

RIJKSINSTITUUT VOOR VOLKSGEZONDHEID EN MILIEU  
BILTHOVEN

Rapport nr. 515004 007

**Duplicaat 24-uurs voedingen 1994**  
**- inname aan lood en cadmium -**

J.W. van Loon, P. de Joode, A. van Ooik en  
R. Ritsema

juli 1998

Dit onderzoek werd verricht in opdracht en ten laste van de Hoofdinspectie van de Gezondheidsbescherming (IGB) van het Staatstoezicht op de Volksgezondheid en is beschreven in project 389101: "Voeding en Gezondheid - Inventarisatie en bewaking", sinds 1996 overgegaan in project 515004 van het MAP (Meerjarenactiviteitenprogramma) Volksgezondheidsonderzoek 1994-1997.

Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Postbus 1, 3720 BA Bilthoven.  
Telefoon 030- 2749111, fax 030-2742971.

**VERZENDLIJST**

- 1 - 5 Hoofdinspecteur voor de Gezondheidsbescherming (IGB)
- 6 Directeur Voeding en Veiligheid van Producten (VVP)
- 7 Veterinair Hoofdinspecteur van de Volksgezondheid (VI)
- 8 Directeur-Generaal van de Volksgezondheid
- 9 Voorzitter van de Gezondheidsraad
- 10 Beraadsgroep Voeding van de Gezondheidsraad
- 11 Regionaal Inspecteur van de Inspectie Gezondheidsbescherming te Utrecht
- 12 Regionaal Inspecteur van de Inspectie Gezondheidsbescherming te Maastricht
- 13 Hoofdinspectie voor de Gezondheidszorg
- 14 Redactie "De Ware(n)-Chemicus"
- 15 Depot van Nederlandse publikaties en Nederlandse bibliografie
- 16 Directie van het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu
- 17 Dr. Ir. G. de Mik
- 18 Prof. dr. ir. D. Kromhout
- 19 Dr. ir. E.J.M. Feskens
- 20 Dr. H.B. Bueno de Mesquita
- 21 Dr. A.K.D. Liem
- 22 Ir. H. van de Wiel
- 23 Dr. R.W. Stephany
- 24 Dr. ir. R.F.M.J. Cleven
- 25 Dr. ir. M. van den Hoop
- 26 Dr. H.A.M.G. Vaessen
- 27 Dr. R.C. Schothorst
- 28 Centrum voor Stoffen en Risico's (CSR)
- 29 - 43 Leden Werkgroep "Inname Voedselcomponenten"
- 44 - 47 Auteurs
- 48 Hoofd Voorlichting en Public Relations
- 49 Bibliotheek RIVM
- 50 Bureau Rapportenregistratie
- 51 - 65 Bureau Rapportenbeheer

**INHOUDSOPGAVE**

	pagina
Verzendlijst	2
Summary	4
Samenvatting	5
1. Inleiding	6
2. Monstermateriaal en methode van onderzoek	8
2.1 Duplicaat 24-uurs voedingen	
2.2 Methode van onderzoek	8
2.3 Kwaliteitsborging	9
3. Resultaten en discussie	11
4. Conclusies	15
Literatuur	16
Bijlagen	
Bijlage 1 Het gehalte aan lood en cadmium in gevriesdroogde duplicaten van 24-uurs voeding (verzamelperiode 14 t/m 20 maart 1994).	18
Bijlage 2 Het gehalte aan lood en cadmium in gevriesdroogde duplicaten van 24-uurs voeding (verzamelperiode 19 t/m 25 september 1994).	19
Bijlage 3 24-uurs voedingenonderzoek 1994. Overzicht van de lood- en cadmiuminname per 24 uur van alle mannelijke respondenten (n=60).	20
Bijlage 4 24-uurs voedingenonderzoek 1994. Overzicht van de lood- en cadmiuminname per 24 uur van alle vrouwelijke respondenten (n=63).	21

**NATIONAL INSTITUTE OF PUBLIC HEALTH AND THE ENVIRONMENT  
BILTHOVEN - THE NETHERLANDS**

Report number 515004 007

**24-hours total diet study 1994**

**- intake of lead and cadmium -**

J.W. van Loon, P. de Joode, A. van Ooik and  
R. Ritsema

July 1998

## SUMMARY

Results are presented of a study on the daily dietary intake, including drinks and drinking water, of lead and cadmium.

For this purpose 123 duplicate portions of 24-hour diets were collected in the Utrecht region. Two groups of volunteers were selected which statistically best reflected the Dutch adult population. One group (n=62) sampled their diets in March 1994, the other group (n=61) in September 1994. The diets were collected and homogenised whereupon subsamples were lyophilised and homogenised again.

Each sample was analysed on lead and cadmium content by decomposition of the lyophilised matter with nitric acid in a microwave oven followed by flameless atomic absorption spectrometric measurements with Zeeman background correction. Based on the results the daily intake of lead and cadmium was established for the consumers of these diets.

For both elements, the results of replicate analyses of samples and portions of the certified reference material 'Total Diet' of the Agricultural Research Centre in Finland confirmed that the determinations were in line with the performance characteristics of the method.

The downward trend in exposure to lead established in two identical studies, performed in 1976/1978 and in 1984/1985, continued. In comparison with 1984/1985 the lead intake is almost reduced by a factor of 2, the daily intake of cadmium hardly changed.

In this 24-hours total diet study 1994 the lead intake ranged from 4.1 to 134 µg of lead with a mean value of 17.9 µg; the cadmium intake ranged from 3.4 to 29.0 µg of cadmium with a mean value of 11.4 µg.

The male participants (n=60) had a mean daily intake of 19.5 µg of lead (range 4.1 to 96.6 µg) and 12.6 µg of cadmium (range 3.4 to 29.0 µg). Female participants (n=63) consumed less diet with a higher moisture content, which resulted in a less mean intake of lead and cadmium; their mean daily intake was 16.5 µg of lead (range 4.7 to 134 µg) and 10.2 µg of cadmium (range 3.6 to 27.1 µg).

The FAO/WHO advises provisional tolerable weekly intakes of 25 µg of lead and 7 µg of cadmium per kg of body weight, which means maximum tolerable daily intakes of 3.6 µg of lead and 1.0 µg of cadmium. For both elements the intakes of lead and cadmium of all participants were much lower than these limits. The mean daily intake per kg of body weight was 0.25 µg of lead (range 0.05 to 2.17 µg) and 0.15 µg of cadmium (range 0.05 to 0.43 µg).

**RIJKSINSTITUUT VOOR VOLKSGEZONDHEID EN MILIEU  
BILTHOVEN**

Rapport nr. 515004 007

**Duplicaat 24-uurs voedingen 1994**

**- inname aan lood en cadmium -**

J.W. van Loon, P. de Joode, A. van Ooik en  
R. Ritsema

juli 1998

## **SAMENVATTING**

Beschreven worden de resultaten van het onderzoek naar de dagelijkse inname aan lood en cadmium via de voeding, inclusief drank en drinkwater.

Hiervoor werden 123 duplicaten van 24-uurs voedingen verzameld in de regio Utrecht waarbij twee groepen vrijwilligers werden geselecteerd die, sociaal en qua leeftijd, een zo getrouw mogelijk beeld vormden van de Nederlandse volwassen bevolking. Eén groep (n=62) bemonsterde hun voeding in maart 1994, de tweede groep (n=61) in september 1994. De 24-uurs voedingen werden verzameld en gehomogeniseerd waarna deelparties werden gevriesdroogd en opnieuw gehomogeniseerd.

Het gehalte aan lood en cadmium werd bepaald door analyseparties van de gevriesdroogde monsters met salpeterzuur te ontsluiten in een microgolfoven, gevolgd door metingen met vlamloze atoomabsorptie met Zeeman achtergrondcorrectie. Uit de resultaten van het onderzoek werd de dagelijkse lood- en cadmiuminname via de voeding door de respondenten berekend.

