

Composición corporal  
ISAK Nivel 1  
modelos bioquímicos  
de 2 componentes

Francis Holway  
fholway@hotmail.com

# Aplicaciones del estudio de la composición corporal

- Asociación a
  - Salud: % graso y muscular
    - elevado, bajo
  - Deporte
    - Cálculo del peso óptimo
  - Nutrición y ejercicio
    - Prescripción y control de dietas y planes
  - Antropología
    - Estudiar efectos de medio ambiente sobre cuerpo
  - Gerontología
    - Control de la masa muscular
  - Crecimiento y desarrollo
    - Estadíos madurativos, cambios con la edad

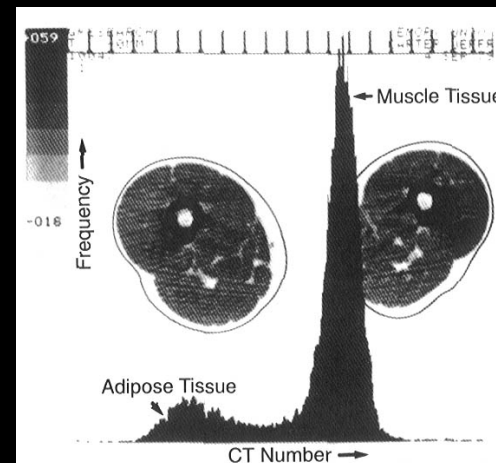
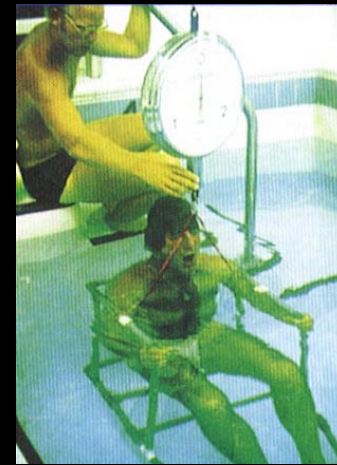
# El mejor método: *disección* (directo)



Estudio de Cadáveres de Bruselas (1979-80)

# Métodos indirectos: Hidro- densitometría, Tomografía (TAC), Resonancia (RMN)

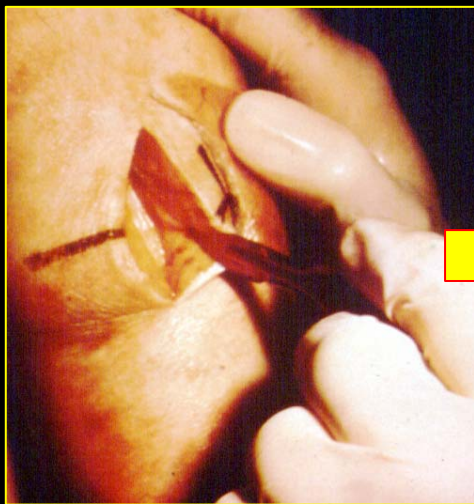
- Utilizar un *substituto del método directo* para estimar la composición, *suponiendo algunas cosas....*



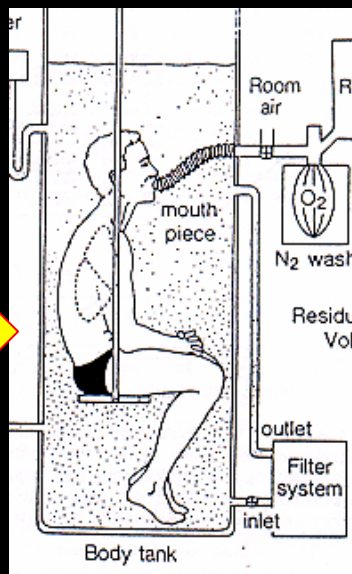
# Métodos doblemente indirectos: pliegues, o Bio-impedancia eléctrica



