



Evaluatie van lichaamssamenstelling en vetmassa

Stafmeeting SPORTS

18 januari 2012

Steven Kerré

Universiteit Antwerpen





Indeling

- 1. Inleiding
- 2. Theoretische achtergrond
- 3. Meetmethodes
- 4. Anthropometrische formules
- 5. Besluit



1. Inleiding

- Nut van het bepalen van vetpercentages
 - Inschatten van nutritionele status
 - Kinderen: groeistoornissen inschatten
 - Vruchtbaarheid van jonge vrouwen: dysmenorhee
 - Ouderen: inschatting ernst van bepaalde ziekte, cardiovasculair risicoprofiel
 - In de sport
 - Vooral belangrijk voor sporten in gewichtscategoriën
 - 'zo scherp mogelijk staan', minimale gewicht bepalen



2. Theoretische achtergrond

- 2 compartiment model
- 3 compartiment model
- 4 compartiment model
- Multicompartment model



2C model

- Principe
 - Lichaam opgedeeld in 2 compartimenten
 - Vet
 - FFM (= fat free mass): water, eiwitten, mineralen,...
 - Gaat uit van de veronderstelling dat de densiteit van FFM een constante is
- Meetmethode gebaseerd op 2C model
 - Hydrodensitometrie (onderwater weging)
 - Air-displacement plethysmografie



3C model

- Principe
 - Lichaam opgedeeld in 3 compartimenten
 - FM
 - TBW (total body water)
 - Solide fractie (proteïne en mineralen)
 - Gaat uit van de veronderstelling dat de solide fractie een constante is
- Meetmethode gebaseerd op 3C model
 - Hydrodensitometrie → FM bepalen
 - Isotoop dilutiemethode → TBW bepalen



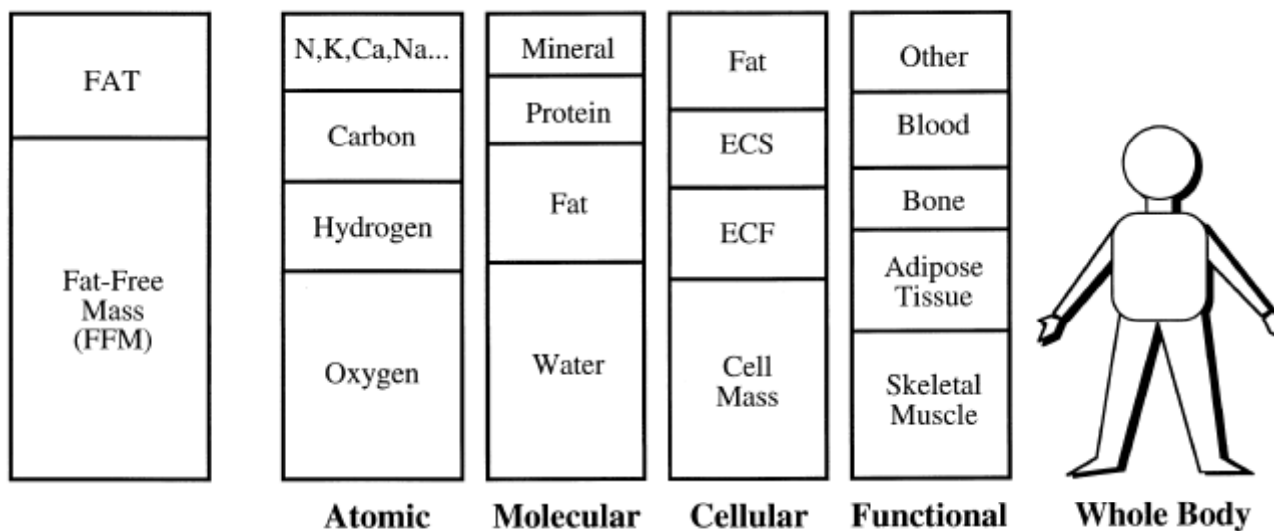
4C model

- Principe
 - Lichaam opgedeeld in 4 compartimenten
 - Vet
 - Water
 - Mineralen
 - Eiwitten
 - Meetmethodes
 - Hydrodensitometrie → vetmassa
 - Isotoop dilutie methode → waterfractie
 - DEXA → botdensiteit
 - Neutron activation analysis → proteïne fractie



