

Serumlipiden en samenstelling van de voeding van 371 Wageningse studenten*

Beschrijving en relaties

350 Samenvatting. Van 371 studenten, die zich aanmeldden voor deelname aan voedingsproeven, worden gegevens gepresenteerd betreffende serumlipiden, bloeddruk, lichaamsmaten en voedselopneming. De Quetelet-index (gewicht/lengte²) was gemiddeld 21,3 km/m². Het totaal serumcholesterolgehalte was gemiddeld 4,3 mmol/l bij mannen en 4,8 mmol/l bij vrouwen; het HDL-cholesterolgehalte was 1,4 mmol/l voor mannen en 1,6 mmol/l voor vrouwen. De bloeddruk was 130/67 mm Hg voor mannen en 115/68 mm Hg voor vrouwen. De samenstelling van de voeding week af van wat voor Nederland gemiddeld wordt gevonden. Deze studenten aten minder vet (32% van de dagelijkse energie-opneming) en meer voedingsvezel (3,7 g/MJ), plantaardig eiwit (6 en%) en zetmeel (27 en%). De opneming van linolzuur was laag (4 en%). Van het merendeel van de studenten was de voeding niet in overeenstemming met de aanbevelingen van de Voedingsraad, ook niet als geen eisen werden gesteld aan de hoeveelheid linolzuur en suikers in de voeding. De voedingsfactor, phi volgens de formule van Keys, die positieve factoren bevat voor de gegeten hoeveelheid verzadigd vet en cholesterol en negatieve voor de hoeveelheid meervoudig onverzadigd vet, was positief gecorreleerd met het serumcholesterolgehalte; $r=0,14$ ($P<0,05$). De consumptie van voedingsvezel was negatief gecorreleerd met de consumptie van verzadigd vet ($r=-0,44$; $P<0,05$) en van cholesterol ($r=-0,22$; $P<0,05$) en positief gecorreleerd met de opneming van plantaardig eiwit ($r=+0,70$; $P<0,05$). De redenen voor het vinden van een lage correlatiecoëfficiënt tussen voedingsfactoren en serumcholesterolgehaltes binnen een populatie worden bediscussieerd.

Inleiding

De vakgroep Humane Voeding van de Landbouwhogeschool te Wageningen voert regelmatig voedingsproeven uit bij studenten-vrijwilligers. Van de personen, die zich aanmeldden voor een dergelijk onderzoek, werd steeds een aantal gegevens verzameld over serumlipiden, bloeddruk en voedselopneming, om uit te kunnen maken of de student in kwestie geschikt was om deel te nemen aan het onderzoek. De aldus in de loop der jaren verzamelde gegevens zijn in dit artikel bij elkaar gevoegd om te komen tot een beschrijving van deze, min of meer speciale, groep Nederlanders. Ook is onderzocht

of er verband is tussen de gemeten samenstelling van de voeding en de bloedlipiden. Uitgebreidere gegevens zijn te vinden in een intern rapport (44).

Methoden

Deelnemers voor de voedingsproeven werden geworven via het Wageningse Hogeschoolblad, via affiches en via mededelingen op colleges. De hier beschreven gegevens betreffen deelnemers aan proeven betreffende voedingsvezel in 1976 en 1977 (50,51), soort en hoeveelheid voedingsvet in 1978 en 1979 (7,8) en soort eiwit in 1979 (45). Alle gegevens werden echter verzameld ruim voor de aanvang van de proeven, terwijl de deelnemers nog hun gebruikelijke voeding en leefgewoonten volgden. In dit artikel wordt geen onderscheid gemaakt tussen diegenen die uiteindelijk aan een onderzoek deelnamen en diegenen die niet geschikt werden geacht of zich om andere redenen terugtrokken.

De deelnemers werd verzocht op twee dagen, met één dag tussenpoos, 's ochtends tussen half acht en negen uur nuchter naar de vakgroep te komen voor bloedafname. De concentratie totaal serumcholesterol werd op gestandaardiseerde wijze bepaald (24,46). De verkregen uitkomsten zijn equivalent aan die, verkregen volgens de referentiemethode van ABELL e.a. (1). Het HDL-cholesterol werd bepaald na precipitatie van de apo-B bevattende lipoproteïnen met Mn-heparine (11) volgens VAN DER HAAR e.a. (18). Voor de cholesterolbepaling bedroeg de precisie (reproduceerbaarheid) voor controlesera, verstrekt door het Center for Disease Control, Atlanta, V.S., 1,4% (variatiecoëfficiënt); de gevonden waarden lagen binnen 2% van de juiste (target) waarden. Voor de blinde controlesera uit de Center for Disease Control survey voor HDL-cholesterol bedroeg de reproduceerbaarheid 2,2% en was de gemiddelde afwijking van het survey-gemiddelde 0,1%. Het serumtriglyceridgehalte werd in duplo bepaald volgens SOLONI (49).

Als maat voor het percentage lichaamsvet werd de Quetelet-index (gewicht/lengte²) gebruikt.

