

Handboek voeding

Van basisconcepten tot metabolisme

Ann Meulemans (red.), Stefaan De Henauw, Erika Vanhauwaert, Vicky De
Preter, Christophe Matthys, Marleen Van Loo

Voorwoord

Welk voedingsmiddel of dieet is nu alweer het beste om...? Een vraag die velen onder ons zeker en vast al hebben gehoord en anders zeker in de toekomst nog zullen horen. Het is ook een vraag die veel discussie kan uitlokken, zeker nu, in het digitale tijdperk waarin informatie, juist of fout, voor het rapen ligt. In vele discussies wordt vaak de kern van de zaak, namelijk de basis van humane voeding, vergeten of niet toegepast. Om hier het nodige inzicht in te krijgen, werd dit boek geschreven.

De kern van de zaak is volgens de auteurs een degelijke kennis over nutriënten in relatie tot het metabolisme en vervolgens de gezondheid. In dit handboek worden dan ook verschillende basisconcepten aangeleerd, zodat de student in een latere fase in staat is advies te geven over de relatie van voeding en gezondheid.

Maar basisconcepten binnen het domein van voeding, wat zijn dat nu eigenlijk? Een vraag die de auteurs zich ook hebben gesteld en die niet altijd eenvoudig te beantwoorden was. Niet door het gebrek aan kennis en ervaring van de verschillende auteurs, maar omdat het niet eenvoudig is om de hoekstenen waarop humane voeding is gebaseerd te definiëren.

De auteurs hebben geprobeerd om de basisprincipes van de verschillende onderdelen van humane voeding toe te lichten. Voor elk onderdeel wordt het proces van inname, vertering, absorptie, metabolisme en relatie tot gezondheid weergegeven. Omdat voedingswetenschap constant ontwikkelt en evolueert, kan niet alles worden weergegeven in het boek. Er is ook een online platform beschikbaar, waar meer diepgaande informatie ter beschikking wordt gesteld en waar nieuwe evoluties telkens worden weergegeven.

De auteurs, ook docenten in voedingsgerelateerde bachelor- en masteropleidingen, zijn ervan overtuigd dat een grondige kennis van humane voeding noodzakelijk is in een tijdsperiode waarin obesitas en ondervoedingsproblematiek elkaar in evenwicht houden. Dit handboek levert hiervoor de basis aan zowel studenten als andere geïnteresseerden.

Dankwoord

Deze uitgave kwam tot stand dankzij de waardevolle bijdrage en feedback van de volgende personen:

Annelies Reynaert, lector voedings- en dieetkunde Katholieke Hogeschool Vives
Willem De Keyzer, decaan van de faculteit Natuur en Techniek, Hogeschool Gent
Kristin De Buyser, docent voedings- en dieetkunde, Katholieke Hogeschool Vives
Isabelle De Jonge, lector voedings- en dieetkunde, trajectbegeleider afstandsonderwijs, Odisee Technologicampus Gent
Elke Van den Brande, lector voeding, UC-Leuven-Limburg
An Gers, docent voeding, Thomas More campus Turnhout
Nina Van Den Broecke, lector/bachelorproefcoördinator Voedings- en Dieetkunde, Odisee
Lisette CPGM de Groot, PhD, professor Nutrition and Ageing, Wageningen University
Marlies Peeters, Klinische en Experimentele Endocrinologie, KU Leuven
Ina Gesquiere, Klinische en Experimentele Endocrinologie, KU Leuven
Babette Verbiest, HoGent

Een speciaal woord van dank gaat uit naar Kathleen Van Landeghem. Als lector voedings- en dieetleer bij Odisee stond ze mee aan de basis van de eerste editie van dit handboek. Ze overleed begin 2019, maar haar passie voor voeding zal met dit boek blijven bestaan.



Algemene begrippen



Inleiding

Voeding, dieet, voedingsmiddelen, maaltijden, gezonde en ongezonde voeding zijn allemaal woorden en termen die geassocieerd zijn met ons dagelijks voedingspatroon. Het dagelijkse voedingspatroon van de mens kan men beschouwen als alles wat men eet en drinkt, onafhankelijk van de nutritionele waarde, de sociale context en hoe men voedingsmiddelen consumeert. Desondanks is het menselijk voedingspatroon wel sterk gerelateerd aan de gezondheid van de desbetreffende persoon of populatie en spelen de verschillende factoren als hoe men voedingsmiddelen consumeert en hun nutritionele waarde wel een rol. De studie van voeding in relatie tot het brede begrip van gezondheid noemt men 'humane voeding' of 'voedingsleer'. Kennis van de voedingsleer en de fysiologie van de voeding zijn voor elke gezondheidswerker een belangrijke basis voor een goed begrip van de relatie tussen voeding en gezondheid. Humane voeding kan men echter niet beperken tot enkel fysiologie of metabolisme. De relatie tussen voeding en gezondheid vormt immers een multidimensionele ruimte, waarin naast voedingsleer en fysiologie nog een hele reeks andere disciplines een rol spelen: epidemiologie, biochemie, voedingstechnologie, genetica, moleculaire biologie, economie, sociologie en politieke wetenschappen, om enkele op te noemen. De interactie tussen deze verschillende studiegebieden zal finaal bepalen wat een mens consumeert en hoe dit zijn gezondheid beïnvloedt. Een goede kennis van de normale fysiologie en het metabolisme in deze multidimensionele ruimte vormt op zich de basis voor het begrijpen van fenomenen die fout kunnen lopen in het lichaam en die dan kunnen leiden tot voedingsgerelateerde ziekte, bijvoorbeeld ten gevolge van een tekort aan bepaalde nutriënten of door een excessieve aanvoer van voedingsenergie of van bepaalde nutriënten.

