

KOFFIE EN GEZONDHEID I

Koffieverbruik, cafeïne, slapeloosheid en decafeïnering

M. MATZE¹, N.J.M. JACOBS¹, S.B.L. CREMERS¹, M.B. KATAN¹

De Nederlander drinkt gemiddeld per dag vier koppen koffie. Voor het effect van koffie op de gezondheid bestaat dan ook grote belangstelling. In een serie van drie artikelen wordt de literatuur besproken over de relatie tussen koffiegebruik en een aantal gezondheidsaspecten. In dit eerste deel komen, na een inleiding over het koffieverbruik in Nederland en de absorptie en uitscheiding van cafeïne, de relatie tussen koffie en slapeloosheid, en decafeïnering ter sprake. Deel II (1) handelt over serumcholesterolconcentratie en bloeddruk en deel III (2) over effecten op de groei en ontwikkeling van de foetus en effecten op borstgezwollen; in dat artikel worden tevens de slotconclusies verwoord. Voor een algeheel overzicht over gezondheids- en andere aspecten van koffie en cafeïne kan worden verwezen naar twee recente monografieën (3, 4).

De consumptie van koffie en cafeïne in Nederland

Koffie is met gemiddeld 4,2 koppen per persoon per dag één van de meest geconsumeerde dranken in Nederland (5). De Nederlanders behoren direct na de Finnen, Zweden, Denen en Noren tot de vijf grootste koffiedrinkers in de wereld (6). In 1985 werd door de Nederlanders per hoofd 570 liter aan dranken geconsumeerd, waarvan 50%, ofwel 285 liter, voor rekening kwam van koffie en thee (6). Per kopje koffie van 125 ml wordt gemiddeld bijna 5 g gemalen koffie gebruikt. Een consumptie van 7,9 kg koffie (figuur 1) komt dus overeen met circa 200 liter per jaar. Tussen 1975 en 1985 is de koffieconsumptie per hoofd van de bevolking met ca. 16% gestegen (figuur 1). De consumptie van instantkoffie is in de periode 1981-1985 gedaald van 0,145 naar 0,116 kg per hoofd van de bevolking (6), en vormt dus een zeer gering deel van het totaal.

Het aandeel van cafeïnevrije koffie in de Nederlandse koffieconsumptie is in 1985 gestegen tot 2,7%. Naar verwachting

| | 1 kop of minder | 2-4 koppen | 5 koppen of meer |
|---------|-----------------|------------|------------------|
| mannen | 24,6% | 62% | 13,4% |
| vrouwen | 26,9% | 64% | 9,1% |

Tabel 1: Verdeling van koffieconsumptie, in koppen per dag, bij Amsterdamse ambtenaren en hun echtgenotes in de leeftijd van 40-64 (7).

wordt in 1986 de 3% bereikt (6).

Bijna iedereen drinkt koffie, maar niet iedereen drinkt evenveel. Tabel 1 geeft de spreiding in de koffieconsumptie bij Amsterdamse ambtenaren en hun echtgenotes in de leeftijd van 40-64 jaar.

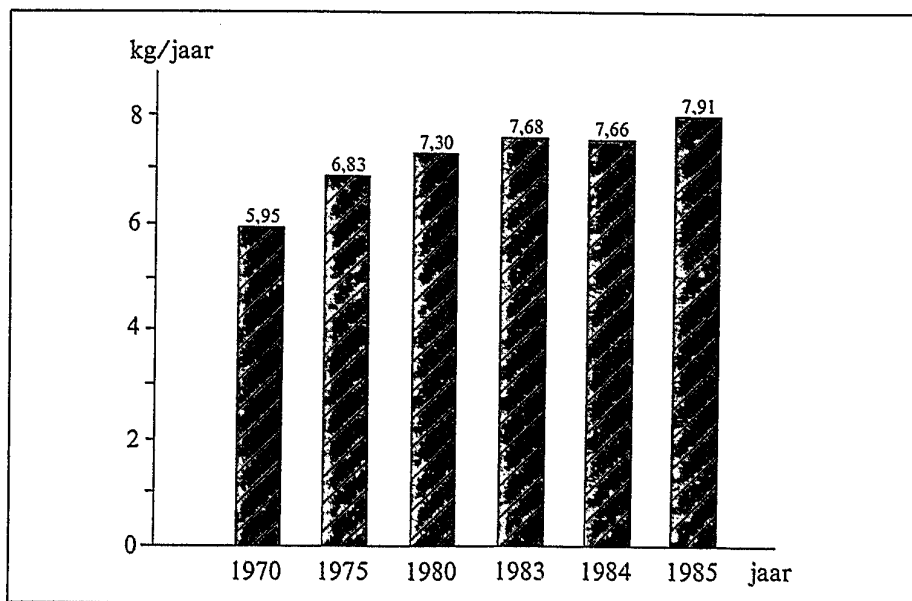
Van Vliet et al. (8) vonden bij jongeren dat de consumptie van één of meer koppen koffie werd gemeld door 20% van de 10-jarigen en door 90% van de 25-jarigen. Het percentage dat tenminste vijf koppen koffie per dag dronk steeg van circa 5% bij de 15-jarigen tot circa 50% bij de 25-jarigen. Dit patroon was vrijwel identiek voor jongens en meisjes. Per leeftijdscategorie leek het koffiegebruik in de periode 1975-1981 min of meer constant.