De resultaten van meervoudige analyses van diverse monsters en van het gecertificeerde referentiemateriaal "Total Diet", van het Agricultural Research Centre te Finland voldoen voor beide elementen aan de prestatiekenmerken van de toegepaste methode.

De neerwaartse trend in loodbelasting, vastgesteld in de twee voorgaande, vergelijkbare studies in 1976/1978 en in 1984/1985, zette door. Ten opzichte van 1984/1985 is de loodinname bijna gehalveerd. De dagelijkse cadmiuminname veranderde daarentegen nauwelijks.

In dit 24-uurs voedingenonderzoek bedroeg de gemiddelde inname per dag 17,9 µg lood (bereik 4,1 tot 134 µg) en 11,4 µg cadmium (bereik 3,4 tot 29,0 µg).

De dagelijkse inname door mannen (n=60) was gemiddeld 19,5 µg lood (bereik 4,1 tot 96,6 µg) en 11,4 µg cadmium (bereik 3,4 tot 29,0 µg). Minder voeding met een relatief hoger vochtgehalte leidde bij vrouwen tot lagere lood- en cadmiuminname. De gemiddelde inname door de vrouwelijke respondenten (n=63) bedroeg 16,5 µg lood (bereik 4,7 tot 134 µg) en 10,2 µg cadmium (bereik 3,6 tot 27,1 µg).

De FAO/WHO adviseert (voorlopig) een toelaatbare wekelijkse inname van 25 µg lood en 7 µg cadmium per kg lichaamsgewicht, wat neerkomt op een maximaal toelaatbare dagelijkse inname van 3,6 µg lood en 1,0 µg cadmium. De dagelijkse inname aan beide elementen van alle respondenten lagen ruim beneden deze normen. Per kg lichaamsgewicht werd gemiddeld 0,25 µg lood (bereik 0,05 tot 2,17 µg) en 0,15 µg cadmium (bereik 0,05 tot 0,43 µg) ingenomen.

## 1. INLEIDING

Voeding en voedingsgewoonten zijn in belangrijke mate van invloed op de gezondheid van de mens. Van overheidswege wordt dan ook door onderzoek, advisering en bijsturing de kwaliteit van de voedselvoorziening bewaakt. Als onderdeel van het bewakingsprogramma "Mens en Voeding" vormt het onderzoek naar inname aan lood (Pb) en cadmium (Cd) met de voeding één van de aandachtsvelden [1].

Sommige onderzoekers beschouwen lood en cadmium sinds kort tot de essentiële elementen al is hun fysiologische betekenis voor de mens nog onbekend. Als er al een behoefte bestaat, dan zal deze zeer laag zijn en ruim gedekt worden door het van nature voorkomen van deze elementen in voeding en water [1]. Vooralsnog wordt uitgegaan van de toxische effecten van lood en cadmium waarvoor maximaal toelaatbare inname vastgesteld [1,2,3].

Lood is reeds vele eeuwen bekend en toegepast waarbij, vooral acute, vergiftigingen uitgebreid zijn beschreven. Met bijvoorbeeld de vervanging van loden door kunststof drinkwaterleidingen in de woningbouw en ook de introductie van loodvrije benzine in het begin van de jaren tachtig wordt gestreefd naar een geringere belasting van het milieu door dit element. Het zeer toxische cadmium kent geen lange gebruiksgeschiedenis. Vergiftigingsverschijnselen, die in het verleden toegeschreven werden aan zink, vloeien mogelijk voort uit cadmiumverontreinigingen van dit metaal in het milieu. Tegenwoordig wordt ten aanzien van cadmium een geringere milieubelasting nagestreefd [4,5] o.a. door vermindering van het gebruik van cadmium in pigment voor kunststoffen en verf alsmede door de aparte inzameling van batterijen.

Lood en cadmium komen in vrijwel alle levensmiddelen voor, waarbij producten in blik en boerenkool meer dan gemiddeld aan de loodinname bijdragen, terwijl orgaanvlees en graanproducten meer dan gemiddeld aan de cadmiuminname bijdragen [6].

Reeds in 1976/1978 werden duplicaten van 24-uurs voeding verzameld door 201 medewerkers van het Rijksinstituut voor Volksgezondheid (RIV, nu RIVM), waarna deze 24-uurs voedingen onder meer werden onderzocht op het gehalte aan lood en cadmium. De gemiddelde dagelijkse loodinname via de voeding bedroeg 107 µg met een bereik van 10 - 1460 µg (mediane loodinname: 81 µg per dag). Aangezien vele van de gemeten cadmiuminname van het type "kleiner dan" waren is in dit geval gekozen voor de mediaan als centrummaat. Bij een bereik van <15 - 80 µg is de mediane cadmiuminname <20 µg per dag [7].

De belangrijkste beperking van deze studie was de selectie van de groep respondenten die niet voldoende representatief was voor de Nederlandse bevolking. De sociale klasse van de groep vormde geen juiste doorsnede en het aantal vrouwelijke deelnemers was met 26% duidelijk ondervertegenwoordigd. Daarom werd besloten in 1984/1985 wederom een studie uit te voeren met duplicaten van 24-uurs voeding welke werden verzameld door 110 respondenten die statistisch wel representatief was voor de gemiddelde volwassen bevolking van Nederland. De selectie en begeleiding van de deelnemers werd in handen gelegd van het Nederlands Instituut voor Agrarisch Marktonderzoek (NIAM), waarna zowel de verwerking van de verzamelde 24-uurs voedingen als het analytische deel van de studie door het RIVM werd uitgevoerd [8,9]. De gemiddelde dagelijkse loodinname bedroeg gemiddeld 34 µg met een bereik van 7 - 214 µg (mediane loodinname: 28 µg per dag), hetgeen een factor drie lager is dan gemeten is in de 1976/1978 studie.

De mediaan gemeten dagelijkse cadmiuminname bedroeg 9 µg met een bereik 3 - 55 µg, hetgeen vergelijkbaar is met de dagelijkse cadmiuminname, vastgesteld in de 1976/1978 studie. Een decade later werden opnieuw duplicaten van 24-uurs voedingen verzameld, waarbij de opzet en het verzamelen van de voedingen op gelijke wijze werden uitgevoerd als voor de 1984/1985 studie.

Ten aanzien van het elementonderzoek zijn naast de reeds eerder gerapporteerde innamen aan de elementen ijzer [10], zink [11], koper [12], seleen [13], natrium en kalium [14] ook het lood- en cadmiumgehalte van deze voedingen bepaald. Dit rapport beschrijft de resultaten van dit onderzoek en de daaruit berekende dagelijkse inname van lood en cadmium via de voedingen. Het onderzoek is uitgevoerd in de periode april tot augustus 1997 conform het onderzoeksplan 97/LAC/515004/voeding/00.

## 2. MONSTERMATERIAAL EN METHODE VAN ONDERZOEK

### 2.1 Duplicaat 24-uurs voedingen

In 1994 werden door het voedingenquêtébureau AGB Fresh Foods, voorheen NIAM genaamd, 124 vrijwilligers geselecteerd, die verzocht werden elk eenmalig een duplicaat van hun 24-uurs voeding, inclusief drank en drinkwater, te verzamelen. Gekozen werd voor een quotasteekproef op basis van de drie leeftijdsgroepen 18 - 34 jaar, 35 - 49 jaar en 50 - 74 jaar waarin beide geslachten in gelijke mate vertegenwoordigd zouden zijn en er ook rekening werd gehouden met de sociale klasse. De respondenten vormden daarmee een afspiegeling van de Nederlandse volwassen bevolking.