Concreet kan deze interactie als volgt worden geïnterpreteerd: op het niveau van ons genetisch materiaal is er reeds inwerking door bepaalde nutriënten die een invloed hebben op de expressie van bepaalde genetische informatie – bijvoorbeeld meer glucose in de cel zal leiden tot meer synthese van glucokinase, een enzym dat een rol speelt in de metabolisatie van glucose. Verder zal via de bloedcirculatie en het inwendig milieu rond de cellen zuurstof en nutriënten tot bij de cel geraken en mee zorgen voor het in stand houden van de integriteit van de cel. Vervolgens zal er via een geconcentreerde samenwerking tussen de weefsels voor gezorgd worden dat alle cellen in het lichaam van de noodzakelijke nutriënten kunnen worden voorzien en zo een optimale functie kunnen behouden. De darm zorgt bijvoorbeeld voor vertering en absorptie, de lever zorgt voor opslag van nutriënten en het vetweefsel voor opslag van vet. Het endocriene systeem en het zenuwstelsel zorgen dat de noodzakelijke signalen, zoals hormonen en

incretines, tussen weefsels en organen worden gestuurd, met oog op de integratie en de onderlinge afstemming van de werking. Bijvoorbeeld: bij een toestand waarbij de concentratie aan glucose in het bloed te laag wordt, zal via hormonale invloed, vooral door glucagon vrij te zetten, een grotere output van glucose uit de lever naar het bloed worden gerealiseerd.

Tot slot zal op het niveau van het volledige lichaam de interactie met de omgeving een belangrijke rol spelen in gezondheid en ziekte. Vragen die kunnen worden gesteld zijn: 'Is er bijvoorbeeld voldoende en adequaat voedsel aanwezig?' Dergelijke vragen worden niet alleen bepaald door het voedingspatroon of het voedingsmiddel, maar ook door de sociaal-economische omstandigheden en door het individueel gedrag. Op dit niveau van de interactie tussen het menselijk lichaam en de omgeving en het effect op de gezondheid komen een hele reeks wetenschappen op de proppen, die bepaalde aspecten daarvan bestuderen, bijvoorbeeld landbouwwetenschappen, voedselpolitiek en economie. Deze interacties tussen verschillende vakgebieden tonen aan dat de gezondheid wordt gedetermineerd door een wisselwerking tussen enerzijds de voor iedere mens unieke genetische informatie die reeds aanwezig is bij aanvang van het leven op basis van de versmelting van een eikel en een zaadcel en anderzijds invloeden die van buitenaf op het biologisch systeem afkomen, zoals de leefomgeving of het milieu, de leefstijl en daarin begrepen uiteraard ook de voeding. Deze interactie toont aan dat de hedendaagse uitdagingen op het vlak van voeding en gezondheid met zowel obesitas als ondervoeding meer dan ooit een holistische, geïntegreerde kennis, visie en aanpak vereisen.

1.2

Definities en toepassingen

Om verwarring in de terminologie te vermijden worden hierna enkele definities weergegeven die uniform in het boek zullen gebruikt worden.

Voedsel is alles wat gegeten en gedronken kan worden als dusdanig of na bewerking, het geheel van voedingsmiddelen.

Voeding is het proces van kiezen en nuttigen van voedsel, het verwerken daarvan door het menselijk lichaam en het effect daarvan op de gezondheid, het voeden of gevoed worden.

Gezondheid is een toestand van volkomen fysiek, psychisch en sociaal welbevinden (WHO, 1946) en sinds 2011 heeft men er het belang van zelfmanagement van chronische aandoeningen aan toegevoegd.

Optimale voeding is een evenwichtige voeding die alle noodzakelijke nutriënten bevat in een juiste hoeveelheid om ons lichaam optimaal te laten functioneren.

Een **nutriënt** is een chemisch definieerbaar bestanddeel of groep van bestanddelen van een voedingsmiddel. De hoeveelheid aan chemische stoffen die in voedsel aanwezig zijn, is bijzonder groot en in belangrijke mate ook nog niet geïdentificeerd. Het gaat over honderden stoffen. Sommige stoffen zijn op natuurlijke wijze in het voedsel aanwezig, worden toegevoegd tijdens verwerking van grondstoffen (bijvoorbeeld bepaalde enzymen in bakkersbloem) of tijdens de productie van voedingsmiddelen, of ze komen er op een andere manier in terecht (bijvoorbeeld migratie vanuit de verpakking).

Zeer algemeen kunnen we deze stoffen in het voedsel onderverdelen in drie groepen:

- de essentiële voedingsstoffen of nutriënten;
- de non-nutriënten en bioactieve nutriënten;
- xenobiotica en natuurlijk voorkomende toxinen.

1.2.1 Voedingsstoffen of nutriënten

In de humane voeding kunnen **nutriënten** worden gedefinieerd als chemische stoffen die uit het voedsel moeten worden opgenomen omdat ze noodzakelijk zijn voor de nutritionele ondersteuning van het lichaam – voorziening van energie en aanmaak van lichaamseigen stoffen met het oog op een optimale groei, onderhoud en herstel van het lichaam. Merk op: in deze definitie ligt dus reeds vervat dat er in het voedsel ook chemische stoffen aanwezig zijn die eventueel kunnen opgenomen worden in het lichaam, maar daar geen functie hebben en eventueel zelfs schadelijke effecten kunnen hebben.

Klassiek wordt er onderscheid gemaakt tussen zes **klassen van nutriënten**: proteïnen, koolhydraten, lipiden, vitamines, macro- en micro-elementen en water. Buiten water omvat elke klasse zelf een hele reeks individuele nutriënten. Voedingsvezels worden soms als een aparte klasse beschouwd, maar in principe horen ze bij de koolhydraten, hoewel niet alle vezels effectief koolhydraten zijn.

