

1 JUNI 1981

VITAMINEN IN NEDERLAND

Centraal Instituut voor Voedingsonderzoek TNO

W. Schreurs

Publikatie Nr. 1370-TV

Instituut CIVO - Toxicologie en Voeding TNO

Samenvatting

Vitaminen zijn micronutriënten en essentieel voor een goed verloop van stofwisselingsprocessen. De laatste jaren zijn de bepalingstechnieken voor vitamines in voedingsmiddelen en lichaamsvloeistoffen sterk verbeterd. Goede methoden zijn beschikbaar om de vitaminestatus bij de mens vast te stellen.

In Nederland komen nog veel vitaminetekorten voor als gevolg van verschillende ziektebeelden, door onvoldoende opname uit het voedsel, bij chronisch alcoholisme en als gevolg van medicijn-gebruik. Ook bestaan er bevolkingsgroepen met een verhoogd risico voor het ontwikkelen van hypovitaminosen. Dit blijkt niet altijd uit de berekende vitaminegehalten van het geconsumeerde voedsel, terwijl daarnaast dikwijls geen duidelijke klinisch herkenbare symptomen optreden.

Het is van belang om betrouwbare gegevens te verzamelen omtrent vitaminegehalten in de verschillende voedingsmiddelen -ook na de toebereiding - en goede methoden te ontwikkelen om vitaminetekorten bij de mens in een vroeg stadium te herkennen. Daarnaast dient onderzoek verricht te worden bij verschillende bevolkingsgroepen; enerzijds om vast te stellen in hoeverre vitaminetekorten daadwerkelijk optreden, anderzijds om na te gaan wat een chronisch niet-optimale vitaminestatus betekent vooral voor de gezondheid van bejaarden en welke relaties er bestaan tussen verschillende ziektebeelden en vitaminetekorten.

Inleiding en definities

Vitaminen zijn, in tegenstelling tot vetten, eiwitten en koolhydraten, een heterogenen groep van verbindingen. Er is geen enkele onderlinge overeenkomst in chemische structuur. Toch worden vitamines als één groep beschouwd, omdat het alle organische verbindingen zijn, die in geringe hoeveelheden essentieel zijn voor een goed verloop van stofwisselingsprocessen bij mens en dier. Bovendien moeten zij in het voedsel aanwezig zijn, daar het lichaam niet - of niet in voldoende mate - in staat is deze verbindingen zelf te synthetiseren of te benutten.

De biochemische functies van verschillende vitamines zijn niet geheel duidelijk. De vertegenwoordigers van de B-groep zijn in het algemeen coënzymen of een belangrijk deel daarvan en op die manier verantwoord-

- 182 In: Uitkomst en Uitzicht; Proceedings van het Symposium  
40 jaar Voedingsorganisatie TNO, Utrecht, 7-10 oktober,  
1980. Wageningen, Pudoc, 1980.

lijk voor bepaalde specifieke biochemische, enzymatische reacties in het stofwisselingsproces.

Over de functies van de vetoplosbare vitaminen en vitamine C bestaat nog niet voldoende kennis. Vooral in het geval van vitamine D zijn de laatste jaren geheel nieuwe inzichten naar voren gekomen (De Luca, 1979) omtrent het functioneren van dit vitamine in de calcium- en fosfaat stofwisseling, waarbij het werkingsmechanisme grote overeenkomst vertoont met dat van bepaalde hormonen. Van de andere vetoplosbare vitaminen is wel bekend bij welke biochemische processen ze een rol spelen, maar hun exacte functie is nog niet duidelijk. De vitaminen vervullen zeer belangrijke sleutelposities in het lichaam en nemen in het algemeen via coënzymen een onmisbare plaats in als katalysatoren in het metabolisme van koolhydraten, vetten en eiwitten; ze zijn zodoende zeer nauw betrokken bij de energievoorziening en opbouw van het lichaam.

Behalve vitaminen bestaan er verbindingen, die zelf geen vitamineactiviteit bezitten maar eerst in het lichaam in vitaminen moeten worden omgezet. Deze noemt men provitaminen. Bekende voorbeelden zijn -caroteen, en tryptofaan, die in het lichaam worden omgezet in respectievelijk vitamine A en nicotinezuur. Ook dehydrocholesterol, dat in de huid voorkomt en zelf geen vitamineactiviteit bezit, kan in het lichaam onder invloed van zonlicht worden omgezet in vitamine D<sub>3</sub>. Een andere wijze waarop vitaminen in het lichaam gevormd worden, is de produktie door bacteriën in het darmkanaal. Dit is vooral van toepassing op een aantal B-vitaminen en vitamine K. Deze vitaminen zijn voor de mens in het algemeen nauwelijks of niet beschikbaar voor resorptie en leveren geen bijdrage aan de vitaminevoorziening van het lichaam.