Systolische en diastolische bloeddruk werden eenmaal bepaald met behulp van een automatische bloeddrukmeter (9). De voeding is bepaald gedurende drie (meestal opeenvolgende) weekdagen. De deelnemers hebben daartoe alles wat ze aten gewogen met een aan hen uitgereikte weegschaal (Soehnle nr 8600 of Dr Oetker, B.H.G art. 2111; max. 250 g, afleesbaar tot op 2 g). Voedingsmiddelen en gebruikte hoeveelheid werden genoteerd op speciale formulieren en deze gegevens werden verwerkt met behulp van de UCV-tabel (Uniforme Codering Voedingsmiddelen; (20), editie 1976).

* Vakgroep Humane Voeding, Landbouwhogeschool, Wageningen.

Tabel 1. Lichaamsmaten, serumlipiden en bloeddruk van mannen en vrouwen afzonderlijk. Per persoon is het gemiddelde van twee bloedafnames met een tussenpoos van een dag gebruikt

	Allen (n = 371)		Vrouwen (n = 151)			Mannen (n = 220)						
	gem.	± SD	gem.	± SD	P5	P50	P95	gem.	± SD	P5	P50	P95
Lengte (cm)	177,6	± 9,4	169,7	± 6,2	160,1	169,9	180,3	183,0	± 7,1	171,3	183,8	193,5
Gewicht (kg)	67,5	± 9,0	61,0	± 7,1	49,7	60,4	73,0	71,7	± 7,5	60,4	71,0	84,1
Quetelet-index (kg/m ²)	21,3	± 1,9	21,2	± 2,1	18,3	20,9	24,8	21,4	± 1,9	18,6	21,3	24,6
Totaal serumcholesterol (mmol/l)	4,50	± 0,84	4,80	± 0,90	3,48	4,67	6,52	4,31	± 0,75	3,22	4,22	5,61
HDL-cholesterol* (mmol/l)	1,45	± 0,29	1,57	± 0,34	1,06	1,53	2,13	1,37	± 0,22	1,02	1,36	1,73
Totaal serum triglyceriden (mmol/l)	0,83	± 0,43	0,77	± 0,41	0,33	0,69	1,57	0,86	± 0,45	0,35	0,79	1,65
Systolische bloeddruk (mmHg)	124	± 15	115	± 12	93	115	132	130	± 15	107	129	156
Diastolische bloeddruk (mmHg)	68	± 12	68	± 11	50	68	85	67	± 12	46	67	88

351

* Betreft 44% van de totale populatie; 101 mannen en 61 vrouwen.

Tabel 2. Samenstelling van de voeding voor de gehele populatie en voor mannen en vrouwen afzonderlijk. De gemiddelden zijn berekend over 3 werkdagen in september (7, 52, 53), in augustus (8) of in februari (47)

	Allen (n = 371)					Vrouwen (n = 151)		Mannen (n = 220)	
	gem.	± SD	P5	P50	P95	gem.	gem.		
Energie (MJ)	10,8	± 3,3	5,9	10,8	16,8	8,0	12,7		
Eiwit (en %)	14,0	± 2,4	10,3	13,9	18,9	15,0	13,4		
plantaardig	6,0	± 1,4	4,0	5,8	8,2	6,0	6,0		
dierlijk	7,9	± 2,5	4,6	7,6	12,6	8,9	7,3		
Totaal vet (en %)	31,9	± 5,7	22,4	32,1	41,0	31,2	32,4		
verz. vetzuren	14,6	± 2,9	9,7	14,8	19,2	14,4	14,8		
C ₁₂ -C ₁₆ vetzuren	9,5	± 2,1	6,0	9,6	12,8	9,4	9,7		
enkelv. onverz. vetzuren	11,2	± 2,6	6,8	11,2	15,6	11,0	11,4		
meerv. onverz. vetzuren	5,2	± 2,0	2,7	5,0	8,9	4,8	5,5		
linolzuur	4,4	± 1,8	1,9	4,2	8,0	4,0	4,7		
Koolhydraten (en %)	49,6	± 6,0	40,6	49,2	59,9	49,9	49,4		
mono + disacchariden	22,9	± 5,2	14,4	22,8	31,7	23,7	22,4		
Alcohol (en %)	4,0	*	0,0	2,3	10,3	2,8	4,8		
Cholesterol (mg/MJ)	27	± 11	12	26	47	29	26		
Voedingsvezel (g/MJ)	3,7	± 1,0	2,3	3,6	5,6	4,0	3,5		
Pectine (g/MJ)	0,3	± 0,1	0,2	0,3	0,6	0,4	0,3		

* Vanwege de zeer scheve verdeling van de alcoholconsumptie is het geven van een SD niet zinvol.

Statistische verwerking van de gegevens

Onze interesse ging er naar uit of bij deze vrij levende personen een verband aan te tonen was tussen voeding en serumlipiden. De belangrijkste van te voren opgestelde hypothese was: 'De concentratie van serumcholesterol is positief gecorreleerd met de voedingsfactor ϕ (Phi) volgens de formule van KEYS, aangevuld met een extra term voor de hoeveelheid pectine in de voeding'. Op grond van onderzoek van STASSE-WOLTHUIS e.a. (51) en van anderen werd aangenomen dat elke toeneming van de pectineconsumptie met 1 g per 1000 kcal leidt tot een verlaging van het serumcholesterolgehalte met 1 mg/dl. De uitgebreide formule van KEYS wordt dan: $\phi = 1,35 (2S - P) + 1,5 Z - \text{pect.}$ Hierin is S = energiepercentage C₁₂-C₁₆ verzadigde vetzuren, P = energiepercentage meervoudig onverzadigde vetzuren, Z = $\sqrt{(\text{mg cholesterol}/4,2\text{MJ})}$ (27), en pect = gram pectine (als polygalacturonzuur) per 4,2 MJ.

