

Naar een optimaal voedingsbeleid op de intensive care

Het effect van het energie-eiwit-algoritme

Ir. S.D.W. de Groot*, drs. R.J.M. Strack van Schijndel**, dr. M.A.E. van Bokhorst-de van der Schueren***, dr. A. Beishuizen****, dr. ir. P.J.M. Weijs*****

Samenvatting

Inleiding

Wanneer patiënten op de intensive care (IC) worden gevoed met een 'standaard' hoeveelheid van een 'standaard' soort sondevoeding (2000 kcal, 80 g eiwit) wordt het merendeel van hen niet optimaal gevoed. Om de voedingstherapie te optimaliseren, is daarom op de IC van het VUmc in 2006 een voedingsadviesprogramma ontwikkeld op basis van een zogenoemd energie-eiwit-algoritme en is het assortiment sondevoedingen aangepast. In een simulatiestudie en evaluatiestudie onderzoeken we het effect van deze beleidsaanpassingen op de energie- en eiwitname van IC-patiënten.

Methoden

Simulatiestudie: Het patiëntencohort bestond uit een databestand van 879 IC-patiënten van het VUmc, opgenomen in de periode 2004-2009, bij wie het energieverbruik was gemeten met behulp van indirecte calorimetrie. Retrospectief werd uitgerekend hoeveel procent van de patiënten een optimale energie- en eiwitname (1,2-1,5 g/kg lichaamsgewicht) had als werd gevoed met 2 liter Nutrison Standaard (2000 kcal, 80 g eiwit). Vervolgens werd berekend hoeveel procent van de patiënten een optimale eiwitname had als Nutrison Standaard werd toegediend in een op de individuele energiebehoefte aangepaste dosering of als werd gevoed met energie- en/of eiwitverrijkte sondevoeding volgens het voedingsadviesprogramma.

Evaluatiestudie: In deze studie werd geëvalueerd of de implementatie van het nieuwe beleid daadwerkelijk leidde tot een toename van het aantal patiënten dat optimaal gevoed werd conform de prestatie-indicator ondervoeding (eiwitname >1,2 g/kg op de vierde dag van de IC-opname). Het databestand bestond uit historische gegevens over de eiwitname van alle IC-patiënten op de vierde dag van IC-opname in de periode van 2006-2009.

Resultaten

Simulatiestudie: Bij het virtueel voeden van het patiëntencohort met 2 liter Nutrison werden 37 patiënten (4%) adequaat gevoed. Bij op energiebehoefte aangepaste dosering van deze standaard sondevoeding hadden 120 patiënten (14%) een adequate eiwitname. Bij het voeden volgens het voedingsadviesprogramma waren dat er 782 (89%). *Evaluatiestudie:* Het daadwerkelijke aantal patiënten met een eiwitname >1,2 g/kg op de vierde dag van de IC-opname nam na implementatie van het voedingsadviesprogramma geleidelijk toe van 30% naar bijna 60%.

Conclusie

Door introductie van een geïndividualiseerd voedingsadviesprogramma op basis van een 'energie-eiwit-algoritme' kan in theorie ongeveer 90% van de IC-patiënten optimaal (qua energie en eiwit) worden gevoed. In de praktijk is het percentage goed (qua eiwit) gevoede patiënten in de loop der jaren gestegen van 30 naar 60%.

Trefwoorden: energie-intake, eiwitname, IC-patiënten, voedingsadviesprogramma

* Diëtist Voedingsteam, sectie Diëtetiek en Voedingwetenschappen, Interne Geneeskunde, VUmc

** Internist-intensivist, hoofd Voedingsteam, Intensive Care Volwassenen, VUmc; overleden 12 september 2009

*** Senior onderzoeker, sectie Diëtetiek en Voedingwetenschappen, Interne Geneeskunde, VUmc

**** Hoofd klinisch onderzoek, lid Voedingsteam, Intensive Care Volwassenen, VUmc

***** Senior onderzoeker, sectie Diëtetiek en Voedingwetenschappen, Interne Geneeskunde, Intensive Care Volwassenen, VUmc; opleiding Voeding en Diëtetiek, Hogeschool van Amsterdam

Correspondentie:

S.D.W. de Groot, diëtist Voedingsteam, Postbus 7057, 1007 MB, Amsterdam, tel: 020 - 444 3410, e-mail: s.degroot@vumc.nl

Inleiding

Op veel intensive care (IC)-afdelingen – zo ook in het verleden in het VUmc – worden patiënten gevoed met een standaard sondevoeding en/of met een standaard hoeveelheid sondevoeding. In beide situaties wordt een deel van de populatie ondervoed en een ander deel overvoed.¹ Uit de literatuur blijkt dat zowel overvoeding als ondervoeding op IC-afdelingen regelmatig voorkomt.² Ondervoeding is gecorreleerd met een verhoogd aantal complicaties, met name infecties, een verhoogde morbiditeit en mortaliteit.³⁻⁵ Overvoeding

kan leiden tot hyperglykemie, hyperlipidemie, verhoogde O₂-behoefte, verhoogde CO₂-productie, leverafwijkingen, infecties, zuur-base-stoornissen en refeeding-stoornissen.^{6,7}