#### Vitaminoiden

Naast vitamine en provitamine komen ook vitaminoiden voor. Hieronder worden verstaan, op de wijze van vitaminen werkende verbindingen, die voor groei en stofwisseling essentieel en ook reeds in lage concentraties actief zijn. Ze worden ook wel partiële of halfvitaminen genoemd. De vitamine P-groep bestaat onder andere uit flavonverbindingen zoals citrine, rutine, hesperidine en quertine. Deze komen voor in citroenen en eucalyptus. Mesoinositol, een suiker, komt in fosfolipide vorm in het weefsel voor en is betrokken bij het kationentransport door celmembranen, de innervatie van zenuwen en bij de stofwisseling van de mitochondriën.

Tot de vitamine F groep behoren de essentiële vetzuren linolzuur en linoleenzuur en arachidonzuur. Deze vetzuren zijn als fosfolipiden een onderdeel van de celmembranen, nemen deel aan de oxydatieve fosforyle-

ring in mitochondriën en zijn de voorlopers van de prostaglandines, die een belangrijke functie vervullen bij het regelen van de bloeddruk, de spiertonus, het centrale zenuwstelsel en de bij mobilisatie van vetzuren. Vaak wordt voor vitaminoïden toch nog de naam vitamine gebruikt, hetgeen arbitrair is en in vele gevallen onjuist (voorbeelden pangaminezuur en laetrile). Kleine veranderingen in de chemische structuur van vitaminen kunnen leiden tot verlies aan biologische activiteit. Ook kan hierdoor een antagonistische werking ontstaan ten opzichte van het bewuste vitamine. Een vitamine-antagonist ontwikkelt zijn werking door de omzetting van het vitamine in zijn (actieve) coënzymvorm te storen ofwel door te concurreren met het coënzym voor de beschikbare bindingsplaatsen op het apoënzym. Hierdoor wordt het betreffende enzymstelsel geheel of gedeeltelijk geïnactiveerd, afhankelijk van de affiniteit van het antivitamine ten opzichte van het apoënzym of wordt de reactiekinetiek ongunstig beïnvloed, wat uiteindelijk kan resulteren in een toestand van een schijnbare vitaminedeficiëntie. Isonicotinezuurhydrazide (INH), dat bij tuberculostatische therapie wordt gebruikt. Deze verbinding werkt als antivitamine tegen niacine en vitamine B<sub>6</sub>, waardoor klinische symptomen van vitamine B<sub>6</sub> en nicotinedeficiëntie kunnen optreden. Een ander voorbeeld is dicumarine, dat vitamine K verdringt uit het enzymstelsel, dat verantwoordelijk is voor de protrombinesynthese. Het enzym wordt hierdoor onwerkzaam en de stolling vermindert, waardoor bloedingen kunnen optreden.

Aangezien coënzymen een belangrijke rol spelen in het cellulaire metabolisme, worden antivitaminen soms gebruikt voor therapeutische doeleinden ter behandeling van cellulaire woekering bij maligne processen. Behalve bij gebruik van bepaalde foliumzuurantagonisten bijvoorbeeld amethopterine bij de behandeling van leukemie, zijn de resultaten in de praktijk niet geweldig. Sommige antivitaminen komen in de natuur voor, zoals avidine in het rauwe eiwit van het ei, dat met biotine een complex vormt, waardoor de resorptie van biotine onmogelijk wordt. Andere natuurlijke antivitaminen zijn onder andere het enzym thiaminase, dat voorkomt in rauwe vis en schaaldieren en het enzym ascorbase, dat vooral wordt aangetroffen in kool. De antivitamineactiviteit berust op enzymatische afbraak van het vitamine.

Van alle nutriënten zijn de vitaminen bij bewerken of bewaren van voedingsmiddelen het meest kwetsbaar en zeer gevoelig voor externe invloeden zoals pH, warmte, licht en zuurstof. Bij de wateroplosbare vitaminen (B-groep) kunnen bovendien tengevolge van uitlogen grote verliezen optreden. Nicotinezuur is één van de meest stabiele vitaminen, terwijl thiamine en ascorbinezuur als regel de grootste verliezen opleveren.

