

## Wat is de energiebehoefte van mijn patiënt?

Dr.ir. P.J.M. Weijs<sup>1,2,3</sup> en dr.ir. H.M. Kruijenga<sup>1,2,4</sup>

### Samenvatting

**Inleiding:** Bij een optimale voedingsbehandeling is een juiste bepaling van de energiebehoefte een essentieel onderdeel. Het energieverbruik in rust (REE) kan om praktische redenen niet bij alle patiënten worden gemeten met behulp van indirecte calorimetrie. Daarom zijn in het VU medisch centrum de bestaande energieformules vergeleken met REE-metingen bij klinische en poliklinische patiënten.

**Methoden:** Bij 93 patiënten (45 klinisch en 48 poliklinisch) werd de REE gemeten met behulp van indirecte calorimetrie, en werden de overeenstemming, de schattingsfout en de reproduceerbaarheid van alle energieformules met de REE-meting getoetst. Een afwijking van 10% onder en boven de gemeten REE werd nog geaccepteerd als goede schatting.

**Resultaten:** Ongeveer de helft van de patiënten kon goed geschat worden met behulp van formules. Bij de klinische groep was het hoogste gevonden percentage 44%. De gemaakte schattingsfout liep op van 233 kcal bij de beste formule tot 426 kcal per dag bij de slechtste formule, wat een afwijking is van 16–28% van de gemeten REE. De FAO/WHO/UNU-formule op basis van gewicht en lengte (FAOwh) en de aangepaste Harris-Benedict-formule (HB1984) laten de beste overeenstemming zien met de metingen. Het gebruik van de 30 kcal/kg-methode resulteerde in grote onderschatting bij patiënten met ondergewicht en overschatting bij patiënten met overgewicht.

**Conclusie en discussie:** Indien het meten van het energieverbruik in rust niet mogelijk is, is het schatten met behulp van de FAOwh-formule aan te bevelen, en eventueel met de HB1984-formule. Het gebruik van de 30 kcal/kg-methode is geen goede optie. Het gebruik van het actuele gewicht wordt aangeraden, tenzij evident veel vocht wordt vastgehouden. Om de energiebehoefte te schatten, stellen we voor een vaste factor van 1,3 te gebruiken voor het overgrote deel van de patiënten (inclusief activiteit en ziekte).

**Trefwoorden:** Energieformule REE, energiebehoefte schatten

### Inleiding

Vraag: 'Wat is de energiebehoefte van mijn patiënt?' Antwoord: 'Dat weet ik niet! Maar ik kan wel een schatting maken.' De behoefte aan het antwoord op deze vraag lijkt groot, nu alle ziekenhuizen bezig zijn met het optimaliseren van de voedingsbehandeling van ondervoede patiënten. Dit is mede het gevolg van de introductie van de prestatie-indicator Ondervoeding en het verbeterproject 'Vroege herkenning en behandeling van ondervoeding in Nederlandse ziekenhuizen'. Het

doel van dit project is dat ziekenhuisbreed alle patiënten bij opname gescreend worden op (het risico van) ondervoeding, zodat tijdig een passende voedingsbehandeling gestart kan worden. Bij een optimale voedingsbehandeling is de bepaling van de energiebehoefte een essentieel onderdeel.

De energiebehoefte van de patiënt bestaat uit een drietal onderdelen<sup>1,2</sup>: de ruststofwisseling (Engels: resting energy expenditure, REE); de lichamelijke activiteit (Engels: physical activity level, PAL); en eventueel een ziektefactor. Het grootste deel van dit artikel gaat over de REE; in de discussie komen we terug op de andere onderdelen.

De REE is het energieverbruik van een persoon in rust.\* De REE wordt gemeten met behulp van indirecte calorimetrie. Het principe van deze calorimetrie is dat de ingeademde zuurstof en de uitge-

1. Wetenschappelijk medewerker (Weijs) en diëtist-onderzoeker (Kruijenga) VU medisch centrum, Diëtietiek & Voedingswetenschappen, Amsterdam
2. Docent Klinische Voeding, Opleiding Gezondheidswetenschappen, Faculteit Aard- en Levenswetenschappen, Vrije Universiteit, Amsterdam
3. Lector Gewichtsmanagement, Opleiding Voeding en Diëtietiek, Domein Bewegen, sport en voeding, Hogeschool van Amsterdam
4. Projectleider Ondervoeding, Stuurgroep Ondervoeding

#### Correspondentie:

Dr.ir. P.J.M. Weijs, VU medisch centrum, Diëtietiek & Voedingswetenschappen, Postbus 7057, 1007 MB Amsterdam, tel: 020-4443211, e-mail: p.weijs@vumc.nl

\* De REE is in principe ongeveer gelijk aan, of iets hoger dan, de BMR (basal metabolic rate, basaalstofwisseling). Bij de REE wordt niet voldaan aan de eisen voor meetomstandigheden voor BMR. De waarde is iets hoger omdat sprake kan zijn van een lichte verhoging door ziekte of een lichte verhoging door thermogeen effect van voeding, stress of spiersamentrekkingen.

ademde koolstofdioxide worden gemeten. De zuurstof, die door het lichaam gebruikt wordt voor verbrandingsprocessen waarbij energie vrijgemaakt wordt, heeft een vaste relatie met de hoeveelheid geproduceerde energie. Meestal wordt de formule van Weir gebruikt voor het berekenen van de hoeveelheid energie die vrijgemaakt is door het gebruik van de zuurstof.<sup>3</sup> Het meten in rust gebeurt meestal met een geventileerde kap over het hoofd van de persoon die rustig, maar wakker, op bed ligt. Het uitvoeren van deze meting kost minimaal een half uur en vergt dusdanig gespecialiseerde apparatuur dat het in de praktijk niet realistisch is om alle patiënten te meten. Voor de praktijk moeten we dus op zoek naar andere methoden, die zo nauwkeurig mogelijk zijn.

