Lichaamssamenstelling van volwassenen met een energiestofwisselingsziekte

Heidi Zweers BSc[1], Anne Pakkert MSc[2], Susanne Leij PhD[3]

SAMENVATTING

Inleiding

Patiënten met een energiestofwisselingsziekte hebben een verhoogd risico op ondervoeding. Redenen hiervoor zijn dat voedingsproblemen frequent voorkomen en dat deze patiënten vaker een lage BMI hebben. Het is echter bekend dat de BMI geen betrouwbare maat is voor de voedingstoestand bij neuromusculaire aandoeningen. Ondanks een normale BMI kan de spiermassa immers verlaagd en de vetmassa verhoogd zijn. Doel van deze studie is het beschrijven van de lichaamssamenstelling van volwassenen met een energiestofwisselingsziekte en deze vergelijken met referentiewaarden voor lichaamssamenstelling voor gezonde personen.

Methoden

Deze studie heeft een cross-sectioneel design. De studiepopulatie bestond uit patiënten met een energiestofwisselingsziekte. Antropometrische metingen werden verricht: lengte (m), gewicht (kg), BMI (kg/m^2), bovenarmomtrek (BAO, cm), bovenarmspieromtrek (BASO, cm), tricepshuidplooi (mm) en middelomtrek (MO, cm). Vetvrije Massa Index (VVMI, kg/m^2), lichaamsvetpercentage en Vet Massa Index (VMI, kg/m^2) werden berekend met de uitslagen van bio-impedantieanalyse. Verschillen in BMI, VVMI en VMI van patiënten ten opzichte van referentiewaarden voor een gezonde populatie werden geëvalueerd met de one-sample t-test ($p<0,05$).

Resultaten

85 patiënten met een energiestofwisselingsziekte (leeftijd: 46 =±12 jaar; man: n=27) tekenden informed consent. 7% had een BMI<18,5, 40% had een BMI>25. De gemiddelde VVMI was lager dan de P50-waarde van de referentiewaarde (17,6±2,4 versus 19,3 voor mannen ($p=0,01$) en 15,3±1,6 versus 16,1 voor vrouwen ($p<0,001$)), terwijl de gemiddelde VMI hoger was dan de referentie (6,6±3,3 versus 4,9 voor mannen ($p=0,02$) en 9,0±3,1 versus 6,2 voor vrouwen ($p<0,001$)). De gemiddelde BASO van de mannelijke patiënten (n=7) was lager dan de P50-waarde van de referentiewaarden ($p=0,02$). 39% van de patienten had een lage spiermassa op basis van een lage VVMI, terwijl 64% centrale obesitas had op basis van een hoge MO. 19% had een lage spiermassa gecombineerd met een hoge vetmassa.

Conclusie

Een meerderheid van de patiënten met een energiestofwisselingsziekte (ook degenen met een normale BMI) had een afwijkende lichaamssamenstelling ten opzichte van gezonde referenties. Zij hadden een lagere VVMI en een hogere VMI.

Trefwoorden

Lichaamssamenstelling, nutritional assessment, neuromusculaire aandoeningen, energiestofwisselingsziekten, middelomtrek, bovenarmomtrek, vetvrijemassaindex

CORRESPONDENTIE

Heidi.Zweers-vanEssen@radboudumc.nl

1 Diëtist, promovendus afdeling MDL Darmfalen en Diëtetiek, Radboudumc Nijmegen
2 Diëtist UMCU (ten tijde van het onderzoek stagiaire Radboudumc Nijmegen)
3 Hoofddocent Voeding & Diëtetiek en onderzoeker Lectoraat Voeding in relatie tot Sport en Gezondheid, Hogeschool van Arnhem en Nijmegen

Belangenverklaring

Er is geen sprake van een belangenconflict.

Financiering

Er is geen sprake van externe financiering.