In het algemeen is het niet mogelijk vitamineverliezen tijdens de bereiding en verwerking van voedingsmiddelen nauwkeurig te voorspellen. Hierbij spelen verschillende omstandigheden een rol zoals soort hoeveelheid en fijne of grove verdeling van het voedingsmiddel, de hoeveelheid water, die bij de bereiding is gebruikt en het type apparaat. Bij processen als hittesterilisatie, blancheren, braden en koken van voedingsmiddelen komen vaak grote verliezen voor. Verliezen van 40 à 60% of nog meer van de vitaminen B en C zijn hierbij niet ongewoon (Lassche et al., 1976).

#### Bepalingsmethoden van vitaminen

De vraag naar het voorkomen van vitaminen en hun concentraties in de meest uiteenlopende voedingsmiddelen heeft sinds het begin van het vitamineonderzoek een zeer belangrijke rol gespeeld. De eerste vitaminebepalingen berustten op biologische methoden, waarbij het verdwijnen of optreden van storingen in de fysiologische functies bij dieren als maatstaf dienden.

Bij de meer moderne kwantitatieve bepalingmethoden wordt onder meer gebruik gemaakt van spectrofotometrische, fluorimetrische, gaschromatografische en radiochemische technieken. B-vitaminen worden nog vaak microbiologisch bepaald, waarbij voornamelijk gebruik wordt gemaakt van melkzuurbacteriën (*Lactobacilli*) die voor hun groei, die evenredig is met de concentratie van het betreffende vitamine, een aantal B-vitaminen nodig hebben.

Gedurende de laatste 5 à 10 jaar zijn de bepalingmethoden voor de verschillende vitaminen in voedingsmiddelen, farmaceutische preparaten en biologisch materiaal enorm verbeterd door ontwikkelingen op het gebied van de hogedrukvlloeistofchromatografie en de radiochemie. Voor de bepalingen van bijna alle vitaminen in zeer uiteenlopend materiaal zijn in het algemeen zeer goede methoden voorhanden. Bij de analytische technieken ligt de nadruk op radiochemische methoden (radioimmunoassays en competitive protein bindingsassay) en op de hogedrukvlloeistofchromatografie met fluorimetrische detectie. Voor het vaststellen van de vitaminesstatus bij de mens wordt veelal de vitamineconcentratie in het bloed (plasma) bepaald ofwel de vitamine-excretie in de urine. Daarnaast worden meer functionele testen toegepast, onder andere belastingstesten en enzymstimuleringstesten, waarbij gekeken wordt naar de beschikbaarheid en het functioneren van het vitamine op cellulair niveau. Bij deze enzymstimuleringstesten wordt van een bepaald enzymstelsel, aanwezig in erythrocyten, waarbij een bepaald vitamine als coënzym is betrokken, de enzymactiviteit, vóór en na verzadiging van het in-vitro meestsysteem, bepaald om een indruk te krijgen van de in de weefsels beschikbare

hoeveelheid coënzym. Dit type testen voor het vaststellen van de vitaminstatus werd voor het eerst toegepast bij de bepaling van de erythrocytaire transketolase (ETK-)activiteit voor en na in-vitro stimulering met thiaminedifosfaat (TDP) als maat voor de vitamine B<sub>1</sub>-status (Lonsdale & Shamberger, 1980). Later zijn de glutathionreductase (EGR-) stimuleringstest voor de vitamine B<sub>2</sub>-status (stimulering met flavineadeninedinucleotide) (Glatzle et al., 1970) en de transaminase (EGOT) stimuleringstest voor de vitamine B<sub>6</sub>-status (stimulering met pyridoxalfosfaat) beschreven (Stanulovic et al., 1967) en op grote schaal toegepast. Na het beschikbaar komen van goede bepalingmethoden voor vitaminen is het mogelijk om de Nederlandse voedingsmiddelen-tabel uit te breiden en aan te vullen. Momenteel worden de in deze tabel opgegeven vitaminegehalten door velen gebruikt terwijl bekend is dat:

- de vitaminengehalten niet altijd even betrouwbaar zijn als gevolg van minder nauwkeurige bepalingstechnieken in het verleden,
- geen spreiding wordt opgegeven rond het opgegeven gehalte. Deze kan wel meer dan 100% bedragen,
- geen of onvoldoende rekening is gehouden met verliezen die optreden tijdens bereiding, opslag en distributie,
- het opgenomen pakket aan voedingsmiddelen niet geheel representatief en volledig is voor de gebruikte voedingsmiddelen in deze tijd,
- de tabel onvolledig is wat betreft de verschillende vitaminen.

