



Richtlijn 'Lichaamsvetpercentage'

1. Algemeen

Deze richtlijn richt zich op het meten van lichaamsvetpercentage als onderdeel van een sportmedisch onderzoek. Doel is om deze meting als onderdeel van een sportmedisch onderzoek te standaardiseren met betrekking tot uitvoering en interpretatie. Daarbij is uitgegaan van bestaande evidence en consensus waardoor een juiste, duidelijke en uniforme advisering en handelwijze mogelijk wordt gemaakt.

Het lichaamsvetpercentage is een veel toegepaste antropometrische maat bij (sport)keuringen. Het lichaamsgewicht en de BMI geven namelijk geen inzicht in de lichaamssamenstelling. Individuele variaties in vetmassa en spiermassa kunnen hierdoor aanleiding geven tot foutieve interpretaties met betrekking tot iemands optimale gewicht. Als voorbeeld kan men stellen dat in sporten waarbij kracht een grote rol speelt, de BMI – door een relatief grote spiermassa – boven de 25 is (bij een normaal of goed vetpercentage). Volgens de WHO-norm zouden sommige gezonde (top)sporters hierdoor ten onrechte worden bestempeld als personen met overgewicht. Anderzijds is het mogelijk dat een persoon met een relatief hoge vetmassa en lage spiermassa volgens de WHO-norm ($BMI < 25$) ten onrechte wordt bestempeld als iemand met een 'gezond gewicht'.

De hoeveelheid lichaamsvet heeft een relatie met de morbiditeit en mortaliteit van een individu. De relatie tussen 'vetzucht' als risicofactor voor diabetes mellitus en hart- en vaatziekten is in de literatuur veelvuldig beschreven. Overgewicht vormt eveneens een verhoogd risico voor onder andere vroegtijdige of versnelde artrose van (grote gewichtdragende) gewrichten en het ontstaan van galstenen. Een te lage vetmassa en een te laag lichaamsgewicht kunnen in de westerse wereld voorkomen bij psychiatrische beelden als anorexia nervosa. Behalve een relatie met de gezondheid heeft het vetpercentage een sterke relatie met het prestatievermogen en de actuele conditie van de sporter.

Bepaling van het vetpercentage geeft dus een belangrijke nuancering betreffende iemands lichaamsbouw en heeft sterke relaties met zowel gezondheid als prestatievermogen. Het kan worden toegepast met de volgende doelstellingen:

- berekenen van het individuele optimale gewicht of streefgewicht. Hierbij kan gebruik worden gemaakt van een algemene normtabel, gecorrigeerd voor geslacht en leeftijd. Een meer genuanceerde bepaling van overgewicht met name in het 'grensgebied' met een BMI van 23-28 kg/m^2 is hierdoor mogelijk. Tevens kan er eventueel gebruik gemaakt worden van meer sport-specifieke normtabellen;
- berekening van de vetvrije-massa;
- monitoren van de individuele fitheidstoestand in de tijd, al of niet in relatie tot (geplande) aanpassingen in trainings-/bewegingspatroon of voedingspatroon.

2. Methodiek, berekening en betrouwbaarheid van de meting

In de literatuur wordt een aantal meetmethoden beschreven die een schatting geven van de vetmassa. Metingen van het totale extracellulaire volume, de totale hoeveelheid lichaamskalium en de lichaamsdensiteit zijn relatief dure en ingewikkelde procedures, die veel tijd en apparatuur vereisen. Hetzelfde geldt uiteraard voor geavanceerde technieken als computer-tomografie of kernspin-resonantie, die inzicht geven in de vetverdeling over het lichaam en de hoeveelheid lichaamsvet. Inmiddels zijn er meer praktisch toepasbare methodes om het individuele lichaamsvetpercentage te schatten. Twee methodes worden veelvuldig toegepast in de sport en de sportgeneeskunde.