Inleiding

Energiestofwisselingsziekten zijn zeldzame stofwisselingsziekten waarbij er een probleem is in de productie van adenosinetrifosfaat (ATP) in de mitochondriën. Dit probleem in de productie van ATP leidt tot een tekort aan energie en ondervoeding op celniveau. Deze ondervoeding op celniveau kan leiden tot ondervoeding op 'whole body' niveau, gedefinieerd als: 'een acute of chronische toestand waarbij een tekort of disbalans van energie, eiwit en andere voedingsstoffen leidt tot meetbare, nadelige effecten op lichaamssamenstelling, functioneren en klinische resultaten'.[1]

Het verminderde functioneren bij deze ziekte kan zich in meerdere organen uiten. Met name organen met een hoge energiebehoefte kunnen minder goed functioneren. Denk hierbij aan de spieren, hersenen en darmen.[2] Bij een deel van de patiënten met een energiestofwisselingsziekte is recent aangetoond dat ze op basis van een verlaagde BMI een verhoogd risico op ondervoeding hebben. Data over lichaamsamenstelling ontbreken echter.[3]

Uit studies bij neuromusculaire aandoeningen, waarvan energiestofwisselingsziekte een onderdeel is, lijkt de BMI ongeschikt te zijn als indicator voor het vaststellen van de voedingstoestand. Patiënten met myotone dystrofie hebben bijvoorbeeld een lagere spiermassa en in verhouding een hogere vetmassa vergeleken met gezonde controles, waardoor alleen BMI onvoldoende zegt over de voedingstoestand van deze patiëntgroep.[4]

Om bij patiënten met een energiestofwisselingsziekte de voedingstoestand te kunnen bepalen, zijn gegevens van de lichaamssamenstelling van deze patiëntengroep nodig.

Hoofdvraag

Wat is de lichaamssamenstelling van volwassenen met een mitochondriële ziekte? En wijkt deze af van referentiewaarden die gelden voor een gezonde populatie?

Hypothese

De verwachting is dat bij patienten met een mitochondriële ziekte de Vetvrije Massa Index (VVMI) lager is en de Vet Massa Index (VMI) hoger is in vergelijking met referentiewaarden die gelden voor een gezonde populatie.

Methode

In de periode van 2013 tot en met 2016 werd de lichaamssamenstelling bepaald van volwassen patiënten met een bewezen energiestofwisselingsziekte. Deze metingen vonden plaats in het kader van reguliere patiëntenzorg of als onderdeel van onderzoek. Alle patiënten tekenden informed consent. De ethische commissie van de regio Nijmegen-Arnhem verleende toestemming voor de uitvoering van deze studie.

Antropometrie werd bepaald: lengte (m), gewicht (kg), middelomtrek (MO, cm), bovenarmomtrek (BAO, cm) en tricepshuidplooidikte (mm). Daarnaast werden vetvrije massa (kg) en vetmassa (kg) berekend met de uitslag van bio-elektrische impendantieanalyse (duofrequentie BodyStat 5-50kHz). Hiervoor werd de formule van Kyle gebruikt.[5] Alle metingen werden nuchter en gestandaardiseerd uitgevoerd volgens de ESPEN Guidelines.[5]

Op basis van deze parameters werden afgeleide variabelen berekend: BMI (kg/m^2), Vetvrije Massa Index (VVMI, kg/m^2), Vetmassa Index (VMI, kg/m^2), lichaamsvetpercentage (%) en bovenarmspieromtrek (BASO, cm). Om te bepalen of de waarden van lichaamssamenstelling verschillen van de waarden die gelden voor een gezonde populatie, werden ze vergeleken met geldende referentiewaarden of de waarden van de Nederlandse populatie (indien beschikbaar).[6-11] De referentiewaarden werden geselecteerd wanneer dezelfde methode was gebruikt en/of metingen op vergelijkbare wijze waren uitgevoerd.[5,7,8,11] De referentiewaarden werden zoveel mogelijk gematched voor leeftijd. De gekozen referentie en de bijbehorende afkappunten staan vermeld in tabel 1.

