LA VALUTAZIONE ANTROPOMETRICA DELLO STATO NUTRIZIONALE

Giorgio Bedogni

Unità di Epidemiologia Clinica
Centro Studi Fegato
Basovizza (TS)

Obiettivi

- Conoscere i fondamenti della valutazione dello stato nutrizionale
- Saper misurare e interpretare le principali dimensioni antropometriche
- Utilizzare questa conoscenza nella pratica professionale

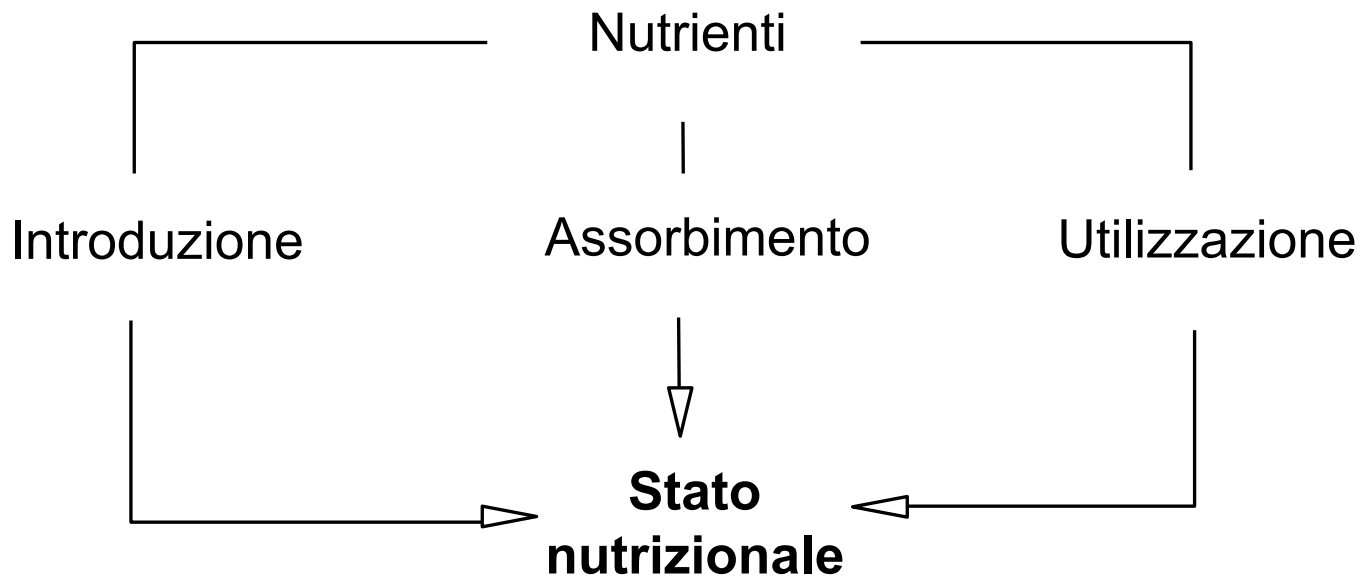
Programma

1. Introduzione alla valutazione dello stato nutrizionale
2. Peso, statura, indici pondero-staturali e pliche
3. Circonferenze, diametri e lunghezze segmentali
4. Impiego degli indicatori antropometrici
5. Esercitazione pratica

Programma

1. **Introduzione alla valutazione dello stato nutrizionale**
2. Peso, statura, indici pondero-staturali e pliche
3. Circonferenze, diametri e lunghezze segmentali
4. Impiego degli indicatori antropometrici
5. Esercitazione pratica

La definizione classica



Bedogni G *et al. Manuale ANDID di valutazione dello stato nutrizionale*. Roma: SEU; 2009.

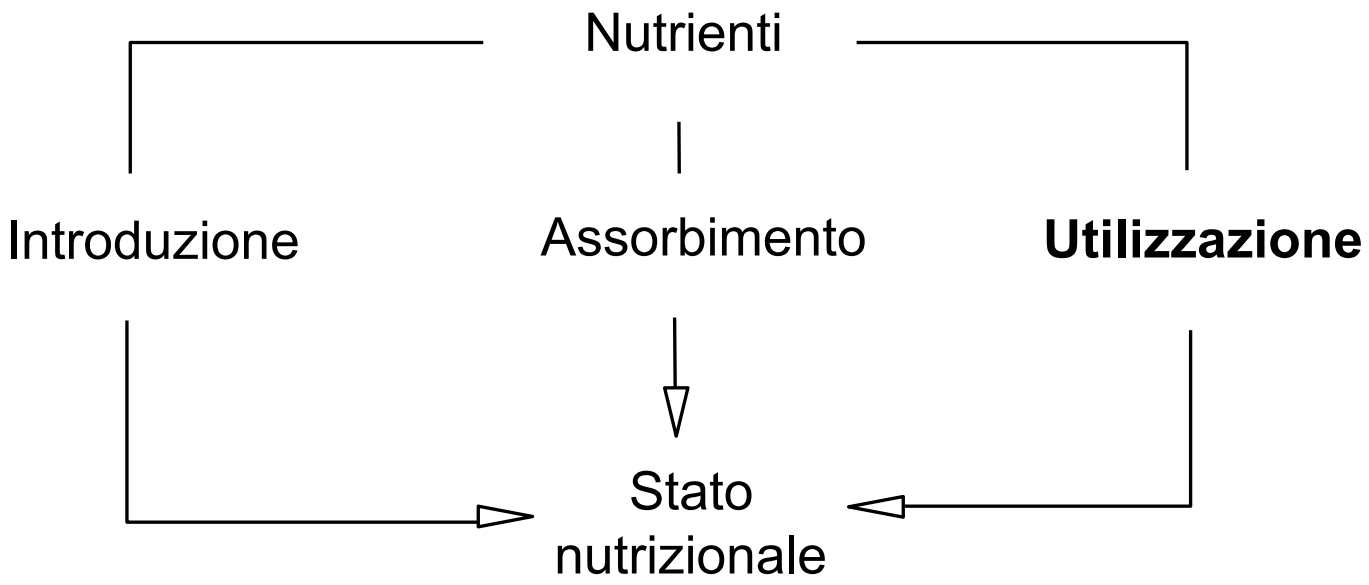
COLLANA ANDID

GIORGIO BEDOGNI
GIOVANNA CECCHETTO

Manuale ANDID di valutazione dello stato nutrizionale

Società Editrice Universo

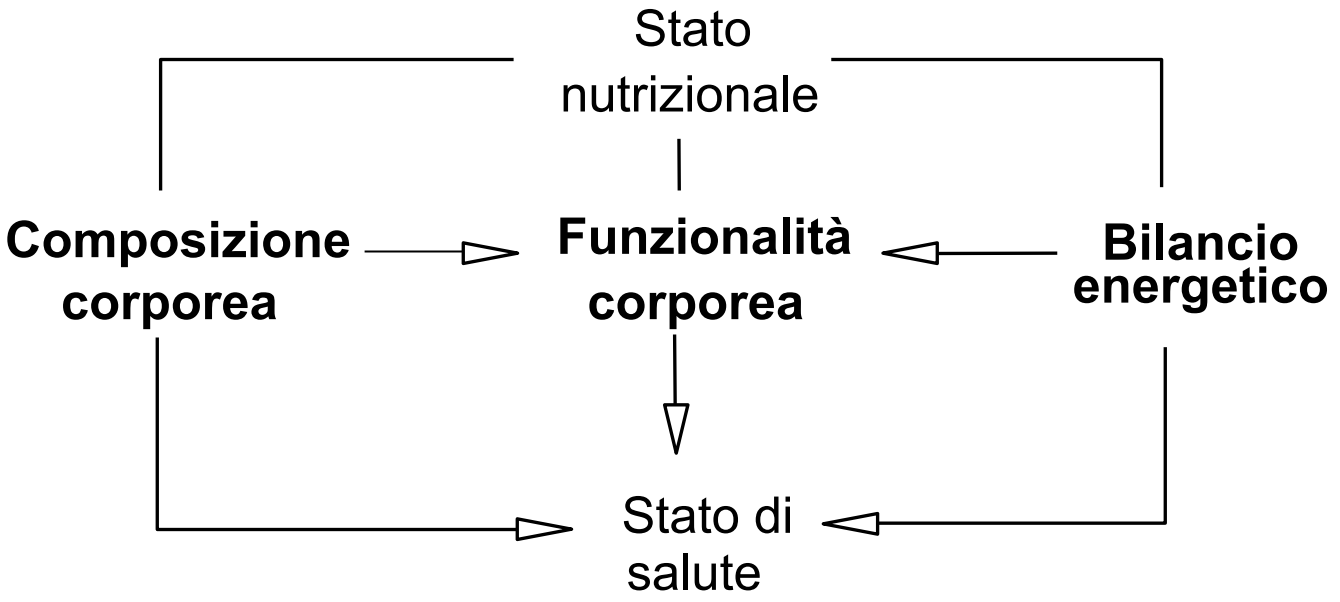
Verso una definizione operativa



Utilizzazione dei nutrienti

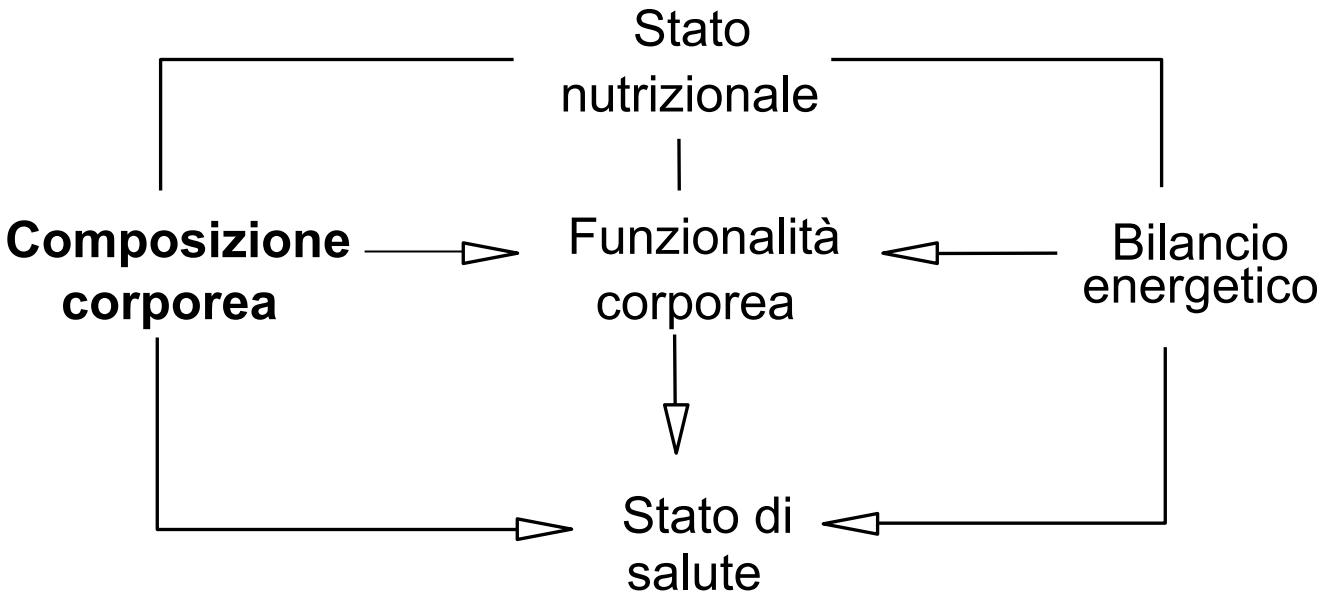
	Composizione	Energia	Funzione
Carboidrati	+	+	+
Lipidi	+	+	+
Proteine	+	+	+
Vitamine	+	-	+
Minerali	+	-	+

Una definizione operativa



Bedogni G *et al. Manuale ANDID di valutazione dello stato nutrizionale*. Roma: SEU; 2009.

Composizione corporea



Composizione corporea

- Il miglior indicatore a lungo termine dello stato nutrizionale

Composizione corporea

- Misurazione della composizione corporea
- Stima della composizione corporea
- Valutazione funzionale della composizione corporea

Composizione corporea

- **Misurazione della composizione corporea**
- Stima della composizione corporea
- Valutazione funzionale della composizione corporea

I 5 livelli della composizione corporea

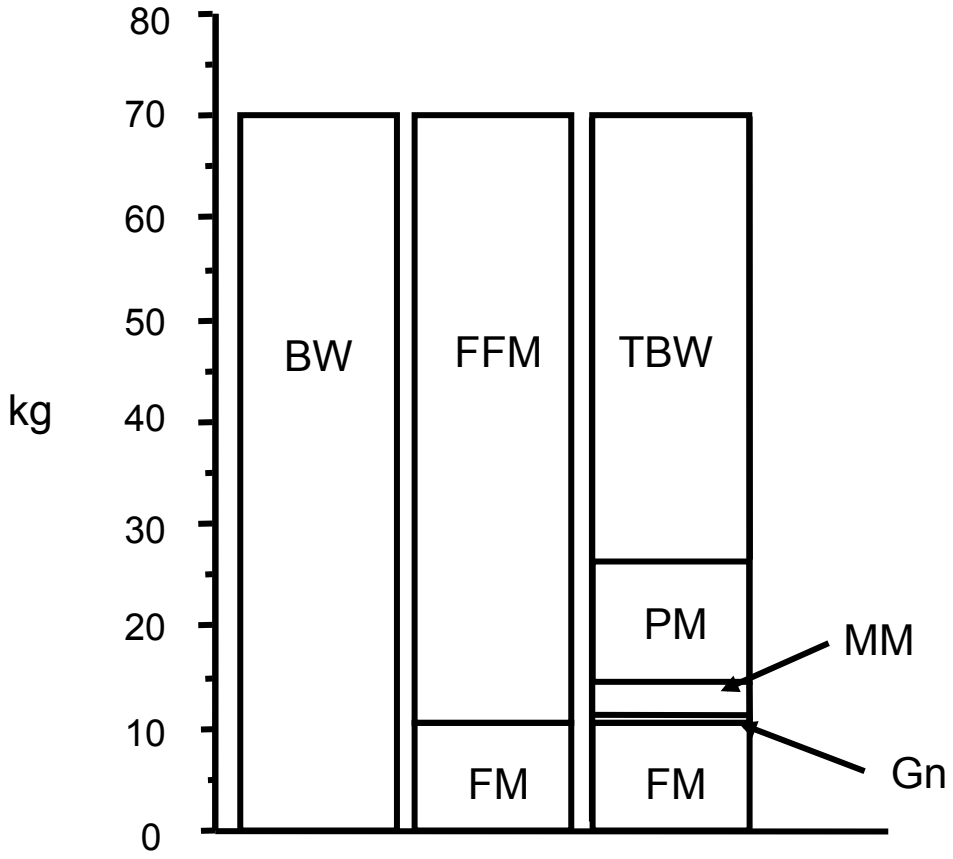
- Atomico
- Molecolare
- Cellulare
- Tessutale
- Corporeo

Heymsfield SB *et al. Annu Rev Nutr* 1997;**17**:527.

Il livello molecolare

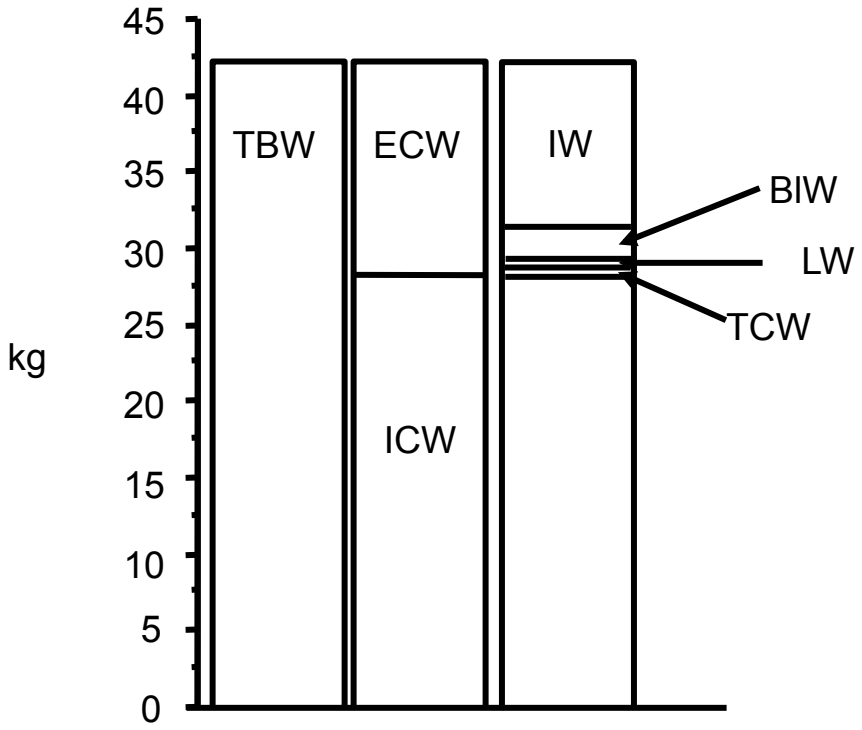
- Atomico
- **Molecolare**
- Cellulare
- Tessutale
- Corporeo

Il livello molecolare



BW = body weight
FFM = fat-free mass
FM = fat mass
TBW = total body water
PM = protein mass
MM = mineral mass
Gn = glycogen

Acqua corporea



TBW = total body water
ECW = extracellular water
ICW = intracellular water
IW = interstitial water
BIW = blood water
LW = lymphatic water
TCW = transcellular water

I 5 livelli della composizione corporea

- Atomico
- Molecolare
- **Cellulare**
- Tessutale
- Corporeo

Il livello cellulare

BW = fat cells + body cell mass (BCM) + extracellular fluids (ECF) + extracellular solids (ECS)

Una nota su BCM

- A tale definizione non corrisponde nessun compartimento misurabile
- BCM è estrapolata dal potassio totale corporeo (TBK) assumendo la costanza del rapporto N / K tessutale (e di altri rapporti)

Moore F *et al*. *The body cell mass and its supporting environment*. Philadelphia: WB Saunders; 1963.

