

I

# MANUALE DI VALUTAZIONE ANTROPOMETRICA DELLO STATO NUTRIZIONALE

Giorgio Bedogni  
Athos Borghi  
Nino Carlo Battistini



EDRA

MEDICAL PUBLISHING & NEW MEDIA

MANUALE DI VALUTAZIONE ANTROPOMETRICA  
DELLO STATO NUTRIZIONALE



---

**Manuale di valutazione antropometrica  
dello stato nutrizionale**

Giorgio Bedogni  
Athos Borghi  
Nino Carlo Battistini

© EDRA srl 2001  
Viale Monza, 133 - 20125 Milano  
Tel. 02.28172 300 - Fax 02 28172 399

Tutti i diritti sono riservati.  
Nessuna parte di questa pubblicazione può  
essere riprodotta per nessun motivo e in  
qualsiasi forma, elettronica o meccanica,  
comprese le fotocopie, senza il permesso  
scritto dell'Editore

Prima edizione  
Luglio 2001  
ISBN 88-86457-45-6

---

**Progetto grafico**  
Giorgio Gandolfo

**Impaginazione**  
Raffaella Castelli

**Stampa**  
Arti Grafiche Migliorini - Melzo (MI)

# MANUALE DI VALUTAZIONE ANTROPOMETRICA DELLO STATO NUTRIZIONALE

**Giorgio Bedogni**

*Cattedra di Nutrizione Umana, Dipartimento di Scienze Biomediche,  
Università di Modena e Reggio Emilia, Modena*

**Athos Borghi**

*Dipartimento di Medicina Interna,  
Università di Modena e Reggio Emilia, Modena*

**Nino Carlo Battistini**

*Cattedra di Nutrizione Umana, Dipartimento di Scienze Biomediche,  
Università di Modena e Reggio Emilia, Modena*

**EDRA**

MEDICAL PUBLISHING & NEW MEDIA

*In ricordo di Nello Bertelli (1911-2001)  
e della sua instancabile opera di medico pediatra.*

---

# Sommario

<b>1. INTRODUZIONE ALLA VALUTAZIONE ANTROPOMETRICA DELLO STATO NUTRIZIONALE</b> .....	13
1.1 Bibliografia .....	17
<b>2. IL RUOLO DELL'ANTROPOMETRIA NELLA VALUTAZIONE DELLO STATO NUTRIZIONALE</b> .....	19
2.0 Antropometria, composizione corporea e stato nutrizionale .....	21
2.0.1 La composizione del corpo umano .....	22
2.0.2 Le quattro componenti della massa magra .....	23
2.0.2.1 Acqua totale corporea .....	24
2.0.2.2 Massa proteica .....	25
2.0.2.3 Massa minerale .....	25
2.0.2.4 Glicogeno .....	25
2.0.3 La massa grassa .....	25
2.0.4 Sesso, accrescimento, invecchiamento e composizione corporea .....	26
2.0.5 Attività fisica e composizione corporea .....	27
2.0.6 Malattia e composizione corporea .....	27
2.0.7 Magrezza, obesità e composizione corporea .....	28
2.0.8 I modelli bicompartimentali per la valutazione della composizione corporea .....	28
2.0.8.1 Densitometria corporea .....	28
2.0.8.1.1 L'evoluzione della densitometria corporea .....	31
2.0.8.1.2 Un problema della densitometria corporea .....	32
2.0.8.2 Idrometria .....	32
2.0.8.3 Misurazione del <sup>40</sup> K .....	33
2.0.8.4 Impieghi "alternativi" dell'idrometria e della misurazione del <sup>40</sup> K .....	33
2.1 Uso dell'antropometria per la valutazione dello stato nutrizionale .....	34
2.1.1 Antropologia, antropometria e antropometria nutrizionale .....	34
2.1.2 Breve storia dell'antropometria nutrizionale .....	35
2.2 Bibliografia .....	36
<b>3. GLI INDICATORI ANTROPOMETRICI DELLO STATO NUTRIZIONALE</b> .....	41
3.0 Una visione d'insieme .....	43
3.1 Peso, statura e indici pondero-staturali .....	43
3.1.1 Peso .....	43
3.1.1.1 Significato .....	43
3.1.1.2 Misurazione .....	44
3.1.2 Statura .....	46
3.1.2.1 Significato .....	46
3.1.2.2 Misurazione .....	47
3.1.3 Indici pondero-staturali .....	49
3.1.3.1 Significato .....	49
3.1.3.2 Calcolo .....	49
3.1.3.3 Body mass index .....	50
3.2 Pliche .....	54
3.2.1 Significato (generale) .....	54
3.2.2 Misurazione (generale) .....	54
3.2.3 Plica sottoscapolare .....	56

3.2.3.1	Significato	56
3.2.3.2	Misurazione	57
3.2.4	Plica medio-ascellare	58
3.2.4.1	Significato	58
3.2.4.2	Misurazione	58
3.2.5	Plica pettorale	59
3.2.5.1	Significato	59
3.2.5.2	Misurazione	59
3.2.6	Plica addominale	60
3.2.6.1	Significato	60
3.2.6.2	Misurazione	60
3.2.7	Plica soprailiaca	61
3.2.7.1	Significato	61
3.2.7.2	Misurazione	61
3.2.8	Plica tricipitale	62
3.2.8.1	Significato	62
3.2.8.2	Misurazione	64
3.2.9	Plica bicipitale	66
3.2.9.1	Significato	66
3.2.9.2	Misurazione	66
3.2.10	Plica dell'avambraccio	67
3.2.10.1	Significato	67
3.2.10.2	Misurazione	67
3.2.11	Plica della coscia	68
3.2.11.1	Significato	68
3.2.11.2	Misurazione	68
3.2.12	Plica soprapatellare	70
3.2.12.1	Significato	70
3.2.12.2	Misurazione	70
3.2.13	Plica mediale del polpaccio	71
3.2.13.1	Significato	71
3.2.13.2	Misurazione	71
3.2.14	Quali pliche misurare ?	72
<b>3.3</b>	<b>Circonferenze</b>	<b>74</b>
3.3.1	Significato (generale)	74
3.3.2	Misurazione (generale)	74
3.3.3	Circonferenza della testa	75
3.3.3.1	Significato	75
3.3.3.2	Misurazione	75
3.3.4	Circonferenza del collo	76
3.3.4.1	Significato	76
3.3.4.2	Misurazione	76
3.3.5	Circonferenza delle spalle	77
3.3.5.1	Significato	77
3.3.5.2	Misurazione	77
3.3.6	Circonferenza del torace	78
3.3.6.1	Significato	78
3.3.6.2	Misurazione	78

3.3.7 Circonferenza della vita	79
3.3.7.1 Significato	79
3.3.7.2 Misurazione	79
3.3.8 Circonferenza addominale	80
3.3.8.1 Significato	80
3.3.8.2 Misurazione	80
3.3.9 Circonferenza dei fianchi	81
3.3.9.1 Significato	81
3.3.9.2 Misurazione	81
3.3.10 Circonferenza del braccio	82
3.3.10.1 Significato	82
3.3.10.2 Misurazione	82
3.3.11 Circonferenza dell'avambraccio	83
3.3.11.1 Significato	83
3.3.11.2 Misurazione	83
3.3.12 Circonferenza del polso	84
3.3.12.1 Significato	84
3.3.12.2 Misurazione	84
3.3.13 Circonferenze della coscia	85
3.3.13.1 Significato	85
3.3.13.2 Misurazione	85
3.3.14 Circonferenza del polpaccio	87
3.3.14.1 Significato	87
3.3.14.2 Misurazione	87
3.3.15 Circonferenza della caviglia	88
3.3.15.1 Significato	88
3.3.15.2 Misurazione	88
3.3.16 Quali circonferenze misurare ?	89
<b>3.4 Aree muscolo-adipose e circonferenze muscolari degli arti</b>	<b>89</b>
3.4.1 Significato	89
3.4.2 Calcolo	89
<b>3.5 Diametri</b>	<b>93</b>
3.5.1 Significato (generale)	93
3.5.2 Misurazione (generale)	93
3.5.3 Diametro biacromiale	94
3.5.3.1 Significato	94
3.5.3.2 Misurazione	94
3.5.4 Diametro del torace	95
3.5.4.1 Significato	95
3.5.4.2 Misurazione	95
3.5.5 Profondità del torace	96
3.5.5.1 Significato	96
3.5.5.2 Misurazione	96
3.5.6 Diametro del gomito	97
3.5.6.1 Significato	97
3.5.6.2 Misurazione	97
3.5.7 Diametro del polso	98
3.5.7.1 Significato	98
3.5.7.2 Misurazione	98



3.5.8	Diametro biliaco	99
3.5.8.1	Significato	99
3.5.8.2	Misurazione	99
3.5.9	Diametro bitrocanterico	100
3.5.9.1	Significato	100
3.5.9.2	Misurazione	100
3.5.10	Diametro del ginocchio	101
3.5.10.1	Significato	101
3.5.10.2	Misurazione	101
3.5.11	Diametro della caviglia	102
3.5.11.1	Significato	102
3.5.11.2	Misurazione	102
<b>3.6</b>	<b>Taglia corporea</b>	<b>103</b>
3.6.1	Significato	103
3.6.2	Valutazione	103
<b>3.7</b>	<b>Lunghezze scheletriche</b>	<b>106</b>
3.7.1	Significato (generale)	106
3.7.2	Misurazione (generale)	106
3.7.3	Lunghezza supina	107
3.7.3.1	Significato	107
3.7.3.2	Misurazione	107
3.7.4	Altezza da seduto	108
3.7.4.1	Significato	108
3.7.4.2	Misurazione	109
3.7.5	Lunghezza testa-glutei	110
3.7.5.1	Significato	110
3.7.5.2	Misurazione	110
3.7.6	Arm-span	111
3.7.6.1	Significato	111
3.7.6.2	Misurazione	111
3.7.7	Lunghezza spalla-gomito	112
3.7.7.1	Significato	112
3.7.7.2	Misurazione	112
3.7.8	Lunghezza gomito-polso	113
3.7.8.1	Significato	113
3.7.8.2	Misurazione	113
3.7.9	Lunghezza avambraccio-mano	114
3.7.9.1	Significato	114
3.7.9.2	Misurazione	114
3.7.10	Lunghezza della mano	115
3.7.10.1	Significato	115
3.7.10.2	Misurazione	115
3.7.11	Altezza subischiatrica	116
3.7.11.1	Calcolo	116
3.7.12	Lunghezza della coscia	116
3.7.12.1	Significato	116
3.7.12.2	Misurazione	116
3.7.13	Lunghezza del polpaccio	117
3.7.13.1	Significato	117
3.7.13.2	Misurazione	117
<b>3.8</b>	<b>Bibliografia</b>	<b>118</b>

<b>4. L'IMPIEGO DEGLI INDICATORI ANTROPOMETRICI DELLO STATO NUTRIZIONALE</b>	121
4.0 Le basi della valutazione antropometrica dello stato nutrizionale	123
4.1 L'impiego diretto degli indicatori antropometrici dello stato nutrizionale	127
4.1.1 Percentile	127
4.1.2 Z-score	128
4.1.3 Valore percentuale della mediana	128
4.2 Un protocollo di valutazione antropometrica "minima" dello stato nutrizionale	129
4.3 Uso degli indicatori antropometrici dello stato nutrizionale nella pratica clinica	131
4.3.1 Caso clinico #1	131
4.3.2 Caso clinico #2	131
4.3.3 Caso clinico #3	133
4.4 L'impiego indiretto degli indicatori antropometrici dello stato nutrizionale	134
4.4.1 La predizione della massa grassa	135
4.5 Conclusione	137
4.6 Bibliografia	137
<b>5. LA VALUTAZIONE DELLO STATO NUTRIZIONALE IN DIFFERENTI CONDIZIONI FISIOLOGICHE</b>	141
5.0 Gravidanza e allattamento	143
5.0.1 Peso	144
5.0.2 Statura	145
5.0.3 Pliche	146
5.0.4 Circonferenze	146
5.0.5 Equazioni predittive per la stima della massa grassa in gravidanza	146
5.0.6 Conclusione	146
5.1 Accrescimento	147
5.1.1 Introduzione	147
5.1.2 Età neonatale	148
5.1.2.1 Peso	148
5.1.2.2 Lunghezza	149
5.1.2.3 Pliche	149
5.1.2.4 Circonferenze	149
5.1.2.5 Valori di riferimento per l'età neonatale	149
5.1.3 Infanzia e giovinezza	149
5.1.3.1 Altezza per età	150
5.1.3.2 Peso per altezza	150
5.1.3.3 Peso per età	151
5.1.3.4 Body mass index	151
5.1.3.5 Pliche	151
5.1.3.6 Circonferenze	152
5.1.3.7 Frequenza delle misurazioni e valori di riferimento	152
5.1.4 Adolescenza	152
5.1.4.1 La valutazione antropometrica durante l'adolescenza	153
5.2 Invecchiamento	153
5.2.1 Peso, statura e body mass index	154
5.2.2 Pliche	154
5.2.3 Circonferenze	154
5.2.4 Antropometria recombente	154
5.2.5 Il problema dei valori di riferimento	155
5.3 Bibliografia	155
<b>ACRONIMI</b>	159
<b>APPENDICI. TABELLE</b>	163

## CAPITOLO I

---

# Introduzione alla valutazione antropometrica dello stato nutrizionale

*“Frustra fit per multiora quod fieri potest per pauciora” (1)*

“È inutile fare col più ciò che si può fare col meno”: il “rasoio” di Ockham appare particolarmente adatto per introdurre il ruolo dell’antropometria nella valutazione dello stato nutrizionale. Per l’assenza d’invasività, la semplicità d’esecuzione, la portabilità, il basso costo e la disponibilità di valori di riferimento, l’antropometria è infatti la *tecnica di riferimento* per la valutazione della composizione corporea nella pratica clinica e nella ricerca epidemiologica (2). L’assenza d’invasività, la semplicità d’esecuzione e la portabilità sono essenziali per una tecnica di valutazione dello stato nutrizionale che debba essere utilizzata nella pratica clinica. Il basso costo rappresenta un vantaggio ulteriore poiché favorisce la diffusione e l’applicazione della tecnica su larga scala. Questa caratteristica è comunque indispensabile per una tecnica che debba essere impiegata per la sorveglianza dello stato nutrizionale nei Paesi in via di sviluppo (2). Non vi è dubbio, inoltre, che la caratteristica più importante per una tecnica di valutazione dello stato nutrizionale e, più in generale, dello stato di salute, sia la *disponibilità di valori di riferimento*. In assenza di tali valori non è possibile classificare lo stato nutrizionale e, tantomeno, lo stato di salute di un individuo. L’antropometria è l’*unica* tecnica per la valutazione della composizione corporea per la quale siano disponibili valori di riferimento tali da consentirne un’applicazione su larga scala (2). Naturalmente, l’assenza d’invasività, la semplicità d’esecuzione, la portabilità e il basso costo dell’antropometria hanno condizionato in maniera determinante la disponibilità di tali valori.

La valutazione antropometrica dello stato nutrizionale inizia con la misurazione del peso e della statura e il calcolo degli indici pondero-staturali. Ciò consente una prima classificazione *obiettiva* di un’eventuale malnutrizione per difetto o per eccesso<sup>1</sup>. La valutazione antropometrica dello stato nutrizionale prosegue con la misurazione di pliche e circonferenze: le *pliche* forniscono una misura di adi-

<sup>1</sup> Con ciò non si vuole negare l’“obiettività” del medico nella valutazione dello stato nutrizionale (3), ma sottolineare che tale valutazione non è sufficiente per valutare modificazioni dello stato di nutrizione dovute alla malattia o al suo trattamento (4).

posità più diretta rispetto agli indici pondero-staturali; le *circonferenze* sono utilizzate unitamente alle pliche per il calcolo delle aree muscolo-adipose degli arti e per la definizione della distribuzione del tessuto adiposo sottocutaneo. In casi particolari, è utile misurare diametri e lunghezze segmentali: i *diametri* sono utilizzati per la definizione della taglia corporea e le *lunghezze segmentali* consentono di seguire in maniera più dettagliata l'accrescimento corporeo. *In casi selezionati*, peso, statura, pliche, circonferenze e diametri possono essere utilizzati per ottenere la *stima* di un compartimento corporeo attraverso un'equazione predittiva. *L'abuso delle equazioni predittive è uno dei principali problemi che s'incontrano nella valutazione della composizione corporea e dello stato nutrizionale.* Pertanto, è necessario chiarire sin d'ora che l'utilità dell'antropometria dipende dal fatto che essa fornisce *misure dirette* di preciso significato clinico.

Sfortunatamente, la valutazione antropometrica dello stato nutrizionale è una pratica trascurata dalla maggior parte dei medici. In un recente studio condotto negli Ospedali del Regno Unito, soltanto il 34% dei medici sapeva se i suoi pazienti erano stati pesati (5). Tale riscontro è però meno sorprendente del fatto che il 60% dei medici restanti *non* riteneva importante la misurazione del peso. Un recente studio, anch'esso condotto nel Regno Unito, ha dimostrato che il 40% dei malati è malnutrito per difetto al momento del ricovero in ospedale, che i malati ricoverati vanno incontro a un *peggioramento* dello stato nutrizionale e che questo è più rilevante nei malati inizialmente malnutriti (6). Come abbiamo osservato altrove (7), l'impressione che si ricava da queste osservazioni è che i sostanziali progressi delle strategie nutrizionali negli ultimi decenni non abbiano trovato un'applicazione laddove essa era maggiormente auspicabile: al letto del malato.

Questo Manuale tratta la valutazione antropometrica dello stato nutrizionale dal punto di vista clinico. *Clinico* è "chi si piega" al letto del malato con l'intento di curarlo. La capacità di "piegarsi sull'ammalato" (assenza d'invasività, semplicità d'esecuzione, portabilità e basso costo) e il potenziale curativo (disponibilità di valori di riferimento, utili sul versante diagnostico, prognostico e terapeutico) fanno dell'antropometria la tecnica "clinica" per antonomasia. Ci auguriamo che la trattazione "clinica" dell'antropometria fatta da questo Manuale possa servire da stimolo per *riconducere* l'antropometria al letto del malato, dove può essere utilizzata con massimo profitto.

---

## 1.1 Bibliografia

1. Russel B. Storia della filosofia occidentale. Milano: TEA; 1991.
2. World Health Organization. Physical status: the use and interpretation of anthropometry. World Health Organization: Geneva; 1995.
3. Baker JP, Detsky AS, Wesson DE *et al.* Nutritional assessment: a comparison of clinical judgement and objective measurements. *New Engl. J. Med.* 1982;306:969-72.
4. Souba WW. Nutritional support. *New Engl. J. Med.* 1997;336:41-8.
5. Lennard-Jones JE, Arrowsmith H, Davison C, Dehnam AF, Micklewright A. Screening by nurses and junior doctors to detect malnutrition when patients are first assessed in hospital. *Clin. Nutr.* 1995;14:336-40.
6. McWhirter J, Pennington CR. Incidence and recognition of malnutrition in hospital. *Br. Med. J.* 1994;308:945-8.
7. Bedogni G, Battistini N, Borghi A. Principi di valutazione dello stato nutrizionale. Milano: EDRA; 1999.

## CAPITOLO II

---

# Il ruolo dell'antropometria nella valutazione dello stato nutrizionale

*“Anthropometry is the single, most universally applicable, inexpensive, and non-invasive method to assess the size, proportions, and composition of the human body. Moreover, since body dimensions at all ages reflect the overall health and welfare of individuals and populations, anthropometry may be used to predict performance, health and survival” (1, pp.1-2)*

## 2.0 Antropometria, composizione corporea e stato nutrizionale

Come si è anticipato nell'introduzione, l'antropometria consente la valutazione della composizione corporea. Poiché la composizione corporea è una delle variabili che definiscono *operativamente* lo stato nutrizionale (2), l'antropometria è, più in generale, una tecnica di valutazione dello stato nutrizionale. In base alle funzioni svolte dai nutrienti (strutturali, energetiche e regolatorie), lo stato nutrizionale può essere infatti considerato la risultante di tre variabili: composizione corporea, bilancio energetico e funzionalità corporea. Per il tramite di queste variabili, lo stato nutrizionale è strettamente correlato allo stato di salute (Fig. 2.1).

Nei Paesi in via di sviluppo, dove la malnutrizione per difetto rappresenta il principale problema nutrizionale e sociale, l'antropometria è spesso l'unica tecnica disponibile per la valutazione dello stato nutrizionale (1). Nei Paesi industrializzati, invece, l'antropometria viene quasi sempre utilizzata nel contesto di una valutazione dello stato nutrizionale che comprende (almeno) l'esame clinico ed alcuni esami di laboratorio (2).

Poiché l'antropometria è una tecnica di valutazione della composizione corporea, è necessario prendere confidenza con la composizione del corpo umano e le sue modificazioni nel corso della vita e durante la malattia.

**Figura 2.1** Definizione operativa di stato nutrizionale (2)





### 2.0.1 La composizione del corpo umano

La composizione del corpo umano può essere oggi studiata a 5 livelli: atomico, molecolare, cellulare, tissutale e corporeo (Tab. 2.1) (3-6).

Il livello con le maggiori ripercussioni cliniche è quello *molecolare*, dove l'acqua, i macronutrienti e i minerali rappresentano ciascuno un compartimento corporeo. L'unico nutriente "assente" dal modello sono le vitamine, per il fatto che non è (ancora) possibile misurare il loro contenuto corporeo. [Pertanto, e in considerazione del fatto che le vitamine hanno funzioni regolatorie, esse vengono considerate nell'ambito della categoria *funzionale* dello stato nutrizionale (2, pp. 46-54)].

**Tabella 2.1** I 5 livelli della composizione corporea.

Abbreviazioni: other = altri; BW = peso corporeo (body weight); FM = massa grassa (fat mass); TBW = acqua totale corporea (total body water); PM = massa proteica (protein mass); MM = massa minerale (mineral mass); Gn = glicogeno (glycogen); fat cells = adipociti; BCM = massa cellulare corporea (body cell mass); ECF = fluidi extracellulari (extracellular fluids); ECS = solidi extracellulari (extracellular solids); tissue = tessuto (muscular = muscolare, connective = connettivo, epithelial = epiteliale, nervous = nervoso), weight = peso (head = testa; neck = collo; trunk = tronco; lower extremities = estremità inferiori; higher extremities = estremità superiori).

<b>Livello</b>	<b>Modello</b>	<b>Commento</b>
1. Atomico	BW = O + C + H + N + Ca + P + other	Dei 106 elementi noti, 50 sono presenti nel corpo umano. Sei elementi (ossigeno, carbonio, idrogeno, azoto, calcio e fosforo) rappresentano più del 98% di BW nell'uomo di riferimento.
2. Molecolare	BW = FM + TBW + PM + MM + Gn	Descritto in dettaglio nel testo (vedi anche fig. 2.2).
3. Cellulare	BW = fat cells + BCM + ECF + ECS	BCM viene stimata dal potassio totale corporeo (TBK, total body potassium) assumendo la costanza del rapporto K / N tissutale. La definizione di BCM è pertanto esclusivamente operativa e non esiste nessun compartimento anatomico che corrisponde a questa grandezza. Inoltre, il rapporto K / N è variabile in condizioni fisiologiche e ancor più in condizioni cliniche, sicché è più corretto utilizzare TBK come tale che ricorrere alla sua "trasformazione" in BCM. Si noti che anche il calcolo di ECF ed ECS è indiretto.
4. Tissutale (comprende anche organi e sistemi)	BW = muscular tissue + connective tissue + epithelial tissue + nervous tissue	Considera il peso corporeo come la risultante dei pesi dei quattro "tipi tissutali" fondamentali.
5. Corporeo	BW = head weight + neck weight + trunk weight + lower extremities weight + higher extremities weight	Considera il peso corporeo come la risultante dei pesi delle 5 regioni anatomiche (testa, collo, tronco, braccia e gambe).

Al livello molecolare, il peso corporeo (BW, body weight) è pertanto espresso come:

$$BW = TBW + PM + MM + Gn + FM \quad (2.1)$$

dove TBW (total body water) rappresenta l'acqua totale corporea, PM (protein mass) la massa proteica, MM (mineral mass) la massa minerale, Gn (glycogen) il glicogeno e FM (fat mass) la massa grassa (Fig. 2.2).

La somma di acqua, proteine, minerali e glicogeno costituisce la cosiddetta *massa magra* (FFM, fat-free mass):

$$FFM = TBW + PM + MM + Gn \quad (2.2)$$

sicché è anche possibile scrivere:

$$BW = FFM + FM \quad (2.3)$$

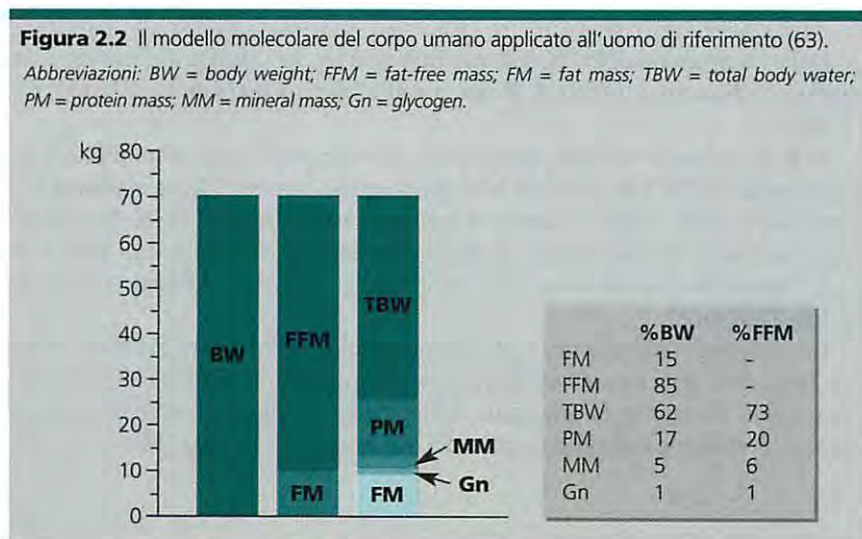
che rappresenta il *modello bicompartimentale* del corpo umano.

## 2.0.2 Le quattro componenti della massa magra

La massa magra consta dunque di quattro componenti: acqua, proteine, minerali e glicogeno. Il significato *funzionale* di queste componenti è assai differente e ciò deve essere tenuto ben presente quando s'impiega il termine "massa magra". La FFM è infatti un compartimento estremamente eterogeneo e non è utile fare riferimento a una "generica" modificazione della FFM se non si è in grado di ri-

**Figura 2.2** Il modello molecolare del corpo umano applicato all'uomo di riferimento (63).

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



salire ai compartimenti che l'hanno determinata. Comprendendo i compartimenti più attivi dal punto di vista metabolico, la FFM è responsabile del 95% del dispendio energetico a riposo (BEE, basal energy expenditure) (7).

### 2.0.2.1 ACQUA TOTALE CORPOREA

L'acqua è il costituente principale del corpo umano, rappresentando il 73% della FFM e il 62% di BW nell'uomo di riferimento (Fig. 2.2). TBW viene comunemente misurata attraverso la diluizione dell'acqua marcata con gli isotopi dell'idrogeno, deuterio ( $^2\text{H}_2\text{O}$ ) o trizio ( $^3\text{H}_2\text{O}$ ) (8, 9). ( $^2\text{H}_2\text{O}$  è preferibile a  $^3\text{H}_2\text{O}$  perché il deuterio è un isotopo stabile mentre il trizio è un isotopo radioattivo  $\beta$ -emittente).

TBW comprende l'acqua extra- (ECW, extracellular water) ed intra-cellulare (ICW, intracellular water):

$$\text{TBW} = \text{ECW} + \text{ICW} \quad (2.4)$$

ECW viene abitualmente misurata attraverso la diluizione del bromuro (Br) (10). I due terzi dell'acqua contenuta nella FFM sono intracellulari ed il restante terzo è extracellulare. Arrotondando, com'è d'uso, l'idratazione corporea ( $\text{TBW}\% = \text{TBW} / \text{BW}$ ) da 0.62 a 0.60, ICW ed ECW vengono a rappresentare rispettivamente il 40 e il 20% di BW.

ECW comprende l'acqua interstiziale (IW, interstitial water; 14% di BW), quella plasmatica (BIW, blood water; 4% di BW), quella linfatica (LW, lymphatic water; 1% di BW) e quella transcellulare (TCW, transcellular water; 1% di BW):

$$\text{ECW} = \text{IW} + \text{BIW} + \text{LW} + \text{TCW} \quad (2.5)$$

Delle componenti di ECW, soltanto BIW può essere valutata direttamente, attraverso la diluizione del blu di Evans o dell'albumina marcata con  $^{131}\text{I}$  (11, pp. 17-19).