Een VVMI onder de P10 werd gebruikt als criterium voor verlaagde spiermassa.[6] Om de VVMI voor de hele populatie te kunnen vergelijken, werd deze weergegeven als percentage van de geldende referentiewaarden voor mannen, vrouwen en leeftijdsgroep. De referentiewaarden van de VVMI werden hierbij gelijkgesteld aan 100%. Centrale obesitas werd bepaald volgens de WHO-criteria voor risico op welvaartsziekten.[11]

Statistische analyse

De continue variabelen werden gecontroleerd op normaliteit met behulp van de Shapiro-Wilk-test en indien normaal verdeeld beschrijvend weergegeven als gemiddelden ± standaard deviatie (SD). Categoriale variabelen werden weergegeven in procenten van de populatie. Het verschil tussen BMI, VVMI en VMI en de eerder beschreven referentiewaarden voor respectievelijk mannen en vrouwen werd getoetst op significan-

Tabel 1. Parameters voor lichaamssamenstelling en bijbehorende referentiewaarden voor gezonde populaties.

Variabele	Referentie	Jaartal publicatie	Land	Aantal deelnemers in leeftijdsgroep	Afkappunt
BMI (kg/m^2)	CBS[10]	2013	Nederland	40-50 jr ♂ 2500 ♀ 2500	WHO[9] Ondergewicht <18,5 Gezond gewicht 18,5-24,9 Overgewicht 25-29,9 Obesitas >30
VVMI (kg/m^2)	Schutz[6]	2002	Zwitserland	35-54 jr ♂ 1323 ♀ 1030	Te laag <P10
VMI (kg/m^2)	Schutz[6]	2002	Zwitserland	35-54 jr ♂ 1323 ♀ 1030	Te laag <P10 Te hoog >P90
BAO (cm)	Bishop[7]	1981	Verenigde Staten	35-54 jr ♂ 1429 ♀ 2500	Te laag <P10 Te hoog >P90
BASO (cm)	Bishop[7]	1981	Verenigde Staten	35-54 jr ♂ 1429 ♀ 2500	Te laag <P10 Te hoog >P90
Triceps-huidplooi (mm)	Frisancho[8]	1981	Verenigde Staten	35-54 jr ♂ 1704 ♀ 2661	Te laag <P10 Te hoog >P90
MO (cm)	WHO[11] Han[12]	2008 1995	Nederland	>18 jr ♂ 2183 ♀ 2698	Verhoogd risico op welvaartsziekten: ♂ >94 cm ♀ >80cm
Vet%	WHO[9]	2000	Europa	Leeftijd (jr) 20-39 40-59 >60	Vrouw/man 21-33/8-20 23-34/11-22 24-36/13-25

tie met de one-sample t-toets.[6,10] Bij de BASO, BAO en tricepshuidplooi werden in verband met het kleine aantal waarnemingen de verschillen tussen de gemiddelde waarde van de patiënten en de P50 van de referentiewaarde getoetst op significantie met behulp van de tekentoets. De analyses werden uitgevoerd met statistische software (SPSS, versie 22), het significantieniveau werd gesteld op p<0,05.

Resultaten

85 patiënten met een energiestofwisselingsziekte (27 mannen en 58 vrouwen) werden geïncludeerd in de studie. De gemiddelde leeftijd was 46 jaar (range 18-68 jaar).

Er werden relevante verschillen in lichaamssamenstelling gevonden tussen volwassenen met een energiestofwisselingsziekte en de referentiewaarden voor gezonde volwassenen. De BMI van volwassenen met een energiestofwisselingsziekte varieerde van 15 tot 41 (zie figuur 1), maar was gemiddeld genomen niet verschillend van die van de gemiddelde Nederlandse populatie (zie tabel 2).[10] De gemiddelde VVMI van zowel de mannelijke als vrouwelijke patiënten was significant lager dan de mediane referentiewaarde (respectievelijk p=0,01 en p<0,001, zie tabel 2).