Multicompartment model

**Basic Model
2-Compartment**



Multicompartment Models



Model	Equations for %Fat	Additional Methods
2C	$100 \times (4.95/D_b - 4.50) \times 100$ $100 \times (4.570/D_b - 4.142)$	
3C	$100 \times (2.118/D_b - 0.78f_{TBW} - 1.354)$ $100 \times (6.386/D_b - 3.96f_{MIN} - 1.354)$	D ₂ O DXA or NAA
4C	$100 \times (2.747/D_b - 0.714f_{TBW} + 1.146f_{bone} - 2.0503)$	D ₂ O and DXA



3. Meetmethodes

- Hydrodensitometrie
- Air-displacement plethysmografie
- Dual-energy X-ray analyse
- Bio-elektrische impedantie
- Medische beeldvorming
 - MRI en CT



Hydrodensitometrie





- Principe
 - 2 compartimentmodel
 - Hoe groter de proportie vet in het lichaam, hoe kleiner de densiteit van het lichaam
- Methode
 - A. Meting van residueel longvolume
 - 1. Bepaling van totale longcapaciteit
 - Helium dilutie
 - Stikstof uitwas methode
 - 2. Spirometrie om vitale capaciteit te bepalen
 - B. Meting van lichaamsgewicht en gewicht bij onderdompeling



$$1/D_b = f_{fat}/D_{fat} + f_{FFM}/D_{FFM}$$

waarbij D_{fat} en D_{ffm} als constanten worden beschouwd



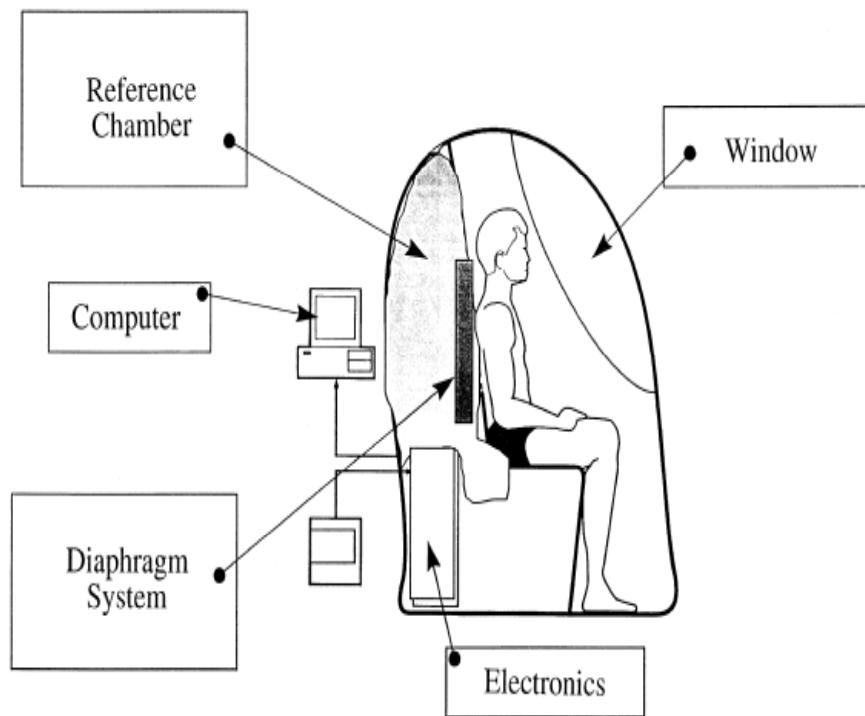
Foutenbronnen

Error in	If Underestimated by		True Values	If Overestimated by	
Δ Residual volume, ml	-400	-100	1.2 L	+100	+400
	(%BF 17.8	15.7	15.0	14.3	12.2)
Δ Underwater weight, g	-50	-20	3.36 kg	+20	+50
	(%BF 15.4	15.1	15.0	14.9	14.6)
Δ Body weight, kg	-0.5	-0.1	70.0 kg	+0.1	+0.5
	(%BF 15.3	15.1	15.0	15.1	15.3)
Δ Water temperature, °C	-1.0	-0.5	36.0°C	+0.5	+1.0
	(%BF 15.2	15.1	15.0	15.1	15.2)

Δ , Change; %BF, percent body fat.