Een verhoogde eiwitkatabolie bij ernstig zieke patiënten kenmerkt zich door een verhoogde eiwitafbraak en een, in mindere mate, verhoogde eiwitsynthese, netto resulterend in een negatieve eiwitbalans.⁸ Een negatieve eiwitbalans kan leiden tot een afname in orgaangroote en -functie, afname in spierkracht, problemen met het afwennen van de beademing en een verminderde wondgenezing.⁹ Om de negatieve gevolgen van overvoeding en ondervoeding te voorkomen, streven wij in het VUmc naar optimale voeding voor iedere individuele IC-patiënt. Daartoe hebben we op basis van de beperkte wetenschappelijke literatuur in 2006, de optimale hoeveelheid energie en eiwit voor deze patiëntengroep als volgt gedefinieerd: energietoediening volgens behoefte en eiwittoediening van 1,2-1,5 g eiwit/opname gewicht/dag.¹⁰⁻¹⁹

Volgend op deze definitie hebben we een aantal beleidsaanpassingen gemaakt om onze voedingsdoelen te realiseren. Deze studie beschrijft het effect van deze beleidsaanpassingen op de energie- en eiwittoediening van IC-patiënten. We hebben hierbij de volgende onderzoeksvragen geformuleerd:

1. Hoeveel procent van het studiecohort wordt bij simulatie van het oude voedingsbeleid (standaard sondevoeding) en het nieuwe voedingsbeleid (individuele voeding op basis van een voedingsadviesprogramma) adequaat gevoed ten aanzien van energie en eiwit? (simulatiestudie)
2. Heeft implementatie van het nieuwe voedingsbeleid in de praktijk geleid tot verbetering van het aantal patiënten dat adequaat gevoed is? (evaluatiestudie)

Methoden

Patiënten

Het patiëntencohort bestond uit een databestand van patiënten die waren opgenomen op de IC van het VUmc (28 bedden, gemengde chirurgisch-interne IC, niveau 3) in de periode van augustus 2004 tot en met september 2009 bij wie het energieverbruik was gemeten door middel van indirecte calorimetrie (Datex Deltatrec MBM 100 metabolie monitor, Datex-Engstrom Division, Helsinki, Finland). Dit leverde een databestand op van 898 patiënten. Hieruit werden 19 patiënten geëxcludeerd op basis van leeftijd (< 18 jaar: n=12) en ontbrekende gegevens (geen lengte: n=7), waardoor 879 patiënten overbleven (554 mannen en 325 vrouwen).

Simulatiestudie

In deze studie werden de patiënten in het cohort op drie manieren 'virtueel' gevoed.

1. Het 'oude' voedingsbeleid werd gesimuleerd door alle patiënten van het cohort 'digitaal' te voeden met 2 liter Nutrison Standaard (2000 kcal en 80 gram eiwit). Er werd gekeken hoeveel procent van de patiënten de vereiste energie- en eiwitbehoefte haalde.
2. Daarna werd de simulatie herhaald door deze patiënten 'digitaal' te voeden met de standaard sondevoeding (Nutrison), waarbij de dosering werd aangepast aan de individuele energiebehoefte van de patiënt (indirecte calorimetrie plus 10% activiteitenfactor).
3. Ten slotte werden de patiënten digitaal gevoed volgens het 'nieuwe', geïndividualiseerde voedingsbeleid dat vanaf 2006 is geïntroduceerd in het VUmc. Het uitgangspunt voor het 'nieuwe' voedingsbeleid op de IC was optimale toediening van energie en eiwit:¹⁰⁻¹⁹
 - Energie: het gemeten energieverbruik met behulp van de indirecte calorimetrie, vermeerderd met 10% activiteitenfactor, of de uitkomst van de Harris-Benedict formule (1984), vermeerderd met 20% ziektefactor en 10% activiteitenfactor.¹¹⁻¹⁴
 - Eiwit: eiwittoediening van 1,2-1,5 g eiwit/opname gewicht/dag.^{10,15-19} Voor obese patiënten zou toediening van 1,2-1,5 gram eiwit/kg resulteren in een overmaat aan eiwit in verhouding tot de vetvrije massa. Daarom werd bij obese patiënten (BMI > 30) gerekend met een gecorrigeerd gewicht behorende bij BMI = 27,5 volgens CBO-richtlijn.¹⁰ In deze richtlijn wordt geen correctie aangegeven voor de schatting van de energiebehoefte bij obese patiënten.

Ten behoeve van het nieuwe, geïndividualiseerde voedingsbeleid werden de volgende twee sondevoedingen aan het assortiment toegevoegd: een sondevoeding met een hoog energiegehalte en hoog eiwitgehalte (Nutrison Protein Plus, Nutricia, Zoetermeer, 1250 kcal/l, 63 g eiwit/l, 50,4 g eiwit/1000 kcal) en een sondevoeding met een normaal energiegehalte en hoog eiwitgehalte (Promote, Abbott Nutrition, Hoofddorp, 1000 kcal/l, 63 g eiwit/l, 63 g eiwit/1000 kcal).

Binnen het 'nieuwe' voedingsbeleid worden het individuele voedingsvoorschrift en de dosering berekend op basis van energie- en eiwitbehoefte en lichaamsgewicht van de patiënt en vervolgens gekoppeld aan het energie- en eiwitgehalte van de sondevoeding. Deze berekening is vastgelegd in het zogenoemde energie-eiwit-algoritme (zie kader).¹ Dit eiwit-energie-algoritme is begin 2007 ingebouwd in een innovatieve ICT-applicatie binnen het Patiënten Data Management Systeem (PDMS, Metavision, IDM-soft), waardoor het mogelijk is om 'aan het bed' het voedingsvoorschrift en de dosering op te laten stellen door arts-assistenten en

verpleegkundigen, onder supervisie van de intensivisten. Tevens is een dagelijks feedbacksysteem (e-mail) naar de gebruikers ontwikkeld (Nutri-scan, derde kwartaal 2006) en is het voedingsadvies opgenomen in de medische statusvoering (vierde kwartaal 2007).²⁰