BIW ha un ruolo cruciale nel trasporto dei nutrienti: i suoi scambi con ICW sono regolati da IW; LW coadiuva BIW allontanando i prodotti del catabolismo cellulare. TCW rappresenta la somma di numerosi compartimenti idrici, in collegamento sia con il plasma che con lo spazio interstiziale: i più rilevanti sono il liquido intraoculare, quello sinoviale, quello cerebrospinale e il liquido contenuto nel lume intestinale.

In condizioni fisiologiche, ICW (ottenuta dalla differenza tra TBW ed ECW) è un indicatore della *massa metabolicamente attiva* dell'organismo (12, 13). L'acqua è infatti il costituente principale della cellula e le modificazioni del volume idrico intervengono nella regolazione del metabolismo cellulare (14).

### 2.0.2.2 MASSA PROTEICA

La massa proteica rappresenta il 20% della FFM e il 17% di BW nell'uomo di riferimento (Fig. 2.2). Essa viene calcolata dall'azoto totale corporeo (TBN, total body nitrogen) misurato tramite attivazione neutronica (IVNAA, *in vivo* neutron-activated analysis) (15). Se si assume un rapporto fisso (1:16) tra l'azoto e la massa proteica, PM può essere calcolata da TBN attraverso l'equazione:

$$PM = TBN * 6.25 \quad (2.6)$$

Delle componenti della FFM, PM è quella con il maggior significato metabolico. Ciò dipende dal ruolo assunto dalle proteine nell'ambito dell'economia cellulare: oltre a rivestire una funzione strutturale (ed energetica), esse regolano la sua attività funzionale, specialmente sotto forma di enzimi.

### 2.0.2.3 MASSA MINERALE

La massa minerale rappresenta il 6% della FFM e il 5% di BW nell'uomo di riferimento (Fig. 2.2). Essa è costituita da minerali ossei ( $MM_o$ ) ed extra-ossei ( $MM_e$ ) per l'88 e il 12% rispettivamente.  $MM_o$  viene misurata attraverso l'assorbiometria a doppio raggio X (DXA, dual-energy X-ray absorptiometry) (16, 17). Alcuni minerali extra-ossei (Ca, Na, Cl, P, N, H, O, C) possono essere misurati impiegando l'IVNAA (15).

Nonostante i minerali rappresentino soltanto il 6% della FFM, la maggioranza di essi svolge funzioni indispensabili per la vita, intervenendo nella regolazione dei liquidi extra- ed intra-cellulari, partecipando come cofattori all'attività di numerosi enzimi e svolgendo una funzione "strutturale" (ad es., il calcio nelle ossa).

### 2.0.2.4 GLICOGENO

Il glicogeno è una componente *labile* della FFM, essendo una fonte di energia di rapido impiego. Calcolato per differenza, Gn rappresenta l'1% della FFM e di BW nell'uomo di riferimento (Fig. 2.2). La spettroscopia in risonanza magnetica consente la sua valutazione *in vivo* ma questa tecnica non ha (ancora) trovato impiego negli studi di composizione corporea in ragione della labilità intrinseca di questo compartimento (18).

## 2.0.3 La massa grassa

La massa grassa viene convenzionalmente calcolata per differenza (cfr. eq. 2.1):

$$FM = BW - (TBW + PM + MM + Gn) \quad (2.7)$$

dove Gn è spesso ignorato per i motivi di cui si è detto. La misurazione del carbonio

totale corporeo (TBC, total body carbon) fornisce un metodo più diretto (e preciso) per la stima della FM (19). La FM rappresenta principalmente una riserva di energia e contribuisce soltanto al 5% di BEE (7).

#### 2.0.4 Sesso, accrescimento, invecchiamento e composizione corporea

Le modificazioni qualitative della composizione corporea che si verificano nel corso della vita sono simili nei due sessi. A parità di età, comunque, la composizione corporea della donna differisce da quella dell'uomo da un punto di vista quantitativo. Nel corso dell'accrescimento, la donna presenta un maggior sviluppo della FM e, soprattutto, una maturazione più lenta di tutte le componenti della FFM rispetto all'uomo.

Alla nascita, la *componente acquosa* rappresenta l'80% circa della FFM in entrambi i sessi. L'idratazione della massa magra (FFMH, fat-free mass hydration) decresce progressivamente sino a raggiungere un valore del 73% nell'adulto di riferimento (20, 21). Studi recenti suggeriscono che tale valore si mantenga anche in età senile (> 65 anni). Per comprendere appieno il significato della modificazione della FFMH durante l'accrescimento, è necessario separare la sua componente intra- (FFMIH, fat-free mass intracellular hydration) da quella extra-cellulare (FFMEH, fat-free mass extracellular hydration). Così facendo, si osserva che FFMEH prevale su FFMIH sino all'età di 2 anni. La prevalenza di FFMIH su FFMEH che si realizza in entrambi i sessi a partire da quest'età, è un indicatore dello sviluppo dell'ambiente intracellulare e va considerata unitamente alle modificazioni della PM. La modificazione del rapporto FFMIH / FFMEH a favore di FFMIH è più veloce nel maschio rispetto alla femmina. In età adulta, FFMIH è circa il doppio di FFMEH. Non si hanno invece dati a sufficienza per stabilire se FFMEH e FFMIH vadano incontro a modificazioni in età geriatrica.

La *componente proteica* della FFM presenta un rapido incremento dalla nascita all'età di 2 anni (2,5% circa) in entrambi i sessi: esso corrisponde a un altrettanto rapido incremento della FFMIH (20). Come si è detto, l'incremento della componente proteica e acquosa intracellulare della FFM è un indicatore dello sviluppo dell'ambiente intracellulare. All'età di 18 anni, la PM rappresenta il 20% circa della FFM. Gli studi effettuati con l'IVNAA suggeriscono che la PM vada incontro a un progressivo decremento nell'anziano, ma i soggetti studiati sono troppo pochi perché i dati disponibili possano essere generalizzati.

Nel maschio, la *componente minerale* della FFM presenta un incremento dell'1% circa nel periodo compreso tra la nascita e il decimo anno di età (20). Tale incremento è seguito da uno analogo nel periodo compreso tra 10 e 18 anni. Nell'uomo di riferimento, la MM ammonta al 6% della FFM. Nella donna, la MM si sviluppa più lentamente e, soprattutto, raggiunge una minor quantità di picco in età adulta. Questo fatto contribuisce al maggior rischio di osteoporosi della donna rispetto all'uomo. In età geriatrica si assiste a un progressivo decremento della MM ma sono disponibili soltanto pochi dati standardizzati sulla FFM.

Mentre si hanno a disposizione numerosi dati sulla composizione corporea del maschio adulto, così non è per la donna adulta e ciò rende difficile la definizione di una "donna di riferimento" a cinque compartimenti. Tipicamente, si assume che la FM e la FFM ammontino rispettivamente al 27 e 73% di BW nella donna adulta. Dunque, la donna presenta un 12% di FM in più o, se si preferisce, un 12% di FFM in meno, rispetto all'uomo. Questa differenza fa sì che TBW% sia inferiore nella donna rispetto all'uomo di riferimento. Anche PM e MM sono inferiori nella donna rispetto all'uomo, ma si hanno a disposizione solo pochi dati standardizzati sulla FFM.

### 2.0.5 Attività fisica e composizione corporea

L'attività fisica continuativa comporta modificazioni caratteristiche della composizione corporea (22). Queste consistono in una riduzione della FM (specialmente nei soggetti in sovrappeso) e in una modificazione della composizione della FFM. Molte attività sportive si associano a un incremento della MM e dati preliminari suggeriscono che anche la distribuzione dell'acqua corporea possa modificarsi (23). Attualmente, si ritiene che gli effetti benefici dell'attività fisica sullo stato di salute dipendano più dalla modificazione della composizione e della funzionalità della FFM che dalla riduzione della FM (24).

### 2.0.6 Malattia e composizione corporea

Per quanto ogni malattia rappresenti un'entità a sé stante dal punto di vista dei suoi effetti sulla composizione corporea, è possibile formulare alcune "regole" generali, utili per affrontare lo studio clinico della composizione corporea.

Innanzitutto, una malattia in grado di favorire un bilancio energetico a lungo negativo, porterà a una contrazione della FM. In passato, si riteneva che la contrazione della PM, anch'essa a fini energetici, seguisse *sempre* quella della FM. Sulla base di studi recenti, quest'idea è stata abbandonata: diverse malattie si caratterizzano per una contrazione della PM contemporanea a quella della FM (25).

La contrazione di MM, e di  $MM_0$  in particolare, è caratteristica dell'osteoporosi ma è comune a molte malattie croniche che non coinvolgono direttamente l'osso (26).

Più complesse sono le modificazioni di TBW, ECW e ICW che s'instaurano con la malattia (27). Le modificazioni di ECW in corso di malattia sono spesso evidenti: ad es., la presenza di edema denuncia l'espansione di ECW / BW e l'emoconcentrazione può essere riconducibile a una diminuzione di BIW e, quindi, di ECW. Al contrario, le modificazioni di ICW non sono clinicamente evidenti anche se sono quelle più importanti perché coinvolgono direttamente la cellula. L'espansione di ICW% (ICW / BW) è comune a molte malattie, specialmente in fase iniziale, ed è spesso riconducibile a un difetto di attività delle pompe ioniche di membrana (27, 28). La contrazione di ICW% segnala anch'essa uno stato di sofferenza cellulare, spesso determinato da fattori osmotici (passaggio di acqua dal versante intra- a quello extra-cellulare).

### 2.0.7 Magrezza, obesità e composizione corporea

La magrezza e l'obesità sono caratterizzate rispettivamente da un difetto e da un eccesso di FM. Entrambe si associano peraltro a importanti modificazioni della FFM. Una riduzione prolungata dell'assunzione dei nutrienti porta infatti a una contrazione della PM, a un'espansione di ECW% (ECW / TBW) e a una riduzione della MM (29); un aumento prolungato dell'assunzione dei nutrienti porta invece a un'espansione *assoluta* di tutte le componenti della FFM e di ECW% (30-32).

### 2.0.8 I modelli bicompartimentali per la valutazione della composizione corporea

Come si ricorderà, i modelli bicompartimentali considerano BW come la risultante della somma di FM e FFM (eq. 2.3). La *stima* di FM o FFM da un modello bicompartimentale presuppone la costanza di una caratteristica della massa magra: densità ( $D_b$ ), FFMH o contenuto di potassio (FFMK). Le tecniche di valutazione che si basano su tali assunzioni sono la densitometria corporea, l'idrometria e la misurazione del  $^{40}\text{K}$ . Esse hanno inaugurato lo studio della composizione corporea nel vivente e, per quanto siano state "superate" dall'impiego del modello molecolare, conservano ancora un certo interesse. Inoltre, la maggioranza delle equazioni antropometriche per la predizione della FM è stata sviluppata impiegando i modelli bicompartimentali, cosicché occorre che il lettore prenda confidenza con tali modelli.

#### 2.0.8.1 DENSITOMETRIA CORPOREA

La densitometria corporea fornisce una stima della FM a partire da BW e dal volume corporeo (BV, body volume) *se è nota* la densità di FFM e FM. La densità corporea ( $D_b$ ) è infatti il rapporto tra la massa corporea (BM, body mass) e BV:

$$D_b = \frac{BM}{BV} \quad (2.8)$$

Sostituendo BW a BM nell'eq. 2.8 e misurando BV con la pesata idrostatica (UWW, underwater weighing) o la pletismografia corporea è possibile ricavare  $D_b$ . Conoscendo la loro densità, è infatti possibile ricavare FM e FFM dal sistema di equazioni:

$$\begin{cases} BW = FM + FFM \\ BV = \frac{FM}{D_{FM}} + \frac{FFM}{D_{FFM}} \end{cases} \quad (2.9)$$

dove  $D_{FM}$  e  $D_{FFM}$  rappresentano le densità di FM e FFM. I valori di  $D_{FM}$  e  $D_{FFM}$  per l'uomo "di riferimento" sono rispettivamente 0.9007 e 1.100 kg / L. [Il valore di  $D_{FM}$  è stato ricavato dall'analisi di prelievi biotipici di tessuto adiposo (33) e

**Tabella 2.2** Densità delle componenti della massa magra (3, 34).

Abbreviazioni: TBW = total body water; PM = protein mass; MM = mineral mass;  $MM_o$  = mineral mass-  
osseous;  $MM_e$  = mineral mass-extra-osseous; Gn = glycogen.

	<b>densità a 36° C (kg / L)</b>
TBW	0.99371
PM	1.34
MM	3.038
MMo	2.982
MMe	3.317
Gn	1.52

quello di  $D_{FFM}$  è stato ricavato dalla somma delle densità delle singole componenti della FFM, dapprima sul cadavere e successivamente nel vivente (Tab. 2.2) (3, 34).] Il sistema di equazioni 2.9 può essere perciò riscritto come:

$$\begin{cases} BW = FM + FFM \\ BV = \frac{FM}{0.9007} + \frac{FFM}{1.100} \end{cases} \quad (2.10)$$

Risolviendo il sistema per l'incognita FM si ottiene (3):

$$FM(\text{kg}) = 4.971 * BV(\text{L}) - 4.519 * BW(\text{kg}) \quad (2.11)$$

Ponendo:

$$FM\% = \frac{FM}{BW} * 100 \quad (2.12)$$

possiamo scrivere:

$$FM\% = \frac{4.971 * BV(\text{L})}{BW(\text{kg}) - 4.519} * 100 \quad (2.13)$$

da cui si ottiene:

$$FM\% = \frac{4.971}{D_b(\text{kg/L})} - 4.519 * 100 \quad (2.14)$$

Le equazioni più comunemente utilizzate, quelle di Siri (35) e di Brozek (34), sono ricavate in modo analogo all'eq. 2.14:



$$FM\% - \text{Siri} = \left( \frac{4.95}{D_b(\text{kg/L})} - 4.50 \right) * 100 \quad (2.15)$$

$$FM\% - \text{Brozek} = \left( \frac{4.570}{D_b(\text{kg/L})} - 4.142 \right) * 100 \quad (2.16)$$

A differenza dell'equazione di Siri, quella di Brozek utilizza il concetto di un corpo di riferimento di densità e *composizione* costante, evitando così il calcolo di  $D_{\text{FFM}}$ . [Ciò spiega i diversi coefficienti delle due equazioni. In ogni caso, le due equazioni offrono risultati sovrapponibili fuorché nei soggetti molto magri od obesi, dove l'equazione di Brozek appare preferibile (36)].

A questo punto, occorre una metodica che consenta la misurazione di  $D_b$  *in vivo*. La tecnica più utilizzata a questo scopo è l'UWW (37). Applicando il principio di Archimede, questa tecnica consente di calcolare BV dall'equazione:

$$BV = \frac{BW_a - BW_w}{D_w} \quad (2.17)$$

dove  $BW_a$  e  $BW_w$  rappresentano il peso corporeo in aria (air) e acqua (water) rispettivamente e  $D_w$  è la densità dell'acqua. La misurazione di BV viene solitamente effettuata al termine di un'espiazione forzata, cosicché occorre correggere il volume ottenuto soltanto per il volume polmonare residuo (RV, residual volume) e il volume dei gas intestinali (37). Quest'ultimo non può essere quantificato e viene convenzionalmente assunto uguale a 100 ml (38), sicché:

$$D_b = \frac{BW_a}{\frac{BW_a - BW_w}{D_w} - (RV+100)} \quad (2.18)$$

Sostituendo il valore ottenuto a quello di  $D_b$  nell'equazione nell'eq. 2.14 (o 2.15 o 2.16), si ottiene FM%.

La *pletismografia corporea* è una metodica di recente introduzione che consente la determinazione di  $D_b$  senza che sia necessaria l'immersione del soggetto in acqua. La tecnica sfrutta la legge di Boyle, determinando BV sulla base delle modificazioni pressorie indotte dal soggetto durante la sua breve permanenza nella camera di misurazione. Nell'adulto, la pletismografia corporea offre risultati sovrapponibili all'UWW e il suo impiego nel bambino appare promettente (39-48).

### 2.0.8.1.1 L'evoluzione della densitometria corporea

Il sistema di equazioni 2.9 può essere riscritto separando la FFM nelle sue componenti:

$$\begin{cases} BW = FM + TBW + PM + MM + Gn \\ BW = \frac{FM}{D_{FM}} + \frac{TBW}{D_{TBW}} + \frac{PM}{D_{PM}} + \frac{MM}{D_{MM}} + \frac{Gn}{D_{Gn}} \end{cases} \quad (2.19)$$

dove  $D_{TBW}$ ,  $D_{PM}$ ,  $D_{MM}$  e  $D_{Gn}$  rappresentano rispettivamente la densità dell'acqua, delle proteine, dei minerali e del glicogeno. Poiché le modificazioni della FFM riflettono quelle di quattro compartimenti eterogenei, la possibilità di misurare uno o più di questi compartimenti migliorerà la stima densitometrica della FM% rispetto al modello dell'eq. 2.9. Per i motivi di cui si è detto al § 2.0.2.4, Gn non viene abitualmente considerato negli studi di composizione corporea e la misurazione di PM ha un costo troppo elevato per entrare nella definizione di modelli applicabili nella ricerca su larga scala.

Pertanto, i modelli densitometrici vengono usualmente corretti per TBW e / o MM. Correggendo  $D_{FFM}$  per TBW%, Siri (35) ha sviluppato il seguente modello tricompartmentale (3C):

$$FM\% - \text{Siri (3C)} = \left( \frac{2.188}{D_b} - 0.78 * TBW\% - 1.354 \right) * 100 \quad (2.20)$$

Un altro modello a 3 compartimenti è stato sviluppato da Lohman (50) correggendo  $D_{FFM}$  per il contenuto corporeo di minerali ( $MM\% = MM / BW$ ):

$$FM\% - \text{Lohman (3C)} = \left( \frac{6.386}{D_b} + 3.961 * MM\% - 6.090 \right) * 100 \quad (2.21)$$

Infine, un modello tetracompartmentale (4C) è stato sviluppato da Selinger (49; 50, p. 22) correggendo  $D_{FFM}$  per TBW% e  $MM_o\%$ :

$$FM\% - \text{Selinger (4C)} = \left( \frac{2.747}{D_b} - 0.714 * TBW\% + 1.146 * MM_o\% - 2.0503 \right) * 100 \quad (2.22)$$

(Si noti che l'eq. 2.21 corregge sia per  $MM_o$  che per  $MM_e$ ).

### 2.0.8.1.2 Un problema della densitometria corporea

I modelli densitometrici a 3 e 4 compartimenti sono senz'altro più adatti di quelli a 2 compartimenti per studiare la composizione corporea durante l'accrescimento, l'invecchiamento e la malattia (50). Infatti, essi consentono di correggere  $D_{FFM}$  per le modificazioni quantitative delle sue componenti che occorrono in tali condizioni. Vi è però un problema per quanto riguarda  $D_{FM}$ . Per quanto la variabilità di  $D_{FM}$  in corso di accrescimento, invecchiamento e malattia sia decisamente inferiore a quella di  $D_{FFM}$  (33), la densitometria assume che la componente *non-trigliceridica* della FM sia scarsamente importante da un punto di vista quantitativo e, soprattutto, che il rapporto tra la componente trigliceridica e quella non-trigliceridica *non* si modifichi con le modificazioni della composizione corporea. Recenti esperienze sul ratto sottoposto a digiuno suggeriscono che nessuna di queste affermazioni è vera (51): ciò deve essere tenuto particolarmente presente quando si utilizzino i modelli densitometrici per studiare *modificazioni* della composizione corporea.

### 2.0.8.2 IDROMETRIA

L'idrometria fornisce una stima della FFM a partire da TBW, *se è nota* FFMH (52). Il principio di diluizione applicato dall'idrometria si fonda sulla definizione di concentrazione (C). È questa infatti una quantità (Q) per unità di volume (V):

$$C = \frac{Q}{V} \quad (2.23)$$

sicché:

$$V = \frac{Q}{C} \quad (2.24)$$

Dunque, disponendo di un indicatore che si distribuisca unicamente in un volume di nostro interesse, quest'ultimo potrà essere stimato dalla quantità di indicatore somministrata e dalla concentrazione dell'indicatore all'equilibrio. Essendo richiesto un certo periodo di tempo perché l'indicatore raggiunga l'equilibrio, è necessario che esso non venga eliminato o metabolizzato dall'organismo. Per la concentrazione all'equilibrio  $C_2$  vale la relazione:

$$V_2 = \frac{Q_2}{C_2} \quad (2.25)$$

dove  $V_2$  è il volume di distribuzione e  $Q_2$  la quantità di indicatore all'equilibrio. Ora, poiché  $Q_2$  è uguale alla quantità somministrata  $Q_1$  e  $Q_1 = C_1 V_1$ , possiamo scrivere:

$$V_2 = \frac{C_1 V_1}{C_2} \quad (2.26)$$

che corrisponde al volume di nostro interesse.

Nell'uomo di riferimento, FFMH corrisponde a 0.73 sicché FFM può essere calcolata dall'equazione:

$$\text{FFM (kg)} = \text{TBW (kg)} * 1.73 \quad (2.27)$$

### 2.0.8.3 MISURAZIONE DEL $^{40}\text{K}$

La misurazione dell'isotopo naturale  $^{40}\text{K}$  consente la stima della FFM *se è noto* FFMK (11, pp. 40-49). Infatti, poiché esiste un rapporto costante tra TBK e il  $^{40}\text{K}$  corporeo, è possibile ricavare il primo dal secondo, misurato attraverso appositi  $\gamma$ -counter. Il valore di FFMK per l'uomo di riferimento è 68.1 mmol / kg, sicché:

$$\text{FFM (kg)} = \text{TBK (kg)} * 376 \quad (2.28)$$

### 2.0.8.4 IMPIEGHI "ALTERNATIVI" DELL'IDROMETRIA E DELLA MISURAZIONE DEL $^{40}\text{K}$

La stima di FM o FFM da un modello bicompartimentale presuppone la costanza di una caratteristica della massa magra: FFMH,  $D_{\text{FFM}}$  o FFMK. La crescita, l'invecchiamento e la malattia modificano la composizione della FFM cosicché i valori di FFMH (0.73),  $D_{\text{FFM}}$  (1.1 kg / L) e FFMK (68.1 mmol / kg) ricavati nell'adulto, non possono essere utilizzati per studiare la composizione corporea di bambini, anziani e ammalati.

Pur con i limiti di cui si è detto al § 2.0.8.1.2, la densitometria corporea può essere utilizzata per costruire modelli multicompartimentali del corpo umano applicabili al bambino, all'anziano e all'ammalato. Anche se è sempre preferibile una misurazione *diretta* dei compartimenti corporei, come quella effettuata dal modello molecolare, i modelli densitometrici 3C e 4C presentano una più estesa possibilità d'impiego clinico.

Oltre a poter essere utilizzata nella costruzione di un modello molecolare (eq. 2.1) o densitometrico 3C e 4C (eq. 2.20-2.22), la diluitometria presenta un notevole interesse perché consente il calcolo di ICW dalla differenza tra TBW ed ECW. L'importanza di ICW risiede nel fatto che, come si è detto al § 2.0.2.1, essa è un indicatore della *massa metabolicamente attiva*. Poiché il potassio corporeo è *intracellulare* per il 98%, il calcolo di TBK attraverso la misurazione di  $^{40}\text{K}$  fornisce un'ulteriore parametro di valutazione della massa metabolicamente attiva. Infine, poiché il grado di attività metabolica è proporzionale al consumo di ossigeno ( $\text{O}_2$ ), la misurazione del consumo di  $\text{O}_2$  è un ulteriore indicatore della massa metabolicamente attiva (2) (Fig. 2.3).

**Figura 2.3** Una definizione “operativa” di massa metabolicamente attiva. La misurazione dell’acqua intracellulare (ICW, intra-cellular water), del potassio totale corporeo (qui rappresentato con  $K^+$  nella sua componente intracellulare) e del consumo di ossigeno ( $O_2$ ), consentono una valutazione qualitativa della massa metabolicamente attiva.



## 2.1 Uso dell’antropometria per la valutazione dello stato nutrizionale

### 2.1.1 Antropologia, antropometria e antropometria nutrizionale

La *misurazione dell’uomo* o antropometria è una branca dell’antropologia, la disciplina che si occupa dello *studio dell’uomo*. A rigore etimologico, dunque, qualsiasi caratteristica misurabile dell’uomo rientrerebbe nel “dominio” dell’antropometria. Essendo l’uomo un essere bio-psico-sociale, l’ambito dell’antropometria così intesa è eccezionalmente vasto. Ciò era ben chiaro ai pionieri dell’antropometria: l’obiettivo di Adolphe Quetelet era, ad esempio, quello di fondare una *Physique Sociale* (53). Col passare del tempo, l’accezione del termine “antropometria” andò restringendosi sino all’impiego attuale, essenzialmente *biologico*. [La psicologia e la sociologia sono oggi branche così sviluppate dello “studio dell’uomo” che sarebbe anacronistico ricomprenderle sotto il termine di antropometria solo per ragioni etimologiche, benché la loro primigenia appartenenza antropologica sia funzionale all’esigenza, mai sufficientemente ribadita, di considerare i pazienti (e le loro valutazioni nutrizionali) nella loro unità bio-psico-sociale].

Stando alla definizione generale di antropometria sopra riportata, l’antropometria nutrizionale consiste nella misurazione di *caratteristiche biologiche influenzate dalla nutrizione*. Il rilievo di una caratteristica antropometrica avrebbe ben poco significato se questa non fosse in relazione con la *funzione* dell’organismo (cfr. Fig. 2.1) e non servisse a migliorare la nostra conoscenza e possibilità d’intervento su quest’ultima. L’interesse clinico dell’antropometria dipende proprio dall’evidenza di questa associazione.

### 2.1.2 Breve storia dell'antropometria nutrizionale

L'antropometria fece la sua comparsa sulle riviste scientifiche nel XVIII secolo (54). Secondo Scammon (55), il primo studio trasversale dell'accrescimento venne compiuto da Roederer nel 1753 su un gruppo di neonati e il primo studio longitudinale venne condotto da de Montbeillard sul proprio figlio tra il 1759 e il 1777. Sul finire del XIX secolo, il francese Richer fu tra i primi ad utilizzare il calibro per misurare lo spessore del tessuto adiposo sottocutaneo (56). All'inizio del XX secolo, in Germania, Oeder utilizzò la plica addominale come indicatore di adiposità (57). Durante la Prima Guerra Mondiale, l'antropologo cecoslovacco Matiegka, interessato all'efficienza fisica dei soldati, sviluppò una serie di equazioni per predire la composizione corporea (ossa, muscoli e grasso) da statura, pliche e circonferenze (58). Nonostante queste equazioni fossero basate su modelli *teorici*, esse contribuirono in modo sostanziale alla popolarità del metodo antropometrico.

L'astronomo e matematico belga Quetelet (1796-1874) è noto per aver inventato l'indice di massa corporea (BMI, body mass index), in seguito rivelatosi un indicatore di adiposità e un predittore della morbilità e mortalità associata alla malnutrizione (59). In realtà Quetelet *fece molto di più* che inventare il BMI: sua è la fondamentale scoperta che alcuni tratti antropometrici si distribuiscono secondo la curva "normale", descritta pochi anni prima da Gauss (1777-1885) studiando il moto dei corpi celesti. Fu solo Galton (1822-1911), però, a rendersi conto dell'importanza della scoperta di Gauss e Quetelet: ogni curva "normale" poteva essere descritta da due soli parametri, la media e la varianza. Il passo verso la scoperta dei *percentili* fu breve e il nuovo metodo incontrò immediatamente l'interesse degli antropometristi (60).

La necessità di standardizzare l'antropometria divenne impellente all'inizio del XX secolo, in seguito all'evidenza di una sostanziale variabilità nella misurazione e *interpretazione* delle dimensioni antropometriche (54). Negli anni '60, il lancio dell'*International Biologic Programme* coordinato da Weiner e Lourie rappresentò un passo fondamentale per la standardizzazione della metodica antropometrica, soprattutto per quanto attiene al suo ruolo nella valutazione dello stato nutrizionale (54, 61). Nel 1988, l'*Airlie Consensus Conference* ha portato alla produzione di un Manuale di Riferimento per la Valutazione Antropometrica che rappresenta lo standard attualmente impiegato per la valutazione antropometrica dello stato nutrizionale (62).