De gemiddelde VMI was daarentegen bij zowel mannelijke als vrouwelijke patiënten significant hoger ten opzichte van de mediane referentiewaarden (respectievelijk p=0,02 en p<0,001, tabel 2).[6] 39% van de totale populatie had een lage spiermassa uitgaand van een VVMI <P10 van de referentiewaarden. 19% had een combinatie van een lage spiermassa en een hoog vet-

Tabel 2. Antropometrische parameters van volwassenen met een energiestofwisselingsziekte vergeleken met referentiepopulatie.

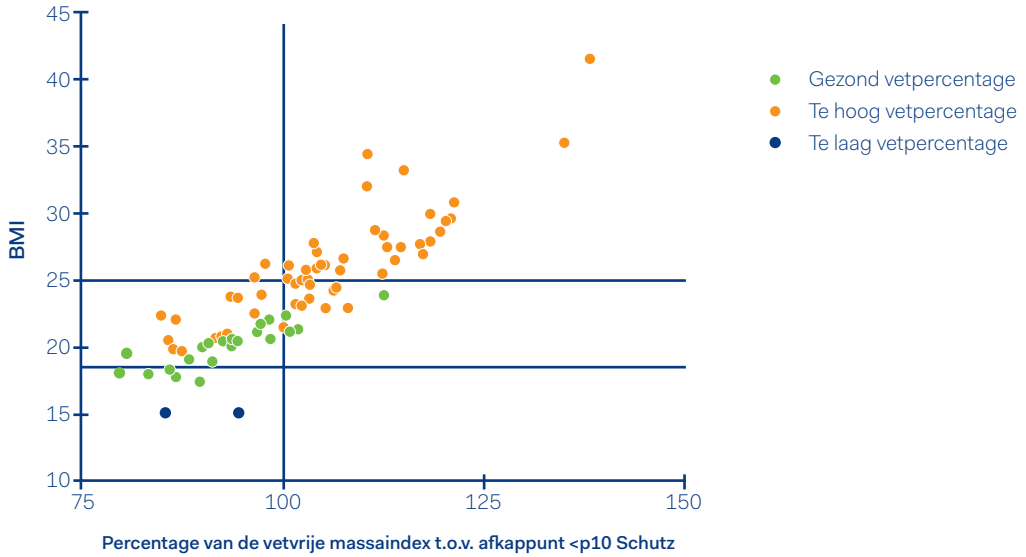
	Energiestofwisselingsziekte n=85, gem. (SD)/% ↑ MO	Referentiepopulatie, gem. of mediaan (SD)	P-waarde
BMI (kg/m²)		CBS 40-50 jr[10]	
Mannen (n=27)	24,2 (5,2)	25,6 (5,4)	0,20
Vrouwen (n=58)	24,1 (4,1)	24,6 (8,4)	0,40
BMI <18,5	7%	2%	
BMI 18,5-25	53%	50%	
BMI >25 (>30)	40% (8%)	48% (11%)	
VVMI (kg/m²)		Schutz P50 35-54 jr[6]	
Mannen (n=27)	17,6 (2,4)	19,3	0,01
Vrouwen (n=58)	15,3 (1,6)	16,1	<0,001
VMI (kg/m2)		Schutz P50 35-54 jr[6]	
Mannen (n=27)	6,6 (3,3)	4,9	0,02
Vrouwen (n=58)	9,0 (3,1)	6,2	<0,001
BAO (cm)		Bishop P50 35-54 jr[7]	
Mannen (n=7)	28,3 (3,0)	32,3	0,13
Vrouwen (n=32)	29,4 (3,7)	29,7	0,59
BASO (cm)		Bishop P50 35-54jr[7]	
Mannen (n=7)	23,4 (4,0)	28,4	0,02
Vrouwen (n=32)	21,5 (2,8)	22,1	0,59
Tricepshuidplooi (mm)		Frisancho P50 35-54jr[8]	
Mannen (n=7)	15,4 (8,1)	12	1,0
Vrouwen (n=32)	24,9 (6,2)	23,8	0,59
MO (cm)		WHO criteria ↑ MO[11]	
Mannen (19)	91,8 (10,7)/42%	>94 cm	
Vrouwen (48)	87,2 (12,2)/73%	>80cm	