2a Meting van huidplooiën met een huidplooiemeter

Het principe van huidplooidikte is dat het meeste lichaamsvet subcutaan wordt opgeslagen. Voor het meten van de huidplooidikten wordt gebruik gemaakt van een huidplooidiktemeter. Voor het omrekenen van de gemeten som van de huidplooidikten naar een percentage lichaamsvet wordt gebruik gemaakt van de formule of tabel van Durnin en Womersley (1974). Deze gaan uit van de som van vier huidplooidikten. De vier meetplaatsen zijn:

<i>bicipitalis</i>	de bicipitale plooi wordt gemeten op het midden van de afstand tussen acromion en olecranon, op de kop van de m. biceps brachii. De arm hangt af en de onderarm is in exorotatie (supinatie), zodat de spierbuik naar voren draait. De bek van de huidplooiemeter wordt in verticale richting gehouden.
<i>tricipitalis</i>	de tricipitale plooi wordt gemeten op het midden van de afstand tussen acromion en olecranon, op de kop van de m. triceps brachii. De arm hangt af en de onderarm bevindt zich in een neutrale stand. De bek van de huidplooiemeter wordt in verticale richting gehouden.
<i>subscapularis</i>	de subscapulaire plooi wordt gemeten 2 cm onder de angulus inferior van het scapula, onder een hoek van 45° en evenwijdig aan de binnenrand van de scapula - dit is evenwijdig aan de natuurlijke slijtlijnen van de huid: de lijnen van Langer. Beide armen hangen ontspannen af.
<i>supra-iliacalis</i>	de supra-iliacale plooi wordt gemeten 2 cm boven de crista iliaca, in de mid-axillaire lijn. Om voorafgaand aan de meting de mid-axillaire meetplaats vast te kunnen stellen, dient de linkerarm zich in een neutrale, afhankende positie te bevinden. Tijdens de meting wordt de linkerarm van de persoon iets naar achteren gebracht, zodat de meetplaats vrijkomt. De bek van de huidplooiemeter wordt in verticale richting gehouden.

Nauwkeurigheid

In de literatuur worden bij intra- en interobserver reproduceerbaarheidsmetingen van de vier huidplooidikten de volgende fouten gegeven (Lohman 1988):

- bicipitale plooi: 0.20 - 0.60 mm (intra), geen gegevens over interobserver;
- tricipitale plooi: 0.40 - 0.80 mm (intra), 0.80 - 1.89 mm (inter);
- subscapulaire plooi: 0.88 - 1.16 mm (intra), 0.88 - 1.53 mm (inter);
- supra-iliacale plooi: 0.30 - 1.00 mm (intra), 1.53 - 1.70 mm (inter).

In een onderzoek van Biersteker e.a. (1983) is de nauwkeurigheid van de Servier huidplooidiktemeter vergeleken met de op grotere schaal toegepaste Harpender huidplooiemeter (British Indicators Ltd.). Conclusie van het onderzoek is dat over een groot meetgebied de meetresultaten van beide huidplooiemeters zeer goed overeenkomen. Het gevonden verschil tussen de huidplooiemeters (gemiddeld 0,5%) is nagenoeg gelijk aan de intra-individuele variatie van iedere meter afzonderlijk.

De som van de huidplooiën wordt uitgedrukt in hele millimeters, het gewichtsafhankelijke vetpercentage in decimalen (0,1%). Om de nauwkeurigheid van de metingen te vergroten, wordt altijd een duplo-meting uitgevoerd. Dit houdt in dat de vier huidplooiën achter elkaar gemeten worden en de hele procedure vervolgens herhaald wordt. Indien een groter verschil dan 10% tussen de som van de huidplooiën van beide metingen wordt gevonden, is een derde meting noodzakelijk. Bij dikke mensen zijn huidplooiën in het algemeen moeilijker en minder betrouwbaar te meten. Naarmate iemand zich in het grensgebied overgewicht - fors overgewicht bevindt, is de kans op misclassificatie relatief groot (Riedstra e.a. 1995).

Berekening

Formule voor de berekening van het vetpercentage uit de som van vier huidplooiën, naar Durnin en Womersley (1974): **Vetpercentage = 495 / D - 450**

Voor personen van 17 jaar en ouder geldt (Durnin en Ramaham 1967):

$$D = C - M \times \log(\text{som huidplooiën in mm})$$

waarbij C en M uit onderstaande tabel kunnen worden gehaald.

leeftijd	geslacht	C	M
17-29	–	1.1626	0.0631
	–	1.1574	0.0698
30-39	–	1.1422	0.0544
	–	1.1423	0.0632
40-49	–	1.1620	0.0700
	–	1.1333	0.0612
> 50	–	1.1715	0.0779
	–	1.1339	0.0645

De hierboven beschreven berekening maakt gebruik van de som van 4 metingen op gestandaardiseerde plaatsen van het lichaam. Er zijn eveneens methodes in gebruik waarbij de som van 3 tot 7 huidplooiën wordt gehanteerd (ACSM 2006).

