

De B-vitamines en hun co-factoren

De B-vitamines

De B-vitamines treden op als **co-enzymen in een breed scala van katabole en anabole enzymatische reacties**. De gezamenlijke effecten van deze vitamines zijn van groot belang voor tal van aspecten van de hersenfunctie, waaronder energieproductie, DNA/RNA-synthese/herstel, methylering en de synthese van tal van neurochemische stoffen en signaalmoleculen^[1]. Voor therapeutische toepassingen kunnen B-vitamines apart in een hogere dosering ingenomen worden, maar daarnaast is het altijd belangrijk om een B-complex te gebruiken gezien de intensieve samenwerking tussen deze vitamines.

Actieve co-enzymatische vorm

Bepaalde B-vitamines moeten in het lichaam eerst worden omgezet naar hun **biologisch actieve vorm**; dat geldt voor **vitamines B2, B6, B12 en foliumzuur (B9/B11)**. Sommige mensen, vooral met spijsverterings- en leverzwakte, hebben moeite met die omzetting. Rechtstreekse suppletie van de co-enzymatische vorm omzeilt dit probleem.

De actieve vormen:

- Vitamine B2 = riboflavin-'5-fosfaat
- Vitamine B6 = pyrodoxal-'5-fosfaat
- Vitamine B12 = methylcobalamine
- Foliumzuur5-methyltetrahydrofolaat (folaat)