Eén groep van 62 personen bemonsterde gedurende een week, van maandag tot en met de daaropvolgende zondag (14 t/m 20 maart 1994), hun 24-uurs voeding. Een tweede groep, eveneens van 62 personen, deed hetzelfde in de week van 19 t/m 25 september 1994. De respondenten werden geïnstrueerd en begeleid door medewerkers van AGB Fresh Foods, die de dag volgend op de verzameldag de voedingen naar het RIVM brachten.

Eén mannelijke respondent (volgnummer 156) had meer producten geconsumeerd dan was verzameld. Restauratie van deze voeding bleek niet mogelijk zodat besloten werd deze voeding niet tot onderzoeksmateriaal te verwerken. De overige voedingen werden verwerkt tot onderzoeksmateriaal dat werd ingevroren en opgeslagen bij  $-20^{\circ}\text{C}$ . Een deelportie van elk monster van ongeveer één liter gehomogeniseerd materiaal werd vervolgens gevriesdroogd, opnieuw gehomogeniseerd en tot het moment van analyse gekoeld opgeslagen bij  $4^{\circ}\text{C}$ .

Het traject van de selectie van de respondenten tot de beschikbaarheid van het gevriesdroogde monstermateriaal is afzonderlijk in detail gerapporteerd [15].

De inname aan lood en cadmium via de voeding, beschreven in dit rapport, is gebaseerd op de analyseresultaten van 123 gevriesdroogde duplicaten van 24-uurs voeding die werden verzameld door 60 mannen en 63 vrouwen.

### 2.2 Methode van onderzoek

Het gehalte aan lood en cadmium in de gevriesdroogde deelporties 24-uurs voeding werd gemeten volgens de werkwijze beschreven in huisvoorschrift SOP nr. ARO/047 nadat van de monsters een analyseportie met salpeterzuur in een microgolfoven werd gedestruëerd. Een korte weergave van de procedure is als volgt:

*Een analyseportie van 0,45 gram gevriesdroogd monstermateriaal wordt met verdund salpeterzuur gedestruëerd in een afgesloten drukvat met microgolfenergie van 2450 Mhz. In het destruaat wordt de concentratie aan lood en cadmium gemeten met vlamloze atomaire absorptiespectrometrie met Zeeman-achtergrondcorrectie waarbij gebruik wordt gemaakt van een L'vov platform waarin een pyrolytisch gecoat grafiëtbuisje is aangebracht. Kwantificering van lood vindt plaats door de piekoppervlakte van de meetoplossing te relateren aan een kalibratielij, verkregen door meting van de piekoppervlakte van loodstandaardoplossingen (standaardreeks tot  $20\ \mu\text{g Pb/l}$ ). Kwantificering van cadmium vindt plaats door de piekoppervlakte van de meetoplossing te relateren aan een kalibratielij, verkregen door meting van de piekoppervlakte van cadmiumstandaardoplossingen (standaardreeks tot  $2\ \mu\text{g Cd/l}$ ).*

In enkele gevallen werd in de meetoplossing een cadmiumconcentratie gemeten die buiten het bereik van de kalibratielijns lag d.w.z. dat de concentratie hoger was dan de concentratie van de hoogste standaardoplossing van 2,0 µg Cd/l. In deze gevallen werd een additionele verdunning van de meetoplossing toegepast.

De aantoonbaarheidsgrens voor de bepaling van lood, gedefinieerd als  $3s\sqrt{2}$  waarbij  $s$  de standaarddeviatie van de blanco is, bedraagt 0,76 µg Pb/l meetoplossing; voor cadmium bedraagt deze 0,14 µg Cd/l meetoplossing.

### 2.3 Kwaliteitsborging

Gedurende het onderzoek werd zowel het gehalte aan lood als cadmium bepaald in 16 analyseporties van het gecertificeerde referentiemateriaal "Total Diet", ARCF-4 van het Agricultural Research Centre te Finland. Dit materiaal sluit wat matrix en de gehalten aan lood en cadmium betreft goed aan bij de onderzochte monsters 24-uurs voeding. De kengetallen van de meetuitkomsten, berekend op de droge stof, zijn:

	Lood	Cadmium
Certificaatwaarde, µg/kg <sup>a</sup>	43 ± 8	21 ± 3
Gemeten: gemiddeld, µg/kg (n= 16)	45	21
standaarddeviatie, µg/kg	5	2
variatiecoëfficiënt, %	10	7
bereik, µg/kg	36 - 49	18 - 23

<sup>a</sup> mediaan ± 95% betrouwbaarheidsgrenzen

De spreiding van de resultaten voor zowel lood als cadmium is acceptabel waarbij het gemiddelde meetresultaat dicht bij de centrumwaarde van het voor dat element gecertificeerde interval ligt. Gedurende het onderzoek zijn de criteria juistheid en betrouwbaarheid van de toegepaste methode goed en constant gebleven.

Het gemiddeld gemeten gehalte aan lood in de gevriesdroogde monsters voeding bedroeg 42 µg Pb/kg (bereik 11 tot 311 µg/kg) en aan cadmium 27 µg Cd/kg (bereik 9 tot 114 µg/kg). Gespreid over het hele onderzoek werd het lood- en cadmiumgehalte in 14 monsters gevriesdroogd materiaal in tweevoud en in 3 monsters in drievoud bepaald, uitgaande van afzonderlijke inwegen. Deze monsters vormden, wat hun gehalten aan lood en cadmium betreft, een goede doorsnede van alle monsters.

In het navolgend overzicht zijn de individuele meetresultaten in µg/kg gevriesdroogd materiaal, alsmede het gemiddelde, voor elk monster weergegeven:

Respondent- nummer	Analyse- nummer	Loodgehalte in µg/kg		Cadmiumgehalte in µg/kg	
		individueel	gemiddeld	individueel	gemiddeld
1	94M0783	21 - 23	22	20 - 22	21
11	94M0793	74 - 81	78	57 - 65	61
21	94M0803	34 - 35	35	19 - 22	20
31	94M0813	33 - 43	38	29 - 31	30
41	94M0823	30 - 30	30	27 - 29	28
46	94M0828	116 - 144	130	32 - 36	34
51	94M0833	18 - 21	20	18 - 18	18
61	94M0891	68 - 74 - 89	77	21 - 22 - 23	22
104	94M4135	53 - 65	59	21 - 22	21
109	94M4140	27 - 29	28	111 - 118	114
119	94M4150	42 - 43 - 43	43	19 - 21 - 24	21
123	94M4154	47 - 48	48	17 - 20	19
129	94M4160	47 - 51	49	33 - 35	34
139	94M4170	36 - 46	41	43 - 45	44
141	94M4172	301 - 315 - 316	311	20 - 20 - 22	20
149	94M4180	29 - 29	29	21 - 23	22
158	94M4189	205 - 213	209	40 - 43	41

Als spreidingsmaat is per monster het verschil van het individuele meetresultaat t.o.v. het gemiddelde meetresultaat uitgedrukt in procenten. Voor lood bedraagt deze gemiddeld 5,4% (n=14) met een spreiding van 0,7 tot 12,7%, voor cadmium 4,2% (n=14) met een spreiding van 0,2 tot 8,6%.

De in drievoud uitgevoerde analyses van de gevriesdroogde monsters resulteerden in een relatieve standaarddeviatie van gemiddeld 5,9% voor lood en 6,7% voor cadmium.

Uit bovenstaande experimenten blijkt dat de juistheid en de herhaalbaarheid van de onderzoeksresultaten voor zowel het gecertificeerde monster standaardreferentiemateriaal als voor de in meervoud gemeten monsters ruimschoots binnen de in het onderzoeksplan vastgestelde criteria liggen.