Evaluatiestudie

In 2007 en 2008 zijn de prestatie-indicatoren 'screening op ondervoeding' en 'behandeling ondervoeding' opgenomen in de basisset Prestatie-indicatoren van de Inspectie voor de Gezondheidszorg. Om te onderzoeken of de introductie van het voedingsadviesprogramma op de IC van het VUmc in de praktijk ook leidde tot een toename van het percentage patiënten met een eiwitname > 1,2 g/kg/d op vierde dag van IC-opname, werd een data-analyse verricht op de daadwerkelijke eiwitname van alle IC-patiënten op de vierde dag van IC-opname in de periode van 2006-2009. Gemeten werd welk percentage van de IC-patiënten optimaal werd gevoed conform de prestatie-indicator.

Tabel 1: Patiëntenkarakteristieken van cohort (N = 879).

	N	Gemiddelde	SD
Aantal patiënten			
Totaal	879		
Vrouw	325		
Man	554		
Leeftijd (jaar)		62,6	16,2
Lengte (cm)		172,4	9,7
Gewicht (kg)		76,4	18,2
BMI (kg/m ²)		25,6	5,6
TEE (indirecte calorimetrie + 10% activiteiten) (kcal)		2030	440
Eiwitbehoefte (1,2 g/kg/d)		91,6	21,9
APACHE II-score	469	26	7,9

BMI: Body Mass Index, APACHE: Acute Physiology And Chronic Health Evaluatie score, TEE: Total Energy Expenditure.

Resultaten

Het studiecohort bestond uit 879 patiënten (554 mannen en 325 vrouwen). De gemiddelde (\pm SD) leeftijd was 62,6 (\pm 16,2) jaar en de gemiddelde (\pm SD) BMI 25,6 (\pm 5,6). De gemiddelde (\pm SD) totale energiebehoefte (TEE) was 2030 (\pm 440) kcal/d en de gemiddelde (\pm SD) eiwitbehoefte was 91,6 (\pm 21,9) g/kg/d. Beschrijvende gegevens zijn weergegeven in Tabel 1.

Binnen dit cohort werden 704 patiënten gevoed met sondevoeding, 57 met parenterale voeding, 69 met een combinatie van sondevoeding en parenterale voeding en 49 niet gevoed op de dag van de meting van het energieverbruik (mogelijke oorzaken: voeding werd gestopt in verband met diagnostisch onderzoek of behandeling).

Simulatiestudie

Bij het 'virtueel' voeren van het studiecohort volgens het 'oude' voedingsbeleid (2 l Nutrison Standaard), bleek dat slechts 37 patiënten (4%) adequaat werden gevoed ten aanzien van energie en eiwit (zie Tabel 2). Wanneer het cohort werd gevoed met een aangepaste dosering van deze standaard voeding gebaseerd op de individuele energiebehoefte, was dit aantal 120 (14%). Bij simulatie van het 'nieuwe' voedingsbeleid werden 782 (89%) patiënten goed gevoed. Voor 11% van het cohort was geen passende sondevoeding beschikbaar binnen het assortiment, omdat de energiebehoefte ten opzichte van het lichaamsgewicht zeer laag of juist zeer hoog was.

Evaluatiestudie

In Figuur 1 is, per kwartaal, van 2006 t/m 2009, weergegeven welk percentage van het cohort patiënten daadwerkelijk een eiwitname >1,2 g/kg/d haalde op de vierde dag van IC-opname. In 2006 was het percentage patiënten met een eiwitname > 1,2 g/kg op de vierde dag van IC-opname

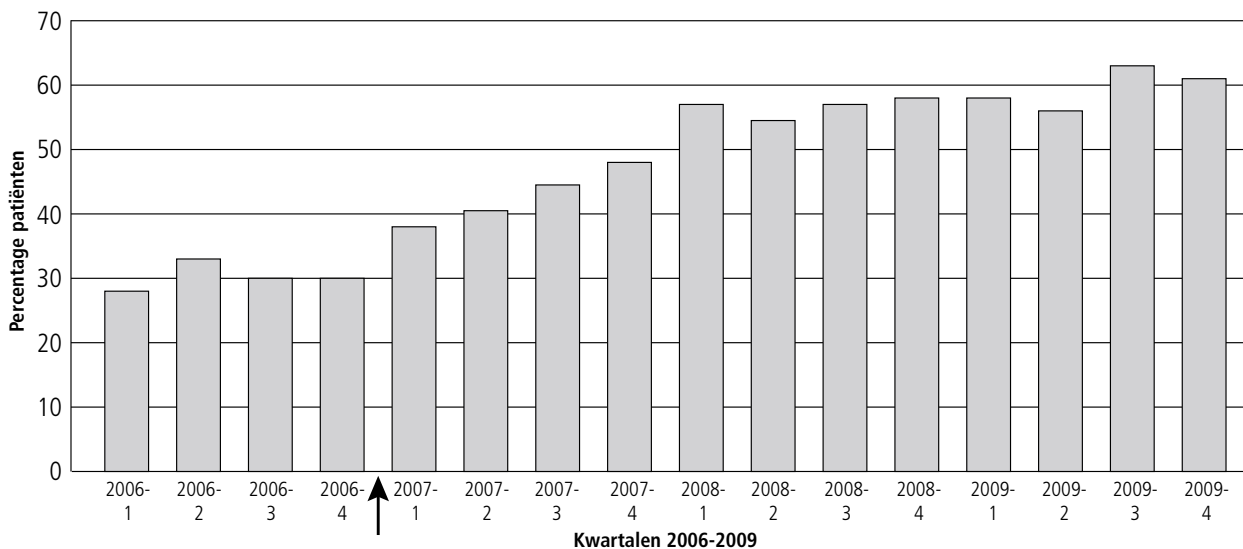
Tabel 2: De berekening van de afkappunten ('energie/gewicht-ratio's) van verschillende soorten sondevoedingen en het aantal patiënten dat 'virtueel' optimaal gevoed kan worden in het 'oude' en 'nieuwe' voedingsbeleid (energie-eiwit-algoritme).