Air displacement plethysmography



- Op basis van lichaamsvolume en gewicht kan de densiteit bepaald worden



- Gevalideerd bij jonge en oude populatie met een multicompartiment model als referentiemethode
- Gemakkelijk in gebruik, zeker vergeleken met hydrodensitometrie
- Wordt in sommige studies aangeraden bij atleten



DEXA

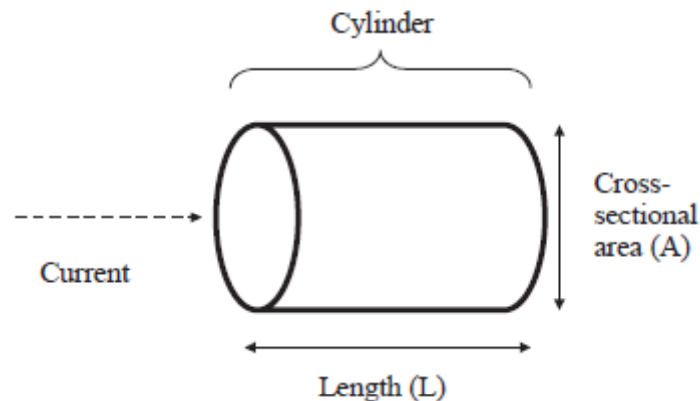
- Principe whole body scan
 - Absorptie van X-stralen doorheen vet, bot en vetvrije massa is verschillend
 - Lichaam wordt opgedeeld in 40-45% waar bot in voorkomt, en 55-60% weefsel zonder bot
 - In het gedeelte zonder bot, kan de absorptie van de weke delen bepaalde worden
 - Indirect kan dan de vetmassa bepaald worden



- Voordelen
 - Meest gebruikte referentiemethode
 - Vegeleken met een 4C model is er een hoge graad van overeenkomst
 - Gevalideerd voor jonge en oude populatie
- Nadelen
 - Straling (doch $< 10\mu\text{S}$)
 - Duur: 25-30 minuten
 - Verschillen tussen metingen van toestellen verschillende producenten
 - Niet gevoelig genoeg om veranderingen te detecteren bij atleten



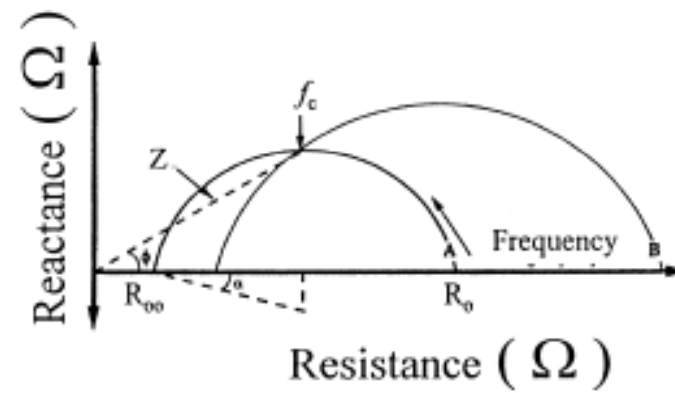
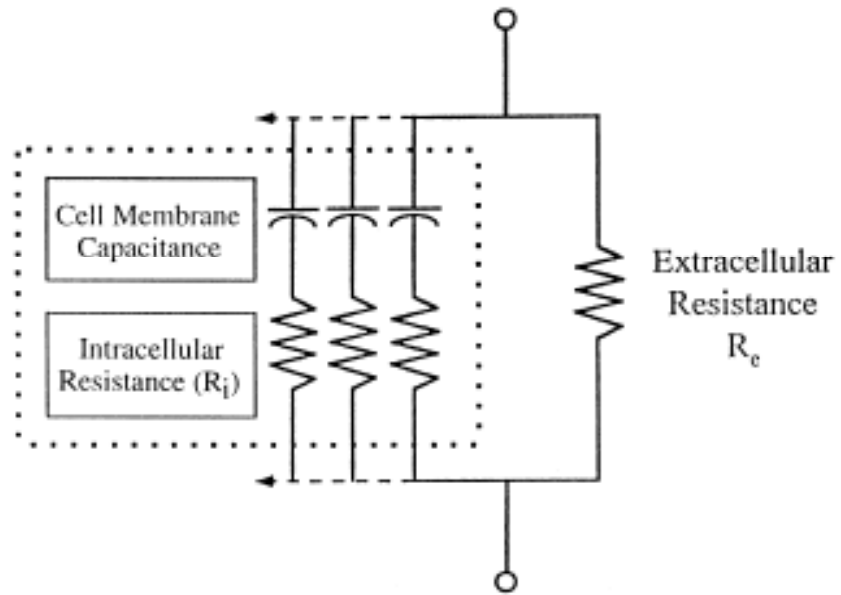
Bio-elektrische impedantie