Modelli bicompartimentali (2C)

- Densitometria corporea
- Misurazione del ^{40}K
- Misurazione di TBW

Modelli bicompartimentali (2C)

- **Densitometria corporea**
- Misurazione del ^{40}K
- Misurazione di TBW

Densitometria corporea

- Densità (D) = Massa (M) / Volume (V)
- Densità corporea (D_B) = Massa corporea (BM) / Volume corporeo (BV)
- BM = BW (assunzione)
- BV = BW / D_B
- BV = (FFM / D_{FFM}) + (FM / D_{FM})

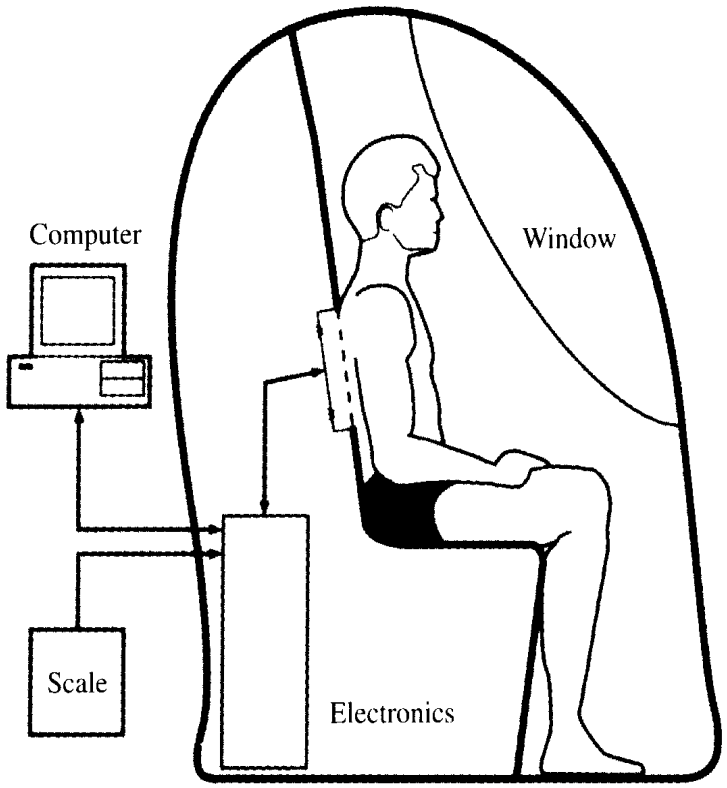
Densitometria corporea

- BV può essere misurato con la pesata idrostatica o con la pletismografia ad aria

Pesata idrostatica

- Principio di Archimede

Pletismografia ad aria



- Legge di Boyle

Densitometria corporea

- D_{FFM} = 1.1 kg / L e D_{FM} = 0.9 kg / L nell'"uomo di riferimento"
- Da questi valori si ottengono le equazioni di Siri e Brozek (e altre) per il calcolo di FM
- *D_{FFM} si modifica in corso di accrescimento, invecchiamento e malattia*

Modelli bicompartimentali (2C)

- Densitometria corporea
- **Misurazione del ^{40}K**
- Misurazione di TBW

Misurazione del ^{40}K

- Esiste un rapporto costante tra l'*isotopo naturale* ^{40}K e TBK
- ^{40}K è un isotopo γ*-emittente* e può essere misurato tramite appositi γ-counters
- È possibile calcolare FFM da TBK se è nota la concentrazione di potassio della FFM (FFMK)

Misurazione del ^{40}K

- FFMK = 68.1 mEq / kg nell'"uomo di riferimento"
- *FFMK si modifica in corso di accrescimento, invecchiamento e malattia*

Modelli bicompartimentali (2C)

- Densitometria corporea
- Misurazione del ^{40}K
- **Misurazione di TBW**

Misurazione di TBW

- Concentrazione (C) = Quantità (Q) / Volume (V)
- Indicatore specifico che non venga eliminato o metabolizzato per il tempo dell'analisi
- $V_f = Q_f / C_f$ (f = finale)
- $Q_f = Q_i$ (i = iniziale)
- $V_f = C_i * V_i / C_f$

Misurazione di TBW

- $^{2}H_2O$ e $^{3}H_2O$ sono i marcatori più utilizzati
- È possibile calcolare FFM da TBW se è nota l'idratazione della FFM (FFMH)
- FFMH = 0.73 nell'"uomo di riferimento"
- *FFMH si modifica in corso di accrescimento, invecchiamento e malattia*

Modelli bicompartimentali (2C)

- Attenzione alle assunzioni che fanno relativamente a D_{FFM}, D_{FM}, FFMK e FFMH
- Non sono adatti per lo studio della composizione corporea nel bambino, nell'anziano e nell'ammalato

Modelli densitometrici 2C, 3C e 4C

- FM% - Siri 2C = [(4.95 / *BD*) - 4.50]*100
- FM% - Brozek 2C = [(4.570 / *BD*) - 4.142]*100
- FM% - Siri 3C = [(2.118 / *BD*) - (0.78 * *TBW%*) - 1.354)] * 100
- FM% - Lohman 3C = [(6.386 / *BD*) + (3.961 * *MM%*) - 6.090)] * 100
- FM% - Selinger 4C = [(2.747 / *BD*) - (0.714 * *TBW%*) + (1.146 * *MM_o%*) - 2.0503)] * 100

BD = body density; *TBW%* = TBW / BW; *MM%* = MM / BW; *MM_o%* = MM_o / BW

Lohman TG. *Advances in body composition assessment*.
Champaign, IL: Human Kinetics; 1992.

Assorbiometria a doppio raggio X (DXA)

- La tecnica di riferimento per la valutazione della massa minerale ossea (BMC)
- Consente una misura rapida e precisa della massa magra e grassa totale e segmentale

Pietrobelli A *et al. Am J Physiol Endocrinol Metab* 1996;**271**:E941.

Assorbiometria a doppio raggio X (DXA)

- Body weight (BW) =
  - Lean tissue mass (LTM) +
  - Bone mineral content (BMC) +
  - Fat mass (FM)

Assorbiometria a doppio raggio X (DXA)

- DXA offre misure sovrapponibili a modelli 2C ma non necessariamente al modello molecolare
- Scanner di differenti produttori producono valutazioni differenti dei compartimenti corporei

Plank *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 2005;**8**:305.

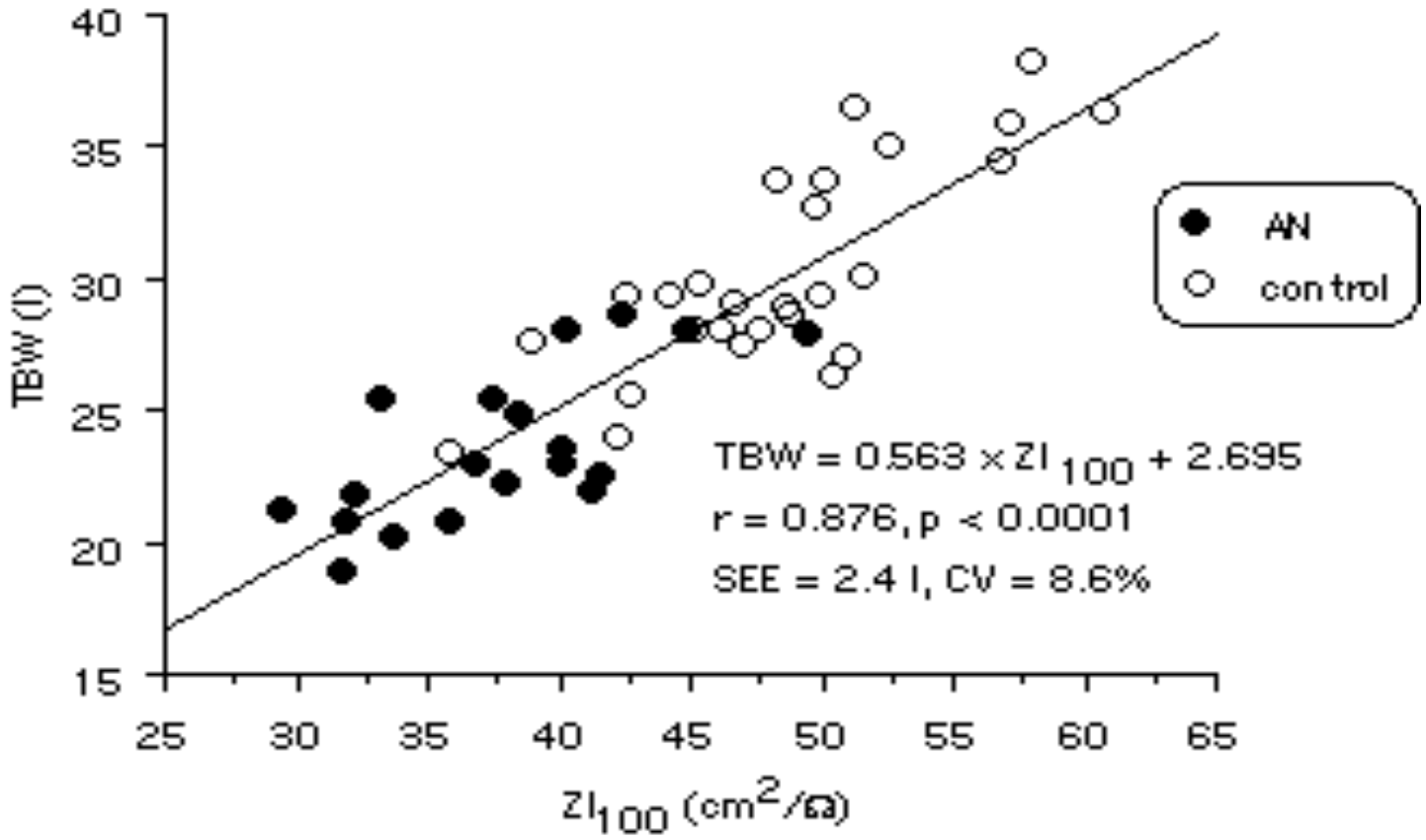
Composizione corporea

- Misurazione della composizione corporea
- **Stima della composizione corporea**
- Valutazione funzionale della composizione corporea

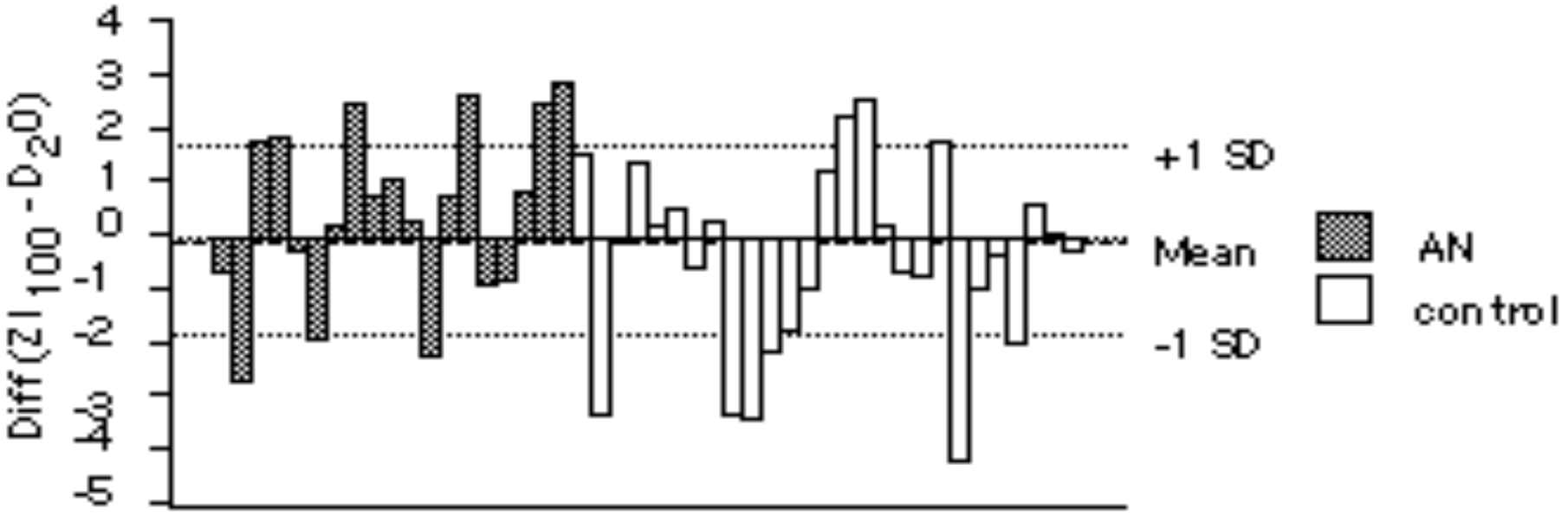
Stima della composizione corporea

- Y = *f* (X) dove Y è il compartimento da predire e X la caratteristica da cui effettuare la predizione
- Spesso equazione di primo grado ($Y = a_0 + a_1X$)
- Valutare sempre coefficiente di determinazione (R^2), errore quadratico medio (RMSE o SEE) totale e percentuale ed errore individuale

Individuo *vs.* popolazione



Individuo *vs.* popolazione



Equazioni predittive

- L’accuratezza a livello di popolazione è spesso buona
- *L’accuratezza a livello individuale è per lo più scarsa*
- Ciò vale per tutte le equazioni predittive, indipendentemente dal campo di applicazione

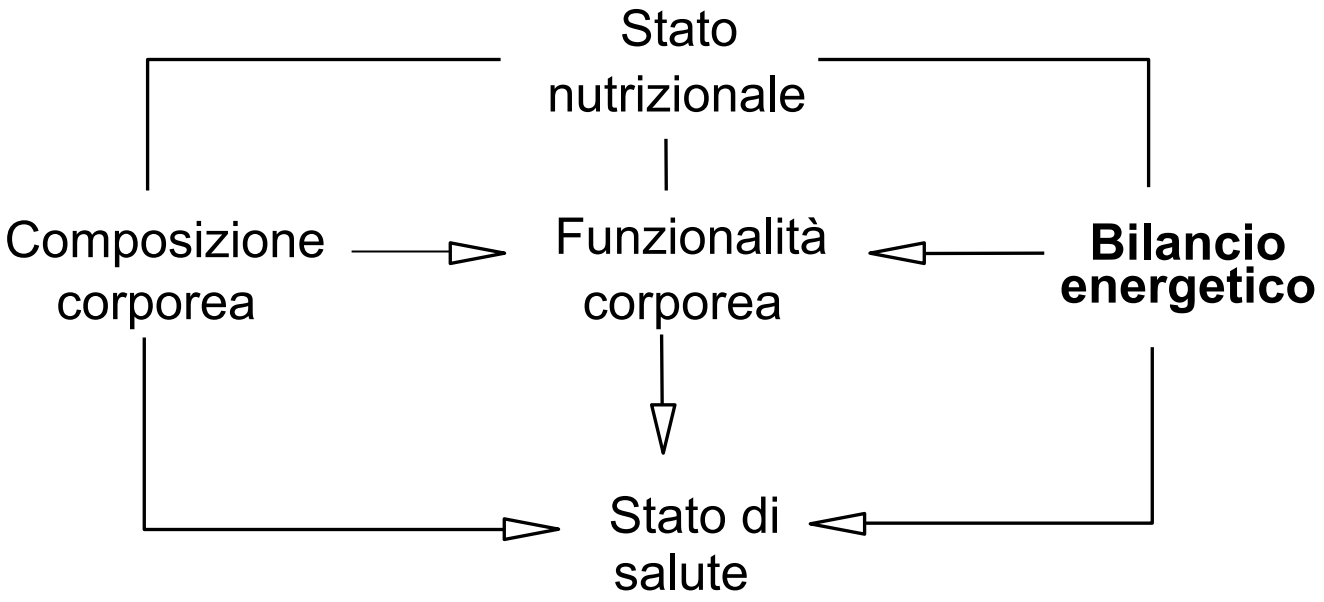
Composizione corporea

- Misurazione della composizione corporea
- Stima della composizione corporea
- **Valutazione funzionale della composizione corporea**

Valutazione funzionale

- Impiego di indicatori composizionali di dimostrata rilevanza funzionale
- *L'antropometria è il miglior indicatore funzionale della composizione corporea*