De correlatie is onderzocht met behulp van Pearson's r (43). Daarnaast zijn nog enkele andere relaties tussen voedingsfactoren en bloedlipiden onderzocht, alsmede de relatie tussen enkele voedingsfactoren onderling en enkele bloedlipiden on-

derling. Tenslotte is de voeding van de deelnemende voedingsstudenten vergeleken met die van deelnemende nietvoedingstudenten. Eventuele verschillen werden op significantie getoetst m.b.v. een eenzijdige Student t-test.

Resultaten

Beschrijving van de populatie

De gegevens van 220 mannen en 151 vrouwen zijn verwerkt; hiervan waren er 79 die Voeding studeerden (kandidaats- of doctoraalfase N41). De leeftijd varieerde van 17-30 jaar, met een gemiddelde van 21 jaar. In tabel 1 staan de gegevens betreffende lichaamsmaten, serumlipiden en bloeddruk. Gemiddeld waren de mannen 11 kg zwaarder en 13 cm langer dan de vrouwen.

De HDL-cholesterolconcentratie was bekend voor slechts 44% van de populatie, omdat deze grootte niet bij alle proeven bij de selectie van deelnemers werd gemeten. Het hogere totaal serumcholesterolgehalte van de vrouwen bevond zich voor 40% in de HDL-fractie. Ook hebben de vrouwen een lager gehalte serumtriglyceriden.

De samenstelling van de voeding wordt gegeven in de tabel 2. De verschillen tussen mannen en vrouwen zijn, met uitzondering van totale energie en alcohol, miniem. De verdeling van de alcoholconsumptie is scheef, daar een deel van de mensen in het geheel geen alcohol gebruikte en bij een ander deel alcohol meer dan 10% van de dagelijkse energie leverde. Tussen de voeding van de 79 personen die Voeding studeerden en die van de 292 anderen waren slechts geringe verschillen.

Onderling was een aantal voedingscomponenten sterk gecorreleerd. Tabel 3 laat zien dat met name verschillen in voedingsvezelconsumptie sterk gekoppeld waren aan verschillen in consumptie van plantaardig eiwit, verzadigd vet en cholesterol.

Relaties tussen voedingsfactoren en bloedlipiden en tussen enkele voedingsfactoren onderling

De invloed van de voeding op de serumcholesterolconcentratie hebben wij bestudeerd aan de hand van de voedingsfactor ϕ volgens KEYS. Deze bevat positieve termen voor de gegeten hoeveelheid verzadigde vetzuren en cholesterol en een negatieve term voor de gegeten hoeveelheid meervoudig onverzadigde vetzuren. Bovendien werd een negatieve term toegevoegd voor de consumptie van pectine. De correlatiecoëfficiënt tussen het serumcholesterolgehalte en de uitgebreide voedingsfactor was $r = 0,13$ ($P < 0,05$). Bij weglaten van de term voor pectine was de correlatie $r = 0,14$ ($P < 0,05$). Zowel bij mannen als bij vrouwen was de HDL-cholesterolconcentratie positief gecorreleerd met alcoholconsumptie en negatief met de opname van mono- en disacchariden, maar alleen de relatie met alcohol bij vrouwen was significant ($r = 0,22$). Ook het verband tussen triglyceriden en alcohol was significant ($r = 0,13$, $n = 365$).

Discussie

De hier beschreven groep studenten is bepaald geen representatieve steekproef uit de Wageningse studentengemeenschap. Het gaat hier om mensen die zich opgegeven hebben voor een voedingsproef en daarin dus enigermate geïnteresseerd waren. Hoewel wij daar geen gegevens over hebben verzameld, zou het best kunnen zijn dat het hier om een groep gaat, die in voeding en leefgewoonten verschilt van de (Wageningse) studenten in het algemeen.

Lichaamsmaten en serumlipiden

De mannelijke studenten waren met 1,83 m en 71,7 kg iets magerder dan mannen van dezelfde leeftijd uit een bevolkingsonderzoek in Ede (4) (1,81 m en 76 kg) bij een vergelijkbare energie-opname (12,7 resp. 12,6 MJ). De vrouwelijke studenten (1,70 m en 61 kg) waren eveneens iets magerder dan vrouwen van dezelfde leeftijd uit Ede (1,67 m en 62 kg). De energie-opname was echter 9,1 MJ bij de vrouwen uit Ede en 8 MJ bij de vrouwelijke studenten. De studenten hadden dus een duidelijk lagere Quetelet-index (gewicht/lengte²). Dit zou kunnen samenhangen met een hogere sociaal-economische status (4).