2b Bio-impedantie

Het principe van bio-impedantie is dat door meting van de geleiding van een wisselstroom door het lichaam een schatting gemaakt kan worden van de totale hoeveelheid intra-cellulair en extra-cellulair water. Deze methode mag niet gebruikt worden bij zwangeren en dragers van een pacemaker. Uitgangspunt is dat wisselstroom een relatie heeft met de hoeveelheid lichaamswater. Gelijkstroom zou daarbij een uitspraak doen over een extracellulair compartiment doordat de celmembraan als weerstand tegen stroom werkt. Deze weerstand geldt echter alleen voor gelijkstroom en niet voor wisselstroom, waarbij lichaamscellen beschouwd kunnen worden als in serie en parallel geschakelde condensatoren. De berekening van het vetpercentage is hierdoor complex. Hieruit kan dan indirect het lichaamsvet worden berekend.

Via dit principe worden inmiddels meerdere meetmethodieken toegepast. De toegepaste methodieken verschillen in:

- Plaatsing en hoeveelheid van de gebruikte elektrodes. Er worden 2 of 4 elektrodes toegepast en geplaatst aan handen en/of voeten. De elektrodes kunnen zijn verwerkt in een handgreep of in een weegschaal.
- Grootte en frequentie van de gebruikte stroom. Bij de eenvoudige methodes wordt gebruik gemaakt van een wisselstroom van 50 Hertz. Meer gecompliceerde en geavanceerde methodes maken gebruik van meerdere frequenties.
- Berekeningsalgoritme van het vetpercentage. Berekening op grond van statistische vergelijking met een gouden standaard (meestal densitometrie). Door statistische vergelijking met een gouden standaard zijn er afhankelijk van de gebruikte methode diverse formules beschikbaar, volgens welke de berekening wordt gemaakt die in het display verschijnt. Andere gegevens als geslacht, leeftijd, lengte en gewicht worden in deze berekening gebruikt en dienen dan ook te worden ingevoerd

2c Betrouwbaarheid van de gebruikte methodieken

Er dient rekening te worden gehouden met het feit dat de nauwkeurigheid en betrouwbaarheid van de meting afhankelijk zijn van de gehanteerde methode en de specificaties van het gehanteerde instrument.

Hierbij is de bepaling door middel van huidploidiktemeting meer valide, omdat er meer uniforme onderzoeksgegevens bekend zijn. De methode geldt als betrouwbaar met betrekking tot intra-individuele veranderingen en met betrekking tot absolute waarden. Als het vetpercentage wordt gebruikt voor bepaling van een individueel optimaal gewicht of streefgewicht met behulp van normtabellen (inter-individuele vergelijking) moet hiermee rekening worden gehouden. Als het vetpercentage gebruikt wordt als vervolgparameter (intra-individuele vergelijking) is deze meetfout ten opzichte van de absolute waarde van minder belang. Accuratesse van de meting zelf is dan belangrijker.

Betreffende de bio-impedantiemeting komt er een toenemende hoeveelheid gegevens vrij over relatief betrouwbare technieken. Er is echter weinig uniformiteit in de gehanteerde methodieken en de berekening. Een eenduidige uitspraak over de betrouwbaarheid is daardoor niet mogelijk. Van belang is daarom bij gebruik van bio-impedantie inzicht te hebben in de gebruikte techniek en berekening. Deze is bij de goedkopere apparaten in het algemeen niet of moeizaam te verkrijgen.

Een techniek die in de praktijk veelvuldig wordt toegepast is bio-impedantie met een wisselstroom van 50 Hz, waarbij de twee elektrodes zijn verwerkt in een weegschaal (leg-to-leg methode).

Bij zowel de huidplooiemeting als de bio-impedantie is de meetfout van de absolute waarde, bij gebruik van de meest betrouwbare instrumenten, rond de 10 tot 15% (Ellis, 2000 en Utter, 1999).

Bij gebruik als monitor (intra-individuele vergelijking) zijn onvoldoende gegevens beschikbaar om een uitspraak te doen over de betrouwbaarheid hiervan.

Een intern onderzoek bij TGTF naar de vergelijkbaarheid van de Servier huidploidiktemeter met een bio-impedantiemeter van Tanita Corporation/Technogym (Helmhout 1997) geeft een onacceptabel laag percentage overeenkomst (minder dan 35%) in onderlinge meetresultaten. Bovendien is de voorspellende waarde van uitkomsten van de ene methode voor de andere methode laag (verklaarde variantie < 50%, schattingsfout 5%). Op grond hiervan is geadviseerd om bij antropometrisch onderzoek niet beide meetmethoden naast elkaar te gebruiken. Nader onderzoek naar de validiteit van zowel de huidploidiktemethode als de bio-impedantiemethode blijkt noodzakelijk.