- Gebaseerd op de elektrische geleidbaarheid van weefsels
- Water geeft beste geleiding voor elektrische stroom
- Vet en bot hebben slechtste geleiding



- Bij lage frequentie: stroom kan niet door celmembranen, enkel meting van extracellulair vocht
- Bij 50 kHz: stroom door zowel intra- als extracellulair vocht waardoor de weerstand van het hele lichaam gemeten wordt





- Single frequency BIA
 - 1 puls van 50 kHz
 - Meet dus een gewogen gemiddelde van ECW en ICW weerstand
 - Geen onderscheid tussen ECW en ICW, dus enkel toepasbaar bij normale hydratatie
 - Kan FFM meten
- Multi frequency BIA
 - Verschillende pulsen van 0-1-5-50-100-200-500 kHz
 - Weerstand bepalen bij verschillende frequenties



- In theorie een zeer nuttig instrument
 - Snelle evaluatie
 - Reproduceerbaar
 - Veilig en niet-invasief
 - Draagbaar materiaal
- Maar...
 - Verschillende invloeden: leeftijd, geslacht, fysieke activiteit, hydratatiestatus van de huid, ziekte, menstruatie, ethniciteit,... → zeer populatie specifiek



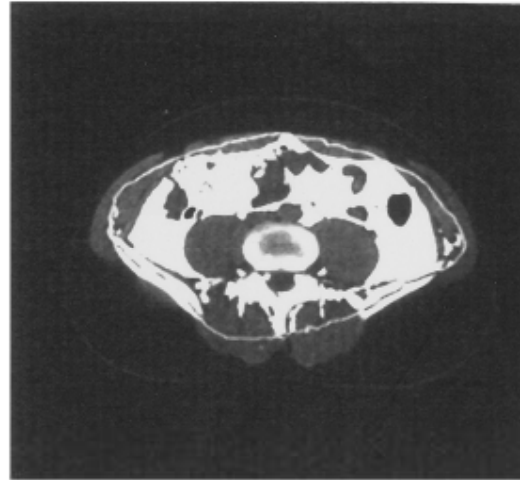
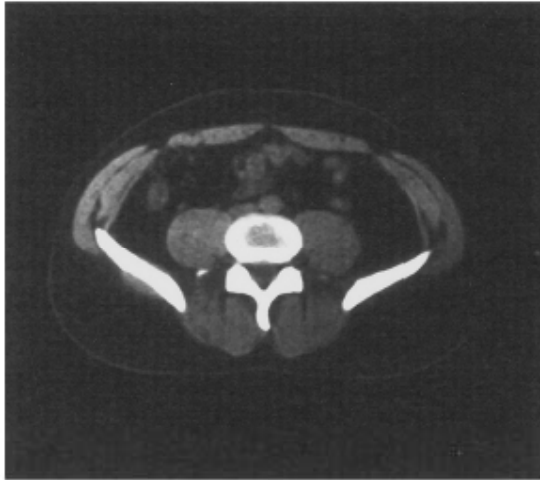
- Bij personen met een normale hydratatiestatus én de juiste BIA formule, is BIA een nuttig instrument in de praktijk