### 3. RESULTATEN EN DISCUSSIE

123 duplicaten van 24-uurs voeding zijn in twee perioden van een week verzameld in 1994.

In Bijlage 1 zijn de gemeten gehalten aan lood en cadmium in de gevriesdroogde monsters 24-uurs voeding, die in de week van 14 t/m 20 maart verzameld werden, vermeld. Ook zijn in deze bijlage het respondentnummer, het monsteridentificatienummer, de verzamelde hoeveelheid 24-uurs voeding, het procentuele residu na vriesdrogen en nog enkele persoonlijke gegevens zoals leeftijd en geslacht van de respondenten vermeld.

In Bijlage 2 zijn dezelfde gegevens vermeld voor de 24-uurs voedingen die in de week van 19 t/m 25 september verzameld werden.

Op basis van de gegevens uit Bijlage 1 en Bijlage 2 zijn van zowel de voorjaarsvoedingen als de najaarsvoedingen enkele kengetallen berekend van de dagelijkse lood- en cadmiuminname en weergegeven in Tabel 1.

**TABEL 1** Enkele kengetallen voor de inname aan lood en cadmium in  $\mu\text{g}$  per 24-uurs voeding bemonsterd door respondenten in maart 1994 ( $n=62$ ) en in september 1994 ( $n=61$ ).

Kengetal	Loodinname in $\mu\text{g}$ per persoon		Cadmiuminname in $\mu\text{g}$ per persoon	
	maart	september	maart	september
gemiddelde	16,5	19,4	10,1	12,6
laagste waarde	4,7	4,1	3,6	3,4
1° deciel	7,4	6,8	5,7	7,0
mediaan	14,3	14,5	10,1	11,3
9° deciel	29,4	28,8	14,0	19,6
hoogste waarde	42,5	134	27,1	29,0

Uit Tabel 1 blijkt dat de dagelijkse lood- en cadmiuminname in het najaar 18% resp. 25% hoger is dan in het voorjaar.

Omdat het aantal 24-uurs voedingen per seizoen gering is en omdat de verschillen in de innamen aan lood en cadmium per seizoen relatief gering zijn, zijn alle resultaten van het onderzoek naar de lood- en cadmiuminname via de voeding samengevoegd tot één studie met 123 duplicaten van 24-uurs voeding die zijn verzameld in 1994.

In Bijlage 3 zijn de dagelijkse lood- en cadmiuminname van alle 60 mannelijke respondenten vermeld evenals de eerder genoemde identificatienummers, de hoeveelheid voeding die elke deelnemer heeft verzameld, de leeftijd en het lichaamsgewicht. In Bijlage 4 zijn deze gegevens van de 63 vrouwelijke respondenten vermeld.

Mannen hebben in deze studie gemiddeld 13% meer voeding geconsumeerd dan vrouwen [15], hetgeen geresulteerd heeft in een grotere inname aan lood en cadmium zoals blijkt uit de kengetallen vermeld in Tabel 2.

**TABEL 2** *Het gemiddelde (gem.) en bereik van de inname aan lood en cadmium alsmede de hoeveelheid ingenomen voeding per dag door mannen en vrouwen.*

Inname per dag	Mannen (n=60)		Vrouwen (n=63)		Allen (n=123)	
	gem.	bereik	gem.	bereik	gem.	bereik
Voeding (g)	2761	1639 - 4449	2452	1491 - 4160	2603	1491 - 4449
Lood ( $\mu\text{g}$ )	19,5	4,1 - 96,6	16,5	4,7 - 134	17,9	4,1 - 134
Cadmium ( $\mu\text{g}$ )	12,6	3,4 - 29,0	10,2	3,6 - 27,1	11,4	3,4 - 29,0

Gemiddeld nemen mannen aan lood 18% meer in dan vrouwen en aan cadmium 23% meer. Het verschil is groter dan op basis van het verschil in hoeveelheid voeding verwacht zou worden. Hierbij moet worden aangetekend dat door vrouwen geconsumeerd voeding gemiddeld minder droge stof bevat dan dat van mannen. Het gemiddelde gehalte aan lood van de gevriesdroogde voeding van de mannelijke respondenten bedraagt 41  $\mu\text{g}/\text{kg}$  en verschilt nauwelijks van die van de vrouwelijke respondenten (43  $\mu\text{g}/\text{kg}$ ). Voor de gemiddelde cadmiumgehalten van de mannelijke respondenten (26  $\mu\text{g}/\text{kg}$ ) en de vrouwelijke respondenten (28  $\mu\text{g}/\text{kg}$ ) geldt hetzelfde.

Voor zowel lood als cadmium is door de FAO/WHO [17] een voorlopig toelaatbare wekelijkse inname vastgesteld. Voor lood bedraagt deze norm 25  $\mu\text{g}$  en voor cadmium 7  $\mu\text{g}$  per kg lichaamsgewicht per week. Omgerekend naar een toelaatbare dagelijkse inname (TDI) bedraagt deze norm voor lood 3,6  $\mu\text{g}$  en voor cadmium 1,0  $\mu\text{g}$  per kg lichaamsgewicht.

De individuele lood- en cadmiuminnamen, die in dit 24-uurs voedingenonderzoek werden bepaald, zijn omgerekend naar innamen per dag en per kg lichaamsgewicht van de betreffende respondent. De resultaten hiervan zijn toegevoegd aan de tabellen in de Bijlagen 3 en 4. Enige kengetallen zijn naast de voornoemde normen in Tabel 3 samengebracht.

**TABEL 3** *Kengetallen van de lood- en cadmiuminnamen in  $\mu\text{g}$  per kg lichaamsgewicht alsmede de toelaatbare dagelijkse inname (TDI) berekend uit de FAO/WHO normen.*

Kengetal	Loodinname per kg lichaamsgewicht			Cadmiuminname per kg lichaamsgewicht		
	man	vrouw	allen	man	vrouw	allen
gemiddeld	0,25	0,25	0,25	0,16	0,15	0,15
laagste	0,05	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05
mediaan	0,19	0,21	0,20	0,16	0,14	0,14
hoogste	1,19	2,17	2,17	0,43	0,36	0,43
TDI			3,6			1,0

Geen van de respondenten heeft op de verzameldag meer lood of cadmium ingenomen dan toelaatbaar geacht wordt. De gemiddelde inname aan lood bedraagt slechts 7% van de norm terwijl dit voor cadmium slechts 15% is.

In Tabel 4 is een vergelijking gemaakt tussen de lood- en cadmiuminnamen per 24 uur gemeten in deze studie en de resultaten die zijn gevonden in de voorgaande studies van 1976/1978 en van 1984/1985 [7,16].

**TABEL 4** De gemiddelde inname aan lood en cadmium en de hoeveelheid voeding door respondenten per 24-uurs voeding, bemonsterd in 1976/1978, 1984/1985 en 1994.

Gemiddelde inname	Verzamelperiode		
	1976/1978	1984/1985	1994
Hoeveelheid voeding in gram	2304	2235	2603
Loodinname in µg/dag			
- gemiddeld	107	34	18
- mediaan	81	28	14
- bereik	10 - 1460	7 - 214	4 - 134
Cadmiuminname in µg/dag			
- gemiddeld	—*	10	11
- mediaan	< 20	9	11
- bereik	< 15 - 80	3 - 55	3 - 29
Aantal respondenten	201	110	123

\* Niet berekend wegens het grote aantal waarden van het "kleiner dan (<)" type.

Opmerkelijk is de grote afname in de dagelijkse loodinname gemeten vanaf 1976/1978. Nadat in 1984/1985 een gemiddelde inname van ongeveer een factor drie lager werd gemeten, bleek de inname na een periode van een decade in 1994 ongeveer gehalveerd te zijn. Gezien de kwaliteitsborgingen zijn analytisch-methodische verschillen niet van invloed op de meetresultaten zodat verondersteld wordt dat de belasting van het milieu door lood is afgenomen [7].