Het gemiddelde totaal serumcholesterolgehalte ligt voor mannen en vrouwen in dezelfde orde van grootte als in het Ameri-

Tabel 3. Correlatiecoëfficiënt tussen de consumptie van voedingsvezel en van andere voedingsfactoren

Voedingsfactor	Correlatie (r) met voedingsvezel (g/MJ)	95% betrouwbaarheidsinterval (n = 370)	
Plantaardigeiwit (en %)	+ 0,70	+ 0,63	+ 0,76
Verzadigd vet (en %)	- 0,44	- 0,34	- 0,53
Cholesterol (mg/MJ)	- 0,22	- 0,10	- 0,33

kaanse Lipid Research Clinics onderzoek (33), waar evenals hier een aan de referentiemethode equivalente bepalingmethode werd gebruikt. Vergelijking met Nederlandse gegevens is moeilijk, omdat bij onderzoek van deze leeftijdscategorie in het algemeen andere methoden voor de cholesterolbepaling werden gehanteerd. De HDL-cholesterolconcentratie was voor zowel mannen als vrouwen ca. 0,25 mmol/l hoger dan in het Amerikaanse onderzoek (33). Dit klopt met het lagere percentage lichaamsvet bij de studenten, maar het is ook mogelijk dat ze minder rookten, meer alcohol gebruikten of meer aan sport deden, alle factoren die het HDL beïnvloeden.

De voeding

De hier gerapporteerde voedingsgegevens kunnen om een aantal redenen afwijken van wat de gemiddelde Wageningse student werkelijk eet. In de eerste plaats hebben we te maken met een selecte groep vrijwilligers met mogelijk gezondere eetgewoonten dan het gemiddelde. In de tweede plaats is de voeding in het weekeinde niet gemeten. Daardoor zal o.a. de alcoholconsumptie onderschat zijn (52, 53). En tenslotte is de validiteit van de weegmethode op zich onzeker. Niet alleen bemoeilijkt het wegen en opschrijven de spontane voedselopname, maar mensen kunnen ook allerlei redenen hebben hun voedingsgewoonten gunstiger te presenteren dan ze in werkelijkheid zijn. Een voorbeeld hiervan vormt de gegeten broodsoort (16).

Afgezien van deze onzekerheden was de voeding van deze studenten wel duidelijk anders dan van de meeste andere Nederlanders: ze aten minder vet en meer zetmeel, voedingsvezel en plantaardig eiwit. De verstrengeling tussen de consumptie van voedingsvezel en andere voedingsstoffen (tabel 3) benadrukt het risico van simplistische conclusies uit epidemiologische waarnemingen. Correlaties tussen voedingsvezelconsumptie en gezondheid zouden even goed kunnen berusten op onderliggende effecten van b.v. verzadigd vet. Zo bleek bijvoorbeeld in een experiment van STASSE-WOLTHUIS e.a. (50) de daling van serumcholesterol op een vezelrijke voeding veroorzaakt te zijn doordat deze voeding ongewild ook minder vet en cholesterol bevatte.

Vergelijking met aanbevelingen voor de voeding

De Voedingsraad heeft aanbevelingen gegeven voor de meest wenselijke samenstelling van de voeding (55, 56). In tabel 4 worden deze aanbevelingen vergeleken met de in onze studie gemeten consumptie.

Volgens deze aanbevelingen hoort de energie-opname adequaat te zijn. Gezien de Quetelet-index was de energie-opname van deze groep gemiddeld in elk geval niet te hoog. Het energiepercentage totaal vet komt goed overeen met de aanbevelingen, maar de verhouding verzadigde: enkelvoudig

Tabel 4. Vergelijking van de voeding van de hier besproken populatie met de aanbevelingen van de Voedingsraad. Energie, energie-percentages en gewichtshoeveelheden per energie zijn berekend onder verwaarlozing van de bijdrage van alcohol

	Deze studie	Voedingsraad (1973)	Voedingsraad (1978)
Energie (MJ/dag)	10,3	adequaat	
Totaal vet (en %)	33,8	33 (30-40)	33 (30-40)
Verz. vetzuren (en %)	15,5	—	11
Enkelv. onv. vetz. (en %)	12,0	—	11
Meerv. onv. vetz. (en %)	5,6	10-13	11
Eiwitten (en %)	14,3	10-12	—
Dierlijk eiwit (% van totaal eiwit)	56,0	30-50	—
Koolhydraten (en %)	51,8	—	—
Mono- en disacchariden (en %)	23,9	zo min mogelijk suiker	10
Polysacchariden (en %)	27,9	—	—
Voedingsvezel (gram/MJ)	3,8	—	—
Cholesterol (mg/dag)	288	<250-300	<250-300
Cholesterol (mg/MJ)	27,9	—	—
Alcohol (MJ/dag)	0,5	—	—

onverzadigde: meervoudig onverzadigde vetzuren wijkt ongunstig af van de aanbevolen verhouding. Vergeleken met de in Nederland gebruikelijke voeding ligt de hier beschreven voeding in zijn geheel echter dicht bij de aanbevelingen.

De opnemings van eiwit is hoger dan de aanbevelingen evenals de verhouding dierlijk: plantaardig eiwit. Of dit op zich schadelijk is voor de gezondheid, is niet met zekerheid te zeggen (36).