Bilancio energetico



Bilancio energetico

$\Delta E = EI - EE$

EI = energy intake

EE = energy expenditure

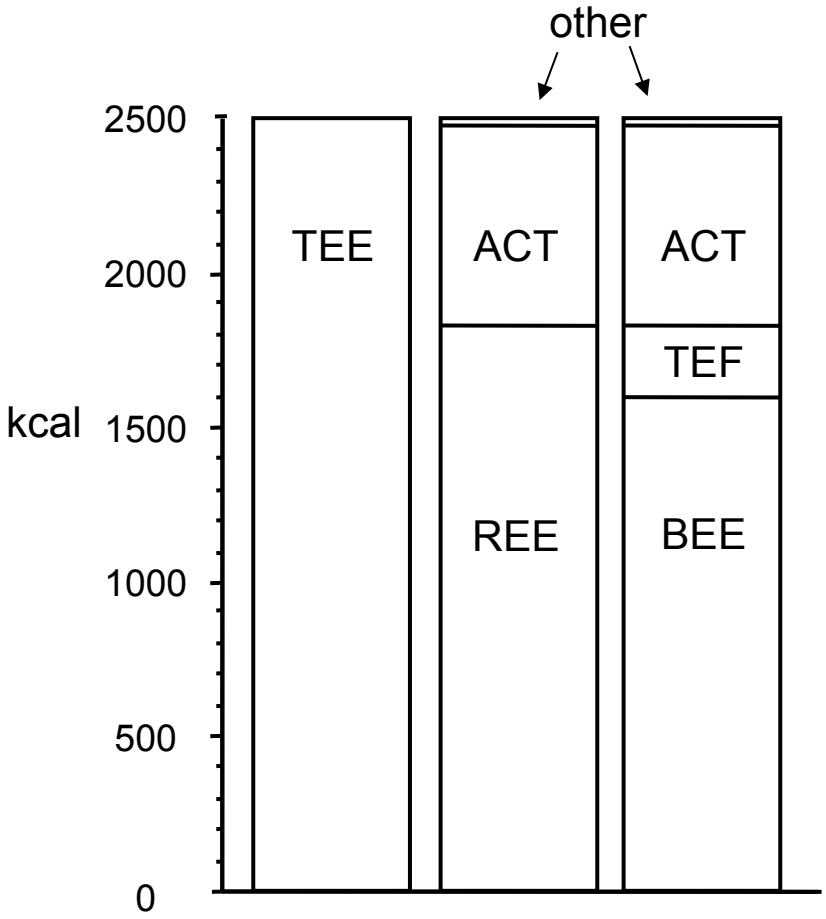
Se EI > EE allora espansione di FM (e FFM)

Se EI < EE allora contrazione di FM (e FFM)

Introito energetico

- Metodi retrospettivi: storia dietetica, recalls (≥ 24 h), questionari di frequenza di assunzione degli alimenti
- Metodi prospettici: diari alimentari

Dispendio energetico



TEE = total energy expenditure
other = other components
ACT = (physical) activity
REE = resting energy expenditure
TEF = thermic effect of food
BEE = basal energy expenditure

Dispendio energetico basale

- La calorimetria indiretta offre una stima di BEE (REE) dal consumo di O_2 (VO_2), dalla produzione di CO_2 (VCO_2) e dall'eliminazione urinaria di azoto

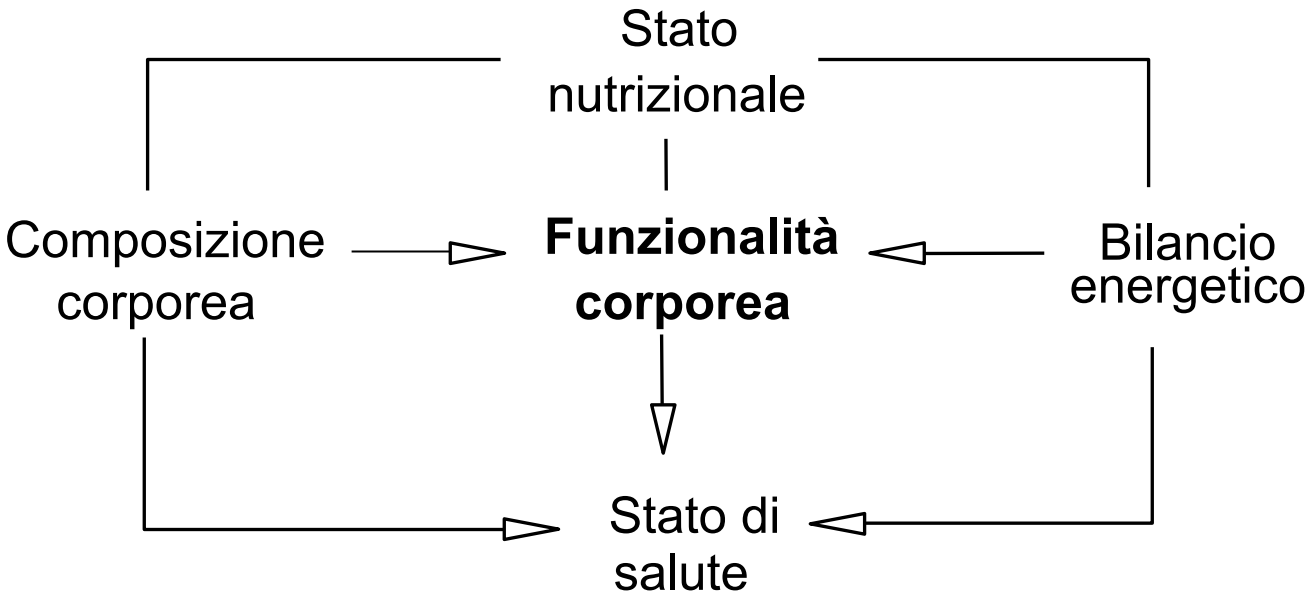
Burzstein S *et al. Energy Metabolism, Indirect Calorimetry and Nutrition*. Baltimore: Williams & Wilkins; 1989.

Predizione del dispendio energetico

- BEE (REE) può essere *stimato* da BW e dall'età, con l'eventuale considerazione di BH ed altri parametri.
- TEE viene *stimato* da BEE sulla base del livello di attività fisica (soggetto sano)
- Questo uso è soggetto ai limiti di tutte le equazioni predittive

Società Italiana di Nutrizione Umana (SINU). LARN Revisione 1996. Milano: EDRA; 1998.

Funzionalità corporea



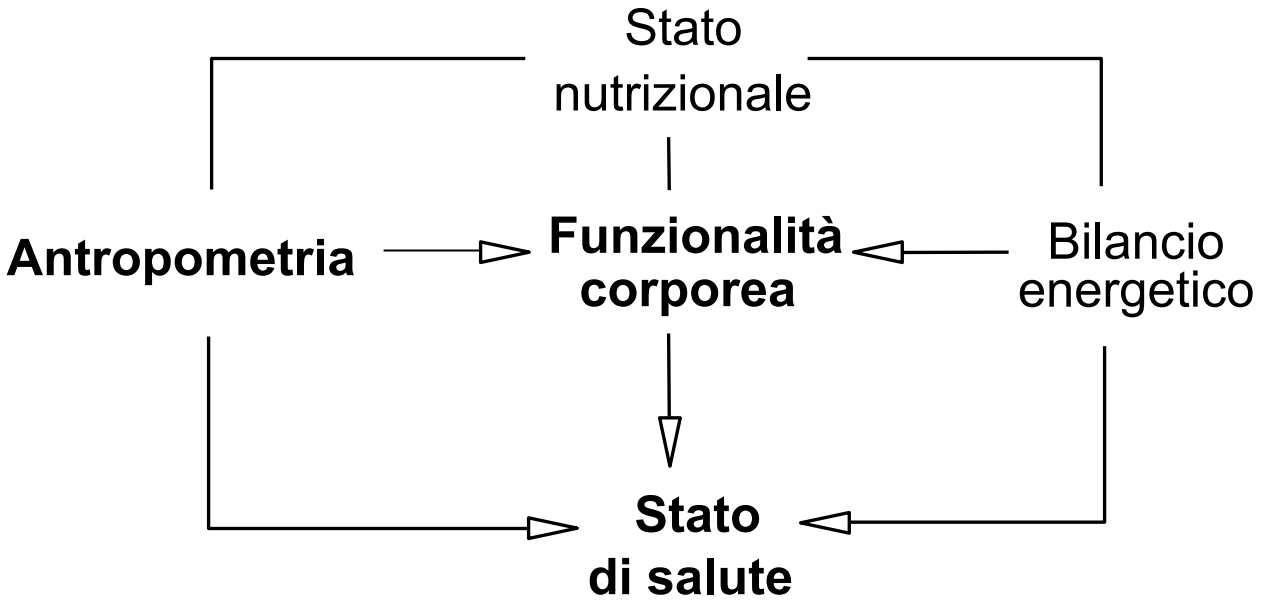
Funzionalità corporea

- L’esame clinico raccoglie informazioni principalmente sul versante funzionale
- Gli esami di laboratorio e strumentali integrano l’informazione ottenuta con l’anamnesi e l’esame obiettivo

Programma

1. Introduzione alla valutazione dello stato nutrizionale
2. **Peso, statura, indici pondero-staturali e pliche**
3. Circonferenze, diametri e lunghezze segmentali
4. Impiego degli indicatori antropometrici
5. Esercitazione pratica

Antropometria e stato nutrizionale



L’antropometria “nutrizionale”

- Misurazione di caratteristiche biologiche influenzate dalla nutrizione
- L’interesse dell’antropometria dipende dalla rilevanza funzionale di tali caratteristiche

La posizione dell'OMS

"Anthropometry is the single most universally applicable, inexpensive and non-invasive method to assess the size, proportions, and composition of the human body"

WHO. *Physical status: the use and interpretation of anthropometry.* Geneva: WHO; 1995, p. 1.

La posizione dell'OMS

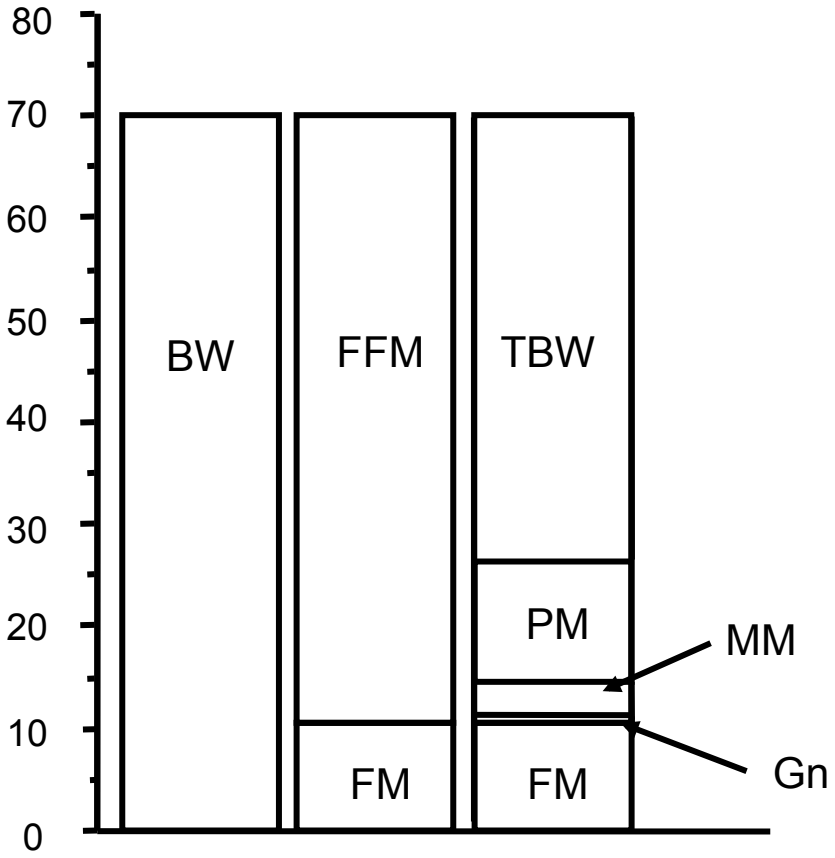
"Moreover, since growth in children and body dimensions at all ages reflect the overall health and welfare of individuals and populations, anthropometry may also be used to predict *performance, health and survival*"

WHO. *Physical status: the use and interpretation of anthropometry.* Geneva: WHO; 1995, p. 2.

I punti di forza dell'antropometria

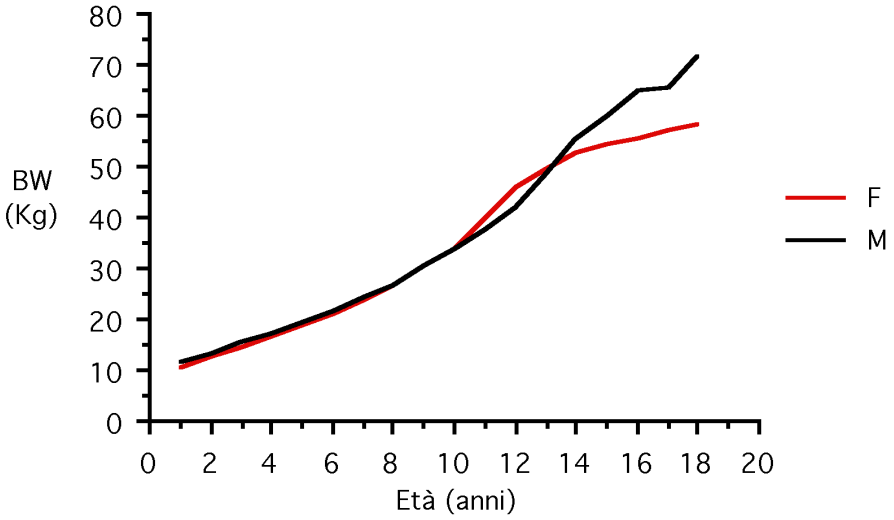
- Assenza d'invasività
- Portabilità
- Semplicità d'esecuzione
- Basso costo
- Disponibilità di valori di riferimento

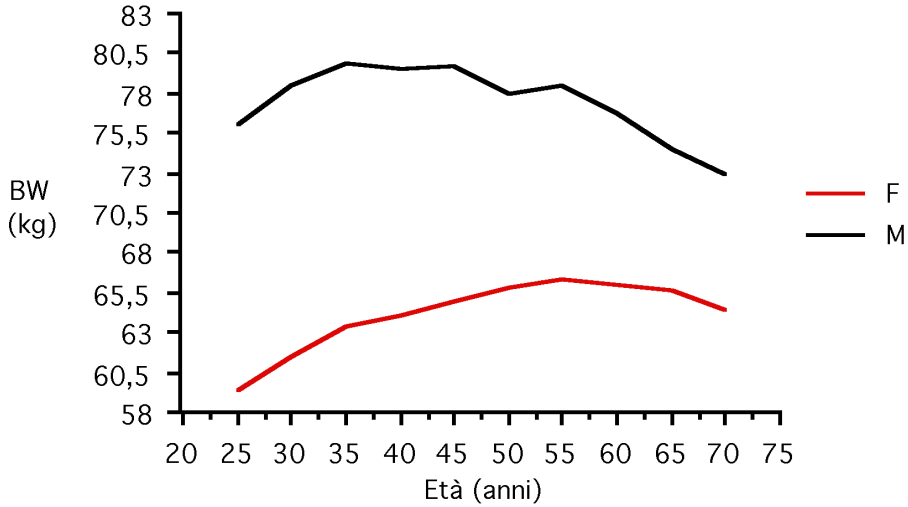
Peso corporeo (BW)



BW è la somma di di cinque compartimenti ed è pertanto un indicatore grossolano della composizione corporea

Modificazioni di BW





I valori corrispondono al 50° percentile dello studio NHANES II (1976 - 1980) - www.cdc.gov

Misurazione di BW

- Bilancia a bascula o elettronica
- Solo biancheria intima
- Peso distribuito uniformemente sui piedi
- Approssimare la misura a 0.1 kg
- Bilancia apposita per il neonato

Bedogni G *et al. Manuale di valutazione antropometrica dello stato nutrizionale*. Milano: EDRA; 2001. Fotografia © EDRA - riproduzione concessa solo per uso personale.

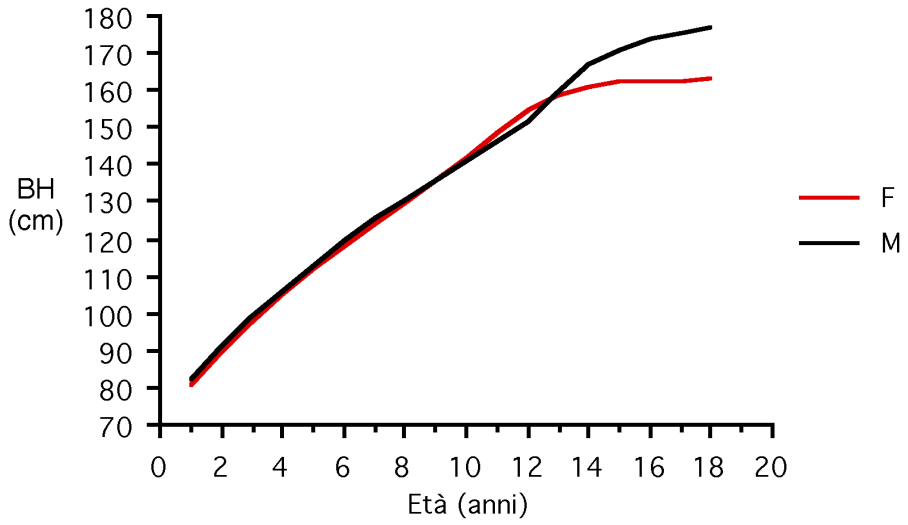
E nel soggetto non deambulante ?