De hoeveelheid cafeïne per kop koffie bedraagt in Nederland ongeveer 75 mg (Van der Stegen G, pers. mededeling). Gemiddeld is de cafeïneconsumptie via

Samenvatting

Het koffieverbruik in Nederland lag in 1985 rond de 8 kg per hoofd van de bevolking per jaar, hetgeen overeenkomt met 4 à 5 koppen koffie per dag. Uit experimenteel onderzoek is gebleken dat zelfs het drinken van één kopje koffie een aantal uren voor het slapen gaan een negatief effect kan hebben op de slaapkwantiteit en -kwaliteit bij daarvoor gevoelige personen. Het gebruik van gedecafeïneerde koffie kan dit voorkómen. Van dichloormethaan, dat als oplosmiddel bij het decafeïneringsproces wordt gebruikt, zou maximaal 1 mg per kg in het uiteindelijke product achterblijven. Dit zou leiden tot een dagelijkse opname van minder dan 0,001 mg dichloormethaan per kg lichaamsgewicht per dag. Dit gehalte ligt ver onder de hoeveelheid die schadelijk zou kunnen zijn voor de gezondheid.

Trefwoorden: Cafeïne. Carcinogeniteit. Dichloormethaan. Koffie. Residuen. Toxicologie.



Figuur 1: Consumptie van gebrande koffie in Nederland per hoofd van de bevolking per jaar in de periode 1975-1985 (6).

1) Vakgroep Humane Voeding, Landbouwuniversiteit Wageningen.

koffie dus zo'n 300 mg per dag. Daarnaast zit er ook nog cafeïne in andere genotmiddelen (met name in pure chocolade) en geneesmiddelen (o.a. in pijnstillers). Cafeïnegehalten van dranken staan vermeld in tabel 2.

Absorptie en uitscheiding

De absorptie van cafeïne is snel en volledig. In een studie van Axelrod en Reichenthal (geciteerd in 10) werd na een orale dosis van 7 mg/kg lichaamsgewicht binnen één uur een piek in het plasmaniveau bereikt. Routh et al. (geciteerd in 9) vonden na een orale dosis van 120 mg na een half uur een piek in het plasmaniveau. De absorptiesnelheid kan worden beïnvloed door andere voedselbestanddelen (10). Er is wel eens gesteld dat melk in de koffie de werking van cafeïne voor 40% zou remmen (11).

Over het metabolisme van cafeïne bestaat nog veel onduidelijkheid. In figuur 2 is het metabolisme vereenvoudigd weergegeven.

Na een intraveneuze injectie van cafeïne neemt de bloedplasmaconcentratie snel af als gevolg van diffusie naar de weefsels en omzetting. Axelrod en Reichenthal vonden bij de mens na intraveneuze toediening van 7 mg/kg lichaamsgewicht een halfwaardetijd van 4,5 tot 7,5 uur

| drank | gehalte | |
|------------------------------|------------------------------|---------------------------------|
| | Van der Stegen ¹⁾ | Geneesmiddelenbulletin 1977 (9) |
| | (mg per kopje of glas) | |
| verse koffie | 75 | 100-150 |
| poederkoffie (instantkoffie) | 60 | 85-100 |
| thee | 15-30 | 60-75 |
| cafeïne-arme koffie | 3 | 2-4 |
| coladranken | 35 | 40-60 |

1) Persoonlijke mededeling, dr. G. van der Stegen, Douwe Egberts.

Tabel 2: Cafeïnegehalte van dranken.

(geciteerd in 10). Cafeïne komt voornamelijk vrij in het bloed voor.

Slechts een klein percentage van de toegediende cafeïne wordt onveranderd uitgescheiden met de urine. Dit werd aangetoond in verschillende dierexperimentele onderzoeken en bevestigd in onderzoek met mensen. Zo vonden Axelrod en Reichenthal van 100 mg intraveneus toegediende cafeïne in 24 uur slechts 0,5 tot 1,5% als zodanig terug in de urine. Cornish en Christman vonden in 48 uur van 1 g oraal toegediende cafeïne 1% terug. Bors et al. vonden daarentegen na consumptie van 188 mg cafeïne door drie vrouwen en drie mannen in de eerste 16 uur 15,3 tot 15,9% in de urine terug

(geciteerd in 10). Of hier een verschil in metabole activiteit van de onderzochte groep, dan wel de unieke methode voor cafeïnebepaling schuldig aan is, is onzeker (10, 12).