percentage. Bij patiënten met een BMI van 18,5-25 werden zowel lage als hoge VVMI-waarden gemeten. Slechts bij 4 patiënten vielen de waarden voor BMI, VVMI, VMI en vetpercentage geheel binnen de referentiewaarden (zie figuur 1). 31% (n=26) had een VMI boven de referentie van Schutz. 71% had een hoog vetpercentage volgens de WHO-criteria.[6,9] 64% van de patiënten had centrale obesitas op basis van een hoge (n=19) of zeer hoge (n=24) middelomtrek (zie tabel 1). 18 van deze 43 patiënten hadden een BMI tussen de 18,5 en 25.[11] De overige 25 patiënten hadden overgewicht. Bij 39 patiënten (32 vrouwen en 7 mannen) waren ook gegevens bekend van de tricepshuidplooi, BAO, en BASO (zie tabel 2 en figuur 2). Alleen bij mannelijke patiënten was de gemiddelde BASO significant lager dan de P50-waarde van de referentiewaarden (p=0,02).[7]

Discussie

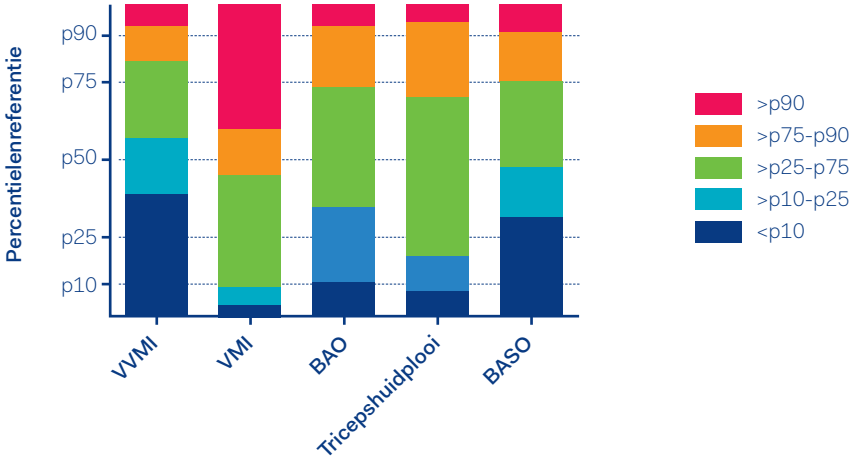
Dit onderzoekt bevestigt dat de lichaamssamenstelling van patiënten met een energiestofwisselingsziekte ongunstig is en aandacht nodig heeft. Ondanks een gemid-

Figuur 1. BMI (kg/m2) versus VVMI (% van de referentie) van patiënten met een energiestofwisselingsziekte (n=85).[6] Datapunten weergegeven in categorie van vetpercentage.[9]



Figuur 2. BMI (kg/m^2) versus VVMI (% van de referentie) van patiënten met een energiestofwisselingsziekte (n=85).[6] Datapunten weergegeven in categorie van vetpercentage.[9]

Figuur 2. Procentuele verdeling per percentiel van de volwassenen met energiestofwisselingsziekte t.o.v. de referentie voor VVMI, VMI, BAO, tricepshuidplooi en BASO.[6,7,8]



delde BMI die in overeenstemming was met die van gezonde Nederlanders kwamen een lage spiermassa en hoge vetmassa regelmatig voor. Dit zou als sarcopene obesitas kunnen worden aangemerkt. Voor sarcopene obesitas moet worden voldaan aan zowel het criterium van verlaagde spiermassa als aan het criterium van de WHO voor een hoog of zeer hoog vetpercentage.[13]