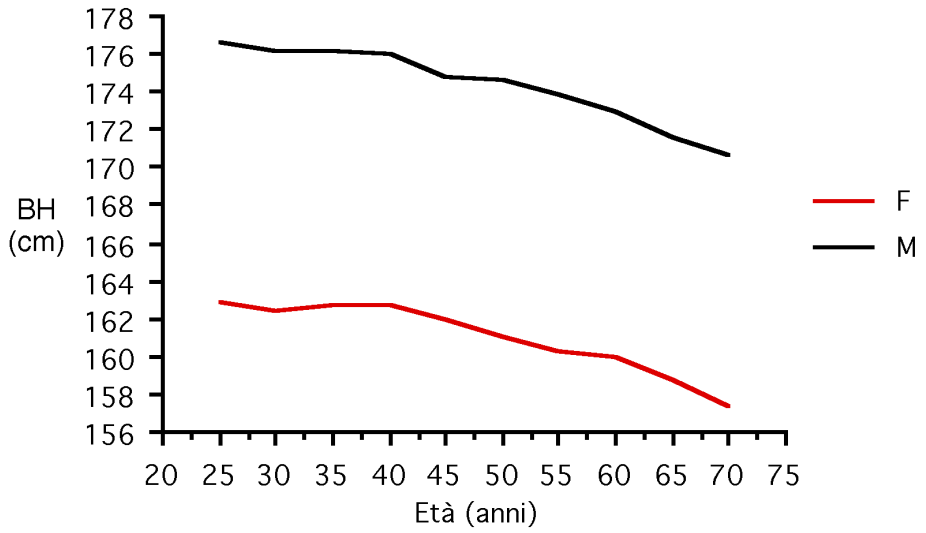
- Usare bilancia a sedia o a letto
- Ricordare che le pliche e le circonferenze sono indicatori nutrizionali e che alcune possono essere misurate senza difficoltà in posizione seduta o sdraiata
- Stimare BW da altre dimensioni antropometriche solo se non sono disponibili opzioni migliori, tenendo bene a mente la scarsa accuratezza delle equazioni predittive a livello individuale

Statura (BH)

- Con BW, BH è un indicatore delle dimensioni corporee
- La combinazione di BW e BH nella forma degli indici pondero-staturali fornisce una prima valutazione obiettiva della malnutrizione per eccesso o per difetto e delle turbe dell'accrescimento

Modificazioni di BH





I valori corrispondono al 50° percentile dello studio NHANES II (1976 - 1980) - www.cdc.gov

Misurazione di BH

- Stadiometro
- Soggetto scalzo con biancheria intima
- Piedi formanti angolo di 60°; capo nel piano orizzontale di Francoforte; braccia ai lati del corpo; scapole e natiche a contatto con la barra di misurazione
- Effettuare la misurazione al termine di un'inspirazione profonda
- Approssimare a 0.001 m

Bedogni G *et al. Manuale di valutazione antropometrica dello stato nutrizionale*. Milano: EDRA; 2001. Fotografia © EDRA - riproduzione concessa solo per uso personale.

E nel soggetto non deambulante ?

- Misurare la lunghezza supina
- Ricordare che le pliche e le circonferenze sono indicatori nutrizionali e che alcune possono essere misurate senza difficoltà in posizione seduta o sdraiata
- Stimare BH da altre dimensioni antropometriche solo se non sono disponibili opzioni migliori, tenendo bene a mente la scarsa accuratezza delle equazioni predittive a livello individuale

Indici pondero-staturali

- Controllano l'effetto di BH su quello di BW
- Il più utilizzato è l'indice di massa corporea (BMI, body mass index o indice di Quételet)

Body mass index (BMI)

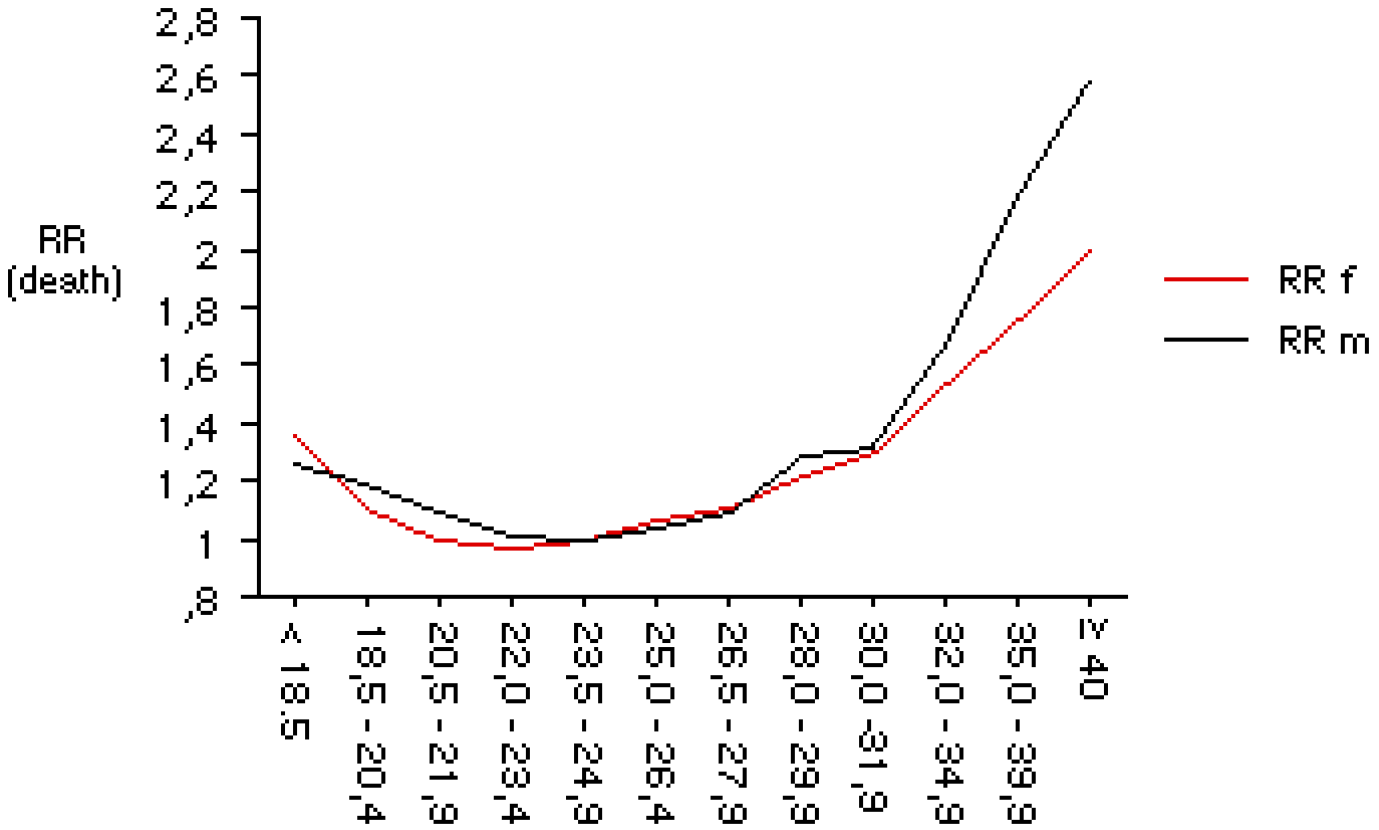
Il BMI è un *indicatore prognostico* sia nel paziente malnutrito per eccesso che in quello malnutrito per difetto

BMI e rischio cardiometabolico

	BMI (kg / m^2)	Rischio
Sottopeso	< 18.5	basso (altro)
Normopeso	18.5 – 24.9	medio (riferimento)
Sovrappeso	≥ 25.0	-
Pre-obeso	25.0 – 29.9	aumentato
Obeso classe I	30.0 – 34.9	moderato
Obeso classe II	35.0 – 39.9	severo
Obeso classe III	≥ 40.0	molto severo

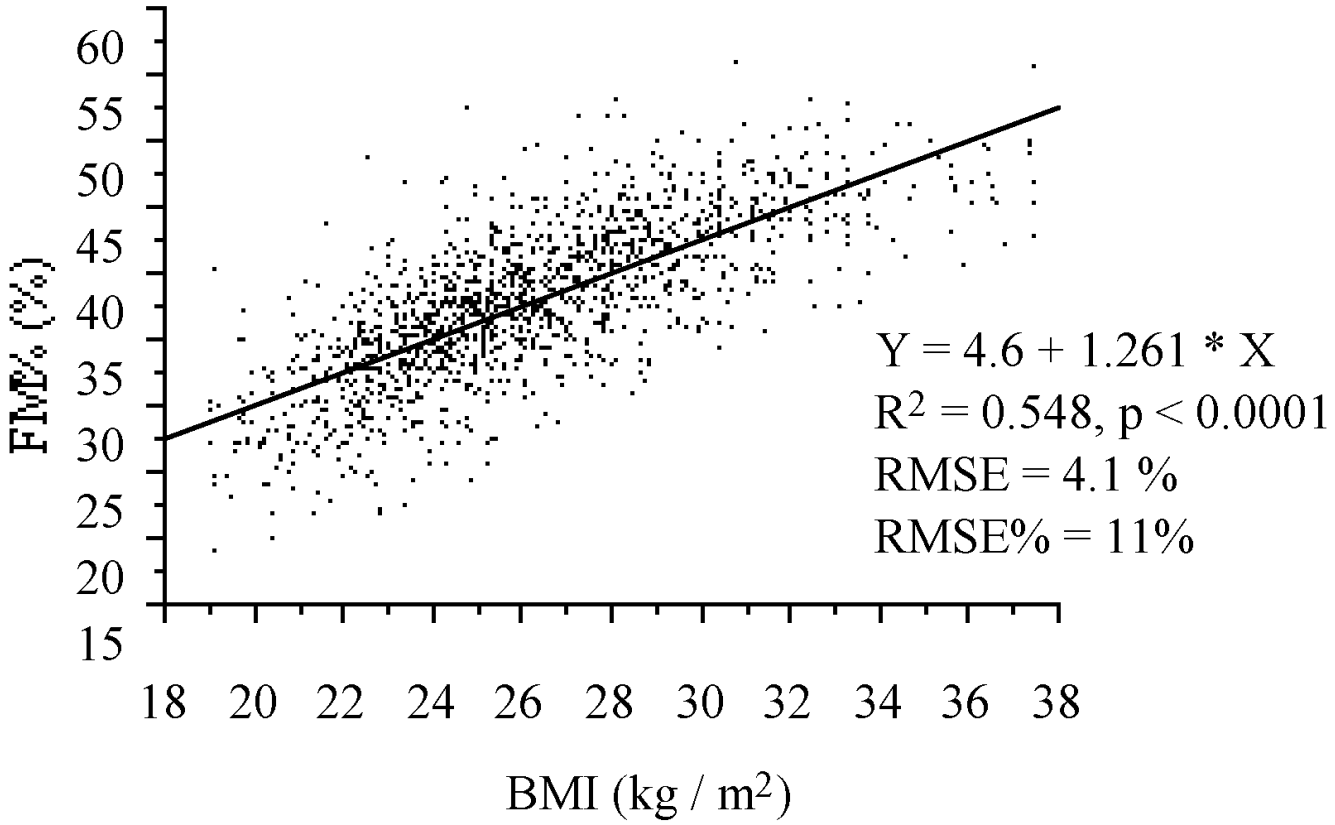
WHO. *Obesity: preventing and managing the global epidemic.* Geneva: WHO; 1998, p. 9.

BMI e mortalità

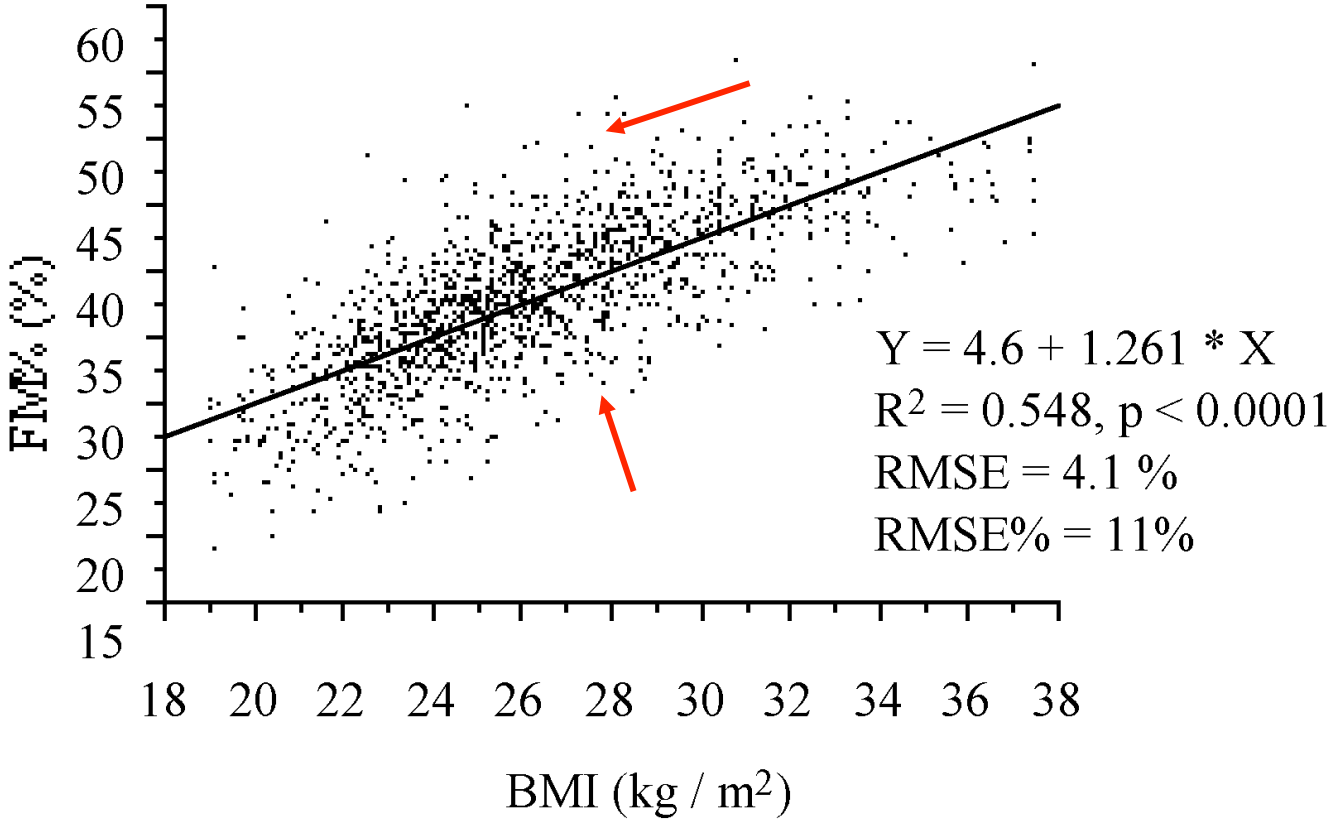


Calle EE *et al. New Engl. J. Med.* 1999;**341**:1097.

BMI e adiposità



BMI e adiposità



Limiti del BMI

"The use of body mass index has dominated this field in the past, confounding fat, muscle, and bone content in relation to health"

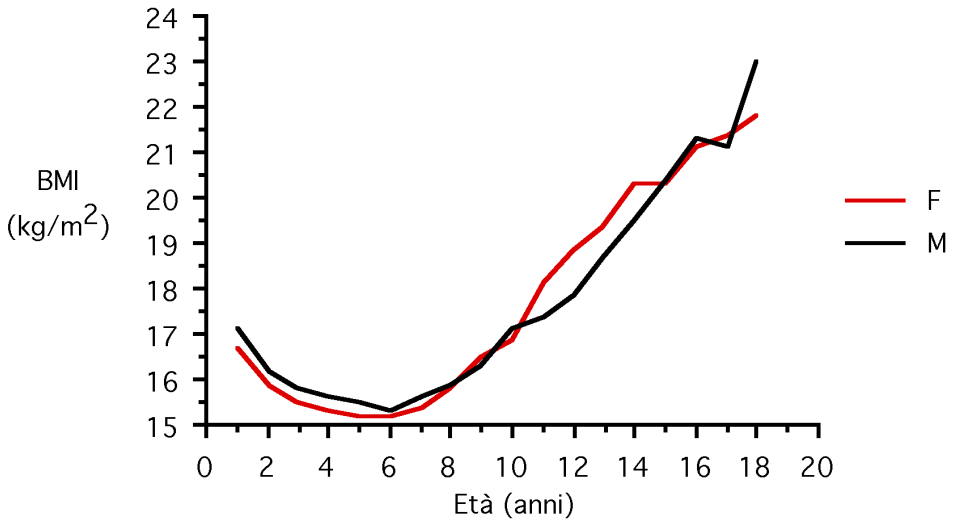
Lohman TG. *Advances in body composition assessment.* Champaign, IL: Human Kinetics; 1992, p. 1.