Deze klassen van nutriënten kunnen op verschillende andere manieren worden onderverdeeld in groepen.

□ Anorganisch versus organisch

Water, mineralen en sporenelementen zijn **anorganische** nutriënten: ze bevatten geen koolstof. De vier andere klassen zijn meer complex van samenstelling en bevatten allen koolstof, waterstof en zuurstof in wisselende verhoudingen. Het zijn **organische** verbindingen.

□ Energieleverende nutriënten

Koolhydraten, proteïnen en lipiden zijn de **energieleverende nutriënten**. Alcohol levert ook energie, maar wordt niet als nutriënt beschouwd. De andere klassen van

nutriënten leveren geen energie, maar zijn betrokken in een van de vele biochemische processen in het lichaam.

□ Macronutriënten versus micronutriënten

Deze indeling wordt bepaald in functie van de relatieve hoeveelheden die we innemen: gramhoeveelheden versus micro- of milligramhoeveelheden.

□ Essentiële nutriënten versus niet-essentiële nutriënten

Essentiële nutriënten zijn nutriënten die we nodig hebben voor normale fysiologische integriteit en die ons lichaam niet zelf kan aanmaken – die we met andere woorden moeten opnemen uit het voedsel.

Het begrip essentieel wordt vaak getoetst aan de volgende criteria:

- Afwezigheid van deze stof in het voedingspatroon van een individu leidt tot een verandering van een of ander biologisch proces in het lichaam en/of leidt tot een klinisch manifeste deficiëntie. Bijvoorbeeld: wanneer iemand gedurende een bepaalde tijd geen of zeer weinig ijzer zou innemen via de voeding, leidt dit op termijn onvermijdelijk tot ijzerdeficiëntie en een metabole disfunctie.
- Eenmaal het nutriënt terug aanwezig is in het voedingspatroon, wordt de normale functie hersteld, tenzij er al irreversibele schade aanwezig is.
- De biologische functie van het nutriënt is gekend. Dit criterium is minder strikt dan de twee andere.

Energie is uiteraard per definitie een essentiële behoefte voor elke vorm van leven. De energieleverende klassen van nutriënten zijn dus als groep per definitie essentieel.

1.2.2 Non-nutriënten en bioactieve nutriënten

Non-nutriënten kunnen worden gedefinieerd als chemische stoffen in voedingsmiddelen die niet behoren tot de klassieke 'essentiële nutriënten' en die geen gekende nadelige invloed hebben op het menselijk lichaam. Voor zover gekend hebben veel van deze stoffen weinig direct voedingskundig belang voor de mens. Echter, aan een groeiend aantal van deze stoffen worden gunstige effecten voor de gezondheid toegeschreven. In dat geval spreekt men dan vaak over 'bioactieve nutriënten' (zie hoofdstuk 11).

1.2.3 Xenobiotica en natuurlijk voorkomende toxines

Xenobiotica en natuurlijk voorkomende toxines zijn stoffen die een potentieel toxisch effect uitoefenen op het menselijk organisme. Het bestuderen van dergelijke stoffen en het bewaken van hun mogelijke effecten door hun aanwezigheid in de voedselketen is

het voorwerp van het vakgebied 'voedselveiligheid'. Desalniettemin is het mogelijk dat (non-)nutriënten zich ook gaan gedragen als een toxische stof, maar dit is alleen in het geval van chronische blootstelling en in hoge dosissen.

❑ Xenobiotica

Het Griekse woord 'Xenos' verwijst naar vreemd (vergelijk 'xenofobie') en de term xenobiotica verenigt dan ook alle stoffen aanwezig in het voedsel die normaal niet in dat voedsel voorkomen. Hun aanwezigheid in voedsel kan veroorzaakt zijn door een intentioneel proces (bijvoorbeeld additieven zoals kleurstoffen, smaakstoffen, bewaarmiddelen) of door een niet-intentioneel proces. Bij dit laatste kan nog onderscheid gemaakt worden tussen onvermijdelijke aanwezigheid (bijvoorbeeld de aanwezigheid van pesticideresidu's ondanks het toepassen van de 'good agricultural practice') en vermijdbare aanwezigheid (bijvoorbeeld dioxines of kwik in vis door waterverontreiniging). Merk echter op dat deze gradaties van (on)vermijdbaarheid in de praktijk net iets complexer zijn en vaak voor interpretatie vatbaar.

❑ Natuurlijke toxines

Een vaak voorkomend misverstand is dat stoffen die 'van nature' in ons voedsel voorkomen, per definitie ook gezond zijn. In nogal wat voedingsmiddelen komen stoffen voor die potentieel toxisch zijn voor de mens. Een klassiek voorbeeld is 'solanine' in tomaten en aardappelen. Ook kunnen toxines op of in het voedsel terecht komen indien ze besmet zijn met specifieke micro-organismen. Een goed gekend voorbeeld daarvan zijn de mycotoxines: toxines die geproduceerd worden door micro-organismen, bijvoorbeeld schimmels. Ze kunnen voorkomen op een brede reeks van voedingsmiddelen zoals fruit en noten.