Soorten sondevoeding	Berekening afkappunten sondevoeding								Aantal patiënten (%) met optimale voeding ('virtueel gevoed')		
	Volume per pack of fles	Energie	Eiwit	Energie/eiwit-ratio	Laag eiwitdoel	Energie/gewicht-ratio	Hoog eiwitdoel	Energie/gewicht-ratio	Standaard dosering en SV	Standaard SV, dosering op TEE	SV en dosering gebaseerd op energie-eiwit algoritme
	ml	kcal/l	g E/l	kcal/g E	g E/kg	kcal/kg	g E/kg	kcal/kg	2 l Nutrison	Nutrison	
						Laag afkappunt		Hoog afkappunt			
Geen passende SV								<19,0	-	-	57 (6,5%)
Promote ¹	500	1000	63	15,9	1,2	19,0	1,5	23,8	-	-	174 (19,8%)
Nutrison Protein Plus ²	1000	1250	63	19,8	1,2	23,8	1,5	29,8	-	-	406 (46,2%)
Nutrison ²	1000	1000	40	25	1,2	30,0	1,5	37,5	37 (4,2%)	120 (13,7%)	202 (23,0%)
Geen passende SV								>37,5	-	-	40 (4,6%)
Totaal									37 (4,2%)	120 (13,7%)	879 (100%)

1 Abbott Nutrition, Hoofddorp

2 Nutricia, Zoetermeer

Figuur 1: Het percentage patiënten dat op vierde dag van opname op de IC een eiwitintake heeft >1,2 g/kg/d, weergegeven per kwartaal van 2006 tot met 2009. (Pijl geeft weer wanneer het Voedingsadviesprogramma werd geïmplementeerd.)



ongeveer 30%. Na introductie van het voedingsadviesprogramma en de andere twee innovaties (Nutriscan en de statusvoering) steeg dit percentage geleidelijk naar bijna 60%.

Discussie

Dit onderzoek laat zien dat het gebruik van uitsluitend een standaard sondevoeding in een standaard dosering (2000 kcal/l, 80 g eiwit/l) niet volstaat voor het merendeel van de IC-patiënten. Wanneer een studiecohort van 879 IC-patiënten ‘digitaal’ werd gevoed met de standaard voeding, dan wel met een aangepast assortiment sondevoedingen, waarbij de keuze voor de soort sondevoeding en de toegediende hoeveelheid werd gebaseerd op het energie-eiwit-algoritme, nam het percentage IC-patiënten dat theoretisch adequaat gevoed kon worden toe van slechts 4% tot 89%. In de praktijk bleek het aantal patiënten dat zijn eiwitbehoefte daadwerkelijk haalde te stijgen naar 60%.²¹⁻²³ In dit onderzoek is vanuit een theoretisch perspectief toegewerkt naar een optimalisering van de dagelijkse voedingspraktijk. We realiseren ons dat het merendeel van de ziekenhuizen in Nederland niet standaard de energiebehoefte van IC-patiënten met indirecte calorimetrie kan meten. Het gebruik van de Harris-Benedict-formule kan als second-best alternatief worden gebruikt (met 20% toeslag voor ziekte en 10% voor activiteit). Hierbij moet men zich realiseren dat de H&B-formule het daadwerkelijke energieverbruik schat en dat indirecte calorimetrie het daadwerkelijke energieverbruik meet. Er kunnen aanzienlijke verschillen bestaan tussen het geschatte en gemeten energieverbruik.^{13,14,24} Ook de voedingsadviezen voortkomend uit het geschatte en gemeten energieverbruik kunnen daarom verschillen.

Dit onderzoek kent sterke en zwakke punten. In het VUmc wordt van het merendeel van alle patiënten die langer dan 48 uur op de intensive care zijn opgenomen of op indicatie het energieverbruik gemeten. Bovendien wordt bij alle patiënten dagelijks bijgehouden hoeveel en welke voeding zij krijgen, onder andere met specifieke gegevens over de samenstelling. Deze unieke en grote database met voedingsgegevens is tevens gekoppeld aan algemene patiëntgegevens en is derhalve een zeer goede bron voor onderzoek. We hebben recentelijk een prospectief-cohortstudie gepubliceerd over de relatie tussen optimale energie- en eiwitinneming en mortaliteit bij IC-beademde IC-patiënten. Patiënten die hun energie- en eiwitdoelen haalden, hadden een duidelijk lagere kans om te overlijden dan patiënten die hun voedingsdoelen niet haalden.²⁵⁻²⁷ Wij realiseren ons echter dat dit observationeel onderzoek betreft. Uit gerandomiseerd onderzoek zal moeten blijken of het implementeren van een bepaald voedingsbeleid, zoals bijvoorbeeld gebaseerd op het voedingsadviesprogramma, daadwerkelijk beter is voor de patiënt. In de huidige studie is een cohort patiënten ‘digitaal’ gevoed, conform een simulatiemodel. Hieruit blijkt dat het theoretisch mogelijk is om ongeveer 90% van de patiënten optimaal te voeden. In de praktijk blijkt echter dat ‘slechts’ 60% op de vierde dag zijn eiwitbehoefte haalt (evaluatiestudie). Kennelijk zijn er andere factoren die een optimale eiwitinneming verhinderen (zoals nuchter zijn, operatie, onderzoek, transport, darmproblematiek, etc). Ten slotte realiseren wij ons dat de digitale mogelijkheden waarover wij beschikken in het VUmc kansen bieden die voor andere ziekenhuizen wellicht op korte termijn nog niet haalbaar zijn. Zo is in het VUmc het ‘energie-eiwit-algoritme’ om-