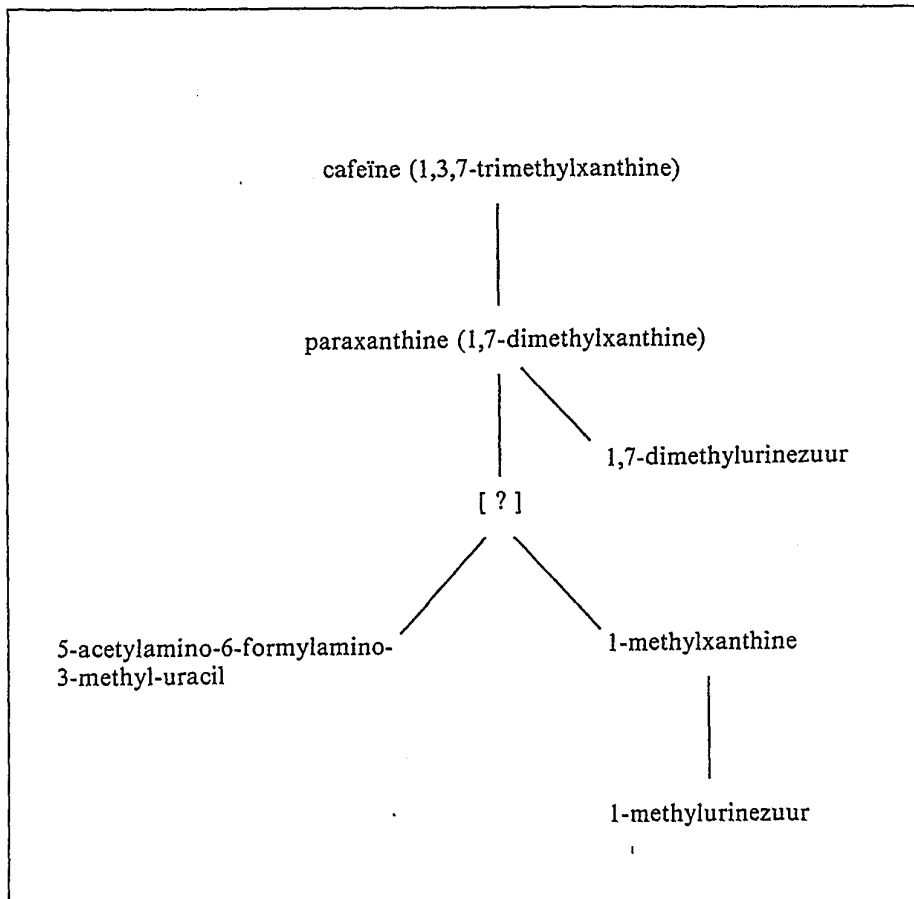
Koffie en slapeloosheid

Cafeïne verdrijft het gevoel van vermoeidheid, en koffie kan daardoor slapeloosheid veroorzaken. Naar de effecten van koffie en cafeïne op de duur en de kwaliteit van de slaap is dan ook veel onderzoek gedaan. Deze effecten kunnen behalve door subjectieve evaluatie door de proefpersoon ook objectief gemeten worden door electro-encefalografie (EEG), electro-oculografie (EOG) of electro-musculografie (EMG). Met deze technieken zijn vier verschillende slaapfasen te onderscheiden (13). Subjectieve beschrijvingen van de psychotrofe effecten van cafeïne blijken overigens sterk overeen te komen met objectief gemeten effecten tijdens dubbelblind onderzoek (14).

Experimenten met cafeïne

Het effect van 150 mg cafeïne, ingenomen een uur voor het slapen gaan in de eigen omgeving, werd bij 230 jonge mannen gedurende twee tot vier nachten gemeten met vragenlijsten in een dubbelblind placebo-gecontroleerd experiment. Cafeïne bleek een verlengde inslaaptijd en een minder vaste slaap te veroorzaken (15). Karacan et al. gaven 18 jonge mannen in een dubbelblind experiment onder laboratoriumomstandigheden gedurende 13 nachten verschillende doses cafeïne 30 minuten voor het slapen gaan (16). De metingen vonden plaats door middel van vragenlijsten en EEG en EOG. Een dosis van 1,1 mg/kg lichaamsgewicht gaf al een significant effect op de inslaaptijd. Doses van 2,3 mg en 4,6 mg/kg lichaamsgewicht veroorzaakten behalve een langere inslaaptijd ook een kortere totale slaap, verminderde slaapdiepte en een verschuiving van de Rapid Eye Movements (REM)-slaap naar eerder in de nacht. Deze doses komen overeen met één tot vier kopjes koffie. Gedecafeïneerde koffie vertoonde op geen enkele slaapcarakteristiek een significant effect (16). Bij een dosis van 200 mg cafeïne werden vergelijkbare resultaten gevonden door Müller-Limmroth in een dubbelblind laboratoriumexperiment onder acht proefpersonen (17).

