

# „Lichaamsamenstelling. BMW waarde neemt toe met de massa - of het nu komt door vet of door spieren”

## Lichaamsamenstelling: Berekening en interpretatie

De lichaamssamenstelling heeft een grote praktische en functionele betekenis voor velen van ons: wetenschappers, klinici en de algemene populatie. Het kan vooral boeiend zijn voor duikers, daar we ieder keer dat we gaan duiken ons loodstelsel moeten berekenen om rekening te houden met de veranderingen in onze lichaamssamenstelling naast het feit van duiken in zoet of zout water.

Een onjuist evenwicht in lichaamssamenstelling kan van invloed zijn op iemands vermogen om tegemoet te komen aan de vereisten van het dagelijks werk en recreatie. Een overmaat aan lichaamsvet wordt in verband gebracht met een toegenomen ontvankelijkheid voor cardiovasculaire ziektes, hypertensie, beroerte, diabetes, orthopedische complicaties en een heleboel andere gezondheidsgerelateerde problemen.

Er bestaan een heleboel verschillende methodes om de lichaamssamenstelling te berekenen. Ze kunnen ver uiteenlopen voor wat betreft de accuraatheid van de gegeven berekening en van de kosten. Dit artikel geeft inzicht in de voor- en nadelen van verschillende van de ingeburgerde technieken. Daarna worden er aanbevelingen gedaan voor het interpreteren van de waardes.

## Body Mass Index

Body Mass Index (BMI), minder vaak ook wel Quetelet Index genoemd, is de eenvoudigste schaal die gebruikt wordt om de lichaamssamenstelling te voorspellen. Het woord “voorspellen” wordt hier opzettelijk gebruikt, daar de BMI helemaal geen berekening is van de lichaamssamenstelling: het is eenvoudigweg een rekensom gebaseerd op postuur (lengte) en massa (gewicht) dat gebruikt wordt om mensen in een categorie van lichaamsvet onder te brengen.

BMI voorspellingen zijn bruikbaar voor onderzoek op grote schaal waar meer gesofisticeerde metingen niet beschikbaar zijn, maar de voorspellingen op individuele basis zijn vaak erg pover. De veronderstelling dat verhoogde BMI waardes wijzen op een verhoogd vetpercentage is vaak niet geldig: BMI waardes nemen toe of de extra massa nu veroorzaakt wordt door vet of door spieren. Mensen met een goed ontwikkelde spiermassa worden door deze methode bestraft.

BMI waarden kunnen gemakkelijk met een handrekenmachine berekend worden. BMI wordt uitgedrukt in eenheden van kilogram per vierkante meter ( $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$ ). Het wordt berekend door het lichaamsgewicht te delen door het kwadraat van de lengte in meters:

$$\text{BMI (in } \text{kg}\cdot\text{m}^{-2}\text{)} = \text{gewicht (in kg)} \div (\text{lengte})^2 \text{ (in m)}$$

Merk ook dat het metrische stelsel gebruikt wordt bij het berekenen van de BMI. De volgende imperiaal-metrische conversies zijn nodig:

$$\text{gewicht in lbs.} \div 2.2 = \text{gewicht in kg} \quad (\text{lengte in inches} \cdot 2.54) \div 100 = \text{lengte in m}$$

De rest van de hier besproken methodes worden gebruikt om een berekening van de lichaamssamenstelling te maken, en dan vooral van het percentage lichaamsvet.

## **Schuifmaat antropometrie**

De dikte van een huidplooi wordt al sinds lang gezien als een indicatie van het totale-lichaamsvet.

De dikte van de huidplooi en het onderliggende vetweefsel wordt eenvoudigweg gemeten met een in de hand gehouden schuifmaat (zie de foto's hierbij). De metingen van een aantal plekken worden in een regressieformule ingebracht om het lichaamsvet te berekenen. Er is een overweldigende hoeveelheid protocollen in de wetenschappelijke literatuur te vinden die ergens tussen de twee en twaalf metingen op plekken vereisen voor de berekening. De berekeningen zijn meestal accuraat als de persoon qua lichaamstype en vetophoping overeenkomt met de groep die gebruikt was om de regressieformule te ontwikkelen. De accuraatheid van de voorspelling kan op individuele basis zeer ver uiteenlopen. Gewoon een formule gebruiken die een groter aantal metingplekken vereist geeft nog geen garantie voor een accurater resultaat.