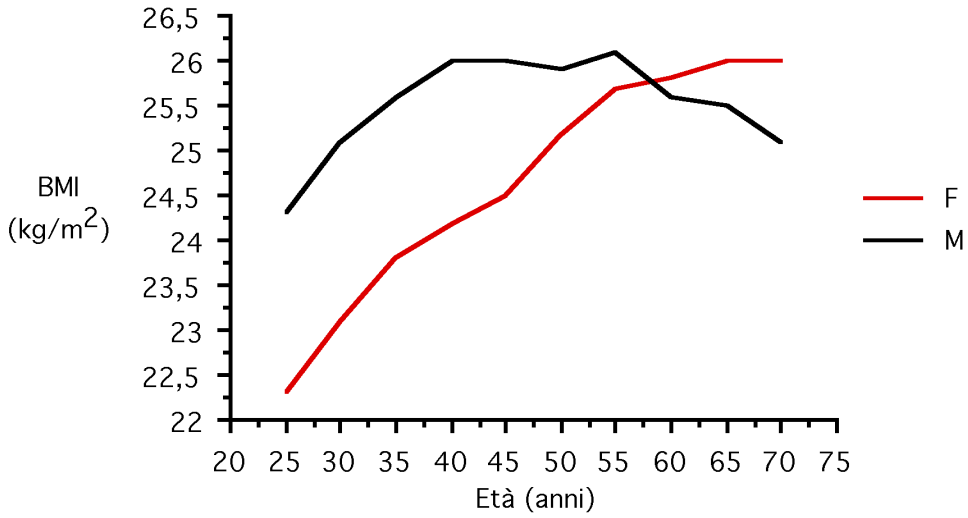
Limiti del BMI

"Although it can be assumed that individuals with a BMI of 30 or above have an excess fat mass, BMI *does not distinguish* between weight associated with muscle and weight associated with fat"

WHO. *Obesity: preventing and managing the global epidemic.* Geneva: WHO; 1998, p. 10.

Modificazioni del BMI





I valori corrispondono al 50° percentile dello studio NHANES II (1976 - 1980) - www.cdc.gov

Memento

Il calcolo del BMI è irrinunciabile dal punto di vista clinico ma deve essere ben chiaro ch'esso non è un indicatore sufficientemente accurato della composizione corporea a livello individuale

L’uso del BMI in età pediatrica

L’idea: un indicatore (principale) di “adiposità” per tutte le età della vita.

La differenza rispetto all’adulto: necessità di standardizzare sempre il valore di BMI sull’età.

Questioni aperte: Predice FM ? E il BMI adulto (“tracking”) ? E le complicanze pediatriche del sovrappeso ?

Dietz WH, Bellizzi MC. *Am. J. Clin. Nutr. 1999*;**70 (Suppl)**:123S.

L’uso del BMI in età pediatrica

“Sovrappeso”: BMI ≥ 95.0° percentile

“A rischio di sovrappeso”: 85.0° ≤ BMI < 95.0° percentile

Dietz WH, Bellizzi MC. *Am. J. Clin. Nutr. 1999*;**70 (Suppl)**:123S.

L’uso del BMI in età pediatrica

- Recentemente, si è suggerito d’impiegare come indicatori di sovrappeso e obesità quei valori di BMI che, ad una determinata età, si associano a valori adulti di BMI ≥ 25 e ≥ 30 kg / m^2 rispettivamente
- I valori di riferimento sono stati ricavati dallo studio dei dati di 6 Paesi (Brasile, Gran Bretagna, Hong Kong, Olanda, Singapore, Stati Uniti)

Cole TJ *et al. BMJ 2000*;**320**:1240.

L’uso del BMI in età pediatrica

- Il metodo di Cole non sostituisce in alcun modo l’impiego dei valori di riferimento nazionali, quando essi siano disponibili
- Per l’Italia sono disponibili valori di riferimento per bambini da 2 a 18 anni
- Cacciari E *et al. J Endocrinol Invest* 2006;**29**:581.

Pliche

- Costituite da un doppio strato di cute e dal tessuto adiposo interposto
- Misurate col plicometro
- Consentono una valutazione obiettiva del tessuto adiposo sottocutaneo (70-80% della FM)

Impiego delle pliche

1) indicatori di adiposità
2) calcolo delle aree muscolo-adipose degli arti
3) indicatori del rischio di malattia
4) stima della FM

Misurazione delle pliche

- Identificazione del sito di misurazione
  - Variabile per ogni plica
- Sollevamento della plica
  - Al di sopra del / lateralmente al sito di misurazione
  - Definire i margini della plica con la palpazione
  - Il plicometro deve essere soltanto applicato su di essi
- Applicazione del plicometro
  - Non oltre i 4 secondi
  - Non ripetere immediatamente la misurazione
  - Approssimare a 0.001 m

Problemi ricorrenti

- Bambino non collaborante
  - Attenzione a non provocare lesioni
- Soggetto obeso
  - Pliche difficilmente “scollabili” per valori di BMI ≥ 35 kg / m^2
- Soggetto allettato
  - Le pliche più importanti (tricipitale e sottoscapolare) possono essere misurate senza difficoltà

Quale lato misurare ?

- A livello di popolazione, non vi è differenza tra il lato destro e quello sinistro
- La scelta è condizionata dall'applicazione
  - Rapidità di rilevazione in contesto epidemiologico
  - Arto dominante per effetto di attività specifica
  - Arto non dominante per effetto della nutrizione non condizionato dall'attività specifica
  - Presenza di alterazioni della postura
  - (…)

Le principali pliche

Tronco	Arto superiore	Arto inferiore
Sottoscapolare (SSF) Medio-ascellare Pettorale Addominale Soprailiaca (SISF)	Tricipitale (TSF) Bicipitale (BSF) Avambraccio	Mediana coscia (MTHSF) Soprapatellare Mediale polpaccio (CSF)

Lohman TG *et al.* Anthropometric standardization reference manual.
Champaign: Human Kinetics Books; 1988 (Airlie Consensus Conference).

Le pliche di maggior interesse

Tronco	**Arto superiore**	**Arto inferiore**
Sottoscapolare (SSF) Medio-ascellare Pettorale Addominale *Soprailiaca (SISF)*	*Tricipitale (TSF)* *Bicipitale (BSF)* Avambraccio	*Mediana coscia (MTHSF)* Soprapatellare *Mediale polpaccio (CSF)*

Le pliche del corso*

Tronco	**Arto superiore**	**Arto inferiore**
Sottoscapolare (SSF)	*Tricipitale (TSF)*	Mediana coscia (MTHSF)
Medio-ascellare	Bicipitale (BSF)	Soprapatellare
Pettorale	Avambraccio	Mediale polpaccio (CSF)
Addominale		
Soprailiaca (SISF)		

* = quelle che dovrete essere in grado di misurare al termine del corso.

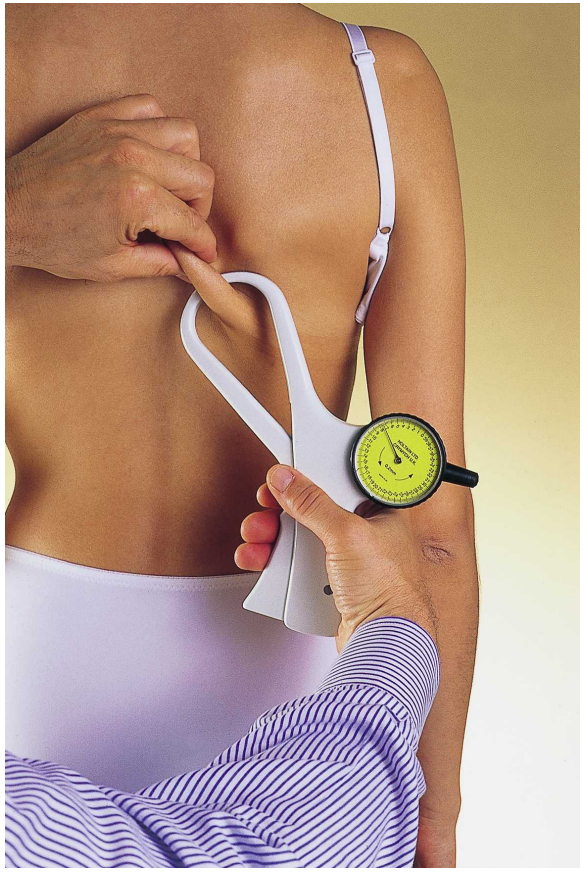
Plica sottoscapolare (SSF)

- La plica che meglio predice il rischio di ipertensione e ipercolesterolemia

  Gillum RF *et al. Int. J. Obes. Relat. Metab. Disord.* 1998;**22**:127.
- Utilizzata insieme alla plica tricipitale per la valutazione di primo livello dell'adiposità
- Disponibilità di valori di riferimento (NHANES I-II e III)
- (Alcuni valori di riferimento NHANES I-II sono allegati alla dispensa)

  Frisancho AR. *Anthropometric standards for the assessment of growth and nutritional status*. Ann Arbor: University of Michigan Press; 1990.

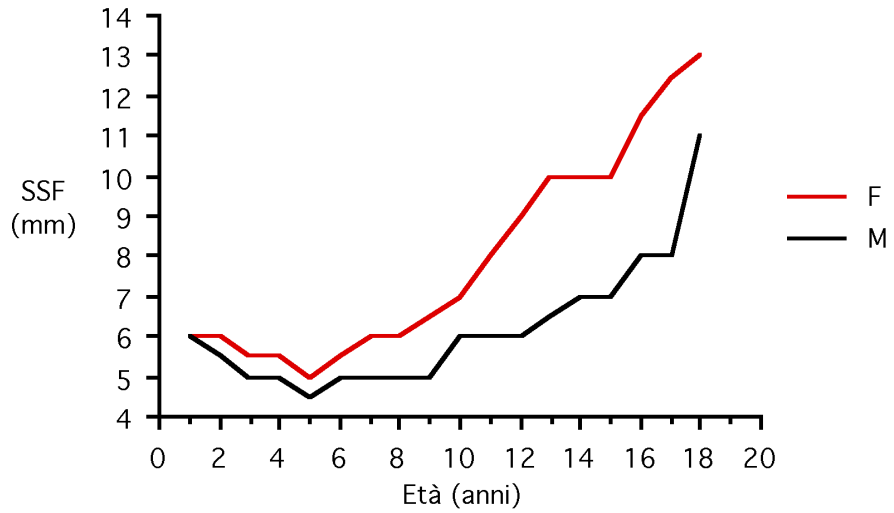
Plica sottoscapolare (SSF)

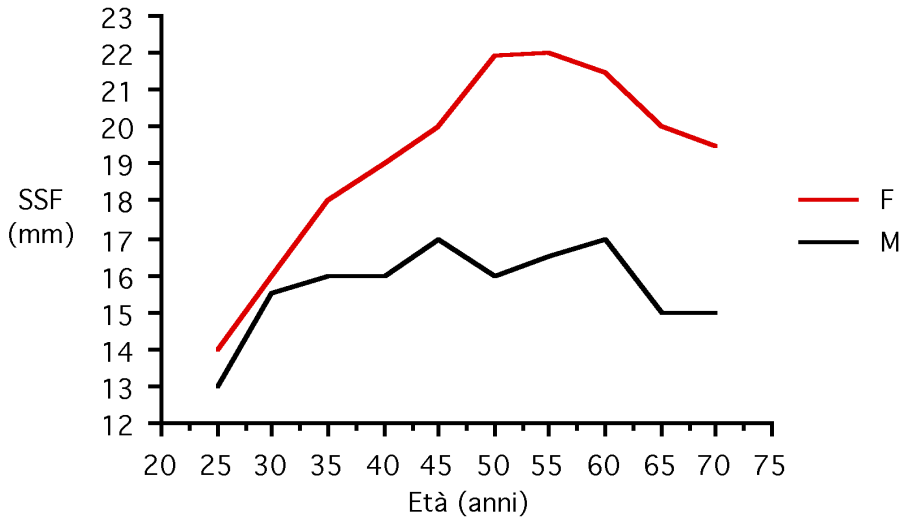


- Soggetto in posizione eretta con le braccia rilassate ai lati del tronco
- La plica è sollevata appena al di sotto del margine inferiore della scapola, ha un'inclinazione infero-laterale e forma un angolo di 45° gradi col piano orizzontale

Bedogni G *et al. Manuale di valutazione antropometrica dello stato nutrizionale*. Milano: EDRA; 2001. Fotografia © EDRA - riproduzione concessa solo per uso personale.

Modificazioni di SSF





I valori corrispondono al 50° percentile dello studio NHANES II (1976 - 1980) - www.cdc.gov

Plica soprailiaca (SISF)

- Utile per una valutazione di secondo livello dell'adiposità

Plica soprailiaca (SISF)

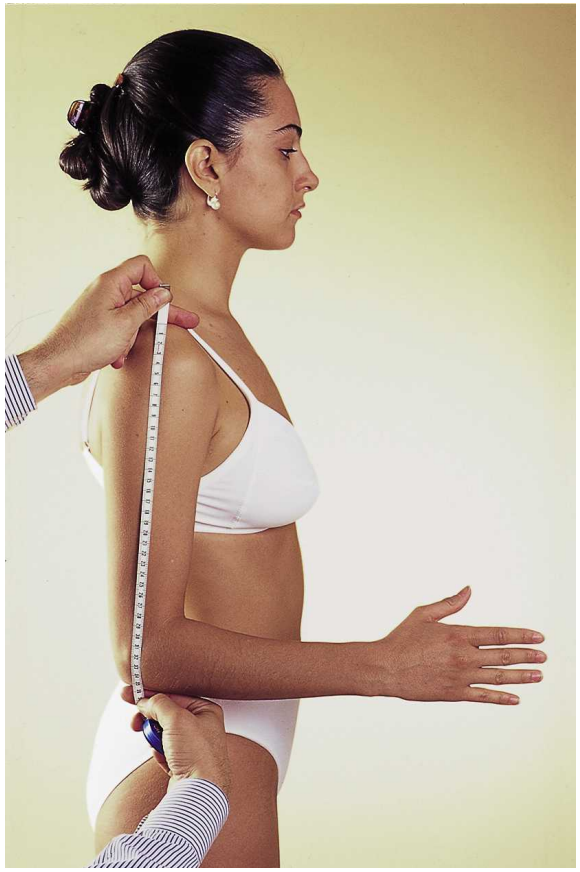
- Soggetto in posizione eretta, con le braccia ai lati del tronco (eventualmente abdotte)
- La plica è sollevata appena al di sopra della cresta iliaca e ha un'inclinazione infero-laterale di 45° gradi rispetto al piano orizzontale
- Disponibilità di valori di riferimento (NHANES III)

Bedogni G *et al. Manuale di valutazione antropometrica dello stato nutrizionale*. Milano: EDRA; 2001. Fotografia © EDRA - riproduzione concessa solo per uso personale.

Plica tricipitale (TSF)

- Utilizzata insieme a SSF per la valutazione di primo livello dell'adiposità
- Indicatore di mortalità e morbilità nella malnutrizione per difetto
- Utilizzata insieme alla circonferenza del braccio per il calcolo delle aree muscolo-adipose del braccio
- Disponibilità di valori di riferimento (NHANES I-II e III)

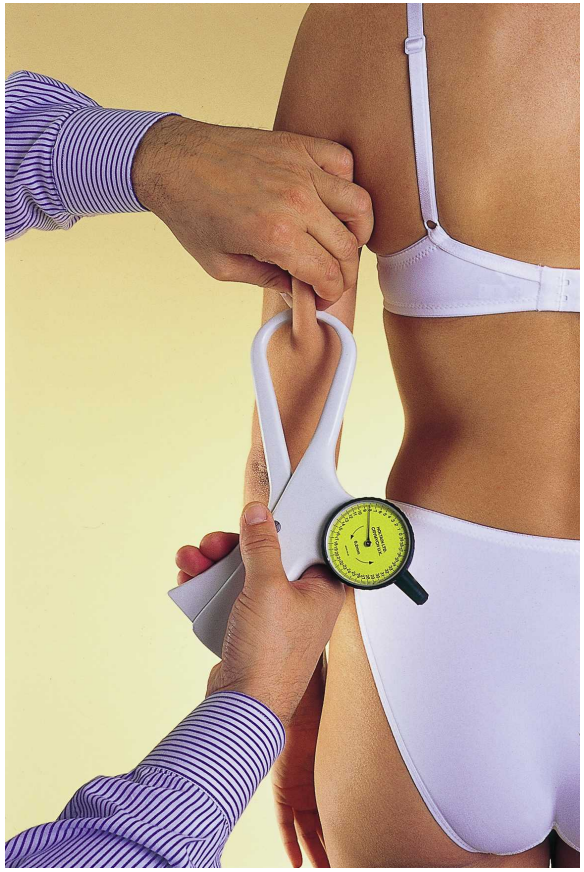
Plica tricipitale (TSF)



- Soggetto in posizione eretta col gomito flesso di 90°
- Localizzazione del punto medio di una linea tracciata tra il margine laterale del processo acromiale della scapola e il margine inferiore del processo olecranico dell'ulna

Bedogni G *et al. Manuale di valutazione antropometrica dello stato nutrizionale*. Milano: EDRA; 2001. Fotografia © EDRA - riproduzione concessa solo per uso personale.

