

Eiwitbehoefte bij kinderen

De behandeling van ondervoeding start met het meten of berekenen van de energie- en eiwitbehoefte. In deze factsheet staat de eiwitbehoefte centraal. Eiwitbehoefte wordt gedefinieerd als de minimale inname van eiwit, waarbij een normale lichaamssamenstelling in stand blijft en er sprake is van adequate groei, uitgaande van een adequate energie-inname en normale fysieke activiteit.¹ Bij ernstige ondervoeding verandert de lichaamsamenstelling, de totale hoeveelheid eiwit in het lichaam kan 20-30% afnemen. Vooral op de eiwitten in skeletspieren wordt een beroep gedaan, waardoor de spiermassa met 50% kan afnemen.² Immobilisatie van patiënten veroorzaakt atrofie van skeletspieren en zorgt voor eiwitverlies. Naarmate het eiwittekort groter is groeien kinderen minder goed en kan dit uiteindelijk leiden tot groeivertraging. Daarnaast kan de behoefte aan specifieke eiwitten bij kinderen met een bepaalde ziekte veranderen, bijvoorbeeld bij aandoeningen van de lever is aangetoond dat de behoefte aan bepaalde eiwitten verhoogd is.³ De vraag die in deze factsheet beantwoord wordt is: "Wat is de eiwitbehoefte bij zieke (ondervoede) kinderen?"

Eiwitmetabolisme

Eiwit is een belangrijke component van alle cellen in het lichaam. Het vervult specifieke functies, zoals het transport van stoffen, enzymwerking, hormoon- en receptorfuncties, en antistofwerking. De eerste stap in het eiwitmetabolisme is het afbreken van eiwitten naar oligo-, tri- en dipeptides in uiteindelijk vrije aminozuren. Aminozuren kunnen dienen voor eiwitsynthese, synthese van andere componenten (zoals nucleotides, catecholamines, neurotransmitters) en het energiemetabolisme. Als de voeding voldoende energie bevat (in de vorm van koolhydraten en vetten) worden alleen die aminozuren als energiebron aangewend die niet kunnen worden gebruikt voor de opbouw van lichaamseiwitten. Als de voeding echter onvoldoende energie bevat, worden ook aminozuren gebruikt als energiebron. Er vindt zelfs afbraak van lichaamseiwitten plaats om energie te leveren.⁴

Naast het gebruik van eiwitten voor allerlei lichaamsfuncties, gaan er ook eiwitten en aminozuren verloren via de ontlasting, huid en haren soms door specifieke ziekten (brandwonden) via drains en open wonden. De voeding moet deze verliezen opvangen om eiwittekorten tegen te gaan. Daarnaast hebben kinderen extra eiwitten nodig om te kunnen groeien. De eiwitbehoefte van kinderen is dus een som van de eiwitbehoefte voor verliezen, het "onderhoud" en de groei.⁵

Eiwitbehoefte bij ziekte en ondervoeding

Gegevens over de eiwitbehoefte van zieke kinderen zijn beperkt beschikbaar. De meeste studies zijn verricht bij prematuren en ernstig zieke kinderen, waarbij veelal gebruik gemaakt wordt van stikstofbalansstudies (zie bijlage) of parameters van het eiwitmetabolisme (concentraties van aminozuren, prealbumine, totaal eiwit, ureum).

In de ESPGHAN guideline uit 2005 zijn bruikbare aanbevelingen opgenomen over de minimale en maximale eiwitbehoefte bij *parenterale* voeding (zie tabel 1), waarbij de bovengrens voor ernstig zieke

kinderen op 3 g/kg/dag wordt gesteld. Echter bij kinderen met brandwonden of na een ernstig doorgemaakte sepsis met huidlaesies kan de behoefte oplopen tot 4 g/kg /dag.⁶

In de praktijk wordt er meestal geen onderscheid gemaakt in de aanbevolen hoeveelheden voor enterale of parenterale toediening, omdat hierover te weinig gegevens beschikbaar zijn. Bij gebruik van de richtlijn voor parenterale toediening, moet er voor enterale toediening rekening gehouden worden met de lagere opname van de hoeveelheid eiwit, vanwege de eiwitverliezen via de ontlasting.