Ondanks deze bezwaren worden de gegevens uit de voedingsmiddelen-tabel, vaak aangevuld met gegevens uit andere tabellen, zeer veelvuldig en kritiekloos toegepast in voedingsonderzoeken bij de vaststelling van de geconsumeerde hoeveelheid vitaminen. Onderzoekers zullen er vaak geen idee van hebben hoe nauwkeurig hun schattingen zijn.

#### De vitaminevoorziening uit het "Gemiddelde Dieet"

De vraag of door de Nederlandse bevolking voldoende vitaminen uit de gemiddeld geconsumeerde voeding worden opgenomen wordt vaak positief beantwoord. Uit de jaarlijks door het Ministerie van Landbouw gepubliceerde gemiddelde (berekende) consumptiecijfers kan worden afgeleid, dat voor vrijwel alle nutriënten de door de Voedingsraad aanbevolen dagelijkse hoeveelheden vrijwel geheel of zelfs ruimschoots gedekt worden. Ook in het recent uitgebrachte advies van de Voedingsraad inzake het gebruik van multivitaminen preparaten wordt op basis van beschikbare onderzoekgegevens geconcludeerd, dat in het algemeen de voorziening met de in het onderzoek betrokken, vitaminen voldoende tot ruim voldoende is. Het lijkt echter voorbarig en zelfs onjuist hieraan de conclusie te verbinden, dat dus elk individu, of het grootste deel van de Nederlandse bevolking een adequate vitaminevoorziening heeft.

---

Definities voor een gemiddeld dieet en een normaal gezond mens worden niet gegeven, terwijl daarnaast een voldoende gevarieerd of een goed uitgebalanceerd dieet waarschijnlijk slechts door een kleine groep van onze bevolking werkelijk geconsumeerd wordt. Het merendeel is immers waarschijnlijk niet geïnteresseerd en weet niet wat een goed uitgebalanceerd dieet is, dat ook nog voldoende verschillende vitamines bevat. Ook zijn er condities waarbij de opname verlaagd of gestoord is. Duidelijk zijn ook bevolkingsgroepen aan te wijzen die vitamines consumeren beneden de aanbevolen hoeveelheid. Hierbij valt te denken aan groepen bejaarden, mensen met eenzijdige eetgewoonten en resorptiestoornissen. Een ander belangrijk punt is, dat deze gemiddelde opnamecijfers veelal berekend worden met behulp van tabellen (bijvoorbeeld de Nederlandse voedingsmiddelen-tabel), waarbij geen rekening gehouden wordt met bereidings- en opslagverliezen en variatie in vitaminegehalte per produkt. Dat hierdoor een overschatting van de werkelijke opname kan optreden, wordt onder meer geïllustreerd door een onderzoek uitgevoerd door het Ministerie van Volksgezondheid en Milieuhygiëne omtrent de nutriënten-opname in Nederland (Anon., 1975), waarbij de gemeten vitamineinhoud, van een gemiddelde warme maaltijd vooral voor vitamine B<sub>6</sub>, duidelijk lager was dan berekend. Aangaande de individuele vitaminebehoefte mag uit het voorafgaande duidelijk zijn dat onder bepaalde condities en voor bepaalde groepen de behoefte verhoogd is, bijvoorbeeld voor zwangeren, adolescenten en alcoholgebruikers. Op basis van deze overwegingen is het daarom zeer wel denkbaar dat zich ook in de Nederlandse samenleving risicogroepen bevinden, voor het ontwikkelen van hypovitaminosen. Inderdaad worden bij onderzoeken van geselecteerde groepen, in tal van westerse landen, aanwijzingen gevonden voor biochemisch aantoonbare (multi) vitaminetekort (Baker & Frank, 1968). Het probleem is, dat dergelijke hypovitaminosen door klinici vaak niet herkend worden door het ontbreken van specifieke symptomen. Ook uit de praktijk van met name neurologen en cardiologen komen dergelijke aanwijzingen. Samenvattend kunnen we zeggen, dat rekening houdend met verschillende bevolkingsgroepen, eetgewoonten, onwetendheid omtrent het goed uitgebalanceerd dieet en verliezen tijdens bereiding en vóór consumptie het vitamineaanbod bij waarschijnlijk grote groepen in de bevolking voor bepaalde vitamines marginaal en onvoldoende is en dat tekorten aan vitamines en hypovitaminen veelvuldig voorkomen, zonder duidelijk herkenbare klinische aspecten. Onvoldoende is nog bekend wat de consequenties zijn van een langdurige marginale vitaminestatus. Onderzoek hieromtrent maar ook op het gebied van de vroege diagnostiek van vitamine-tekorten is daarom noodzakelijk. Uitspraken over het al dan niet zinvol en wenselijk zijn van vitamine-suppletie, bijvoorbeeld via (multi-)vitaminepreparaten, lijken op dit moment daarom ook onvoldoende onderbouwd.