Medische beeldvorming

- CT/MRI
- Onderscheid maken tussen visceraal vet en subcutaan vet

A



B

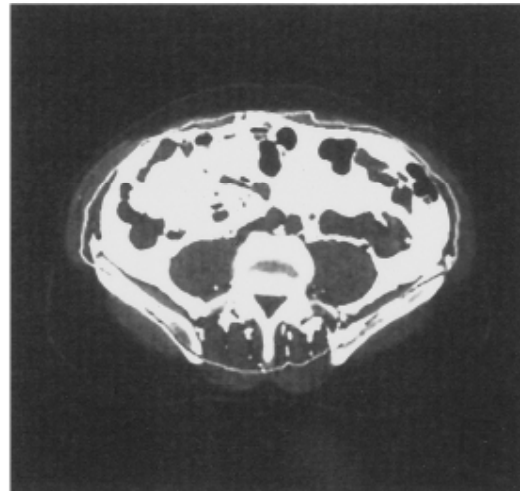


FIG. 7. Cross-sectional images of the abdomen obtained by computed tomography for a young man (*A*) and a middle-aged male (*B*), both with the same total body fat mass. [Modified from Despres et al. (68).]



4. Anthropometrie

- BMI
 - BMI niet genoeg om te differentiëren tussen overgewicht door spiermassa of door vetmassa
- Lichaamsomtrekken
 - Waist-to-hip ratio
- Huidplooiingen



Huidplooimetingen

- Gaat uit van het principe dat het subcutane vet steeds een constante proportie bijdraagt aan de totale vetmassa
- Belang van gestandariseerde procedure
 - International Standards for Anthropometric Assessment
- Belang van gecalibreerde meetinstrumenten





- Voordelen
 - Snel en gemakkelijk uit te voeren
 - Goedkoop
- Nadelen
 - Indirect methode
 - Intertester variatie
 - Populatiespecifieke tabellen
 - De veronderstelling dat subcutaan vet een constante proportie is van de totale vetmassa gaat niet op bij ouderen (meer visceraal vet)



Durnin and Womersley (1974)

- Formules gebaseerd op hydrodensitometrie metingen bij mannen en vrouwen tussen 17 en 72 jaar
- Meting van huidplooien op 4 sites
 - Biceps, triceps, suprailiacaal en subscapulair
 - Elke huidplooi bilateraal meten en het gemiddelde ervan nemen
 - Som van de huidplooien