Tabel 1. eiwitbehoefte bij parenterale voeding volgens ESPGHAN guideline⁷

	<i>Minimum*</i>	<i>Maximum</i>	<i>Kritisch zieke kinderen</i>
Premature pasgeborene**	1.5 g/kg/dag	4.0 g/kg/dag	
A terme pasgeborenen – 1 maand	1.5 g/kg/dag	3.0 g/kg/dag	
1 maand – 3 jaar	1.0 g/kg/dag	2.5 g/kg/dag	
3 jaar – 5 jaar***	1.0 g/kg/dag	2.0 g/kg/dag	3.0 g/kg/dag
6 jaar – 12 jaar***	1.0 g/kg/dag	2.0 g/kg/dag	3.0 g/kg/dag
Adolescenten	1.0 g/kg/dag	2.0 g/kg/dag	

* de hoeveelheid nodig ter preventie van een negatieve stikstofbalans; een hogere inname is noodzakelijk om fysiologische eiwit depositie te bereiken.

** starten op de eerste dag na de geboorte

*** weinig data beschikbaar

Bij ernstig zieke kinderen ligt de eiwitbehoefte waarschijnlijk hoger dan de ‘maximale’ hoeveelheden weergegeven in tabel 1. Dit wordt ondersteund door twee stabiele isotopenstudies bij zieke kinderen met enterale voeding. Bij kinderen met cystic fibrosis werd de eiwitsynthese het meest gestimuleerd met een eiwitinname van 5 g/kg/dag.⁸ Bij kinderen met brandwonden had een verhoging van de eiwitinname van 1.15 tot 2.9 g/kg/dag geen effect op de whole-body eiwitsynthese en -afbraak, maar er was wel een significante toename van de eiwitsynthese in de huid, waardoor de wondgenezing bevorderd zou kunnen worden en met de restrictie dat plasma-ureum en -ammoniak niet duidelijk mochten stijgen.^{9, 10}

Energie- en eiwitinname: aanbevelingen WHO

Om te voorkomen dat eiwit als energiebron wordt gebruikt, is het van belang dat de energie- en eiwitinname op elkaar zijn afgestemd, dit wordt uitgedrukt in de eiwit/energie ratio. Daarom dient eerst de energiebehoefte bepaald te worden en vervolgens de eiwitbehoefte.

Het rapport van de World Health Organisation (WHO) van 2007 adviseert een voeding met 9-11,5 energie% eiwit voor kinderen met acute ondervoeding waarbij een inhaalgroei nodig is van 10-20 g/kg per dag. Voor chronisch ondervoede kinderen waarbij sprake is van lengtegroei achterstand moet de voeding 11-15 En% eiwit bevatten, omdat voor lengtegroei meer eiwit nodig is.¹¹ Zie bijlage voor uitleg over rekenen met energieprocenten. Voor meer informatie over acute en chronische ondervoeding wordt er verwezen naar de factsheet “Herkenning van ondervoeding bij kinderen”.

Eiwitname volgens prestatie-indicator

De prestatie-indicator ondervoeding geeft een minimale eiwitbehoefte aan van 1.2 tot 1.5 gram per kg lichaamsgewicht voor kinderen >1 jaar. Er zijn geen studies bij zieke kinderen die de minimale behoefte aan eiwitbehoefte beschrijven, er zijn alleen de aanbevelingen van de ESPGHAN voor parenterale eiwit intake zoals hierboven staan vermeld en enkele studies die indirect richting geven aan een eiwitname die adequaat zou zijn bij zieke kinderen. De aanbevelingen voor eiwitbehoefte voor gezonde kinderen volgens de Gezondheidsraad liggen aanzienlijk lager. Gekozen is om de minimale eiwitbehoefte bij kinderen >1 jaar gelijk te trekken met de eiwitbehoefte zoals die bij zieke volwassenen in de prestatie-indicator is gedefinieerd, 1.2-1.5 g/kg/dag. Bij volwassenen is deze eiwitbehoefte ook slechts gebaseerd op 2 goede studies. Voor kinderen <1 jaar dient de eiwitbehoefte individueel bepaald te worden en wordt gebruik gemaakt van de aanbevelingen van de WHO (zie hierboven)