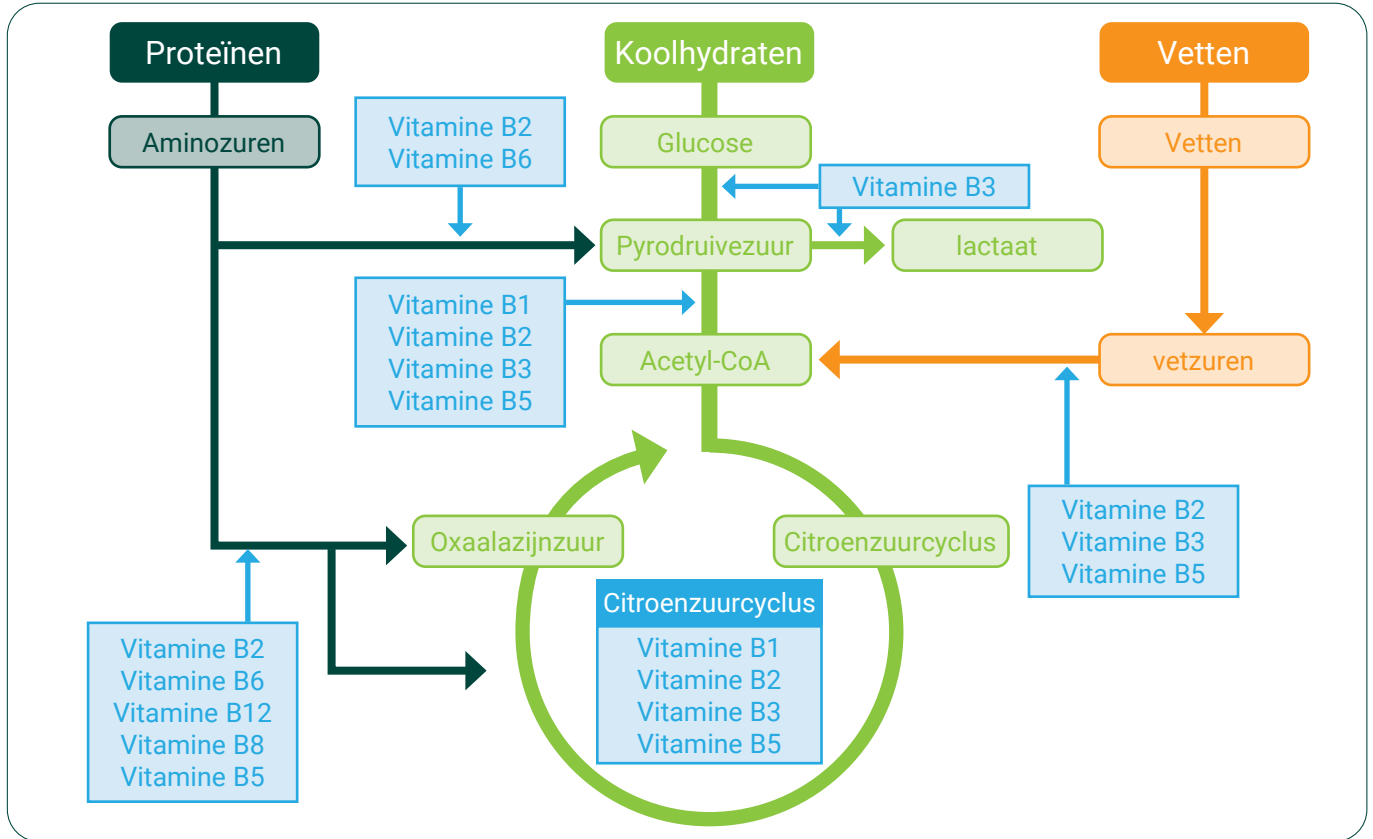
Taurine

Een normale taurinestatus **vermindert de kans op celexcitatie, voorkomt foutieve zenuwprikkeling, bevordert spierrelaxatie en werkt rustgevend**. Overige eigenschappen van taurine^[2-3]:

- Stimuleert de **magnesiumopname**, vermindert het 'weglekken' van magnesium en draagt zo bij aan de fixatie van magnesium in de cel.
- Houdt de intracellulaire magnesiumconcentratie op peil. Dit geeft rust en bevordert de **celcommunicatie**.
- Verhoogt de **contractiekracht van het hart**.
- **Vermindert oxidatieve schade**.
- **Bevordert de aanmaak van gamma-aminoboterzuur (Gaba)**. Gaba is een neurotransmitter met een inhiberende werking in de hersenen.
- Bepaalt de **kwaliteit van de galzouten** en stimuleert de galproductie.
- Fungeert als substraat voor de **fase 2-ontgiftig in de lever**.
- Zorgt voor een betere **afvoer van cholesterol**.

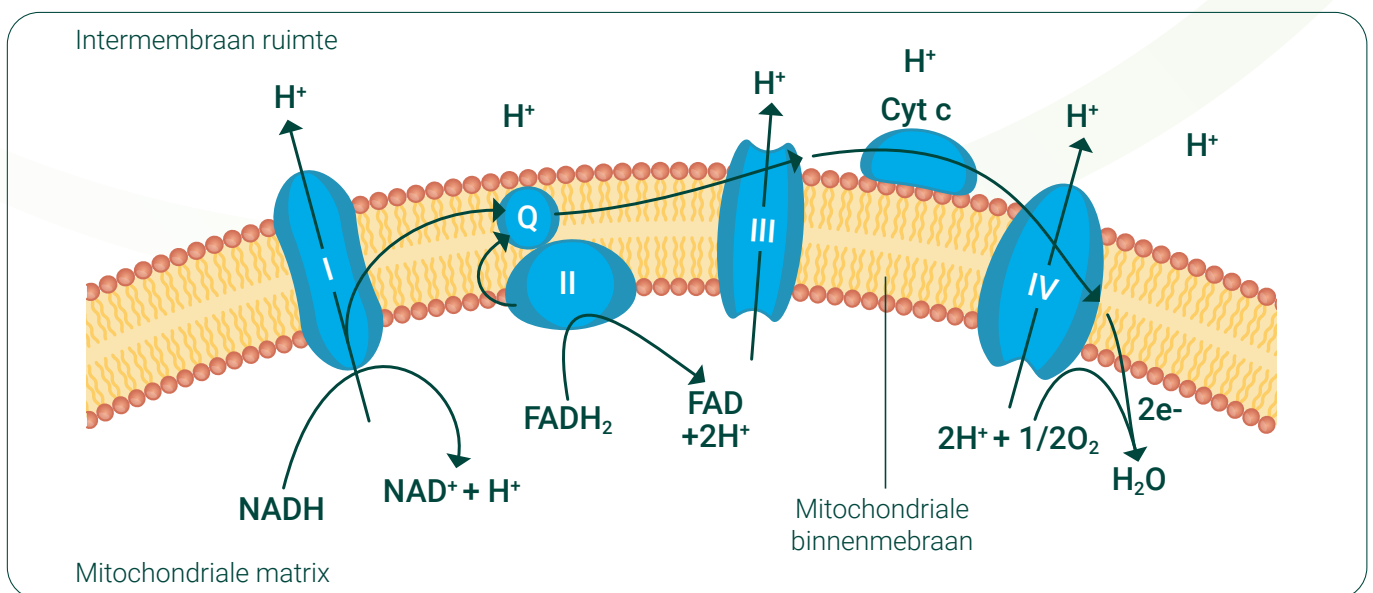
Energiemetabolisme

De B-vitamines zijn in hun actieve co-enzymatische vorm essentieel voor de verwerking van koolhydraten, vetten en eiwitten. Het lichaam gebruikt enkel ATP als energiebron. Om het lichaam in staat te stellen koolhydraten, vetten en proteïnen af te breken en de ATP-productie voort te zetten, is voldoende aanvoer van B-vitamines in de citroenzuurcyclus essentieel.