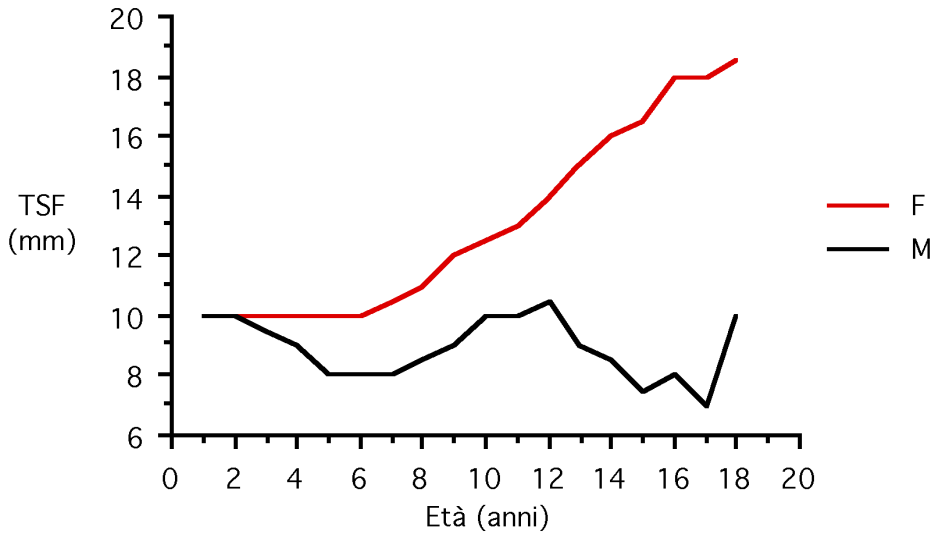
Plica tricipitale (TSF)

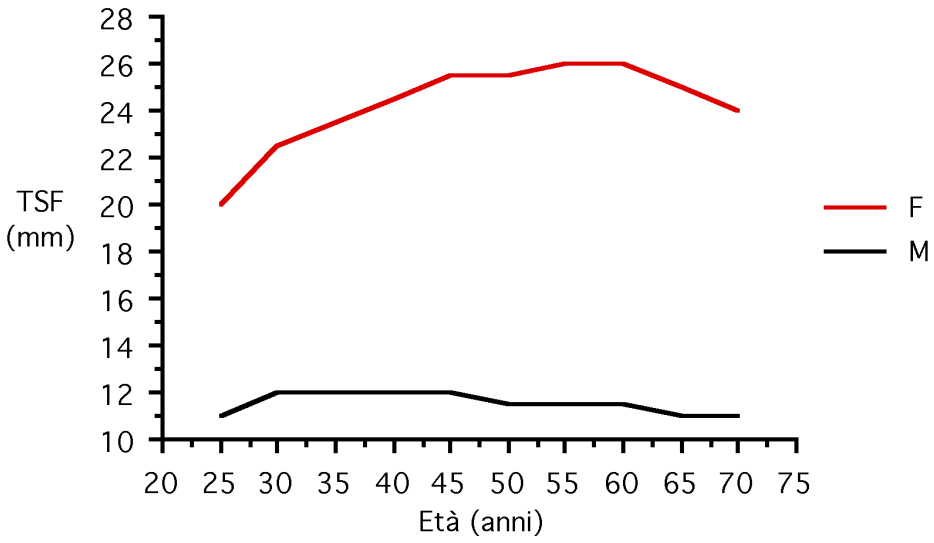


- Misurazione della plica a gomito esteso

Bedogni G *et al. Manuale di valutazione antropometrica dello stato nutrizionale*. Milano: EDRA; 2001. Fotografia © EDRA - riproduzione concessa solo per uso personale.

Modificazioni di TSF



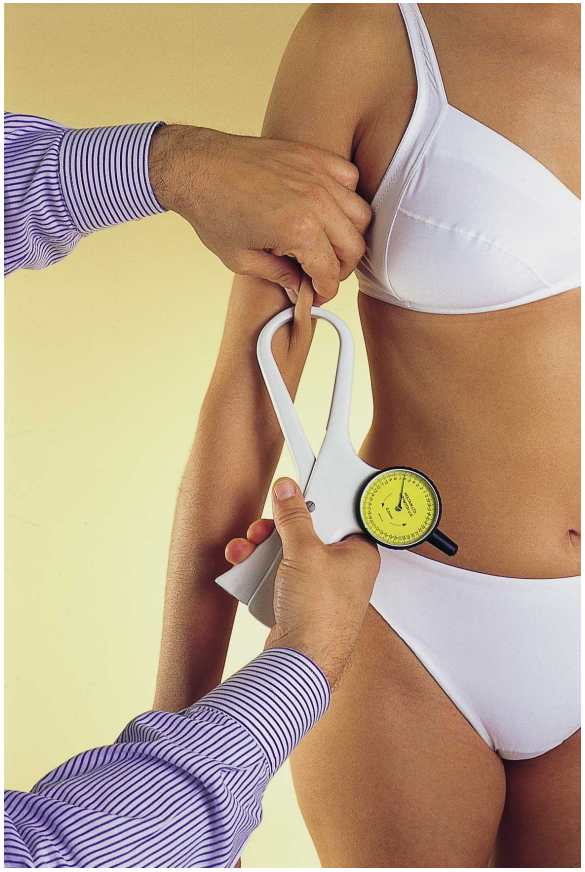


I valori corrispondono al 50° percentile dello studio NHANES II (1976 - 1980) - www.cdc.gov

Plica bicipitale (BSF)

- Utile per una valutazione di secondo livello dell'adiposità

Plica bicipitale (BSF)



- Soggetto in posizione eretta, con le braccia ai lati del corpo e il palmo delle mani rivolto anteriormente
- La plica viene sollevata in corrispondenza del punto medio di una linea verticale tracciata tra il margine anteriore dell'acromion e il centro della fossa antecubitale (proiezione anteriore del repere della plica tricipitale)

Bedogni G *et al. Manuale di valutazione antropometrica dello stato nutrizionale*. Milano: EDRA; 2001. Fotografia © EDRA - riproduzione concessa solo per uso personale.

Plica mediana della coscia (MTHSF)

- Utile per definire l'adiposità degli arti inferiori
- Disponibilità di valori di riferimento (NHANES III)
- Utilizzata insieme alla circonferenza della coscia per il calcolo delle aree muscolo-adipose della coscia

Plica mediana della coscia (MTHSF)

- Sollevata in corrispondenza del punto medio di una linea tracciata tra la piega inguinale e il margine prossimale della patella

Bedogni G *et al. Manuale di valutazione antropometrica dello stato nutrizionale*. Milano: EDRA; 2001. Fotografia © EDRA - riproduzione concessa solo per uso personale.

Plica mediana della coscia (MTHSF)

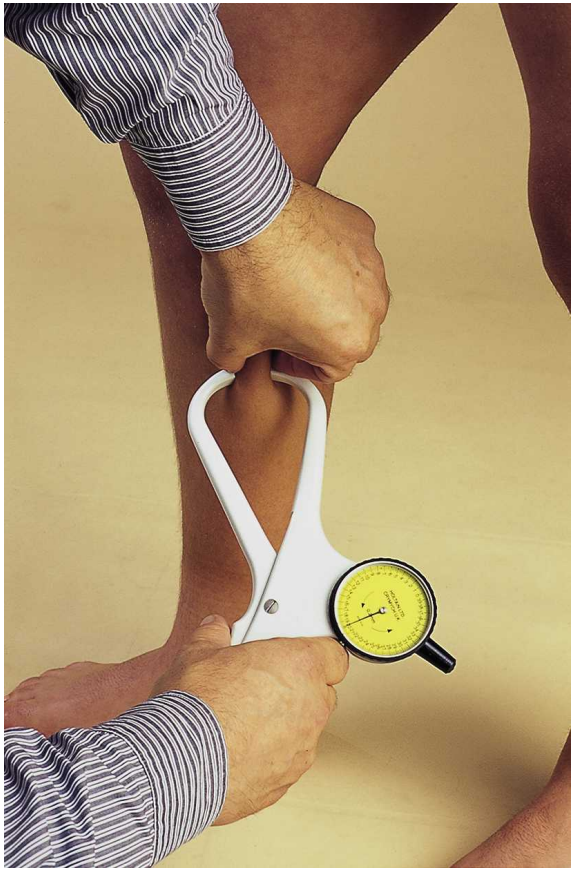
- Soggetto in posizione eretta, con il peso del corpo spostato sull'arto opposto a quello da misurare

Bedogni G *et al. Manuale di valutazione antropometrica dello stato nutrizionale*. Milano: EDRA; 2001. Fotografia © EDRA - riproduzione concessa solo per uso personale.

Plica del polpaccio (CSF)

- Utile per definire l'adiposità degli arti inferiori

Plica del polpaccio (CSF)



- Ginocchio flesso di 90° su una superficie sopraelevata o soggetto seduto col ginocchio piegato di 90°
- La plica viene sollevata sulla faccia mediale del polpaccio in corrispondenza della circonferenza massima

Bedogni G *et al. Manuale di valutazione antropometrica dello stato nutrizionale*. Milano: EDRA; 2001. Fotografia © EDRA - riproduzione concessa solo per uso personale.

Perché misurare le pliche ?

- Le pliche sono indicatori prognostici meno affidabili del BMI e della circonferenza della vita
- Ciononostante l'evidenza attualmente disponibile suggerisce che il loro contributo al rischio di malattia sia diverso da quello del BMI

Perché misurare le pliche ?

"Both BMI and SSF were related to a high risk profile regarding CHD. *Different relationships for SSF and BMI are found*, because BMI not only reflects body fatness, but also lean body mass. Analyses with BMI as an indicator for body fatness should therefore be interpreted cautiously"

Twisk JW *et al. Int J Obes Relat Metab Disord* 1998;**22**:915.

Perché misurare le pliche ?

- Valutazione più obiettiva della malnutrizione, per eccesso o difetto
- Indispensabili (con le circonferenze) per seguire le modificazioni distrettuali del tessuto adiposo nel soggetto sovrappeso in trattamento dietetico

Quali pliche misurare ?

Primo livello	TSF, SSF	Valore prognostico
Secondo livello	+ BSF e SISF	Miglior definizione adiposità tronco e arto superiore
Terzo livello	+ MTHSF e CSF o secondo necessità	Definizione adiposità arto inferiore o necessità specifiche

Programma

1. Introduzione alla valutazione dello stato nutrizionale
2. Peso, statura, indici pondero-staturali e pliche
3. **Circonferenze, diametri e lunghezze segmentali**
4. Impiego degli indicatori antropometrici
5. Esercitazione pratica

Circonferenze

Indicatori delle dimensioni trasversali dei segmenti corporei

Impiego delle circonferenze

1) indicatori del rischio di malattia
2) indicatori della distribuzione del grasso sottocutaneo
3) calcolo delle aree muscolo-adipose degli arti
4) stima della FM

Misurazione delle circonferenze

- Identificazione del sito di misurazione
  - Variabile per ogni circonferenza
- Applicazione del metro
  - Non comprimere i tessuti molli (eccezione: testa)
- Lettura della misura
  - Approssimazione a 0.001 m

Quale lato misurare ?

- A livello di popolazione, non vi è sostanziale differenza tra il lato destro e quello sinistro
- La scelta è condizionata dall'applicazione
  - Rapidità di rilevazione in contesto epidemiologico
  - Arto dominante per effetto di attività specifica
  - Arto non dominante per effetto della nutrizione non condizionato dall'attività specifica
  - Presenza di alterazioni della postura
  - (…)

Le principali circonferenze

Testa e collo	Tronco	Arto superiore	Arto inferiore
Testa Collo	Spalle Vita (WC) Torace Addome Fianchi (HC)	Braccio (AC) Avambraccio Polso	Prossimale coscia Mediana coscia (MTHC) Distale coscia Polpaccio (CAC) Caviglia

Lohman TG *et al.* Anthropometric standardization reference manual. Champaign: Human Kinetics Books; 1988 (Airlie Consensus Conference).

Le circonferenze di maggior interesse

Testa e collo	**Tronco**	**Arto superiore**	**Arto inferiore**
Testa Collo	Spalle *Vita (WC)* Torace Addome *Fianchi (HC)*	*Braccio (AC)* Avambraccio Polso	Prossimale coscia *Mediana coscia (MTHC)* Distale coscia *Polpaccio (CAC)* Caviglia

Le circonferenze del corso*

Testa e collo	**Tronco**	**Arto superiore**	**Arto inferiore**
Testa Collo	Spalle *Vita (WC)* Torace Addome *Fianchi (HC)*	*Braccio (AC)* Avambraccio Polso	Prossimale coscia Mediana coscia (MTHC) Distale coscia Polpaccio (CAC) Caviglia

* = quelle che dovrete essere in grado di misurare al termine del corso.

Circonferenza della vita (WC)

- Componente standard della valutazione antropometrica del soggetto in sovrappeso in ragione della sua associazione col rischio cardiometabolico e la mortalità generale

Circonferenza della vita (WC)

- Soggetto in posizione eretta, con le braccia ai lati del corpo
- Si misura la circonferenza a metà tra l'ultima costa e la spina iliaca

Bedogni G *et al. Manuale di valutazione antropometrica dello stato nutrizionale*. Milano: EDRA; 2001. Fotografia © EDRA - riproduzione concessa solo per uso personale.

WC e rischio cardiometabolico

	Rischio aumentato	Rischio sostanzialmente aumentato
Uomini	≥ 94 cm	≥ 102 cm
Donne	≥ 80 cm	≥ 88 cm

WHO. *Obesity: preventing and managing the global epidemic.* Geneva: WHO; 1998, p. 12.

WC e BMI

Classification of Overweight and Obesity by BMI, Waist Circumference, and Associated Disease Risks

			Disease Risk* Relative to Normal Weight and Waist Circumference	
	BMI (kg/m^2)	**Obesity Class**	**Men 102 cm (40 in) or less Women 88 cm (35 in) or less**	**Men > 102 cm (40 in) Women > 88 cm (35 in)**
Underweight	< 18.5		-	-
Normal	18.5 - 24.9		-	-
Overweight	25.0 - 29.9		Increased	High
Obesity	30.0 - 34.9	I	High	Very High
	35.0 - 39.9	II	Very High	Very High
Extreme Obesity	40.0 +	III	Extremely High	Extremely High

* Disease risk for type 2 diabetes, hypertension, and CVD.
\+ Increased waist circumference can also be a marker for increased risk even in persons of normal weight.

www.nih.gov

WC e BMI nella coorte EPIC

The NEW ENGLAND JOURNAL of MEDICINE

ORIGINAL ARTICLE

General and Abdominal Adiposity and Risk of Death in Europe

N ENGL J MED 359;20 WWW.NEJM.ORG NOVEMBER 13, 2008

WC e rischio cardiometabolico

- WC non è un indicatore accurato del grasso viscerale
- Il suo valore prognostico dipende anche da altri fattori

Seidell JC *et al*. *Int. J. Obes. Relat. Metab. Disord.* 1997;**21**:626.

Circonferenza dei fianchi (HC)

- Utilizzata insieme a WC, nella forma del rapporto vita:fianchi (WHR), consente una valutazione del rischio di malattia associato al sovrappeso
- Oggi meno utilizzato (WC è sufficiente per valutare tale rischio)

Circonferenza dei fianchi (HC)

- Soggetto in posizione eretta, con le braccia pendenti ai lati del corpo
- Si misura la circonferenza massima dei glutei

Bedogni G *et al. Manuale di valutazione antropometrica dello stato nutrizionale*. Milano: EDRA; 2001. Fotografia © EDRA - riproduzione concessa solo per uso personale.

WHR e rischio cardiometabolico

	Rischio aumentato
Uomini	> 1.0
Donne	> 0.85

WHO. *Obesity: preventing and managing the global epidemic.* Geneva: WHO; 1998, p. 12.

Perché misurare HC ?

"Some experts consider that the hip measurement contains additional valuable information related to gluteofemoral bone mass and bone structure"

WHO. *Obesity: preventing and managing the global epidemic.* Geneva: WHO; 1998, p. 12.

Circonferenza del braccio (AC)

- Componente standard della valutazione antropometrica dello stato nutrizionale
- Predittore della mortalità nella malnutrizione per difetto
- Utilizzata insieme a TSF per il calcolo delle aree muscolo-adipose e della circonferenza muscolare del braccio
- Disponibilità di valori di riferimento (NHANES I+II e III)

Circonferenza del braccio (AC)

- Posizione del soggetto e sito di misurazione come per TSF

Bedogni G *et al. Manuale di valutazione antropometrica dello stato nutrizionale*. Milano: EDRA; 2001. Fotografia © EDRA - riproduzione concessa solo per uso personale.

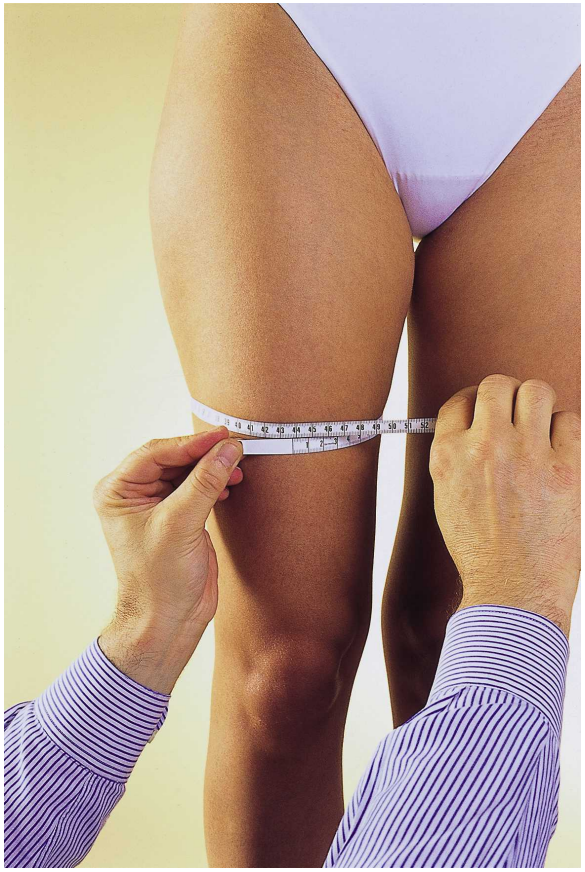
Quick arm circumference

www.savethechildren.it

Circonferenza mediana della coscia (MTHC)

- Utile per definire l'adiposità e muscolarità della coscia
- Disponibilità di valori di riferimento (NHANES III)

Circonferenza mediana della coscia (MTHC)



- Posizione del soggetto e sito di misurazione come per MTHSF

Bedogni G *et al. Manuale di valutazione antropometrica dello stato nutrizionale*. Milano: EDRA; 2001. Fotografia © EDRA - riproduzione concessa solo per uso personale.