gebouwd naar een praktisch toepasbaar voedingsadviesprogramma: een eenvoudige ICT-applicatie binnen het Patiënten Data Management Systeem Metavision (IMD-soft). Dit voedingsadviesprogramma maakt het mogelijk om 'aan het bed' met 'één druk op de knop' de optimale soort en hoeveelheid sondevoeding te berekenen voor de individuele patiënt door arts-assistenten en verpleegkundigen, onder supervisie van de intensivisten. Door het dagelijks gebruik van deze innovatieve IC-tool wordt het sondevoedingbeleid voor het merendeel van de IC-afdeling geprotocolleerd uitgevoerd. Inmiddels is ook het TPV-assortiment van het VUmc in het voedingsadviesprogramma ingebouwd. Voorts is ons programma inmiddels omgebouwd naar webapplicatie (<http://ytecmedical.com>) zodat deze mogelijkheden ook eenvoudig bereikbaar worden voor andere ziekenhuizen in Nederland met de ingebouwde optie een voedingsdatabase aan te leggen.

Conclusie

Individualisering en 'targeting' van het sondevoe-

dingsbeleid op de intensive care leidt, zowel in theorie ('simulatie') als in de praktijk ('evaluatie'), tot een toename van het aantal adequaat gevoede patiënten. Er zijn sterke aanwijzingen (eigen data) dat ook de overleving van patiënten hierdoor verbeterd zou kunnen worden, maar deze aanwijzingen moeten door middel van prospectief onderzoek worden bevestigd.

Dankwoord

De auteurs willen dit artikel graag opdragen aan Rob Strack van Schijndel, die in september 2009 is overleden. Hij was een groot voorstander van en pionier in optimale voeding bij ernstig zieke patiënten en stond aan de basis van de ontwikkeling van het energie-eiwit-algoritme.

Verder willen we Ronald Driessen en Jan Peppink (ICT-medewerkers afdeling Intensive Care) bedanken voor hun hulp bij de ontwikkeling van het voedingsadviesprogramma en het inbouwen daarvan in PDMS/Metavision, en Gerdien Ligthart-Melis voor haar bijdrage aan de ontwikkeling van dit voedingsbeleid.

Het energie-eiwit-algoritme

Theorie

Het vertalen van de definitie van optimale energie- en eiwitname naar een individueel voedingsadvies, komt neer op het selecteren van de optimale sondevoeding die wat betreft samenstelling en dosering het best overeenkomt met de individuele energie- en eiwitbehoefte van de patiënt. De rekenkundige verhouding tussen enerzijds de energie- en eiwitbehoefte van de patiënt, en anderzijds de energie- en eiwitsamenstelling van de sondevoeding, ligt vast in het 'energie-eiwit-algoritme'.¹

Het energie-eiwit-algoritme is als volgt samengesteld (Figuur 2): de patiënt heeft een energieverbruik en een lichaamsgewicht, resulterend in een 'energie/gewicht-ratio', oftewel de energiebehoefte uitgedrukt in kcal/kg. Van de sondevoeding is ook een energie/gewicht-ratio te berekenen, eveneens uitgedrukt in kcal/kg. Sondevoeding heeft een vaste energie en eiwitsamenstelling, samen een energie/eiwit-ratio. Wanneer de energie/eiwit-ratio van de sondevoeding wordt vermenigvuldigd met de eiwit/gewicht-ratio van het eiwitdoel, resulteert dit in de energie/gewicht-ratio (in kcal/kg) van de sondevoeding. De energie/gewicht-ratio van de patiënt, oftewel de energiebehoefte van de patiënt in kcal/kg, kan nu worden gematcht met de energie/gewicht-ratio van de sondevoeding.

Berekenen van de afkappunten sondevoeding

Om met het energie-eiwit-algoritme in de praktijk aan de slag te gaan, dienen eerst de energie/gewicht-ratio's van de sondevoedingen uit het eigen assortiment te worden berekend, om ze aan te laten sluiten bij de energiebehoefte van de patiënt in kcal/kg. Dit komt neer op het definiëren van de afkappunten van een sondevoeding en gaat als volgt: per soort sondevoeding wordt de energie/eiwit-ratio vermenigvuldigd met respectievelijk 1,2 (het lage eiwitdoel) en 1,5 (het hoge eiwitdoel). Dit resulteert dus in twee energie/gewicht-ratio's: het lage en het hoge afkappunt oftewel het bereik van desbetreffende sondevoeding om je patiënt optimaal te voeden (Tabel 2). Ieder soort sondevoeding heeft dus een eigen interval waarbinnen patiënten met een energiebehoefte in kcal/kg (energie/gewicht-ratio) vallend tussen het lage en hoge afkappunt, een optimale energie- en eiwittoediening zullen hebben.