De REE kan geschat worden met behulp van formules. Deze formules worden in de praktijk vaak 'energieformules' genoemd. Het zijn in feite voorspellende formules, die gebaseerd zijn op regressieanalyse. De regressieanalyse geeft een verband weer tussen onafhankelijke variabelen die wel gemeten kunnen worden, zoals gewicht, lengte, geslacht en leeftijd, en als afhankelijke variabele het gemeten energieverbruik op basis van indirecte calorimetrie. Als je ervan uitgaat dat de gemeten populatie overeenkomt met je eigen populatie, ligt het voor de hand dat het verband (de formule) ook geldig is voor je eigen patiënten. Dit is al een van de eerste struikelblokken bij het gebruik van deze formules, omdat de populaties meestal niet geheel overeenkomen. Voor patiënten is het al helemaal moeilijk, omdat vrijwel alle formules gebaseerd zijn op gezonde populaties. En formules voor patiënten zijn vaak weer te specifiek (zoals de Ireton-Jones-formule: intensive care, brandwonden).<sup>4</sup> Maar ook als de populatie overeenkomt, moet je er van tevoren goed van bewust zijn dat zelfs in de oorspronkelijke populatie niet alle personen op de regressielijn lagen, maar daar soms zeer ver vanaf lagen. Met andere woorden: je kunt niet alle personen in een (regressie)lijn vangen. Tegelijk moet worden opgemerkt dat we vooralsnog niet veel anders tot onze beschikking hebben. Dus we zoeken vooral naar de formule die in onze eigen populatie het beste werkt. Het ligt voor de hand om dan de meest gebruikte formules te vergelijken met de gemeten waarden voor REE. De meest gebruikte formules zijn de originele<sup>5</sup> en aangepaste<sup>6</sup> Harris-Benedict-formule, de FAO/WHO/UNU-formule<sup>7</sup> (en de Schofield-formule, maar dat blijkt in de praktijk vaak de FAO/WHO/UNU-formule te zijn, of andersom)<sup>2</sup>, en aangezien de ESPEN-richtlijnen de energiebehoefte uitdrukken in kcal per kg, wordt ook vaak gebruikgemaakt van de vaste factor 30 kcal/kg (maar ook 25, 35, 40, 45 etc. komen voor).<sup>8,9</sup> In de literatuur zijn verschillende studies te vinden

die hebben gekeken naar de nauwkeurigheid van verschillende formules. Hierbij zijn vaak slechts één of enkele formules getest, is de populatie niet Nederlands, betreft het specifiek morbide obesen, en vrijwel nooit klinische of poliklinische patiënten. Vreemd, omdat je het schatten van de REE juist vaak wilt doen bij patiënten.

Daarom hebben we voor het evidence based handelen<sup>10</sup> in het VU medisch centrum een analyse gemaakt van de bestaande formules en die vergeleken met REE-metingen bij klinische en poliklinische patiënten.<sup>11</sup>

## Methoden

### *Patiënten*

Patiënten werden in het VUmc gemeten in het kader van zorg en onderzoek. Patiënten die voor een langere periode enterale of parenterale voeding nodig hadden of patiënten van wie het gewicht onverklaarbaar veranderde, werden voor 'nutritional assessment'-metingen doorverwezen en doorgemeten. De data werden verzameld in de periode van juni 2002 en april 2005 bij zowel klinische als poliklinische patiënten. Patiënten werden alleen geïnccludeerd als gewicht, lengte, geslacht en leeftijd en de gemeten REE beschikbaar waren.

### *Indirecte calorimetrie en antropometrie*

Van alle patiënten werd de REE gemeten met de Deltatrac. Tijdens de meting lagen de patiënten rustig, maar wakker, op een bed. Een aantal uur voorafgaand aan de meting hadden de patiënten niet gegeten en waren zij niet lichamelijk actief geweest. De indirecte calorimetriemeting vond plaats in een ruimte met een standaard en neutrale ziekenhuis-kamertemperatuur. Gedurende de meting werd een geventileerde kap over het hoofd van de patiënt geplaatst waarmee de ingeademde zuurstof en uitgeademde koolstofdioxide gemeten werd. Vervolgens werd de energiebehoefte berekend aan de hand van de formule van Weir.<sup>3</sup> Het lichaamsgewicht werd gemeten door een gekalibreerde elektronische weegschaal van het merk Seca. Geslacht, leeftijd en lengte van de patiënt waren zelf gerapporteerd of verkregen uit de patiëntstatus.

### *REE-formules*

PubMed werd gebruikt om systematisch naar publicaties over bestaande REE-formules te zoeken. Bij het zoeken werd gebruik gemaakt van de Mesh-termen 'energie metabolisme', 'basaal metabolisme', 'indirecte calorimetrie' en termen als 'predict', 'estimate', 'formule', 'berekening' werden gebruikt in alle mogelijke combinaties. Toegepaste limits bij het zoeken waren 'Engelse taal', 'human' en 'leeftijd boven 18 jaar'. Naast het zoeken in PubMed met behulp van zoektermen, werd

ook door het toepassen van de sneeuwbal methode veel bruikbare literatuur gevonden. Hierbij worden artikelen gezocht uit de literatuurlijsten van de artikelen die gevonden zijn via PubMed.