DIRECTO



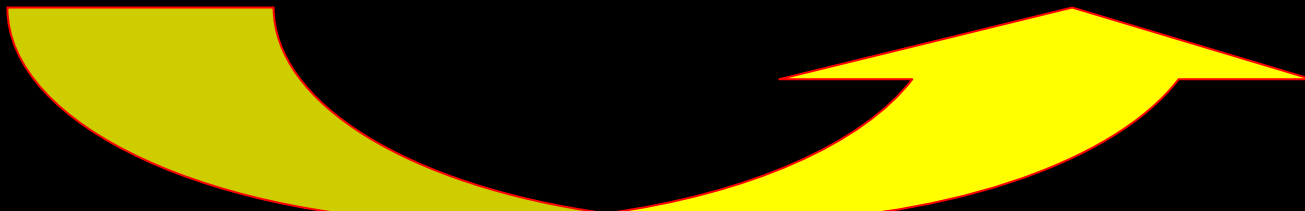
INDIRECTO



DOBLEMENTE  
INDIRECTO



INDIRECTO



# 5 niveles de clasificación

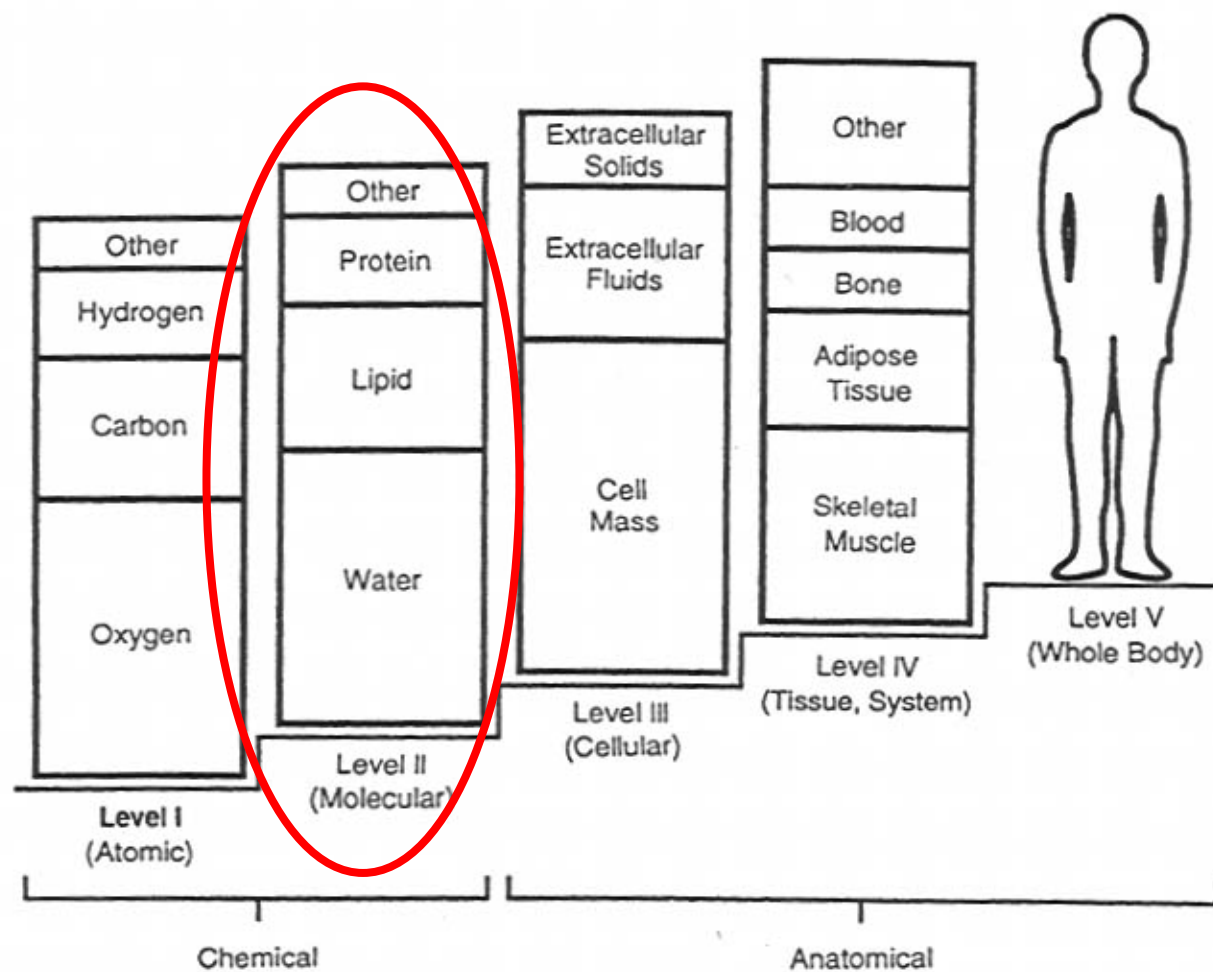


Figure 1.1 The five levels of human body composition (adapted from Wang *et al.*, 1992).

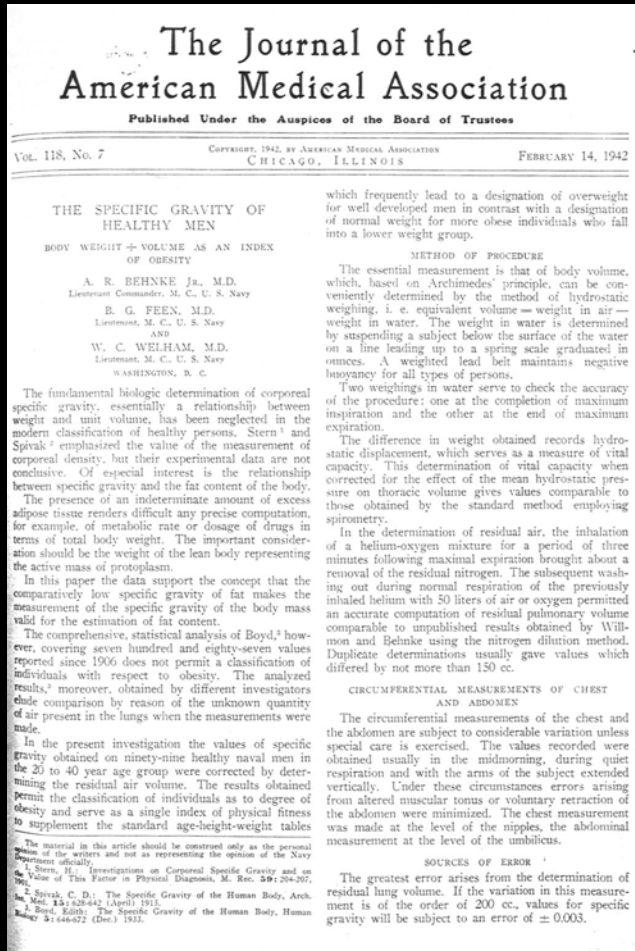
# ¿Qué nivel me interesa más?



- Según mi área de trabajo, ¿qué información necesito?
- ¿solo la grasa corporal?
- ¿también la masa muscular?
- ¿densidad mineral ósea?
  - DEXA, *no antropometría*



# Nacimiento del modelo: reclutando soldados y preparando buzos tácticos



Dr. Albert Behnke

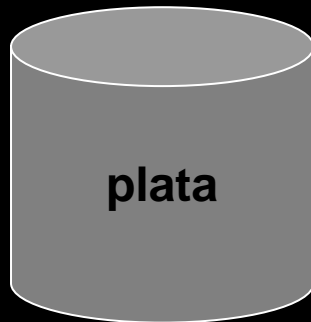
The specific gravity of healthy men (1941)