Te hoge eiwitname

Er zijn schadelijke effecten van te hoge eiwitname bekend.¹² Hoge inname van eiwit bij patiënten met nierfalen dragen bij aan de verslechtering van de nierfunctie, doordat het samengaat met een hogere nierbelasting.^{13 14 15 16 17 18 19} In geval van de volgende aandoeningen: nierinsufficiëntie, leverfalen met zeer hoge serum ammoniakwaarden en stofwisselingsziekten in het eiwitmetabolisme, moet de eiwit-inname beperkt worden op basis van labwaarden. De maximale eiwit inname is zoals voorgesteld in tabel 1. (met uitzondering van patiënten met brandwonden)

Conclusie

Bij ziekte en ondervoeding neemt de hoeveelheid eiwit in het lichaam sterk af en moet dit verlies opgevangen worden door middel van voeding. De eiwitbehoefte van kinderen is een som van de eiwitbehoefte voor verlies, onderhoud en groei. De energie- en eiwitname dienen op elkaar afgestemd worden d.m.v. de juiste eiwitbehoefte in energieprocenten. Daarom zal eerst de energiebehoefte bepaald moeten worden. Bij acute ondervoeding zal de voeding 9-11,5 En% eiwit moeten bevatten en bij chronische ondervoeding 11-15 En% eiwit.

Een te hoge eiwitname gaat mogelijk samen met schadelijke effecten waardoor het van groot belang is dat de eiwitbehoefte adequaat bepaald wordt.

De eiwit-inname van 1.2-1.5 g/kg/dag zoals vermeld in de prestatie-indicator voor kinderen >1 jaar moet gezien worden als het minimum wat gegeven moet worden.

Rekenen in energieprocenten eiwit (En%)

Door de WHO wordt gebruik gemaakt van energieprocenten. Wanneer het gaat om energieprocenten eiwit, wordt dit ook wel genoemd als eiwit/energie ratio of netto voedingseiwit calorieën percentage.

Voor het berekenen van de metaboliseerbare energie-inhoud worden vaak de bekende Atwater-factoren gebruikt: 4,0 kcal (17kJ) voor 1 gram eiwit en 1 gram koolhydraten, en 9 kcal (37 kJ) voor 1 gram vet. Deze Atwater-factoren zijn gemiddelden, die geschikt zijn voor het berekenen van de metaboliseerbare energie-inhoud van een gemengde voeding.

Het energiepercentage eiwit dat de totale voeding bevat is te berekenen door:

$$\text{energiepercentage eiwit} = \frac{\text{hoeveelheid eiwit (g x 4,0)}}{\text{totale energie (kcal)}} \times 100$$

rekenvoorbeeld: een voeding bevat 1000kcal en 25 gram eiwit -> En% eiwit=100/1000 =0.1x100=10En%

Aminosuren

De bouwstenen van eiwitten zijn aminosuren. Aminosuren worden onderverdeeld in essentiële, niet-essentiële en semi-essentiële aminosuren. Essentiële aminosuren kunnen niet door het lichaam aangemaakt worden. De eiwitten in de voeding moeten daarom voldoende essentiële aminosuren bevatten. Niet-essentiële aminosuren kunnen wel gesynthetiseerd worden uit andere bouwstenen die aanwezig zijn in het lichaam. Ook zijn er aminosuren die geclassificeerd worden als semi-essentieel. Deze aminosuren kunnen gesynthetiseerd worden uit andere aminosuren, maar is hun synthese gelimiteerd in bepaalde omstandigheden.^{20 21 22} Sommige, voor gezonde volwassenen niet-essentiële aminosuren kunnen door kinderen in bepaalde omstandigheden niet (voldoende) worden gemaakt. Dat kan worden veroorzaakt door het tekortschieten van de enzymsystemen die nodig zijn voor de synthese (zoals bij te vroeg geboren kinderen en pasgeborenen in de eerste levensfase) of door bijvoorbeeld een stofwisselingsziekte.^{23 24 25} Ook kan het voorkomen dat bij bepaalde ziekten de behoefte enorm is gestegen. Suppletie van deze semi-essentiële aminosuren via de voeding is dan noodzakelijk.