De gevonden formules werden geïnccludeerd als ze gebaseerd waren op gewicht, lengte, geslacht en/of leeftijd. De doelgroep moest volwassen zijn. Formules werden geëxcludeerd wanneer deze gebaseerd waren op de lichaamssamenstelling, wanneer deze bedoeld waren voor intensive care-patiënten of specifieke groepen (hieronder vallen onder andere etnische groepen, alleen mannen of alleen vrouwen en alleen mensen boven de 65 jaar). Uiteindelijk voldeden 17 formules aan deze criteria.<sup>11</sup> Vervolgens werd voor iedere patiënt de REE berekend met behulp van de gevonden formules. Het gewicht dat in de formules werd ingevuld, betrof het werkelijke actuele gewicht tijdens de REE-meting. De uitkomsten van de formules werden vergeleken met de gemeten REE.

Tevens werd ook de veelgebruikte factor van 30 kcal per kg lichaamsgewicht meegenomen in dit onderzoek. Deze formule schat – in tegenstelling tot andere formules – het totale energieverbruik (TEE) van de patiënt. De TEE bestaat uit de REE met daarbovenop 30% activiteitenfactor. Om tot de REE te komen moet de TEE gedeeld worden door 1,3.

#### Statistiek

In de praktijk is behoefte aan antwoord op de vraag of de REE van de patiënt nu goed geschat

**Tabel 1.** Het aantal poliklinische en klinische patiënten per diagnose of reden voor indirecte calorimetrie.

Diagnose of reden voor indirecte calorimetrie-meting	Poliklinisch (n=48)   Klinisch (n=45)	
	Poliklinisch (n=48)	Klinisch (n=45)
Inflammatory bowel disease (IBD)	15	6
Anorexia / chronisch ondergewicht	7	8
Coeliakie	10	2
Neurologische ziekte	2	6
Overgewicht	5	1
Short bowel syndroom	2	4
Hoofd-halskanker	2	4
Acute infectie		4
Grote gastrointestinale chirurgie		3
Graft versus host ziekte	1	2
Longziekte	2	
Diabetes mellitus		2
Irritable bowel disease met short bowel	1	1
Schildklierziekte	1	
Chronische infectie		1
Pulmonaire hypertensie		1

wordt of niet. Daarom is gekeken naar het percentage van de patiënten die goed geschat werden, dat wil zeggen dat de geschatte REE op basis van een formule overeenkwam met de gemeten REE. De afkappunten werden gedefinieerd op plus of min 10% van de gemeten REE. Een voorspelling die tussen de 90% en de 110% van de gemeten REE ligt, werd beschouwd als een accurate of goede voorspelling van de REE. Een voorspelling onder de 90% werd gedefinieerd als een onderschatting en een voorspelling boven de 110% van de REE werd gedefinieerd als een overschatting.

Verder is het natuurlijk voor elke analyse van overeenkomst belangrijk dat het gemiddelde verschil tussen de geschatte en gemeten REE (de zogenoemde bias) zoveel mogelijk nul benadert. Hierbij moet goed worden bedacht dat wanneer de bias nul is, dat nog geen garantie is voor overeenstemming, omdat grote positieve fouten gecompenseerd kunnen worden door grote negatieve fouten.

Om te onderzoeken hoe goed de formule de REE voorspelt, heb je niet veel aan de gebruikelijke t-test. Indien een t-test geen significant verschil oplevert, is dit namelijk geen garantie voor overeenstemming tussen de geschatte en gemeten REE-waarde.

Voor dit soort analyses wordt vaak de Bland Altman-plot gebruikt. Maar bij een hele serie van bijvoorbeeld dertig plots is het overzicht snel zoek. Daarom werden in deze studie analyses gedaan met de zogenoemde 'root mean squared prediction error' (RMSE) en de 'concordance correlation coefficient' (CCC).

De RMSE is letterlijk de wortel uit het gemiddelde van de gekwadraterde schattingsfout, waarbij de schattingsfout het verschil is tussen de geschatte en de gemeten REE. De kwadratering heeft als voordeel dat negatieve en positieve afwijkingen el-

**Tabel 2.** Patiëntenkenmerken

	Totaal n=93	Poliklinisch n=48	Klinisch n=45
Man/vrouw	34/59	9/39	25/20
Aantal			
Ondergewicht (BMI < 18,5)	42	13	29
Aantal			
Leeftijd, jaren (gem ± sd)	45,0 ± 16,9	42,2 ± 15,0	47,9 ± 18,4
Gewicht, kg (gem ± sd)	63,6 ± 24,0	67,5 ± 23,4	59,5 ± 24,3
BMI, kg/m <sup>2</sup> (gem ± sd)	21,4 ± 8,4	23,3 ± 8,2	19,3 ± 8,1
REE, kcal/d (gem ± sd)	1505 ± 336	1494 ± 300	1516 ± 374

kaar niet opheffen; alle individuele fouten worden dus meegewogen en de grote fouten tellen door de kwadratering extra hard mee.

De CCC werd gebruikt om de reproduceerbaarheid en de bias van de formules te analyseren.<sup>11</sup> De CCC is een gecorrigeerde versie van de correlatiecoëfficiënt. Deze correlatiecoëfficiënt is een maat voor reproduceerbaarheid: hoe goed kun je een lijntje trekken door de punten, waarbij  $x$ =gemeten en  $y$ =geschat. De CCC wordt berekend door de reproduceerbaarheid te vermenigvuldigen met de afwijking ten opzichte van de zogenoemde 'line of identity', waarbij  $x=y$ .