# Principio de Arquímedes

- *Densidad*
  - = *peso (g) / volumen (cm<sup>3</sup>)*
- Densidades:
  - Agua: 1,00 g \* cm<sup>-3</sup>
  - Oro: 19,32 g \* cm<sup>-3</sup>
  - Plata: 10,50 g \* cm<sup>-3</sup>



oro



plata

1 Kg de oro y plata

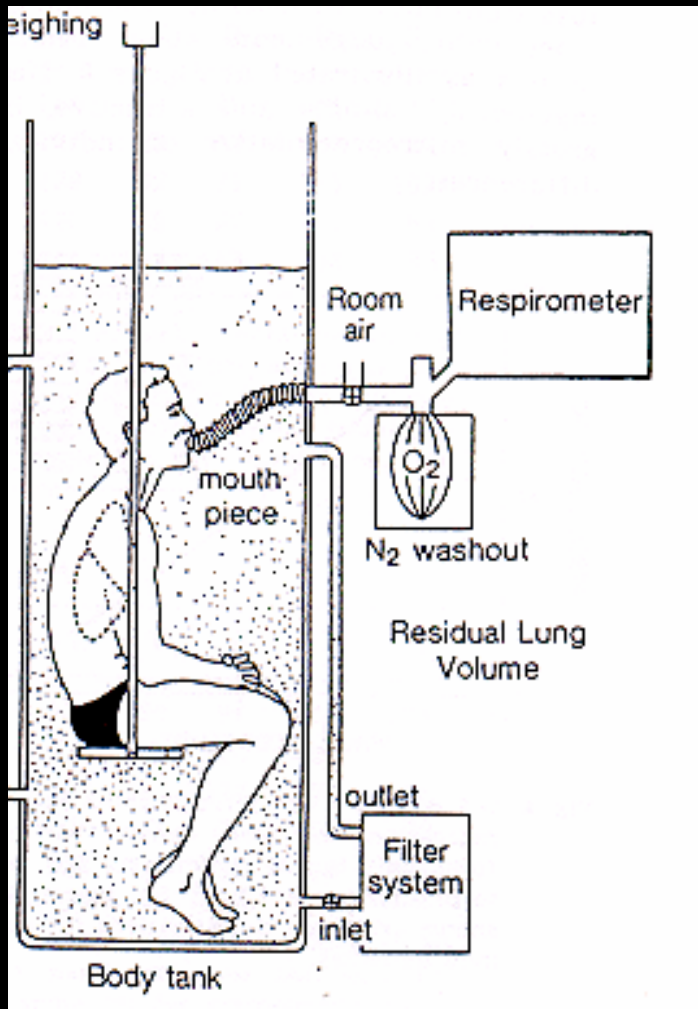


# Gravedad específica de lípidos, hueso y tejido magro



- Agua  $1,000 \text{ g} * \text{cm}^{-3}$
- Tejido óseo  $1,300 \text{ g} * \text{cm}^{-3}$
- Lípidos  $0,900 \text{ g} * \text{cm}^{-3}$
- Tejido muscular  $1,066 \text{ g} * \text{cm}^{-3}$
- *Tejido magro*  $1,100 \text{ g} * \text{cm}^{-3}$

# Diagrama esquemático del pesaje hidrostático



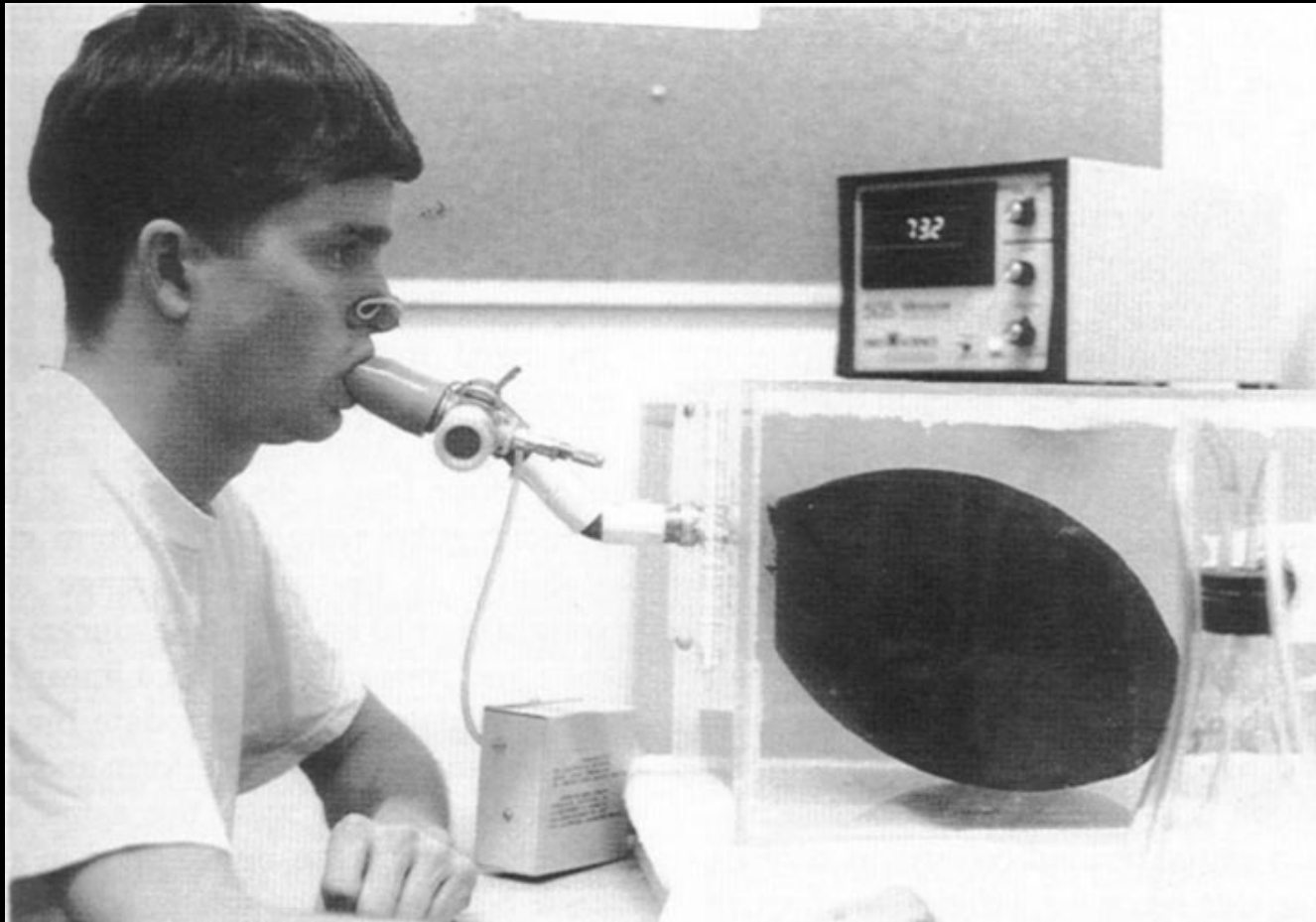
- Densidad de personas:
- = peso (Kg) / volumen (L)
- Volumen (L)
  - Desplazamiento de agua, ó
  - Diferencia de pesos:
  - Peso “en tierra” – peso “bajo agua”
- *La diferencia entre pesos es la fuerza (Kg) que hace el agua*
- 1 L agua = 1 Kg agua