Afgaande op de kengetallen van Tabel 4 blijkt de belasting met cadmium in geringe mate te veranderen. Verandering van de meettechniek leidde bij de laatste twee studies tot een grotere gevoeligheid, hetgeen resulteerde in een betere vergelijkbaarheid van deze studies. De dagelijkse inname aan cadmium bleek daarbij toe te nemen maar ook de gemiddeld ingenomen hoeveelheid voeding is ten opzichte van 1984/1985 toegenomen. Het cadmiumgehalte van de gevriesdroogde monsters voeding is echter onveranderd gebleven. In 1984/1985 bedroeg het gemiddelde meetresultaat 26 µg Cd/kg (bereik 10 tot 163 µg Cd/kg), in 1994 gemiddeld 27 µg Cd/kg (bereik 9 tot 114 µg Cd/kg).

Naast het 24-uurs voedingsonderzoek werd in Nederland de dagelijkse inname aan lood en cadmium via een "Total Diet" studie (market basket) bepaald. Op basis van de gegevens uit de Nationale Voedselconsumptie Peiling (VCP) werden in 1987/1988 de consumptiegegevens vastgesteld van 5898 personen uit 2203 huishoudens.

Het CIVO/TNO heeft hieruit een selectie gemaakt van 226 voedselgroepen. Nadat de geselecteerde voedingsmiddelen aangekocht en voor consumptie geschikt waren gemaakt werd door de individuele analyse van 226 voedingsproducten door het CIVO/TNO en de gegevens van de VCP onder meer de lood- en cadmiuminname via de voeding vastgesteld [18]. In deze studie is uitgegaan van diverse leeftijdsgroepen die de bevolking van 1 tot 85 jaar bestrijken.

Om een redelijke vergelijking tussen deze en onderliggende studie te kunnen maken zijn enige modificaties in de indeling van de resultaten toegepast. Ten aanzien van het 24-uurs voedingsonderzoek zijn de resultaten opgesplitst naar twee leeftijdsgroepen van de respondenten: de groep jonger dan 50 jaar (18- tot 50-jarigen) en de groep ouder dan 50 jaar (50- tot 75-jarigen).

Uit de resultaten van de "Total Diet" studie zijn de gegevens van de vier leeftijdsgroepen van 19 tot 65+ jaar gebundeld in een groep jonger en een groep ouder dan 50 jaar. In Tabel 5 zijn enkele kengetallen uit beide studietypen naast elkaar weergegeven voor beide leeftijdscategorieën en per geslacht.

**TABEL 5** *Dagelijkse inname aan lood en cadmium via de voeding door mannen en vrouwen in twee leeftijdscategorieën. Resultaten van de "Total Diet" studie [18] en het duplicaat 24-uurs voedingenonderzoek 1994. Aantal respondenten n tussen haakjes.*

Geslacht / leeftijd in jaren		24-uurs voeding (RIVM)		"Total Diet" (CIVO/TNO)	
		gemiddelde ± s	n	gemiddelde ± s	n
Loodinname in µg per persoon per dag					
mannen	< 50	18 ± 16	40	24 ± 24	1318
	≥ 50	21 ± 13	20	27 ± 27	612
vrouwen	< 50	17 ± 19	44	25 ± 24	1454
	≥ 50	16 ± 6	19	29 ± 29	750
Cadmiuminname in µg per persoon per dag					
mannen	< 50	13 ± 5	40	16 ± 5	1318
	≥ 50	12 ± 5	20	15 ± 5	612
vrouwen	< 50	11 ± 5	44	12 ± 4	1454
	≥ 50	9 ± 3	19	11 ± 4	750

Gemiddeld bedraagt het verschil in loodinnamen tussen beide studies voor mannen 27%. Bij vrouwen is dit verschil met 42% aanmerkelijk groter. Toch liggen voor beide geslachten de meetuitkomsten in de lijn der verwachtingen aangezien de producten, die door het CIVO/TNO zijn onderzocht, in de periode juli 1988 tot juli 1989 zijn verzameld. Deze periode valt binnen de duplicaat 24-uurs studie van 1984/1985, toen mannen gemiddeld 38 µg en vrouwen 31 µg lood innamen, en de onderliggende studie waarbij een veel lagere loodbelasting is geconstateerd; een verschil van totaal 62%.

Uit Tabel 4 blijken de cadmiuminnamen na een decade nauwelijks te zijn veranderd. Opvallend is dat in de "Total Diet" studie door alle mannen 23% en door alle vrouwen 20% meer cadmium is ingenomen dan is vastgesteld in het 24-uurs voedingen onderzoek van 1994. Uit de gegevens van de Voedsel Consumptie Peiling [19] die bij de "Total Diet" studie zijn toegepast blijkt meer voeding te zijn geconsumeerd. In de leeftijd van 19 jaar en ouder hebben mannen 11% en vrouwen 3% meer voeding ingenomen dan de respondenten in 1994. De verschillen in cadmiuminnamen worden maar ten dele verklaard door verschillen in de hoeveelheid geconsumeerde voeding.

#### 4. CONCLUSIES

In 1994 hebben 123 respondenten een duplicaat van hun 24-uurs voeding verzameld. De bemonstering vond verdeeld over twee weken plaats. Een deelportie van elke voeding is gevriesdroogd waarna dit vervolgens is onderzocht op onder andere het gehalte aan lood en cadmium. Uit de resultaten van dit onderzoek is de dagelijkse inname aan lood en cadmium voor elke respondent berekend. Hieruit kan het volgende worden geconcludeerd:

- De gemiddelde dagelijkse lood- en cadmiuminname is in het najaar 18 resp. 25% hoger dan in het voorjaar. De mediane dagelijkse lood- en cadmiuminname in het najaar is slechts 2 resp. 12% hoger dan in het voorjaar. Om bovenstaande reden en omdat het aantal 24-uurs voedingen per seizoen gering is zijn alle resultaten van het onderzoek naar de lood- en cadmiuminnamen via de voeding samengevoegd tot één studie met 123 duplicaten van 24-uurs voeding die zijn verzameld in 1994.
- Gemiddeld nemen mannen met hun voeding 19,5 µg lood en 12,6 µg cadmium per 24 uur in. Vrouwen nemen gemiddeld 16,5 µg lood en 10,2 µg cadmium per dag in. Dit betekent dat de mannelijke respondenten ongeveer 18% meer lood en 24% meer cadmium met hun voeding innemen dan de vrouwelijke respondenten. Deels kan dit verklaard worden door de 12% grotere hoeveelheid geconsumeerd voedsel van de mannelijke respondenten.
- Uit de toelaatbare wekelijkse inname, die de FAO/WHO hanteert, is voor lood een dagelijkse inname berekend van 3,6 µg en voor cadmium 1,0 µg per kg lichaamsgewicht. Zowel voor lood als voor cadmium lagen de innamen van alle respondenten ruim binnen deze normen. De gemiddelde inname per kg lichaamsgewicht bedraagt voor alle respondenten 0,25 µg lood per dag in met een bereik van 0,05 tot 2,17 µg. Aan cadmium is dit gemiddeld 0,15 µg met een bereik van 0,05 tot 0,43 µg.
- De gemiddelde dagelijkse loodinname via de voedingen, beschouwd over de verzamelperioden van 1976/1978 tot het huidige onderzoek, neemt duidelijk af. Vergeleken met 1984/1985 is de gemiddelde dagelijkse loodinname bijna gehalveerd. De gemiddelde dagelijkse cadmiuminname is daarentegen nauwelijks veranderd in de beschouwde periode.
- Naast de studie met duplicaat voedingen is in Nederland in 1988/1989 een "Total Diet" studie uitgevoerd. De resultaten van dit door het CIVO/TNO uitgevoerde onderzoek komen, wat de dagelijkse loodinnamen betreft, redelijk overeen met de neerwaartse trend die is vastgesteld met de duplicaat voedingenonderzoeken van 1984/1985 en van 1994. De gemiddelde cadmiuminname, bepaald via de "Total Diet" studie, is ongeveer 20% hoger dan is bepaald in het huidige duplicaat voedingenonderzoek. Het verschil wordt deels verklaard door een verschil in de hoeveelheid geconsumeerde voeding.