1.2.4 Voedingswaarde van een voedingsmiddel

Zoals reeds weergegeven, bestaat elk voedingsmiddel uit nutriënten, non-nutriënten en bioactieve nutriënten. De fractie aan xenobiotica en natuurlijk voorkomende toxines tracht men zo veel mogelijk te voorkomen. Het is echter wel zo dat geen enkel voedingsmiddel alle nutriënten bevat die een persoon op dagelijkse basis nodig heeft. Een voedingsmiddel zal wel meerdere nutriënten bevatten en we kunnen onderscheid maken tussen voedingsmiddelen op basis van de hoeveelheid aan nutriënten dat zij bevatten. Een voedingsmiddel wordt beschouwd als een belangrijke bron van een bepaalde nutriënt als een voedingsmiddel ofwel veel van een bepaalde nutriënt bevat, ofwel slechts een middelmatige hoeveelheid van een nutriënt bevat, maar meestal veel gegeten wordt. De voedingswaarde van een voedingsmiddel wordt bijgevolg bepaald door het gehalte aan nutriënten en energie en door de gebruikshoeveelheid. De voedingswaarde van een voedingsmiddel kan zeer hoog zijn voor energie, maar is binnen de context van een van de maatschappelijke uitdagingen, zoals obesitas, niet

geprefereerd. Daarom is er naast het concept van voedingswaarde ook het concept van nutriëntdensiteit. Een nutriëntrijk voedingsmiddel kan omschreven worden als een voedingsmiddel dat een substantiële bijdrage levert aan de voorziening van micro-elementen en tegelijkertijd weinig energie aanbrengt. Gekende voorbeelden zijn volkorenproducten, groenten en fruit, magere en halfvolle melkproducten, peulvruchten, mager vlees, eieren, noten en zaden. Meestal zullen voedingsmiddelen met een lage nutriëntdensiteit veel energie en weinig tot geen micro-elementen aanbrengen. Om het concept van nutriëntdensiteit te kunnen bepalen, zijn er verschillende indexen beschikbaar, daarnaast heeft de Europese Unie de uitdaging aangegaan om een nutriëntenprofiel voor voedingsmiddelen op te bouwen. Dergelijke concepten verleiden sommige mensen om voedingsmiddelen een gezond of een ongezond label te geven. Geen enkel voedingsmiddel bevat alle nodige nutriënten in de juiste hoeveelheid. De voedingswaarde van één voedingsmiddel kan niet los gezien worden van de rest van het voedingspatroon. Om na te gaan welke en hoeveel nutriënten mensen opnemen via de voeding, gaat men na welke voedingsmiddelen in totaal werden opgenomen en hoeveel er telkens van wordt gegeten. In plaats van te spreken over gezond versus ongezond, is de tijd misschien wel rijp om te spreken over noodzakelijke versus niet-noodzakelijke voedingsmiddelen. Deze denkpiste wordt versterkt door recent onderzoek dat aantoont dat de positieve of beschermende factoren in relatie tot chronische aandoeningen voornamelijk gerelateerd zijn aan de voedingsmatrix. Het concept van voedingsmatrix verwijst naar het belang van de interactie tussen de verschillende nutriënten en niet alleen de verschillende componenten op zich.

De informatie omtrent het gehalte aan nutriënten in voedingsmiddelen kan men terugvinden in voedingsmiddelentabellen. In voedingsmiddelentabellen vindt men de concentratie van een nutriënt in een voedingsmiddel zoals ze werd gemeten aan de hand van een bepaalde chemische analysemethode. Sinds 1990 is er in België een voedingsmiddelentabel, gekend onder de naam NUBEL (NUtriënten BELgië). De selectie van voedingsmiddelen gebeurt op basis van het Belgische voedingspatroon. De data die beschikbaar zijn in een voedingsmiddelentabel moeten worden beschouwd als de 'beste benadering' van de werkelijkheid. Per voedingsmiddel en per nutriënt worden de data generisch weergegeven, dit impliceert dat er belangrijke variaties kunnen voorkomen als gevolg van natuurlijke variaties (ras, teeltmethode, grondsoort, oogsttijd, bewaring), andere productiemethoden of een verschillende receptuur. Binnen het Europese onderzoeksproject EUROFIR heeft men getracht deze variatie tot een minimum te beperken door zowel de analysemethoden te standaardiseren als door een standaardisatie van de benaming van voedingsmiddelen door te voeren.

1.3

Biobeschikbaarheid

De inname van een nutriënt via een voedingsmiddel of via een maaltijd kan bepaald worden aan de hand van de hierboven beschreven voedingsmiddelentabellen. Deze hoeveelheid komt niet noodzakelijk overeen met de hoeveelheid die wordt geabsorbeerd ter hoogte van het gastro-intestinaal stelsel en beschikbaar wordt gesteld voor effectief gebruik in het lichaam. De effectieve opname of gebruik wordt beïnvloed door de *biologische beschikbaarheid* of biobeschikbaarheid. De **biologische beschikbaarheid** wordt gestuurd door interne factoren, zoals geslacht, leeftijd, nutritionele status en zwangerschap, en externe factoren, zoals voedingsmatrix en chemische vorm. Deze term wordt gedefinieerd als de efficiëntie of de graad waarmee een nutriënt geabsorbeerd en gebruikt kan worden door en in het lichaam, oftewel het metabolisme. Dit gegeven wordt uitgedrukt in percentages van inname. Het start bij de **biologische toegankelijkheid** oftewel de vrijlating van een nutriënt uit de voedingsmatrix, gevolgd door een verplaatsing van de component tussen de cellen en de digestie doorheen het lumen, de mucosa en de aanhechting en absorptie door de intestinale mucosa. Daarna wordt de nutriënt doorheen de circulatie getransporteerd en verdeeld tot de excretie ervan. Ondanks deze inzichten is de biologische beschikbaarheid een moeilijk te bepalen gegeven.