# Pesaje hidrostático



- *Peso en tierra – peso en agua = volumen*
- 83,2 Kg. – 5,5 Kg.  
– = 77,7 Kg.
- 77,7 Kg. agua = 77,7 Litros de agua
- Densidad:  
– =  $83,2 / 77,7 = 1,071 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$

# Corrección por volumen residual de aire en pulmones



# Traducción de gravedad específica a porcentaje de grasa

- Siri (1956)

- % graso =  $[(4,95 / D_c) - 4,50] * 100$

- Brozek (1963)

- % graso =  $[(4,570 / D_c) - 4,142] * 100$

- $D_c = 1,030 \text{ g/cm}^3$
- $\% \text{ graso} = [(4,95 / 1,030) - 4,50] * 100$
- $= 30,58 \%$  graso
  
- $D_c = 1,089 \text{ g/cm}^3$
- $\% \text{ graso} = [(4,95 / 1,089) - 4,50] * 100$
- $= 4,55 \%$  graso



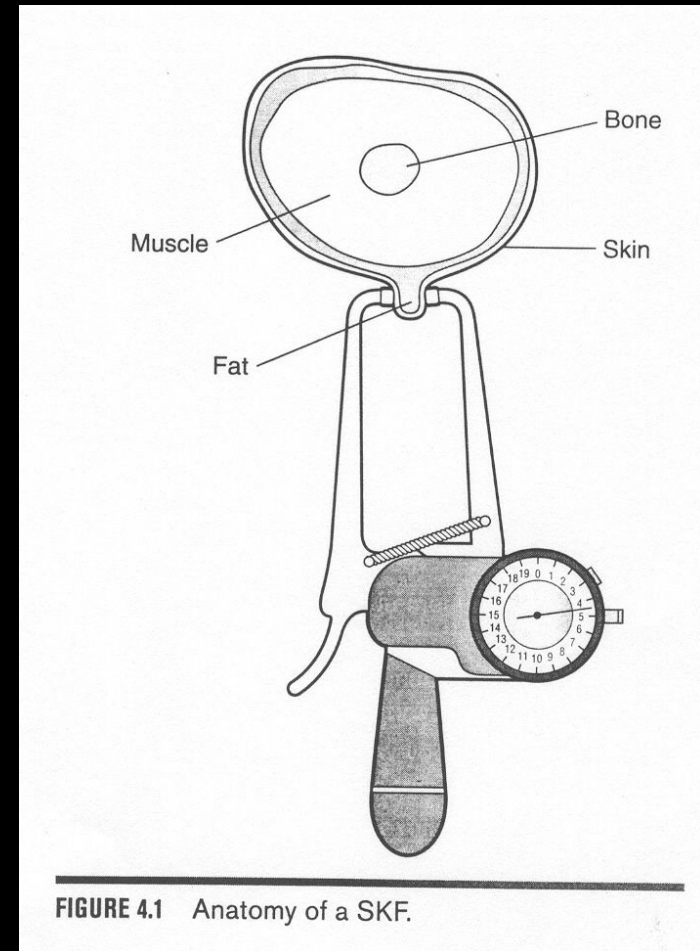


# Suposiciones de constancia biológica para que la matemática funcione

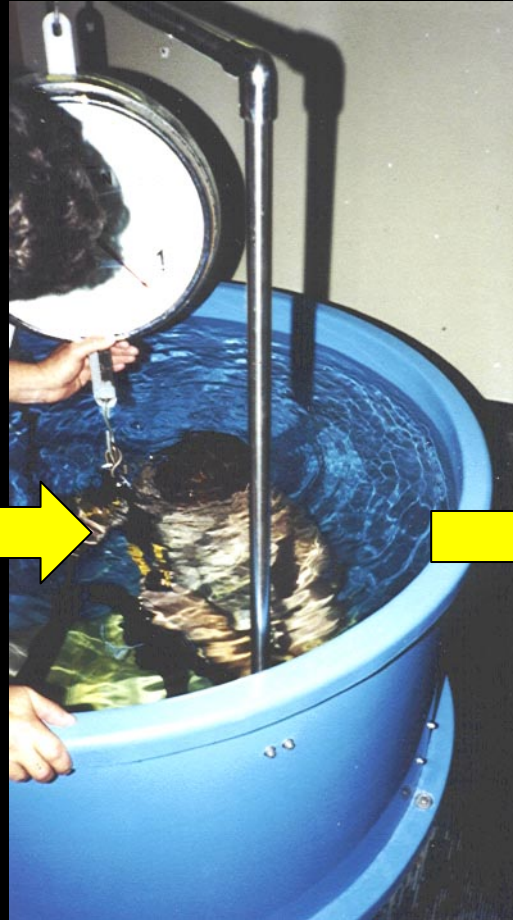
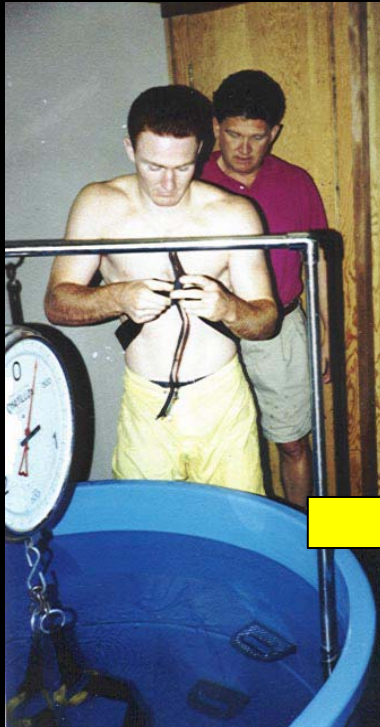
1. Que las densidades de la
  1. Grasa =  $0,900 \text{ g/cm}^3$
  2. Masa-libre-de-grasa =  $1,100 \text{ g/cm}^3$
2. Que los componentes de la masa-libre-de-grasa (MLG) (**Fat-free-mass, FFM**) no varíen en las personas