## 2.2 Bibliografia

1. World Health Organization. Physical status: the use and interpretation of anthropometry. World Health Organization: Geneva; 1995.
2. Bedogni G, Battistini N, Borghi A. Principi di valutazione dello stato nutrizionale. Milano: EDRA; 1999.
3. Heymsfield SB, Wang ZM, Withers RT. Multicomponent molecular level models of body composition analysis. In: Roche AF, Heymsfield SB, Lohman TG, editors. Human body composition. Springfield, IL: Human Kinetics; 1996. p. 129-47.
4. Heymsfield SB, Wang ZM, Baumgartner RN, Ross R. Human body composition: advances in models and methods. *Ann. Rev. Nutr.* 1997;17:527-58.
5. Wang ZM, Pierson RJ, Heymsfield SB. The five-level model: a new approach to organizing body composition research. *Am. J. Clin. Nutr.* 1992;56:19-28.
6. Wang ZM, Heshka S, Pierson RN, Heymsfield SB. Systematic organization of body composition methodology: an overview with emphasis on component-based methods. *Am. J. Clin. Nutr.* 1995;61:457-65.
7. Elia M. Energy expenditure in the whole body. In: Kinney JM, Tucker HN, editors. Energy metabolism: tissue determinants and cellular corollaries. NY: Raven Press; 1992. p. 19-47.
8. Lukaski HC, Johnson PE. A simple inexpensive method of determining total body water using a tracer dose of deuterium oxide and infrared absorption of biological fluids. *Am. J. Clin. Nutr.* 1985;41:363-70.
9. Sheng HP, Huggins RA. A review of body composition studies with emphasis on total body water and fat. *Am. J. Clin. Nutr.* 1979;32:630-47.
10. Wong WW, Sheng HP, Morkeberg JC, Kosanovich JL, Clarke LL, Klein PD. Measurement of extracellular water volume by bromide ion chromatography. *Am. J. Clin. Nutr.* 1989;50:1290-5.
11. Forbes GB. Human Body Composition. Growth, Aging, Nutrition and Activity. NY: Springer-Verlag; 1987.
12. Pierson RN, Wang J, Thornton JC, Heymsfield SB. The quality of body cell mass - 1996. Are we ready to measure it ? *Appl. Radiat. Isot.* 1998;49:429-35.
13. Moore F, Olesen K, McMurray J, Parker H, Ball M, Boyden C. The body cell mass and its supporting environment. Philadelphia: WB Saunders; 1963.
14. Haussinger D, Roth E, Lang F, Gerok W. Cellular hydration state: an important determinant of catabolism in health and disease. *Lancet* 1993;341:1330-2.
15. Ryde SJS. *In vivo* neutron activated analysis: past, present and future. In: Davies PSW, Cole TJ, editors. Body composition techniques in health and disease. Cambridge: Cambridge University Press; 1995. p. 14-38.
16. Pietrobelli A, Formica C, Wang Z, Heymsfield SB. Dual-energy X-ray absorptiometry body composition model: review of physical concepts. *Am. J. Physiol.* 1996;271:E941-E51.
17. World Health Organization. Assessment of fracture risk and its application to screening for postmenopausal osteoporosis. World Health Organization: Geneva; 1994.
18. Taylor R, Price TB, Rothman DL, Shulman RG, Shulman GI. Validation of <sup>13</sup>C NMR measurement of human skeletal muscle glycogen by direct biochemical assay of needle biopsy samples. *Magn. Reson. Med.* 1992;27:13-20.

19. Kehayas JJ, Heymsfield SB, LoMonte AF, Wang J, Pierson R. In vivo determination of body fat by measuring total body carbon. *Am. J. Clin. Nutr.* 1991;53:1339-44.
20. Fomon SJ, Haschke F, Ziegler EE, Nelson S. Body composition of reference children from birth to age 10 years. *Am. J. Clin. Nutr.* 1982;35:1169-75.
21. Hascke F. Body composition of adolescent males. Part I: total body water in normal adolescent males. *Acta Ped. Scand.* 1983;Suppl. 307:1-23.
22. Sinning WE. Body composition in athletes. In: Roche AF, Heymsfield SB, Lohman TG, editors. *Human body composition*. Champaign: Human Kinetics; 1996. p. 257-73.
23. Battistini N, Virgili F, Bedogni G. A relative expansion of extra-cellular water in elite male athletes compared to recreational sportsmen. *Ann. Hum. Biol.* 1994;21:609-12.
24. Baumgartner RN, Heymsfield SB, Roche AF. Human body composition and the epidemiology of chronic disease. *Obes. Res.* 1995;3:73-95.
25. Jeejeebhoy KN. Body composition in weight loss and pathological states. In: Roche AF, Heymsfield SB, Lohman TG, editors. *Human body composition*. Champaign, IL: Human Kinetics; 1996. p. 275-83.
26. Christiansen C. Osteoporosis: diagnosis and management today and tomorrow. *Bone* 1995;17 (5 Suppl):513S-6S.
27. Bedogni G, Borghi A, Battistini N. The assessment of body hydration and water distribution in health and disease. *Clin. Diet.* 1996;21:3-8.
28. Borghi A, Bedogni G, Rocchi E, Severi S, Farina F, Battistini N. Multifrequency bioelectric impedance measurements for predicting body water compartments in patients with non-ascitic liver cirrhosis. *Br. J. Nutr.* 1996;76:325-32.
29. Shetty PS. Body composition in malnutrition. In: Davies PSW, Cole TJ, editors. *Body composition techniques in health and disease*. Cambridge, UK: Cambridge University Press; 1995. p. 71-84.
30. Forbes GB. The companionship of lean and fat. In: Ellis JK, Eastman JD, editors. *Human body composition. In vivo methods, models and assessment*. NY: Plenum Press; 1993. p. 1-12.
31. Battistini N, Severi S, Brambilla P, Virgili F, Manzoni P, Beccaria L, et al. Relative expansion of extracellular water in obese vs non obese children. *J. Appl. Physiol.* 1995;79:94-6.
32. Waki M, Kral J, Mazariegos M, Wang J, Pierson RN, Heymsfield SB. Relative expansion of extracellular fluid in obese vs non obese women. *Am. J. Physiol.* 1991;261:E199-203.
33. Fidanza F, Keys A, Anderson JT. Density of body fat in man and other mammals. *J. Appl. Physiol.* 1953;6:252-6.
34. Brozek J, Grande F, Anderson JT, Keys A. Densitometric analysis of body composition: revision of some quantitative assumptions. *Ann. NY Acad. Sci.* 1963;110:113-40.
35. Siri WE. Body composition from fluid spaces and density: analysis of method. In: Brozek J, Henschel A, editors. *Techniques for measuring body composition*. Washington DC: National Academy of Sciences. National Research Council; 1961. p. 223-44.
36. Lohman TG. Skinfolds and body density and their relation to body fatness: a review. *Hum. Biol.* 1981;53:181-225.
37. Going SB. Densitometry. In: Roche AF, Heymsfield SB, Lohman TG, editors. *Human Body Composition*. Champaign, IL: Human Kinetics; 1996. p. 3-23.
38. Buskirk ER. Underwater weighing and body density: a review of procedures. In:



Brozek J, Henschel A, editors. Techniques for measuring body composition. Washington D.C.: National Academy of Sciences, National Research Council; 1961. p. 90-105.

39. Dempster P, Aitkens S. A new air displacement method for the determination of human body composition. *Med. Sci. Sport Exerc.* 1995;27:1692-7.
40. McCrory MA, Gomez TD, Bernauer EM, Mole PA. Evaluation of a new air displacement plethysmograph for measuring human body composition. *Med. Sci. Sport Exerc.* 1995;27:1686-91.
41. Sardinha LB, Lohman TG, Teixeira PJ, Guedes DP, Going SB. Comparison of air displacement plethysmography with dual-energy X-ray absorptiometry and 3 field methods for estimating body composition in middle-aged men. *Am. J. Clin. Nutr.* 1998;68:786-93.
42. McCrory MA, Mole PA, Gomez TD, Dewey KG, Bernauer EM. Body composition by air-displacement plethysmography by using predicted and measured thoracic gas volumes. *J. Appl. Physiol.* 1998;84:1475-9.
43. Biaggi RR, Vollman MW, Nies MA, Brener CE, Flakoll PJ, Levenhagen DK, et al. Comparison of air-displacement plethysmography with hydrostatic weighing and bioelectrical impedance analysis for the assessment of body composition in healthy adults. *Am. J. Clin. Nutr.* 1999;69:898-903.
44. Levenhagen DK, Borel MJ, Welch DC, Piasecki JH, Piasecki DP, Chen KY, et al. A comparison of air displacement plethysmography with three other techniques to determine body fat in healthy adults. *J. Parenter. Enteral Nutr.* 1999;23:293-9.
45. Collins MA, Millard-Stafford ML, Sparling PB, Snow TK, Rosskopf LB, Webb SA, et al. Evaluation of the BOD POD for assessing body fat in collegiate football players. *Med. Sci. Sport Exerc.* 1999;31:1350-6.
46. Nunez C, Kovera AJ, Pietrobelli A, Heshka S, Horlick M, Kehayias JJ, et al. Body composition in children and adults by air displacement plethysmography. *Eur. J. Clin. Nutr.* 1999;53:382-7.
47. Fields DA, Hunter GR, Goran MI. Validation of the BOD POD with hydrostatic weighing: influence of body clothing. *Int. J. Obes. Relat. Metab. Disord.* 2000;24:200-5.
48. Dewit O, Fuller NJ, Fewtrell MS, Elia M, Wells JC. Whole body air displacement plethysmography compared with hydrodensitometry for body composition analysis. *Arch. Dis. Child.* 2000;82:159-64.
49. Selinger A. The body as a three compartment system. Unpublished doctoral dissertation. Urbana, IL: University of Illinois; 1977.
50. Lohman TG. Advances in body composition assessment. Champaign, IL: Human Kinetics Publishers; 1992.
51. Comizio R, Pietrobelli A, Xiu Tan Y, Wang Z, Withers RT, Heymsfield SB, et al. Total body lipid and trygliceride response to energy deficit: relevance to body composition models. *Am. J. Physiol.* 1998;37:E860-E6.
52. Schoeller DA. Hydrometry. In: Roche AF, Heymsfield SB, Lohman TG, editors. Human body composition. Champaign, IL: Human Kinetics; 1996. p. 25-44.
53. Quetelet LAJ. *Physique Sociale*. Brussels: C. Muquardt; 1869.
54. Lasker GW. The place of anthropometry in human biology. In: Ulijaszek SJ, Mascie-Taylor CGN, editors.

- Anthropometry: the individual and the population. Cambridge: Cambridge University Press; 1994. p. 1-6.
55. Scammon RE. The first seriatim study of human growth. *Am. J. Phys. Anthropol.* 1927;10:329-36.
56. Richer P. Du rôle de la graisse dans la conformation extérieure du corps humain. *Nouv. Iconogr. Salpêtrière* 1890;3:20-6.
57. Oeder G. Die Fettpolsterdicke als Index des Ernährungszustandes bei Erwachsenen. *Med. Klin.* 1910;6:657-62.
58. Matiegka J. The testing of physical efficiency. *Am. J. Phys. Anthropol.* 1921;4:223-30.
59. Garrow JS, Webster J. Quetelet's index ( $W / H^2$ ) as a measure of fatness. *Int. J. Obes. Relat. Metab. Disord.* 1985;9:147-53.
60. Bodwitch HP. The growth of children, studied with by Galton's method of percentile grades. Twenty-second Annual Report of the State Board of Health of Massachusetts. Boston; 1891.
61. Weiner JS, Lourie JA. *Practical Human Biology*. London: Academic Press; 1981.
62. Lohman TG, Roche AF, Martorell R, editors. *Manuale di Riferimento per la Standardizzazione Antropometrica* (Edizione Italiana a cura di N. Battistini e G. Bedogni). Milano: EDRA; 1992.

### CAPITOLO III

---

## Gli indicatori antropometrici dello stato nutrizionale

---

## 3.0 Una visione d'insieme

Come si è anticipato al Cap. 1, la valutazione antropometrica dello stato nutrizionale comprende:

1. la misurazione del peso e della statura, con il calcolo degli indici pondero-staturali;
2. la misurazione delle pliche e delle circonferenze, con il calcolo delle aree muscolo-adipose degli arti e degli indicatori della distribuzione del grasso sottocutaneo;
3. la misurazione dei diametri, per la definizione della taglia corporea;
4. la misurazione delle lunghezze segmentali, per una valutazione più accurata dell'accrescimento.

Nei paragrafi successivi vengono descritti il significato e la misurazione delle principali dimensioni antropometriche classificate secondo tale schema<sup>1</sup>.

---

## 3.1 Peso, statura e indici pondero-staturali

### 3.1.1 *Peso*

#### 3.1.1.1 **SIGNIFICATO**

Il peso corporeo è un indicatore grossolano della composizione corporea e del bilancio energetico. Come si è detto al § 2.0.1, BW rappresenta la somma di TBW, PM, MM, Gn e FM (cfr. Fig. 2.2). Pertanto, al livello molecolare, una modificazione del peso corporeo può dipendere dalla modificazione di uno o più di *cinque*

---

<sup>1</sup> Le dimensioni antropometriche descritte in questo Manuale sono quelle stabilite dall'*Airlie Consensus Conference* (1).

compartimenti corporei. Poiché PM, Gn e FM hanno anche un significato energetico, BW è pure un indicatore grossolano del bilancio energetico. Un bilancio energetico a lungo negativo causa infatti la contrazione di PM, Gn e FM ed uno a lungo positivo la loro espansione (cfr. § 2.0.7). La natura grossolana di BW come indicatore della composizione corporea e del bilancio energetico deve essere tenuta ben presente per la possibilità che le modificazioni di un compartimento corporeo mascherino quelle di un altro compartimento. La presenza di edema può infatti mascherare una perdita di FM e PM e la rialimentazione di un paziente malnutrito per difetto può produrre un aumento di BW dovuto all'espansione di ECW piuttosto che all'incremento di PM e FM. Un rapido incremento ponderale (ore o giorni) suggerisce l'occorrenza di un'espansione di ECW. [La comparsa di edema richiede un'espansione di IW pari almeno a 2.5 – 3.0 L (2)]. Un lento aumento di BW (settimane o mesi) suggerisce invece l'occorrenza di un'espansione di FM. D'altro canto, è sempre necessario interrogarsi sulla *composizione* del calo ponderale di un soggetto sovrappeso sottoposto a trattamento dietetico: la condizione ideale è ch'esso consista prevalentemente di FM e risparmi il più possibile PM. Diete fortemente ipocaloriche o sbilanciate possono produrre una contrazione di PM il cui risultato finale è la *perdita di massa metabolicamente attiva*, documentata dalla riduzione di BEE (o del consumo di O<sub>2</sub>, cfr. § 2.0.8.4). Il controllo seriato di BEE può essere in effetti utilizzato come indicatore della massa metabolicamente attiva nel paziente obeso in trattamento dietetico. Inoltre, prima di prescrivere un trattamento ad un paziente sovrappeso che ha praticato numerose diete fortemente ipocaloriche o sbilanciate, è utile stabilire la sua "dotazione" attuale di massa metabolicamente attiva attraverso la misurazione di BEE (3, pp. 55-61). La calorimetria indiretta è l'unica tecnica suscettibile di applicazione clinica che consenta di seguire nel tempo la massa metabolicamente attiva ed il suo impiego è nettamente superiore a quello di *formule* predittive, sempre sconsigliabile nel singolo individuo (4, pp. 67 - 69). Le modificazioni di BW nel corso della vita sono riportate in Fig. 3.1. I dati NCHS mostrano un incremento progressivo di BW sino alla IV decade nei maschi e sino alla V decade nelle femmine <sup>2</sup>.

### 3.1.1.2 MISURAZIONE

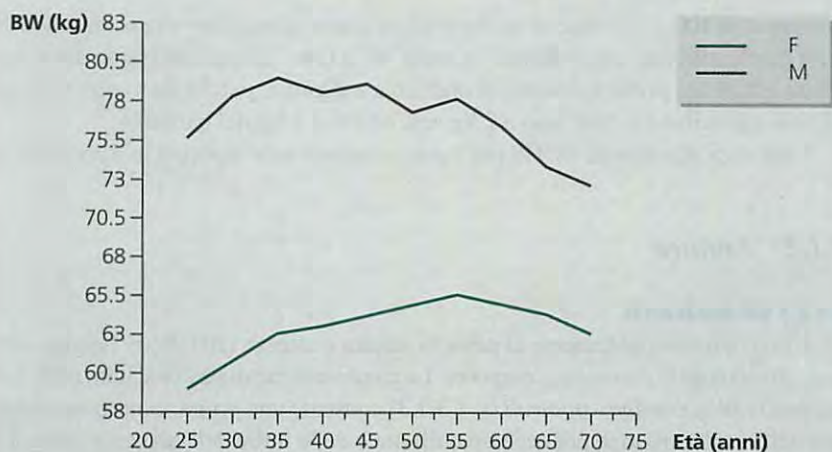
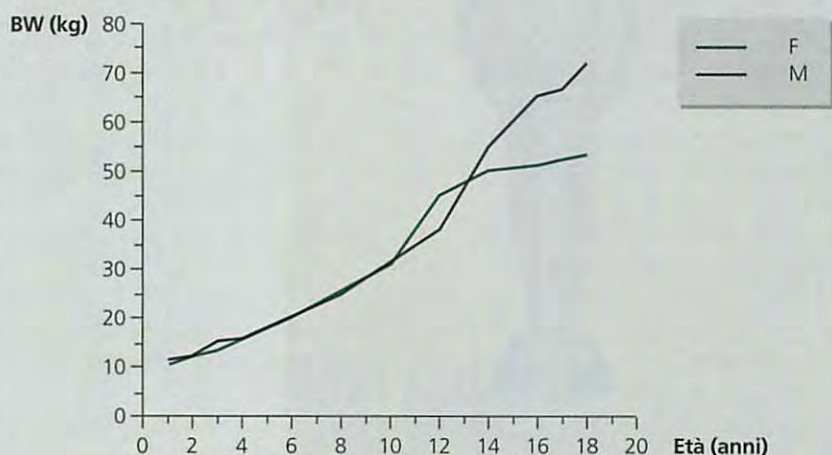
Il peso corporeo viene misurato impiegando una bilancia (6). Le bilance *consigliate* sono quella a bascula e quella elettronica. Per la misurazione di BW con la bilancia a bascula, l'operatore si pone di fronte al soggetto da misurare. Questi

<sup>2</sup> Il fatto che si siano scelti i valori NCHS per commentare le modificazioni di BW e delle altre dimensioni antropometriche nel corso della vita risponde alla richiesta dell'Organizzazione Mondiale della Sanità (WHO, World Health Organization) di impiegare questi valori laddove non siano disponibili valori di riferimento nazionali (5). I criteri che hanno motivato la scelta della popolazione statunitense come riferimento per lo standard WHO sono descritti in dettaglio al Cap. 4.

sale sulla bilancia indossando solo la biancheria intima, sistema i piedi al centro della piattaforma di misurazione e distribuisce il peso uniformemente su di essi (Fig. 3.2). Il peso viene approssimato a 0.1 kg. Per la misurazione di BW nell'infanzia, si utilizza l'apposita bilancia costituita da una piattaforma di sostegno e da una barra con pesi mobili. Il bambino viene adagiato sulla piattaforma avendo cura che il suo peso sia uniformemente distribuito su di essa. Il peso viene ap-

**Figura 3.1** Modificazioni del peso corporeo da 1 a 75 anni secondo i dati NCHS (28). I valori corrispondono al 50° percentile. Per l'età adulta, ogni punto tabulato sulle ascisse rappresenta un intervallo di 4.9 anni.

Abbreviazioni: BW = body weight; F = femmine; M = maschi.





**Figura 3.2**  
Posizione del soggetto  
per la misurazione del peso

prossimato a 100 g. Nel caso di un *soggetto incapace di mantenere la posizione eretta*, si potrà utilizzare una bilancia “a sedia” o “a letto”. La misurazione dovrebbe essere effettuata preferibilmente al mattino e a digiuno, perché sono possibili variazioni circadiane di BW sino a 2 kg nell’adulto e 1 kg nel bambino.

I valori di riferimento NCHS per il peso corporeo sono riportati in Appendice 1.

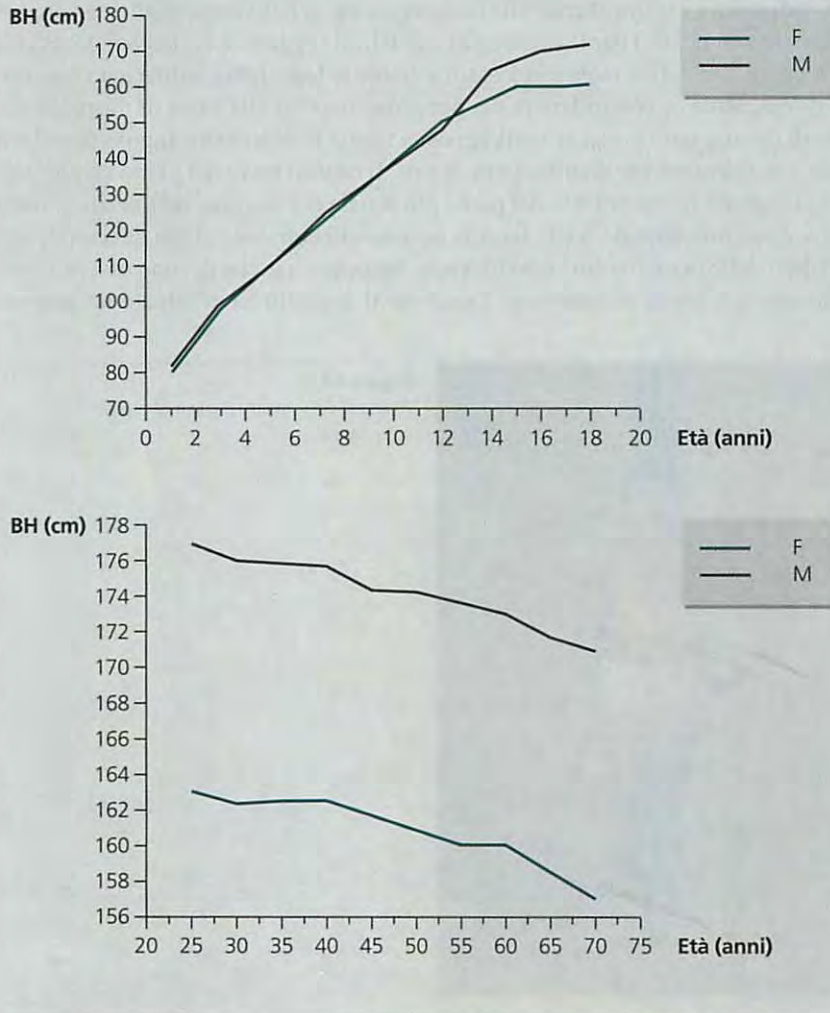
### 3.1.2 Statura

#### 3.1.2.1 SIGNIFICATO

Utilizzata congiuntamente al peso, la statura o altezza (BH, body height) consente di valutare le *dimensioni* corporee. La combinazione di peso e statura nella forma degli *indici pondero-staturali* (v. § 3.1.3) consente una prima valutazione obiettiva della malnutrizione per eccesso o difetto e delle turbe dell’accrescimento. Le modificazioni di BH nel corso della vita sono riportate in Fig. 3.3. I dati NCHS mostrano un incremento progressivo di BH sino alla II decade in entrambi i sessi.

**Figura 3.3** Modificazioni della statura da 1 a 75 anni secondo i dati NCHS (28). I valori corrispondono al 50° percentile. Per l'età adulta, ogni punto tabulato sulle ascisse rappresenta un intervallo di 4.9 anni.

Abbreviazioni: BH = body height; F = femmine; M = maschi.



### 3.1.2.2 MISURAZIONE

La statura viene misurata con lo stadiometro, uno strumento costituito da una barra verticale incorporante un metro e da una barra orizzontale da portare a contatto con il punto più alto del capo (6). Lo stadiometro può essere fisso o portatile. Qui di seguito viene descritta la procedura di misurazione da utilizzare con lo stadiometro *fisso*, quello comunemente utilizzato in clinica e spesso incorporato



nelle bilance a bascula ed elettroniche. (Nonostante il Manuale di Riferimento per la Standardizzazione Antropometrica *sconsigli* l'impiego di bilance a bascula con stadiometro incorporato, questa è spesso l'*unica* opzione disponibile nei Reparti Ospedalieri. In assenza di stadiometri dedicati, è comunque certamente meglio misurare l'altezza con uno strumento meno preciso che non misurarla affatto. In età pediatrica è *indispensabile* che la misurazione di BH venga effettuata con uno strumento dedicato.) Per la misurazione di BH, il soggetto è scalzo o indossa calze leggere. Dovrebbe inoltre indossare soltanto la biancheria intima per consentire all'operatore di controllare la sua posizione rispetto alla barra di misurazione. I piedi del soggetto poggiano sull'apposita tavola formando un angolo di 60° e il peso è uniformemente distribuito su di essi. Il capo si trova nel piano orizzontale di Francoforte (allineamento del punto più distale del margine dell'orbita sinistra col *tragion* omolaterale<sup>3</sup>) e le braccia pendono liberamente ai lati del corpo, con il palmo delle mani rivolto verso le cosce. Scapole e natiche devono essere a contatto con la barra di misurazione. Dopo che il soggetto ha effettuato un'inspira-

**Figura 3.4**

Posizione del soggetto per la misurazione della statura

<sup>3</sup> Il tragion è il punto più profondo della fossetta situata al di sopra del trago dell'orecchio.

zione profonda, l'operatore porta la barra verticale dello stadiometro a contatto con il punto più alto del capo ed effettua la lettura. La lettura viene approssimata a 0.1 cm (Fig. 3.4). La lunghezza supina è misurata al posto della statura sino a 24 mesi di età e nei soggetti incapaci di mantenere la posizione eretta (v. § 3.7.3).

I valori di riferimento NCHS per la statura sono riportati in Appendice 2.

### 3.1.3 Indici pondero-staturali

#### 3.1.3.1 SIGNIFICATO

Gli indici pondero-staturali sono stati originariamente concepiti come indicatori della *forma* corporea (7). Ciò venne ottenuto controllando l'effetto della *dimensione* "statura" sulla *dimensione* "peso". La variabilità di BW è infatti superiore a quella di BH per la maggior parte della vita (dall'età di 5 anni in poi). L'interesse attuale nei confronti degli indici pondero-staturali non è più antropologico ma clinico: essi sono indicatori della morbilità e della mortalità associati alla malnutrizione.

#### 3.1.3.2 CALCOLO

Vi sono due modi "immediati" per controllare l'effetto di BH su BW (8):

$$BW - b * BH \quad (3.1)$$

e:

$$\frac{BW}{BH^p} \quad (3.2)$$

Dove *b* e *p* determinano il grado di correzione di BW per BH.

L'eq. 3.2 può essere riscritta in forma logaritmica per renderla più simile all'eq. 3.1:

$$\log\left(\frac{BW}{BH^p}\right) = \log BW - p * \log BH \quad (3.3)$$

Si noti che i valori di *b* e *p* nelle eq. 3.1 - 3.3 devono essere sempre *positivi*. In caso contrario, BW e BH saranno combinati positivamente e forniranno una misura delle dimensioni corporee (proprio ciò che gli inventori degli indici pondero-staturali volevano evitare).

Il *peso relativo* (RBW, relative body weight) è ottenuto dividendo BW per un valore di riferimento basato sulla statura e sul sesso. Tale valore può essere ricavato da una tabella o, poiché BW e BH sono correlati linearmente, da un'equazione della forma:

$$BW = a + b * BH \quad (3.4)$$

dove il valore di  $b$  è scelto in modo tale da ridurre al massimo l'effetto di BH su BW.

Sostituendo 1, 2 e 3 a  $p$  nell'eq. 3.2, si ottengono rispettivamente l'*indice peso-altezza*, l'*indice di Quetelet* o body mass index (BMI) e l'*indice di Rohrer* (Tab. 3.1).

Il BMI è preferibile all'indice di Rohrer e all'indice peso-altezza perché realizza una miglior correzione di BW per BH ed è un miglior predittore di FM e FM% (9). Passando in rassegna la letteratura relativa agli indici pondero-staturali, Cole (8) osserva: "l'impressione che si ricava da questi studi è che  $BW / BH^2$  è consistentemente superiore a  $BW / BH$  e  $BW / BH^3$  negli uomini, mentre  $BW / BH^2$  e  $BW / BH$  sono equivalenti nelle donne".