De **chemische structuur** van het nutriënt is een eerste factor waarmee rekening gehouden moet worden als het gaat om absorptie. Het beste voorbeeld is ijzer dat kan voorkomen onder twee vormen, namelijk: heemijzer afkomstig van dierlijke voedingsmiddelen dat tot 5 x meer geabsorbeerd wordt in vergelijking met niet-heemijzer afkomstig van plantaardige bron of supplementen. Andere factoren zoals het vormen van **complexen** in eenzelfde voedingsmiddel kunnen eveneens de absorptie beïnvloeden, bijvoorbeeld calcium afkomstig van spinazie versus een melkproduct. Calcium uit het melkproduct zal tot 45% beter opgenomen worden. De vorming van deze bindingen komt bij meerdere micronutriënten voor zoals niet-heemijzer, zink en vitamine B6. Vervolgens kan het ene voedingsmiddel de opname van micronutriënten van een ander voedingsmiddel belemmeren bij gelijktijdige inname. Een typisch voorbeeld is de opname van niet-heemijzer die bevorderd wordt door gelijktijdige inname van vitamine C. Het is ook mogelijk dat, in geval van **nutriëntcompetitie**, de opname wordt verhinderd. Daarbij denken we aan oxaalzuurhoudende producten die de opname van zink en ijzer belemmeren, bijvoorbeeld rabarber. Micronutriënten zijn ook sterk afhankelijk van de **nutritionele status**. Hoe groter de nood aan bepaalde nutriënten, hoe efficiënter de absorptie hiervan. Dit heeft te maken met de homeostase waar het lichaam naar streeft. Een grotere inname van bepaalde nutriënten dan nodig, aanschouwt het

lichaam als overbodig. In het geval van ijzer wordt dit via het non-coding deel van het gen geregeld. Wanneer er sprake is van een **chelaatvorming**, een door aminozuren omringd nutriënt, dan is de biologische beschikbaarheid en dus absorptie tot 10 x verhoogd. Indien het proces van chelatie niet zorgvuldig werd uitgevoerd, kan dit wel zorgen voor blokkering of een verminderde absorptie. Uiteindelijk zijn er ook factoren als **medicatie, alcohol en cafeïne** die de absorptie negatief beïnvloeden.

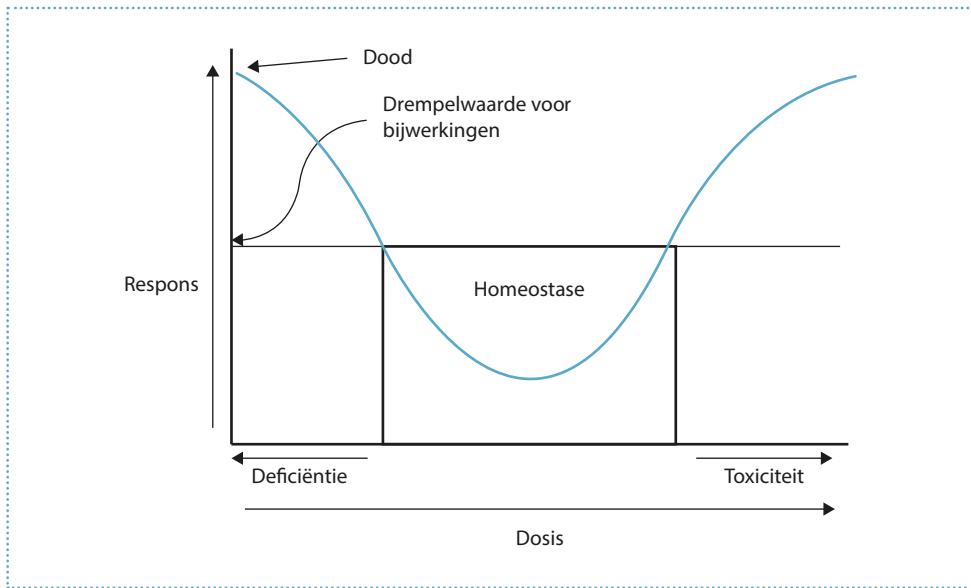
Andere beïnvloedende factoren binnen de metabole wegen op biologische beschikbaarheid zijn:

- het vrijkomen van het nutriënt uit de voedingsmatrix;
- verteringsenzymen;
- binding en opname door de intestinale mucosa;
- transport doorheen de darmwand naar circulatie/organen;
- distributie in het lichaam;
- metabool en functioneel gebruik;
- excretie via urine/faeces.

1.4

Voedingsbehoefte

De inname van nutriënten wordt bepaald aan de hand van de menselijke behoefte aan nutriënten. Een tekort aan nutriënten kan namelijk aanleiding geven tot deficiëntieverschijnselen en -ziekten. Anderzijds kan een overmaat evenzeer de gezondheid in het gedrang brengen en zelfs toxisch zijn. Dit impliceert dat de inname van nutriënten zowel begrensd wordt door eventuele tekorten als door een eventueel teveel. De zone waarbij de inname geen verhoogd risico geeft voor een tekort of een toxische inname, noemt men de regio van homeostase ofwel de 'window of opportunities' of 'window of clinical treatment'. Dit concept is weergegeven in figuur 1.1 en geeft weer in welke hoeveelheden nutriënten moeten en mogen geconsumeerd worden.