Dat cafeïne de inslaaptijd verlengt en de slaapdiepte doet verminderen bleek ook uit een dubbelblind placebo-gecontroleerd laboratoriumexperiment door Schwertz en Marbach (18). Zij bestudeerden een aantal fysiologische variabelen



Figuur 2: Vermoedelijk metabolisme van cafeïne (12).

tijdens de slaap bij twaalf jonge personen gedurende drie nachten. De toegediende dosis cafeïne (gebaseerd op de gemiddelde koffieconsumptie van Franse arbeiders) over de hele dag was 800 mg, waarvan 200 mg 's avonds voor het slapen gaan werd toegediend. De proefpersonen kregen een dieet om de maagledigingssnelheid te standaardiseren. Het is moeilijk hier aan te geven welke dosis cafeïne verantwoordelijk is voor de gevonden effecten, omdat het cafeïnegebruik overdag niet is stopgezet (18). Onderzoek van Gresham et al. toonde geen significante effecten aan na consumptie van 5 mg cafeïne per kg lichaamsgewicht door zeven jonge mannen een half uur voor het slapen gaan. De metingen in het laboratorium vonden echter slechts gedurende één slaaperiode plaats en nergens werd vermeld dat het om blind of dubbelblind onderzoek ging, zodat aan de resultaten niet veel waarde kan worden gehecht (19).

Een kop koffie kort voor het slapen gaan kan de slaap dus storen; gedecafeïneerde koffie heeft dit effect niet. Hoe lang voor het slapen men nog koffie kan gebruiken, hangt af van de halfwaardetijd van cafeïne, die van persoon tot persoon verschilt.

Individuele verschillen in gevoeligheid voor cafeïne

Goldstein et al. poogden individuele verschillen in gevoeligheid voor cafeïne aan te tonen door aan 20 jonge mannen tijdens tien nachten een uur voor bedtijd 300 mg cafeïne of een placebo te geven. Het effect per persoon bleek echter zeer variabel (20). Müller-Limmroth slaagde er wel in twaalf proefpersonen onder te verdelen in gevoelig en ongevoelig (21). Dewes noemt vier mogelijke determinanten van cafeïnegevoeligheid: lichaamsgewicht, maagledigingssnelheid, tolerantie als gevolg van gewinning en omgevingsfactoren (3). Een eenvoudige test voor het bepalen van de gevoeligheid voor cafeïne is er niet.

Cafeïnegevoeligheid en leeftijd

Bij zes personen van gemiddeld 56 jaar is in dubbelblind onderzoek over 15 nachten het effect van 300 mg cafeïne op de slaap nagegaan met behulp van EEG en EOG. De slaapduur nam af met gemiddeld twee uur, de inslaaptijd nam toe tot gemiddeld 66 minuten en de slaapdiepte nam af. In de eerste drie uur van het slapen nam het aandeel aan lichte slaap toe. Gedecafeïneerde koffie toonde deze effecten niet. De invloed van cafeïne nam toe met de leeftijd (22). Slechtere slaap is bij bejaarden echter een algemeen verschijnsel (23).

Al in 1934 is bij kinderen de rusteloosheid gemeten tijdens de slaap. Twaalf

kinderen van 9 tot 14 jaar kregen over een niet vermeld aantal nachten een placebo of 39 mg cafeïne. De lichaamsbeweging werd gemeten en de conclusie luidde dat er niet meer rusteloosheid optrad na cafeïnegebruik (24). Vergeleken met een kop koffie was de dosis wel erg klein; waarschijnlijk werd geprobeerd een relatie met cola te leggen.

Slapeloosheid en gebruikelijke koffieconsumptie

Door middel van vragenlijsten is onderzoek gedaan naar de relatie tussen de dagelijkse cafeïne-innemering en slapeloosheid. Uit een studie onder 239 jonge vrouwen bleek dat hoe meer koffie werd gedronken, des te minder slapeloosheid gemeld werd (25). De meest aannemelijke verklaring voor dit paradoxale resultaat is dat mensen die problemen met slapen hebben koffie vermijden. Eerder onderzoek van Goldstein bevestigt deze resultaten. Hierbij werd gevonden dat personen die normaal gesproken vijf of meer koppen koffie per dag drinken het minst beïnvloed worden door cafeïnegebruik voor het slapen gaan (15). Mogelijk treedt juist bij deze habituele koffiedrinkers tolerantie op voor de effecten van cafeïne. Er zijn dus 'goede' en 'slechte' slapers, en goede slapers kunnen ook beter tegen cafeïne.

Uit een studie van Greden et al. (26) onder 83 psychiatrische patiënten volgde eveneens dat gehabitueerde cafeïnegebruikers minder slapeloosheid vertoonden dan weinig- of niet-gebruikers. Twintig procent van de zware gebruikers (> 750 mg cafeïne/dag) vermeldde verstoorde slaap, significant minder dan de 53% lichte gebruikers (0-249 mg/dag) en de 43% matige gebruikers (250-749 mg/dag). Belangrijk is evenwel dat de zware gebruikers ook significant meer kalmerende middelen en alcohol gebruikten, wat mogelijk een positieve invloed heeft op de slaap.