3. Que la densidad del esqueleto (*y otros componentes de la MLG*) no varíe en las personas

# Necesitando un sistema más práctico: el uso del pliegue

- No es práctico el pesaje hidrostático
- *Asociar (correlacionar) medidas antropométricas con densidad corporal*
- Diseñar ecuación de regresión



# Diseño de ecuaciones de regresión múltiple



# Desarrollo de ecuación de Durnin & Womersley

- 1974
- Escocia
- 209 varones
  - 5 – 50 % grasa
- 272 mujeres
  - 10 – 61 % grasa
- 16 a 72 años
- Calibre Harpenden
- $\sum$  4 pliegues
  - Tríceps
  - Subescapular
  - Bíceps
  - “Suprailíaco” (cresta ilíaca)
- Calcularon regresión de densidad corporal con logaritmo de  $\sum$  4 pliegues
- % graso con Siri (1956)

# Gráfico de dispersión: densidad corporal y $\Sigma$ 4 pliegues

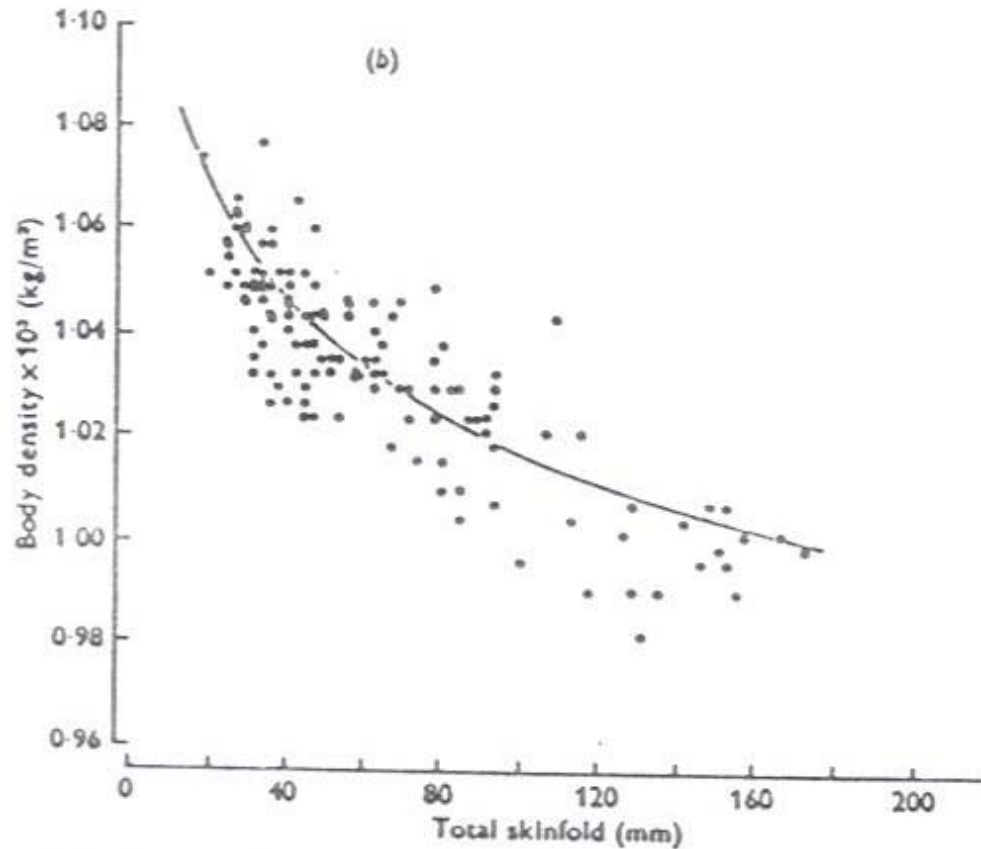


Fig. 1 (a) Individual values for body density and sum of four skinfolds with best-fit regression line derived from log values of skinfolds: 116 men aged 17-29. (b) Individual values for body density and sum of four skinfolds with best-fit regression line derived from log values of skinfolds: 129 women aged 16-29.