Figuur 1.1: De dosis-respons relatie van een nutriënt

1.4.1 Soorten voedingsaanbevelingen

De hoeveelheid die een persoon van een bepaald nutriënt moet consumeren, wordt weergegeven in de voedingsaanbevelingen. De oorspronkelijke bedoeling van voedingsaanbevelingen was om aan te geven hoeveel van een bepaald nutriënt moet worden ingenomen om tekorten te voorkomen en biochemisch normaal te functioneren. Door nieuwe wetenschappelijke inzichten werd het duidelijk dat men nood had aan meer dan alleen maar één richtlijn per nutriënt omdat één enkele behoeftenorm niet meer toereikend was om aan alle wensen en toepassingen te kunnen voldoen. In Europa spreekt men van **Dietary Reference Values** = DRV = DRI = Dietary Reference Intakes = een geheel van minstens vier op de voeding gebaseerde referentiewaarden voor het plannen en evalueren van voedingspatronen. Desalniettemin is het kenmerkend dat de aanbevelingen zijn opgesteld en besproken voor verschillende leeftijdsgroepen, soms afzonderlijk voor beide geslachten en eventueel ook voor bijzondere omstandigheden zoals zwangerschap en lactatie. Er kan echter wel verwarring ontstaan, omdat een behoefte niet hetzelfde is als een referentiewaarde. Referentiewaarden zijn bedoeld voor groepen mensen. Een behoefte komt overeen met de fysiologische noden. Behoeften zijn niet eenvoudig te bepalen omdat deze afhankelijk zijn van individuele kenmerken. De behoefte aan nutriënten in een bevolking is niet voor iedereen exact hetzelfde. Er wordt daarom gesproken over een behoefteverdeling en de gemiddelde

behoefte. De gemiddelde behoefte vormt de basis voor de andere DRV's. Figuur 1.2 geeft een overzicht van de opbouw van de verschillende soorten voedingsaanbevelingen. Elke DRV heeft zijn specifieke kenmerken en toepassingsgebied:

□ (E) AR = (estimated) average requirement = (geschatte) gemiddelde behoefte
Het niveau van dagelijkse inname dat voldoende wordt geacht om, bij een normale verdeling, de behoefte te dekken van $\pm 50\%$ van de gezonde personen in een populatie, is vaak in meer of mindere mate een schatting. Deze waarde wordt gebruikt voor de bepaling van de prevalentie van inadequate inname bij groepen en individuen.

□ RDA (= Recommended Dietary Allowances) = PRI (= Population Reference Intake)
= ADH = Aanbevolen Dagelijkse Hoeveelheid

Het niveau van dagelijkse inname dat voldoende wordt geacht voor dekking van de behoeften van vrijwel alle (97,5%) gezonde individuen in de populatie, houdt rekening met individuele variaties in behoeften en beschikbaarheid. De ADH is afgeleid van de gemiddelde behoefte plus twee standaarddeviaties. Deze waarde wordt gebruikt voor voedselprogrammering voor groepen; als na te streven inname voor een gezond individu om zeker te zijn dat iemand voldoende heeft, doch het is onmogelijk deze waarde te behalen op populatieniveau.

□ AI = adequate inname

Het geschatte niveau van adequate inname voor gezonde personen indien onvoldoende gegevens beschikbaar zijn om een ADH af te leiden. Deze waarde wordt dan voor die specifieke nutriënten op dezelfde manier gebruikt als de ADH.

□ MTI (= Maximum Toelaatbare Inname) = AB (= aanvaardbare bovengrens) = UL (= tolerable upper intake level)

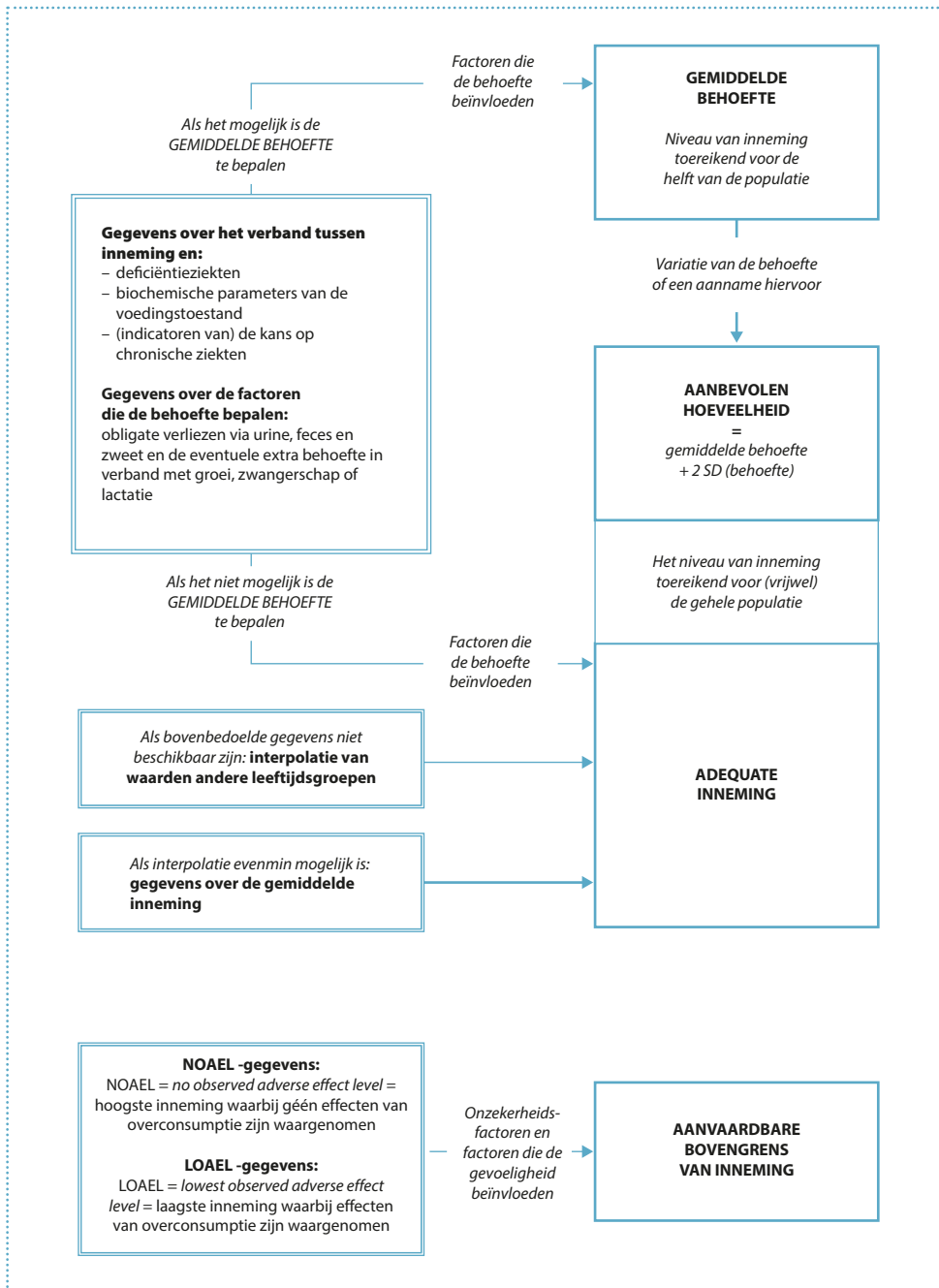
Het hoogste niveau van inname waarbij volgens de huidige beschikbare gegevens geen schadelijke effecten worden waargenomen of te verwachten zijn. Deze waarde wordt gebruikt voor de vaststelling van het percentage personen in de populatie dat een potentieel risico loopt op een ongewenst effect. Deze waarde is geen toxische grens.