**LITERATUUR**

- 1 Speijers G.J.A. en Vaessen H.A.M.G.; "Strategienota Onderzoek Mens en Voeding". RIVM / Bilthoven - 1990.
- 2 National Research Council; "Recommended Dietary Allowances". 10<sup>e</sup> Editie. National Academy Press. Washington D.C. 1989.
- 3 Uthus E.O. en Seaborn C.D.; "Deliberations and evaluations of the approaches, endpoints and paradigms for dietary recommendations of the other trace elements". *Journal of Nutrition* **126** (9), S2452 - S2459, (1996)
- 4 Reilly C.; "Metal contamination of food". 2<sup>e</sup> Editie. Elsevier applied science. Londen, New York - 1991.
- 5 Schulte A., Balazs A., Block J., Gehrman J.; "Development of heavy-metal deposition by precipitation in West Germany. 1 Lead and cadmium". *Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde* **159** (4), 377 - 383, (1996)
- 6 Staarink T., Hakkenbrak P.; "Het contaminantenboekje". 's-Gravenhage - 1991.
- 7 Ellen G., Egmond E., Loon J.W. van, Sahertian E.T., Tolsma K.; "Dietary intakes of some essential and non essential elements, nitrate, nitrite and N-nitrosamines, by Dutch adults: estimated via a 24-hour duplicate portion study". *Food additives and contaminants* **7** (2), 207 - 221, (1990).
- 8 Ellen G.; "Dietary studies in The Netherlands: duplicate portion approach". EC workshop on total diet studies, Zeist, 9 -11 november 1987.
- 9 Vaessen H.A.M.G., Kamp C.G. van de, Ooik A. van; "Het duplicaatvoedingen project 1984/1985 - uitvoering en enkele resultaten". RIVM rapport nr. 388700 001 - juli 1987.
- 10 Ooik A. van, Burg G. van den, Ritsema R., Loon J.W. van en Vaessen H.A.M.G.; "Duplicaat 24-uurs voedingen 1994 - ijzerinname -". RIVM rapport nr. 51 5004 001 - maart 1996.
- 11 Loon J.W. van , Ooik A. van en Ritsema R.; "Duplicaat 24-uurs voedingen 1994 - inname aan zink -". RIVM rapport nr. 51 5004 005 - december 1996.
- 12 Loon J.W. van , Ooik A. van en Ritsema R.; "Duplicaat 24-uurs voedingen 1994 - koperinname -". RIVM rapport nr. 51 5004 006 - december 1996.
- 13 Loon J.W. van , Ooik A. van en Ritsema R.; "Duplicaat 24-uurs voedingen 1994 - seleeninname -". RIVM rapport nr. 51 5004 002 - juni 1996.
- 14 Loon J.W. van , Ooik A. van en Ritsema R.; "Duplicaat 24-uurs voedingen 1994 - inname aan natrium en kalium -". RIVM rapport nr. 51 5004 004 - december 1996.
- 15 Vaessen H.A.M.G., Ooik A. van, Loon J.W. van, Vliet J.J.H. van, Kieft A.J., Burg G. van den, Ritsema R.; "Duplicaat 24-uurs voeding onderzoek 1994 - verzamelen en bewerken van het monsternormaal". RIVM rapport nr. 389101 008 - december 1995.

- 16 Ellen G., Loon J.W. van, Tolsma K.; "Dagelijkse opnemings van enige essentiële en niet essentiële spoorelementen, bepaald via analyse van duplicaat 24-uurs voedingen, bemonsterd in 1984/1985".  
RIVM rapport nr. 388474 010 - januari 1988.
- 17 FAO/WHO; "Evaluation of certain food additives and contaminants". Forty-first report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives.  
WHO Technical Report Series 837. Geneva 1993.
- 18 Brussaard J.H., Dokkum W. van, Paauw C.G. van der, Vos R.H. de, Kort W.L.A.M. de, Löwik M.R.H.; "Dietary intake of food contaminants in the Netherlands. (Dutch Nutrition Surveillance System)".  
Food Additives and Contaminants **13** (5), 561 - 573, (1996).
- 19 Ministerie van Welzijn, Volksgezondheid en Cultuur, Ministerie van Landbouw en Visserij; "Wat eet Nederland? Resultaten van de voedselconsumptiepeiling 1987 - 1988".  
Rijswijk - 1988.

**BIJLAGE 1** Het gehalte aan lood en cadmium in gevriesdroogde duplicaten van 24-uurs voeding (verzamelperiode 14 t/m 20 maart 1994).

Respondent-nummer	Monster-identificatie-nummer	Geslacht m/v	Leeftijd in jaren	Hoeveelheid voeding in gram per 24 uur	Residu na vriesdrogen in %	Gehalte aan lood in µg/kg "droog" product	Gehalte aan cadmium in µg/kg "droog" product
1	94M0783	m	40	2172	14,6	22	21
2	94M0784	v	60	2294	15,3	30	15
3	94M0785	m	61	2522	18,0	44	18
4	94M0786	v	28	2256	13,8	26	16
5	94M0787	v	47	2419	11,2	63	32
6	94M0788	m	32	2697	16,3	65	32
7	94M0789	m	73	2624	13,6	32	10
8	94M0790	v	35	2542	16,9	35	22
9	94M0791	m	28	3705	16,2	43	16
10	94M0792	m	37	2207	20,8	53	31
11	94M0793	v	40	2425	18,3	78	61
12	94M0794	m	48	3116	14,8	35	27
13	94M0795	v	26	3527	11,1	29	15
14	94M0796	v	26	1612	19,7	48	24
15	94M0797	m	23	2137	15,1	36	25
16	94M0798	v	71	2462	20,1	60	21
17	94M0799	m	58	2240	19,0	30	29
18	94M0800	m	64	1639	18,5	98	46
19	94M0801	m	61	2548	12,5	33	20
20	94M0802	m	30	2518	25,5	54	21
21	94M0803	v	49	2656	24,2	35	20
22	94M0804	v	32	1681	17,1	16	24
23	94M0805	m	44	2495	21,8	29	20
24	94M0806	v	35	1530	20,9	41	18
25	94M0807	m	33	2166	16,8	26	20
26	94M0808	m	33	2117	18,1	27	28
27	94M0809	v	65	1659	19,0	44	21
28	94M0810	v	48	2547	11,7	64	26
29	94M0811	v	31	4077	12,7	24	20
30	94M0812	m	53	3925	20,7	28	16
31	94M0813	m	46	2482	15,2	38	30
32	94M0814	v	73	2283	18,6	33	20
33	94M0815	m	40	3492	18,9	23	21
34	94M0816	v	31	2823	11,7	35	32
35	94M0817	v	70	2498	16,7	45	20
36	94M0818	v	73	2417	16,8	40	29
37	94M0819	v	66	2733	10,1	65	31
38	94M0820	m	29	4167	16,7	32	22
39	94M0821	v	36	2810	19,5	22	27
40	94M0822	v	31	1491	24,9	19	27
41	94M0823	m	62	3050	16,5	30	28
42	94M0824	m	27	2492	27,3	17	16
43	94M0825	v	43	3927	10,2	44	25
44	94M0826	m	43	4204	16,5	43	16
45	94M0827	v	45	1934	15,4	41	26
46	94M0828	m	38	2883	11,1	130	34
47	94M0829	v	59	2134	15,8	28	17
48	94M0830	m	58	2878	15,2	29	19
49	94M0831	v	31	3032	15,4	29	23
50	94M0832	m	47	2587	15,7	22	23
51	94M0833	v	28	3457	16,1	20	18
52	94M0834	m	34	2400	21,5	34	19
53	94M0835	v	59	2333	20,3	30	23
54	94M0836	v	41	1843	17,9	21	23
55	94M0837	v	29	2700	10,7	23	19
56	94M0838	v	33	2250	15,4	68	35
57	94M0839	m	58	2243	20,5	18	15
58	94M0840	m	72	2235	20,2	25	28
59	94M0841	m	28	2716	17,3	34	25
60	94M0842	m	31	2157	25,7	30	31
61	94M0891	m	64	3546	15,6	77	22
62	94M0892	v	42	2245	10,1	24	24