De essentiële, niet-essentiële en semi-essentiële aminosuren zijn opgesomd in tabel 1. Terwijl velen eens zijn met het concept dat sommige niet-essentiële aminosuren essentieel zijn onder bepaalde omstandigheden, bestaat er nog een debat over of arginine, proline en glutamine semi-essentiële aminosuren zijn.^{26 27}

Tabel 1 Essentiële, niet-essentiële en semi-essentiële aminozuren

Essentieel	Niet-essentieel	Semi-essentieel
Histidine	Alanine	Arginine
Isoleucine	Asparaginezuur	Cysteïne
Leucine	Asparagine	Glycine
Lysine	Glutaminezuur	Glutamine
Methionine	Serine	Proline
Phenylalanine		Tyrosine
Threonine		
Tryptophan		
Valine		

Eiwitkwaliteit

De kwaliteit van eiwit is afhankelijk van de verteerbaarheid en van de gehalten aan essentiële aminozuren in verhouding tot de behoefte aan deze aminozuren (zie bijlage). Wanneer voedsleiwitten precies genoeg van alle essentiële aminozuren leveren als het lichaam nodig heeft, zijn deze eiwitten voor honderd procent bruikbaar. Meestal zijn eiwitten in de voeding niet volledig bruikbaar voor de opbouw van lichaamseiwit omdat er een tekort is aan een of meer essentiële aminozuren.²⁸ Het aminozuur waarvan de behoefte het minst gedekt is, bepaalt de bruikbaarheid en daarmee de kwaliteit van het eiwit. Dit aminozuur is het zogenoemde limiterende aminozuur. Als maat voor de eiwitkwaliteit wordt de Protein Digestibility-Corrected Amino Acid Score (PDCAAS) gebruikt. De PDCAAS van een mengsel van eiwitten beschrijft de mate waarin deze eiwitten elkaars limiterende aminozuur aanvullen^{29 30 31}. De PDCAAS is het gehalte van het limiterende aminozuur in het eiwit, in mg per gram eiwit, gedeeld door de behoefte aan dit aminozuur, eveneens in mg per gram eiwit, vermenigvuldigd met de verteerbaarheid van het eiwit.³²

Stikstofbalans

In studies naar eiwitbehoefte is de stikstofbalans de basis van alle methoden om de eiwitbehoefte te bepalen.³³ De stikstofbalans is het verschil in stikstofinname en de totale stikstofexcretie (inclusief urine, ontlasting, en andere verliezen via de huid, zweet, haar). Omdat vrijwel alle stikstof in het lichaam in de vorm van eiwit aanwezig is, vertegenwoordigt de stikstofbalans ook de eiwitbalans, waarbij de hoeveelheid eiwit gelijk staat aan de hoeveelheid stikstof vermenigvuldigd met 6,25. Om de eiwitbehoefte te bepalen, dient aan een kind verschillende hoeveelheden eiwit te worden gegeven, zowel boven als onder het geschatte niveau, waarna een stikstofbalans moet worden gedaan.

De gemiddelde eiwitbehoefte wordt berekend met de volgende formule³⁴:

$$\text{Gemiddelde eiwitbehoefte} = \frac{(\text{stikstofverlies} + \text{stikstofbehoefte voor groei}) \times 6,25}{(0,70 \times \text{PDCAAS})}$$

Waarbij:

- *Stikstofverlies*: obligaat stikstofverlies via urine, ontlasting, haar, nagels, transpiratie in g/d bij een eiwitvrije voeding.
- *Stikstofbehoefte voor groei (zie bijlage)*: is bepaald op basis van het stikstofgehalte van het lichaam van kinderen van verschillende leeftijden in g/d.
- *6,25*: factor ter omrekening van stikstof naar eiwit (beide in grammen).
- *0,70*: factor voor de efficiëntie van de aanmaak van lichaamseigen eiwitten uit aminozuren.
- *PDCAAS (Protein Digestibility-Corrected Amino Acid Score)*: factor voor eiwitkwaliteit (hieronder toegelicht). De PDCAAS voor de gemiddelde Nederlandse voeding is 1,00; voor een lacto-ovovegetarisch en veganistisch voedingspatroon is deze waarde respectievelijk 0,84 en 0,77³⁵.

In de kliniek kan het eiwitverbruik gemeten worden door analyse van het stikstofverlies/ureumgehalte in 24-uurs-urine. De 24-uurs-urine verzameling heeft de voorkeur, maar is in de kliniek niet altijd mogelijk. Een 6-uurs verzameling kan dan representatief zijn. Bij het omrekenen van 6-uurs naar 24-uurs stikstofuitscheiding de uitkomst vermenigvuldigen met factor 4. Overigens houdt het ureumgehalte in urine geen rekening met het stikstofverlies via ontlasting, haar, nagels en transpiratie. In het geval van nierfalen of uremia is meting van het eiwitverbruik door middel van stikstofbalansen niet wenselijk.³⁶

¹ Garlick PJ. Protein requirements of infants and children. Nestle Nutr Workshop Ser Pediatr Program. 2006;58:39-47; discussion 47- 50. Review.