De verhoogde waarden van de VMI kwamen overheen met de hypothese. Bij veel patiënten leek de vetmassa met name geconcentreerd te zijn in de abdominale regio vanwege de verhoogde middelomtrek. Patiënten met spierziekten zijn vaak te herkennen aan een typische lichaamsbouw met dunnere ledematen en een dikkere buik. Met een hoge middelomtrek bij de meerderheid van de patiënten en een gemiddelde armomtrek die onder de P50 ligt, leek deze lichaamsbouw ook voor te komen bij de patiënten met een energiestofwisseling. Daarnaast hebben patiënten met energiestofwisselingsziekte frequent last van een opgeblazen gevoel en lucht in de buik, wat mogelijk deels de hoge middelomtrek verklaart.[3] Deze middelomtrek zorgt ervoor dat patiënten zichzelf vaak te dik vinden, terwijl ze tegelijk weinig spier-

massa kunnen hebben. Van de populatie patiënten in dit onderzoek had 39% inderdaad een verlaagde spiermassa en daarmee risico op ondervoeding.

Het is de vraag of de gebruikte referentiepopulaties representatief zijn voor de actuele Nederlandse populatie. Recente referentiedata van de BAO, BASO en de tricepshuidplooi voor de Europese populatie ontbreken echter. Voor de VVMI en VMI werden de referentiewaarden van Schutz gebruikt, omdat deze gebruikmaakt van identieke methodiek voor de bio-impedantie.[5,6,14] In 2014 publiceerden Franssen et al. een grotere referentiedatabase voor VVMI en VMI.[15] Met deze database is het mogelijk om gegevens per BMI categorie te vergelijken, wat vooral waardevol is bij de patiënten met overgewicht. Een beperking is dat Franssen et al. de data baseerden op een minder valide methodiek voor het bepalen van de VVMI en VMI. De auteurs voerden de bio-elektrische impedantieanalyse uit terwijl de patiënt staat, wat minder valide is dan een meting waarbij de patiënt ligt. Bovendien was de populatie van Franssen ouder dan 46 jaar en kwam daardoor niet overeen met de leeftijd van de patiëntenpopulatie van dit onderzoek. Uit literatuur blijkt echter dat de VVMI nauwelijks afhangt van de leeftijd.[6] Als, ondanks de genoemde nadelen van de referentiewaarden van Franssen et al, de data van onze studie daarmee worden vergeleken, komt het aantal patiënten met een verlaagde VVMI zelfs hoger uit, namelijk op 52%.

Van de patiënten met een energiestofwisselingsziekte had 39-52% een verlaagde spiermassa, op basis van een VVMI onder het tiende percentiel gemeten met single frequency bio-impedantie. Omdat bio-impedantie een dubbel indirecte methode is waarmee de hoeveelheid vetvrije massa kan worden bepaald, is enige voorzichtigheid bij de interpretatie van de gegevens noodzakelijk. De vetvrije massa (VVM) wordt berekend met een formule gebaseerd op een statistisch verband tussen de weerstand die het lichaam biedt aan een wisselstroom bij 50 kHz en de VVM. De beschikbare formules zijn gebaseerd op gegevens van verschillende populaties, met ander geslacht en/of andere leeftijden die wellicht niet overeen komen met de patiëntengroep van het onderzoek. Deze verschillen kunnen leiden tot een over-of onderschatting van de VVM. Bovendien bestaat de VVM uit verschillende weefsels, waarvan spiermassa er één is.