L'*indice di Benn* differisce dagli altri indici  $BW / BH^p$  perché il valore di  $p$  è calcolato sulla popolazione oggetto di studio e in modo tale che BW non sia correlato a BH (10). Ciò assicura la miglior correzione possibile di BW per BH ma complica considerevolmente il confronto di differenti popolazioni. Il modo più semplice per calcolare  $p$  è quello di effettuare una regressione lineare di BW su BH dopo aver trasformato entrambi in logaritmi (cfr. eq. 3.3) (8, 11):

$$\log BW = \log a + p * \log BH \quad (3.5)$$

Il valore di  $p$  così ottenuto è infatti tale che  $\log (BW / BH^p)$  ha una correlazione uguale a zero ( $r = 0$ ) con BH. Commentando l'indice di Benn, Cole (8) osserva "Nel complesso, questi risultati confermano l'impressione che  $p$  è prossimo a 2 negli uomini e compreso tra 1 e 2 nelle donne".

Utilizzando tecniche di regressione *non lineare*, Abdel-Malek *et al.* hanno osservato che la miglior predizione di FM% era garantita un indice pondero-staturale della forma  $BW^q / BH^r$  con  $q$  e  $r$  uguali a 3.3 e 1.2 rispettivamente (12). Per ragioni di semplicità, gli indici  $BW^q / BH^r$  non vengono impiegati nella pratica clinica. In ogni caso, è spesso possibile "ridurre" un indice  $BW^q / BH^r$  ad uno  $BW / BH^p$  (8).

### 3.1.3.3 BODY MASS INDEX

Come si è detto, gli indici pondero-staturali interessano il clinico in ragione della loro associazione col rischio di malattia e morte. Vi è ormai un consenso gene-

**Tabella 3.1** I principali indici pondero-staturali.

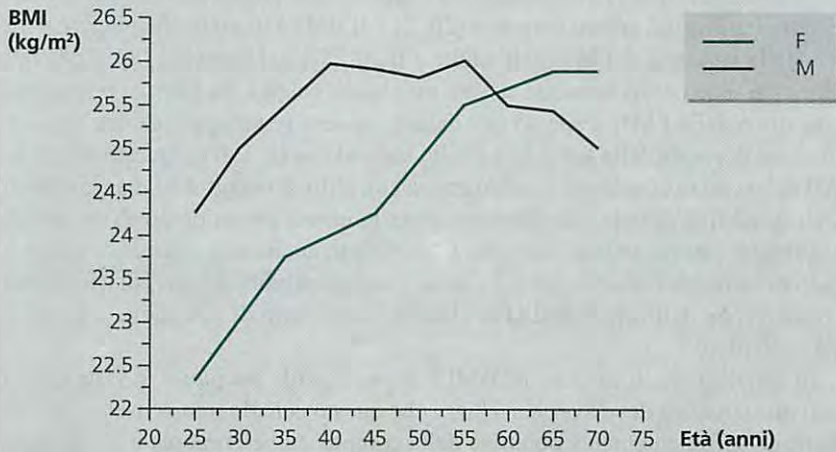
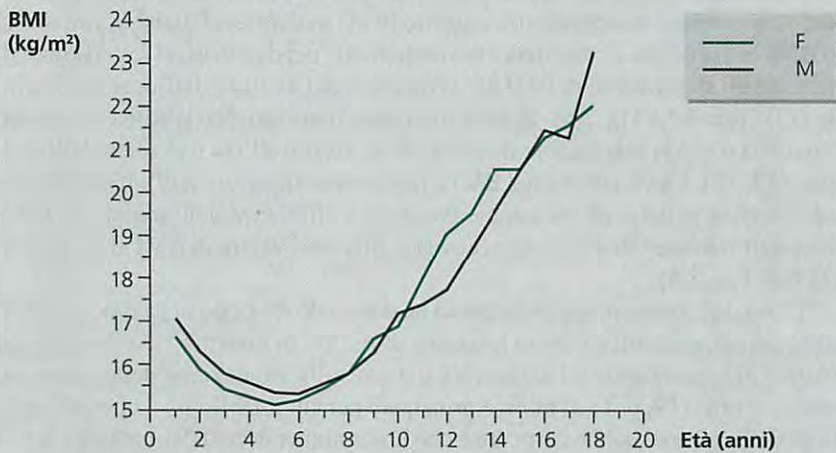
Abbreviazioni: BW = body weight; BH = body height.

Indice peso-altezza	$\frac{BW}{BH}$
Indice di Quetelet (BMI)	$\frac{BW}{BH^2}$
Indice di Rohrer	$\frac{BW}{BH^3}$

rale sul fatto che l'indice pondero-staturale da impiegare nella pratica clinica sia il BMI (5, 13). La ragione di ciò dipende dal fatto che il BMI è un indicatore prognostico sia nel paziente malnutrito per difetto che in quello malnutrito per eccesso. Le modificazioni del BMI nel corso della vita sono riportate in Fig. 3.5. I dati NCHS mostrano che il BMI raggiunge un plateau soltanto alla V decade nel maschio e alla VII decade nella femmina. Gli studi sul valore prognostico del BMI sono sta-

**Figura 3.5** Modificazioni del BMI da 1 a 75 anni secondo i dati NCHS (28). I valori corrispondono al 50° percentile. Per l'età adulta, ogni punto tabulato sulle ascisse rappresenta un intervallo di 4.9 anni.

Abbreviazioni: BMI = body mass index; F = femmine; M = maschi.



ti condotti sia nel bambino che nell'adulto per quanto riguarda la malnutrizione per difetto ma prevalentemente nell'adulto per quanto riguarda la malnutrizione per eccesso (5, 13). Ciò non sorprende, se si considera che le conseguenze cliniche di un bilancio energetico positivo iniziato nell'infanzia si evidenziano per lo più in età adulta. In ogni caso, poiché vi è sufficiente evidenza del fatto che un bambino sovrappeso tende a diventare un adulto sovrappeso, si sta cercando di *uniformare* l'impiego del BMI per la diagnosi della malnutrizione in tutte le età della vita (14). Quest'impiego del BMI non è però privo di problemi: la predizione ("tracking") del BMI adulto da quello pediatrico è spesso insoddisfacente (15) e l'associazione tra il BMI e le complicanze *attuali* del sovrappeso nel bambino ha iniziato ad essere studiata in dettaglio solo recentemente (16). Ciononostante, come si vedrà in dettaglio al Cap. 5, vi è un crescente interesse per lo studio del BMI e dei suoi correlati funzionali nel soggetto in età pediatrica. Poiché la variabilità del BMI in età adulta è contenuta e sovrapponibile nei due sessi, si è convenuto di utilizzare gli stessi valori di BMI per la diagnosi del difetto e dell'eccesso ponderale (13) (Tab. 3.2 e Fig. 3.6). Si deve comunque osservare che la stima del rischio di malattia e morte *migliora* se il valore viene riferito all'età e al sesso dell'individuo (17, 18). La variabilità del BMI è nettamente superiore nell'infanzia e nell'adolescenza rispetto all'età adulta. Pertanto, a differenza dell'adulto, nel bambino e nell'adolescente è *sempre* necessario riferire il valore di BMI al sesso e all'età (cfr. Fig. 3.5).

“L'uso dell'indice di massa corporea ha dominato il campo in passato, confondendo grasso, muscoli e ossa in relazione al rischio di malattia”: così si esprime Lohman nel suo recente ed autorevole trattato sulla valutazione della composizione corporea (19, p. 1). Il motivo principale per cui il BMI *non* è un buon indicatore della composizione corporea è che il suo numeratore, BW, include sia FM che FFM (cfr. Fig. 2.2). A questo proposito, vi è crescente evidenza del fatto che la composizione della FFM condiziona l'espressione metabolica della quantità e della topografia del grasso corporeo (20, 21). Il BMI è in grado di spiegare il 36-64% della varianza di FM% nell'adulto e il 20-75% nel bambino (8, 14). Questi valori non sono particolarmente elevati, ma ciò che conta è che l'errore percentuale della stima della FM% è spesso tale da *non* consentire un'applicazione ragionevolmente accurata della formula a livello individuale (v. § 4.4). Questo limite del BMI deve essere considerato unitamente ad un altro di maggior rilevanza clinica: l'indisponibilità di valori di riferimento per la massa grassa dotati di un significato clinico comparabile a quello del BMI. Infatti, anche supponendo di essere in grado di misurare FM nella pratica clinica, l'indisponibilità di valori di riferimento si tradurrebbe nell'impossibilità di classificare lo stato di nutrizione e di salute dell'individuo.

In conclusione, il calcolo del BMI è *irrinunciabile* dal punto di vista clinico ma il nutrizionista deve aver ben chiaro che questo calcolo non consente una valutazione sufficientemente obiettiva della composizione corporea a livello individuale.

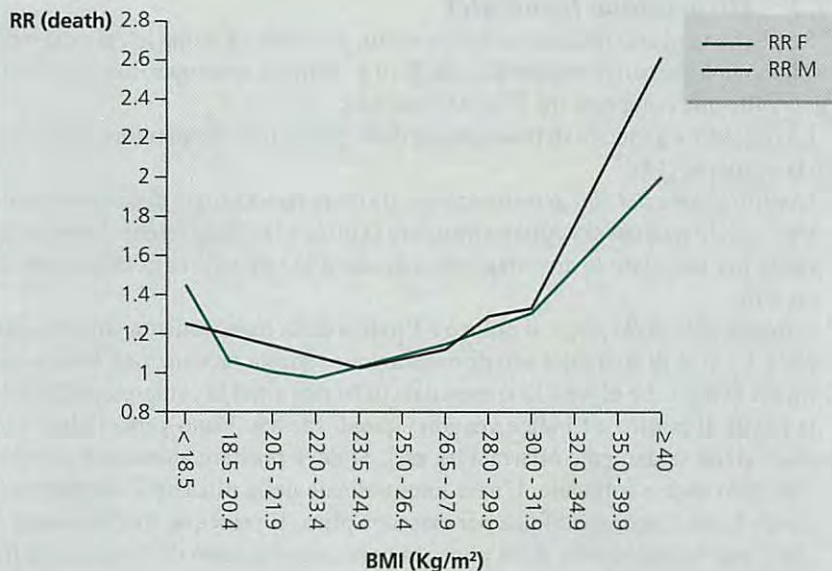
**Tabella 3.2** Valori di BMI per la diagnosi del difetto e dell'eccesso ponderale nell'adulto di entrambi i sessi (5,13)<sup>6</sup>

Classificazione	BMI (kg/m <sup>2</sup> )
Sottopeso	< 18,5
Normopeso	18,5 - 24,9
Sovrappeso	≥ 25,0
pre-obeso	25,0 - 29,9
obeso classe I	30,0 - 34,9
obeso classe II	35,0 - 39,9
obeso classe III	≥ 40,0

**Figura 3.6** Relazione tra mortalità e BMI in soggetti di razza bianca.

Abbreviazioni: RR (death) = rischio relativo (morte); F = femmine; M = maschi.

La figura è stata ottenuta dai dati tabulati da Calle et al. (18).



<sup>6</sup> Un'ulteriore classificazione può essere operata nell'ambito del sottopeso: lieve per valori di BMI compresi tra 17,0 e 18,49, moderato per valori tra 16,0 - 16,99 e grave per valori < 16,0 kg / m<sup>2</sup> (5, p. 362 - 364). Anche questa classificazione del "deficit cronico" di energia (CED, chronic energy deficiency), sviluppata da James, Ferro-Luzzi e Waterlow e adottata dalla WHO, tiene conto della prognosi associata al valore di BMI. (Si noti che il termine utilizzato dalla WHO per la gradazione del sottopeso è *thinness*, magrezza).

## 3.2 Pliche

### 3.2.1 Significato (generale)

Le pliche sono costituite da un doppio strato di cute e dal tessuto adiposo interposto. Esse consentono una valutazione *obiettiva* del grasso sottocutaneo che, nell'adulto sano, rappresenta il 70-80% di quello totale (22).

Le pliche possono essere utilizzate:

1. come indicatori di adiposità,
2. per il calcolo delle aree muscolo-adipose (e della circonferenza muscolare) degli arti,
3. come indicatori del rischio di malattia,
4. per la predizione della FM.

### 3.2.2 Misurazione (generale)

Le pliche vengono misurate col *plicometro*, un calibro a molla le cui estremità esercitano una pressione standardizzata di 10 g / mm<sup>2</sup> su una superficie di contatto generalmente compresa tra 30 e 100 mm<sup>2</sup> (23).

La procedura generale di misurazione delle pliche per un operatore destrimane è la seguente (24):

1. *identificazione del sito di misurazione*: il sito di misurazione *deve* essere contrassegnato quando si vogliono misurare la plica e la circonferenza corrispondente per calcolare le aree muscolo-adipose o la circonferenza muscolare di un arto;
2. *sollevamento della plica*: il pollice e l'indice della mano sinistra sollevano la plica 1 cm al di sopra del sito di misurazione (questa precauzione è necessaria per evitare che la pressione esercitata dalle dita alteri la compressibilità della plica). Il pollice e l'indice vengono quindi spostati l'uno verso l'altro e la plica viene saldamente afferrata tra essi. Si deve prestare attenzione a sollevare solo cute e sottocute. L'asse longitudinale della plica sarà allineato secondo le istruzioni specifiche per ciascuna plica. Il principio fondamentale è che l'asse longitudinale della plica sia parallelo alle linee di clivaggio della cute (linee di Langer);
3. *applicazione del plicometro*: mentre la mano sinistra tiene sollevata la plica, la mano destra applica il plicometro in corrispondenza del punto in cui i lati della plica sono approssimativamente paralleli.
4. *lettura della misura*: la misura viene letta circa 4 secondi dopo che si è applicato il calibro. Protrarre la misurazione oltre tale limite potrebbe causare la fuoriuscita di liquidi dai tessuti molli con conseguente sottostima dello spessore della plica. La misura viene approssimata a 0.1 cm. La misurazione delle pliche può essere problematica nel *bambino non collaborante*. Un semplice espediente assicura a volte la collaborazione del bambino: l'operatore mo-

stra il plicometro al bambino, misura lo spessore del suo stesso palmo, quindi misura lo spessore del palmo del bambino. A questo punto, egli procede a misurare le pliche d'interesse. Anche un bambino collaborante potrebbe muoversi improvvisamente durante la misurazione della plica: in questi casi l'operatore deve essere veloce a rilasciare il calibro per non ledere la cute del piccolo. Nel *soggetto obeso*, è spesso difficile sollevare una plica con i lati paralleli. In questi casi, è meglio *non* effettuare la misurazione. (La tecnica "bimanuale", che prevede il sollevamento bimanuale di una plica da parte di un operatore e la sua misurazione da parte di un altro *non* è consigliata perché i valori di riferimento sono stati ottenuti con la tecnica standard.)

Le principali pliche sono riassunte in Tab. 3.3 e descritte in dettaglio ai § 3.2.3-3.2.13.

**Tabella 3.3** Le principali pliche (24)

<b>Tronco</b>	Sottoscapolare
	Medio-ascellare
	Pettorale
	Addominale
	Soprailiaca
<b>Arto superiore</b>	Tricipitale
	Bicipitale
	Avambraccio
<b>Arto inferiore</b>	Coscia
	Soprapatellare
	Mediale polpaccio



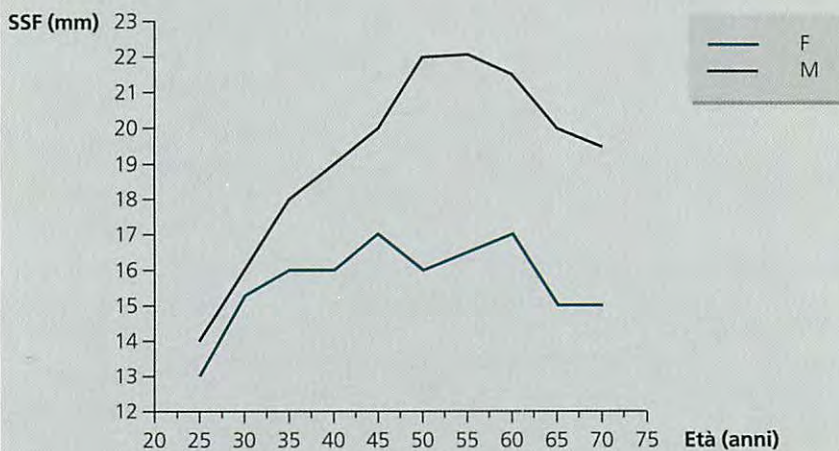
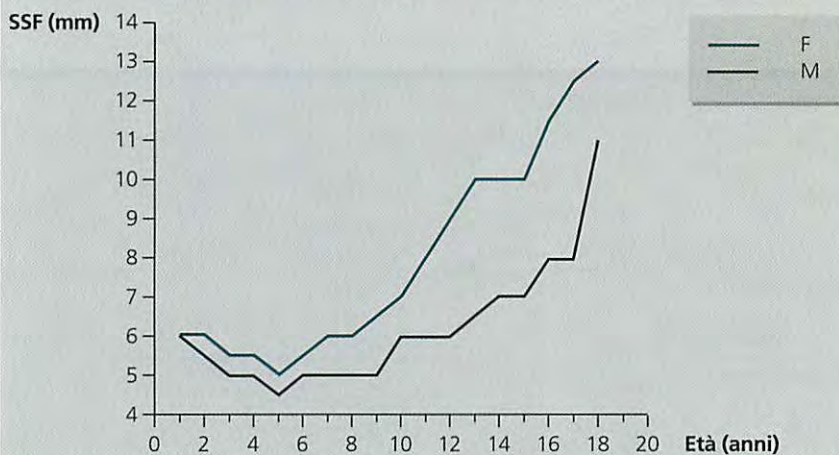
### 3.2.3 Plica sottoscapolare

#### 3.2.3.1 SIGNIFICATO

La plica sottoscapolare (SSF, subscapular skinfold) è un indicatore dei depositi adiposi sottocutanei della regione posteriore del torace. Le modificazioni di SSF nel corso della vita sono riportate in Fig. 3.7. I dati NCHS mostrano un in-

**Figura 3.7** Modificazioni della plica sottoscapolare da 1 a 75 anni secondo i dati NCHS (28). I valori corrispondono al 50° percentile. Per l'età adulta, ogni punto tabulato sulle ascisse rappresenta un intervallo di 4.9 anni.

Abbreviazioni: SSF = subscapular skinfold; F = femmine; M = maschi.





**Figura 3.8**  
Misurazione della plica  
sottoscapolare

cremento di SSF sino alla IV decade nei maschi e alla V decade nelle femmine. SSF è la plica meglio correlata alla pressione arteriosa e figura in diverse equazioni predittive della FM (25-28).

### 3.2.3.2 MISURAZIONE

Il soggetto è in posizione eretta, con le braccia rilassate ai lati del tronco. Dopo aver localizzato palpatariamente il margine inferiore della scapola del soggetto, l'operatore solleva una plica ad inclinazione infero-laterale immediatamente al di sotto di esso in modo da formare un angolo di  $45^\circ$  col piano orizzontale (Fig. 3.8). Se la localizzazione del repere risulta difficile, si può chiedere al soggetto di portare le braccia dietro la schiena.

I valori di riferimento NCHS per la plica sottoscapolare sono riportati in Appendice 3.

### 3.2.4 *Plica medio-ascellare*

#### 3.2.4.1 **SIGNIFICATO**

La plica medio-ascellare è un indicatore dei depositi adiposi sottocutanei della regione laterale del torace. Essa è più semplice da misurare rispetto a SSF ma ha minor rilevanza clinica.

#### 3.2.4.2 **MISURAZIONE**

Il soggetto è in posizione eretta, con il braccio del lato da misurare leggermente abdotto e flessa a livello della spalla. L'operatore si pone a fianco del soggetto e solleva la plica sulla linea medio-ascellare, al livello della giunzione xifosternale (Fig. 3.9).



**Figura 3.9**  
Misurazione della plica  
medio-ascellare

### 3.2.5 *Plica pettorale*

#### 3.2.5.1 **SIGNIFICATO**

La plica pettorale (PSF, pectoral skinfold) è un indicatore dei depositi adiposi sottocutanei della regione anteriore del torace. Essa figura in qualche equazione predittiva della FM ma è oggi meno utilizzata che in passato.

#### 3.2.5.2 **MISURAZIONE**

Il soggetto è in posizione eretta, con le braccia rilassate ai lati del tronco. L'operatore solleva una plica sulla linea ascellare anteriore avendo cura che il suo asse longitudinale sia allineato col capezzolo. La procedura di misurazione è la stessa in entrambi i sessi e consente alla donna di mantenere il reggiseno (Fig. 3.10).



**Figura 3.10**  
Misurazione della plica pettorale

### 3.2.6 *Plica addominale*

#### 3.2.6.1 **SIGNIFICATO**

La plica addominale (ASF, abdominal skinfold) è un indicatore dei depositi adiposi sottocutanei della regione addominale. Essa è inclusa in diverse equazioni predittive della FM.

#### 3.2.6.2 **MISURAZIONE**

Il soggetto è in posizione eretta, con le braccia rilassate ai lati del tronco. La muscolatura addominale deve essere rilassata e la respirazione non deve produrre variazioni significative dell'escursione addominale. In caso contrario, l'operatore chiederà al soggetto di trattenere il respiro al termine di una normale espirazione e soltanto allora effettuerà la misurazione. La plica viene sollevata sul piano orizzontale, 3 cm lateralmente all'ombelico e 1 cm inferiormente ad esso (Fig. 3.11).



**Figura 3.11**

Misurazione della plica addominale

### 3.2.7 *Plica soprailiaca*

#### 3.2.7.1 SIGNIFICATO

La plica soprailiaca (SISF, suprailiac skinfold) è un indicatore dei depositi adiposi sottocutanei della regione addominale. Essa è inclusa in diverse equazioni predittive della FM.

#### 3.2.7.2 MISURAZIONE

Il soggetto è in posizione eretta, con le braccia rilassate ai lati del tronco. Se necessario, le braccia possono essere leggermente abdotte per facilitare l'accesso al sito di misurazione. Dopo aver localizzato palpatariamente la cresta iliaca, l'operatore solleva la plica appena al di sopra di questa, sulla linea ascellare media. La plica ha un'inclinazione infero-mediale di 45° rispetto al piano orizzontale (Fig. 3.12).



**Figura 3.12**

Misurazione della plica soprailiaca

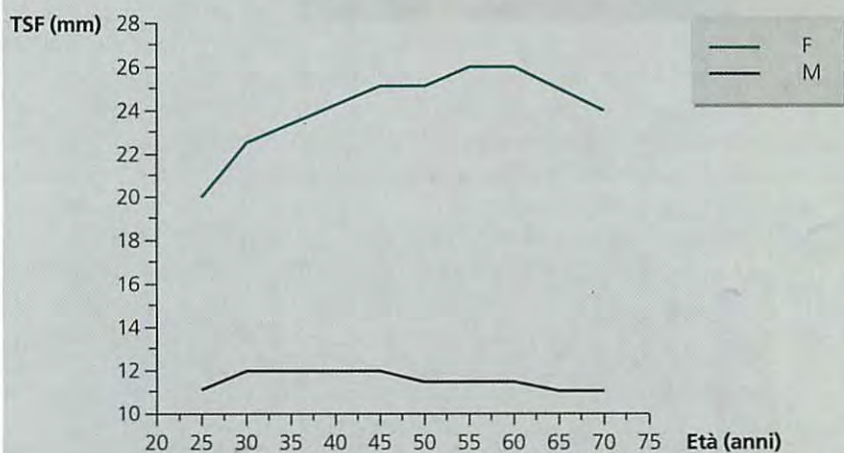
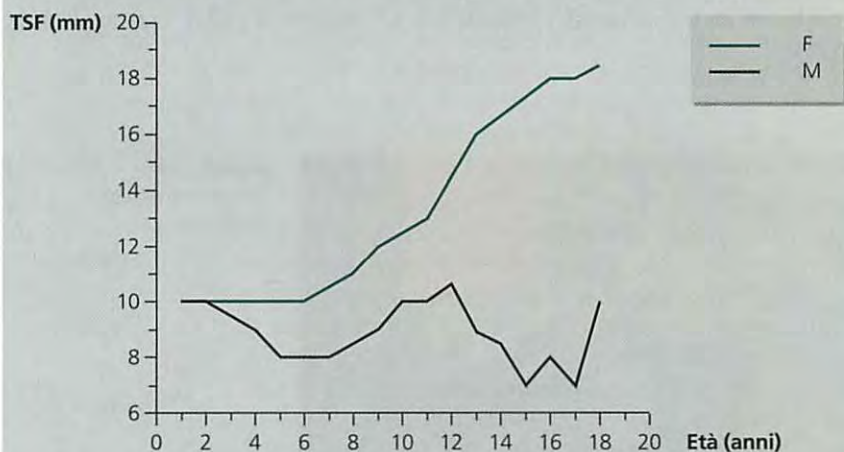
### 3.2.8 Plica tricipitale

#### 3.2.8.1 SIGNIFICATO

La plica tricipitale (TSF, triceps skinfold) è un indicatore dei depositi adiposi sottocutanei della regione posteriore del braccio. Essa è la plica più frequentemente misurata, in ragione della sua accessibilità, della disponibilità di valori di

**Figura 3.13** Modificazioni della plica tricipitale da 1 a 75 anni secondo i dati NCHS (28). I valori corrispondono al 50° percentile. Per l'età adulta, ogni punto tabulato sulle ascisse rappresenta un intervallo di 4.9 anni.

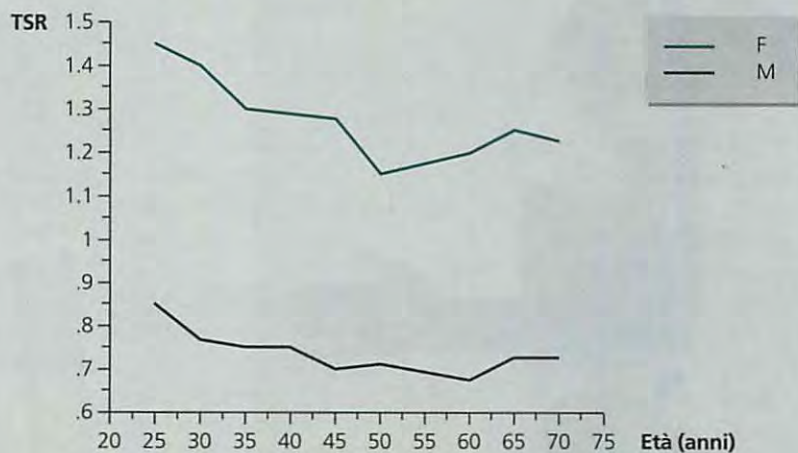
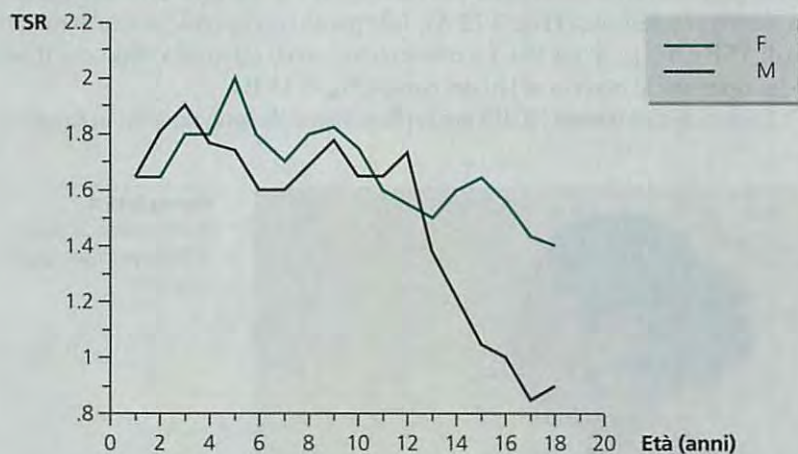
Abbreviazioni: TSF = triceps skinfold; F = femmine; M = maschi.



riferimento, e del valore prognostico nella malnutrizione per difetto. Le modificazioni di TSF durante la vita sono riportate in Fig. 3.13. I dati NCHS mostrano un incremento di TSF sino alla IV decade nei maschi e alla V decade nelle femmine. TSF è correlata alla pressione arteriosa ma in misura meno rilevante di SSF (25-27). La misura congiunta della circonferenza del braccio (AC, arm circumference) consente il calcolo delle aree muscolo-adipose (AMA, arm muscle area e

**Figura 3.14** Modificazioni di TSR (TSF / SSF) da 1 a 75 anni secondo i dati NCHS (28). I valori corrispondono al 50° percentile. Per l'età adulta, ogni punto tabulato sulle ascisse rappresenta un intervallo di 4.9 anni.

Abbreviazioni: TSR = triceps:subscapular ratio; F = femmine; M = maschi.





AFA, arm fat area) e della circonferenza muscolare del braccio (AMC, arm muscle circumference; v. § 3.4). Il rapporto TSF / SSF (TSR, triceps / subscapular ratio) è un indicatore della distribuzione del tessuto adiposo sottocutaneo tra gli arti e il tronco. Le modificazioni di TSR nel corso della vita sono illustrate in Fig. 3.14. I dati NCHS mostrano che TSR declina rapidamente nel maschio attorno alla pubertà e va incontro ad una riduzione progressiva in età adulta in entrambi i sessi. TSF figura inoltre nella maggioranza delle equazioni predittive della FM.

