

Richtlijn lichaamssamenstelling

Appendix A

Berekening vetpercentage aan de hand van huidplooiemeting

1. Algemeen

Deze appendix richt zich op het meten van de huidplooiën voor berekening van het vetpercentage. 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.

Berekening van het vetpercentage kan een belangrijke nuancering geven betreffende iemands lichaamssamenstelling 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/m² is hierdoor mogelijk. Tevens kan er eventueel gebruik gemaakt worden van meer sportspecifieke 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

De persoon wordt in stand gemeten, met de arm in ontspannen status. De meting dient altijd aan dezelfde zijde bij de persoon worden gemeten. Er is geen statistisch significant verschil gevonden tussen de som van de huidplooiën aan beide zijdes, ook niet bij verschil in musculaire activiteit bijvoorbeeld bij een rechtsdominante bovenhandse sporter. (1,2)

Huidplooidiktemeter

Het principe van huidplooidikte is dat het meeste lichaamsvet subcutaan wordt opgeslagen. Voor het meten van de huidplooidikten wordt gebruik gemaakt een huidplooidiktemeter. De twee onderstaande zijn het meest gebruikt: Lange en Harpenden. Volgens Womersley en Durnin is er geen verschil tussen beide huidplooidiktemeters. (1)



Lange skinfold caliper



Harpenden skinfold caliper

Meetplaatsen

Meestal wordt gebruik gemaakt van een 4-puntsmeting, echter in de literatuur worden ook 3- & 8-puntsmetingen beschreven.

De vier meetplaatsen zijn:

- Bicipitaal: de bicipitale plooï 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 huidplooiometer wordt in verticale richting gehouden.
- Tricipitaal: de tricipitale plooï 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 huidplooiometer wordt in verticale richting gehouden.
- Subscapulaire: de subscapulaire plooï 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 splijtlijnen van de huid: de lijnen van Langer. Beide armen hangen ontspannen af.
- supra-iliacaal: de supra-iliacale plooï 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, afhangende positie te bevinden. Tijdens de meting wordt de linkerarm van de persoon iets naar achteren gebracht, zodat de meetplaats vrijkomt. De bek van de huidplooiometer wordt in verticale richting gehouden.

Zie bijlage 1.

De huidplooi wordt vastgepakt met duim en wijsvinger en vastgehouden tijdens het meten. Om de nauwkeurigheid van de metingen te vergroten, wordt altijd een duplo-meting uitgevoerd. Dit houdt in dat de vier huidplooïen achter elkaar gemeten worden en de hele procedure vervolgens herhaald wordt. Indien een groter verschil dan 10% tussen de som van de huidplooïen van beide metingen wordt gevonden, is een derde meting noodzakelijk.

Belangrijk is dat nauwkeurig de juiste meetplaats wordt bepaald, anders is de betrouwbaarheid van de meting laag. Bij een meten van de huidplooi 1 centimeter onder het juiste meetpunt wordt al een verkeerd vetpercentage geschat. (3,4)

Van belang is dat alle zorgverleners welke de huidplooiemeting uitvoeren worden geïnstrueerd over de juiste meetplaats.

Over de intra- en interobserver betrouwbaarheid zijn weinig gegevens. Lohman (5) beschrijft de volgende fouten:

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

In onderzoek van Kispert worden betrouwbaarheidscoëfficiënten gevonden van 0.62 tot 0.85 voor de meetplaatsen. Hierbij zijn de hoogste coëfficiënten voor de triceps brachii, subscapulaire en supra-iliaal. Voor de som van de huidplooien en het geschatte vetpercentage is deze 0.79 tot 0.91.(6) Jackson et al vonden coëfficiënten tussen 0.96 en 0.98 voor de individuele meetplaatsen. (7)

In recentere literatuur ligt vooral de nadruk op verschillen tussen man-vrouw bestaan. McRae et al vinden voor mannen een grotere inter- en intraobserver betrouwbaarheid dan voor vrouwen, dit zou kunnen worden verklaard door de lagere compressibiliteit van vet bij vrouwen. (8)

Bij obese mensen zijn huidplooien 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. (9)

4. Interpretatie

Voor het omrekenen van de gemeten som van de huidplooidikten naar een percentage lichaamsvet wordt (nog steeds) gebruik gemaakt van de formule of tabel van Durnin en Womersley uit 1974. Zij beschreven een van de grootste datasets met huidplooidiktemeting in relatie tot lichaamssamenstelling voor diverse leeftijden en sexe. (10) Zij maakte gebruik van de formule van Siri voor berekening van het vetpercentage uit lichaamsdichtheid ($\text{Vetpercentage} = 495 / D - 450$)

Vanuit de som van vier huidplooidiktemetingen en de relatie met lichaamsdichtheid werd een regressievergelijking gemaakt. Echter het betreft geen lineaire vergelijking. Bijvoorbeeld bij obese mensen een relatief grote toename van huidplooidikte is geassocieerd met een kleine verandering in vetpercentage. Dit geldt voor meerdere leeftijdscategorieën. Hiertoe is gekozen om een best passende logaritmische regressie te gebruiken, waardoor soms een overschatting of een onderschatting kan plaatsvinden. Echter wordt nog steeds gebruik gemaakt van deze formule bij gebrek aan nieuwere, grote studies.