² Goulet O. Nutritional support in malnourished paediatric patients. Baillieres Clin Gastroenterol. 1998 Dec;12(4):843-76. Review.

³ Mager DR, Wykes LJ, Ball RO, et al. Branched chain amino acid requirements in children with mild-moderate chronic cholestatic liver disease. J Nutr 2006;136:133-139.

⁴ Stegeman NE. Aminozuren en eiwitten. In Stegeman NE, Voeding bij gezondheid en ziekte. Vierde druk. Groningen/Houten; Wolters Noordhoff, 2003. p129-40.

⁵ Garlick PJ. Protein requirements of infants and children. Nestle Nutr Workshop Ser Pediatr Program. 2006;58:39-47; discussion 47- 50. Review.

⁶ Koletzko B, Goulet O, Hunt J, Krohn K, Shamir R; Parenteral Nutrition Guidelines Working Group; European Society for Clinical Nutrition and Metabolism; European Society of Paediatric Gastroenterology, Hepatology and Nutrition (ESPGHAN); European Society of Paediatric Research (ESPR). Guidelines on Paediatric Parenteral Nutrition of the European Society of Paediatric Gastroenterology, Hepatology and Nutrition (ESPGHAN) and the European Society for Clinical Nutrition and Metabolism (ESPEN), Supported by the European Society of Paediatric Research (ESPR). J Pediatr Gastroenterol Nutr. 2005 Nov;41 Suppl 1:S12-S18.

⁷ Koletzko B, Goulet O, Hunt J, Krohn K, Shamir R; Parenteral Nutrition Guidelines Working Group; European Society for Clinical Nutrition and Metabolism; European Society of Paediatric Gastroenterology, Hepatology and Nutrition (ESPGHAN); European Society of Paediatric Research (ESPR). Guidelines on Paediatric Parenteral Nutrition of the European Society of Paediatric Gastroenterology, Hepatology and Nutrition (ESPGHAN) and the European Society for Clinical Nutrition and Metabolism (ESPEN), Supported by the European Society of Paediatric Research (ESPR). J Pediatr Gastroenterol Nutr. 2005 Nov;41 Suppl 1:S12-S18.