De bijdrage van mono- en disacchariden aan de totale energie-opneming is veel hoger dan de in 1978 door de Voedingsraad aanbevolen 10 en%. Het is echter niet uitgesloten dat de consumptie van suikers wel 'zo min mogelijk' was. Onder mono- en disacchariden vallen nl. niet alleen de toegevoegde suikers en de suikers in frisdranken, snoep e.d., maar ook koolhydraten in melk en fruit. De grens van 10 en% is o.i. alleen bereikbaar als laatstgenoemde producten streng worden beperkt. Het is de vraag of dit de bedoeling is geweest van de opstellers van de aanbevelingen.

De opnemings van cholesterol is in overeenstemming met de aanbevelingen.

Een moeilijkheid bij vergelijking van een voeding met aanbevelingen is of men alcohol daar wel of niet bij betreft. In het bovenstaande is de alcoholconsumptie niet meegerekend. Wanneer dat wel gedaan zou zijn, zou dat geen wezenlijke verschillen hebben opgeleverd. Wanneer het alcoholgebruik hoog is, is dit echter wel een belangrijk probleem. Stel b.v. dat iemand 75 g vet (2,8 MJ) per dag gebruikt en 150 cc sterke drank met een alcoholgehalte van 35%, bij een totale energie-opneming van 9,5 MJ. Inclusief alcohol betekent dit dat 30% van de energie door vet wordt geleverd, exclusief alcohol wordt 38% van de energie door vet geleverd. De norm voor vetconsumptie kan dus worden bereikt door de alcoholconsumptie te verhogen: hoe meer alcohol, des te lager is de relatieve vetconsumptie!

Een andere moeilijkheid is, dat de gemiddelde voeding van een groep nog niets zegt over de voeding van een lid van die

groep. Van de hier beschreven groep was er *niemand* van wie de voeding gedurende de opschrijfperiode tegelijk aan alle eisen met betrekking tot de consumptie van totaal vet, de verschillende vetzuren, mono- en disacchariden en cholesterol voldeed. Wanneer i.p.v. maximaal 10 en% mono- en disacchariden 20 en% zou zijn toegestaan, bleek er één persoon te zijn die aan alle eisen voldeed, terwijl 30 personen zich volgens de eisen voedden wanneer geheel werd afgezien van normen voor de mono- en disaccharidenconsumptie en de consumptie van meervoudig onverzadigd vet. Van de onderzochte personen voldeden er 100 aan géén van de eisen met betrekking tot de consumptie van totaal vet, de verschillende vetzuren, mono- en disacchariden of cholesterol. Het aantal personen, dat wel aan de eisen voldeed, is waarschijnlijk nog geflatteerd, doordat bij een meting over slechts drie dagen uitschieters zullen voorkomen, die niet representatief zijn voor het normale patroon van de persoon in kwestie; zo bleek de eerder genoemde éne 'gezonde' eter bij een tweede driedaagse enquête een jaar later niet aan de eisen te voldoen. Nederlanders die eten volgens de aanbevelingen van de Voedingsraad, zijn vermoedelijk dus zeldzaam.

353

Het verband tussen voeding en serumlipiden

Uit epidemiologisch onderzoek, waarbij zowel de voeding als het serumcholesterolgehalte van bevolkingen in verschillende landen werden vergeleken, is gebleken dat er goede correlaties bestaan tussen de hoeveelheid vet (47) en de aard van de vetzuren (30) enerzijds en het serumcholesterolgehalte anderzijds. Experimentele studies hebben duidelijk aangetoond, dat het serumcholesterolgehalte wordt beïnvloed door de hoeveelheid vet en vooral de vetzurencombinatie van dat vet (2, 3, 7, 17, 21, 27), de hoeveelheid exogeen cholesterol (6, 12 - 14, 21, 27, 38) en (minder duidelijk) de hoeveelheid pectine (51, 54). Verzadigde vetzuren en exogeen cholesterol verhogen het serumcholesterolgehalte, terwijl meervoudig onverzadigde vetzuren en pectine het serumcholesterolgehalte verlagen. Hierop is onze berekening van het verband tussen de voedingsfactor en het serumcholesterolgehalte gebaseerd. In het algemeen worden binnen populaties veel kleinere correlatiecoëfficiënten (19, 31, 40, 41) tussen voedingsfactoren en serumcholesterol gevonden dan tussen populaties. Hiervoor zijn een aantal oorzaken aan te geven.

1. Niet alle personen reageren in experimenten op precies dezelfde wijze op veranderingen in de voeding, ook niet onder goed gecontroleerde omstandigheden. Er is daardoor sprake van een natuurlijke spreiding van serumcholesterolgehalte bij eenzelfde voeding.

2. Het serumcholesterolgehalte is afhankelijk van vele variabelen, anders dan de voeding (22, 23, 26, 28, 29, 32, 35, 42, 48). Binnen de onderzochte populaties variëren die variabelen per individu. Deze niet-voedingsvariabelen zullen een des te sterker effect hebben naarmate de verschillen in de voeding van de individuen geringer zijn (25).

3. Het goed kunnen karakteriseren van individuen, zowel wat betreft de bloedlipiden als wat betreft de voeding, is een eer-

ste vereiste voor het zinvol kunnen berekenen van correlatiecoëfficiënten (37). Omdat de intra-individuele variaties in vooral de voedingsfactoren zeer groot zijn, kunnen de persoonsgemiddelden slechts betrouwbaar worden vastgelegd na een voldoende groot aantal metingen (34). Naarmate de intra-individuele variaties in de te correleren variabelen groter zijn ten opzichte van de interindividuele variaties zullen de waargenomen correlatiecoëfficiënten minder de werkelijke correlatiecoëfficiënten weergeven.