Toxicologische aspecten van gedecafeïneerde koffie

Koffie is van oudsher gewaardeerd omdat het de slaap verdrijft. Datzelfde stimulerende effect kan echter ook een nadeel zijn, en vandaar dat er al geruime tijd koffie wordt geproduceerd waar de cafeïne uit is verwijderd. Bij de productie van cafeïnevrije koffie worden de rauwe bonen geëxtraheerd met organische oplosmiddelen, met name met dichloormethaan en trichloorethaan.

De vraag is nu hoeveel van zo'n oplosmiddel in het produkt achterblijft en of deze hoeveelheid schadelijk is voor de gezondheid.

Wettelijke bepalingen omtrent cafeïnevrije koffie

Decafeïnering en gedecafeïneerde koffie zijn in Nederland niet bij wet geregeld. Onlangs is wel een voorstel ingediend bij de Europese Gemeenschap, waarin de volgende oplosmiddelen en gehalten worden toegestaan: CO₂ (geen beperking), methylacetaat (tot 20 mg/kg) en dichloormethaan (tot 5 mg/kg) (Van der Heide RF, pers. mededeling).

Aangetroffen residugehalten in gedecafeïneerde koffie

Van Rillaer et al. (27) onderzochten twintig Belgische koffiesoorten door middel van 'headspace'-gas-vloeistofchromatografie met vlamionisatiedetectie. In twee soorten werd trichloorethaan aangetroffen; in de andere was geen oplosmiddel aantoonbaar.

Vlamionisatie is echter een minder geschikte detectiemethode voor chloorverbindingen en zou detectie van dichloormethaan tegengaan (28).

Page en Charbonneau (28) isoleerden residuen met behulp van vacuümdestillatie van koffie gevolgd door gaschromatografie met elektronenaffiniteitsdetectie. In twaalf geroosterde koffiesoorten varieerden de gehalten dichloormethaan en trichloorethaan van < 0,01 tot 1,69 mg/kg (tabel 3). Negen instantkoffiesoorten bleken geen oplosmiddel te bevatten. Elektronenaffiniteitsdetectie is wel geschikt voor detectie van chloorverbindingen.

| koffiesoort | dichloormethaangehalte (mg/kg) | trichloorethaangehalte (mg/kg) |
|-------------|--------------------------------|--------------------------------|
| 1 | <0,01 | 0,82 |
| 2 | <0,01 | 1,67 |
| 3 | <0,01 | <0,01 |
| 4 | <0,01 | <0,01 |
| 5 | 1,69 | <0,01 |
| 6 | <0,01 | 0,06 |
| 7 | 0,37 | <0,01 |
| 8 | 0,39 | <0,01 |
| 9 | 0,02 | <0,01 |
| 10 | <0,01 | 0,27 |
| 11 | <0,01 | <0,01 |
| 12 | <0,01 | <0,01 |

Tabel 3: Dichloormethaan- en trichloorethaangehalten in gedecafeïneerde, geroosterde koffie, bepaald door middel van vacuümdestillatie gevolgd door gaschromatografie met elektronenaffiniteitsdetectie (28).

Page en Charbonneau (29) beschreven ook een analyse van vijftien koffiesoorten met behulp van 'headspace'-gas-vloeistofchromatografie met elektrolytische conductiviteitsdetectie. In zeven geroosterde koffiesoorten varieerden de dichloormethaangehalten van < 0,05 tot 4,04 mg/kg; in acht instantkoffiesoorten varieerden de gehalten van < 0,05 tot 0,91 mg/kg. Andere gehalogeneerde op-

losmiddelen werden niet aangetroffen (tabel 4).

Schadelijke effecten van dichloormethaan Opnameniveau. Daar in Nederland dichloormethaan als oplosmiddel wordt gebruikt, zullen alleen de effecten van dit oplosmiddel worden besproken.

Nederlandse gebrande koffie die met dichloormethaan gedecafeïneerd is, heeft gemiddeld minder dan 1 mg dichloormethaan per kg als residu (Van der Stegen G, pers. mededeling). Uitgaande van de voorgestelde EG-norm van maximaal 5 mg/kg en een gemiddeld verbruik van 8 kg koffie per jaar is de maximale dichloormethaanopname 0,11 mg/dag per gebruiker van gedecafeïneerde koffie. Voor een persoon van 70 kg betekent dit een opname van 0,002 mg/kg/dag. Indien het gehalte in Nederlandse gedecafeïneerde koffie inderdaad maximaal slechts 1 mg/kg bedraagt, wordt de opname 0,0003 mg/kg/dag. Wanneer er bij het koffiezetten residu achterblijft op het filter of het dichloormethaan door opgieten van kokend water verdampt, wordt dit getal nog lager; anderzijds is het voor grotere koffiedrinkers weer wat hoger. Het meeste toxicologische onderzoek heeft zich echter gericht op arbeiders in chemische fabrieken die met zuiver dichloormethaan werken en bij wie de blootstelling onvergelykbaar veel hoger is.