**BIJLAGE 2** Het gehalte aan lood en cadmium in gevriesdroogde duplicaten van 24-uurs voeding (verzamelperiode 19 t/m 25 september 1994).

Respondent-nummer	Monster-identificatie-nummer	Geslacht m/v	Leeftijd in jaren	Hoeveelheid voeding in gram per 24 uur	Residu na vriesdrogen in %	Gehalte aan lood in µg/kg "droog" product	Gehalte aan cadmium in µg/kg "droog" product
101	94M4132	v	36	1806	22,6	20	22
102	94M4133	m	44	1889	13,4	32	54
103	94M4134	v	72	2798	12,5	66	20
104	94M4135	m	74	1860	22,1	59	21
105	94M4136	v	27	3326	19,6	16	17
106	94M4137	m	63	3088	9,2	14	26
107	94M4138	m	21	1838	27,1	15	24
108	94M4139	m	24	2264	20,2	12	23
109	94M4140	v	35	2580	8,0	28	114
110	94M4141	v	73	1951	18,4	26	26
111	94M4142	m	62	3289	17,4	18	24
112	94M4143	m	43	2685	14,6	21	9
113	94M4144	v	30	2194	17,5	52	38
114	94M4145	v	43	2309	15,6	51	22
115	94M4146	v	32	2193	12,5	34	21
116	94M4147	m	47	3125	13,3	35	37
117	94M4148	v	70	1898	17,8	43	11
118	94M4149	m	27	3948	15,5	25	32
119	94M4150	v	60	1948	15,0	43	21
120	94M4151	m	19	3183	21,8	28	28
121	94M4152	v	39	3849	11,8	35	41
122	94M4153	m	37	3078	12,9	25	34
123	94M4154	m	61	2946	18,1	48	19
124	94M4155	v	45	2577	10,1	69	83
125	94M4156	v	26	1540	22,4	31	27
126	94M4157	v	29	4160	12,0	29	19
127	94M4158	m	65	3984	19,5	27	20
128	94M4159	m	47	2270	15,8	24	56
129	94M4160	v	62	2331	14,4	49	34
130	94M4161	v	58	1753	16,2	36	39
131	94M4162	v	48	2773	14,7	44	21
132	94M4163	v	42	1762	17,0	22	58
133	94M4164	v	21	4081	6,0	72	34
134	94M4165	m	39	2497	19,0	58	25
135	94M4166	m	30	1661	20,0	43	25
136	94M4167	m	54	4325	18,5	33	20
137	94M4168	m	38	4449	14,1	66	35
138	94M4169	m	33	1826	24,8	39	24
139	94M4170	v	57	1648	20,4	41	44
140	94M4171	m	68	2397	19,7	42	27
141	94M4172	v	46	2417	17,9	311	20
142	94M4173	v	32	2465	16,9	64	38
143	94M4174	v	47	1952	16,9	43	33
144	94M4175	m	27	2602	16,3	29	28
145	94M4176	m	51	1779	24,3	90	24
146	94M4177	m	41	2560	22,1	26	22
147	94M4178	v	27	1936	19,1	19	24
148	94M4179	m	38	2484	18,3	21	40
149	94M4180	v	61	2908	13,5	29	22
150	94M4181	m	64	2996	20,0	99	48
151	94M4182	m	20	2786	17,1	25	26
152	94M4183	v	34	2070	14,9	18	20
153	94M4184	v	37	2621	18,6	32	29
154	94M4185	m	23	2924	16,1	25	23
155	94M4186	v	65	2065	20,4	30	23
157	94M4188	v	18	2265	21,8	59	20
158	94M4189	m	33	3260	14,2	209	41
159	94M4190	m	45	3327	17,9	11	45
160	94M4191	v	49	2056	13,4	82	39
161	94M4192	v	66	3405	20,4	43	18
162	94M4193	v	32	2255	23,1	19	22

**BIJLAGE 3** 24-uurs voedingsonderzoek 1994. Overzicht van de lood- en cadmiuminname in  $\mu\text{g}$  per 24 uur van alle mannelijke respondenten ( $n=60$ ). Tevens is de dagelijkse inname aan lood en cadmium uitgedrukt in  $\mu\text{g}$  per kg lichaamsgewicht.

Respondent-nummer	Monster-identificatienummer	Leeftijd in jaren	Lichaamsgewicht in kg	Hoeveelheid voeding in gram per 24 uur	Inname in $\mu\text{g}$ per 24 uur		Inname in $\mu\text{g}$ per kg lichaamsgewicht	
					lood	cadmium	lood	cadmium
1	94M0783	40	86	2172	7,1	6,7	0,08	0,08
3	94M0785	61	82	2522	19,9	8,0	0,24	0,10
6	94M0788	32	108	2697	28,7	14,0	0,27	0,13
7	94M0789	73	61	2624	11,5	3,6	0,19	0,06
9	94M0791	28	67	3705	25,5	9,7	0,38	0,14
10	94M0792	37	98	2207	24,4	14,1	0,25	0,14
12	94M0794	48	77	3116	16,2	12,6	0,21	0,16
15	94M0797	23	75	2137	11,8	8,2	0,16	0,11
17	94M0799	58	92	2240	12,8	12,3	0,14	0,13
18	94M0800	64	88	1639	29,9	14,0	0,34	0,16
19	94M0801	61	76	2548	10,5	6,3	0,14	0,08
20	94M0802	30	78	2518	34,5	13,7	0,44	0,18
23	94M0805	44	80	2495	15,5	10,7	0,19	0,13
25	94M0807	33	77	2166	9,5	7,2	0,12	0,09
26	94M0808	33	88	2117	10,4	10,7	0,12	0,12
30	94M0812	53	73	3925	23,0	13,0	0,31	0,18
31	94M0813	46	92	2482	14,3	11,4	0,16	0,12
33	94M0815	40	80	3492	15,3	13,7	0,19	0,17
38	94M0820	29	75	4167	22,6	15,2	0,30	0,20
41	94M0823	62	91	3050	15,0	14,1	0,17	0,15
42	94M0824	27	73	2492	11,7	10,9	0,16	0,15
44	94M0826	43	83	4204	29,5	11,3	0,36	0,14
46	94M0828	38	83	2883	41,6	10,9	0,50	0,13
48	94M0830	58	84	2878	12,7	8,3	0,15	0,10
50	94M0832	47	80	2587	8,9	9,2	0,11	0,11
52	94M0834	34	84	2400	17,3	10,0	0,21	0,12
57	94M0839	58	75	2243	8,5	6,8	0,11	0,09
58	94M0840	72	80	2235	11,1	12,8	0,14	0,16
59	94M0841	28	72	2716	16,0	11,9	0,22	0,17
60	94M0842	31	88	2157	16,8	17,0	0,19	0,19
61	94M0891	64	83	3546	42,5	12,3	0,51	0,15
102	94M4133	44	70	1889	8,2	13,7	0,12	0,20
104	94M4135	74	71	1860	24,4	8,7	0,34	0,12
106	94M4137	63	90	3088	4,1	7,5	0,05	0,08
107	94M4138	21	95	1838	7,7	12,1	0,08	0,13
108	94M4139	24	86	2264	5,3	10,6	0,06	0,12
111	94M4142	62	66	3289	10,6	13,9	0,16	0,21
112	94M4143	43	68	2685	8,4	3,4	0,12	0,05
116	94M4147	47	79	3125	14,5	15,3	0,18	0,19
118	94M4149	27	82	3948	15,5	19,5	0,19	0,24
120	94M4151	19	90	3183	19,5	19,6	0,22	0,22
122	94M4153	37	66	3078	9,9	13,3	0,15	0,20
123	94M4154	61	82	2946	25,5	10,0	0,31	0,12
127	94M4158	65	70	3984	20,7	15,3	0,30	0,22
128	94M4159	47	77	2270	8,5	19,9	0,11	0,26
134	94M4165	39	70	2497	27,7	11,7	0,40	0,17
135	94M4166	30	67	1661	14,2	8,2	0,21	0,12
136	94M4167	54	72	4325	26,8	15,9	0,37	0,22
137	94M4168	38	69	4449	41,5	22,2	0,60	0,32
138	94M4169	33	65	1826	17,9	11,0	0,27	0,17
140	94M4171	68	76	2397	19,7	12,9	0,26	0,17
144	94M4175	27	70	2602	12,2	11,7	0,17	0,17
145	94M4176	51	73	1779	39,0	10,3	0,53	0,14
146	94M4177	41	71	2560	15,0	12,5	0,21	0,18
148	94M4179	38	76	2484	9,7	18,0	0,13	0,24
150	94M4181	64	67	2996	59,5	29,0	0,89	0,43
151	94M4182	20	70	2786	11,8	12,4	0,17	0,18
154	94M4185	23	67	2924	11,7	10,9	0,17	0,16
158	94M4189	33	81	3260	96,6	19,2	1,19	0,24
159	94M4190	45	103	3327	6,7	26,7	0,07	0,26