Middels extrapolatie wordt ook voor de adolescentengroep deze formule gebruikt (leeftijd 16-19 jaar).(11)

Voor personen van 17 jaar en ouder geldt: $D = C - M \times \log(\text{som huidplooien in mm})$ waarbij C en M uit onderstaande tabel kunnen worden gehaald.

Leeftijd (jaren)	Geslacht	C	M
17-29	Man	1.1626	0.0631
	Vrouw	1.1574	0.0698
30-39	Man	1.1422	0.0544
	Vrouw	1.1423	0.0632
40-49	Man	1.1620	0.0700
	Vrouw	1.1333	0.0612
> 50	Man	1.1715	0.0779
	Vrouw	1.1339	0.0645

Tabel naar Durnin en Womersley 1974											
MANNEN					VROUWEN						
Som (mm)	12-16	17-29	30-39	40-49	>50	Som (mm)	12-16	17-29	30-39	40-49	>50
15	9,0	4,8				15	12,5	10,5			
16	9,8	5,5				16	13,3	11,3			
17	10,5	6,2				17	14,0	12,0			
18	11,2	6,9				18	14,7	12,7			
19	11,9	7,5				19	15,4	13,4			
20	12,5	8,1	12,2	12,2	12,6	20	16,0	14,1	17,0	19,8	21,4
21	13,2	8,6	12,6	12,8	13,2	21	16,6	14,7	17,5	20,3	22,0
22	13,8	9,1	13,0	13,4	13,8	22	17,2	15,3	18,0	20,8	22,5
23	14,4	9,6	13,4	14,0	14,4	23	17,8	15,8	18,5	21,3	23,0
24	15,0	10,1	13,8	14,5	15,5	24	18,4	16,3	19,0	21,8	23,5
25	15,5	10,5	14,2	15,0	15,6	25	19,0	16,8	19,4	22,2	24,0
26	15,9	11,0	14,6	15,6	16,2	26	19,5	17,4	19,9	22,7	24,6
27	16,3	11,5	15,0	16,2	16,8	27	19,9	18,0	20,4	23,2	24,1
28	16,7	12,0	15,4	16,7	17,4	28	20,3	18,5	20,9	23,7	25,6
29	17,1	12,5	15,8	17,2	18,0	29	20,7	19,0	21,4	24,1	26,1
30	17,5	12,9	16,2	17,7	18,6	30	21,0	19,5	21,8	24,5	26,6
31	17,9	13,3	16,5	18,1	19,1	31	21,5	19,9	22,2	24,9	27,0
32	18,3	13,7	16,8	18,5	19,6	32	22,0	20,3	22,6	25,3	27,4
33	18,7	14,1	17,1	18,9	20,0	33	22,5	20,7	23,0	25,7	27,8
34	19,1	14,4	17,4	19,3	20,4	34	23,0	21,1	23,4	26,1	28,2
35	19,5	14,7	17,7	19,6	20,8	35	23,5	21,5	23,7	26,4	28,5
36	19,9	15,1	18,0	20,0	21,3	36	23,9	21,9	24,1	26,8	28,9
37	20,3	15,5	18,3	20,4	21,7	37	24,3	22,3	24,5	27,2	29,3
38	20,7	15,8	18,6	20,8	22,1	38	24,7	22,7	24,9	27,6	29,7
39	21,0	16,1	18,9	21,1	22,5	39	25,1	23,1	25,2	27,9	30,0
40	21,5	16,4	19,2	21,4	22,9	40	25,5	23,4	25,5	28,2	30,3
41	21,8	16,7	19,5	21,8	23,3	41	25,8	23,8	25,8	28,5	30,7
42	22,1	17,0	19,8	22,1	23,7	42	26,1	24,1	16,1	28,8	31,0
43	22,5	17,3	20,0	22,4	24,1	43	26,4	24,4	26,4	29,1	31,3
44	22,7	17,5	20,2	22,7	24,4	44	26,7	24,7	26,7	29,4	31,6
45	23,0	17,7	20,4	23,0	24,7	45	27,0	25,0	27,0	29,6	31,9
46	23,2	18,0	20,7	23,4	25,1	46	27,3	25,3	27,2	29,9	32,2
47	23,4	18,3	20,9	23,7	25,5	47	27,6	25,6	27,5	30,2	32,5