□ NOAEL = No observed adverse effect level

De NOAEL is het hoogste niveau van inname waarbij geen effecten van overdosering zijn waargenomen.

□ LTI = Lowest threshold intake = laagste opnamedrempel

Deze waarde wordt beschouwd als een soort van ondergrens van de hoeveelheid van een nutriënt dat moet worden geconsumeerd. Deze waarde is afgeleid van de gemiddelde behoefte min twee standaarddeviaties en wordt gebruikt om risicogroepen in de populatie op te sporen.



Schematische voorstelling van de bepaling van voedingsaanbevelingen.

Bron: Nederlandse Gezondheidsraad, 2001.

Deze verschillende referentiewaarden kunnen worden gebruikt voor de evaluatie van de voedingsinname, maar ook voor het uitstippelen van nationale en/of regionale voedingsbeleidslijnen, de uitwerking van educatieve voedingsprogramma's en de vastlegging van voedingsvoorschriften zoals de voedingsmiddelenetikettering. De aanbevolen hoeveelheden van de verschillende nutriënten en energie die in dit boek worden besproken worden in elk hoofdstuk afzonderlijk behandeld.

In Europa hebben de meeste landen hun eigen nationale voedingsreferentiewaarden vastgelegd. Verschillen tussen nationale DRV's kunnen echter verwarring veroorzaken bij beleidsmakers, voedingsproducenten, gezondheidswerkers en consumenten, zeker gezien de toenemende wereldwijde toegankelijkheid van informatie en producten. De reden van de verschillen in voedingsreferentiewaarden tussen Europese landen is niet altijd duidelijk. Het ligt zeker niet aan systematische fysiologische verschillen tussen personen van Europese origine, want deze zijn beperkt. De verschillen zijn te wijten aan het feit dat er verschillende concepten worden gebruikt, de terminologie anders wordt ingevuld, er andere nutritionele status- en gezondheidsindicatoren worden gehanteerd, er verschillende soorten studies worden geraadpleegd of studieresultaten anders worden geïnterpreteerd. Lokale gezondheidsthema's kunnen eveneens van invloed zijn. In Europa heeft de overkoepelende organisatie European Food Safety Authority (EFSA) richtlijnen voor de verschillende nutriënten gepubliceerd. Aangezien men wettelijk niet verplicht is om deze richtlijnen te volgen publiceert elk land nog steeds zijn eigen voedingsaanbevelingen, in België is dit de Hoge Gezondheidsraad, in Nederland de Gezondheidsraad.

Dankzij recente wetenschappelijke ontwikkelingen is het duidelijk dat het concept van 'vermijden van voedingsdeficiënties' niet meer toereikend is. Een betere benadering is de **optimale behoefte** of de kleinste hoeveelheid die moet worden ingenomen om de stofwisselingsfuncties normaal te laten verlopen, dat wil zeggen rekening houdend met een hoeveelheid nodig om:

- deficiënties te voorkomen;
- verliezen te compenseren;
- de stofwisselingsbalans te handhaven, bepaalde drempelwaarden van biochemische parameters te realiseren;
- een gepaste reserve in het lichaam te handhaven;
- kans op chronische ziekten (bijvoorbeeld neurodegeneratieve aandoeningen) zo klein mogelijk te houden.

Om de relatie met chronische ziekten te bewijzen, heeft men positieve uitkomsten nodig. Veelal is men genoodzaakt zich te baseren op biochemische parameters, maar daarmee heeft men nog geen fysiologisch meetbare effecten en zeker ook nog geen rechtstreeks bewijs dat een nutriënt de ziekte helpt voorkomen. De voorlopige beperkte kennis omtrent de nutriënteninteractie, het effect van polymorfismen en het

identificeren van de juiste klinische eindpunten zorgen ervoor dat het alsnog moeilijk is om de optimale behoefte te bepalen.

 Op Sofia vind je nieuwe ontwikkelingen in voedingsaanbevelingen.