De data werden geanalyseerd met SPSS 12.0. De CCC werd bepaald met MedCalc versie 8.0.2.0.

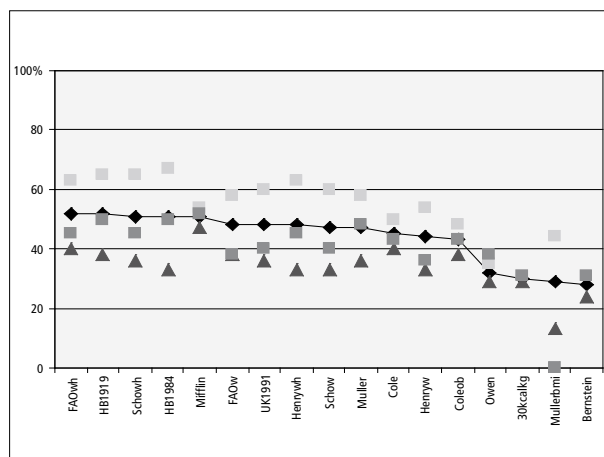
### Resultaten

In deze analyse zijn 93 patiënten geïncludeerd, van wie 45 klinische patiënten en 48 poliklinische patiënten (tabel 1). In tabel 2 zijn de kenmerken van de patiënten weergegeven. In de poliklinische groep zaten relatief veel vrouwen. In de klinische groep zaten relatief veel patiënten met ondergewicht (BMI < 18,5). Figuur 1A laat zien dat ongeveer de helft van de patiënten goed geschat kan worden (bij de klinische groep maximaal 44%). Figuur 1B laat de onderschatting zien van de meeste energieformules. Wat betreft het percentage goed geschat presteerde de FAO/WHO/UNU-formule op basis van gewicht en lengte<sup>7</sup> het beste (deze wordt als eerste weergegeven in de figuren). De originele HB1919-formule<sup>5</sup> was iets minder goed wat betreft bias dan de aangepaste HB1984-formule<sup>6</sup> (deze is gebaseerd op meer gegevens van Benedict zelf uit 1929 en 1935 en bevat tevens een grotere groep ouderen). De HB1984-formule was minder consistent goed dan de FAO/WHO/UNU-formule (percentage goed geschat bij de klinische groep is slechts 33%). Figuur 1B laat zien dat de schatting met behulp van 30 kcal/kg zowel grote positieve als grote negatieve fouten maakt. Patiënten met ondergewicht worden sterk onderschat. De gemaakte schattingsfout loopt op van 233 kcal bij de beste formule tot 426 kcal per dag bij de slechtste formule. Dit komt overeen met een afwijking van 16-28% van de gemeten REE.

De Bland Altman-plot liet zien dat hoe lager de gemeten REE is, des te meer formules de REE overschatten, en hoe hoger de gemeten REE, des te meer formules de REE onderschatten.<sup>11</sup>

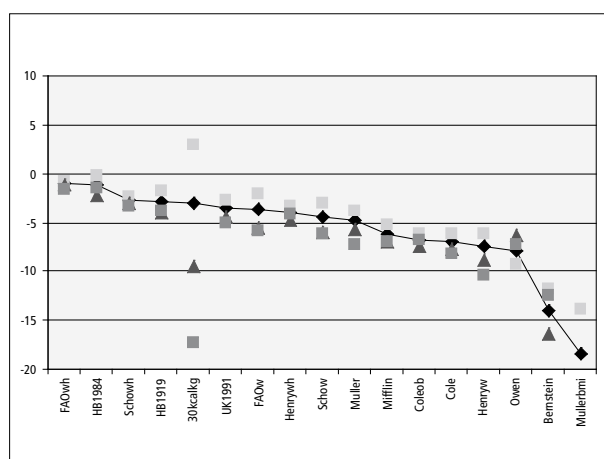
### Discussie

Uit deze studie komt naar voren dat het schatten van de REE met formules op z'n best in de helft van de poliklinische en klinische patiënten binnen de 10% blijft van de REE-meting. Voor de klinische groep is de score slechts 40%. Dat is een bedroevend lage score, maar vooralsnog hebben we



**Figuur 1A.** Het percentage van de patiënten dat goed geschat wordt met de betreffende formule.

- ◆ : totale groep
- : poliklinische groep
- ▲ : klinische groep
- : patiënten met ondergewicht



**Figuur 1B.** De gemiddelde fout (bias) van de geschatte REE ten opzichte van de gemeten REE; negatieve waarden betekenen onderschatting van de REE. (Voor de betekenis van de formules die niet in de methoden sectie worden genoemd: zie referentie 11.)

hiervoor weinig alternatieven voorhanden.

De schattingsfout is 230-430 kcal per dag. Dat is een substantieel deel (16-28%) van de REE, maar dus ook van de dagelijkse energiebehoefte. Het is daarom belangrijk te proberen die fout zo klein mogelijk te maken.

De eerste stap hierbij is het vinden van een formule met het hoogste percentage REE goed geschat, een geringe bias en een kleine schattingsfout. Uit deze studie blijkt dat de FAO/WHO/UNU-formule<sup>7</sup>, vaak ook wel aangeduid als de WHO-formule – en abusievelijk ook vaak aangeduid als Schofield-formule – het beste uit de bus komt. Hoewel de lengte normaal gesproken geen grote

Tabel 3. Rekenvoorbeeld voor een vrouw van 52 jaar, 70 kg en 1,75 m.