Op basis van de gevonden verlaagde VVMI is het vermoeden dat een groot deel van deze patiënten ondervoed was. Naast veranderde lichaamssamenstelling zijn andere factoren onderdeel van de diagnose ondervoeding. Om een completer beeld te krijgen, wordt een volledig Nutritional Assessment aanbevolen, waarbij ook naar intake en functioneren gekeken wordt.[16]

In deze studie is gekozen voor P10- en P90-waarden van de referenties als onder- en bovengrenzen voor VVMI, VMI, BAO, BASO en tricepshuidplooi. Aangezien ongeveer 50% van de volwassen populatie in West-Europa en Nederland overgewicht heeft op basis van de BMI, is het de vraag of het gebruik van deze referenties een goed beeld geeft voor het interpreteren ervan.[10] Het geeft namelijk geen informatie over de gezondheid of streefwaarden. De WHO hanteert wel streefwaarden voor gezonde BMI, middelomtrek en vetpercentage; daarom zijn deze in deze studie ook gebruikt.[11]

De onderzoekspopulatie was relatief klein, maar voor dit zeldzame ziektebeeld toch zeer waardevol. De resultaten van de bio-impedantiemetingen van de 85 volwassenen met een energiestofwisselingsziekte uit deze studie komen overeen met die van andere neuromusculaire aandoeningen.[4] Het aantal waarnemingen van de BASO, BAO en tricepshuidplooi was echter klein in deze groep, dus voor bevestiging van deze observaties zijn data van een grotere populatie gewenst.

Concluderend kan worden gesteld dat patiënten met een energiestofwisselingsziekte een afwijkende lichaamssamenstelling hebben, met zowel een lage VVMI als hoge VMI in vergelijking met gezonde referentiewaarden. Het meten van de BMI alleen is niet voldoende om een uitspraak te doen over de voedingstoestand van patiënten met een energiestofwisselingsziekte. Het heeft de voorkeur om de lichaamssamenstelling vast te stellen. Diëtisten zouden hier een belangrijke rol kunnen spelen. Er ligt een taak voor diëtisten om meer data te verzamelen en zo te komen tot Nederlandse referentiedata.

Dankwoord

Wij danken de studenten die een groot deel van de dataverzameling hebben uitgevoerd: Bram Kurk, Dimphey van Meijeren, Daphne van de Berg, Sophie Strijbosch, Joanne Boes en Marlou van Hal.

BESCHOUWING

Vervolgstappen in onderzoek nodig

Hoewel ondervoeding volop in de belangstelling staat, is er nog weinig bekend over ondervoeding bij patiënten met een energiestofwisselingsziekte. Verlies en/of tekort van spiermassa is een belangrijk kenmerk van ondervoeding. In dit cross-sectionele onderzoek werd onderzocht in hoeverre de lichaamssamenstelling van volwassenen met een mitochondriële ziekte afwijkt van referentiewaarden voor gezonde personen.

Met behulp van antropometrie en bio-impedantiemetingen (BIA) werd de lichaamssamenstelling vergeleken met in literatuur beschreven referentiewaarden. De auteurs concluderen dat de lichaamssamenstelling van patiënten met een energiestofwisselingsziekte ongunstig is, waarbij een lage vetvrije massa (VVM) en hoge vetmassa regelmatig voorkomen.

Deze studie is een eerste stap om de diagnostiek rondom ondervoeding bij deze patiëntengroep te verbeteren. Om de resultaten bruikbaar te laten zijn voor de praktijk, zijn echter wel enkele vervolgstappen in onderzoek nodig. Zo is het belangrijk om de lichaamssamenstelling van deze doelgroep te vergelijken met Nederlandse gematchte controlepersonen, aangezien de gebruikte referentiewaarden niet voldoende representatief zijn voor de doelgroep.

Ook moeten de BIA-formules die zijn gebruikt voor het schatten van de VVM worden gevalideerd voor deze doelgroep. Daarbij moet bovendien rekening worden gehouden met het gegeven dat bij zieke personen zelfs gevalideerde BIA-formules doorgaans een substantiële over- of onderschatting geven van de VVM, vergeleken met referentiemethoden zoals DEXA.