48	23,6	18,6	21,1	24,0	25,9	48	27,9	25,9	27,8	30,5	32,8
50	24,0	19,0	21,5	24,6	26,5	50	28,5	26,5	28,2	31,0	33,4
51	24,4	19,3	21,7	24,9	26,8	51	28,9	26,8	28,5	31,3	33,7
52	24,6	19,5	21,9	25,2	27,1	52	28,9	27,1	28,8	31,5	34,0
53	25,0	19,7	22,1	25,5	27,4	53	29,1	27,4	29,0	31,7	34,2
54	25,2	19,9	22,3	25,7	27,7	54	29,3	27,6	29,2	31,9	34,4
55	25,5	20,1	22,5	25,9	27,9	55	29,5	27,8	29,4	32,1	34,6
56	25,7	20,4	22,7	26,2	28,2	56	29,7	28,1	29,7	32,4	34,9
57	25,8	20,6	22,9	26,5	28,5	57	29,7	28,4	30,0	32,6	35,1
58	26,1	20,8	23,1	26,7	28,8	58	30,1	28,7	30,2	32,8	35,3
60	26,5	21,2	23,5	27,1	29,2	60	30,5	29,1	30,6	33,2	35,7
61	26,7	21,4	23,7	27,4	29,5	61	30,8	29,4	30,8	33,4	35,9
62	26,9	21,6	23,9	27,6	29,8	62	31,1	29,6	31,0	33,6	36,1
63	27,1	21,8	24,1	27,8	30,0	63	31,4	29,8	31,2	33,8	36,3
65	27,5	22,2	24,3	28,2	30,4	65	32,0	30,2	31,6	34,1	36,7
66	27,7	22,4	24,5	28,5	30,7	66	32,2	30,4	31,8	34,3	36,9
67	27,9	22,6	24,7	28,7	31,0	67	32,4	30,6	32,0	34,5	37,1
68	28,1	22,8	24,9	28,9	31,2	68	32,6	30,8	33,2	34,7	37,3
70	28,5	23,1	25,1	29,3	31,6	70	33,0	31,2	32,5	35,0	37,7
71	28,7	23,3	25,3	29,5	31,9	71	33,2	31,4	32,7	35,2	37,9
72	28,9	23,5	25,5	29,7	32,1	72	33,4	31,6	32,9	35,4	38,1
73	29,1	23,7	25,7	29,9	32,3	73	33,6	31,8	33,1	35,6	38,3
75	29,5	24,0	25,9	30,3	32,7	75	34,0	32,2	33,4	35,9	38,7
76		24,2	26,1	30,5	33,0	76		32,4	33,6	36,1	38,9
77		24,4	26,3	30,7	33,2	77		32,6	33,8	36,3	39,1
78		24,6	26,4	30,9	33,4	78		32,8	34,0	36,5	39,3
80		24,8	26,6	31,2	33,8	80		33,1	34,3	36,7	39,6
81		25,0	26,8	31,4	34,0	81		33,3	34,5	36,9	39,8
82		25,2	26,9	31,6	34,2	82		33,5	34,7	37,1	40,0
83		25,3	27,0	31,8	34,3	83		33,7	34,9	37,3	40,2
85		25,5	27,2	32,1	34,8	85		34,0	35,1	37,5	40,4
90		26,2	27,8	33,0	35,8	90		34,8	35,8	38,3	41,2

Normaal waarden gebaseerd op de Eurofit (van Mechelen) bij jongeren tussen de 12-16
 Normaal waarden volwassenen (ACSM 2008)
 Rood < 10 % of > 90 %; Groen 30-70 % Oranje 10-30% 70 - 90%
 Body fat reference curves for children HD McCarthy 2006

Referenties van Mechelen (12), ACSM (13), McCarthy (14)

Weststrate en Deurenberg hebben in 1989 aan de hand van de regressievergelijkingen van Durnin en Womersley nieuw onderzoek verricht. Het extrapoleren van de gegevens van Durnin en Womersley zou namelijk betekenen dat bij een lichaam zonder subcutaan vet totale lichaamsdichtheid ver boven totale vet vrije massa zou liggen.