Vorming van koolmonoxide. McKenna en Zempell (30) vonden bij ratten na orale toediening van 1 of 50 mg ¹⁴C-dichloormethaan per kg lichaamsgewicht in de uitgeademde lucht pure dichloormethaan, ¹⁴C-koolmonoxide ¹⁴C-kooldioxide. In de urine, feces en weefsels werden niet-definieerbare ¹⁴C-metabolieten aangetroffen. Divincenzo en Kaplan (31) stelden veertien vrijwilligers gedurende 7½ uur bloot aan 50 tot 200 ppm dichloormethaan in lucht. Van de geïnhalerde dichloormethaan werd 70% geabsorbeerd, overeenkomend met ca. 5 tot 20 mg per kg lichaamsgewicht per dag; 25-34% hiervan werd uitgeademd als koolmonoxide en 5% als zuiver dichloormethaan. In het bloed liep het carboxyhemoglobinegehalte op tot 6,8%. Bij herhaalde blootstelling trad geen accumulatie op.

Aangezien de belasting bij gebruik van gedecafeïneerde koffie ca. 2500 tot 10.000 maal zo laag is als in deze proeven, is daarvan geen of een verwaarloosbare vorming van carboxyhemoglobine te verwachten.

Mutageniteit en carcinogeniteit. Dichloormethaan is mutageen voor *Salmonella*-bacteriën (32, 33), maar niet voor

| koffiesoort | type | gehalte (mg/kg) |
|-------------|--------------------------|-----------------|
| 1 | instant | 0,91 |
| 2 | instant | 0,80 |
| 3 | instant ¹⁾ | <0,05 |
| 4 | geroosterd ²⁾ | 1,54 2,13 |
| 5 | geroosterd | 1,00 |
| 6 | geroosterd | <0,05 |
| 7 | geroosterd ³⁾ | <0,05 |
| 8 | geroosterd | 4,04 |
| 9 | geroosterd | 0,45 |

1) Monsters van 6 verschillende fabrikanten.

2) Twee monsters van 1 fabrikant.

3) Monsters van 2 fabrikanten.

Tabel 4: Dichloormethaangehalten in gedecafeïneerde koffie, bepaald door middel van 'head space'-gaschromatografie met elektrolytische conductiviteitsdetectie (29).

zoogdiercellen (34). Bij inhalatoire blootstelling gedurende 6 uur per dag, 5 dagen per week, twee jaar lang aan 0 tot 3.500 à 4.000 ppm werden zowel goed- als kwaadaardige tumoren waargenomen in lever, longen, borst- en speekselklieren bij ratten en muizen, maar niet bij hamsters (35 en ref. 1 en 2 uit 36).

Bij toediening via het drinkwater van 5 tot 250 mg dichloormethaan/kg per dag gedurende twee jaar werd bij ratten en muizen geen carcinogeen effect waargenomen. Deze hoeveelheden komen voor de mens overeen met ca. 14.000 tot 700.000 kopjes gedecafeïneerde koffie per dag (ref. 6 en 7 uit 36).

In twee studies bij arbeiders blootgesteld aan dichloormethaan werd geen verhoogde kans op kanker waargenomen. De U.S. Food and Drug Administration (FDA) achtte deze studies echter onvoldoende, omdat slechts een klein aantal arbeiders deelnam en omdat de blootstelling te kort zou zijn geweest, en gaat er op grond van de resultaten van inhalatieproeven bij dieren van uit dat dichloormethaan carcinogeen is (36). Deze dierproeven zijn echter uitgevoerd met doses die wellicht relevant zijn voor industriële blootstelling aan dichloormethaan, maar niet voor de verwaarloosbare kleine hoeveelheid in gedecafeïneerde koffie. De FDA stelt dan ook niet voor om het maximale residuniveau van dichloormethaan in gedecafeïneerde koffie te verlagen, omdat dat niveau als veilig wordt beschouwd (36).

Dichloormethaan zou tenslotte geen invloed hebben op de groei en ontwikkeling van de foetus. (37).

Conclusie

De koffieconsumptie in Nederland is hoog en stijgt nog steeds. Koffie kan slapeloosheid veroorzaken; voor gevoelige personen zou zelfs één kopje een aantal uren voor het slapen gaan al te veel kunnen zijn. Wie slaapproblemen heeft zou er goed aan doen eens een tijd gedecafeïneerde koffie te proberen; deze

beïnvloedt de slaap niet. Het gehalte aan residuen van oplosmiddelen in gedecafeïneerde koffie is laag en wordt, gezien de beschikbare toxiciteitsgegevens over deze oplosmiddelen, geacht geen risico voor de volksgezondheid met zich mee te brengen.

Dankwoord

Wij danken mw. J.R. van Delden (Vakgroep Levensmiddelentechnologie-LUW), dr. G. van der Stegen (Douwe Egberts) en dr. R.F. van der Heide (Ministerie van Welzijn, Volksgezondheid en Cultuur) voor hun bijdragen aan het tot stand komen van dit artikel. De verantwoordelijkheid voor de gedane uitspraken berust echter volledig bij de auteurs.