Circonferenza del polpaccio (CAC)

- Utile per definire l'adiposità e muscolarità della gamba

Circonferenza del polpaccio (CAC)

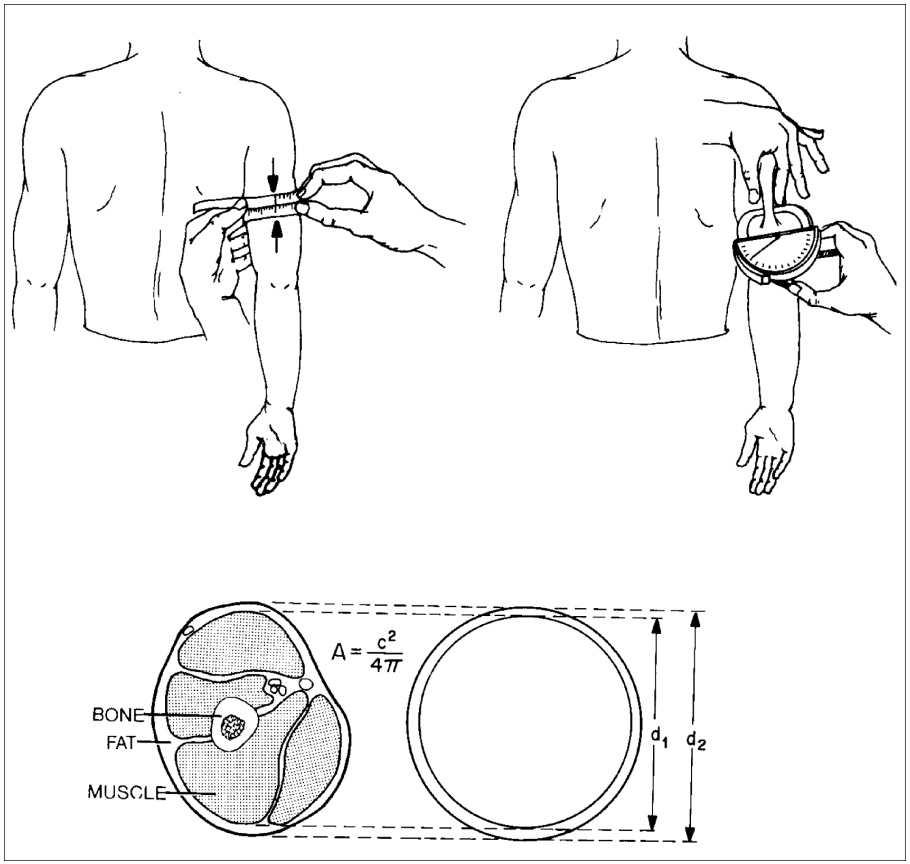
- Soggetto in posizione eretta, con i piedi distanti di circa 20 cm
- Si localizza la circonferenza massima del polpaccio

Bedogni G *et al. Manuale di valutazione antropometrica dello stato nutrizionale*. Milano: EDRA; 2001. Fotografia © EDRA - riproduzione concessa solo per uso personale.

Quali circonferenze misurare ?

Primo livello	AC e WC	Valore prognostico
Secondo livello	+ HC	Miglior definizione distribuzione tessuto adiposo
Terzo livello	+ MTHC e CAC o secondo necessità	Definizione adiposità arto inferiore o necessità specifiche

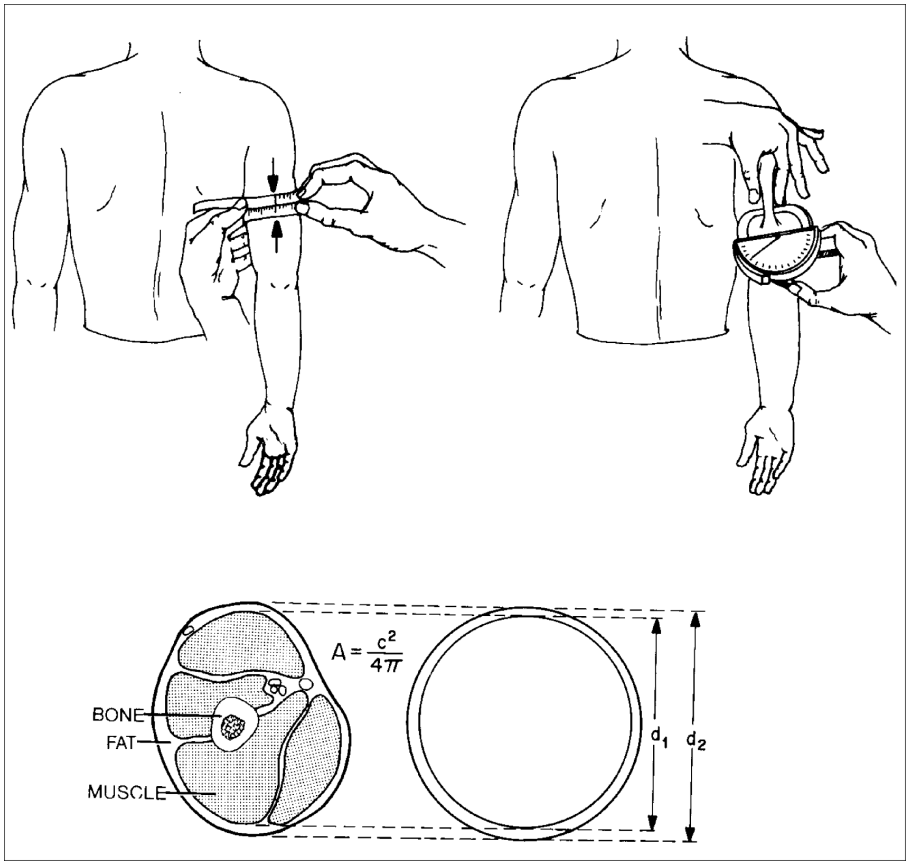
Aree muscolo-adipose degli arti



- Calcolate da una circonferenza e dalla plica corrispondente assumendo una sezione circolare
- Disponibilità di valori di riferimento (NHANES I-II)

Frisancho A. *Anthropometric Standards for the Assessment of Growth and Nutritional Status.* Ann Arbor: The University of Michigan Press; 1990.

Aree muscolo-adipose del braccio



$$\mathrm{TAA}\ (\mathrm{cm}^2) = \frac{\mathrm{AC}^2\ (\mathrm{cm}^2)}{4 \times \pi}$$

$$\mathrm{AMA}\ (\mathrm{cm}^2) = \frac{\left[\mathrm{AC}\ (\mathrm{cm}) - \left(\mathrm{TSF}\ (\mathrm{cm}) \times \pi\right)\right]^2}{4 \times \pi}$$

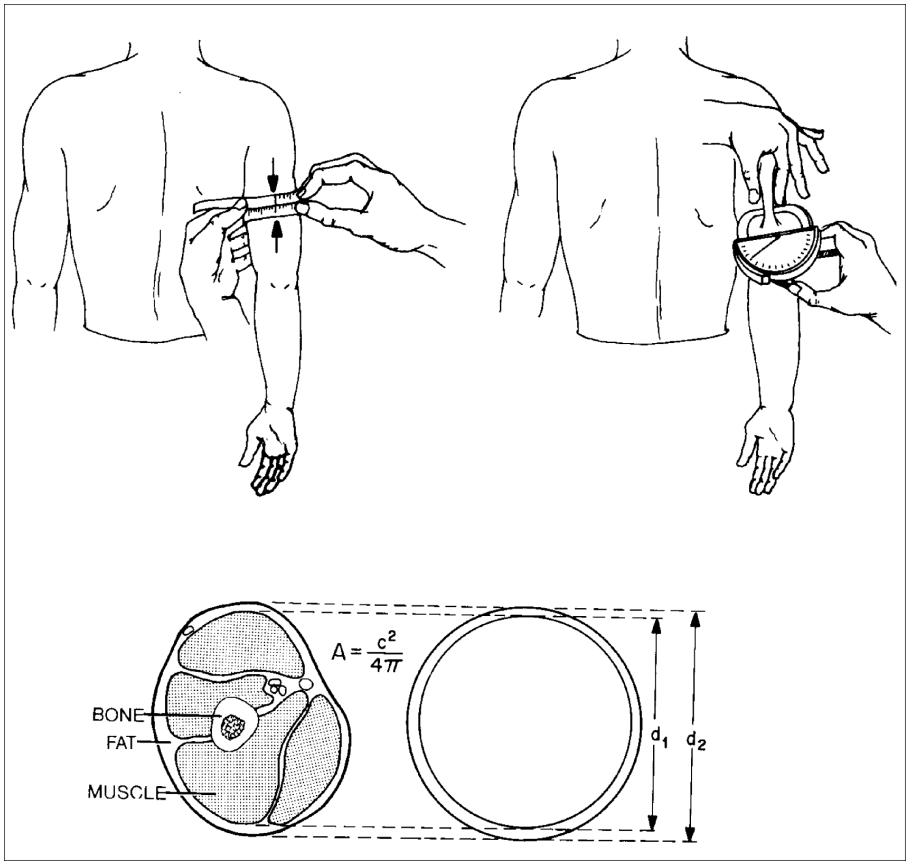
$$\mathrm{AFA}\ (\mathrm{cm}^2) = \mathrm{TAA}\ (\mathrm{cm}^2) - \mathrm{AMA}\ (\mathrm{cm}^2)$$

TAA = total arm area

AMA = arm muscle area

AFA = arm fat area

Aree muscolo-adipose del braccio

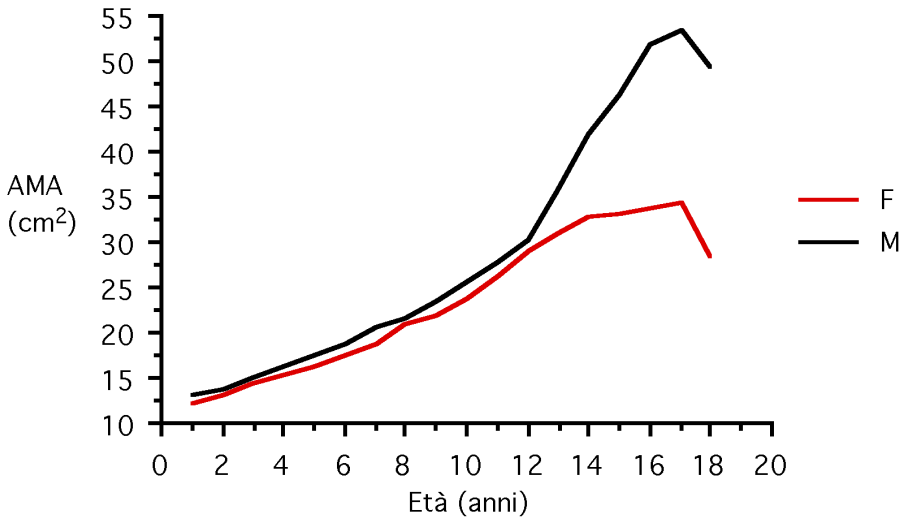


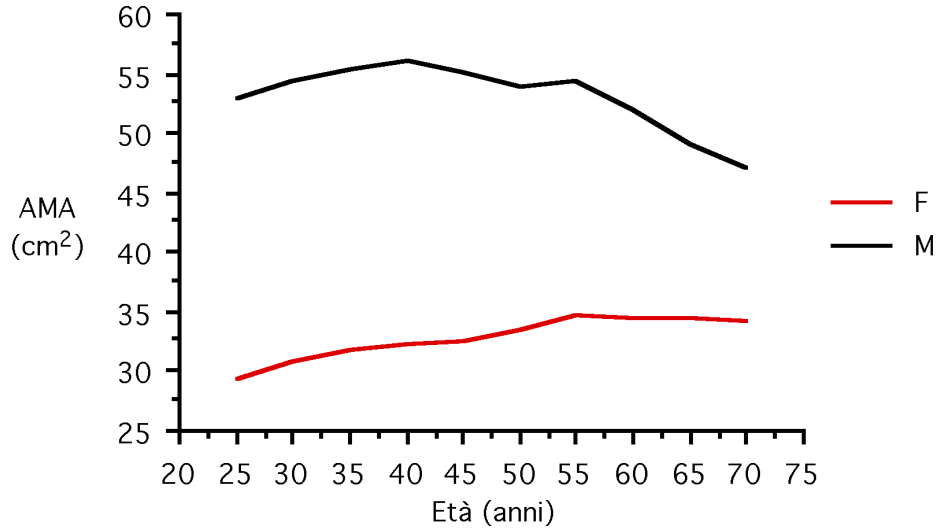
$$\text{AMA}\ (\text{cm}^2) = \frac{\left[\text{AC}\ (\text{cm}) - \left(\text{TSF}\ (\text{cm}) \times \pi\right)\right]^2}{4 \times \pi} - \textbf{CF}$$

CF = 10.0 nell'uomo e 6.5 nella donna

(valori NHANESI-II per soggetti ≥ 18 anni)

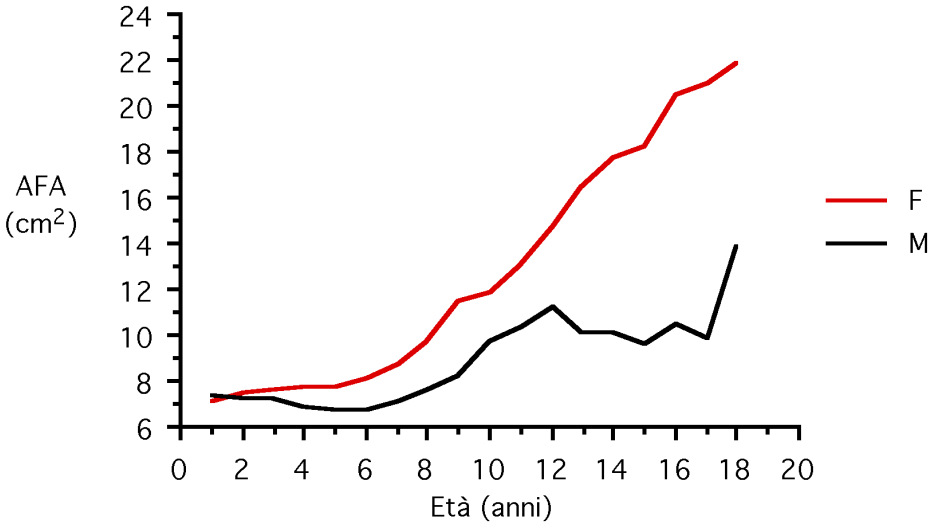
Modificazioni di AMA

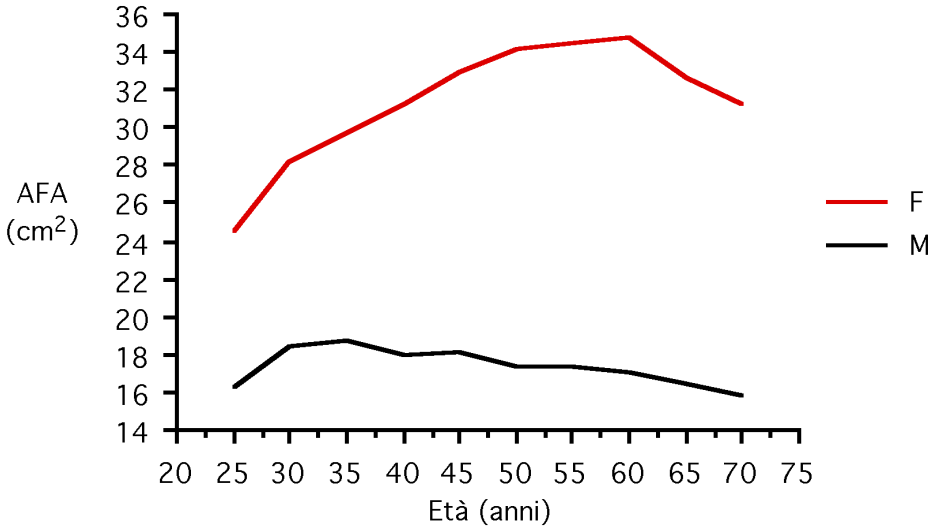




I valori corrispondono al 50° percentile dello studio NHANES II (1976 - 1980) - www.cdc.gov

Modificazioni di AFA





I valori corrispondono al 50° percentile dello studio NHANES II (1976 - 1980) - www.cdc.gov

Diametri

- Distanze tra reperi ossei
- Utilizzati principalmente per la definizione della taglia corporea

Diametro del gomito (ED)

- Il diametro del gomito è il principale indicatore della taglia corporea

Diametro del gomito (ED)

- Soggetto in posizione eretta, con il braccio flesso di 90° e il dorso della mano rivolto anteriormente
- Le barre del calibro (fisso o estensibile) vengono applicate sugli epicondili mediali e laterali dell'omero

Bedogni G *et al. Manuale di valutazione antropometrica dello stato nutrizionale*. Milano: EDRA; 2001. Fotografia © EDRA -

riproduzione concessa solo per uso personale.