**BIJLAGE 4** 24-uurs voedingenonderzoek 1994. Overzicht van de lood- en cadmiuminname in  $\mu\text{g}$  per 24 uur van alle vrouwelijke respondenten (n=63). Tevens is de dagelijkse inname aan lood en cadmium uitgedrukt in  $\mu\text{g}$  per kg lichaamsgewicht.

Respondent-nummer	Monster-identificatie-nummer	Leeftijd in jaren	Lichaamsgewicht in kg	Hoeveelheid voeding in gram per 24 uur	Inname in $\mu\text{g}$ per 24 uur		Inname in $\mu\text{g}$ per kg lichaamsgewicht	
					lood	cadmium	lood	cadmium
2	94M0784	60	82	2294	10,4	5,3	0,13	0,06
4	94M0786	28	57	2256	8,2	5,0	0,14	0,09
5	94M0787	47	59	2419	17,0	8,6	0,29	0,15
8	94M0790	35	63	2542	15,2	9,4	0,24	0,15
11	94M0793	40	80	2425	34,4	27,1	0,43	0,34
13	94M0795	26	57	3527	11,5	5,8	0,20	0,10
14	94M0796	26	61	1612	15,2	7,7	0,25	0,13
16	94M0798	71	67	2462	29,6	10,3	0,44	0,15
21	94M0803	49	110	2656	22,2	13,0	0,20	0,12
22	94M0804	32	74	1681	4,7	6,8	0,06	0,09
24	94M0806	35	62	1530	13,0	5,7	0,21	0,09
27	94M0809	65	64	1659	13,8	6,5	0,22	0,10
28	94M0810	48	56	2547	19,1	7,8	0,34	0,14
29	94M0811	31	62	4077	12,5	10,1	0,20	0,16
32	94M0814	73	60	2283	14,1	8,4	0,24	0,14
34	94M0816	31	74	2823	11,6	10,6	0,16	0,14
35	94M0817	70	79	2498	18,8	8,4	0,24	0,11
36	94M0818	73	73	2417	16,2	11,7	0,22	0,16
37	94M0819	66	60	2733	18,1	8,6	0,30	0,14
39	94M0821	36	110	2810	12,2	14,6	0,11	0,13
40	94M0822	31	71	1491	7,2	10,1	0,10	0,14
43	94M0825	43	85	3927	17,6	9,9	0,21	0,12
45	94M0827	45	75	1934	12,3	7,6	0,16	0,10
47	94M0829	59	68	2134	9,3	5,8	0,14	0,09
49	94M0831	31	77	3032	13,7	10,9	0,18	0,14
51	94M0833	28	90	3457	10,9	9,8	0,12	0,11
53	94M0835	59	58	2333	14,2	10,7	0,24	0,18
54	94M0836	41	100	1843	7,1	7,5	0,07	0,08
55	94M0837	29	103	2700	6,6	5,4	0,06	0,05
56	94M0838	33	61	2250	23,4	12,2	0,38	0,20
62	94M0892	42	54	2245	5,4	5,4	0,10	0,10
101	94M4132	36	61	1806	8,2	8,8	0,13	0,14
103	94M4134	72	76	2798	23,1	7,0	0,30	0,09
105	94M4136	27	79	3326	10,5	11,3	0,13	0,14
109	94M4140	35	71	2580	5,8	23,6	0,08	0,33
110	94M4141	73	82	1951	9,5	9,2	0,12	0,11
113	94M4144	30	63	2194	19,9	14,6	0,32	0,23
114	94M4145	43	49	2309	18,5	7,8	0,38	0,16
115	94M4146	32	niet beschikbaar	2193	9,4	5,8	-	-
117	94M4148	70	65	1898	14,7	3,6	0,23	0,06
119	94M4150	60	56	1948	12,5	6,3	0,22	0,11
121	94M4152	39	66	3849	15,9	18,5	0,24	0,28
124	94M4155	45	60	2577	17,9	21,7	0,30	0,36
125	94M4156	26	80	1540	10,8	9,3	0,14	0,12
126	94M4157	29	71	4160	14,6	9,3	0,21	0,13
129	94M4160	62	80	2331	16,5	11,3	0,21	0,14
130	94M4161	58	90	1753	10,1	11,2	0,11	0,12
131	94M4162	48	50	2773	17,8	8,7	0,36	0,17
132	94M4163	42	78	1762	6,6	17,5	0,08	0,22
133	94M4164	21	74	4081	17,7	8,3	0,24	0,11
139	94M4170	57	80	1648	13,8	14,9	0,17	0,19
141	94M4172	46	62	2417	134,4	8,8	2,17	0,14
142	94M4173	32	70	2465	26,6	15,7	0,38	0,22
143	94M4174	47	62	1952	14,1	10,9	0,23	0,18
147	94M4178	27	82	1936	7,1	8,7	0,09	0,11
149	94M4180	61	70	2908	11,4	8,8	0,16	0,13
152	94M4183	34	64	2070	5,7	6,2	0,09	0,10
153	94M4184	37	67	2621	15,7	14,1	0,23	0,21
155	94M4186	65	83	2065	12,7	9,7	0,15	0,12
157	94M4188	18	70	2265	28,9	10,1	0,41	0,14
160	94M4191	49	52	2056	22,6	10,9	0,43	0,21
161	94M4192	66	85	3405	29,7	12,5	0,35	0,15
162	94M4193	32	51	2255	10,1	11,5	0,20	0,22