# Normalización logarítmica de los pliegues

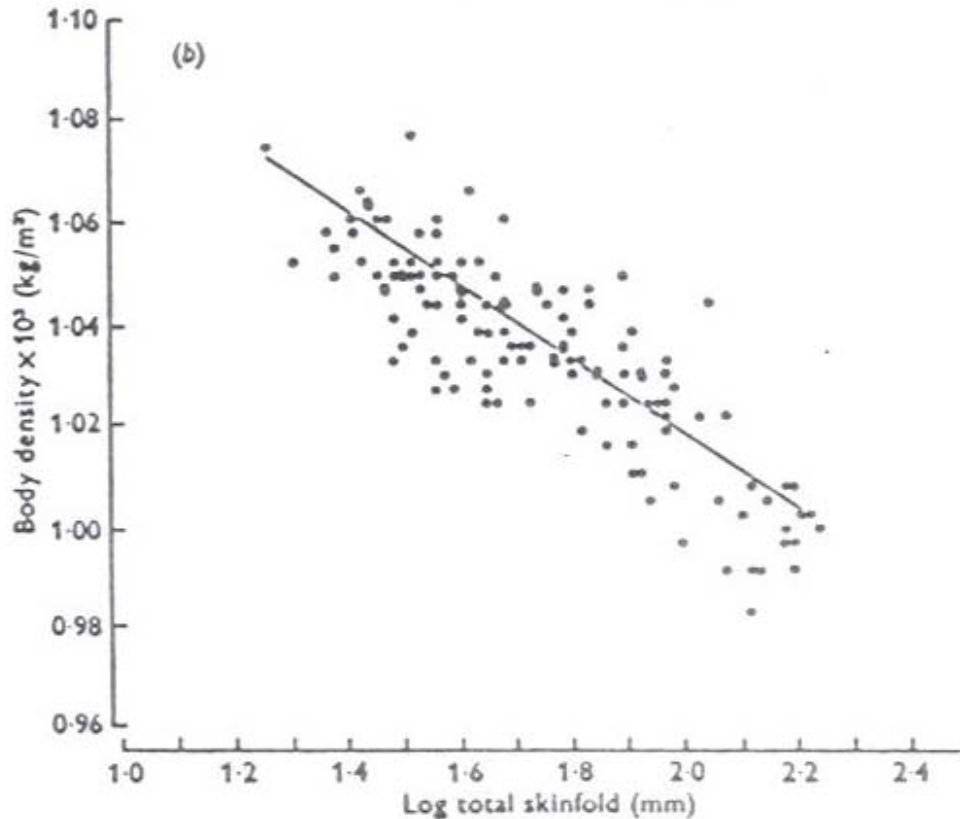


Fig. 2 (a) Individual values for body density and log of sum of four skinfolds: 116 men aged 17-29 years. (b) Individual values for body density and log of sum of four skinfolds: 129 women aged 16-29 years.

$$\text{Densidad} = c - [m * \log (\sum 4 \text{ pliegues})]$$

% graso (ecuación general)  
*Durnin & Womersley (1974, Escocia)*

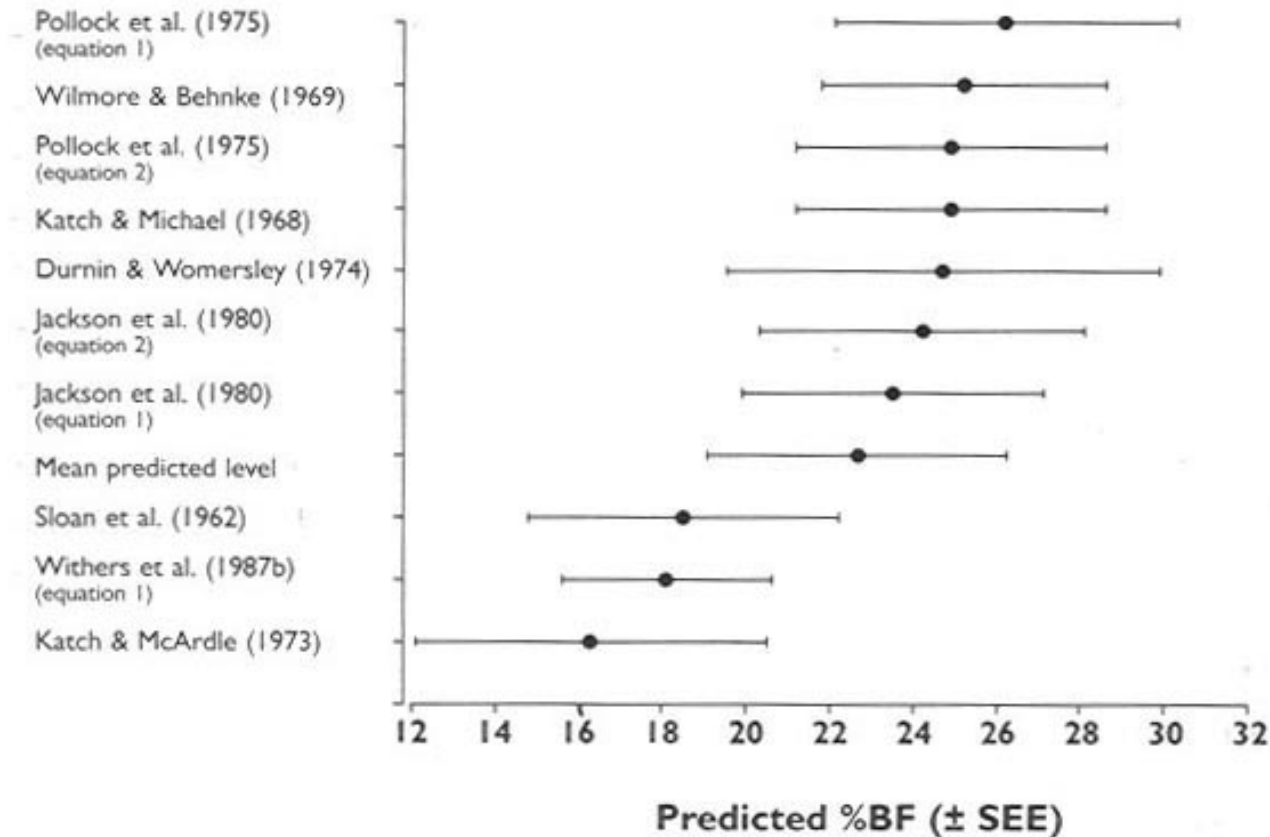
- Densidad =  $c - [m * \log (\sum 4 \text{ pliegues})]$
- % graso =  $(495/D - 450)$  *Siri 1956*
  - Valores normativos (Escocia):
- Hombres (18,0 -24,9):
  - %G =  $16,5 \pm 6,2$
  - n = 1708
- Mujeres (18,0 – 24,9):
  - %G =  $27,9 \pm 7,0$
  - n = 2585