### 3.2.8.2 MISURAZIONE

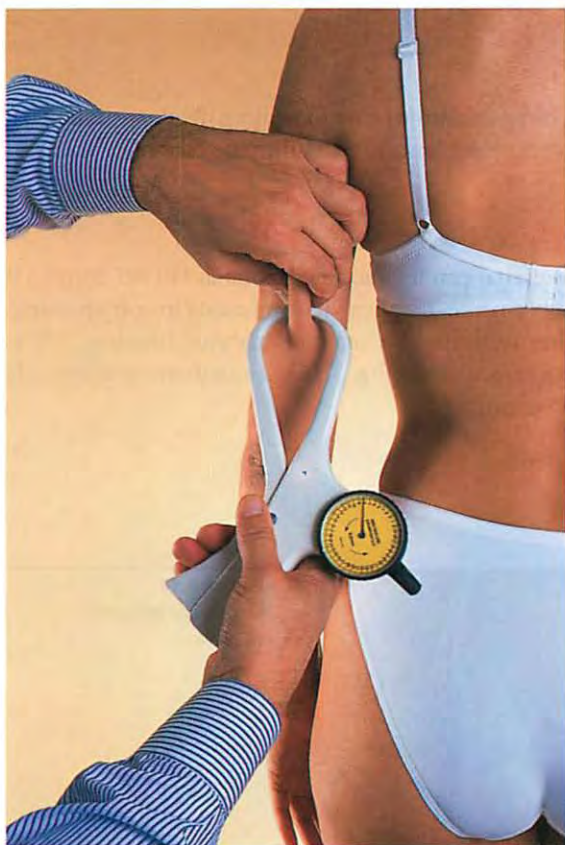
Il soggetto è in posizione eretta e flette il gomito di 90°. L'operatore, situato posteriormente, localizza il punto medio di una linea tracciata tra il margine laterale del processo coraco-acromiale della scapola e il margine inferiore del processo olecranico dell'ulna (Fig. 3.15 A). Tale punto corrisponde al sito di misurazione di TSF e AC (v. § 3.3.10). La misurazione viene effettuata dopo che il soggetto ha riportato le braccia ai lati del corpo (Fig. 3.15 B).

I valori di riferimento NCHS per la plica tricipitale sono riportati in Appendice 4.



**Figura 3.15 A**

Identificazione del punto di misurazione della plica tricipitale



**Figura 3.15 B**  
Misurazione della plica  
tricipitale

### 3.2.9 *Plica bicipitale*

#### 3.2.9.1 SIGNIFICATO

La plica bicipitale (BSF, biceps skinfold) è un indicatore dei depositi adiposi sottocutanei della regione anteriore del braccio ed è utilizzata da alcune equazioni predittive della FM.

#### 3.2.9.2 MISURAZIONE

Il soggetto è in posizione eretta, con le braccia rilassate ai lati del corpo e il palmo delle mani rivolto anteriormente. La plica viene misurata in corrispondenza del punto medio di una linea verticale tracciata tra il margine anteriore dell'acromion e il centro della fossa antecubitale (Fig. 3.16). Il sito di misurazione è la proiezione anteriore di quello tricipitale.



**Figura 3.16**  
Misurazione della plica bicipitale

### **3.2.10 Plica dell'avambraccio**

#### **3.2.10.1 SIGNIFICATO**

La plica dell'avambraccio è un indicatore dei depositi adiposi sottocutanei dell'avambraccio. Essendo scarsamente correlata alla pressione arteriosa, ai lipidi plasmatici e alla FM, essa non è oggetto di frequente misurazione.

#### **3.2.10.2 MISURAZIONE**

Il soggetto è in posizione eretta, con le braccia rilassate ai lati del corpo e il palmo delle mani poggiante sulla superficie laterale delle cosce. L'operatore solleva la plica verticalmente sulla regione posteriore del braccio in corrispondenza della circonferenza massima dell'avambraccio.

### 3.2.11 *Plica della coscia*

#### 3.2.11.1 SIGNIFICATO

La plica della coscia (ThSF, thigh skinfold) è un indicatore dei depositi adiposi sottocutanei della regione mediana della coscia. Utilizzata congiuntamente alla circonferenza mediana della coscia (MThC, mid-thigh circumference), essa consente il calcolo delle aree muscolo-adipose (TMA, thigh muscle area e TFA, thigh fat area) e della circonferenza muscolare della coscia (TMC, thigh muscle circumference; v. § 3.4).

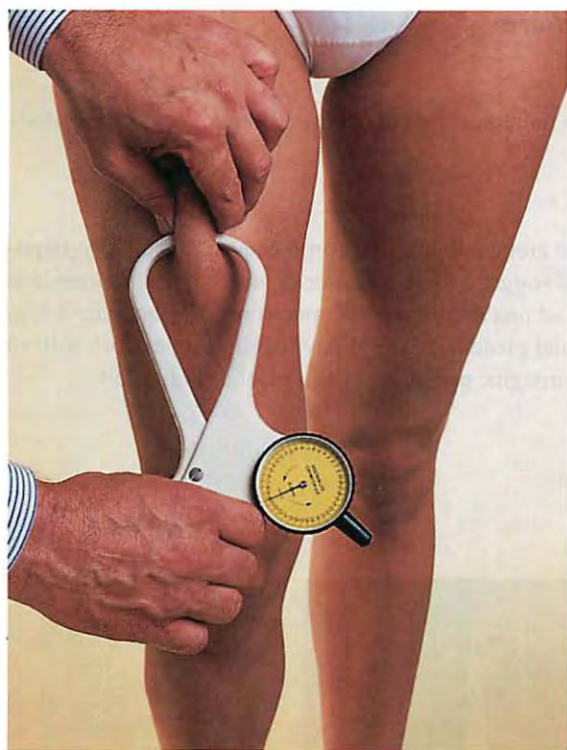
#### 3.2.11.2 MISURAZIONE

Il soggetto è in posizione eretta e il peso del corpo è spostato sull'arto opposto a quello da misurare (se il soggetto fosse incapace di mantenere stabilmente la posizione, può appoggiarsi ad una struttura o all'operatore). L'arto da misurare è rilassato, con il ginocchio leggermente flesso e la pianta del piede aderente al pavimento. L'operatore solleva la plica in corrispondenza del punto medio di una linea tracciata tra la piega inguinale e il margine prossimale della patella (Fig. 3.18 A e B). Tale punto corrisponde al sito di misurazione di ThSF e MThC.



**Figura 3.18 A**

Localizzazione del punto di misurazione della plica mediana della coscia



**Figura 3.18 B**  
Misurazione della plica  
mediana della coscia

### 3.2.12 *Plica soprapatellare*

#### 3.2.12.1 SIGNIFICATO

La plica soprapatellare è un indicatore dei depositi adiposi sottocutanei della regione distale della coscia.

#### 3.2.12.2 MISURAZIONE

Il soggetto è in posizione eretta e il peso del corpo è spostato sull'arto opposto a quello da misurare (se il soggetto fosse incapace di mantenere stabilmente la posizione, può appoggiarsi ad una struttura o all'operatore). Il ginocchio è leggermente flesso e la pianta del piede aderisce al pavimento. L'operatore solleva la plica 2 cm al di sopra del margine prossimale della patella (Fig. 3.19).



**Figura 3.19**  
Misurazione della plica  
soprapatellare

### 3.2.13 *Plica mediale del polpaccio*

#### 3.2.13.1 **SIGNIFICATO**

La plica del polpaccio (CSF, calf skinfold) è un indicatore dei depositi adiposi sottocutanei della gamba. Essa figura in diverse equazioni predittive della composizione corporea ed è di comune rilievo nell'atleta.

#### 3.2.13.2 **MISURAZIONE**

La misurazione viene effettuata col ginocchio flesso di 90° su una superficie sopraelevata o in posizione seduta col ginocchio piegato di 90°. L'operatore solleva la plica sulla faccia mediale del polpaccio in corrispondenza della sua circonferenza massima (Fig. 3.20).



**Figura 3.20**

Misurazione della plica mediale del polpaccio



### 3.2.14 Quali pliche misurare ?

Le pliche sono indicatori *locali* di adiposità. Ciascun plica offre una misura del tessuto adiposo sottocutaneo in un punto specifico del corpo. Ciò che generalmente interessa il medico non è però il sito in sé, ma la sua associazione col rischio di malattia. Il criterio che presiede alla misurazione di una plica è infatti tipicamente *funzionale*. Nonostante le pliche siano correlate tra loro (v. ad es. Tab. 3.4), il loro significato funzionale varia notevolmente. La plica che assume il ruolo di principale indicatore prognostico nella *malnutrizione per difetto* è TSF. La misurazione di TSF consente una diagnosi di sottopeso più obiettiva rispetto al BMI e l'espansione di TSF in corso di rialimentazione assume valore prognostico. Nel caso della *malnutrizione per eccesso*, SSF è la plica più interessante perché è quella maggiormente associata al rischio di ipertensione. Come TSF, SSF è un indice di adiposità più obiettivo del BMI.

Le pliche sono indicatori prognostici *meno* affidabili del BMI e della circonferenza della vita (WC, waist circumference), in parte per la maggior riproducibilità della misurazione di BW, BH e WC (29) (v. § 3.3.7). Ciononostante, l'evidenza attualmente disponibile suggerisce che il loro contributo al rischio di malattia sia *diverso* da quello del BMI (e probabilmente anche di WC). Commentando i risultati dell'Amsterdam Growth and Health Study, Twisk *et al.* (30) osservano: "Sia BMI che SSF si associano ad un profilo ad alto rischio per quanto riguarda le malattie cardiovascolari. Le relazioni riscontrate per SSF e BMI sono *differenti* perché il BMI non è solo un indicatore di adiposità ma anche della massa magra. Analisi che impieghino il BMI come indicatore di adiposità dovrebbero essere perciò prese con cautela". Se questi risultati saranno confermati, le pliche potrebbero diventare indicatori di "primo" anziché "secondo" livello nel paziente in sovrappeso, come sono attualmente classificate dalla WHO (13, p. 10).

Perché, allora, la misurazione delle pliche dovrebbe trovare *oggi* spazio nella pratica clinica ? Perché oltre a consentire una valutazione più obiettiva della *malnutrizione per eccesso*, le pliche sono utili (unitamente alle circonferenze) per seguire le modificazioni della distrettualità adiposa nel soggetto in sovrappeso sottoposto a trattamento dietetico. Nel soggetto obeso può essere difficile o addirittura impossibile sollevare alcune pliche ma ciò non autorizza a concludere dell'inutilità di tale misurazione (31). È evidente che il BMI non è in grado di fornire

**Tabella 3.4** Correlazione tra differenti pliche in un campione di 1639 uomini e 1851 donne (22).

Abbreviazioni: TSF = triceps skinfold; SSF = subscapular skinfold; SISF = supriliac skinfold; ASF = abdominal skinfold; r = coefficiente di correlazione.

	TSF r	SSF r	SISF r	ASF r
TSF	-	0.80	0.77	0.75
SSF	0.69	-	0.85	0.82
SISF	0.72	0.75	-	0.91
ASF	0.72	0.76	0.87	-

al medico (e al paziente) quest'informazione *locale* e che la misurazione delle pliche (e delle circonferenze) è più obiettiva dell'"occhio clinico" (e dello specchio), specialmente in un contesto longitudinale.

Una valutazione plicometrica *minima* dovrebbe comprendere sia TSF che SSF. Per entrambe queste pliche sono infatti disponibili valori di riferimento (NCHS) ed entrambe hanno un significato clinico accertato (28). Anche il rapporto tra queste due pliche è un indice prognostico del rischio cardiovascolare associato al sovrappeso<sup>4</sup>.

Combinata con AC, TSF consente la stima di AMA, AFA e AMC, che sono indicatori di adiposità-muscolarità più accurati in quanto includono informazioni relative sia alla plica che alla circonferenza corrispondente (v. § 3.4). ASF e SISF possono essere aggiunte all'elenco delle pliche se si è interessati ad un'informazione più completa sull'adiposità addominale. Infine, la misurazione di ThSF e CSF consente una valutazione dell'adiposità dell'arto inferiore. Combinata con MThC, ThSF consente la stima di TMA, TFA e TMC (per le quali non sono comunque disponibili valori di riferimento, al contrario di AMA e AFA).

<sup>4</sup> TSR è l'unico "rapporto di pliche" sufficientemente validato per l'impiego in clinica. Indicatori più complessi come il rapporto tra pliche del tronco e dell'addome o dell'arto inferiore sono comunque in fase di studio sulla base della considerazione che la sommatoria di più pliche è maggiormente rappresentativa dell'adiposità globale (sottocutanea e totale) rispetto a una singola plica.

## 3.3 Circonferenze

### 3.3.1 Significato (generale)

Le circonferenze sono indicatori delle dimensioni trasversali dei segmenti corporei. Esse possono essere utilizzate:

1. come indicatori della distribuzione del tessuto adiposo sottocutaneo,
2. per il calcolo delle aree muscolo-adipose (e della circonferenza muscolare degli arti),
3. come indicatori del rischio di malattia,
4. per la predizione della FM.

### 3.3.2 Misurazione (generale)

Le circonferenze vengono misurate con un metro flessibile e *anelastico*. Il sistema di misurazione impresso sul metro dovrebbe avere uno spessore di almeno 0.7 cm. Nel caso si utilizzi un metro retrattile, ci si deve accertare che il meccanismo di retrazione non interferisca con la misurazione. La procedura generale di misurazione delle circonferenze per un operatore destrimane è la seguente (32):

1. *identificazione del sito di misurazione*: il sito deve essere contrassegnato quando si vogliono misurare la circonferenza e la plica corrispondente per calcolare le aree muscolo-adipose o la circonferenza muscolare di un arto.
2. *applicazione del metro*: l'estremità "zero" del metro è retta dalla mano sinistra mentre l'estremità di lettura è controllata dalla mano destra. Con la sola eccezione del capo, il metro *non* deve produrre compressione dei tessuti molli.
3. *lettura della misura*: la lettura viene approssimata a 0.1 cm.

**Tabella 3.5** Le principali circonferenze (32)

<b>Testa e collo</b>	Testa Collo
<b>Tronco</b>	Spalle Torace Vita Addome Fianchi
<b>Arto superiore</b>	Braccio Avambraccio Polso
<b>Arto inferiore</b>	Proximale coscia Mediana coscia Distale coscia Polpaccio Caviglia

Le principali circonferenze sono riassunte in Tab. 3.5 e descritte in dettaglio ai § 3.3.3 - 3.3.15.

### 3.3.3 Circonferenza della testa

#### 3.3.3.1 SIGNIFICATO

La circonferenza della testa (HeC, head circumference) è una componente standard dell'antropometria infantile in ragione della sua correlazione con le dimensioni del cervello sino all'età di 36 mesi (33).

#### 3.3.3.2 MISURAZIONE

La misurazione viene effettuata in posizione eretta nell'adulto e in posizione seduta nel bambino di età inferiore a 36 mesi. Il sito di misurazione corrisponde alla circonferenza massima del capo. I capelli vengono compressi dal metro in modo da garantire la minor interferenza possibile con la misurazione (Fig. 3.21).



**Figura 3.21**

Misurazione della circonferenza della testa

### 3.3.4 Circonferenza del collo

#### 3.3.4.1 SIGNIFICATO

La circonferenza del collo viene utilizzata principalmente per studiare le modificazioni della muscolatura del collo in corso di allenamento fisico.

#### 3.3.4.2 MISURAZIONE

La testa del soggetto è nel piano di Francoforte. L'operatore applica il metro subito al di sotto della prominenza laringea ("Pomo d' Adamo"). Non è necessario che il metro sia disposto orizzontalmente (Fig. 3.22).



**Figura 3.22**

Misurazione della circonferenza del collo

### 3.3.5 Circonferenza delle spalle

#### 3.3.5.1 SIGNIFICATO

La circonferenza delle spalle è un indicatore della muscolatura delle spalle e del distretto superiore del torace. Essa è utilizzata principalmente per studiare le modificazioni della muscolatura di questa regione in corso di allenamento fisico.

#### 3.3.5.2 MISURAZIONE

Il soggetto è in posizione eretta, con la testa che guarda in avanti, i piedi distanti circa 5 cm, e le braccia che pendono ai lati del corpo. Il metro viene sistemato in corrispondenza della protuberanza massima del muscolo deltoide, al di sotto dell'acromion. La misurazione viene effettuata al termine di una normale espirazione (Fig. 3.23).



**Figura 3.23**

Misurazione della circonferenza delle spalle

### 3.3.6 Circonferenza del torace

#### 3.3.6.1 SIGNIFICATO

La circonferenza del torace (ChC, chest circumference) è un indicatore di malnutrizione per difetto nel bambino (34) e un indicatore della taglia corporea in età pediatrica e adulta.

#### 3.3.6.2 MISURAZIONE

Il soggetto è in posizione eretta, con la testa che guarda in avanti, i piedi leggermente divaricati e le braccia leggermente abdotte in modo da permettere il passaggio del metro attorno al torace. (La donna può indossare il reggiseno.) La misurazione viene effettuata al livello della IV articolazione sterno-costale. Per localizzare questo reperi, l'operatore pone il dito indice sulla clavicola e il pollice sul sottostante I spazio intercostale. L'indice rimpiazza quindi il pollice che viene abbassato al II spazio intercostale. L'operatore procede in tal modo finché non ha raggiunto la IV costa e marca il punto così localizzato. (Alternativamente, si può localizzare l'articolazione manubrio-sternale o *angolo di Luis*, corrispondente al II spazio intercostale, e procedere sequenzialmente a localizzare il III e il IV spazio intercostale.) (Fig. 3.24).



**Figura 3.24**

Misurazione della circonferenza del torace

### 3.3.7 Circonferenza della vita

#### 3.3.7.1 SIGNIFICATO

La circonferenza della vita (WC, waist circumference) è un indicatore del tessuto adiposo sottocutaneo addominale. Essa è una componente *standard* della valutazione antropometrica del soggetto in sovrappeso in ragione della sua correlazione col rischio di malattia e morte (13) (Tab. 3.6).

#### 3.3.7.2 MISURAZIONE

Il soggetto è in posizione eretta, con i piedi uniti, l'addome rilassato e scoperto, e le braccia pendenti ai lati del corpo. L'operatore misura la circonferenza *minima* dell'addome. (Idealmente, un secondo operatore dovrebbe controllare il corretto posizionamento del metro sul lato non visibile al primo operatore.) In alcuni soggetti obesi può essere difficile localizzare WC: in tali casi si consiglia di misurare la circonferenza più piccola compresa tra l'ultima costa e le creste iliache. La misurazione viene effettuata al termine di una normale espirazione (Fig. 3.25).

**Tabella 3.6** Uso della circonferenza della vita per la determinazione del rischio di malattia nei soggetti di razza caucasica (13, p. 12)

	Aumentato	Sostanzialmente aumentato
Uomini	≥ 94 cm	≥ 102 cm
Donne	≥ 80 cm	≥ 88 cm



**Figura 3.25**

Misurazione della circonferenza della vita



### 3.3.8 Circonferenza addominale

#### 3.3.8.1 SIGNIFICATO

La circonferenza addominale è un indicatore del tessuto adiposo sottocutaneo addominale. Essa differisce da WC per essere la circonferenza *massima* dell'addome.

#### 3.3.8.2 MISURAZIONE

Il soggetto è in posizione eretta, con i piedi uniti, l'addome rilassato e le braccia pendenti ai lati del corpo. L'operatore misura la circonferenza massima dell'addome. Questo livello corrisponde spesso, *ma non sempre*, a quello dell'ombelico. (Idealmente, un secondo operatore dovrebbe controllare il corretto posizionamento del metro sul lato non visibile al primo operatore.) La misurazione viene effettuata al termine di una normale espirazione (Fig. 3.26).



**Figura 3.26**

Misurazione della circonferenza addominale

### 3.3.9 Circonferenza dei fianchi

#### 3.3.9.1 SIGNIFICATO

La circonferenza dei fianchi (HC, hip circumference) è un indicatore di adiposità, muscolarità e struttura ossea della regione dei fianchi. Utilizzata congiuntamente a WC, nella forma del rapporto vita:fianchi (WHR, waist-hip ratio = WC / HC), essa consente di valutare il rischio metabolico associato al sovrappeso. Valori di WHR > 1.0 nell'uomo e > 0.85 nella donna segnalano un aumento del rischio delle complicanze metaboliche (13, p. 11).

#### 3.3.9.2 MISURAZIONE

Il soggetto è in posizione eretta, con i piedi uniti, e le braccia pendenti ai lati del corpo. L'operatore misura la circonferenza massima dei glutei. (Idealmente, un secondo operatore dovrebbe controllare il corretto posizionamento del metro sul lato non visibile al primo operatore) (Fig. 3.27).



**Figura 3.27**

Misurazione della circonferenza dei fianchi

### 3.3.10 Circonferenza del braccio

#### 3.3.10.1 SIGNIFICATO

La circonferenza del braccio (AC, arm circumference) è una componente *standard* della valutazione antropometrica dello stato nutrizionale. Essa è un indicatore delle dimensioni trasversali del braccio e viene utilizzata con TSF per il calcolo di AMA, AFA e AMC. AC è un predittore di mortalità nella malnutrizione per difetto e viene utilizzata per identificare i casi a maggior necessità d'intervento nutrizionale (34).

#### 3.3.10.2 MISURAZIONE

Il soggetto è in posizione eretta e flette il gomito di 90°. L'operatore localizza il punto medio di una linea tracciata tra il margine laterale del processo coraco-acromiale della scapola e il margine inferiore del processo olecranico dell'ulna. Tale punto corrisponde al sito di misurazione di TSF (cfr. § 3.2.8.2). La misurazione viene effettuata dopo che il soggetto ha riportato le braccia ai lati del corpo (Fig. 3.29).

I valori di riferimento NCHS per la circonferenza del braccio sono riportati in Appendice 5.



**Figura 3.29**

Misurazione della circonferenza del braccio

### 3.3.11 Circonferenza dell'avambraccio

#### 3.3.11.1 SIGNIFICATO

La circonferenza dell'avambraccio è utile per una miglior definizione delle dimensioni dell'arto superiore ma è meno impiegata di AC.

#### 3.3.11.2 MISURAZIONE

Il soggetto è in posizione eretta, con le braccia leggermente distanti dal tronco e il palmo della mano rivolto anteriormente. Il metro viene fatto scorrere sulla parte prossimale dell'avambraccio fino ad identificarne la circonferenza massima (Fig. 3.30).



**Figura 3.30**

Misurazione della circonferenza dell'avambraccio

### 3.3.12 Circonferenza del polso

#### 3.3.12.1 SIGNIFICATO

La circonferenza del polso viene utilizzata principalmente come indicatore della taglia corporea, poiché questa regione è relativamente priva di tessuto adiposo e muscolare.

#### 3.3.12.2 MISURAZIONE

Il soggetto è in posizione eretta, con il braccio flessso e il palmo della mano rivolto anteriormente. Il metro viene fatto scorrere appena al di sotto dei processi stiloideo e radiale dell'ulna, localizzati palpatariamente (Fig. 3.31).



**Figura 3.31**

Misurazione della circonferenza del polso

### 3.3.13 Circonferenze della coscia

#### 3.3.13.1 SIGNIFICATO

Le circonferenze prossimale, mediana (MThC), e distale della coscia sono indicatori di adiposità e muscolarità della regione della coscia. Utilizzata congiuntamente a ThSF, MThC consente la stima di TFA, TMA e TMC.

#### 3.3.13.2 MISURAZIONE

Il reperi della circonferenza prossimale della coscia è localizzato immediatamente al di sotto del solco gluteo (Fig. 3.28 A); quello di MThC è lo stesso di ThSF (punto medio di una linea tracciata tra la piega inguinale e il margine prossimale della rotula, più facilmente localizzabile a ginocchio flesso) (Fig. 3.28 B); infine, il reperi della circonferenza distale della coscia è localizzato immediatamente al di sopra degli epicondili femorali (Fig. 3.28 C).



**Figura 3.28 A**

Misurazione della circonferenza prossimale della coscia



**Figura 3.28 B**  
Misurazione della circonferenza  
mediana della coscia



**Figura 3.28 C**  
Misurazione della circonferenza  
distale della coscia

### 3.3.14 Circonferenza del polpaccio

#### 3.3.14.1 SIGNIFICATO

La circonferenza del polpaccio (CaC, calf circumference) è un indicatore di adiposità e muscolarità della regione della gamba.

#### 3.3.14.2 MISURAZIONE

La misurazione viene effettuata col soggetto in posizione eretta e i piedi distanti circa 20 cm. L'operatore localizza e misura la circonferenza massima del polpaccio (Fig. 3.32).



**Figura 3.32**

Misurazione della circonferenza del polpaccio



### 3.3.15 Circonferenza della caviglia

#### 3.3.15.1 SIGNIFICATO

La circonferenza della caviglia viene utilizzata principalmente per la definizione della taglia corporea.

#### 3.3.15.2 MISURAZIONE

Il soggetto è scalzo e i suoi piedi poggiano su una superficie piana sopraelevata. L'operatore localizza e misura la circonferenza minima del polpaccio, situata prossimalmente ai malleoli (Fig. 3.33).



**Figura 3.33**

Misurazione della circonferenza della caviglia

### 3.3.16 Quali circonferenze misurare ?

Come per le pliche, la scelta delle circonferenze da misurare dipende principalmente da un criterio funzionale. AC è un indicatore di morbilità e mortalità nella malnutrizione per difetto e può essere combinata con TSF per ottenere AMA, AFA e AMC (v. § 3.4). WC è un indicatore prognostico di primaria importanza delle complicanze del sovrappeso (cfr. tab. 3.6) e HC aggiunge informazioni sulla struttura muscolare e ossea dei fianchi che è utile integrare all'informazione ricavata da WC (13, p. 11). Una valutazione antropometrica di primo livello dovrebbe includere la misurazione di AC e, nell'adulto in sovrappeso, anche di WC. AC dovrebbe essere misurata congiuntamente a TSF: in caso contrario, non sarebbe possibile distinguere le modificazioni dell'adiposità da quelle della muscolarità. Altre circonferenze (e pliche) potranno essere misurate per scopi specifici, ad es. per seguire gli effetti dell'allenamento sulla massa muscolare loco-regionale.

---

## 3.4 Aree muscolo-adipose e circonferenze muscolari degli arti

### 3.4.1 Significato

Le aree muscolo-adipose e le circonferenze muscolari degli arti vengono calcolate dalla circonferenza di un arto e dalla plica corrispondente assumendo una sezione circolare. Risultando dalla combinazione di *due* indicatori antropometrici, una plica e una circonferenza, la loro *performance* nella valutazione dello stato nutrizionale è generalmente migliore della singola plica o circonferenza (23).