3. Toepassing en interpretatie

Bepaling van het individuele optimale gewicht of streefgewicht

Afhankelijk van geslacht en leeftijd zijn er algemene normtabellen voor een normaal of ideaal lichaamsvetpercentage. Deze tabellen worden gebruikt onafhankelijk van de gebruikte methode.

Tevens zijn er meer sport-specifieke tabellen, welke norm- of ideaalwaarden aangeven voor de betreffende sport. Met behulp van deze tabellen kan een optimaal gewicht worden berekend.

Een snelle rekenmethode om tot een schatting van het streefgewicht te komen, luidt als volgt:

$$\text{streefgewicht} = \text{huidige gewicht} - (x\% \text{ van huidige gewicht in kg})$$

waarbij $x\%$ het verschil is tussen het gemeten vetpercentage en het streefpercentage. Het op deze manier berekende streefgewicht is slechts een indicatie en dient derhalve niet te worden gebruikt als hard criterium voor bijvoorbeeld dieetprogramma's. Een en ander is ook afhankelijk van de '(over-)gewichtsgeschiedenis' van de persoon.

Berekening vetvrije massa (VVM)

De inspanningsfysiologie maakt gebruik van de verhouding vetmassa ÷ vetvrije massa om aan een persoon een relatief prestatievermogen toe te kennen, dat direct vergelijkbaar is met andere individuen. Voor takken van sport die een verdeling in gewichtsklassen kennen, is het belang van een nauwkeurige vetmeting evident. Dit geldt ook voor activiteiten waarbij het lichaamsgewicht wordt verplaatst ten opzichte van de zwaartekracht, zoals hardlopen en lopen met bepakking.

Het menselijk lichaam is grofweg opgebouwd uit twee componenten met een relatief constante samenstelling: de vetmassa (VM) en de vetvrije massa (VVM). De vetmassa is de totale, al dan niet opgeslagen, hoeveelheid vet in het menselijk lichaam. De vetvrije massa is 'wat overblijft': skelet, spieren, organen etc.

De belangrijkste variabelen in vetvrije massa zijn de hydratietoestand op korte termijn en de spiermassa op lange termijn (*zie ook richtlijn 'Lichaamsgewicht'*).

Monitoring van veranderingen in vetpercentage

Het vetpercentage kan worden gebruikt om de fitheidstoestand van een sporter te evalueren door vervolgwaares te vergelijken met een uitgangswaarde bij dezelfde persoon.

Interventies in trainingsprogramma, bewegingspatroon en/of voedingspatroon kunnen op deze wijze eveneens worden geëvalueerd.

Literatuur

- Berns MPH: Overgewicht en hart- en vaatziekten; een publicatie van de Nederlandse Hartstichting over de epidemiologie, preventie en behandeling van overgewicht in relatie tot hart- en vaatziekten. Rapport NHS. Den Haag: 1995.
- Biersteker MWA, Broere F, Biersteker PA. Het schatten van het gewichtspercentage lichaamsvet met eenvoudige hulpmiddelen. *Geneeskunde en Sport* 1983;2:29-33.
- Durnin JVGA, Rahaman MM: The assessment of the amount of fat in the human body from measurements of skinfold thickness. *Brit J Nutr* 1967;21:681-689.
- Durnin JVGA, Womersley J: Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness: measurements on 481 men and women aged from 16 to 72 years. *Brit J Nutr* 1974;32:77-97.
- Helmhout PH: HUBIO-onderzoek 1996 (intern). Intern TGTF-rapport: 1997.
- Lohman TG, Roche AF, Martorell R: Anthropometric standardization reference manual. Human Kinetic Books. Champaign, Illinois: 1988.
- Riedstra M, Westenbrink S, Loon CJAM van: Onderzoek naar determinanten van afvallen en interventiemogelijkheden voor gedragsverandering bij de Koninklijke Landmacht. TNO-rapport V94.620. Zeist: 1995.
- American College of Sports Medicine (2006): ACSM's guidelines for exercise testing and prescription.
- Utter AC, e.a.: Use of the leg-to leg bioelectrical impedance method in assessing body-composition change in obese women. *American journal of Clinical Nutrition* 1999;69:603-607.
- Ellis KJ: Human body composition: in vivo models. *Physiological reviews* 2000;vol 80:649-680.