

- Joint FAO/ WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA) (2011): Safety evaluation of certain food additives and contaminants, WHO FOOD ADDITIVES SERIES: 64 pg 381-497
- <https://apps.who.int/food-additives-contaminants-jecfa-database/chemical.aspx?chemID=3511>
- Kopp, R. S., Kumbartski, M., Harth, V., Brüning, T., & Käfferlein, H. U. (2012). Partition of metals in the maternal/fetal unit and lead-associated decreases of fetal iron and manganese: An observational biomonitoring approach. *Archives of Toxicology*, 86(10), 1571–1581.
- Koyashiki, G. A. K., Paoliello, M. M. B., Matsuo, T., de Oliveira, M. M. B., Mezzaroba, L., Carvalho, M. D. F., ... Barbosa, C. S. D. Lead levels in milk and blood from donors to the Breast Milk Bank in Southern Brazil. *Environmental Research*, 110(3), 265–71 (2010).
- Lanphear B.P., Hornung R., Khoury J., Yolton K., Baghurst P., Bellinger D.C., Canfield R.L., Dietrich K.N., Bornschein R., Greene et al. Low-level environmental lead exposure and children's intellectual function: an international pooled analysis, *Environmental Health Perspectives*, 113:7, 894-899, 2005.
- Mason, L. H., Harp, J. P., & Han, D. Y. Pb neurotoxicity: neuropsychological effects of lead toxicity. *BioMed Research International*, 2014, (2014)
- Pino, A., Amato, A., Alimonti, A., Mattei, D., & Bocca, B. Human biomonitoring for metals in Italian urban adolescents: data from Latium Region. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 215(2), 185–90 (2012)
- Rahbar, M., Samms-Vaughan, M., Dickerson, A., Hessabi, M., Bressler, J., Desai, C., ... Boerwinkle, E. (2015). Concentration of Lead, Mercury, Cadmium, Aluminum, Arsenic and Manganese in Umbilical Cord Blood of Jamaican Newborns. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 12(5), 4481–4501.
- Smargiassi, A., Takser, L., Masse, A., Sergerie, M., Mergler, D., St-Amour, G., ... Huel, G. (2002). A comparative study of manganese and lead levels in human umbilical cords and maternal blood from two urban centers exposed to different gasoline additives. *The Science of the Total Environment*, 290(1-3), 157–64.
- Smolders, R., Alimonti, a, Cerna, M., Den Hond, E., Kristiansen, J., Palkovicova, L., ... Schoeters, G. Availability and comparability of human biomonitoring data across Europe: a case-study on blood-lead levels. *The Science of the Total Environment*, 408(6), 1437–45 (2010)
- 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.
- Rana, S. V. S. Perspectives in endocrine toxicity of heavy metals--a review. *Biological Trace Element Research*, 160(1), 1–14 (2014)
- Ronchetti R, van den Hazel P, Schoeters G, Hanke W, Rennezova Z, Barreto M, Villa MP. Lead neurotoxicity in children: is prenatal exposure more important than postnatal exposure? *Acta Paediatr Suppl*. 2006 Oct;95(453):45-9.

Zwaar metaal – Lood

- Nicolas van Larebeke¹, Gudrun Koppen, Vera Nelen, Greet Schoeters, Herman Van Loon, Harma Albering, Louk Riga, Robert Vlietinck and Jos Kleinjans, for the Flemish Environment and Health Study Group². Differences in HPRT mutant frequency among middle-aged Flemish women in association with area of residence and blood lead levels. *Biomarkers*, 9 (1), 71-84.
- Vrijens Jan; Martine Leermakers; Michel Stalpaert; Greet Schoeters; Elly Den Hond; Liesbeth Bruckers; Ann Colles; Vera Nelen; Els Van Den Mieroop; Nicolas Van Larebeke; Ilse Loots; Willy Baeyens 2014. Trace metal concentrations measured in blood and urine of adolescents in Flanders, Belgium: reference population and case studies Genk-Zuid and Menen. *International Journal of Hygiene and Environmental Health* ISSN 1438-4639 - 217:4-5(2014), p. 515-527.
- Stephen Wai Cheung Chung , Ka Ping Kwong , Joan C.W. Yau & Waiky W.K.
- Wong (2008) Dietary exposure to antimony, lead and mercury of secondary school students in Hong Kong, *Food Additives and Contaminants*, 25:7, 831-840, DOI: 10.1080/02652030701697751
- Wilhelm, M., Eberwein, G., Hölzer, J., Begerow, J., Sugiri, D., Gladtko, D. & U. Ranft (2005) Human biomonitoring of cadmium and lead exposure of child-mother pairs from Germany living in the vicinity of industrial sources (hot spot study NRW). *J. Trace Elem. Med. Biol.* 19(1): 83-90.
- US EPA- Air toxics web site, <http://www.epa.gov/ttn/atw/hlthef/lead.html>
- Wang, P., Tian, Y., Shi, R., Zou, X., Gao, Y., Wang, M., ... Yan, C. (2008). [Study on maternal-fetal status of Pb, As, Cd, Mn and Zn elements and the influence factors]. *Zhonghua yu fang yi xue za zhi* [Chinese journal of preventive medicine], 42(10)
- WHO (World Health Organization). 2011. Evaluation of certain food additives and contaminants Seventy-third report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA). WHO Technical report series 960. http://whqlibdoc.who.int/trs/WHO_TRS_960_eng.pdf