### 3.4.2 Calcolo

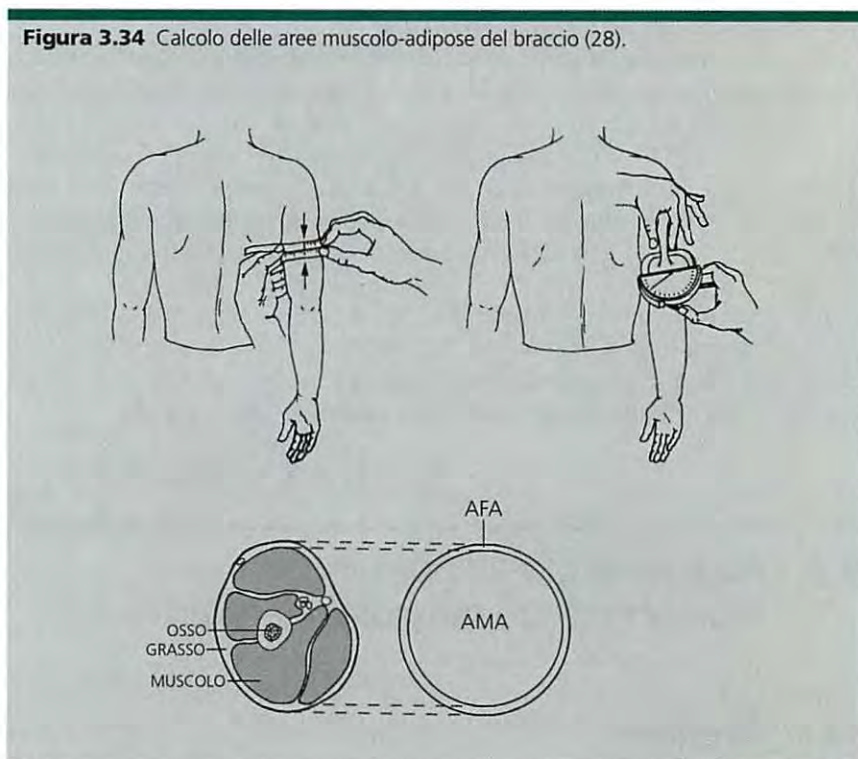
Viene illustrato il calcolo delle aree muscolo-adipose e della circonferenza muscolare del braccio (Fig. 3.34). Si calcola innanzitutto l'area totale del braccio (TAA, total arm area) da AC:

$$\text{TAA (cm}^2\text{)} = \frac{\text{AC}^2 \text{ (cm}^2\text{)}}{4 \times \pi} \quad (3.6)$$

Si utilizzano quindi AC e TSF per calcolare AMA:

$$\text{AMA (cm}^2\text{)} = \frac{[\text{AC (cm)} - (\text{TSF (cm)} * \pi)]^2}{4 \times \pi} \quad (3.7)$$

**Figura 3.34** Calcolo delle aree muscolo-adipose del braccio (28).



Heymisfield *et al.* (35) hanno proposto di correggere AMA per l'area dell'osso sottraendo un fattore CF (correction factor) pari a 10 nell'uomo e 6.5 nella donna:

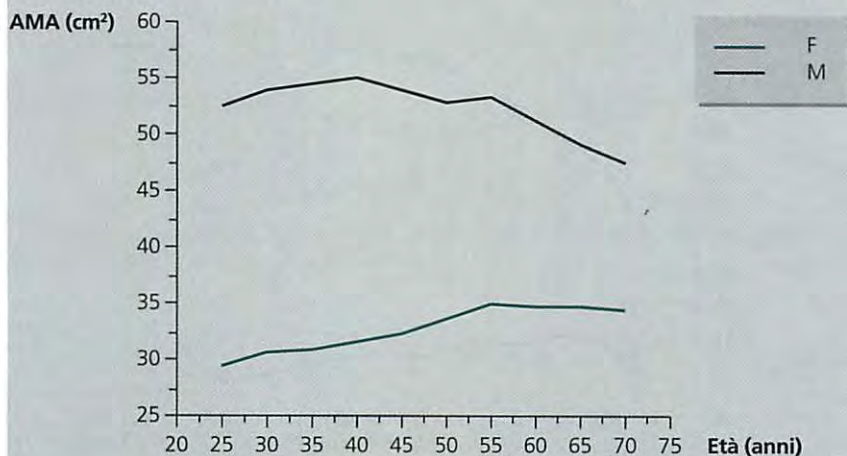
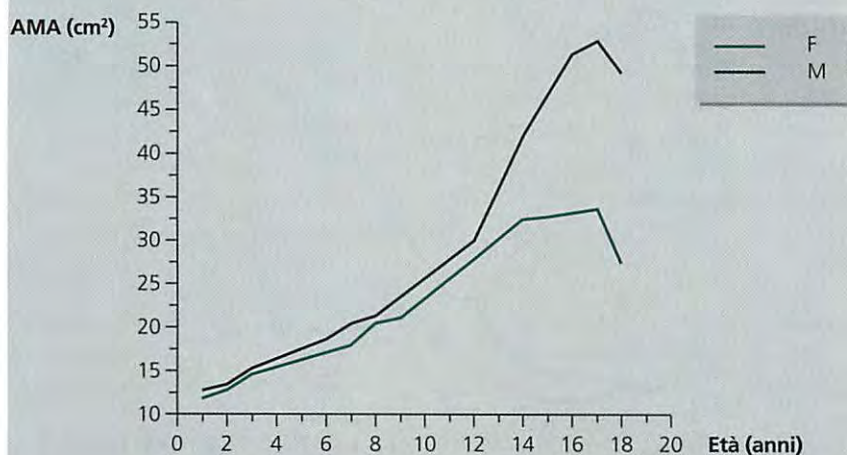
$$AMA (cm^2) = \frac{[AC (cm) - (TSF (cm) * \pi)]^2}{4 \times \pi} - CF \quad (3.8)$$

Si noti peraltro che non tutti i valori di riferimento di AMA tengono conto di tale correzione e che l'uso delle aree muscolo-adipose del braccio è fondato più sull'evidenza di un significato *prognostico* che di un'accuratezza "accettabile" nella stima dell'area muscolare del braccio determinata con la tomografia computerizzata (CT, computerized tomography) o la risonanza magnetica (23).

Infine, si ottiene AFA dalla differenza tra TAA e AMA:

$$AFA (cm^2) = TAA (cm^2) - AMA (cm^2) \quad (3.9)$$

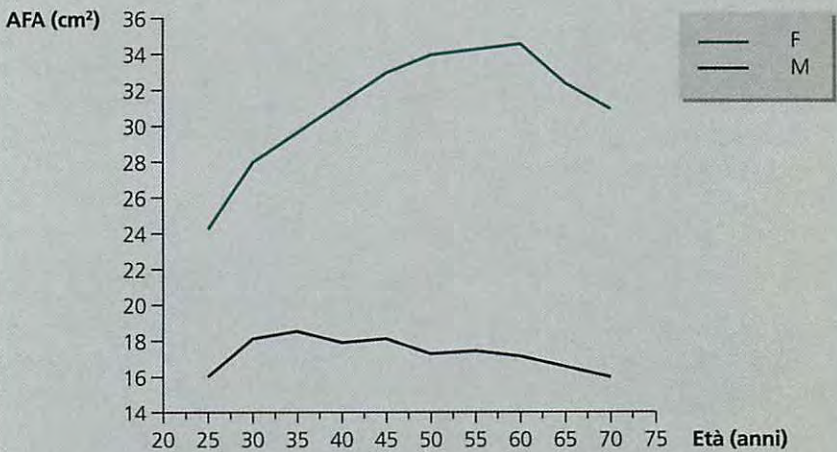
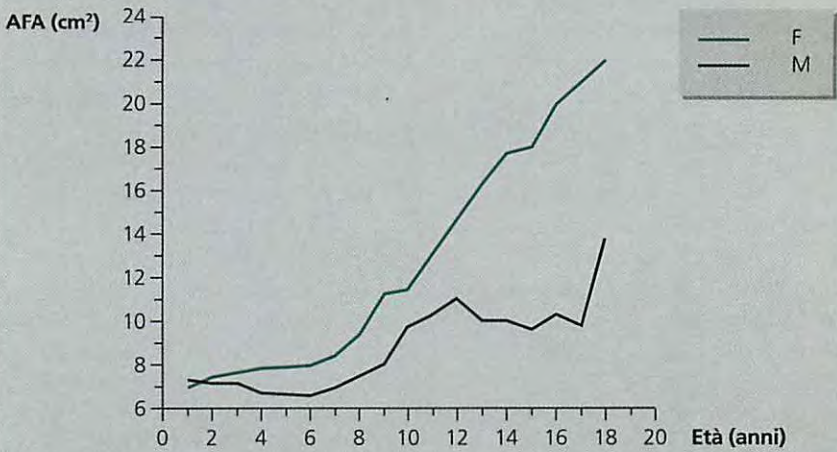
**Figura 3.35** Modificazioni dell'area muscolare del braccio da 1 a 75 anni secondo i dati NCHS (28). I valori corrispondono al 50° percentile. Per l'età adulta, ogni punto tabulato sulle ascisse rappresenta un intervallo di 4.9 anni. I valori sono "corretti" per l'area ossea secondo l'eq. 3.8. Abbreviazioni: AMA = arm muscle area; F = femmine; M = maschi.



Le modificazioni di AMA e AFA nel corso della vita sono riportate in Fig. 3.35 e 3.36 rispettivamente. I dati NCHS mostrano un incremento progressivo di AMA sino alla IV decade nell'uomo e modificazioni più contenute nella donna adulta. Le modificazioni di AFA sono caratterizzate da un trend opposto. Lo studio delle modificazioni di AMA e AFA rappresenta un'utile integrazione alle valutazioni antropometriche tradizionali nel soggetto in crescita (36, 37) e nell'individuo che

**Figura 3.36** Modificazioni dell'area adiposa del braccio da 1 a 75 anni secondo i dati NCHS (28). I valori corrispondono al 50° percentile. Per l'età adulta, ogni punto tabulato sulle ascisse rappresenta un intervallo di 4.9 anni.

Abbreviazioni: AFA = arm fat area; F = femmine; M = maschi.



intraprenda un programma di calo ponderale (38). L'indice adiposo del braccio (AFI, arm fat index) rappresenta il rapporto tra AFA e TAA:

$$AFI (\%) = \frac{AFA}{TAA} \quad (3.10)$$

AMC rappresenta la differenza tra la circonferenza totale e quella adiposa (cfr. il numeratore dell'eq. 3.7):

$$\text{AMC (cm)} = \text{AC (cm)} - \pi * \text{TSF (cm)} \quad (3.11)$$

TMA, TFA e TMC possono essere facilmente calcolate sostituendo MThC ad AC e ThSF a TSF.

I valori di riferimento NCHS per l'area muscolare e l'area adiposa del braccio sono riportati nelle Appendici 6 e 7, rispettivamente.

## 3.5 Diametri

### 3.5.1 Significato (generale)

I diametri rappresentano distanze tra reperi ossei. Essi vengono utilizzati principalmente per la definizione della taglia corporea e del somatotipo<sup>5</sup>.

### 3.5.2 Misurazione (generale)

I diametri vengono misurati con l'*antropometro* o il *calibro*. La misurazione dei diametri più ampi (ad es., biacromiale) richiede l'antropometro mentre i diametri più piccoli (ad es., polso) vengono misurati con il calibro. I calibri estensibili possono essere utili per eseguire determinate misurazioni (es. diametro e profondità del torace).

La procedura di misurazione dei diametri è la seguente (40):

1. *identificazione del sito di misurazione*: i reperi ossei vengono localizzati con l'apice del dito medio;
2. *applicazione dello strumento*: l'antropometro o il calibro deve essere impugnato in modo tale che l'apice del dito medio di ciascuna mano sia adiacente all'apice delle barre di scorrimento dello strumento. La pressione esercitata sullo strumento dovrà essere tale da consentire la minor interferenza possibile dei tessuti molli con la misurazione;
3. *lettura della misura*: la lettura dei diametri viene approssimata a 0.1 cm.

I principali diametri sono riassunti in Tab. 3.7 e descritti in dettaglio ai § 3.5.3 - 3.5.11.

<sup>5</sup> La definizione del somatotipo non è trattata da questo Manuale. Il lettore interessato è rimandato a Health & Carter (39).

**Tabella 3.7** I principali diametri (40).

**Tronco**

biacromiale  
torace

**Arto superiore**

gomito  
polso

**Arto inferiore (include pelvi)**

billiaco  
bitrocanterico  
ginocchio  
caviglia

### 3.5.3 *Diametro biacromiale*

#### 3.5.3.1 SIGNIFICATO

Il diametro biacromiale viene utilizzato principalmente per la definizione della taglia corporea e del somatotipo.

#### 3.5.3.2 MISURAZIONE

Il soggetto è in posizione eretta, con le spalle scoperte, i piedi uniti e le braccia ai lati del tronco. L'operatore, situato posteriormente al soggetto, localizza palpatariamente i margini laterali dei processi acromiali e applica le barre del calibro in corrispondenza di essi (Fig. 3.37).



**Figura 3.37**

Misurazione del diametro biacromiale

### 3.5.4 *Diametro del torace*

#### 3.5.4.1 **SIGNIFICATO**

Il diametro del torace è utilizzato principalmente come indice di accrescimento nel bambino e nell'adolescente.

#### 3.5.4.2 **MISURAZIONE**

Il soggetto è in posizione eretta, con i piedi uniti e le braccia leggermente abdotte ai lati del tronco, così da facilitare il posizionamento del calibro. L'operatore, situato anteriormente al soggetto, posiziona le barre del calibro *estensibile* sulla linea medio-ascellare in corrispondenza della VI costa. Tale repere corrisponde, anteriormente, alla IV articolazione sterno-costale (cfr. § 3.3.6.2). La misurazione viene effettuata al termine di una normale espirazione accertandosi che le barre del calibro si trovino nello stesso piano orizzontale (Fig. 3.38).



**Figura 3.38**

Misurazione del diametro del torace



### 3.5.5 Profondità del torace

#### 3.5.5.1 SIGNIFICATO

Come il diametro corrispondente, la profondità del torace è utilizzata principalmente come indicatore dell'accrescimento nel bambino e nell'adolescente.

#### 3.5.5.2 MISURAZIONE

Il soggetto è in posizione eretta, con i piedi uniti e le braccia ai lati del tronco. L'operatore localizza palpatoriamente la IV articolazione sterno-costale e marca il punto corrispondente con una linea orizzontale (cfr. § 3.3.6.2). Quindi, situandosi alla destra del soggetto, posiziona un'estremità del calibro *estensibile* in corrispondenza del punto così determinato e l'altra sul processo spinoso della vertebra situata nello stesso piano orizzontale. La misurazione viene effettuata al termine di una normale espirazione accertandosi che le barre del calibro si trovino nello stesso piano orizzontale (Fig. 3.39).



**Figura 3.39**

Misurazione della profondità del torace

### 3.5.6 *Diametro del gomito*

#### 3.5.6.1 **SIGNIFICATO**

Il diametro del gomito è il *principale* indicatore della taglia corporea.

#### 3.5.6.2 **MISURAZIONE**

La misurazione può essere effettuata con un calibro estensibile o fisso. La procedura illustrata di seguito è quella da utilizzare con il calibro estensibile. Il soggetto, che si trova in posizione eretta, flette il braccio di 90° in modo che il dorso della mano sia rivolto anteriormente. L'operatore localizza palpatariamente gli epicondili mediale e laterale dell'omero e applica le barre del calibro in loro corrispondenza (Fig. 3.40).



**Figura 3.40**

Misurazione del diametro del gomito con calibro a scorrimento

### 3.5.7 *Diametro del polso*

#### 3.5.7.1 **SIGNIFICATO**

Il diametro del polso è utilizzato principalmente come indicatore della taglia corporea.

#### 3.5.7.2 **MISURAZIONE**

La misurazione viene effettuata con un calibro estensibile. Il soggetto, che si trova in posizione eretta, flette l'avambraccio di 90° sul gomito, tenendo il braccio vicino al torace. L'operatore localizza palpatariamente i processi stiloidei ulnare e radiale e sistema le estremità del calibro in corrispondenza di essi (Fig. 3.41).



**Figura 3.41**  
Misurazione del diametro  
del polso

### 3.5.8 *Diametro biliaco*

#### 3.5.8.1 **SIGNIFICATO**

Il diametro biliaco è utilizzato principalmente come indicatore della taglia corporea.

#### 3.5.8.2 **MISURAZIONE**

La misurazione viene effettuata con un antropometro a barre larghe. Il soggetto è in posizione eretta, con i piedi leggermente divaricati e le braccia incrociate ed appoggiate sul torace. L'operatore applica l'antropometro anteriormente o posteriormente in corrispondenza delle creste iliache e misura il diametro massimo della pelvi (Fig. 3.42). Nell'infanzia, la misurazione può essere effettuata in posizione supina.



**Figura 3.42**

Misurazione del diametro biliaco

### 3.5.9 *Diametro bitrocanterico*

#### 3.5.9.1 **SIGNIFICATO**

Il diametro bitrocanterico è utilizzato principalmente come indicatore della taglia corporea, anche se meno frequentemente di quello biliaco o biacromiale.

#### 3.5.9.2 **MISURAZIONE**

La misurazione viene effettuata con un antropometro a barre larghe. Il soggetto è in posizione eretta, con i piedi uniti e le braccia incrociate ed appoggiate sul torace. L'operatore applica l'antropometro anteriormente o posteriormente in corrispondenza delle estremità laterali dei grandi trocanteri (Fig. 3.43).



**Figura 3.43**  
Misurazione del diametro bitrocanterico

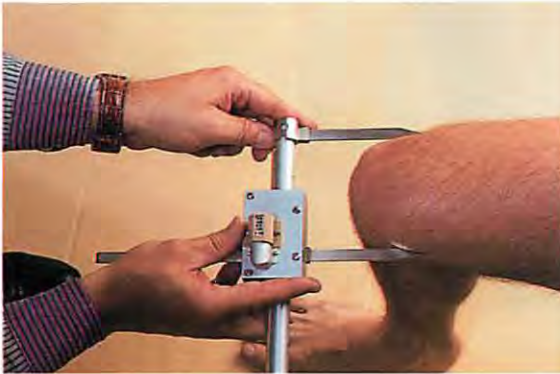
### 3.5.10 *Diametro del ginocchio*

#### 3.5.10.1 SIGNIFICATO

Il diametro del ginocchio è utilizzato principalmente come indicatore della taglia corporea.

#### 3.5.10.2 MISURAZIONE

La misurazione viene effettuata con un antropometro scorrevole o estensibile. Il soggetto è in posizione seduta, con la gamba flessa di 90° rispetto al ginocchio. (In alternativa, il soggetto appoggia il piede su di una superficie di altezza regolabile e flette la gamba di 90° sui glutei e sul ginocchio) (Fig. 3.44). L'operatore applica l'antropometro in corrispondenza degli epicondili mediale e laterale del femore.



**Figura 3.44**

Misurazione del diametro del ginocchio

### 3.5.11 *Diametro della caviglia*

#### 3.5.11.1 SIGNIFICATO

Il diametro della caviglia è utilizzato principalmente come indicatore della taglia corporea.

#### 3.5.11.2 MISURAZIONE

La misurazione viene effettuata con un calibro scorrevole o estensibile. Il soggetto è in posizione eretta, con i piedi poggiati su di una superficie piana, possibilmente sopraelevata. L'operatore applica l'antropometro in corrispondenza dei malleoli della gamba (Fig. 3.45).



**Figura 3.45**

Misurazione del diametro della caviglia

## 3.6 Taglia corporea

### 3.6.1 Significato

All'origine del concetto di taglia corporea si colloca l'ipotesi, avanzata verso la metà del XIX secolo, che strutture "di supporto" come diametri e profondità scheletriche, possano essere responsabili di parte della variabilità del peso corporeo non controllata dalla statura. Gli antropologi erano infatti alla ricerca di parametri in grado di migliorare la predizione del peso corporeo "ideale" e le dimensioni scheletriche apparivano degli ottimi candidati per questo ruolo (41, 42). L'ipotesi di un contributo indipendente delle dimensioni scheletriche al peso corporeo venne rapidamente confermata e a ciò fece seguito lo sviluppo di modelli predittivi del peso corporeo (43). Quest'approccio conserva unicamente un significato storico perché il valore di un indicatore antropometrico è oggi definito sulla base della sua associazione con *end-point* relativi allo stato di salute. All'inizio del XX secolo, si cominciò ad indagare la relazione tra le strutture scheletriche e la composizione corporea. L'obiettivo principale per un indicatore della taglia corporea divenne allora quello di spiegare la maggior variabilità di FFM subendo allo stesso tempo la minor influenza di FM. Il ragionamento da cui trasse origine questo criterio è schematizzabile come segue: se le strutture scheletriche sono indicatori della massa muscolare scheletrica e questa è costituita principalmente da tessuti che appartengono alla FFM, ne consegue che un indicatore "ideale" della taglia corporea dovrà essere correlato con la FFM nel maggior grado possibile e con la FM nel minor grado possibile.

### 3.6.2 Valutazione

La valutazione *sogettiva* della taglia corporea, così come inizialmente consigliata dalla Metropolitan Life Insurance Company (44, 45) comporta un elevato margine d'errore ed è pertanto da sconsigliare. In uno studio di Katch e colleghi, l'adozione di questa procedura comportava un'errore di valutazione da parte del 42% dei soggetti (46). Utilizzando questi dati, Frisancho ha calcolato che un soggetto che classifichi la propria taglia come "piccola" anziché "media", può sottostimare il suo peso ideale sino a un valore di 10 kg. Il raggiungimento di tale valore "ideale" comporterebbe una riduzione del grasso corporeo in quantità inferiore al 5% ! (28, p. 26). Se si applica il criterio della massima predittività per FFM con la minima interferenza di FM, i diametri della caviglia e del polso sembrerebbero i migliori indicatori della taglia corporea (Tab. 3.8 e 3.9) (43, 47). La minor correlazione di questi diametri con la FM è dovuta in parte alla minor interferenza dei tessuti molli con la misurazione rispetto agli altri diametri, specialmente quelli biacromiale e bitrocanterico. Ciononostante, sulla base di un'analisi *ad hoc* dello studio NHANES, Frisancho suggerisce di utilizzare *il diametro del gomito* come indicatore della taglia corporea. Essendo stati ottenuti da un cam-



**Tabella 3.8** Correlazione tra indicatori della taglia corporea e FFM prima e dopo correzione per BH. I valori rappresentano coefficienti di correlazione lineare (47).

	Maschi (n = 225)	Femmine (n = 212)
Spalla	0.54 (0.43)*	0.47 (0.35)*
Gomito	0.45 (0.30)*	0.46 (0.38)*
Polso	0.47 (0.32)*	0.44 (0.30)*
Fianchi	0.45 (0.36)*	0.41 (0.33)*
Ginocchio	0.62 (0.49)*	0.52 (0.44)*
Caviglia	0.49 (0.30)*	0.48 (0.31)*

$p \leq 0.001$  per tutti i valori di  $r$

\* valore di  $r$  dopo correzione per BH (correlazione parziale)

**Tabella 3.9** Correlazione tra indicatori della taglia corporea e FM% prima e dopo correzione per BH. I valori rappresentano coefficienti di correlazione lineare (47).

	Maschi (n = 225)	Femmine (n = 212)
Spalla	0.22 (0.26)*	0.14 (0.26)*
Gomito	0.22 (0.25)*	0.25 (0.38)*
Polso	-0.01 (-0.01)*	-0.08 (0.00)*
Fianchi	0.41 (0.47)*	0.48 (0.62)*
Ginocchio	0.23 (0.30)*	0.33 (0.50)*
Caviglia	0.07 (0.09)*	-0.02 (0.08)*

$p \leq 0.05$  per tutti i valori di  $r \geq 0.14$

\* valore di  $r$  dopo correzione per FFM (correlazione parziale)

pione rappresentativo della popolazione statunitense, i dati dello studio NHANES rivestono in effetti particolare interesse. Nell'analisi di Frisancho, il diametro del gomito si dimostrava meno sensibile al grado di adiposità (valutato come trasformata logaritmica di SSF corretta per età e AMA), rispetto al diametro bitrocantico (28, p. 25) (Si noti che l'Autore dichiara espressamente che sono stati esclusi dall'analisi gli individui "eccessivamente magri" o "eccessivamente grassi") (Tab. 3.10). Dunque, nonostante il diametro del gomito risenta maggiormente del grado di adiposità rispetto a quelli della caviglia e del polso (43, 47), appare ragionevole concludere con Frisancho che "in ragione della disponibilità di buoni dati di riferimento nazionali e sino a quando non saranno disponibili migliori misure antropometriche, l'ampiezza del gomito deve essere ritenuta un buon indicatore della taglia corporea" (28, p. 25). Attualmente, si consiglia di utilizzare il diametro del gomito avendo cura di riferirlo alla statura (28, pp. 27-28):

$$\text{Frame index} = \frac{\text{diametro del gomito (mm)}}{\text{BH (cm)}} * 100 \quad (3.6)$$

Quest'approccio tiene infatti conto del fatto che BW aumenta sino alla IV e V decade nei maschi e nelle femmine rispettivamente mentre BH inizia a decrescere sin dalla IV decade. Pertanto, anche quando vengano riferiti in base alla taglia corporea, i valori di BW per BH sono ingannevoli perché non considerano l'effetto dell'età. Come sottolinea opportunamente Himes nella sua rassegna sull'impiego della 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" (43). Sfortunatamente, i dati disponibili per rispondere a questa domanda non sono sufficienti e ciò spiega perché - per usare ancora le parole di Himes - "la taglia corporea non sia ancora divenuta una misura convenzionale nella valutazione dello stato nutrizionale" (43). In assenza di dati relativi alla sua influenza sullo stato di salute, la taglia corporea interessa pertanto più il ricercatore che il clinico, che peraltro dovrebbe conoscerne l'esistenza e il potenziale interesse applicativo.

I valori di riferimento NCHS per il frame index sono riportati in Appendice 8.

**Tabella 3.10** Correlazione parziale tra indicatori della taglia corporea e trasformata logaritmica di SSF corretta per età e AMA (28).

	Maschi (anni)			Femmine (anni)		
	10-17	18-54	55-74	10-17	18-54	55-74
<b>Gomito</b>	0.15	0.06	0.03	0.19	0.17	0.15
<b>Diametro bitrocanterico</b>	0.36	0.26	0.11	0.39	0.33	0.17
<b>Peso corporeo</b>	0.69	0.65	0.59	0.67	0.63	0.59

$p \leq 0.01$  per tutti i valori di  $r > 0.20$

## 3.7 Lunghezze scheletriche

### 3.7.1 Significato (generale)

Le lunghezze segmentali scheletriche rappresentano distanze tra punti di reperi ossei o tra un punto di reperi osseo e una superficie piana (48). Esse hanno un interesse antropologico e trovano applicazione nello studio dell'accrescimento normale e patologico.

### 3.7.2 Misurazione (generale)

Nel bambino, al posto del reperi osseo può essere presente un reperi cartilagineo se la cartilagine corrispondente non è andata ancora incontro ad ossificazione. Lo studio radiologico è in generale da preferirsi a quello antropometrico per la misurazione di una lunghezza segmentale nel bambino di età inferiore a 10 anni. (L'ovvio limite di questa procedura è che espone il bambino a radiazioni ionizzanti.) La misura delle lunghezze segmentali viene approssimata al più vicino 0.1 cm.

**Tabella 3.11** Le principali lunghezze segmentali (48).

<b>Testa e tronco</b>	Lunghezza supina Altezza da seduto Lunghezza testa glutei
<b>Tronco e arto superiore</b>	Arm-span
<b>Arto superiore</b>	Lunghezza spalla-gomito Lunghezza gomito-polso Lunghezza avambraccio-mano Lunghezza della mano
<b>Arto inferiore</b>	Altezza subischiatrica Lunghezza della coscia Lunghezza del polpaccio

### 3.7.3 *Lunghezza supina*

#### 3.7.3.1 **SIGNIFICATO**

La lunghezza supina (SL, supine length) è misurata al posto dell'altezza sino a 24 mesi di età. Essa è un indicatore dell'accrescimento in età neonatale e infantile.

#### 3.3.7.2 **MISURAZIONE**

Il soggetto giace supino sull'apposita tavola di misurazione, con il piano di Francoforte orientato perpendicolarmente al poggia-schiena. Spalle e natiche sono appoggiate alla tavola, le braccia sono appoggiate ai lati del tronco e le braccia sono estese. Il primo operatore si posiziona all'estremità della tavola che corrisponde alla testa del soggetto e controlla che questi mantenga la posizione raccomandata. Il secondo operatore pone una mano sulle ginocchia del soggetto per assicurare ch'esse restino a contatto con la tavola, quindi effettua la misurazione portando la barra mobile dello strumento in contatto con i calcagni (Fig. 3.46).



**Figura 3.46**

Misurazione della lunghezza supina

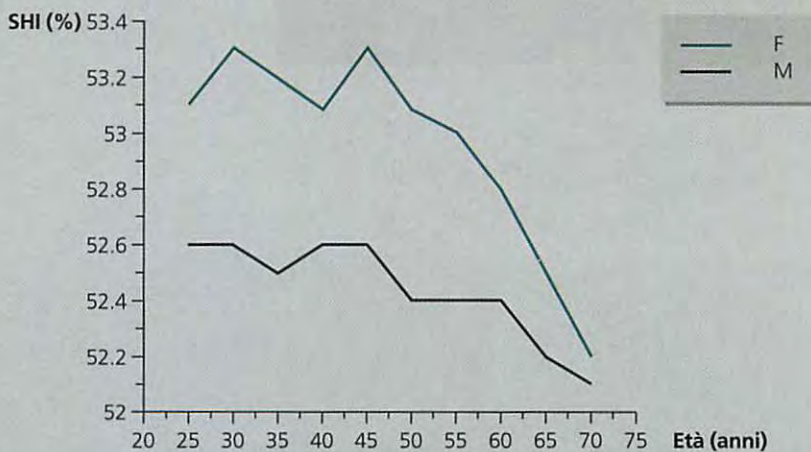
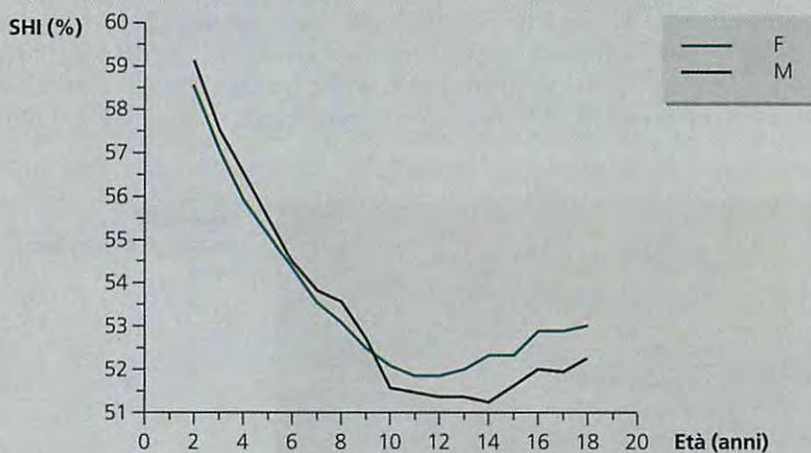
### 3.7.4 Altezza da seduto

#### 3.7.4.1 SIGNIFICATO

L'altezza da seduto (SH, sitting height) è la distanza tra il *vertex* (punto più alto del capo) e la superficie piana sulla quale è seduto il soggetto. Essa rappresenta la somma dell'altezza della testa, del collo e del tronco. La lunghezza testa-glu-

**Figura 3.47** Modificazioni del sitting height index (SHI) da 2 a 75 anni secondo i dati NCHS (28). I valori corrispondono al 50° percentile. Per l'età adulta, ogni punto tabulato sulle ascisse rappresenta un intervallo di 4,9 anni.