1.4.2 Methoden ter bepaling van de voedingsaanbevelingen

Er zijn verschillende **methoden** om behoeften te bepalen. Hierna wordt een kort overzicht van verschillende methodes gegeven:

Deprivatiestudies

Een nutriënt wordt weggelaten uit de voeding en men zal observeren wanneer er symptomen verschijnen, vervolgens gaat men na vanaf welke dosis symptomen verdwijnen. Dergelijke studies zijn mogelijk met nutriënten die een beperkte reserve hebben, bijvoorbeeld thiamine. Ze zijn ethisch niet verantwoord bij kinderen of zwangere vrouwen.

Balansstudies

In dergelijke studies gaat men de inname zeer detaillistisch opmeten alsook het verlies van het nutriënt. Het verlies kan zijn via faeces, urine, zweet, menstrueel vochtverlies. Dit zijn intensieve studies, die veel energie en tijd eisen van zowel de onderzoekers als de deelnemers. Recente studies werden uitgevoerd voor calcium in de Verenigde Staten.

Factoriële benadering

Dit is een theoretische schatting om verliezen te compenseren. Deze verliezen kunnen gebeuren via urine, faeces, lactatie, groei, terwijl men rekening houdt met de noden voor normale stofwisselingsprocessen en gegevens over biologische beschikbaarheid en reserves. Deze methode wordt dikwijls ook gebruikt om de behoeften bij kinderen te berekenen aan de hand van intra- of extrapolatie.

Biomarkers

Dergelijke markers zullen mede bepalen welke dosis nodig is om normale waarden van biologisch actieve componenten in bloed of enzymactiviteit in bepaalde weefsels te bekomen.

Associatiebenadering of epidemiologische studies

Om een beeld te verkrijgen van wat een gezonde populatie gemiddeld consumeert in de afwezigheid van een klinisch beeld.

□ Dierexperimenteren

Om de dosis-respons curven op te bouwen, oorspronkelijk voor de gezonde populatie, later voor patiëntenpopulaties. De dieren krijgen bepaalde dosissen, waarbij vervolgens data verzameld worden over het specifieke klinische eindpunt. Het voordeel van dergelijke studies is de beperkte duurtijd vooraleer men tot resultaten kan komen.

Eigen aan het merendeel van deze studies is dat ze uitgevoerd zijn bij volwassen gezonde personen en er is bijgevolg een gebrek aan informatie over personen met een pathologie.

1.5

Voedingsstatus of voedingstoestand

Het uiteindelijke doel van eten en drinken is het behouden of verkrijgen van een optimale voedingstoestand. Des te de beter hoeveelheid en kwaliteit van de voeding afgestemd zijn op de behoefte van het lichaam, des te groter is de kans op een goede gezondheid.

Voedingstoestand is het resultaat in het lichaam van de samenstelling en hoeveelheid van ingenomen voedsel en de vertering, resorptie, verwerking en excretie ervan.

Een inname die overeenkomt met de optimale behoefte, leidt tot een optimale voedingstoestand. Het is geen exact getal, maar beweegt zich tussen twee grenzen. Een slechte voedingstoestand uit zich niet onmiddellijk. Gebruikt men minder dan de optimale behoefte, dan geraken eerst de reserves uitgeput zonder duidelijke symptomen (latente deficiëntie). Indien men nog minder opneemt, treden biochemische storingen op. Dan pas zijn er klinische waarnemingen mogelijk en spreken we van een deficiëntie. Ook een teveel leidt niet meteen tot toxische verschijnselen. Eerst tracht het lichaam dit te compenseren, bijvoorbeeld via een verhoogde uitscheiding. In een nog hogere dosis zal dit pas klinisch waarneembaar worden door vergiftigingsverschijnselen.

Er zijn verschillende **manieren om de voedingstoestand of het nutritioneel assessment** te bepalen. Veelal wordt hiervoor een lettercode gebruikt, namelijk ABCDE of ABCDF. A: Antropometrie: op basis van lichaamssamenstelling is men in staat om de voedingsstatus te meten (zie hoofdstuk 3).

B: Biochemische data: biomerkers of statusmarkers geven een beeld van de eventuele behoefte van een bepaald nutriënt (zie hoofdstuk 9).

C: Klinische symptomen. Op basis van een klinisch onderzoek kan men vaststellen of een persoon een tekort heeft aan een bepaald nutriënt, denk hierbij aan nachtblindheid bij vitamine A-tekort.

D: Diet of voedingsinname: aan de hand van de voedingsinname van een persoon kan men ook afleiden of de persoon in kwestie een adequaat voedingspatroon heeft of niet.

E: Exercise of de energiebalans: het meten van energieverbruik kan toelaten om na te gaan of een persoon in energiebalans is. Aangezien de complexiteit voor het meten van de energiebalans worden dikwijls functionele testen afgenomen (F = functioneel). Hierbij wordt de link gelegd tussen de functionele status op basis van spiermassa en spierkracht met de nutritionele status.

Deze verschillende manieren om de voedingsstatus te meten kunnen gebeuren aan de hand van subjectieve methoden of objectieve methoden. Het niveau van detail dat noodzakelijk is, zal bepalen welke methoden gebruikt zullen worden.

1.6

Literatuurlijst

Gibney, M.J., Lanham-New, S.A., Cassidy, A. & Vorster, H.H. (2009). *Introduction to Human*. 2nd edition. Wiley-Blackwell.

Gibson, R.S. (2007). The role of diet- and host-related factors in nutrient bioavailability and thus in nutrient-based dietary requirement estimates. *Food & Nutrition Bulletin*, 28, S77-100.

Hoge Gezondheidsraad (2016). *Voedingsaanbevelingen voor België, advies nr. 9285*. Brussel: Hoge GezondheidsRaad.

www.eurofir.org

www.nubel.be



Oefeningen gerelateerd aan hoofdstuk algemene begrippen