4. Voor voedingscholesterol zou bovendien sprake zijn van een verzadigingswaarde; boven deze grens zouden variaties in de opnemingswaarde weinig invloed meer hebben op het serumcholesterolgehalte (39, 42). Dit zou een van de redenen kunnen zijn dat CONNOR e.a. (15) binnen een populatie van Indianen in Mexico wèl een correlatiecoëfficiënt van betekenis ($r = 0,898$) vonden, omdat in deze populatie de opgenomen hoeveelheid cholesterol per dag slechts ongeveer 75 mg is.

De meeste studies waarin het verband tussen voeding en serumlipiden is onderzocht, verschillen sterk in de methode voor het meten van de voedselconsumptie, het aantal metingen, de aantallen proefpersonen en de wijze waarop de relatie bekeken is.

In ons onderzoek is getracht een eventueel verband duidelijker tot uiting te laten komen door een combinatie van voedingsfactoren te onderzoeken. Daarentegen was het aantal dagen waarop de voeding is waargenomen, nl. 3, en het aantal malen dat serumcholesterol is gemeten, nl. 2, veel te laag, gezien de grote intra-individuele variaties in beide (5, 34). Toch werd een statistisch significant positief verband tussen de voedingsfactor ϕ en het serumcholesterolgehalte gevonden van $r = 0,14$. Enkele auteurs (5, 23, 26, 35) hebben een formule opgesteld om te berekenen hoe de intra- en interindividuele variaties in serumcholesterolgehalte en voedingsamenstelling deze correlatiecoëfficiënt beïnvloeden. Met behulp van deze formule kunnen we berekenen dat de waargenomen correlatiecoëfficiënt ongeveer 0,4 maal de werkelijke correlatiecoëfficiënt (44) is. Dit zou inhouden dat ca. 12% van de variantie in het serumcholesterolgehalte in deze groep verklaard zou worden door variantie in de voedingsfactor. De binnen de groep waargenomen variatie in serumcholesterol lijkt dus toch voor het grootste deel veroorzaakt te zijn door andere factoren, b.v. aanleg. Dat neemt niet weg dat *verandering* van de voeding kan leiden tot drastische veranderingen in de serumlipiden. Zo leidde b.v. een verandering van de vetzuursamenstelling van de voeding in de door de Voedingsraad aangegeven zin bij een subgroep van deze studenten tot een duidelijke serumcholesterolverlaging (7, 8).

Summary

Diet and serum lipids of 371 Dutch agricultural students

We have measured serum lipids and dietary habits of 220 male and 161 female students who volunteered for participation in various nutrition trials in the period 1976-1979. Average height and weight were 170 cm en 61,0 kg for the women en 183 cm and 71,7 kg for the men. Blood was sampled twice at a one-day interval and serum lipids were determined in a rigidly standardised laboratory. Total and HDL-cholesterol were 4,8 and 1,6 mmol/l for women and 4,3 and 1,4

mmol/l for men. Food intake on weekdays was determined from three-day weighing records. Notable findings were a low mean intake of fat (31% of energy) and cholesterol (288 mg/day) and high intakes of plant-protein (6% of energy), starch (27% of energy) and dietary fibre (39 g/day). The poly-unsaturated-to-saturated fatty acid ratio was 0,36. There was a significant but low correlation between the observed serum cholesterol concentrations and the values predicted from dietary fatty acids and cholesterol according to Keys' formula ($r = 0,14$, $P < 0,05$). Strongly significant correlations were found between the consumption of dietary fibre on the one hand and that of saturated fatty acids ($r = -0,44$), cholesterol ($r = -0,22$) and plant protein ($r = +0,70$) on the other hand.