Figuur 1. Het energiemetabolisme: de citroenzuurcyclus.

Na het doorlopen van de citroenzuurcyclus wordt de verdere aërobe ATP-aanmaak via de respiratieketen hoofdzakelijk ondersteund door vitamine B2 (FADH₂) en B3 (NADH).



Figuur 2. Het energiemetabolisme: oxidatieve fosforylatie of de elektronentransportketen.

Specifieke nutriënten en hun specifieke eigenschappen

Actieve nutriënt	Biochemie	Symptomen van tekorten	Risicofactoren voor tekorten
Vitamine B1 (thiaminemononitrat) [1,4-8,23]	<ul style="list-style-type: none"> Nodig voor energieproductie (samen met andere B-vitamines) De oxidatie van glucose (citroenzuurcyclus) is sterk afhankelijk van thiaminedifosfaat Vermindert oxidatieve stress Bevordert efficiëntie metabole ontgiftiging 	<ul style="list-style-type: none"> Algemene vermoeidheid Gastro-intestinale klachten Prikkelbaarheid Emotionele disbalans Verwardheid Slaapstoornissen Geheugenverlies 	<ul style="list-style-type: none"> Alcoholmisbruik Obesitas Congestief hartfalen t.g.v. medicatie en ondervoeding Antibioticumgebruik Fysieke/psychische stress
Vitamine B2 (natriumriboflavine-5'fosfaat) [1,4,9-11,23]	<ul style="list-style-type: none"> Nodig voor de energieproductie (samen met andere B-vitamines) Nodig voor normale celfunctie en -groei Noodzakelijk voor diverse co-enzymen die o.a. betrokken zijn bij eiwit-, koolhydraat- en vetmetabolisme 	<ul style="list-style-type: none"> Algemene zwakte Pijn, gevoeligheid in de mond Branderigheid, jeuk aan de ogen Dermatitis Bloedarmoede Persoonlijke verandering 	<ul style="list-style-type: none"> Deficiëntie t.g.v. genetisch polymorfisme in het flavine-bevattende molecuul flavine monooyxgenase (FMO3), in verband gebracht met een verminderd vermogen om geneesmiddelen te ontgiften. Antibioticumgebruik Fysieke/psychische stress
Vitamine B3 (niacinamide) [1,4,9,23]	<ul style="list-style-type: none"> Niacine heeft twee belangrijke co-enzymen: NAD+ en NADP+ die beide nodig zijn voor de redoxpotentiaal van de cel Van belang voor enzym dat zorgt voor DNA-herstel (poly ADP-ribosepolymerase) 	<ul style="list-style-type: none"> Dermatitis Alopecia Spierzwakte Stuipen/branden in de ledematen Diarree Depressie Angst Geheugenverlies Paranoia Agressie 	<ul style="list-style-type: none"> Alcoholmisbruik Antibioticumgebruik Fysieke/psychische stress
Vitamine B5 (calcium-d-pantothenaat) [1,9,23]	<ul style="list-style-type: none"> Productie van energie uit eiwitten, vetten en koolhydraten Vormt de kern van co-enzym A (CoA). CoA functioneert als een acetyl-groep-drager bij o.a. vetzuuroxidatie, vetzuursynthese, cholesterolsynthese en pyruvaatoxidatie 	<ul style="list-style-type: none"> Duizeligheid Brandend gevoel in de ledematen (voeten) Dermatitis Diarree Gedragsverandering Demyelinisatie van de zenuwbanen 	<ul style="list-style-type: none"> Fysieke/psychische stress
Vitamine B6 (pyridoxal-5'-fosfaat) [1,12,23]	<ul style="list-style-type: none"> Nodig voor meer dan 100 enzymatische reacties Synthese fosfolipiden Omzetting van methionine naar cysteine (methyleringscyclus) Productie niet-essentiële aminozuren Gezonde immuunrespons en zenuwfunctie 	<ul style="list-style-type: none"> Bloedarmoede Verminderde alertheid Depressie Cognitieve achteruitgang/dementie Convulsies 	<ul style="list-style-type: none"> Milieubelasting zoals additieven en sigarettenrook Alcoholmisbruik Leeftijdsgebonden malabsorptie Anticonceptie Fysieke/psychische stress