Energieformule	REE (kcal)	TEE (kcal)	Verskil met indirecte calorimetrie (kcal)
Indirecte calorimetrie	1425 x 1,3	1853	-
FAO/WHO/UNU <sup>7</sup>	1430 x 1,3	1859	+6
HB1984 <sup>6</sup>	1442 x 1,3	1875	+22
HB1919 <sup>5</sup>	1380 x 1,3	1794	-59
30 kcal/kg <sup>8,9</sup>	2100 (=TEE)	2100	+247

bijdrage levert aan een goede REE-schatting, lijkt het in deze populatie toch uit te maken en stellen we voor om de FAO/WHO/UNU-formule met gewicht en lengte te gebruiken voor patiënten. In het licht van implementatieproblemen zijn we geneigd om ook de Harris-Benedict-formule als een van de beste formules aan te bevelen, en dan met name de aangepaste versie van Roza en Shizgal uit 1984; wel met de opmerking dat slechts 44% van de patiënten goed geschat wordt.

Wat opvalt, is dat de REE met vrijwel alle formules onderschat wordt bij de onderzochte patiënten. Omdat je bij een REE-meting wel de 'ziektefactor' meeneemt, maar de formule een gezonde REE schat, ligt het voor de hand dat de onderschatting het gevolg is van een (zij het geringe) ziektefactor. Toen we naast de patiënten een gezonde controle-groep analyseerden, bleken die echter eenzelfde beeld op te leveren. Het percentage goed geschat was weliswaar iets hoger (ongeveer twee derde), maar de onderschatting was niet substantieel anders. Blijkbaar speelt de metabole status of ziektefactor hier toch niet zo'n grote rol. Overigens bleek dat wel het geval bij een aparte groep intensive care-patiënten, maar die maken geen deel uit van deze studie.

Ook valt het verschil op tussen klinische en poliklinische patiënten. Het is blijkbaar iets eenvoudiger om de REE van poliklinische patiënten te schatten dan die van klinische patiënten. Vermoedelijk speelt hier de (meer) afwijkende lichaamssamenstelling een rol. Bij de klinische patiënten nemen de spiermassa en vetmassa af en blijft een relatief groot deel van de orgaanmassa over. De orgaanmassa heeft een zeer hoge metabole activiteit vergeleken bij vetmassa en ook ten opzichte van spiermassa. De REE van klinische patiënten is daardoor waarschijnlijk hoger per kg lichaamsgewicht.

Uit verschillende studies blijkt dat het corrigeren voor lichaamssamenstelling door het opnemen van vetvrije massa en/of vetmassa in de formule geen verbetering geeft voor de REE-schatting.<sup>12</sup> Het is niet uitgesloten dat correcties voor orgaanmassa op basis van MRI-gegevens wel een betere schatting zouden kunnen geven. Bij patiënten zijn hierover

echter nog geen studies bekend.

De meeste (ook de beste) formules blijven de lage REE overschatten en de hoge REE onderschatten. Voor een deel kan dit verschijnsel mogelijk verklaard worden doordat we uitgaan van lineaire regressie analyse met vaste 'regressiecoëfficiënten' per verklarende variabele, zoals 9,2 x lichaamsgewicht bij de HB1984-formule (zie kader). Hierbij gaan we ervan uit dat sprake is van een lineair verband tussen de variabele (= lichaamsgewicht) en de uitkomst (= REE). Toch blijft dit effect beperkt tot de REE-waarden onder de 1200 en boven de 1800 kcal per dag. Extreme waarden zijn altijd nog lastiger te schatten dan de 'normalere' REE-waarden. De vaste factor van 30 kcal/kg wordt veelvuldig gebruikt in de praktijk en wordt daarom nader belicht. Deze formule maakt de grootste fout bij het inschatten van patiënten. Bij patiënten met ondergewicht wordt de REE met 17,4% onderschat. De REE van obese patiënten wordt juist overschat, soms wel tot 700 kcal/dag (dit is 33% boven de REE). Het verlagen of verhogen van de hoeveel-

#### De energieformules

##### FAO/WHO/UNU-formule<sup>7</sup>

###### Mannen

18-30 jaar: 15,4 gewicht (kg) - 27 lengte (m) + 717

30-60 jaar: 11,3 gewicht (kg) - 16 lengte (m) + 901

> 60 jaar: 8,8 gewicht (kg) + 1128 lengte (m) - 1071

###### Vrouwen

18-30 jaar: 13,3 gewicht (kg) + 334 lengte (m) + 35

30-60 jaar: 8,7 gewicht (kg) - 25 lengte (m) + 865

> 60 jaar: 9,2 gewicht (kg) + 637 lengte (m) - 302

##### Originele en aangepaste Harris-Benedict-formule<sup>5,6</sup>

###### Mannen

1919: 13,7 gewicht (kg) + 5,0 lengte (cm) - 6,8 leeftijd + 66

1984: 13,397 gewicht (kg) + 4,799 lengte (cm) - 5,677 leeftijd

+ 88,362

###### Vrouwen

1919: 9,6 gewicht (kg) + 1,7 lengte (cm) - 4,7 leeftijd + 655

1984: 9,247 gewicht (kg) + 3,098 lengte (cm) - 4,33 leeftijd

+ 477,593

heid kcal per kg levert niet veel op voor de praktijk. Hierbij blijkt de onderschatting toe of af te nemen ten koste van afname of toename van overschatting, maar het percentage goed geschat wordt niet beter.