Literatuur

1. **Abell, A. A., B. B. Levy, B. B. Brody** e.a.: A simplified method for the estimation of total cholesterol in serum and a demonstration of its specificity. *J. biol. Chem.* **195** (1952), 357.
2. **Anderson, J. T., A. Keys en F. Grande**: The effects of different food fats on serum cholesterol concentration in man. *J. Nutr.* **62** (1957), 421.
3. **Anderson, J. T., F. Grande en A. Keys**: Independence of the effects of cholesterol and degree of saturation of the fat in the diet on serum cholesterol in man. *Amer. J. clin. Nutr.* **29** (1976), 1184.
4. **Baecke, J. A. H., J. Burema, J. E. R. Frijters** e.a.: Obesity in young Dutch adults: I. Socio-demographic variables and body mass index. *Int. J. Obesity* **7** (1983), 1.
5. **Beaton, G. H., J. Milner, P. Corey** e.a.: Sources of variation in 24-hour dietary recall data: implications for nutrition study design and interpretation. *Amer. J. clin. Nutr.* **32** (1979), 2546.
6. **Beveridge, J. M. R., W. F. Connell, G. A. Mayer** e.a.: The response of man to dietary cholesterol. *J. Nutr.* **71** (1960), 61.
7. **Brussaard, J. H., G. Dallinga-Thie, P. H. E. Groot** e.a.: Effects of amount and type of dietary fat on serum lipids, lipoproteins and apolipoproteins in man - a controlled 8-week trial. *Atherosclerosis* **36** (1980), 515.
8. **Brussaard, J. H., M. B. Katan, P. H. E. Groot** e.a.: Serum lipoproteins of healthy persons fed a low fat diet or a polyunsaturated fat diet for three months: a comparison of two cholesterol lowering diets. *Atherosclerosis* **42** (1982), 205.
9. **Brussaard, J. H., J. M. A. van Raay, M. Stasse-Wolthuis** e.a.: Blood pressure and diet in normotensive volunteers: absence of an effect of dietary fiber, protein or fat. *Amer. J. clin. Nutr.* **34** (1981), 2023.
10. **Buchem, F. S. P. van**: Serum lipids, nutrition and atherosclerotic complications in man. *Acta med. scand.* **181** (1967), 403.
11. **Burnstein, M. en J. Samaille**: Sur un dosage rapide du cholesterol lié aux alpha- et aux bêta-lipoproteins du sérum. *Clin. chim. Acta* **5** (1960), 609.
12. **Connor, W. E., R. E. Hodges en R. E. Bleiler**: The serum lipids in men receiving high cholesterol and cholesterol-free diets. *J. clin. Invest.* **40** (1961), 894.
13. **Connor, W. E., R. E. Hodges, en R. E. Bleiler**: Effect of dietary cholesterol and fat upon serum lipids in man. *J. Lab. clin. Med.* **57** (1961), 331.
14. **Connor, W. E., D. B. Stone en R. E. Hodges**: The interrelated effects of dietary cholesterol and fat upon human serum lipid levels. *J. clin. Invest.* **43** (1964), 1691.
15. **Connor, W. E., M. T. Cerqueira, R. W. Connor** e.a.: The plasma lipids, lipoproteins, and diet of the Tarahumara Indians of Mexico. *Amer. J. clin. Nutr.* **31** (1978), 1131.
16. **Galama, R. en M. B. Katan**: Consumptiegewoonten en kritiek van de Nederlandse consument ten aanzien van brood. *Voeding* **42** (1981), 384.
17. **Groen, J., B. K. Tjong, C. E. Kamminga** e.a.: The influence of nutrition, individuality and some other factors, including various forms of stress, on the serum cholesterol level; an experiment of nine months duration in 60 normal human volunteers. *Voeding* **13** (1952), 556.
18. **Haar, F. van der, C. M. van Gent, F. M. Schouten** e.a.: Methods for the estimation of high density cholesterol: comparison between two laboratories. *Clin. chim. Acta* **88** (1978), 469.