In Tabel 2 zijn de afkappunten berekend van drie sondevoedingen uit het assortiment van het VUmc op de IC. De afkappunten zijn respectievelijk een energiebehoefte van 19,0-23,8 kcal/kg voor de sondevoeding met normaal energie en hoog eiwit; 23,8-29,8 kcal/kg voor de sondevoeding met hoog energie en hoog eiwit; en 30,0-37,5 kcal/kg voor de sondevoedingen met normaal energie en normaal eiwit. Dus heeft een

patiënt bijvoorbeeld een energiebehoefte van meer dan 30 kcal/kg, dan zal een normale standaard voeding waarschijnlijk voldoen. De afkappunten van deze drie sondevoedingen komen nagenoeg overeen; de hoge afkappunten van een sondevoeding zijn (vrijwel) gelijk aan de lage afkappunten van een andere sondevoeding. Hierdoor ontstaat een continu spectrum zonder gaten voor alle energie/gewicht-ratio's tussen 19,0-37,5 kcal/kg. Wanneer de afkappunten van een assortiment van een fabrikant onderling minder goed overeenkomen, worden de afkappunten bijgesteld om toch een continu spectrum te laten ontstaan zonder gaten. Hierbij geldt dat de sondevoeding met een hoger eiwitgehalte de voorkeur heeft boven die met een lager eiwitgehalte.

Individueel voedingsadvies

Als de afkappunten gedefinieerd zijn, kan in de

praktijk een individueel sondevoedingadvies worden opgesteld (Figuur 2). Allereerst wordt de energie/gewicht-ratio van de patiënt berekend (energieverbruik/opnamegewicht). Het energieverbruik is ofwel het gemeten energieverbruik (indirecte calorimetrie) plus 10% ofwel het energieverbruik volgens de Harris-Benedict-formule + 30%.¹¹⁻¹⁴ Vervolgens wordt in tabel 2 opgezocht wat de optimale soort sondevoeding is. Dit is namelijk de sondevoeding met de twee afkappunten waarbinnen de energie/gewicht-ratio van de patiënt ligt. Om ten slotte de optimale hoeveelheid toe te dienen sondevoeding (ml) te berekenen, wordt de totale energiebehoefte (TEE in kcal) van de patiënt gedeeld door de hoeveelheid energie van 1 ml sondevoeding (kcal). Deze hoeveelheid sondevoeding kan vervolgens worden teruggerekend naar een pompstand per uur of portiegrootte per spuitmoment.

Casus 1

Vrouw, 74 kg, 1,80 m, BMI = 22,8, 44 jaar
Energiebehoefte (indirecte calorimetrie + 10%):
2100 kcal/d
Geschatte eiwitbehoefte: 89-111 gram/dag
Energie/gewicht-ratio: 28,2 kcal/kg

Sondevoeding

Samenstelling Nutrison Protein Plus: 1250 kcal en 63 g eiwit per liter

Advies voorschrift en dosering sondevoeding

Afkappunten Nutrison Protein Plus: 23,8-29,8 kcal/kg
2100 kcal / 1,25 kcal/ml = 1670 ml: 1670 ml Nutrison Protein Plus
Dit levert: 2100 kcal en 106 gram eiwit (1,4 g eiwit/kg)

Casus 2

Man, 90 kg, 1,85 m, BMI = 26,3, 80 jaar
Energiebehoefte (indirecte calorimetrie + 10%):
1980 kcal/d
Geschatte eiwitbehoefte: 108-135 gram/dag
Energie/gewicht-ratio: 22 kcal/kg

Sondevoeding

Samenstelling Promote: 1000 kcal en 63 g eiwit per liter

Advies voorschrift en dosering sondevoeding:

Afkappunten Promote: 19,0-23,8 kcal/kg
1980 kcal / 1 kcal/ml = 1980 ml Promote
Dit levert: 1980 kcal en 124 gram eiwit (1,4 g eiwit/kg)

Casus 3

Man, 85 kg, 1,68 m, BMI = 30,1 (gecorrigeerd gewicht van 77,6 kg; is gewicht bij BMI = 27,5), 61 jaar
Energiebehoefte (indirecte calorimetrie + 10%):
2300 kcal/d
Geschatte eiwitbehoefte (gecorrigeerd gewicht):
93 - 116 gram/dag
Energie/gewicht-ratio: 29,8 kcal/kg

Sondevoeding

Samenstelling Nutrison Protein Plus: 1250 kcal en 63 g eiwit per liter

Advies voorschrift en dosering sondevoeding:

Afkappunten Nutrison Protein Plus: 23,8-29,8 kcal/kg
2200 kcal / 1,25 kcal/ml = 1760 ml Nutrison Protison Plus
Dit levert: 2310 kcal en 116 gram eiwit (1,5 g eiwit/kg)