Het onderzoek bij patiënten had als nadeel dat veelal patiënten met een normaal gewicht en ondergewicht waren geïncludeerd, maar nauwelijks met overgewicht en obesitas. Een nadere analyse werd gedaan bij een BMI-groep van 25-40, maar wel gezonde personen.<sup>12</sup> Hieruit blijkt dat vrijwel alle formules onderschatten met het huidige gewicht. Indien dus bij overgewicht of obesitas gewerkt zou worden met een naar beneden bijgesteld gewicht (en dan moet nog uitgezocht worden hoe precies), zou de onderschatting nog groter worden. Bij ondergewicht werken met een correctie naar boven levert inderdaad minder onderschatting van de REE op, maar vergroot niet het aandeel goed geschat en vergroot wel het aandeel REE-overschat. Dus het is beter het lichaamsgewicht niet aan te passen; niet bij ondergewicht, maar ook niet bij overgewicht!

De energiebehoefte is  $REE \times PAL$  ('physical activity level'). Welke waarde kunnen we het beste gebruiken voor de PAL? Volgens de Gezondheidsraad<sup>1</sup> en de WHO<sup>2</sup> heeft een zittende of weinig actieve levensstijl een PAL van 1,4-1,7 voor gezonde personen. Het ligt voor de hand dat patiënten niet al te actief zijn, hoewel dat in individuele gevallen en ook bij specifieke aandoeningen heel goed mogelijk is. Voor intensive care-patiënten die beademd worden wordt vaak uitgegaan van een factor 1,1 voor activiteit. Op basis van de verzamelde informatie van Elia<sup>13</sup> zou het percentage van de energiebehoefte voor activiteit geschat kunnen worden op ongeveer 20%; omgerekend is dat een activiteitenfactor van 1,25 of afgerond 1,3.

Tegenwoordig wordt de PAL-waarde volgens de Gezondheidsraad en de WHO berekend op basis van gegevens over het totale energieverbruik gemeten met dubbelgemerkt water en de basaalstofwisseling ( $TEE / BMR = PAL$ ). Dit heeft tot gevolg dat het zogenaamde thermogeen effect van de voeding opgenomen is in de PAL-waarde; er zijn immers slechts twee zaken nodig voor energiebehoefte =  $BMR \times PAL$ . In het artikel van Elia<sup>13</sup> wordt de TEE/BMR-waarde op 1,3 of hoger geschat voor chronische ziekten en ruim lager voor acute ziekten. Hoewel het een lastige afweging is, lijkt een PAL van 1,3 voor patiënten redelijk. Dit is echter niet met zekerheid te zeggen.

Elia geeft aan dat de energiebehoefte voor lichamelijke activiteit bij patiënten al snel afneemt met de ziekte-ernst, uitgedrukt als percentageverhoging van de BMR door ziekte. Hij suggereert dat een factor van 1,3 adequaat is voor patiënten die nauwelijks ziek zijn (bijvoorbeeld 1,05 x BMR) tot patiënten

die redelijk ziek zijn (bijvoorbeeld 1,2 x BMR). Dit wordt verklaard door de compensatie van energie voor lichamelijke activiteit die voor de ziekte wordt gebruikt.<sup>13,14</sup> Als patiënten nog zieker zijn dan 1,2 x BMR, gaat waarschijnlijk ook de totale energiebehoefte omhoog. Je moet je afvragen welke patiënten dat zijn en of het overgrote deel niet gewoon met een factor 1,3 toe kan. Ook deze uitspraak is onvoldoende aangetoond en kan beter worden uitgezocht.

Hiermee hebben we echter wel een algemeen advies ten aanzien van het berekenen van de energiebehoefte voor de patiënt in handen, namelijk: FAO/WHO/UNU voor gewicht en lengte of HB1984 voor REE gebruiken, geen vaste factoren, geen aangepast gewicht, en wel een vaste factor van 1,3 voor activiteit (of ziekte) tenzij meer informatie ten aanzien van de patiënt om aanpassing hiervan vraagt.

In dit artikel is geen rekening gehouden met fecale of andere verliezen. Ook is geen rekening gehouden met accretiekosten en synthesekosten van gewichtsherstel. We hebben slechts gepoogd om een evidence-based voorstel te doen voor het bepalen van de energiebehoefte van de patiënt. We gaan ervan uit dat dit voorstel geldig is voor het overgrote deel van de patiënten. Elk professioneel handelen met meer kennis over de patiënt zelf heeft echter de voorkeur boven dit algemene advies.

### Conclusie en aanbevelingen

Op basis van dit onderzoek kan geconcludeerd worden dat het beter is om energieverbruik in rust bij patiënten te meten. Indien dit niet mogelijk is, is het schatten van het energieverbruik in rust met de FAO/WHO/UNU-formule voor gewicht en lengte aan te bevelen, en eventueel met de aangepaste Harris-Benedict-formule. Het gebruik van de 30 kcal/kg is geen goede optie, omdat de onderschatting bij patiënten met ondergewicht en de overschatting bij patiënten met overgewicht erg groot is, en dit niet verbeterd kan worden door de hoeveelheid kcal per kg lichaamsgewicht te verhogen of te verlagen.