Literatuur

1. Stolwijk AM, Huisman DEM, Katan MB. Koffie en gezondheid II. Serumcholesterolconcentratie en bloeddruk. Voeding; voor publikatie aanvaard.
2. Cremers SBL, Lucker TPC, Katan MB. Koffie en gezondheid III. Groei en ontwikkeling van de foetus en borstgezwollen. Voeding; voor publikatie aanvaard.
3. Dews PB, ed. Caffeine. Perspectives from Recent Research. Berlin/Heidelberg: Springer Verlag, 1984.
4. MacMahon B, Sugimura T. Coffee and Health. Banbury reports 1984; 17: 1-259.
5. Anoniem. Breviarium. Voeding 1984; 45: 33-4.
6. Vereniging van Nederlandse koffiebranders en theepackers. Jaarverslag 1985. Vereniging van Nederlandse Koffiebranders en Theepackers. Amstelveen, 1986.
7. Van het Bosch G, Van den Dungen PJC. Koffie en subjectief gezondheidsgevoel als determinanten van mortaliteit in een 25-jarig vervolgonderzoek bij Amsterdamse ambtenaren. Vakgroep Gezondheidsleer, verslag nr. 190. Wageningen: Landbouwhogeschool, 1984.
8. Van Vliet HCAM, Hofman A, Muller L, Valkenburg HA. Trends in de consumptie van sigaretten, koffie en alcohol door jongeren, 1975-1981. Tijdschr Soc Geneeskde 1982; 60: 876-9.
9. Anoniem. Caffeïne in koffie. Geneesmiddelenbulletin 1977; 11: 6-11.
10. Burg AW. Physiological disposition of caffeine. Drug Metab Rev 1975; 4: 199-228.
11. De Wijn JF, Van Staveren WA. De voeding van elke dag. Tweede herziene druk. Utrecht: Bohn, Scheltema & Holkema, 1980: 160.
12. Grant DM, Tang BK, Kalow W. Variability in caffeine metabolism. Clin Pharmacol Ther 1983; 33: 591-602.
13. Zelvelder WG, Nelemans A. Slaap, slaapproblemen en slaappmiddelen. Tweede, herziene druk. Leiden: Stafleu's Wetenschappelijke Uitgeversmaatschappij N.V., 1972.
14. Goldstein A, Keizer S, Whitby O. Psychotropic effect of caffeine in man. IV. Quan-

titative and qualitative differences associated with habituation to coffee. *Clin Pharmacol Ther* 1969; 10: 489-97.

15. Goldstein A. Wakefulness Caused by Caffeine. *Naunyn - Schmiedebergs Arch exp Path u Pharmacol* 1964; 248: 269-78.
16. Karacan I, Thornby JI, Anch AM, Booth GH, Williams RL, Salis PJ. Dose-related sleep disturbance induced by coffee and caffeine. *Clin Pharmacol Ther* 1976; 20: 682-9.
17. Müller-Limmroth W. Der Einfluß von Coffeinhaltigem und Coffeinfreiem Kaffee auf den Schlaf des menschen. Cinquième colloque International sur la Chimie des Cafés. *Lisbonne* 1971. Paris: ASIC. 1973: 375-82.
18. Schwertz MT, Marbach G. Effets physiologiques de la caféine et du méprobamate au cours du sommeil chez l'homme. *Arch Sci Physiol* 1965; 19: 425-79.
19. Gresham SC, Webb WB, Williams RL. Alcohol and Caffeine: Effect on Inferred Visual Dreaming. *Science* 1963; 140: 1226-7.
20. Goldstein A, Warren R, Kaizer S. Psychotropic effects of caffeine in man. I. Individual differences in sensitivity to caffeine-induced wakefulness. *J Pharmacol Exp Ther* 1965; 149: 156-9.
21. Müller-Limmroth W. Die sensorischen und zentrallnervösen Wirkungen des coffeinhaltigen und des coffeinfreien Kaffees. Huitième colloque scientifique international sur le Café. *Abidjan* 1977. Paris: ASIC. 1978: 291-4.
22. Brezinova V. Effect of caffeine on sleep: EEG study in late middle aged people. *Br J Clin Pharmacol* 1974; 1: 203-8.
23. Coenen AML. De slaap: een psychobiologische inleiding. 1e ed. Assen: Van Gorcum, 1979.
24. Giddings G. Child's Sleep. Effect of Certain Foods and Beverages on Sleep motility. *Am J Public Health* 1934; 24: 609-14.
25. Goldstein A, Kaizer S. Psychotropic effects of caffeine in man. III. A questionnaire survey of coffee drinking and its effects in a group of housewives. *Clin Pharmacol Ther* 1969; 10: 477-88.
26. Greden JF, Fontaine P, Lubetsky M, Chamberlin K. Anxiety and Depression Associated with Caffeinism Among Psychiatric Inpatients. *Am J Psychiatry* 1978; 135: 963-6.
27. Van Rillaer W, Janssens G, Beernaert H. Gaschromatographic determination of residual solvents in decaffeinated coffee. *Z Lebensm Unters Forsch* 1982; 175: 413-5.
28. Page BD, Charbonneau CF. Gaschromatographic determination of residual methylene chloride and trichloorethylene in decaffeinated instant and ground coffee with electrolytic conductivity and capture detection. *J Assoc Off Anal Chem* 1977; 60: 710-5.
29. Page BD, Charbonneau CF. Headspace gaschromatographic determination of methylene chloride in decaffeinated tea and coffee with electrolytic conductivity detection. *J Assoc Off Anal Chem* 1984; 67: 757-61.
30. McKenna MJ, Zempel JA. The dose-dependent metabolism of ¹⁴C-methylene