Literatuur

- 1 Strack van Schijndel RJ, Weijs PJM, Sauerwein HP, Groot SDW, Beishuizen A, Girbes AR. Al algorithm for balanced protein/energy provision in critically ill mechanically ventilated patients. *E-spen Eur E-J Clin Nutri Metabolism* 2, 69-74. 2-5-2007.
- 2 Petros S, Engelmann L. Enteral nutrition delivery and energy expenditure in medical intensive care patients. *Clin Nutr* 2006 Feb;25(1):51-9.
- 3 Villet S, Chiolero RL, Bollmann MD, Revelly JP, Cayeux RNM, Delarue J, et al. Negative impact of hypocaloric feeding and energy balance on clinical outcome in ICU patients. *Clin Nutr* 2005 Aug;24(4):502-9.
- 4 Dvir D, Cohen J, Singer P. Computerized energy balance and complications in critically ill patients: an observational study. *Clin Nutr* 2006 Feb;25(1):37-44.
- 5 Bartlett RH, Dechert RE, Mault JR, Ferguson SK, Kaiser AM, Erlandson EE. Measurement of metabolism in multiple organ failure. *Surgery* 1982 Oct;92(4):771-9.
- 6 Btaiche IF, Khalidi N. Metabolic complications of parenteral nutrition in adults, Part 2. *Am J Health Syst Pharm* 2004 Oct 1;61(19):2050-7.
- 7 Griffiths RD. Too much of a good thing: the curse of overfeeding. *Crit Care* 2007;11(6):176.
- 8 Deutz NEP. Basics in clinical nutrition: protein and amino acid metabolism. *E-spen Eur E-J Clin Nutri Metabolism* 3, e185-e187. 2008.
- 9 Stratton RJ, Green CJ, Elia M. Disease-related malnutrition: an evidence-based approach to treatment. Oxford: Cabi Publishing, 2003.
- 10 Kwaliteitsinstituut voor de gezondheidszorg CBO U. Richtlijn Perioperatieve voeding. http://www.cbo.nl/product/richtlijnen/folder20021023121843/rl_periovoed_07.pdf. 2007.
- 11 Roza AM, Shizgal HM. The Harris Benedict equation reevaluated: resting energy requirements and the body cell mass. *Am J Clin Nutr* 1984 Jul;40(1):168-82.
- 12 van Lanschot JJ, Feenstra BW, Vermeij CG, Bruining HA. Calculation versus measurement of total energy expenditure. *Crit Care Med* 1986 Nov;14(11):981-5.
- 13 Weijs PJM, Kruijenga HM. Wat is de energiebehoefte van mijn patient? *Ned Tijdschr Voeding en Diëtetik* 64 (5), s1-s8. 2009.
- 14 Weijs PJM, Kruijenga HM, van Dijk AE, van der Meij BS, Langius JA, Knol DL, et al. Validation of predictive equations for resting energy expenditure in adult outpatients and inpatients. *Clin Nutr* 2008 Feb;27(1):150-7.
- 15 Shaw JH, Wildbore M, Wolfe RR. Whole body protein kinetics in severely septic patients. The response to glucose infusion and total parenteral nutrition. *Ann Surg* 1987 Mar;205(3):288-94.
- 16 Ishibashi N, Plank LD, Sando K, Hill GL. Optimal protein requirements during the first 2 weeks after the onset of critical illness. *Crit Care Med* 1998 Sep;26(9):1529-35.
- 17 Sevette A, Smith RC, Aslani A, Kee AJ, Hansen R, Barratt SM, et al. Does growth hormone allow more efficient nitrogen sparing in postoperative patients requiring parenteral nutrition? A double-blind, placebo-controlled randomised trial. *Clin Nutr* 2005 Dec;24(6):943-55.
- 18 Sauerwein HP, Strack van Schijndel RJ. Perspective: How to evaluate studies on peri-operative nutrition? Considerations about the definition of optimal nutrition for patients and its key role in the comparison of the results of studies on nutritional intervention. *Clin Nutr* 2007 Feb;26(1):154-8.
- 19 Jeevanandam M, Lowry SF, Horowitz GD, Legaspi A, Brennan MF. Influence of increasing dietary intake on whole body protein kinetics in normal man. *Clin Nutr* 1986 Feb;5(1):41-8.
- 20 Strack van Schijndel RJ, de Groot SD, Driessen RH, Lighthart-Melis G, Girbes AR, Beishuizen A, et al. Computer-aided support improves early and adequate delivery of nutrients in the ICU. *Neth J Med* 2009 Nov;67(11):388-93.
- 21 Sinuff T, Cahill NE, Dhaliwal R, Wang M, Day AG, Heyland DK. The value of audit and feedback reports in improving nutrition therapy in the intensive care unit: a multicenter observational study. *J Parenter Enteral Nutr* 2010 Nov;34(6):660-8.
- 22 Heyland DK, Cahill NE, Dhaliwal R, Sun X, Day AG, McClave SA. Impact of enteral feeding protocols on enteral nutrition delivery: results of a multicenter observational study. *J Parenter Enteral Nutr* 2010 Nov;34(6):675-84.
- 23 Heyland DK, Cahill NE, Dhaliwal R, Wang M, Day AG, Alenzi A, et al. Enhanced protein-energy provision via the enteral route in critically ill patients: a single center feasibility trial of the PEP uP protocol. *Crit Care* 2010;14(2):R78.
- 24 Weijs PJM, Vansant GA. Validity of predictive equations for resting energy expenditure in Belgian normal weight to morbid obese women. *Clin Nutr* 2009 Oct 22.
- 25 Strack van Schijndel RJ, Weijs PJM, Koopmans RH, Sauerwein HP, Beishuizen A, Girbes AR. Optimal nutrition during the period of mechanical ventilation decreases mortality in critically ill, long-term acute female patients: a prospective observational cohort study. *Crit Care* 2009;13(4):R132.
- 26 Weijs PJM, Groot SDW, Driessen RH, Girbes AR, Beishuizen A. Optimal nutrition decreases 28 day mortality in mechanically ventilated critically ill, male and female patients: a prospective observational cohort study. *Clinical Nutrition Supplements*, vol 5 suppl 2, 2010.
- 27 Weijs PJ, Girbes AR, Beishuizen A. Optimal protein and energy nutrition decreases 28 day mortality in mechanically ventilated critically ill patients: a prospective observational cohort study. *JPEN* 2011;35(1):132-33.