Het gebruik van het werkelijke actuele gewicht wordt aangeraden, tenzij evident veel vocht wordt vastgehouden. Voor lichamelijke activiteit stellen we voor een vaste factor van 1,3 te gebruiken voor het overgrote deel van de patiënten. In principe is dit de activiteitenfactor, maar in geval de patiënt zieker is, kan dit deels een ziektefactor zijn of worden. Patiënten hebben doorgaans een normaal of verlaagd totaal energieverbruik. De kans dat een patiënt niet genoeg voeding binnenkrijgt (dus verlaagde intake heeft) is groter dan de kans dat het verhoogde energieverbruik de oorzaak is (uiteraard is dat wel mogelijk, zoals bij acute infectie en brandwonden). We hopen hiermee een bijdrage te leveren aan een optimale behandeling van de patiënt.<sup>15</sup> Dit is echter pas

het begin van de behandeling; na het bepalen van de energiebehoefte moeten nog meer keuzes gemaakt worden die de patiënt uiteindelijk in de juiste voedingstoestand brengen.<sup>16,17</sup>

*Belangenconflict: geen*

*Financiële ondersteuning: geen*

---

## Literatuur

1. Gezondheidsraad. Voedingsnormen: energie, eiwitten, vetten en verteerbare koolhydraten. Den Haag: Gezondheidsraad, 2001; publicatie nr 2001/19R (gecorrigeerde editie:juni 2002).
2. FAO/WHO/UNU. Human energy requirements. Report of a Joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation, 2001.
3. Weir JB. New methods for calculating metabolic rate with special reference to protein metabolism. *J Physiol* 1949;109:1-9.
4. Ireton-Jones CS, Turner WW, Liepa GU, Baxter CR. Equations for estimation of energy expenditures of patients with burns with special reference to ventilatory status. *J Burns Care Rehab* 1992;13:330-3.
5. Harris JA, Benedict FG. A biometric study of basal metabolism in man. Washington, DC: Carnegie Institute of Washington; 1919.
6. Roza AM, Shizgal HM. The Harris Benedict equation re-evaluated: resting energy requirements and the body cell mass. *Am J Clin Nutr* 1984;40:168-82.
7. FAO/WHO/UNU. Energy and protein requirements. Geneva: WHO Technical Report Series, 1985.
8. Valentini L, Schutz T, Allison S, Howard P, Pichard C, Lochs H. ESPEN guidelines on enteral nutrition. *Clin Nutr* 2006;25:210-360.
9. Sobotka L, Allison SP, Furst P, Meier R, Pertkiewicz M, Soeters P. Basics in clinical nutrition. 3rd edition. Prague: Galen, 2004.
10. De Roos NM, Weijs PJM. Evidence-based diëtetiek: principes en werkwijze. In: Former-Boon M, van Duinen JJ (eds). Evidence Based Diëtetiek. Houten: Bohn Stafleu van Loghum, 2008:13-21. ISBN 139789031351282.
11. Weijs PJ, 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. *Clinical Nutrition* 2008;27:150-7.
12. Weijs PJM. Validity of predictive equations for resting energy expenditure in US and Dutch overweight and obese class I and II adults younger than 65y. *Am J Clin Nutr* 2008;88:959-70.
13. Elia M. Insights into energy requirements in disease. *Public Health Nutr* 2005;8:1037-52.
14. Kondrup J. Energy and protein balance. In: Basics in clinical nutrition, Sobotka L, (ed). 3rd edition. Prague: Galen, 2004:1-6. ISBN 8072622927.
15. 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;26:154-8.
16. Strack van Schijndel RJM, Weijs PJM, Sauerwein HP, de Groot SDW, Beishuizen A, Girbes ARJ. An algorithm for balanced protein/energy provision in critically ill mechanically ventilated patients. *e-SPEN, the European e-Journal of Clinical Nutrition and Metabolism* 2007;2:69-74.
17. Strack van Schijndel RJ, Weijs PJ, Koopmans RH, Sauerwein HP, Beishuizen A, Girbes AR. Optimal nutrition during the period of mechanical ventilation decreases mortality in critically ill, long-term female patients: a prospective observational cohort study. *Crit Care* 2009;13(4):in press.

---

## Summary

**Introduction:** Accurate assessment of energy needs is an essential part of an optimal nutritional treatment. It is not possible to measure resting energy expenditure (REE) with indirect calorimetry in all patients, due to practical reasons. Therefore the VU University Medical Center team compared existing REE predictive equations with REE measurements for inpatients and outpatients. **Methods:** For 93 patients (45 inpatients and 48 outpatients) REE was measured with indirect calorimetry and the bias, prediction error and reproducibility were assessed for all REE predictive equations. A maximal error of 10% above or under the REE measurement was accepted as accurate prediction. **Results:** About half of the patients had accurate REE predictions by existing equations. For inpatients the highest value was 44% accurate predictions. The prediction error increased from 233 kcal for the best equation to 426 kcal per day for the worst equation, which is an error of 16-28% of the measured REE. The FAO/WHO/UNU equation, based on weight and height (FAOwh) and the adjusted Harris-Benedict equation (HB1984) showed the best predictions compared to the measurement. The use of 30 kcal/kg method resulted in large underestimations in patients with underweight and overestimations in patients with overweight. **Conclusion and discussion:** In case the measurement of resting energy expenditure is not possible, the REE can be estimated with the FAO weight and height equation or, if preferred, the adjusted HB1984 equation. The use of 30 kcal/kg method is not a good option. The use of actual body weight is recommended, unless water retention is evident. In order to estimate energy needs, we propose to use a fixed factor of 1.3 for the large majority of the patients (including physical activity and illness factor).