Nieuwe formules en normaalwaarden zijn ontwikkelt aan de hand van onderzoek bij 2285 Nederlandse kinderen tussen de 0 en 18 jaar oud. (15)

Zoals in bovenstaande tabel te zien, zijn de normaalwaarden bij kinderen onder de 17 jaar afkomstig van Mechelen.

Voor personen onder de 17 jaar zijn waardes omgerekend naar leeftijd.

Som van vier huidplooien	Vetpercentage jongens	Vetpercentage meisjes
15 mm.	9%	9%
20 mm.	12,5%	16%
25 mm.	15,5%	19%
30 mm.	17,5%	21,5%
35 mm.	19,5%	23,5%
40 mm.	21,5%	25%
45 mm.	23%	27%
50 mm.	24%	28,5%
55 mm.	25,5%	29,5%
60 mm.	26,5%	30,5%
65 mm.	27,5%	32,5%
70 mm.	28,5%	33%

De som van vier huidplooien en het overeenkomstige vetpercentage (Van Mechelen 1991(12))

Leeftijd (jaar)	Laag	Onder gemiddeld	Gemiddeld	Boven gemiddeld	Hoog
12	≤ 21	22 – 26	27 – 30	31 – 38	≥ 39
13	≤ 21	22 – 25	26 – 31	32 – 42	≥ 43
14	≤ 21	22 – 25	26 – 29	30 – 40	≥ 41
15	≤ 21	22 – 24	25 – 27	28 – 35	≥ 36
16	≤ 19	20 – 22	23 – 26	27 – 32	≥ 33

Referentiewaarden som 4 huidplooien jongens (Van Mechelen 1991(12))

Leeftijd (jaar)	Laag	Onder gemiddeld	Gemiddeld	Boven gemiddeld	Hoog
12	≤ 26	27 – 34	35 – 42	43 – 51	≥ 52
13	≤ 29	30 – 36	37 – 43	44 – 56	≥ 57
14	≤ 33	34 – 39	40 – 44	45 – 54	≥ 55
15	≤ 51	52 – 55	56 – 59	60 – 64	≥ 65
16	≤ 34	35 – 41	42 – 49	50 – 60	≥ 61

Referentiewaarden som 4 huidplooien meisjes (Van Mechelen 1991(12))

Literatuur

1. Womersley J, Durnin, JVGA: An experimental study on variability of measurements of skinfold thickness on young adults. *Hum. Biol.* 1973 45, 281
2. Gwinup G, Chelvam R, Steinberg T. Thickness of subcutaneous fat and activity of underlying muscles. *Ann Intern Med.* 1971 Mar;74(3):408-11
3. Hume P, Marfell-Jones M: The importance of accurate site location for skinfold measurement. *J Sports Sci.* 2008 Oct;26(12):1333-40
4. Ruiz L, Colley JR, Hamilton PJ: Measurement of triceps skinfold thickness. An investigation of sources of variation. *Br J Prev Soc Med.* 1971 Aug;25(3):165-7
5. Lohman TG, Roche AF, Martorell R: Anthropometric standardization reference manual. Human Kinetic Books. Champaign, Illinois: 1988
6. Kispert CP, Merrifield HH: Interrater reliability of skinfold fat measurements. *Phys Ther.* 1987 Jun;67(6):917-20
7. Jackson AS, Pollock ML, Gettman LR: Intertester reliability of selected skinfold and circumference measurements and percent fat estimates. *Res Q.* 1978 Dec;49(4):546-51
8. McRae MP Male and female differences in variability with estimating body fat composition using skinfold calipers. *J Chiropr Med.* 2010 Dec;9(4):157-61
9. 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
10. 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
11. 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
12. Mechelen, W. van, W. H. van Lier, H. Hlobil, I. Crolla, en H. C. G. Kemper. Eurofit, Handleiding met referentieschalen voor 12- tot en met 16-jarige jongens en meisjes in Nederland. Haarlem: Uitgeverij de vrieseborch (1991)
13. American College of Sports Medicine (2006): ACSM's guidelines for exercise testing and prescription.
14. McCarthy HD et al. Body fat reference curves for children. *Int J Obes (Lond).* 2006 Apr;30(4):598-602
15. Westrate JA, Deurenberg P, Body composition in children: proposal for a method for calculating body fat percentage from total body density or skinfold-thickness measurements. *Am J Clin Nutr.* 1989 Nov;50(5):1104-15

Bijlagen:

1) Uitvoering van de meting

De huidplooi dient zowel door de huidplooiometer als de hand van de onderzoeker te worden vastgehouden, zie foto 1. Op de andere foto's is dit weggelaten voor een duidelijker beeld van de plaatsen van de huidplooiometer zelf.



1



2



3



4