Inadequate voedselopname of onvoldoende voedselaanbod, waardoor vaak bij verschillende bevolkingsgroepen vitaminetekorten ontstaan zijn, gerelateerd aan: armoede, onwetendheid, slechte toebereiding, voedselapathie, chronische ziekten, anorexie, voedseltaboes en verkeerde voedingsgewoonten.

Naast genoemde zijn ook slechte vertering of onvoldoende resorptie belangrijke redenen tot het ontstaan van hypovitamineuze en vitaminedeficiënties. De vitaminen worden grotendeels in het voorste deel van het darmkanaal (duodenum en jejunum) geresorbeerd. De opneming van deze vitaminen in de bloedbaan is afhankelijk van het resorptievermogen van het darmslijmvlies en de darmpassage snelheid. Resorptiestoornissen kunnen gemakkelijk veroorzaakt worden door ontstekingen, allergische en toxische beschadigingen van het slijmvlies, zoals bij amyloïdose, diverticulitis en maag- of darmresectie. Stoornissen bij de resorptie van de vetoplosbare vitaminen kunnen daarnaast ook veroorzaakt worden door leverziekten, ziekten aan de gal en pancreas, waarbij de produktie van galzure zouten en pancreasenzymen afneemt. De gal is immers als emulgator van vetten en vetoplosbare vitaminen noodzakelijk voor een goede resorptie. Bij sommige leverziekten kan vitaminedepletie optreden als gevolg van een verminderde opslagcapaciteit van het betreffende vitamine. Ook treden bij bepaalde leveraandoeningen stoornissen op in de omzetting van het vitamine in zijn biologisch actieve vorm zoals bijvoorbeeld de vorming van pyridoxalfosfaat (PLP) uit vitamine B<sub>6</sub> en de vorming van flavineadeninedinucleotide (FAD) uit vitamine B<sub>2</sub>. Vitamine B<sub>12</sub> wordt geresorbeerd in het ileum, echter alleen in aanwezigheid van de zogenaamde "intrinsic factor", een mucoproteïne, dat in de maagwand wordt gesynthetiseerd. De meeste vitaminetekorten ontstaan door resorptiestoornissen als gevolg van pathologische aandoeningen van het maagdarmkanaal (onder andere spruw, idiopathische steatorrhoea, pancreasfibrose), door hyperperistaltiek, parasitaire infecties, alcoholisme, leverziekten en behandeling met farmaca, die een antivitaminewerking bezitten. Bij ouderen of bejaarden zijn er nog bijkomende oorzaken, die kunnen bijdragen tot een verminderde resorptie en benutting van vitaminen. In dit geval kunnen genoemd worden slechte masticatie, verminderde secretie van verteringsenzymen in het maagdarmkanaal en minder goede bloeddorstrooming en circulatie in de verschillende organen. Behalve door inadequate voedselopname en resorptiestoornissen kunnen ook vitaminetekorten ontstaan als gevolg van een verhoogde behoefte die kan optreden onder andere bij lichamelijke inspanning, snelle groei, infectieziekten, zwangerschap en lactatie, bepaalde samenstelling van het dieet, overmatige verliezen, alcoholgebruik, gebruik van anticonceptiepil en behandeling met farmaca.