Abbreviazioni: SHI = sitting height index; F = femmine; M = maschi.



tei (v. § 3.7.5) è misurata al posto dell'altezza da seduto sino a 24 mesi di età. Il rapporto SH / BH (SHI, sitting height index o indice di Cormic) (e il suo corrispettivo lunghezza testa-glutei / lunghezza supina sino a 24 mesi di età), è un indice di accrescimento. SHI raggiunge i valori più bassi durante la pubertà per la crescita più veloce degli arti inferiori rispetto al tronco (Fig. 3.47). SHI presenta inoltre caratteristiche variazioni inter-razziali: è basso nella razza nera, intermedio in quella bianca ed elevato in quella asiatica.

### 3.7.4.2 MISURAZIONE

La misurazione richiede una tavola su cui far sedere il soggetto e un antropometro. L'antropometro può essere incorporato nella tavola, così come illustrato in Fig. 3.48. Il soggetto siede sulla tavola con le gambe sospese in aria. La posizione è quella "eretta da seduto", con la testa nel piano di Francoforte. Se si impiega un'antropometro portatile, questo deve essere appoggiato posteriormente sulla tavola in corrispondenza della linea mediana avendo cura che non venga in contatto con il sacro e le scapole. La misurazione viene effettuata al termine di un'inspirazione profonda. La pressione esercitata dalla barra dell'antropometro deve produrre la compressione dei capelli.



**Figura 3.48**

Misurazione dell'altezza da seduto

### **3.7.5** *Lunghezza testa-glutei*

#### **3.7.5.1** **SIGNIFICATO**

La lunghezza testa-glutei è misurata al posto dell'altezza da seduto (cfr. § 3.7.4) sino a 24 mesi di età e nel soggetto incapace di mantenere la posizione eretta.

#### **3.7.5.2** **MISURAZIONE**

La misurazione richiede due operatori e una tavola apposita. Il soggetto giace supino sulla tavola con il capo nel piano di Francoforte e in contatto con la barra dello strumento. Il primo operatore controlla che spalle e glutei poggino sulla tavola e l'asse longitudinale del corpo corrisponda a quello di quest'ultima. Il secondo operatore solleva le gambe del soggetto in modo da formare un angolo di 90° tra le cosce e la barra mobile della tavola e legge la misura così ottenuta.

### 3.7.6 *Arm-span*

#### 3.7.6.1 **SIGNIFICATO**

L'arm-span rappresenta la distanza tra gli apici delle dita medie delle mani quando le braccia sono estese lateralmente e al massimo grado a livello delle spalle. Esso viene generalmente utilizzato al posto di BH quando quest'ultima non può essere misurata. La relazione tra arm-span e statura presenta variazioni interrazziali e si modifica in alcuni disturbi dell'accrescimento.

#### 3.7.6.2 **MISURAZIONE**

La misurazione richiede una superficie piana, una tavoletta di altezza regolabile e un metro retrattile lungo almeno 2 metri. I piedi del soggetto sono uniti, la schiena poggia sulla superficie piana e le braccia sono estese al massimo grado a livello delle spalle. Il palmo delle mani è rivolto anteriormente e l'apice del dito medio della mano sinistra (con l'esclusione dell'unghia) è in contatto con la tavoletta regolabile alla quale è fissato il metro retrattile. Nei soggetti di bassa statura, potrebbe essere necessario l'impiego di uno sgabello per facilitare la misurazione. Anziani e bambini potrebbero avere difficoltà a mantenere le braccia estese al massimo grado per il tempo necessario alla misurazione.



### 3.7.7 *Lunghezza spalla-gomito*

#### 3.7.7.1 **SIGNIFICATO**

La lunghezza spalla-gomito rappresenta la distanza tra l'estremità superiore dell'acromion e il processo olecranico dell'ulna. Essa è utilizzata principalmente negli studi di biomeccanica e nella progettazione di modelli del corpo umano.

#### 3.7.7.2 **MISURAZIONE**

Il soggetto, in posizione eretta con il capo nel piano di Francoforte, flette entrambi i gomiti in modo da portare il margine ulnare dell'avambraccio e la mano nello stesso piano. L'operatore porta la barra fissa dell'antropometro in contatto con l'estremità superiore dell'acromion e quella mobile in contatto con la superficie posteriore del processo olecranico dell'ulna (Fig. 3.51). Nel corso della misurazione, le braccia del calibro sono mantenute perpendicolari all'asse longitudinale del braccio.



**Figura 3.51**

Misurazione della lunghezza spalla-gomito

### 3.7.8 Lunghezza gomito-polso

#### 3.7.8.1 SIGNIFICATO

La lunghezza gomito-polso rappresenta la distanza tra la superficie posteriore del processo olecranico dell'ulna e il processo stiloideo del radio. Essa è utilizzata principalmente negli studi di biomeccanica e nella progettazione di modelli del corpo umano.

#### 3.7.8.2 MISURAZIONE

Il soggetto, in posizione eretta con il capo nel piano di Francoforte, flette entrambi i gomiti in modo da portare il margine ulnare dell'avambraccio e la mano nello stesso piano. L'operatore porta la barra fissa dell'antropometro in contatto col punto più posteriore del processo olecranico dell'ulna e quella mobile col punto più anteriore del processo stiloideo del radio (Fig. 3.52). Nel corso della misurazione, le braccia del calibro sono mantenute perpendicolari all'asse longitudinale dell'avambraccio.



**Figura 3.52**

Misurazione della lunghezza gomito-polso

### **3.7.9** *Lunghezza avambraccio-mano*

#### **3.7.9.1** **SIGNIFICATO**

La lunghezza avambraccio-mano rappresenta la distanza tra la superficie posteriore del processo olecranico dell'ulna e l'apice del dito medio. Essa è utilizzata principalmente negli studi di biomeccanica e nella progettazione di modelli del corpo umano.

#### **3.7.9.2** **MISURAZIONE**

Il soggetto, in posizione eretta con il capo nel piano di Francoforte, flette entrambi i gomiti in modo da portare il margine ulnare dell'avambraccio e la mano nello stesso piano. L'operatore porta la barra fissa dell'antropometro in contatto con il punto più posteriore del processo olecranico dell'ulna e l'apice del dito medio della mano estesa. Nel corso della misurazione, le braccia del calibro sono mantenute perpendicolari all'asse longitudinale dell'avambraccio.

### 3.7.10 *Lunghezza della mano*

#### 3.7.10.1 SIGNIFICATO

La lunghezza della mano rappresenta la distanza tra il processo stiloideo del radio e l'apice del dito medio. Essa è utilizzata principalmente negli studi di biomeccanica e nella progettazione di modelli del corpo umano.

#### 3.7.10.2 MISURAZIONE

Il soggetto, in posizione eretta con il capo nel piano di Francoforte, flette entrambi i gomiti in modo da portare il margine ulnare dell'avambraccio e la mano nello stesso piano. L'operatore porta la barra fissa dell'antropometro in contatto con il punto più anteriore del processo stiloideo del radio e quella mobile con l'apice del dito medio della mano estesa (Fig. 3.54).



**Figura 3.54**

Misurazione della lunghezza della mano

### 3.7.11 Altezza subischiatrica

#### 3.7.11.1 CALCOLO

L'altezza subischiatrica rappresenta la distanza tra l'articolazione dell'anca e la superficie piana su cui poggia il soggetto in posizione eretta. Essa non può essere misurata direttamente per la difficoltà di localizzazione del punto articolare e viene calcolata come differenza tra l'altezza e l'altezza da seduto (cfr. § 3.7.4).

### 3.7.12 Lunghezza della coscia

#### 3.7.12.1 SIGNIFICATO

La lunghezza della coscia rappresenta la distanza tra il punto medio del legamento inguinale e il margine prossimale della patella. (La lunghezza *anatomica* della coscia corrisponde alla distanza tra l'articolazione dell'anca e il ginocchio, ma non è misurabile direttamente per la difficoltà di standardizzazione del repere corrispondente all'articolazione dell'anca). La misurazione della lunghezza della coscia è preliminare alla misurazione di MThC e MThSF (cfr. § 3.2.11).

#### 3.7.12.2 MISURAZIONE

Il ginocchio del soggetto è flesso su di una superficie sopraelevata in modo da facilitare il posizionamento del metro da parte dell'operatore (Fig. 3.55).



**Figura 3.55**

Misurazione della lunghezza della coscia

### 3.7.13 Lunghezza del polpaccio

#### 3.7.13.1 SIGNIFICATO

La lunghezza del polpaccio viene misurata *direttamente* come distanza tra la linea articolare del ginocchio e il margine inferiore del malleolo mediale o *indirettamente* come distanza tra la superficie prossimale della tibia e la pianta del piede.

#### 3.7.13.2 MISURAZIONE

Per la misurazione *diretta* il soggetto siede con la gamba appoggiata sul ginocchio controlaterale. L'operatore localizza e contrassegna il punto più prossimale del margine mediale della tibia e quello più distale del malleolo mediale. Quindi si china ed effettua la misurazione avendo cura che la barra di misurazione dell'antropometro sia parallela all'asse longitudinale della tibia (Fig. 3.56). Per la misurazione *indiretta*, l'operatore localizza e contrassegna il punto più prossimale della tibia a ginocchio flesso. Quindi, col soggetto in posizione eretta, fissa la barra di un antropometro mobile al pavimento e muove la barra orizzontale fino a portarla in corrispondenza del punto contrassegnato.



**Figura 3.56** Misurazione della lunghezza del polpaccio

## 3.8 Bibliografia

1. Lohman TG, Roche AF, Martorell R, editors. *Manuale di Riferimento per la Standardizzazione Antropometrica* (Edizione Italiana a cura di N. Battistini e G. Bedogni). Milano: EDRA; 1992.
2. Rose BD. Edematous states. In: Rose BD, editor. *Clinical physiology of acid-base and electrolyte disorders*. NY: McGraw-Hill; 1994. p. 447-99.
3. Bedogni G, Battistini N, Borghi A. *Principi di valutazione dello stato nutrizionale*. Milano: EDRA; 1999.
4. Battistini N, Bedogni G, editors. *Impedenza bioelettrica e composizione corporea*. Milano: EDRA; 1998.
5. World Health Organization. *Physical status: the use and interpretation of anthropometry*. World Health Organization: Geneva; 1995.
6. Gordon CG, Chumlea WC, Roche AF. Statura, lunghezza supina e peso. In: Lohman TG, Roche AF, Martorell R, editors. *Manuale di Riferimento per la Standardizzazione Antropometrica* (edizione italiana a cura di N. Battistini e G. Bedogni). Milano: EDRA; 1992. p. 15-20.
7. Quetelet A. *Physique Sociale*. Brussels: C. Muquardt; 1869.
8. Cole TJ. Weight-stature indices to measure underweight, overweight and obesity. In: Himes JH, editor. *Anthropometric assessment of nutritional status*. NY: Wiley-Liss; 1991. p. 83-111.
9. Garrow JS, Webster J. Quetelet's index ( $W / H^2$ ) as a measure of fatness. *Int. J. Obes. Relat. Metab. Disord.* 1985;9:147-53.
10. Benn RT. Some mathematical properties of weight-for-height indices used as measures of adiposity. *Br. J. Prev. Soc. Med.* 1971;25:42-50.
11. Khosla T, Lowe CR. Indices of obesity derived from body weight and height. *Br. J. Prev. Soc. Med.* 1967;21:122-8.
12. Abdel-Malek AK, Maukherjee D, Roche AF. A method of constructing an index of obesity. *Hum. Biol.* 1985;57:415-30.
13. World Health Organization. *Obesity: preventing and managing the global epidemic*. World Health Organization: Geneva; 1998.
14. Dietz WH, Bellizzi MC. Introduction: the use of body mass index to assess obesity in children. *Am. J. Clin. Nutr.* 1999;70 (Suppl):123S-5S.
15. Guo SG, Chumlea WC. Tracking of body mass index in children in relation to overweight in adulthood. *Am. J. Clin. Nutr.* 1999;70 (Suppl):145S-8S.
16. Bellizzi C, Dietz WH. Workshop on childhood obesity: summary of the discussion. *Am. J. Clin. Nutr.* 1999;70 (Suppl):173S-5S.
17. Stevens J, Cai J, Pamuk ER, Williamson DF, Thun MJ, Wood JL. The effect of age on the association between body-mass index and mortality. *New Engl. J. Med.* 1998;338:1-7.
18. Calle EE, Thun MJ, Petrelli JM, Rodriguez C, Heath CW. Body mass index and mortality in a prospective cohort of US adults. *New Engl. J. Med.* 1999;341:1097-105.
19. Lohman TG. *Advances in body composition assessment*. Champaign, IL: Human Kinetics Publishers; 1992.
20. Baumgartner RN, Heymsfield SB, Roche AF. *Human body composition and the epidemiology of chronic disease*. *Obes. Res.* 1995;3:73-95.
21. Segal KR, Dunaif A, Gutin B, Albu J, Nyman A, Pi-Sunier X. *Body*

- composition, not body weight, is related to cardiovascular disease risk factors and sex hormone levels in men. *J. Clin. Invest.* 1987;80:1050-5.
22. Garn SM. Implications and applications of subcutaneous fat measurement to nutritional assessment and health risk evaluation. In: Himes JH, editor. *Anthropometric assessment of nutritional status*. NY: Wiley-Liss; 1991. p. 123-40.
  23. Heymsfield SB, McManus III C, Seitz SB, Nixon DW, Andrews JS. Anthropometric assessment of adult protein-energy malnutrition. In: Wright RA, Heymsfield SB, editors. *Nutritional assessment*. Boston: Blackwell Scientific Publications; 1984. p. 27-82.
  24. Harrison GG, Buskirk ER, Carter JEL, Johnston FE, Lohman TG, Pollock ML, et al. Pliche. In: Lohman TG, Roche AF, Martorell R, editors. *Manuale di Riferimento per la Standardizzazione Antropometrica (edizione italiana a cura di N. Battistini e G. Bedogni)*. Milano: EDRA; 1992. p. 67-81.
  25. Van Itallie TB. Topografia del grasso corporeo e rischio di malattia. In: Lohman TG, Roche AF, Martorell R, editors. *Manuale di Riferimento per la Standardizzazione Antropometrica (edizione italiana a cura di N. Battistini e G. Bedogni)*. Milano: EDRA; 1992. p. 159-64.
  26. Blair D, Habicht JP, Simes EAH, Sylvester D, Abraham S. Evidence for an increased risk of hypertension with centrally located body fat and the effect of race and sex on this risk. *Am. J. Epidemiol.* 1984;119:526-40.
  27. Gillum RF, Mussolino ME, Madans JH. Body fat distribution and hypertension incidence in women and men. The NHANES I Epidemiologic Follow-up Study. *Int. J. Obes. Relat. Metab. Disord.* 1998;22:127-34.
  28. Frisancho A. *Anthropometric Standards for the Assessment of Growth and Nutritional Status*. Ann Arbor: The University of Michigan Press; 1990.
  29. Ferrario M, Carpenter MA, Chambless LE. Reliability of body fat distribution measurements. The ARIC Study baseline cohort results. *Atherosclerosis Risk in Communities Study. Int. J. Obes. Relat. Metab. Disord.* 1995;19:449-57.
  30. Twisk JW, Kemper HC, van Mechelen W, Post GB, van Lenthe FJ. Body fatness: longitudinal relationship of body mass index and the sum of skinfolds with other risk factors for coronary heart disease. *Int. J. Obes. Relat. Metab. Disord.* 1998;22:915-22.
  31. Gray DS, Bray GA, Bauer M, Kaplan K, Gemayel N, Wood R, et al. Skinfold thickness measurements in obese subjects. *Am. J. Clin. Nutr.* 1990;51:571-7.
  32. Callaway CW, Chumlea WC, Bouchard C, Himes JH, Lohman TG, Martin AD, et al. Circonferenze. In: Lohman TG, Roche AF, Martorell R, editors. *Manuale di Riferimento per la Standardizzazione Antropometrica (edizione italiana a cura di N. Battistini e G. Bedogni)*. Milano: EDRA; 1992. p. 51-65.
  33. Cooke R, Lucas A, Yudkin P, Pryse-Davies J. Head circumference as an index of brain weight in the fetus and newborn. *Early Hum. Dev.* 1977;1:145-9.
  34. Malina RM. Ratios and derived indicators in the assessment of nutritional status. In: Himes JH, editor. *Anthropometric assessment of nutritional status*. NY: Wiley-Liss; 1991. p. 151-71.
  35. Heymsfield SB, Mc Manus CB, Smith J, Stevens V, Nixon DW. Anthropometric assessment of muscle mass: revised



- equations for calculating bone-free muscle area. *Am. J. Clin. Nutr.* 1982;36:680-90.
36. Gasser T, Ziegler P, Largo RH, Molinari L, Prader A. A longitudinal study of lean and fat areas at the arm. *Ann. Hum. Biol.* 1994;21:303-14.
  37. Bolzan A, Guimarey L, Frisancho AR. Study of growth in rural school children from Buenos Aires, Argentina using upper arm muscle area by height and other anthropometric dimensions of body composition. *Ann. Hum. Biol.* 1999;26:185-93.
  38. Jones PR, Edwards DA. Areas of fat loss in overweight young females following an 8-week period of energy intake reduction. *Ann. Hum. Biol.* 1999;26:151-62.
  39. Heath BH, Carter JEL. A modified somatotype model. *Am. J. Phys. Anthropol.* 1967;27:57-74.
  40. Wilmore JH, Frisancho RA, Gordon CC, Himes JH, Martin AD, Martorell R, *et al.* Diametri corporei. In: Lohman TG, Roche AF, Martorell R, editors. *Manuale di Riferimento per la Standardizzazione Antropometrica (edizione italiana a cura di N. Battistini e G. Bedogni)*. Milano: EDRA; 1992. p. 39-50.
  41. Buffon GLL de. *Histoire de l'homme. Oeuvres complètes*. Paris; (1829-1832).
  42. Quetelet A. *Sur l'homme et le développement de ses facultés*. Paris; 1835.
  43. Himes JH. Considering frame size in nutritional assessment. In: Himes JH, editor. *Anthropometric assessment of nutritional status*. NY: Wiley-Liss; 1991. p. 141-50.
  44. Metropolitan Life Insurance Company. *New weight standards for men and women*. *Stat. Bull.* 1959;140:1-4.
  45. Metropolitan Life Insurance Company. *Metropolitan height and weight tables*. *Stat. Bull.* 1983;64:1-9.
  46. Katch VL, Freedson PS, Katch FI, Smith L. Body size and shape: validity of self-appraisal. *Am. J. Clin. Nutr.* 1982;36:676-9.
  47. Himes JH, Bouchard C. Do the new Metropolitan Life Insurance weight-height tables correctly assess body frame and body fat relationships? *Am. J. Publ. Health* 1985;75:1076-9.
  48. Martin AD, Carter JEL, Hendy KC, Malina RM. Lunghezze segmentali scheletriche. In: Lohman TG, Roche AF, Martorell R, editors. *Manuale di Riferimento per la Standardizzazione Antropometrica (edizione italiana a cura di N. Battistini e G. Bedogni)*. Milano: EDRA; 1992. p. 21-37.

## CAPITOLO IV

---

# L'impiego degli indicatori antropometrici dello stato nutrizionale

*“The basis of any evaluation is comparison. Without some criterion against which observations may be compared, there is no foundation for any judgement of adequacy or success. And, unless the criterion employed is grounded both on a sound theoretical premise and a solid empirical base, there will be no sense of either reliability or validity, whatever conclusions are reached. For these reasons, the anthropometric assessment of nutritional status will be no better than the criterion selected for comparison” (1)*

---

## 4.0 Le basi della valutazione antropometrica dello stato nutrizionale

Come si è detto al Cap. 1, la caratteristica più importante per una tecnica di valutazione dello stato nutrizionale e, più in generale, dello stato di salute, è la *disponibilità di valori di riferimento*. La diagnosi di *malnutrizione* richiede infatti la definizione di uno stato nutrizionale *normale*. Idealmente, la *normalità* di un indicatore nutrizionale dovrebbe essere giudicata sulla base della sua relazione con lo *stato di salute*. Questa relazione è ben dimostrata per gli indicatori antropometrici che, in ragione della facile applicabilità e del basso costo, sono divenuti gli indicatori di riferimento per la valutazione della composizione corporea (2). Ciononostante, lo stato nutrizionale è un'entità composita e l'antropometria ne esplora soltanto una parte, così come investiga una regione circoscritta dello stato di salute (cfr. fig. 2.1). Pertanto, per un uso ottimale in clinica, gli indicatori antropometrici devono essere utilizzati congiuntamente ad altri indicatori dello stato nutrizionale e dello stato di salute (3).

Una controversia che accompagna da sempre l'impiego dell'antropometria riguarda la liceità d'impiego del termine "*standard*" per designare i valori di riferimento degli indicatori antropometrici (1; 2, p. 29; 4). Questa controversia non è etimologica ma empirica: come osservano Johnston & Ouyang (1), il termine *standard* designa unicamente una regola o una base per realizzare un confronto. Il problema nasce dal fatto che, *nell'abuso corrente*, il termine *standard* è divenuto sinonimo di "valore desiderabile", con la conseguenza di poter condizionare la condotta di un operatore sanitario. L'unico modo per risolvere questa controversia è quello di procedere ad una definizione rigorosa del termine *standard*.

Cominciamo dunque col considerare come avviene la scelta dei valori "normali" di un indicatore antropometrico. All'intuitività dell'idea che tale scelta debba avvenire all'interno di una popolazione *sana*, si contrappone l'obiettivo difficoltà di definire di quest'ultima.

Attualmente, vengono impiegati *almeno* quattro criteri per stabilire il grado di salute - la "normalità" - di una popolazione (2, pp. 29-32):

1. la popolazione vive in un ambiente che offre le potenzialità per un pieno benessere bio-psico-sociale<sup>1</sup>. Questo è il tipo di popolazione da cui sono stati tratti i valori di riferimento NCHS / WHO (5).
2. la popolazione vive in un ambiente che offre le potenzialità per un pieno benessere bio-psico-sociale e non include alcun individuo ammalato o solo pochi individui ammalati. Questo è il tipo di popolazione da cui è stata ricavata la maggioranza dei dati pediatrici internazionali.
3. La popolazione vive in un ambiente che offre le potenzialità per un pieno benessere bio-psico-sociale e include soltanto individui la cui buona salute *attuale* sarà giudicata in base alla longevità o alla sopravvivenza.
4. La popolazione vive in un ambiente che offre le potenzialità per un pieno benessere bio-psico-sociale e include soltanto individui che vivono in maniera salutare relativamente alle *attuali* prescrizioni, ad esempio lattanti allattati al seno secondo le raccomandazioni WHO.

Il criterio 3 è senza dubbio il più attraente ma è anche il più difficile da applicare. Il criterio 2 è d'altro canto preferibile al criterio 1 ma richiede maggiori risorse per essere applicato su larga scala. È comunque confortante osservare che vi è una sostanziale corrispondenza tra i migliori dati raccolti col criterio 2 e quelli NHCS / WHO, raccolti col criterio 1. I dati non sono comunque sufficienti per esprimere altro che un giudizio ottimistico relativamente alla sovrapponibilità empirica dei due criteri (2, p. 30).

Ora che abbiamo chiarito i criteri (attualmente) impiegati per definire lo stato di nutrizione "normale" - in particolare il criterio 1 - possiamo tornare alla controversia relativa agli *standard*. Per risolvere questa controversia, si può accettare l'"abuso" del termine *standard* come sinonimo di "valore desiderabile" soltanto dopo averlo costretto a rispettare una serie di criteri *inderogabili*.

Tali criteri, introdotti da Waterlow e recentemente ribaditi dalla WHO, sono i seguenti (1; 2, pp. 31-32; 6):

1. "Il campione dovrebbe includere *almeno* 200 individui per ogni gruppo d'età e sesso". (Questa numerosità campionaria è infatti sufficiente per garantire l'impiego individuale dei percentili, v. § 4.1.1.)
2. "Se la valutazione antropometrica è trasversale, i dati di riferimento dovranno essere trasversali". (Questo criterio *non* è più considerato necessario perché sono oggi disponibili tecniche statistiche che consentono di presentare dati longitudinali in maniera adeguata per un impiego trasversale (7). *Ciononostante, non è possibile utilizzare dati trasversali come standard per controlli longitudinali dell'accrescimento.* Infatti, quando si effettuano misurazioni ripetute sullo stesso individuo, lo *slope* della linea che congiunge i punti successivi sulla curva dell'accrescimento è una misura della *velocità di crescita*. Se lo *slope* è tale da fornire l'impressione che i dati incrocino differenti percentili,

<sup>1</sup> Così abbiamo scelto di tradurre l'aggettivo *healthy*.

ciò potrebbe essere preso per una crescita anormale, quando invece si tratta soltanto di un uso inappropriato delle curve di crescita.)

3. "Le procedure di campionamento dovrebbe essere chiare e riproducibili".
4. "Le misurazioni dovrebbero essere effettuate con attenzione da operatori esperti nelle rilevazioni antropometriche, con strumenti testati e sottoposti a calibrazione periodica". (Si dovrebbero inoltre specificare accuratezza, precisione e variabilità inter-operatore nonché chiarire se si sono impiegate procedure d'eliminazione di dati "spuri".)
5. "Le misurazioni effettuate sul campione dovrebbero includere tutte le variabili antropometriche che saranno impiegate per la valutazione dello stato nutrizionale" (Ciò evita incongruenze dovute all'impiego di differenti valori di riferimento per differenti variabili.)
6. "I dati dai quali sono stati ottenuti i grafici e le tabelle di riferimento dovrebbero essere disponibili per chiunque voglia utilizzarli, e le procedure utilizzate per lo *smoothing* delle curve e la preparazione delle tabelle dovrebbero essere chiaramente descritte e documentate".

È importante che il clinico conosca questi criteri per poter giudicare dell'opportunità o meno di adottare una serie di valori come standard capaci di influenzare la sua condotta. Con ciò si dovrebbe poter evitare il quadro tracciato da un'autorità del settore:

"Sfortunatamente, molti ricercatori hanno promosso i dati ottenuti dai loro campioni come valori di riferimento, ovvero dati che possono essere utilizzati per stabilire lo stato nutrizionale di una popolazione. Allo stesso modo, altri ricercatori hanno impiegato in maniera acritica questi campioni come riferimento nei loro lavori, trattandoli come se fossero *effettivamente* dati di riferimento. Con ciò non si vuole affermare che non si devono fare paragoni tra campioni, perché il confronto è la base della ricerca scientifica. Comunque, è importante sottolineare che molti dei campioni riportati in letteratura non sono adeguati per l'impiego come dati di riferimento" (1) (si noti l'evitamento del termine standard).

A questo punto, è necessario porsi un altro problema: in assenza di valori di riferimento nazionali, è corretto utilizzare valori di *altre* nazioni?