Biceps





Triceps



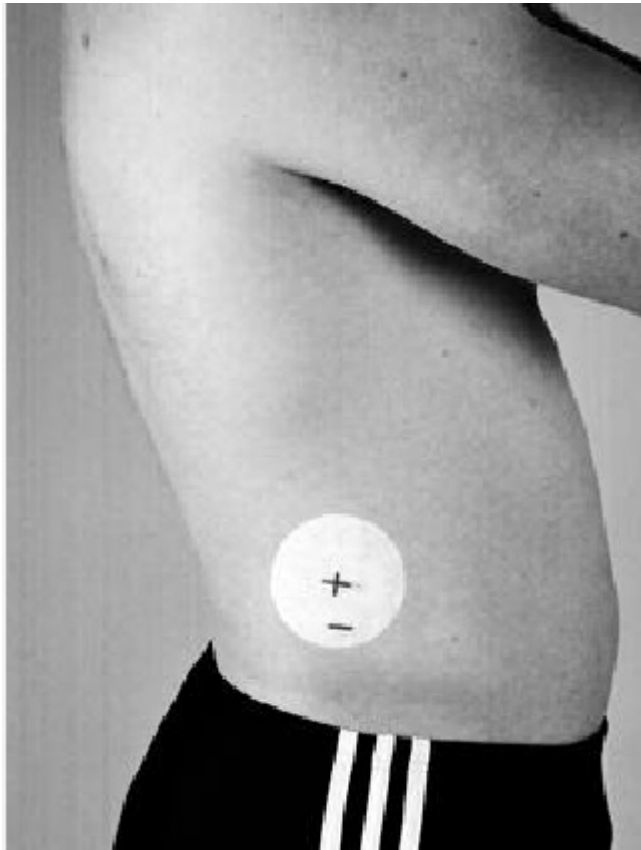


Subscapulaire





Suprailiacaal





Percent Body Fat estimated according to Durnin and Womersley (1974)				
Male of Age in Years				
Sum of four Skinfolds mm	17-29	30 – 39	40 – 49	50 - 72
15	4.8			
20	8.1	12.2	12.2	12.6
25	10.5	14.2	15.0	15.6
30	12.9	16.2	17.7	18.6
35	14.7	17.7	19.6	20.8
40	16.4	19.2	21.4	22.9
45	17.7	20.4	23.0	24.7
50	19.0	21.5	24.6	26.5
55	20.1	22.5	25.9	27.9
60	21.2	23.5	27.1	29.2
65	22.2	24.3	28.2	30.4
70	23.1	25.1	29.3	31.6
75	24.0	25.9	30.3	32.7
80	24.8	26.6	31.2	33.8
85	25.5	27.2	32.1	34.8
90	26.2	27.8	33.0	35.8
95	26.9	28.4	33.7	36.6
100	27.6	29.0	34.4	37.4
105	28.2	29.6	35.1	38.2
110	28.8	30.1	35.8	39.0
115	29.4	30.6	36.4	39.7
120	30.0	31.1	37.0	40.4



- Systematische onderschatting van vetpercentage doordat er van een 2C model wordt uitgegaan
- Bij obese personen is deze onderschatting het grootst
- Geen huidplooiemeting in het onderste lidmaat



Jackson and Pollock

- Ook gebaseerd op 2C model
- 7 HPD metingen
 - Chest, axilla, triceps, subscapulaire, abdomen, supra-iliacaal, dij anterior



Peterson (2003)

- Gebaseerd op 4C model
- 4 HPD metingen
 - Triceps, subscapulaire, supra-iliacaal, dij
 - Inclusie van huidplooï van het onderste lidmaat omdat studies uitwijzen dat anterieure dij anthropometrisch de beste predictor is





$$\begin{aligned}\text{For men: } \%BF_{\text{new}} &= 20.94878 + (\text{age} \times 0.1166) \\ &- (\text{height} \times 0.11666) + (\text{sum4} \times 0.42696) \\ &- (\text{sum4}^2 \times 0.00159)\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{For women: } \%BF_{\text{new}} &= 22.18945 + (\text{age} \times 0.06368) \\ &+ (\text{BMI} \times 0.60404) - (\text{height} \times 0.14520) \\ &+ (\text{sum4} \times 0.30919) - (\text{sum4}^2 \times 0.00099562)\end{aligned}$$



Percentage body fat (%BF) estimates and measurements in the cross-validation group¹

	Value
Men (<i>n</i> = 86)	
%BF _{new}	22.7 ± 7.1 (11.1–36.6)
%BF _{4C}	22.8 ± 9.5 (4.6–44.3)
%BF _{JP}	—
%BF _{DW}	20.0 ± 7.0 ² (7.6–34.8)
Women (<i>n</i> = 91)	
%BF _{new}	32.6 ± 5.2 (21.7–43.2)
%BF _{4C}	32.8 ± 7.2 (14.1–46.2)
%BF _{JP}	26.2 ± 5.9 ² (13.6–39.8)
%BF _{DW}	31.0 ± 5.5 ² (20.4–43.9)

¹ $\bar{x} \pm SD$; range in parentheses. 4C, 4-compartment; JP, Jackson and Pollock; DW, Durnin and Wormersley.

²Significantly different from %BF_{4C} within the same sex, $P < 0.05$ (Bonferroni-adjusted P ; unpaired t test).



5. Besluit

- Multicompartment modellen zijn de gouden standaard
- DEXA is momenteel de beste referentiemethode
- In de praktijk is het gebruik van HPD metingen zeker niet te onderschatten
 - Formules gebaseerd op een 4C model zijn aan te raden
 - Vooral bij jonge en gezonde personen