Voor de praktijk is het waardevol om naast lichaamssamenstelling ook de voedingsinname, activiteiten en het functioneren in kaart te brengen, zodat alle domeinen van het fenomeen ondervoeding worden beoordeeld. Het meten van alleen lichaamssamenstelling geeft namelijk onvoldoende handvatten voor het inzetten van effectieve interventies. Een te lage spiermassa kan immers ook worden veroorzaakt door een te lage lichamelijke activiteit. Een voorbeeld van een praktisch instrument dat alle domeinen van het begrip ondervoeding dekt is de Patient-Generated Subjective Global Assessment. Het verdient aanbeveling om de waarde van een dergelijk instrument bij patiënten met een energiestofwisseling te onderzoeken.

HARRIËT JAGER-WITTENAAR PHD, LECTOR CLINICAL MALNUTRITION AND HEALTHY AGEING, HANZEHOGESCHOOL GRONINGEN

Referenties

1 Stratton RJ, Green CJ, Elia M. Disease related malnutrition: an evidence based approach to treatment, hoofdstuk 4. CABI publishing, UK; 2003.
2 de Laat P, Koene S, van den Heuvel LP e.a. Clinical features and heteroplasmy in blood, urine and saliva in 34 Dutch families carrying the m.3243A > G mutation. Journal of inherited metabolic disease 2012;35(6):1059-69.
3 de Laat P, Zweers HEE, Knuijt S e.a. Dysphagia and gastro-intestinal problems in patients mitochondrial with the m 3243AG mutation. Netherlands Journal of Internal Medicine 2015;73(1):30-36.
4 Pruna L, Chatelin J, Pascal-Vigneron V e.a. Regional body composition and functional impairment in patients with myotonic dystrophy. Muscle Nerve 2011;44(4):503-8.
5 Kyle UG, Bosaeus I, De Lorenzo AD e.a. Bioelectrical impedance analysis--part I: Review of principles and methods. Clinical nutrition 2004;23:1226-43.
6 Schutz Y, Kyle UUG, Pichard C. Fat-free mass index and fat mass index percentiles in Caucasians aged 18-98 y. International Journal of Obesity & Related Metabolic Disorders 2002; 26(7):953-60.
7 Bishop CW, Bowen PE, Ritchey SJ. Norms for nutritional assessment of American adults by upper arm anthropometry. Am J Clin Nutr 1981;34(11):2530-9.
8 Frisancho AR. New norms of upper limb fat and muscle areas for assessment of nutritional status. Am J Clin Nutr 1981;34(11):2540-5.
9 WHO. Obesity: preventing and managing the global epidemic Report of a WHO consultation. World Health Organ Tech Rep Ser. 2000;894(1):253.
10 CBS. Leefstijl en (preventief) gezondheidsonderzoek; persoonskenmerken. Statline 2013.
11 WHO. Waist Circumference and Waist-Hip Ratio Report of a WHO Expert Consultation. 2008.
12 Han TS, van Leer EM, Seidell JC e.a. Waist circumference action levels in the identification of cardiovascular risk factors: prevalence study in a random sample. BMJ 1995;311(7017):1401-5.
13 Pelletier CA, Miyatani M, Giangregorio L e.a. Sarcopenic obesity in adults with chronic spinal cord injury: A cross-sectional study. Archives of physical medicine and rehabilitation 2016.
14 Kyle UG, Bosaeus I, De Lorenzo AD e.a. Bioelectrical impedance analysis-part II: utilization in clinical practice. Clinical nutrition 2004;23:1430-53.
15 Franssen FM, Rutten EP, Groenen MT e.a. New reference values for body composition by bioelectrical impedance analysis in the general population: results from the UK Biobank. Journal of the American Medical Directors Association 2014;15(6):448 e1-6.
16 Sealy MJ, Nijholt W, Stuiver MM e.a. Content validity across methods of malnutrition assessment in patients with cancer is limited. Journal of clinical epidemiology 2016.