Frisancho (gomito) *vs* Grant (polso)

- Da un punto di vista *teorico*, il diametro del polso sarebbe un miglior indicatore della taglia corporea rispetto al diametro del gomito perché meno correlato ai tessuti grassi e più correlato ai tessuti magri
- Da un punto di vista *pratico*, l'assenza di valori di riferimento attendibili impedisce l'uso del polso come indicatore della taglia corporea

Quanto è utile la taglia corporea ?

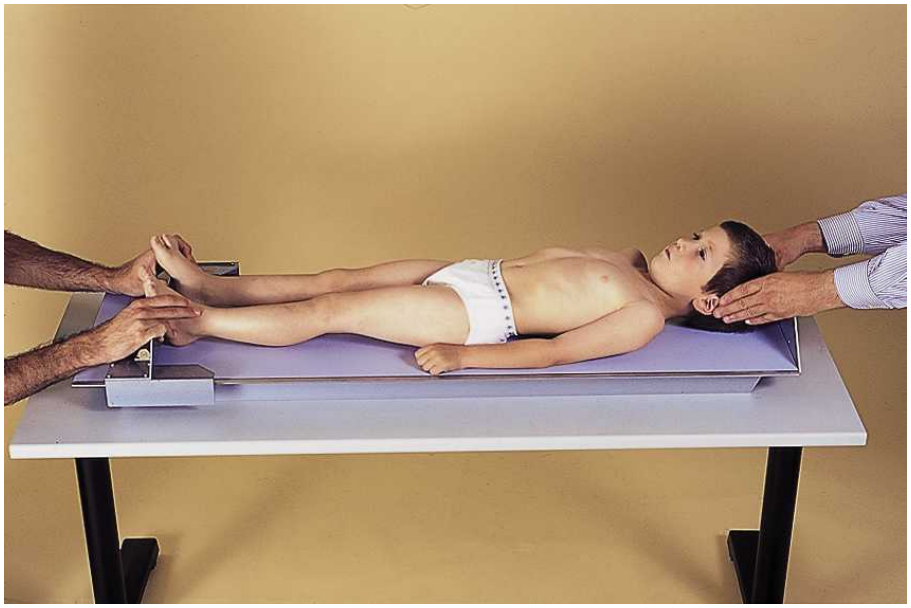
- “L’importante questione che rimane è se la taglia corporea… migliori la predizione dei fattori di rischio e di outcome correlati alla salute”
- I dati disponibili non sono sufficienti per rispondere a questa domanda e ciò spiega perché “la taglia corporea non sia ancora divenuta una misura convenzionale nella valutazione dello stato nutrizionale”

Himes, JH. In Himes JH, ed. *Anthropometric Assessment of Nutritional Status*. NY: Wiley-Liss; 1991, p. 141.

Lunghezze segmentali

- Distanze tra reperi ossei o tra un repere osseo e superficie piana
- Utilizzate nello studio dell'accrescimento normale e patologico

Lunghezza supina (SL)



- Misurata al posto della statura sino a 24 mesi di età

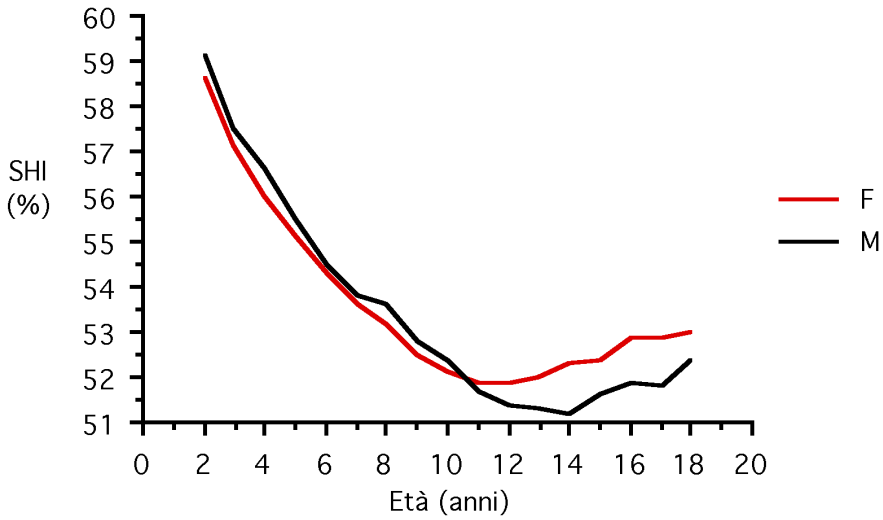
- Bedogni G *et al. Manuale di valutazione antropometrica dello stato nutrizionale*. Milano: EDRA; 2001. Fotografia © EDRA - riproduzione concessa solo per uso personale.

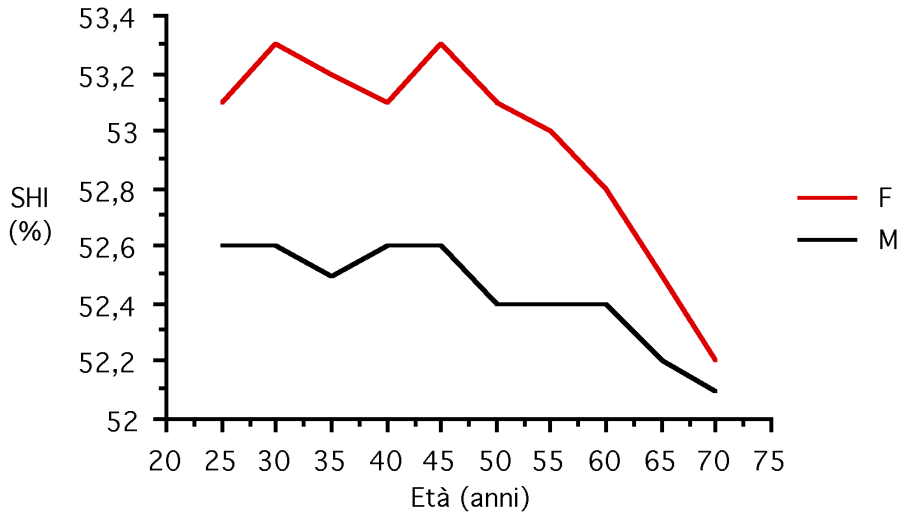
Altezza da seduto (SH)

- Distanza tra il punto più alto del capo (vertex) e la superficie piana sulla quale è seduto il soggetto
- Utilizzata insieme alla statura nel rapporto altezza seduto / statura (sitting height index, SHI o indice di Cormic).

Bedogni G *et al. Manuale di valutazione antropometrica dello stato nutrizionale*. Milano: EDRA; 2001. Fotografia © EDRA - riproduzione concessa solo per uso personale.

Modificazioni di SHI





I valori corrispondono al 50° percentile dello studio NHANES II (1976 - 1980) - www.cdc.gov

Lunghezza testa-glutei

- Misurata al posto di SH sino a 24 mesi di età

Bedogni G *et al. Manuale di valutazione antropometrica dello stato nutrizionale*. Milano: EDRA; 2001. Fotografia © EDRA - riproduzione concessa solo per uso personale.

Lunghezza (diretta) del polpaccio

- Distanza tra la linea articolare del ginocchio e il margine inferiore del malleolo mediale
- Misurata col calibro a barre larghe
- Utilizzata principalmente nell'ambito di equazioni predittive della statura, specialmente nell'anziano

Bedogni G *et al. Manuale di valutazione antropometrica dello stato nutrizionale*. Milano: EDRA; 2001. Fotografia © EDRA - riproduzione concessa solo per uso personale.

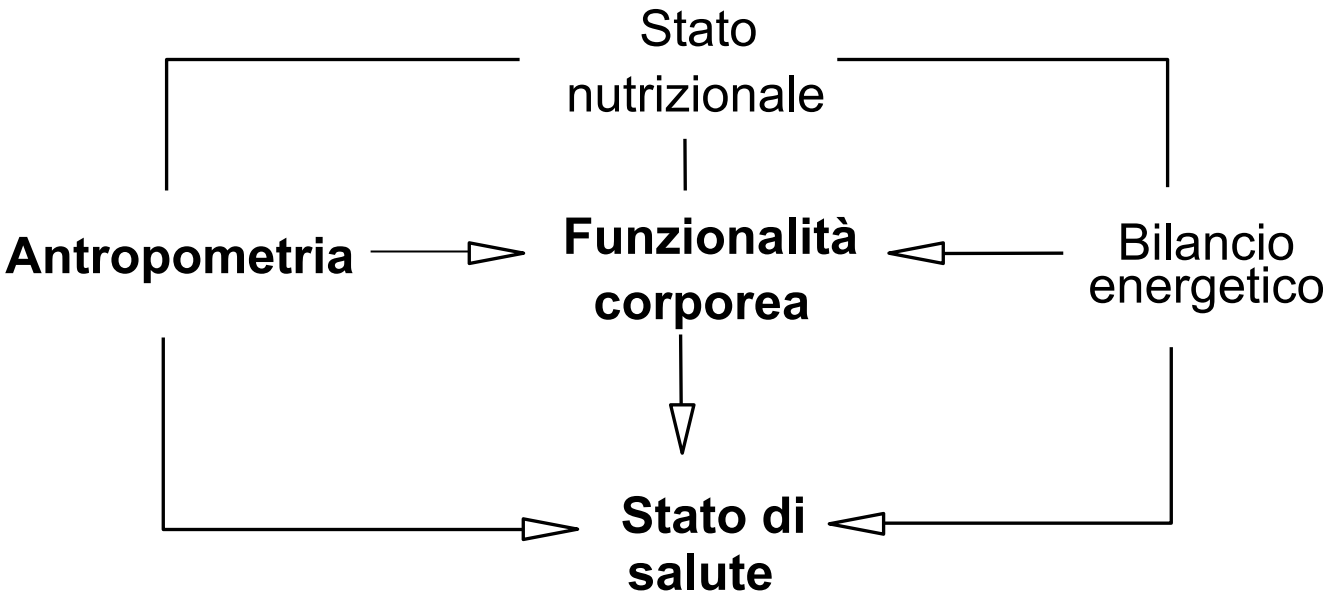
Programma

1. Introduzione alla valutazione dello stato nutrizionale
2. Peso, statura, indici pondero-staturali e pliche
3. Circonferenze, diametri e lunghezze segmentali
4. **Impiego degli indicatori antropometrici**
5. Esercitazione pratica

Impiego degli indicatori antropometrici

- La diagnosi di malnutrizione richiede la definizione di uno stato nutrizionale normale
- Idealmente, la normalità di un indicatore antropometrico dovrebbe essere giudicata sulla base della sua relazione con lo stato di salute

Antropometria e stato di salute



Chi è “sano” ?

1. Popolazione che vive in un ambiente che offre le potenzialità per un pieno benessere bio-psico-sociale
2. Popolazione che vive nell’ambiente di cui al punto 1 e non include alcun individuo ammalato
3. Popolazione che vive nell’ambiente di cui al punto 1 e include individui la cui buona salute attuale sarà giudicata in base alla longevità o sopravvivenza
4. Popolazione che vive nell’ambiente di cui al punto 1 e che include solo individui che seguono le attuali raccomandazioni

WHO. *Physical status: the use and interpretation of anthropometry.* Geneva: WHO; 1995.

Non tutto è “standard” !

- Chiarezza delle procedure di campionamento ?
- Almeno 200 individui per ogni gruppo di età e sesso ?
- Chiarezza delle procedure impiegate per la preparazione di curve e tabelle ?
- Misurazioni effettuate da operatori esperti ?
- Impiegati dati trasversali per una valutazione longitudinali ?
- *Impiegato lo stesso riferimento per differenti variabili antropometriche ?*

WHO. *Physical status: the use and interpretation of anthropometry.* Geneva: WHO; 1995.

Italia: quale standard ?

- L'Italia è sprovvista di "standard" nazionali fuorché per i bambini e gli adolescenti (2-18 anni)
- In tali condizioni, l'OMS consiglia d'impiegare gli standard NHANES
- Il problema degli standard NHANES è l'elevata prevalenza di sovrappeso negli USA (NHANES III > NHANES II > NHANES I)
- La creazione di standard nazionali rappresenta l'unica soluzione effettiva del problema

Impiego degli indicatori antropometrici

- Percentile
- Z-score
- Valore percentuale della mediana

Percentile

- Vengono convenzionalmente ritenuti “anormali” valori inferiori al 5° (3°) o superiori al 95° (97°) percentile
- *Questo criterio è esclusivamente statistico e necessita di validazione clinica*

Uso dei percentili

Età (anni)	5	10	15	25	50	75	85	90	95
(…)									
8.0-8.9	5.0	5.5	6.0	7.0	8.5	11.0	130	16.0	19.0
9.0-9.9	5.0	5.5	6.0	6.5	9.0	12.5	15.5	17.0	20.0
10.0-10.9	5.0	6.0	6.0	7.5	10.0	14.0	17.0	20.0	24.0
11.0-11.9	5.0	6.0	6.5	7.5	10.0	16.0	19.5	23.0	27.0
12.0-12.9	4.5	6.0	6.0	7.5	10.5	14.5	18.0	22.5	27.5
(…)									

Selezione dei percentili NCHS di TSF per bambini di sesso maschile

Uso dei percentili

Età (anni)	5	10	15	25	50	75	85	90	95
(…)									
8.0-8.9	5.0	5.5	6.0	7.0	8.5	11.0	13.0	16.0	19.0
9.0-9.9	5.0	5.5	6.0	6.5	9.0	12.5	15.5	17.0	20.0
10.0-10.9	5.0	6.0	6.0	7.5	10.0	14.0	17.0	20.0	24.0
11.0-11.9	5.0	6.0	6.5	7.5	10.0	16.0	19.5	23.0	27.0
12.0-12.9	4.5	6.0	6.0	7.5	10.5	14.5	18.0	22.5	27.5
(…)									

Bambino di 9.4 anni con TSF = 16.0 mm

Z-score

$$Z - \text{score} = \frac{X_s - X_p}{SD_p}$$

- Calcolabile unicamente in presenza di una distribuzione gaussiana
- Facilmente convertibile nel valore percentile

X_s = valore del soggetto
X_p = valore medio della popolazione
SD_p = deviazione standard della popolazione

Conversione di Z-score a percentile

Percentile		Z-score		Percentile		Z-score	
0.0	4.9	- 3.090	- 1.650	50.0	54.9	0.000	0.120
5.0	9.9	- 1.645	- 1.290	55.0	59.9	0.126	0.250
10.0	14.9	- 1.282	- 1.040	60.0	64.9	0.253	0.380
15.0	19.9	- 1.036	- 0.850	65.0	69.9	0.385	0.520
20.0	24.9	- 0.842	- 0.680	70.0	74.9	0.524	0.670
25.0	29.9	- 0.675	- 0.530	75.0	79.9	0.675	0.840
30.0	34.9	- 0.524	- 0.309	80.0	84.9	0.842	1.030
35.0	39.9	- 0.385	-0.260	85.0	89.9	1.036	1.280
40.0	44.9	- 0.253	-0.130	90.0	94.9	1.282	1.640
45.0	50.0	- 0.126	0.000	95.0	99.9	1.645	3.090

Il metodo LMS

- "Normalizzazione" di differenti tratti di una distribuzione non gaussiana
- Tre parametri per risalire allo z-score o al percentile:
  - L: operatore di Cox-Box
  - M: mediana
  - S: deviazione standard

Cole TJ. *Eur J Clin Nutr* 1990;**44**:45.
Kuczmarski RJ *et al*. Adv Data 2000;**8**:1 (NHANES III).

Valore percentuale della mediana

$$\%M = \frac{X_s}{M_p} * 100$$

- Non considera la variabilità dell'indicatore ed è *sconsigliata*

X_s = valore del soggetto
M_p = mediana della popolazione

Valutazione antropometrica “minima”

- BW: stato ponderale
- BH: stato accrescitivo
- AMA: stato muscolare
- 2SF (TSF + SSF): stato adiposo

Frisancho A. *Anthropometric Standards for the Assessment of Growth and Nutritional Status*. Ann Arbor: The University of Michigan Press; 1990.

Valutazione antropometrica “minima”

	Stato ponderale BW	Stato accrescitivo BH	Stato muscolare AMA
0.0 – 5.0	Basso peso	Bassa statura	Ipotrofia muscolare
5.1 – 15.0	Peso inferiore alla media	Statura inferiore alla media	Massa muscolare inferiore alla media
15.1 – 85.0	Peso nella media	Statura nella media	Massa muscolare nella media
85.1 – 95.0	Peso superiore alla media	Statura superiore alla media	Massa muscolare superiore alla media
95.1 – 100.0	Peso elevato	Statura elevata	Ipertrofia muscolare

Valutazione antropometrica “minima”

	Stato adiposo 2SF
0.0 – 5.0	Magrezza
5.1 – 15.0	Adiposità inferiore alla media
15.1 – 75.0	Adiposità nella media
75.1 – 95.0	Adiposità superiore alla media
95.1 – 100.0	Adiposità eccessiva

Riassumendo ...

Livello 1	BW, BH e WC	Stato ponderale e accrescitivo; rischio di malattia
Livello 2	+ AC, TSF e SSF	Stato muscolare (AMA) e adiposo (2SF)
Livello 3	+ altre pliche e circonferenze	Secondo esigenze specifiche

Al lavoro !

1. Introduzione alla valutazione dello stato nutrizionale
2. Peso, statura, indici pondero-staturali e pliche
3. Circonferenze, diametri e lunghezze segmentali
4. Impiego degli indicatori antropometrici
5. **Esercitazione pratica**

Grazie