**Keywords:** REE predictive equation, estimating energy needs

## Schatting energieverbruik in rust bij patiënten sterk afhankelijk van gebruikte voorspellingsformules

**Het artikel in het wetenschappelijk katern beschrijft de resultaten van een onderzoek naar het verschil tussen het gemeten en geschatte energieverbruik bij patiënten in rust. Tevens bevat dit artikel praktische adviezen voor het schatten van de energiebehoefte. Aangezien optimaal voeden van patiënten een van de prestatie-indicatoren voor ziekenhuizen is, komt dit artikel op het juiste moment.**

Vanaf 2008 is naast het screenen op ondervoeding ook behandeling van ondervoeding opgenomen in de basisset prestatie-indicatoren. Van diëtisten wordt verwacht dat ze op een verantwoorde wijze de energie- en eiwitbehoefte schatten bij patiënten met uiteenlopende aandoeningen. Het schatten van die behoefte is echter vaak een groot probleem. Welke formule dient te worden gebruikt, moet het actuele gewicht of een afgeleid gewicht worden gebruikt, hoe ga je om met dehydratie of oedeem en ascites? In het artikel wordt de nauwkeurigheid van de meest gebruikte voorspellingsformules vergeleken en worden praktische richtlijnen gegeven.

De energiebehoefte is zeer individueel bepaald en hangt onder andere af van geslacht, leeftijd, lichaamssamenstelling, activiteit, ziekte en medicatie. Het nauwkeurig schatten van de behoefte is erg moeilijk, omdat voorspellingsformules uitgaan van een gemiddelde lichaamssamenstelling en een normaal metabolisme. Voor het effect van de ziekte kan via zogenoemde ziektefactoren gecorrigeerd worden, maar deze benadering blijft subjectief. Meting van het energieverbruik verdient daarom de voorkeur. Echter, aangezien niet iedere diëtist deze mogelijkheid ter beschikking heeft en de meting relatief veel tijd kost is inschatting met voorspellingsformules het enige alternatief.

Weijs en Kruijenga hebben bij 45 klinische en 48 poliklinische patiënten de REE (resting energie expenditure) gemeten en vergeleken met resultaten van 17 verschillende voorspellingsformules. Op basis van hun onderzoek adviseren zij de FAO/WHO/UNU formule te hanteren met gebruik van actueel gewicht en een vaste factor van 1,3 ter correctie voor het effect van ziekte en activiteit samen.

Dit artikel kan voor diëtisten een handvat zijn voor het berekenen van de energiebehoefte. Het kan hen aanzetten de tot nu toe gehanteerde procedure onder de loep te nemen en eventueel aan te passen. Dit kan de uniformiteit in behandeling en daardoor de vergelijkbaarheid van interventies ten goede komen. Tevens maakt het artikel duidelijk dat de ware energiebehoefte enorm kan afwijken van de geschatte behoefte. Monitoren van de voedingstoestand blijft daarom essentieel.

*Dr.ir. P.L.M. Reijven  
Wetenschappelijk medewerker Academisch Ziekenhuis  
Maastricht, afdeling Diëtetiek, en Universiteit Maastricht,  
vakgroep Epidemiologie*

## Publicaties van Nederlandse diëtisten in internationale wetenschappelijke tijdschriften

Beijer S, Hupperets PS, van den Borne BE, Eussen SR, van Henten AM, van den Beuken-van Everdingen M et al. Effect of adenosine 5'-triphosphate infusions on the nutritional status and survival of preterminal cancer patients. *Anticancer Drugs* 2009;20:625-33.

Broek PW van den, Rasmussen-Conrad EL, Naber AH, Wanten GJ. What you think is not what they get: significant discrepancies between prescribed and administered doses of tube feeding. *Br J Nutr.* 2009;101:68-71.

Hopman EG, Koopman HM, Wit JM, Mearin ML. Dietary compliance and health-related quality of life in patients with coeliac disease. *Eur J Gastroenterol Hepatol.* 2009;21:1056-61.

Jager-Wittenaar H, Dijkstra PU, Vissink A, van Oort RP, Roodenburg JL. Variation in repeated mouth-opening measurements in head and neck cancer patients with and without trismus. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2009;38:26-30.

Ligthart-Melis GC, van de Poll MC, Vermeulen MA, Boelens PG, van den Tol MP, van Schaik C et al. Enteral administration of alanyl-[2-(15)N]glutamine contributes more to the de novo synthesis of arginine than does intravenous infusion of the dipeptide in humans. *Am J Clin Nutr* 2009;90:95-105.

Sikkes ME, Kooistra MP, Weijs PJ. Improved nutrition after conversion to nocturnal home hemodialysis. *J Ren Nutr* 2009;19:494-9.

Van Venrooij LMW, van Leeuwen PAM, de Vos R, Borgmeijer-Hoelb MMMJ, de Molb BAJM. Preoperative protein and energy intake and postoperative complications in well-nourished, non-hospitalized elderly cardiac surgery patients. *Clinical Nutrition* 2009; 28:117-21.

Zijlstra H, Boeije HR, Larsen JK, van Ramshorst B, Geenen R. Patients' explanations for unsuccessful weight loss after laparoscopic adjustable gastric banding (LAGB). 1: Patient Educ Couns. 2009;75:108-13.

Zijlstra, H, Larsen JK, De Ridder DTD, Van Ramshorst B, Geenen R. Initiation and maintenance of weight loss after laparoscopic adjustable gastric banding. The role of outcome expectancy and satisfaction with the psychosocial outcome. *Obesity Surgery* 2009;19:725-31.

**Geef nieuwe publicaties door via:  
[redactie@nvdietist.nl](mailto:redactie@nvdietist.nl).**