De vroege, algemene formules blijven populair voor algemeen gebruik. Ze zijn ontwikkeld met een grote hoeveelheid aan proefpersonen en hebben de neiging goede voorspellers te zijn voor berekeningen van groepen (niet vergeten, dat is niet noodzakelijkerwijs accuraat op een individuele basis). De meeste algemeen gebruikte formules voorspellen de lichaamsdichtheid specifiek voor ieder geslacht (Jackson and Pollock, 1978; Jackson et al., 1980).

De berekende dichtheden worden gebruikt om een twee compartimenten berekening te maken van de lichaamssamenstelling - vetvrije massa en vetmassa (hoewel het twee compartiment model niet anatomisch accuraat is, is het eenvoudig in gebruik en geeft het redelijk geldige resultaten). Een meting bekend als de Siri formule wordt over het algemeen gebruikt voor Caucasiërs (Siri, 1956). Daar de vetvrije massa van volwassen zwarten dichter is dan die van een overeenkomstige groep Caucasiërs ( $1.113 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$  vs.  $1.100 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ ) wordt er soms een gecorrigeerde formule - de Schutte formule - gebruikt voor deze mensen (Schutte et al., 1984).

## **Hydrodensitometrie**

Het verband tussen lichaamsdichtheid berekend d.m.v. drijfvermogen in water en lichaamssamenstelling is ontwikkeld als een praktische techniek d.m.v. de studie van U.S. Navy personeel tijdens de Tweede Wereldoorlog.

(Behnke et al., 1942) en is vervolgens verfijnd voor gemakkelijk gebruik (Katch et al., 1967). Duikers zullen waarderen dat Dr. Albert Behnke gezien wordt als een van de vaders van moderne duikfysiologie en - geneeskunde. Volgens zeggen heeft hij de hydrostatische weegtechniek ontwikkeld nadat hij gefrustreerd werd door zijn zeer fitte duikers die geclassificeerd werd als te zwaar bij de standaard evaluaties van die tijd.

Hydrodensitometrie gaat ook uit van een twee compartiment (d.w.z. vetvrije massa en vetmassa) model. Het percentage van ieder daarvan wordt ook berekend vanuit de gemiddelde dichtheid van het lichaam. Gedistilleerd water is de referentiestandaard voor dichtheid (omschreven als "specifiek gewicht", gewicht per eenheid massa) met een waarde van  $1.000 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ .

Vet heeft een specifiek gewicht van ongeveer  $0,9 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$  en spieren van ongeveer  $1,1 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ . De grootste moeilijkheid bij het berekenen van de gemiddelde weefseldichtheid van iemand die ondergedompeld is in zoet water is de verwarring veroorzaakt door gas in de ademhalings- en spijsverteringskanalen. De bron van deze fout is typisch verminderd door de proefpersoon zo veel mogelijk te laten uitademen alvorens te ontspannen op een weegschaal die hem onderwater ondersteunt. Het restvolume van de longen kan berekend worden door een onafhankelijke test om te corrigeren voor het drijfvermogen effect van het gas. (Wilmore et al., 1980) Het volume van gas in het spijsverteringskanaal wordt als klein volume beschouwd en wordt willekeurig gecorrigeerd. Er wordt ook gecorrigeerd voor

variaties in waterdichtheid als functie van de temperatuur.

Zelfs met de verschillende beperkingen en nodige berekeningen, is hydrodensitometrie algemeen geaccepteerd als de referentiestandaard voor lichaamssamenstelling beoordeling, vooral nuttig bij het evalueren van nieuwe procedures. De grootste beperking van deze techniek is dat proefpersonen comfortabel genoeg moeten zijn om ontspannen te blijven met lege longen terwijl hun hoofd helemaal onderwater is. Hoewel er alternatieve technieken zijn ontwikkeld om de noodzaak van het uitademen te elimineren, worden die minder algemeen gebruikt.

### **Luchtverplaatsing plethysmografie**

Een droge techniek die hydrodensitometrie imiteert is in de laatste jaren populair geworden.

Luchtverplaatsing plethysmografie (ADP) wordt gebruikt in een apparaat dat de Bod Pod genoemd wordt (Life Measurements Instruments, Concord, Calif.) om de noodzaak voor onderdompeling en het leegmaken van de longen om de lichaamsdichtheid vast te stellen weg te nemen.