---

Gedurende de laatste jaren is steeds duidelijker geworden dat vitamine-deficiëntie en hypovitaminosen frequent voorkomen onder andere als gevolg van behandeling met farmaca. Verandering of aantasting van de normale darmflora door behandeling met sulfapreparaten en antibiotica leidt tot verlaagde vitamineconcentraties in bloed. Aangezien de door de darmflora (bijvoorbeeld *Escherichia coli*) geproduceerde vitamines niet door het menselijk lichaam benut kunnen worden, is het waarschijnlijk dat de veranderde darmflora zelf meer vitamine opneemt en verbruikt, zodat de behoefte stijgt. Slechte resorptie van vitamines en antivitaminewerking treden vaak op bij gebruik van farmaca zoals antacida, laxantia, antibiotica, antituberculeuze preparaten, hypoglycaemisch werkende preparaten, antipyretica, anticonvulsiva, anticonceptiva en antiparkinson preparaten. Ook bij iatrogene hyperexcretie is de kans op het ontstaan van vitaminetekorten zeer groot. Behalve het gebruik van farmaca leidt overmatig gebruik van alcohol eveneens tot ernstige vitaminetekorten, vooral vitamine B, onder meer als gevolg van een verminderde opname uit de voeding en optredende leverpathologie wat uiteindelijk kan leiden tot de ziekte van Wernicke, Syndroom van Korsakow en perifere neuropathie. In het jaar 1979 werden op het Instituut CIVO - Toxicologie en Voeding TNO te Zeist vitamineonderzoek uitgevoerd in het bloed van ongeveer 20.000 patiënten, onder wie rond 3.000 patiënten met klinische symptomen van vitaminedeficiëntie als gevolg van overmatig alcoholgebruik. Bij meer dan de helft van deze 3.000 alcoholici werd een hypovitaminose of vitamine B<sub>1</sub>-deficiëntie in bloed vastgesteld. De vraag rijst dan ook hoe de vitamine B<sub>1</sub>-status zal zijn van de in Nederland zeer grote groep gewoontedrinkers.

#### Slotopmerking

Samenvattend kan gesteld worden dat hypovitaminose waarschijnlijk veelvuldig onder de Nederlandse bevolking voorkomt. De invloed van deze vitaminetekorten op lange termijn op het ontwikkelen van ziekten op latere leeftijd is onbekend en dient nader te bestudeerd te worden. Uitgebreide voorlichting over goede voeding en over de wijze hoe de dagelijks aanbevolen hoeveelheden nutriënten geconsumeerd kunnen worden is voor de verschillende bevolkingsgroepen noodzakelijk. Het gebruik van laag gedoseerde multivitaminepreparaten dient niet afgeraden te worden, echter ook niet reclame als alternatief voor een minder goede voeding aangeprezen te worden. Onderzoek is noodzakelijk op de volgende gebieden:

- het ontwikkelen van nieuwe en betere methoden te ondersteuning van de diagnostiek van hypovitaminose, zodat in een vroeg stadium te herkennen zijn



- de rol en het effect van vitamines bij verschillende ziektebeelden
- de gevolgen van niet optimale vitaminevoorziening op de lange termijn
- longitudinale studies over de vitamineconsumptie en status bij verschillende bevolkingsgroepen en het vaststellen van normen
- de Nederlandse voedingsmiddelen-tabel wat betreft vitamines aanvullen uitbreiden en aanpassen, zodat deze voldoet aan de eisen die in deze tijd gesteld worden aan het voedingsonderzoek.

#### LITERATUUR

- Anon., 1975. Nutrient intake in the Netherlands. Verslagen, Adviezen Rapporten 4, Ministerie van Volksgezondheid en Milieuhygiëne, Leidschendam
- Baker, H. & O. Frank, 1968. Clinical Vitaminology. Interscience Publishers, New York, 177-192
- De Luca, H.F., 1979. Recent advances in our understanding of the vitamin D endocrine system. J. Steroid Biochem., 11: 35-52
- Glatzle, D. et al., 1970. Method for the detection of a biochemical riboflavin deficiency. Int. J. Vitam. Res., 40: 166-183
- Lassche, J.B., W.H.P. Schreurs & A.A.M. Colen, 1976. Onderzoek naar de kwaliteit van de voeding in een verpleegtehuis Deel II, Zeist, Centraal Instituut voor Voedingsonderzoek TNO, Rapport Nr 5219
- Lonsdale, D. & R.J. Shamberger, 1980. Red cell transketolase as an indicator of nutritional deficiency. Am. J. Clin. Nutr., 33: 205-211
- Stanulovic, M., D. Miletic & A. Stock, 1967. The diagnosis of pyridoxine deficiency based on the estimation of the erythrocytic aspartate aminotransferase and its stimulation in vitro with pyridoxal-5-phosphate. Clin. Chim. Acta., 17: 353-362



C

C