chloride following oral administration to rats. *Food and Cosmetics Toxicology* 1981; 19: 73-8.

31. Divincenzo GD, Kaplan CJ. Uptake, metabolism and elimination of methylene vapor bij humans. *Toxicol Appl Pharmacol* 1981; 59: 130-40.
32. Jongen WMF, Alink GM, Koeman JH. Mutagenic effect of dichloromethane on *Salmonella typhimurium*. *Mutat Res* 1978; 56: 245-8.
33. Gocke E, King MF, Echarth K, Wild D. Mutagenicity of cosmetics ingredients licensed bij the European communities. *Mutat Res* 1981; 90: 91-109.
34. Jongen WMF, Lohman PHM, Kottenhagen MJ, Alink GM, Berends F, Koeman JH. Mutagenicity testing of dichloromethane in short-term mammalian test systems. *Mutat Res* 1981; 81: 203-13.
35. Burek JD, Nitschke KD, Bell TJ, Wackerle

DL, Childs RC, Beyer JE, Dittener DA, Rampy LW, McKenna MJ. Methylene chloride: a two-year inhalation toxicity and oncogenicity study in rats and hamsters. *Fund Appl Toxicology* 1984; 4: 30-47.

36. Department of Health and Human Services, Food and Drug Administration. Cosmetics; Proposed Ban on the Use of Methylene Chloride as an Ingredient of Aerosol Cosmetic Products. *Federal Register* 1985; 50: 51551-9.
37. Skrabalak DS, Babish JG. Safety standards for occupational exposure to dichloromethane. *Regul Toxicol and Pharmacol* 1983; 3: 139-43.

Correspondentie-adres: Prof. dr. M.B. Katan, Vakgroep Humane Voeding LU, De Dreijer 12, 6703 BC Wageningen.

Summary

Coffee and health. I. Consumption, caffeine, wakefulness and decaffeinated coffee.

The Dutch coffee consumption in 1985 was about 8 kg per person per year, or 4 to 5 cups per day. Research has shown that even a single cup of coffee taken a few hours before bed time can have a negative effect on the quality and quantity of sleep in susceptible subjects. This can be prevented by drinking decaffeinated coffee. Dichloromethane is used as a

solvent in the process of caffeine extraction. Its residual level in the final product is of the order of 1 mg per kg of coffee, corresponding to a daily intake of less than 0.001 mg per kg body weight. This amount is far below the level thought to be harmful.

Keywords: Caffeine. Carcinogenicity. Coffee. Dichloromethane. Residues. Toxicology.

ABSTRACTS

Energy requirements in elderly people

The information about energy requirements from 60 years onwards is too scanty. Therefore in 47 healthy elderly subjects 24 hour energy expenditure (EE) was determined in a whole body indirect calorimeter (14 m³), percentage body fat was estimated with the BI method and partly (n=23) checked by hydrostatic weighing. Resting metabolic rate (RMR) was calculated from sleeping EE data 3 to 6 pm. The FAO/WHO equations

(1985) for over 60 years from weight and height were used to predict resting metabolic rate. It is concluded that the FAO/WHO equation for elderly men underestimates resting metabolic rate.

Ten Hoor F, Bergmans F, WHM Saris. Department of Human Biology, University of Limburg, Maastricht. Abstract 3th International Symposium on Clinical Nutrition San Diego, april 1987.

Results (mean ± SD):

| | women 31 | men 16 |
|-------------|-------------|-------------|
| n | | |
| age (years) | 71.7 ± 5.2 | 69.0 ± 4.5 |
| weight (kg) | 66.0 ± 8.8 | 78.2 ± 7.1 |
| height (m) | 1.57 ± 0.05 | 1.70 ± 0.08 |
| % body fat | 38.9 ± 5.2 | 30.4 ± 5.6 |

Results (mean ± SD, MJ/24h):

| | women | men |
|---------------------|--------------|--------------|
| EE | 8.1 ± 1.1 | 9.7 ± 1.2 |
| RMR | 5.4 ± 0.7 | 6.9 ± 1.2 |
| RMR/kg FFM measured | 0.135 ± 0.02 | 0.128 ± 0.02 |
| RMR/kg FFM FAO/WHO | 0.136 ± 0.01 | 0.119 ± 0.01 |