Dit is hoe het werkt: de proefpersoon zit rustig in een kleine, droge, ecomputeriseerde kamer die precies zijn of haar massa en volume meet. De totale-lichaamsdichtheid wordt berekend en de vetvrije massa en vetmassa vastgesteld net als bij de hydrostatische metingen. De verschillen tussen hydrostatische en ADP metingen variëren voor de verschillende groepen en individuele resultaten kunnen zeer variabel zijn (Collins et al., 2004), maar ADP heeft het voordeel van het testgemak. Dit is vooral belangrijk voor mensen die het moeilijk vinden om zich onderwater te ontspannen nadat ze volledig uitgeademd hebben. Voor mensen met claustrofobie kan het echter nog steeds een uitdaging betekenen.

### **Bioelektrische impedantie**

Bioelektrische impedantie analyse (BIA) is ongetwijfeld de gemakkelijkste methode voor het vaststellen van de lichaamssamenstelling. Het meetapparaat kan op een badkamerweegschaal lijken of op een doosje met twee handgrepen. Het werkingsprincipe is in principe eenvoudig. Het menselijk lichaam geleidt elektrische stroom. BIA gaat ervan uit dat de algehele geleiding vergroot wordt door magere massa en geremd door vette massa. Het apparaat heeft twee contactpunten op het lichaam nodig (kenmerkend zijn de twee voeten of twee handen). Een zeer laag energetisch, hoog frequent elektrisch signaal (niet gevoeld door de persoon) wordt tussen de twee contactpunten gezonden. De snelheid waarmee de stroom door het lichaam gaat, wordt gebruikt om de relatieve vetvrije massa en vetmassa te berekenen.

Hoewel de apparaten een redelijke berekening onder gecontroleerde omstandigheden kunnen geven, kunnen de resultaten behoorlijk worden beïnvloed door de mate van hydratatie, elektrolyten shifts of zelfs door een recente maaltijd. Het effect van de elektrolytenshift wordt merkbaar als de metingen gedaan worden direct voor of na een 30 minuten hardlopen. Sommige wetenschappers hebben scherpe kritiek gehad op de validiteit van BIA metingen (Gelbrich et al., 2005). Hoewel ze een potentieel hebben voor inaccuraatheid kunnen deze apparaten, die goedkoop en eenvoudig te gebruiken zijn, een plaats krijgen. Gemakkelijk verkrijgbaar voor huishoudelijk gebruik kunnen regelmatige metingen direct na het wakker worden, een redelijke informatie geven over de ontwikkeling.

### **Ultrasound**

Ultrasound kan gebruikt worden om de lichaamssamenstelling op bepaalde plekken te meten. Lastiger en minder uitgebreid getest dan de andere technieken die hier beschreven zijn, zou deze benadering heel nuttig kunnen zijn voor dikke mensen voor wie andere alternatieven niet praktisch zijn. Zulke technieken kunnen ook gebruikt worden om de inwendige vetinhoud te meten als indicator voor het risico van cardiovasculaire kwalen (Kim et al., 2004).

### **Dual-Energy X-Ray Absorptiometrie**

Dual-energy X-ray Absorptiometrie (DEXA) instrumenten gebruiken twee röntgen energieën om vet-, spieren en botinhoud te meten d.m.v. gehele of gedeeltelijke lichaamskans. DEXA heeft het voordeel boven de traditionele methodes van huidplooi dikte en hydrodensitometrie dat het rekening houdt met de botdichtheid tijdens het berekenen van de vetvrije massa en de vetmassa (daarmee de fout van het twee compartiment model reducerend). Hoewel de techniek kan blijken accurate berekeningen van de lichaamsdichtheid te geven (Prior et al., 1997), hebben de kosten ervan ervoor gezorgd dat het niet de nieuwe standaard buiten de researchsetting is geworden.

### **Magnetic Resonance Imaging**

Magnetic resonance imaging (MRI) gebruikt een magnetisch veld om geselecteerde kernen in het lichaam te prikkelen tot het produceren van hoogresolutie beelden van lichaamsweefsels zonder blootstelling aan ioniserende straling. De hoeveelheid en verdeling van vet kan accuraat vastgesteld worden (Ross et al., 2000). De techniek is veilig maar beperkt te gebruiken vanwege de hoge kosten van de apparatuur en computerintensieve analyse.