# Escala de valoración con datos del ARGOREF

- Durnin & Womersley (1974)
  - $\Sigma$  4 pliegues:
    - tríceps, subescapular, bíceps, cresta ilíaca
  - ARGOREF (masculino)
    - $14,6 \pm 4,7$  %
    - Rango percentiles 15 a 85: 10,1 % – 19,4 %
  - ARGOREF (femenino)
    - $25,8 \pm 4,2$  %
    - Rango percentiles 15 a 85: 21,1 % - 31,8 %

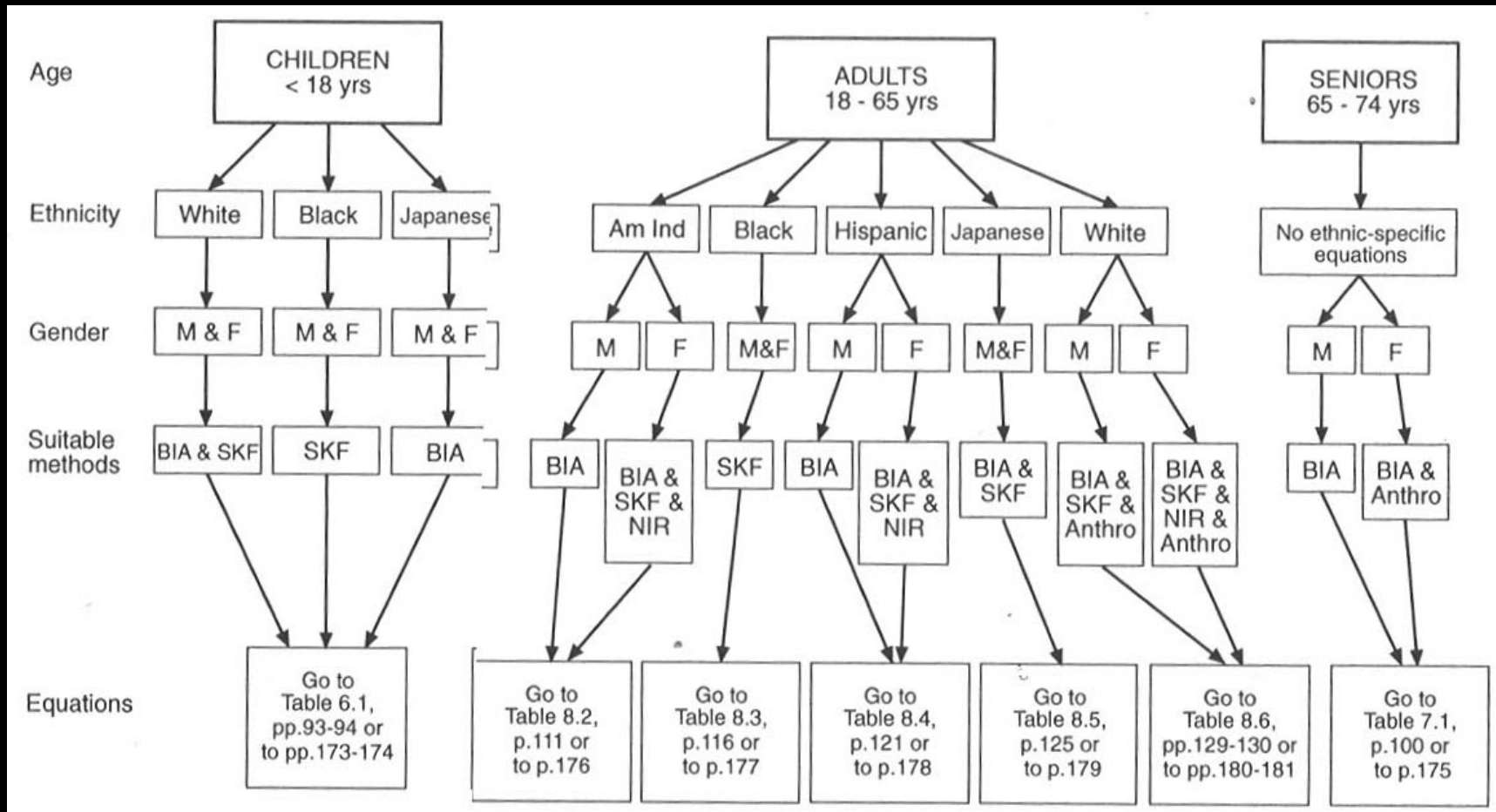


# Especificidad a la muestra



Results of predicting %BF of the subject whose details are shown in Figure 8. The results are mean values  $\pm$  1 standard error of estimate (SEE) as reported by the original authors (see appendix). The overall mean ( $\pm$  SD) predicted %BF level is also shown for reference.