Actieve nutriënt	Biochemie	Symptomen van tekorten	Risicofactoren voor tekorten
Foliumzuur (5-methyltetrahydrofolaat) [1,4,11-15,23]	<ul style="list-style-type: none"> • Synthese van purines en pyrimidines, beide essentieel bij de DNA-synthese • Vorming van rode bloedcellen • Celgemedieerde immuniteit • Methyleringscyclus 	<ul style="list-style-type: none"> • Veranderingen in genexpressie, waaronder genspecifieke methylering/demethylering • Perifere neuropathie • Ruggenmergletsels • Gedragsveranderingen • Psychose • Cognitieve stoornissen/dementie 	<ul style="list-style-type: none"> • Verstoring van opname door glucocorticoiden, protonpompinhibitoren en aspirine • Genetisch polymorfisme t.h.v. MTHFR-gen • Vitamine B2 en vitamine B12-deficiëntie • Antibioticumgebruik • Fysieke/psychische stress
Vitamine B12 (methylcobalamine) [1,4,9,23]	<ul style="list-style-type: none"> • Celgroei en celdeling • Fungeert zowel als co-enzym als substraat bij de hechting van een methylgroep aan cobalt bij de vorming van methylcobalamine • Vereist component bij de synthese van nucleïne-zuren • DNA- en RNA-synthese • Functioneert zowel bij de vetzuursynthese als bij de energieproductie • Een aantal andere enzymen vereist ook vitamine B12 als een deelnemend co-enzym, waaronder methylmalonyl-CoA-mutase (omzetting succinylco-enzym A in acetaatsynthetase) 	<ul style="list-style-type: none"> • Veranderingen in genexpressie, waaronder genspecifieke methylering/ demethylering • Perifere neuropathie • Ruggenmergletsels • Gedragsveranderingen • Psychose • Cognitieve stoornissen/dementie 	<ul style="list-style-type: none"> • Leeftijdsggebonden malabsorptie • Malabsorptie tgv verminderde maagzuurproductie (o.a. door stress) • Vegetariërs/veganisten • Verstoring van opname door gebruik van protonpompinhibitoren • Genetische polymorfismen • Antibioticumgebruik • Fysieke/psychische stress
Biotine (d-biotine) [1,23]	<ul style="list-style-type: none"> • Sleutelrol in het glucosemetabolisme in de mitochondriën • Regulering leverglucoseopname, gluconeogenese en lipogenese • Transcriptie insulinerceptor 	<ul style="list-style-type: none"> • Seborroïsch eczeem • Tinteling/branderigheid in de ledematen • Depressie • Lethargie • Hallucinaties 	<ul style="list-style-type: none"> • Diabetes type-2, verzwakt glucosemetabolisme • Fysieke/psychische stress
PABA (para-amino-benzoëzuur) [16,17]	<ul style="list-style-type: none"> • Intermediair product in de synthese van folaat 	<ul style="list-style-type: none"> • Verminderde flexibiliteit • Artritis • Grijs haar 	
Inositol [18,19]	<ul style="list-style-type: none"> • Bouwsteen van de fosfolipiden van het celmembraan en de lipoproteïnen • Betrokken bij celsignaling 	<ul style="list-style-type: none"> • Cognitieve stoornissen • Metabool syndroom • Poly Cysteus Ovarium Syndroom (PCOS) 	<ul style="list-style-type: none"> • Verhinderde biobeschikbaarheid door hoge inname van glucose en veranderde bloedglucosehuishouding
Choline (cholinebitartraat) [20-22]	<ul style="list-style-type: none"> • Aanmaak fosfatidylcholine en sphingomyeline, die fosfolipiden zijn een onderdeel van het celmembraan • Aanmaak van de neurotransmitter acetylcholine • Genexpressie • Lipidtransport en -metabolisme • Vroege hersenontwikkeling 	<ul style="list-style-type: none"> • Spierschade • Niet-alcoholische leververvetting 	