19. **Hartog, C. den, Th. S. M. van Schaik, L. M. Dalderup** e.a.: The diet of volunteers participating in a long term epidemiological field survey on coronary heart disease at Zutphen, The Netherlands. *Voeding* **26** (1965), 184.
20. **Hautvast, J. G. A. J.**: Commissie uniforme codering voedingsenquêtes: ontwikkeling van een systeem om gegevens van voedingsenquêtes met behulp van de computer te verwerken. *Voeding* **36** (1975), 356.
21. **Hegsted, D. M., R. B. McGandy, M. L. Myers** e.a.: Quantitative effects of dietary fat on serum cholesterol in man. *Amer. J. clin. Nutr.* **17** (1965), 281.
22. **Hermus, R. J. J., A. H. M. Terpstra en G. M. Dallinga-Thie**: Aanwijzingen voor een rol van voedingseiwitten bij de beïnvloeding van het serumcholesterolgehalte. *Voeding* **40** (1979), 95.
23. **Jacobs, D. R. Jr., J. T. Anderson en H. Blackburn**: Diet and serum cholesterol. Do zero correlations negate the relationship? *Amer. J. Epidemiol.* **110** (1979), 77.
24. **Katan, M. B., F. van der Haar, D. Kromhout** e.a.: Standardization of serum cholesterol assays using serum calibrators and direct addition of Liebermann-Burchard reagent. *Clin. Chem.* **28** (1982), 683.
25. **Kato, H., J. Tillotson, M. Z. Nichaman** e.a.: Epidemiologic studies of coronary heart disease and stroke in Japanese men living in Japan, Hawaii and California. Serum lipids and diet. *Amer. J. Epidemiol.* **97** (1973), 372.
26. **Keys, A.**: Dietary survey methods in studies on cardiovascular epidemiology. *Voeding* **26** (1965), 464.
27. **Keys, A., J. T. Anderson en F. Grande**: Serum cholesterol response to changes in the diet.
 - I. Iodine value of dietary fat versus 2S-P. *Metabolism* **14** (1965), 747.
 - II. The effect of cholesterol in the diet. *Metabolism* **14** (1965), 759.
 - III. Differences among individuals. *Metabolism* **14** (1965), 766.
 - IV. Particular saturated fatty acids in the diet. *Metabolism* **14** (1965), 776.
28. **Keys, A.**: Dietary epidemiology. *Amer. J. clin. Nutr.* **20** (1967), 1151.
29. **Keys, A.**: Blood lipids in man – a brief review. *J. Amer. diet. Ass.* **51** (1976), 508.
30. **Keys, A.** (red.): Coronary heart disease in seven countries. *Circulation* **41/42** (1970), suppl. 1.
31. **Keys, A. en N. Kimura**: Diets of middle-aged farmers in Japan. *Amer. J. clin. Nutr.* **23** (1970), 212.
32. **Levy, R. I.** (red.): Nutrition, lipids, and coronary heart disease. A global view. Nutrition in health and disease, vol. 1. Uitg. Raven Press. New York 1979.
33. **Lipid Research Clinics**. Population Studies Data Book. Vol. I. The Prevalence Study. National Institute of Health. (DHHS Publication NIH-80-1527). 1980.
34. **Liu, K., J. McKeever, P. McKeever** e.a.: How many measurements of daily nutrient intake are needed to characterize an individual, for assessment of the relationship between diet variables and serum cholesterol, blood pressure within a population? *Circulation* **56** (1977), (suppl. III), III, 45.
35. **Liu, K., J. Stamler, A. Dyer** e.a.: Statistical methods to assess and minimize the role of intra-individual variability in obscuring the relationship between dietary lipids and serum cholesterol. *J. chron. Dis.* **31** (1978), 399.
36. **Luyken, R.**: Mogelijke gevolgen van overvloedige eiwitconsumptie. *Voeding* **40** (1979), 240.
37. **Marr, J. W.**: Individual dietary surveys: purpose and methods. *Wrlld. Rev. Nutr. Diet.* **13** (1971), 105.
38. **Mattson, F. H., B. A. Erickson, en A. M. Kligman**: Effect of dietary cholesterol on serum cholesterol in man. *Amer. J. clin. Nutr.* **25** (1972), 589.
39. **Morris, J. N., J. W. Marr, J. A. Heady** e.a.: Diet and plasma cholesterol in 99 bank men. *Brit. med. J.* **1963**, I, 571.
40. **Morris, J. N., J. W. Marr en D. G. Clayton**: Diet and heart: A postscript. *Brit. med. J.* **1977**, II, 1307.
41. **Morrison, J. A., R. Larsen, L. Glatfelter** e.a.: Interrelationships between nutrient intake and plasma lipids and lipoproteins in schoolchildren aged 6 to 19: the Princeton School District Study. *Pediatrics* **65** (1980), 727.
42. **Nichols, A. B., C. Ravenscroft, D. E. Lamphiear** e.a.: Daily nutritional intake and serum lipid levels. The Tecumseh study. *Amer. J. clin. Nutr.* **29** (1976), 1384.
43. **Nie, N. H., C. H. Hull, J. G. Jenkins** e.a.: SPSS Statistical package for the social sciences. Uitg. McGraw-Hill. New York 1975.
44. **Niessen, Chr.**: Serumlipidenconcentraties, antropometrische gegevens en samenstelling van de voeding van 371 Wageningse studenten: beschrijving en relaties. LH Vakgroep Humane Voeding. Rapport 80-40. Wageningen 1980.
45. **Raay, J. M. A. van, M. B. Katan, J. G. A. J. Hautvast** e.a.: Effects of casein versus soy protein diets on serum cholesterol and lipoproteins in young, healthy volunteers. *Amer. J. clin. Nutr.* **34** (1981), 1261.
46. **Schouten, F. J. M., F. van der Haar, R. J. J. Hermus** e.a.: Kwaliteitsbepaling van serumcholesterolbepalingen. *Voeding* **40** (1979), 93.
47. **Scrimshaw, N. S. en M. A. Guzman**: Diet and atherosclerosis. *Lab. Invest.* **18** (1968), 623.
48. **Shukla, D. N. en B. A. Sayed**: Serum cholesterol studies among Gujratis. *J. Indian med. Ass.* **35**(1960), 441.
49. **Soloni, F.**: Simplified manual micromethod for the determination of serum triglycerides. *Clin. Chem.* **17** (1971), 529.
50. **Stasse-Wolthuis, M., J. G. A. J. Hautvast, R. J. J. Hermus** e.a.: The effect of a natural high-fiber diet on serum lipids, fecal lipids and colonic function. *Amer. J. clin. Nutr.* **32** (1979), 1881.
51. **Stasse-Wolthuis, M., H. F. F. Albers, J. G. C. van Jeveren** e.a.: Influence of dietary fiber from vegetables and fruits, bran or citrus pectin on serum lipids, fecal lipids and colonic function. *Amer. J. clin. Nutr.* **33** (1980), 1745.
52. **Staveren, W. A. van**: Kan de opname van voedingsvezel van een categorie volwassen Nederlanders bepaald worden? Enkele methodische aspecten. *Voeding* **40** (1979), 113.
53. **Staveren, W. A. van, J. G. A. J. Hautvast, M. B. Katan** e.a.: Dietary fiber consumption in an adult population. *J. Amer. diet. Ass.* **80** (1982), 324.
54. **Truswell, A. S.**: Food fibre and blood lipids. Fifth annual Marabou Symposium, 1976. *Nutr. Rev.* **35** (1977), 51.
55. **Voedingsraad**. Advies over hoeveelheid en/of aard der vetten in de voeding. Verslagen en rapporten Volksgezondheid, nr. 25. Staatsuitgeverij, 's-Gravenhage 1973. *Voeding* **34** (1973), 552.
56. **Voedingsraad**. Aanbevolen hoeveelheden energie en voedingsstoffen. *Voeding* **39** (1978), 325.