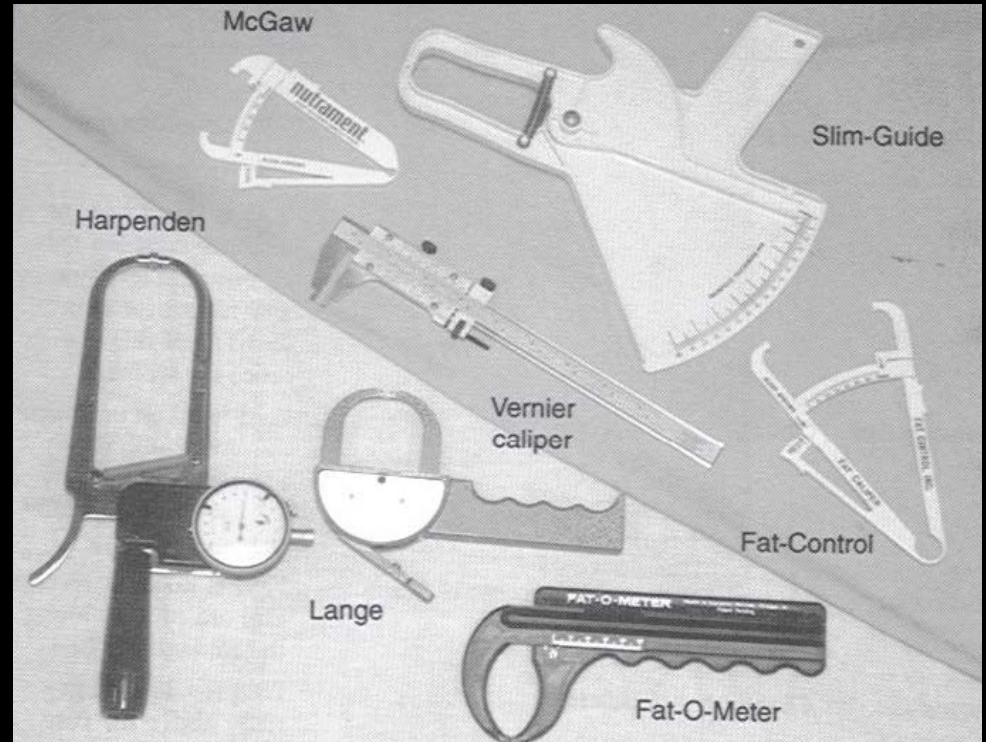
# Más de 100 ecuaciones....



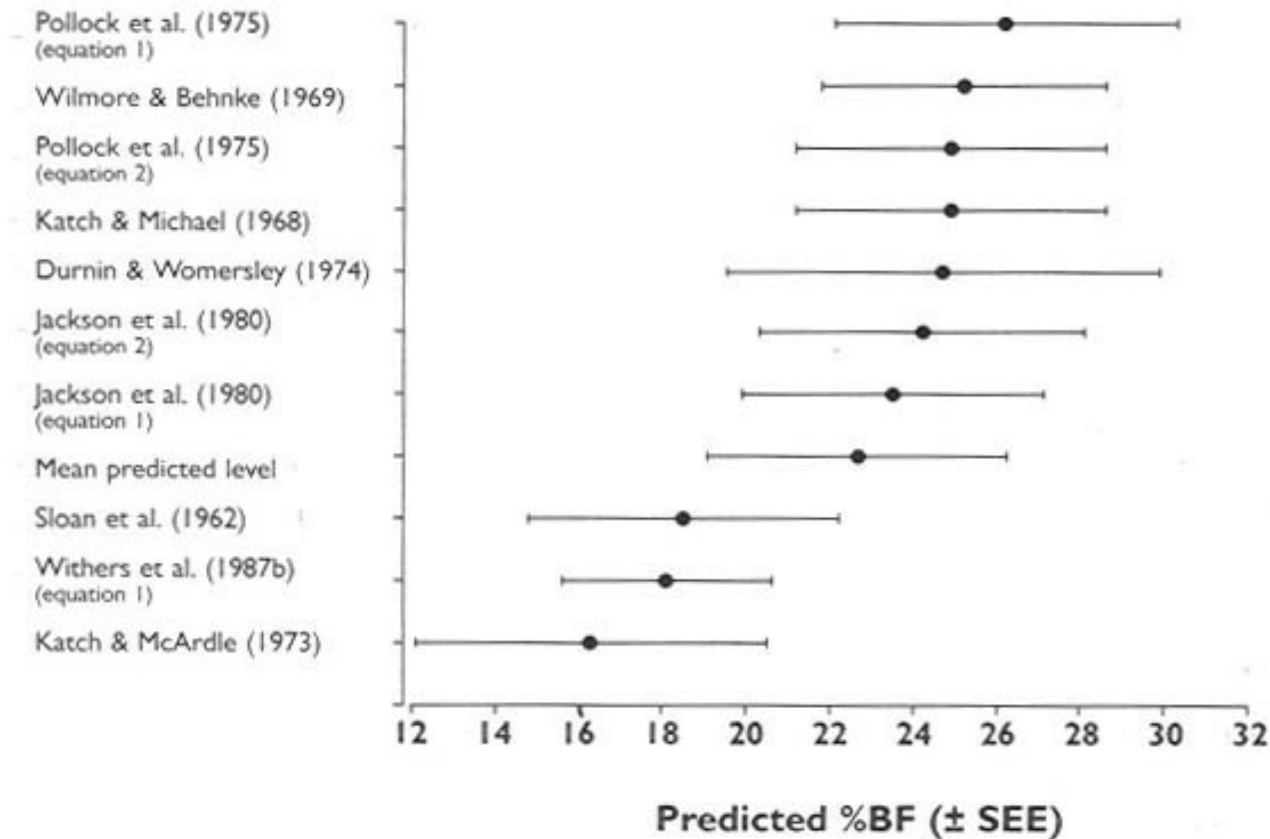
Heyward, V & Stolarczyk, L (1996) Applied Body Composition Assessment.

# Elección de ecuación de composición corporal

- Criterios para la elección:
  - Muestra utilizada
  - Tamaño muestral
  - Sexo
  - Edad
  - Étnia
  - Nivel de actividad física
- Calibre utilizado
- Sitios de medición utilizados



# Especificidad a la muestra



Results of predicting %BF of the subject whose details are shown in Figure 8. The results are mean values  $\pm$  1 standard error of estimate (SEE) as reported by the original authors (see appendix). The overall mean ( $\pm$  SD) predicted %BF level is also shown for reference.