-
- ⁸ Geukers VG, Oudshoorn JH, Taminiou JA, van der Ent CK, Schilte P, Ruiter AF, Ackermans MT, Endert E, Jonkers-Schuitema CF, Heymans HS, Sauerwein HP. Short-term protein intake and stimulation of protein synthesis in stunted children with cystic fibrosis. *Am J Clin Nutr.* 2005 Mar;81(3):605-10.
- ⁹ Patterson B, Nguyen T, Pierre E, et al. Urea and protein metabolism in burned children: effect of dietary protein intake. *Metabolism* 1997;46:573-78.
- ¹⁰ Patterson B, Nguyen T, Pierre E, et al. Urea and protein metabolism in burned children: effect of dietary protein intake. *Metabolism* 1997;46:573-78.
- ¹¹ PROTEIN AND AMINO ACID REQUIREMENTS IN HUMAN NUTRITION. Report of a Joint WHO/FAO/UNU Expert Consultation. Geneva, World Health Organization, 2007; no. 935 p.185-193
- ¹² Durnin JV, Garlick P, Jackson AA, Schurch B, Shetty PS, Waterlow JC. Report of the IDECG Working Group on lower limits of energy and protein and upper limits of protein intakes. International Dietary Energy Consultative Group. *Eur.J Clin.Nutr* 1999;53 Suppl 1:S174-S176.
- ¹³ Millward DJ. Optimal intakes of protein in the human diet. *Proceedings of the Nutrition Society*, 1999, 58:403–413.
- ¹⁴ Anderson S, Brenner BM. Effects of aging on the renal glomerulus. *American Journal of Medicine*, 1986, 80:435–442.
- ¹⁵ Anderson S, Brenner BM. The aging kidney: structure, function, mechanisms, and therapeutic implications. *Journal of the American Geriatrics Society*, 1987, 35:590–593.
- ¹⁶ Wiseman MJ et al. Dietary composition and renal function in healthy subjects. *Nephron*, 1987, 46:37–42.
- ¹⁷ Rudman D. Kidney senescence: a model for aging. *Nutrition Reviews*, 1988, 46:209–214.
- ¹⁸ Veldhorst M, Smeets A, Soenen S, et al. Protein-induced satiety: effects and mechanisms of different proteins. *Physiol Behav* 2008; 94:300–307.
- ¹⁹ Bernstein AM, Treyzon L, Li Z. Are high-protein, vegetable-based diets safe for kidney function? A review of the literature. *J Am Diet Assoc* 2007; 107:644–650.
- ²⁰ Chipponi JX, Bleier JC, Santi MT, et al. Deficiencies of essential and conditionally essential nutrients. *Am J Clin Nutr* 1982;35:1112–6.
- ²¹ Harper AE. Some recent developments in the study of amino acid metabolism. *Proc Nutr Soc* 1983;42:437–49.
- ²² Laidlaw SA, Kopple JD. Newer concepts of the indispensable amino acids. *Am J Clin Nutr* 1987;46:593–605.
- ²³ Jackson AA, Shaw JC, Barber A, et al. Nitrogen metabolism in preterm infants fed human donor breast milk: the possible essentiality of glycine. *Pediatr Res* 1981;15:1454–61.
- ²⁴ Van Lingen RA, Van Goudoever JB, Luijendijk IH, et al. Effects of early amino acid administration during total parenteral nutrition on protein metabolism in pre-term infants. *Clin Sci (Lond)* 1992;82: 199–203.
- ²⁵ Van Goudoever JB, Sulkers EJ, Halliday D, et al. Whole-body protein turnover in preterm appropriate for gestational age and small for gestational age infants: comparison of [¹⁵N]glycine and [1-(¹³C)]leucine administered simultaneously. *Pediatr Res* 1995; 37:381–8.
- ²⁶ Koletzko B, Goulet O, Hunt J, Krohn K, Shamir R; Parenteral Nutrition Guidelines Working Group; European Society for Clinical Nutrition and Metabolism; European Society of Paediatric Gastroenterology, Hepatology and Nutrition (ESPGHAN); European Society of Paediatric Research (ESPR). Guidelines on Paediatric Parenteral Nutrition of the European Society of Paediatric Gastroenterology, Hepatology and Nutrition (ESPGHAN) and the European Society for Clinical Nutrition and Metabolism (ESPEN), Supported by the European Society of Paediatric Research (ESPR). *J Pediatr Gastroenterol Nutr.* 2005 Nov;41 Suppl 1:S12-S18.
- ²⁷ Gezondheidsraad. Voedingsnormen: energie, eiwitten, vetten en verteerbare koolhydraten. Den Haag. Juli 2001 p 72
- ²⁸ Stegeman NE. Amino zuren en eiwitten. In Stegeman NE, Voeding bij gezondheid en ziekte. Vierde druk. Groningen/Houten; Wolters Noordhoff, 2003. p129-40.
- ²⁹ Gezondheidsraad. Voedingsnormen: energie, eiwitten, vetten en verteerbare koolhydraten. Den Haag. Juli 2001 p 75.
- ³⁰ Schaafsma G. The protein digestibility-corrected amino acid score. *J Nutr* 2000; 130 (suppl): 1865S-7S.
- ³¹ FAO/WHO. Protein quality evaluation. Report of a joint FAO/WHO Expert Consultation. Rome: FAO, 1990.
- ³² FAO/WHO . Protein and amino acid requirements in human nutrition. Report of a Joint WHO/FAO/UNU Expert Consultation. Geneva, World Health Organization, 2007; no. 935 p.95

³³ Garlick PJ. Protein requirements of infants and children. Nestle Nutr Workshop Ser Pediatr Program. 2006;58:39-47; discussion 47- 50. Review.

³⁴ Gezondheidsraad. Richtlijn perioperatief voedingsbeleid. Den Haag. September 2007 p 95-144.

³⁵ Gezondheidsraad. Voedingsnormen: energie, eiwitten, vetten en verteerbare koolhydraten. Den Haag. Juli 2001 p 75.

³⁶ Hulst JM, Joosten KF, Tibboel D, van Goudoever JB. Causes and consequences of inadequate substrate supply to pediatric ICU patients. Curr Opin Clin Nutr Metab Care. 2006 May;9(3):297-303. Review.