Summary

Introduction

A standard tube feeding (2000 kcal, 80 g protein) is not sufficient for optimal nutrition of ICU patients. The Vumc developed a nutrition-advice program (based on energy-protein algorithm). This study investigates the impact of this program on energy and protein intake of ICU patients.

Methods

Simulation Study: A cohort of 879 ICU patients had energy expenditure measured with indirect calorimetry. We calculated the percentage of patients with an optimal energy and protein intake (indirect calorimetry+10%; >1.2 g protein/kg body weight) by virtually: 1) providing 2 liters of Nutrison Standard; 2) providing Nutrison Standard adapted to individual energy requirements; 3) feeding according to the nutrition advice program.

Evaluation study: The actual percentage of patients with adequate protein intake before and after implementation of the nutrition advice program was studied.

Results

Simulation study: The number of patients (%) with adequate protein intake increased from 1) 37 (4%), 2) 120 (14%), to 3) 782 (89%) patients.

Evaluation study: In clinical practice the percentage of patients with adequate protein intake increased from 30% to 60%.

Conclusion

Introduction of the nutrition advice program, based on the energy-protein algorithm, may result in optimal feeding of ICU patients in about 90%. In clinical practice we demonstrated an increase from 30% to 60%.

Keywords: energy intake, protein intake, ICU patients, nutrition advice program

Sondevoeding op de intensive care: de juiste keuze is snel gemaakt

Het optimaal voeden van patiënten op de IC is een hele uitdaging. Zowel de hoeveelheid calorieën als de hoeveelheid eiwit moet immers toereikend zijn. De uitdaging ligt in het feit dat energiebehoefte en eiwitbehoefte geen gelijke tred houden: eiwitbehoefte wordt per kilogram lichaamsgewicht berekend, terwijl voor energiebehoefte ook geslacht, leeftijd en lengte worden meegenomen. Patiënten met een gelijk gewicht, maar van verschillend geslacht, leeftijd en lengte hebben dus volgens berekening een gelijke eiwitbehoefte, maar een verschillende energiebehoefte. De hoeveelheid eiwit die een patiënt per kcal nodig heeft (oftewel het energiepercentage eiwit in zijn of haar voeding), is dus niet voor iedereen gelijk. Kiezen voor standaard sondevoeding met een vaste hoeveelheid eiwit per kcal zal dus niet altijd de juiste keuze zijn.

In het VUmc werd geïnventariseerd voor hoeveel patiënten standaard sondevoeding (40 g eiwit en 1000 kcal per liter) toereikend was om zowel de energie- als de eiwitbehoefte te dekken. Wanneer iedere patiënt 2 liter kreeg, werd slechts 1 op de 25 adequaat gevoed. Door de hoeveelheid energie af te stemmen op de behoefte, werd dit 1 op de 7. Met andere woorden, 6 van de 7 patiënten kregen voldoende energie, maar onvoldoende (of juist te veel) eiwitten. Het overstappen op een eiwitverrijkte of energie- en eiwitverrijkte voeding bood voor 9 van de 10 patiënten een adequate voeding: een eenvoudige maatregel waarmee grote winst te behalen is.

Om op een snelle manier uit te rekenen welke sondevoeding het geschiktst is voor een individuele patiënt, is in het VUmc een geautomatiseerde methode ontwikkeld. Op basis van lichaamsgewicht en gemeten energiebehoefte wordt vastgesteld wat de energie- en eiwitbehoefte is en welke sondevoeding hierbij hoort. De Groot et al rapporteren dat de invoering van deze methode heeft geleid tot een verdubbeling van het aantal patiënten dat vier dagen na opname de eiwitbehoefte haalt. Dit is een mooi resultaat. Het artikel biedt tevens inzicht in de enorme variatie in (gemeten) energieverbruik en relateert maar weer eens het gebruik van voorspellingsformules.

Het door hen ontwikkelde energie-eiwit-algoritme kan ook eenvoudig worden gebruikt zonder speciale automatisering. Het enige wat de diëtist moet berekenen, is de hoeveelheid eiwit die de patiënt nodig heeft (1,2-1,5 g/kg op de IC) en de hoeveelheid energie (op basis van Harris & Benedict). Door het aantal gram eiwitten te delen door de energiebehoefte, weet je hoeveel gram eiwit je per kcal moet geven (zie rekenvoorbeelden). Op het etiket van de sondevoeding kun je precies aflezen of de hoeveelheid eiwit per kcal voldoende is. In de praktijk blijkt dat je op de IC al snel een eiwitverrijkte sondevoeding nodig hebt.

Rekenvoorbeelden uit artikel

Casus 1: eiwitbehoefte 42-53 g per 1000 kcal > tabel > Nutrison Protein Plus

Casus 2: eiwitbehoefte 55-68 g per 1000 kcal > tabel > Promote

Casus 3: eiwitbehoefte 40-50 g per 1000 kcal > tabel > Nutrison Protein Plus

Sondevoeding	Energie	Eiwit	Eiwit
	kcal/l	g/l	g/1000kcal
Nutrison	1000	40	40
Nutrison Protein Plus	1250	63	50,4
Promote	1000	63	63

Het inzetten van de juiste sondevoeding in de juiste hoeveelheid hoeft dus niet veel tijd te kosten, ook niet als er geen geautomatiseerd protocol voorhanden is. Ik kijk uit naar follow-up gegevens uit het VUmc. Op lange termijn lijken gunstige effecten op complicaties en mortaliteit aannemelijk.

Dr. Nicole M. de Roos, Wageningen Universiteit, Alliantie Voeding Gelderse Vallei