### **Interpreteren van de resultaten van berekeningen van de lichaamsamenstelling**

BMI informatie moet met een heleboel gezond verstand toegepast worden. De beste manier om de meting op individuele basis te gebruiken is als een eenvoudige controle die in de loop der tijd herhaald wordt. Mensen met BMI waarden buiten de gewenste getallen die tijdens het volwassen leven langzaam omhoog kruipen (zonder een duidelijke toevoeging van spiermassa) kunnen baat hebben bij een heroverweging van hun voeding- en bewegingsgewoontes/ De classificatie van BMI is arbitrair en onderhevig aan de evolutie van medische sensitiviteit. De schaal die in 1988 erkend werd door de U.S. National Heart, Lung and Blood Institute (NHLB) en de Wereld Gezondheidsorganisatie (WHO) is op dit moment de meest gebruikte internationale standaard ([zie tabel 1](#)).

De NHL/WHO categorisatie is niet noodzakelijkerwijs de enige valide interpretatie. De definitie "normaal" is een twistpunt. Anderen hebben aangeraden dat het onderste deel van de "overgewicht" categorie beter voorgesteld kan worden door hogere BMI waarden. Het is moeilijk om een enkel valide classificatiesysteem vast te stellen dat geldt voor uiteenlopende populaties met een dergelijke simplistische en potentieel misleidende meting als BMI.

Lichaamsvet resultaten moeten ook rationeel geïnterpreteerd worden. Het potentieel voor fouten bij iedere techniek moet in ogenschouw worden genomen. Berekeningen met behulp van huidplooi metingen of BIA hebben de meeste kans om fout te zijn. BMI berekening bereikt via hydrodensitometrie of de andere hightech methodes zijn waarschijnlijk definitiever. Ongeacht het gebruikte instrument, is het belangrijk een gezond perspectief te behouden. Onze menselijke natuur is evident wanneer, ongeacht het getal, bijna iedereen zich een kleinere wenst. Vergeet niet dat een zekere hoeveelheid lichaamsvet essentieel is om gezond te blijven.

Er kan een veelvoud aan categorisatiesystemen gebaseerd op lichaamsvet percentages gevonden worden. Een schaal gepromoot door de American Council on Exercise geeft redelijke referentieschalen ([zie tabel 2](#)). Andere geven extra ruimte bij het toenemen van de jaren.

### **Vetverlies aanbevelingen**

Als dat nodig is, is de beste manier om lichaamsvet te reduceren het combineren van dieet- en bewegingsprogramma's. Een dieet alleen veroorzaakt het verlies van zowel vet als spierweefsel. De daaropvolgende vermindering van metabolismesnelheid dat volgt op verlies aan spiermassa, zal uiteindelijk het overgewicht sneller doen terugkomen. Het gewichtsverlies op zich moet in het algemeen niet het primaire doel zijn: het doel is de verhouding tussen mager weefsel en vetweefsel te verbeteren.

Mensen die meedoen aan een serieus gewichtsverliesprogramma zouden regelmatig hun lichaamssamenstelling moeten herbeoordelen om de vooruitgang te bewaken. De absolute getallen zijn minder belangrijk dan de veranderingen in de tijd. Zelfs als de absolute getallen niet accuraat zijn, kunnen herhaalde metingen effectief gebruikt worden om de veranderingen in de loop van tijd te vergelijken, als de zelfde procedures en berekeningen maar gebruikt worden. Ieder programma moet ontwikkeld worden voor de lange termijn: gematigde verbeteringsdoelen ondersteund door veel frequente korte-termijn doelen met een gezonde lange-termijn uitkomst. Een terugval mag niet leiden tot ontsporing van de lange-termijn inspanning.

**Tabel 1: Classificatie van overgewicht en obesitas via Body Mass Index**

<b>Classificatie</b>	<b>BMI (kg • m<sup>-2</sup>)</b>
Ondergewicht	<18.5
Normaal gewicht	18.5 - <25.0
Overgewicht	25.0 - <30.0
Graad 1 Obesitas	30.0 - <35.0
Graad 2 Obesitas	35.0 - 40.0
Extreme Obesitas	>40.0

(US NHLB, 1998; WHO, 1998)

**Tabel 2: Classificatie van overgewicht en obesitas via Percentage Lichaamsvet**

<b>Classificatie</b>	<b>Vrouwen (% vet)</b>	<b>Mannen (% vet)</b>
Essentieel vet	10-12	2-4
Athleten	14-20	6-13
Fitness	21-24	14-17
Acceptabel	25-31	18-25
Obese	32+	25+