Questo è un problema particolarmente sentito in Italia, dal momento che il nostro Paese è ancora sprovvisto di standard nazionali (ciò non toglie che esistano valori di riferimento applicabili a livello regionale). Il problema è ancora più sentito nei Paesi in via di sviluppo, che non possiedono le risorse economiche necessarie per la produzione degli standard antropometrici (1). Dovrebbero esservi pochi dubbi sul fatto che uno *standard* debba essere popolazione-specifico: solo in questo modo, infatti, gli operatori sanitari avrebbero la certezza di attuare misure preventive e terapeutiche *popolazione-specifiche*. Ciononostante, uno standard internazionale consente un confronto altrimenti impossibile tra differenti realtà nazionali e potrebbe essere giustificato per *alcune* variabili antropometriche (1). "Nei Paesi avanzati, ad esempio, la variabilità interetnica della statura è *inferiore* a quella intraetnica correlata allo status socio-economico (8). Pertanto, in questi Pae-

si, appare ragionevole costruire curve di crescita che rappresentino il potenziale di crescita di *tutti* i bambini. Ciò potrebbe sorprendere quanti ritengano che l'ampia distribuzione dei valori di peso e statura raggiunti da una popolazione ben nutrita sia il risultato di differenze genetiche. In realtà, la differenza attribuibile alla genetica per quanto attiene ai valori medi della statura e alla sua distribuzione attorno alla media è *minima*. Uno standard universale delle distribuzioni dell'altezza nei bambini più giovani potrebbe pertanto essere giustificato, ma esso deve derivare da una popolazione che ha raggiunto il suo *massimo potenziale*. Per questa ragione, il motivo principale che ha guidato alla scelta dello standard attuale WHO per il peso e la statura è stato la provenienza da una popolazione ben nutrita (6, 9, 10)" (11, p. 29)<sup>2</sup>. Si può certamente obiettare all'impiego degli standard NCHS / WHO per la diagnosi della malnutrizione per difetto nei Paesi in via di sviluppo: essi comporteranno senz'altro una sovrastima dei casi di malnutrizione *funzionalmente* rilevante. Come osserva Cameron (4), un bambino africano con il peso al 5° percentile dello standard NCHS / WHO potrebbe *non* presentare alcun problema di tipo medico e conservare una buona funzionalità corporea<sup>3</sup>. In queste condizioni, uno standard internazionale può *comunque* essere utile per effettuare una *descrizione* del problema e il confronto con realtà diverse (1).

Il consiglio dell'Organizzazione Mondiale della Sanità è quello d'impiegare i valori di riferimento NCHS (e pertanto "ribattezzati" NCHS / WHO) quando non siano disponibili valori di riferimento nazionali (9). Ciò non dovrebbe porre particolari problemi nell'adulto ma si scontra con la tradizione di valutare l'accrescimento del bambino italiano con gli standard di Tanner (13-15). I principali vantaggi degli standard NCHS / WHO rispetto a quelli di Tanner sono: 1) maggiore numerosità campionaria, in accordo con le raccomandazioni di Waterlow, 2) disponibilità di un maggior numero di variabili antropometriche e, 3) dimostrata predittività nei confronti di variabili d'interesse clinico (es. colesterolemia e pressione arteriosa). Non intendiamo schierarci a favore degli standard NCHS / WHO contro quelli di Tanner: il nostro obiettivo è unicamente quello di rendere sufficientemente chiara la posizione della WHO relativamente a questo problema.

*La creazione di standard nazionali, cosa che è già stata fatta dalla maggioranza dei paesi Europei, rappresenterebbe l'unica soluzione effettiva del problema.*

Un indicatore antropometrico può essere utilizzato come tale o all'interno di equazioni predittive della composizione corporea (es. predizione della FM dalle pliche), del bilancio energetico (es. predizione di BEE da BW) e della funziona-

<sup>2</sup> Corsivi nostri.

<sup>3</sup> Questa sovrastima potrebbe essere ulteriormente accentuata dall'aumento dei casi di sovrappeso in corso nei Paesi "avanzati". Che ciò costituisca un problema è rivelato anche da una preoccupazione esistente in seno a questi ultimi, ovvero se non convenga ricorrere a valori di riferimento raccolti *prima* dell'attuale epidemia di sovrappeso (12).

lità corporea (es. valutazione del rischio di malattia da BMI e WC) (cfr. fig. 2.1). Come si è avuto premura di sottolineare sin dal Cap. 1, l'utilità dell'antropometria dipende dal fatto ch'essa fornisce *misure dirette* di preciso significato clinico. Pertanto, considereremo dapprima l'uso *diretto* degli indicatori antropometrici, quindi quello indiretto all'interno di equazioni predittive.

---

## 4.1 L'impiego diretto degli indicatori antropometrici dello stato nutrizionale

Supponendo di avere a disposizione dei valori di riferimento o degli *standard* adeguati (cfr. § 4.0), si pone il problema di come effettuare la valutazione dello stato nutrizionale nel nostro soggetto<sup>4</sup>. Un indicatore antropometrico è generalmente impiegato in uno o più dei seguenti modi: 1) come percentile, 2) come *Z-score*, 3) come percentuale della mediana. Consideriamo ciascuna di queste applicazioni in dettaglio.

### 4.1.1 Percentile

Il percentile offre una misura della posizione di un individuo all'interno di una popolazione di riferimento *nei termini della percentuale di soggetti che esso eguaglia* relativamente all'indicatore in esame. Ad esempio, un bambino di 10 anni con peso al 5° percentile, presenta lo stesso peso del 5% di tutti i bambini di 10 anni considerati nella distribuzione di riferimento. A differenza degli *Z-score* (v. § 4.1.2), i percentili possono essere calcolati anche su distribuzioni *non-normali* e presentano pertanto un campo di applicazione più vasto<sup>5</sup>. *Convenzionalmente*, vengono considerati "anormali" i valori di un indicatore antropometrico inferiore o uguale al 5° (3°) e superiore o uguale al 95° (97°) percentile. È questo un criterio *esclusivamente* statistico che in molti casi necessita di validazione clinica, come si vedrà in dettaglio al § 4.2.

---

<sup>4</sup> Ricordiamo che questo Manuale tratta la valutazione clinica dello stato nutrizionale, incentrata sull'*individuo*, e che il riferimento alla *popolazione* è limitato agli elementi strettamente necessari per comprendere la prima.

<sup>5</sup> Delle variabili antropometriche raccolte nello studio NHANES (5) erano distribuite normalmente solo BH, l'ampiezza del gomito, l'altezza da seduto e AMA; *non* erano invece distribuite normalmente BW, TSF, SSF, 2SF (TSF + SSF), AFA, AFI e FM% (calcolata da 2SF).

### 4.1.2 Z-score

Come si è accennato trattando delle origini dell'antropometria (cfr. § 2.1.2), una curva normale o *gaussiana* è descritta da due parametri: media e varianza<sup>6</sup>. La conoscenza di questi due parametri consente di collocare *qualsiasi* valore noto all'interno della curva. Per far ciò, oltre al valore da collocare (il nostro individuo), occorre conoscere la media e la deviazione standard (radice quadrata della varianza) della curva di riferimento (la nostra popolazione). Lo *Z-score* può essere allora calcolato sottraendo il valore del soggetto ( $X_s$ ) a quello medio della popolazione ( $X_p$ ) e dividendo la differenza ottenuta per la deviazione standard della popolazione ( $SD_p$ ).

$$Z\text{-score} = \frac{X_s - X_p}{SD_p} \quad (4.1)$$

Lo *Z-score* può essere sempre convertito nel percentile corrispondente e ciò è anzi consigliabile perché offre un'informazione più immediata sulla posizione del soggetto all'interno della popolazione (5, p. 31) (tab. 4.1)<sup>7</sup>.

### 4.1.3 Valore percentuale della mediana

La percentuale della mediana (%M) viene calcolata dividendo il valore del soggetto ( $X_s$ ) per il valore corrispondente al 50° percentile (mediana,  $M_p$ ) della popolazione:

$$\%M = \frac{X_s}{M_p} \quad (4.2)$$

(In presenza di una distribuzione normale il valore del 50° percentile corrisponderà alla media). La classificazione di un indicatore antropometrico come percentuale della mediana presenta il grosso limite di non includere alcuna informazione relativa alla *variabilità* dell'indicatore nella popolazione in esame. Questo tipo di classificazione è dunque da sconsigliare.

In conclusione, i percentili rappresentano il sistema di classificazione più adeguato per l'impiego *clinico* degli indicatori antropometrici dello stato nutrizionale. Il confronto con i valori di riferimento può essere effettuato attraverso tabelle o curve, queste ultime particolarmente utili per lo studio dell'accrescimento nel bambino.

<sup>6</sup> Per una descrizione dettagliata della curva normale e delle sue proprietà, si vedano ad es. Armitage & Berry (16).

<sup>7</sup> A livello di *popolazione*, l'impiego degli *z-score* è più conveniente perché consente semplici statistiche riassuntive come media e deviazione standard mentre ciò non è possibile coi percentili.



**Tabella 4.1** Conversione degli Z-scores in percentili

Percentile		Z-scores	
Da	A	Da	A
0.0	4.9	-3.090	-1.650
5.0	9.9	-1.645	-1.290
10.0	14.9	-1.282	-1.040
15.0	19.9	-1.036	-0.850
20.0	24.9	-0.842	-0.680
25.0	29.9	-0.675	-0.530
30.0	34.9	-0.524	-0.390
35.0	39.9	-0.385	-0.260
40.0	44.9	-0.253	-0.130
45.0	50.0	-0.126	0.000
50.0	54.9	0.000	0.120
55.0	59.9	0.126	0.250
60.0	64.9	0.253	0.380
65.0	69.9	0.385	0.520
70.0	74.9	0.524	0.670
75.0	79.9	0.675	0.840
80.0	84.9	0.842	1.030
85.0	89.9	1.036	1.280
90.0	94.9	1.282	1.640
95.0	99.9	1.645	3.090

## 4.2 Un protocollo di valutazione antropometrica "minima" dello stato nutrizionale

Frisancho suggerisce di classificare lo stato nutrizionale di un individuo ricorrendo a quattro parametri: BW, BH, AMA e sommatoria di TSF e SSF (2SF) (5). Il vantaggio dell'impiego di AMA e 2SF deriva dal fatto ch'essi sono indicatori di adiposità e muscolarità più "obiettivi" di BW e BH (cfr. § 3.4). Per ciascuno di questi indicatori antropometrici, Frisancho identifica cinque classi o "categorie" (tab. 4.2 e 4.3). In tutti i casi, la prima e la seconda categoria sono identificate rispettivamente da valori  $\leq 5.0^\circ$  e compresi tra il  $5.1^\circ$  e  $15.0^\circ$  percentile. Il sistema di classificazione differisce invece dalla terza categoria in poi per 2SF rispetto a BW, BH e AMA. La quinta categoria di 2SF, rappresentata dai valori tra l' $85.1^\circ$  e il  $100.0^\circ$  percentile *non* è "simmetrica" rispetto alla prima, come è invece per BW, BH e AMA. Infatti, essa comprende i valori tra l' $85.1^\circ$  e il  $100.0^\circ$  percentile *anziché* i valori superiori al  $95.0^\circ$  percentile.

*Il criterio arbitrario di "etichettare" il 10% della popolazione (ovvero i soggetti con indicatore  $\leq 5^\circ$  o  $\geq 95^\circ$  percentile) come "patologica" deve essere in-*

**Tabella 4.2** Valutazione dello stato ponderale, accrescitivo e muscolare.

Abbreviazioni: BW = body weight; BH = body height; AMA = arm muscle area

Percentile	Stato ponderale (weight status) BW	Stato accrescitivo (growth status) BH	Stato muscolare (muscle status) AMA
0.0-5.0	Basso peso (low weight)	Bassa statura (short)	Ipotrofia muscolare (low muscle-wasted)
5.1-15.0	Peso inferiore alla media (below average)	Statura inferiore alla media (below average)	Massa muscolare inferiore alla media (below average)
15.1-85.0	Peso nella media (average)	Statura nella media (average)	Massa muscolare nella media (average)
85.1-95.0	Peso superiore alla media (above average)	Statura superiore alla media (above average)	Massa muscolare superiore alla media (above average)
95.1-100.0	Peso elevato (heavy weight)	Statura elevata (tall)	Ipertrofia muscolare (high muscle)

**Tabella 4.3** Valutazione dello stato adiposo.

Abbreviazioni: 2SF = somma pliche sottoscapolare e tricipitale

Percentile	Stato adiposo (fat status) 2SF
0.0-5.0	Magrezza (lean)
5.1-15.0	Adiposità inferiore alla media (below average)
15.1-75.0	Adiposità nella media (average)
75.1-85.0	Adiposità superiore alla media (above average)
85.1-100.0	Adiposità eccessiva (excess fat)

fatti costantemente rivisto sulla base della sua corrispondenza con lo stato di salute e malattia.

Poiché lo studio NHANES ha dimostrato un aumento del rischio di ipertensione e dislipidemia in soggetti con 2SF > 85° percentile, si è proposto di identificare una classe di individui con valori di 2SF compresi tra l'85.1° e il 100.0° percentile. In tal modo, il sistema di classificazione *non* è più arbitrario ma correlato allo stato di salute. Anche se 2SF si è rivelato un predittore del rischio di ipertensione e dislipidemia e la classificazione dello stato di adiposità è stata "rivista" in base a quest'evidenza, l'impiego di AFA presenta il non trascurabile vantaggio di fornire un dato simmetrico rispetto ad AMA.

I valori di riferimento NCHS per la sommatoria delle due pliche sono riportati in Appendice 9.

## 4.3 Uso degli indicatori antropometrici dello stato nutrizionale nella pratica clinica

Offriremo qui di seguito alcuni esempi di valutazione antropometrica dello stato nutrizionale applicata alla pratica clinica.

### 4.3.1 Caso clinico #1

Paziente maschio di 55 anni, affetto da cirrosi epatica in classe B di Child-Pugh, ricoverato per controllo programmato dell'epatopatia di base. L'esame obiettivo esclude la presenza di edemi declivi e l'ecografia addominale quella di ascite. La valutazione antropometrica del paziente è riportata in tab. 4.4.

*Commento:* la bassa statura del paziente riconosce un'origine familiare, come accertato dall'anamnesi. Inoltre, anche se il paziente non presenta edemi declivi o ascite (e non ne ha mai presentati in passato), non è possibile escludere che sia in corso un'espansione subclinica di IW dovuta alla malattia sottostante e che essa venga inclusa nella misura di BW (cfr. § 3.1.1.1). Pertanto, il calcolo di AFA (o 2SF<sup>8</sup>) e AMA consente una valutazione più accurata dello stato di nutrizione<sup>9</sup>. Il verdetto della valutazione è quello di uno stato nutrizionale "nella media": infatti, gli indicatori di adiposità e muscolarità indicano valori compresi tra il 25° e il 50° percentile o inferiori al 25° percentile. Vale la pena di osservare *in passim* che AMA è un predittore della sopravvivenza nella cirrosi epatica: un altro motivo per introdurre questo indicatore nella valutazione routinaria del paziente cirrotico (19).

### 4.3.2 Caso clinico #2

Paziente maschio di 50 anni, affetto da insufficienza renale cronica (IRC) a probabile genesi ipertensiva, inviato per iniziare un programma dietetico personalizzato per la nefropatia di base (cortesia A.L. Fantuzzi). La tab. 4.5 riporta le modificazioni dei principali indicatori antropometrici e degli indici di funzionalità renale nel corso di un anno di trattamento.

*Commento:* la valutazione antropometrica dello stato nutrizionale è preliminare a qualsiasi trattamento dietetico (20). Nel caso specifico del paziente con IRC, la valutazione antropometrica è uno strumento indispensabile per seguire le

<sup>8</sup> Nel caso di un paziente cirrotico, 2SF ha un interesse più limitato di AFA. La ragione è che il paziente cirrotico va assai raramente incontro a dislipidemia e ipertensione (17), gli *end-point* che hanno suggerito una diversa classificazione di 2SF rispetto ad AMA (cfr § 4.2).

<sup>9</sup> A maggior ragione, se fosse presente un'espansione clinicamente evidente di TBW, "pesata" come tutte le altre componenti del modello molecolare (cfr. § 3.1.1.1), una plica sarebbe un indicatore più attendibile dello stato nutrizionale rispetto a BW o BMI (18).

**Tabella 4.4** Valutazione antropometrica di un paziente affetto da cirrosi epatica.

Abbreviazioni: BW = body weight; BH = body height; BMI = body mass index; AC = arm circumference; TSF = triceps skinfold; SSF = subscapular skinfold; 2SF = TSF + SSF; AFA = arm fat area; AMA = arm muscle area

	Misurazione	Percentile
BW	54 kg	< 5°
BH	1.60 m	< 5°
BMI	21.1 kg / m <sup>2</sup>	Normale
AC	26.5 cm	< 5°
TSF	9.5 mm	25° - 50°
SSF	10.5 mm	15 - 25°
2SF	20 mm	15° - 25°
AFA	44 cm <sup>2</sup>	15° - 25°
AMA	12 cm <sup>2</sup>	15° - 25°

**Tabella 4.5** Follow-up antropometrico di un paziente affetto da insufficienza renale cronica.

Abbreviazioni: BW = body weight; BH = body height; BMI = body mass index; AC = arm circumference; TSF = triceps skinfold; AFA = arm fat area; AMA = arm muscle area

	Mese					
	0	1	3	6	9	12
BW (kg)	70 (25°)	71 (25°)	72 (25°)	71 (25°)	71 (25°)	71 (25°)
BH (m)	1.72 (25° - 50°)	-	-	-	-	1.72 (25° - 50°)
BMI (kg / m <sup>2</sup> )	23.6 normale	23.9 normale	24.3 normale	23.9 normale	23.9 normale	23.9 normale
TSF (mm)	10 (25° - 50°)	11 (50°)	11 (50°)	11 (50°)	11 (50°)	11 (50°)
AC (cm)	32 (50°)	32 (50°)	33 (50°-75°)	33 (50°-75°)	33 (50°-75°)	33 (50°-75°)
AFA (mm <sup>2</sup> )	15 (25-50°)	17 (50°)	17 (50°)	17 (50°)	17 (50°)	17 (50°)
AMA (mm <sup>2</sup> )	66 (75°-85°)	66 (75°-85°)	69 (85-90°)	69 (85-90°)	69 (85-90°)	69 (85-90°)
Albuminemia (mg / dL)	4.2	4.1	4.0	4.0	4.3	4.1
Kaliemia (mEq / L)	4.3	4.2	4.3	4.2	3.9	4.0
Azotemia (mg / dL)	68	67	72	69	73	68
Creatininemia (mg / dL)	2.2	2.2	2.1	2.2	2.3	2.2
Fosforemia (mg / dL)	3.5	3.4	3.6	3.5	3.6	3.7
Calcemia (mEq / L)	10.3	10.2	10.4	11.1	12.0	11.5

**Tabella 4.6** Impiego degli indicatori antropometrici per la valutazione delle modificazioni del rischio cardiovascolare e metabolico associato al sovrappeso in una donna obesa in trattamento dietetico.

Abbreviazioni: BW = body weight; BH = body height; BMI = body mass index; AC = arm circumference; AFA = arm fat area; AMA = arm muscle area; WC = waist circumference; BEE basal energy expenditure

	Mese	
	0	12
BW (kg)	98	87
BH (m)	1.67	1.67
BMI (kg / m <sup>2</sup> )	35.1 obesità classe II rischio "severo"	31.1 obesità classe I rischio "moderato"
AFA (percentile)	90° - 95° percentile NCHS	75° percentile NCHS
AMA (percentile)	90° - 95° percentile NCHS	75° percentile NCHS
WC (cm)	> 88 cm rischio "sostanzialmente aumentato"	> 88 cm rischio "sostanzialmente aumentato"
BEE (Kcal / die)	1920 Kcal / die (19.6 Kcal * kg BW <sup>-1</sup> )	1843 Kcal / die (21.1 Kcal * kg BW <sup>-1</sup> )

modificazioni dello stato nutrizionale (21). Poiché il paziente era normopeso, la dieta mirava principalmente ad aggiustare l'apporto di proteine e micronutrienti in base al grado di IRC. Il follow-up dimostra la sostanziale stabilità dello stato nutrizionale e dei parametri di funzionalità renale per 12 mesi.

### 4.3.3 Caso clinico #3

Signora di 50 anni in sovrappeso, ipertesa, con iperglicemia e modico rialzo dell'alanin-amino-transferasi. Questo caso è stato impiegato altrove dagli Autori per illustrare il loro protocollo di valutazione dello stato nutrizionale (3, pp. 55-61). In questa sede, il caso sarà utilizzato unicamente per definire il ruolo degli indicatori antropometrici nella gestione del sovrappeso, confrontando la situazione antropometrica della paziente all'inizio e dopo 12 mesi di trattamento dietetico. (Tab. 4.6).

*Commento:* il programma dietetico (aggiunto a un modesto incremento dell'attività fisica a partire dal 9° mese) ha ottenuto un calo ponderale di 11 kg nell'arco di 12 mesi. Ciò ha portato il rischio associato al BMI da "severo" a "moderato" (cfr. tab. 3.2) ma non ha modificato quello associato a WC, che resta "sostanzialmente aumentato" (cfr. tab. 3.6). Il fatto che sia AMA che AFA siano diminuite non dovrebbe sorprendere. Infatti, in assenza di esercizio muscolare, è comprensibile che entrambi questi valori si riducano, per lo più in parallelo. Comunque, la massa metabolicamente attiva - così come valutata da BEE - non si è virtualmen-

te modificata in senso assoluto ed è leggermente aumentata se riferita al peso corporeo, confermando la perdita prevalente di tessuto adiposo (cfr. § 3.1.1.1 e 3, pp. 35-43).

## 4.4 L'impiego indiretto degli indicatori antropometrici dello stato nutrizionale

*"In biological systems, constants have a way of not being very constant" (22).*

Gli indicatori antropometrici possono essere utilizzati all'interno di equazioni predittive della composizione corporea, del bilancio energetico e della funzionalità corporea. La valutazione indiretta di una variabile  $Y$  da un indicatore antropometrico  $X$  comporta l'impiego di *equazioni predittive*. In genere, la possibilità di effettuare una predizione di  $Y$  da  $X$  è suggerita dall'evidenza di una relazione *fisio(pato)logica* tra le due variabili, ad es. quella tra FM e le pliche (23), quella tra BW e BEE (24) o quella tra BMI e l'incidenza di malattie cardiovascolari (12).

Consideriamo il caso più frequente, quello della predizione di un compartimento corporeo  $Y$  da una variabile antropometrica  $X$ . (Le considerazioni *generali* che seguono sono comunque applicabili a qualsiasi tipo di predizione.) La relazione tra  $Y$  e  $X$  può essere espressa come:

$$Y = f(X) \quad (4.3)$$

Nel caso di un compartimento corporeo, questa relazione è spesso lineare ed appropriatamente descritta da un'equazione di primo grado (regressione col metodo "dei minimi quadrati"):

$$Y = a + bX \quad (4.4)$$

dove  $a$  è l'intercetto e  $b$  il coefficiente angolare. Equazioni di grado superiore al primo possono offrire una miglior predizione di  $Y$  ma la loro *performance* in campioni differenti da quello su cui è stata sviluppata l'equazione è generalmente inferiore alle equazioni di primo grado. In altri termini, esse sono maggiormente *popolazione-specifiche* (25, pp. 67-70).

*La prima domanda da porsi di fronte ad un'equazione predittiva è se la variabile dipendente  $Y$  è stata misurata con una tecnica di riferimento.*

La grande maggioranza delle equazioni antropometriche per la predizione dei compartimenti corporei è stata sviluppata utilizzando modelli bicompartimentali. Come si è visto al § 2.0.8, questi modelli non tengono conto delle modificazioni

della composizione della FFM che si verificano con l'accrescimento, l'invecchiamento e la malattia. Soltanto recentemente l'antropometria ha iniziato ad essere validata contro modelli multicompartimentali (basati principalmente sulla densitometria corretta per TBW o TBW e MM) (26). In molti casi, dunque, il valore di  $Y$  che abbiamo a disposizione è una *stima* basata su un modello bicompartimentale e la predizione di questo valore dalla caratteristica antropometrica  $X$  si traduce nella stima di una stima, di dubbia utilità.

Se la relazione tra  $Y$  e  $X$  è lineare,  $R^2$  offre una misura della variabilità (varianza) di  $Y$  spiegata da  $X$ .  $R^2$  deve essere considerato unitamente (almeno) al *root mean square error* (RMSE)<sup>10</sup> totale e percentuale e all'errore individuale. Nonostante molti Autori *non* forniscano il valore *percentuale* di RMSE, esso è indispensabile per stabilire l'accuratezza dell'equazione predittiva. Infatti, il valore assoluto di RMSE deve essere riferito a  $Y$  se si vuole ottenere una misura dell'entità dell'errore *relativamente* alle dimensioni del compartimento. Inoltre, se si è interessati ad utilizzare l'equazione nel *singolo* individuo, si dovrà conoscere la variabilità dell'errore individuale<sup>11</sup>. Come abbiamo discusso altrove in maggior dettaglio, le equazioni predittive sono spesso accurate a livello di popolazione ma raramente sono sufficientemente accurate per l'impiego nel *singolo* individuo (25, pp. 67-70).

#### 4.4.1 La predizione della massa grassa

Nella sua rassegna sulla valutazione antropometrica della massa grassa, Norgan si domanda: "Perché dovremmo voler valutare la massa grassa totale e percentuale? È l'informazione (che ne deriva) più utile di una semplice misura di adiposità?" (28). Come abbiamo osservato al § 3.1.3, se anche potessimo realizzare una valutazione accurata della FM di un individuo, ci scontreremmo con l'indisponibilità di valori di riferimento di significato *funzionale* comparabile a quelli di BMI (o WC o SSF, cfr. § 3.3.7.1 e 3.2.3). Una risposta ragionevole alla domanda di Norgan potrebbe dunque essere che, *se* studi futuri confermeranno l'ipotesi di un'associazione tra la massa grassa *come tale* e le variabili funzionali, allora anche la stima della FM da parametri indiretti potrebbe avere rilevanza cli-

<sup>10</sup> RMSE è calcolabile dalla formula seguente:

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum (Y_o - Y_p)^2}{(n - p - 1)}}$$

dove  $Y_o$  rappresenta il valore osservato e  $Y_p$  quello predetto di  $Y$ ,  $n$  il numero di soggetti e  $p$  il numero dei predittori (27). Dividendo RMSE per  $Y_o$  si ottiene il corrispondente valore percentuale.

<sup>11</sup> L'errore individuale (*bias*) rappresenta la differenza tra il valore osservato e quello misurato di  $Y$  nel *singolo* individuo. La media, la deviazione standard e l'intervallo di variazione dell'errore individuale sono le misure più semplici che consentono di valutare la variabilità inter-individuale della stima.

nica. Questa è, più in generale, la sfida che attende la composizione corporea nel prossimo futuro (29, 30). Attualmente, la predizione della FM dall'antropometria ha più un interesse biologico che clinico. Tratteremo comunque sinteticamente quest'applicazione dell'antropometria per i risvolti clinici potenzialmente associati all'*abuso* delle equazioni predittive (25, pp. 67-70). Nell'adulto, le pliche sono predittori di FM e/o FM% *generalmente* più accurati di BW, BH e degli indici pondero-staturali. L'associazione delle pliche con i diametri e/o le circonferenze può consentire un miglioramento della predizione (23, 28, 31). Per il soggetto obeso, nel quale la misurazione delle pliche può essere problematica, sono disponibili equazioni predittive basate sulle circonferenze (32, 33). Le equazioni più impiegate nell'adulto sono quelle di Durnin & Womersley (34), Sloan *et al.* (35, 36) e Jackson & Pollock (37, 38). Il predittore della FM nell'equazione "classica" di Durnin & Womersley è la trasformata logaritmica della sommatoria di TSF, BSF, SSF, SISF. Nelle equazioni di Sloan, la predizione è effettuata a partire da TSF e SSF nelle femmine e da SSF e ThSF nei maschi. Infine, le equazioni più popolari di Jackson & Pollock sono quelle che effettuano la predizione da un modello quadratico basato su TSF, ThSF e SISF nel maschio e da PSF, ThSF e ASF nella femmina. Su uno stesso campione, le equazioni di Sloan forniscono generalmente i valori più bassi e l'equazione di Durnin & Womersley i valori più alti (39). L'equazione di Durnin & Womersley basata su TSF e SSF (2SF) è stata impiegata per generare i percentili di FM% per lo studio NHANES (5). Sfortunatamente, sono disponibili poche validazioni di queste equazioni contro modelli multicompartimentali e ciò comporta un notevole margine di insicurezza relativamente al loro impiego, al punto che Beddoe ha (ironicamente) suggerito d'impiegare il termine "*guesstimate*" al posto di "estimate" per designare la stima ottenuta in queste condizioni (40). Per quanto riguarda il bambino, la validazione delle principali equazioni antropometriche (41 - 44) contro modelli bicompartimentali ha dimostrato la loro sostanziale inaffidabilità a livello individuale (45, 46). (Incidentalmente, questo problema *non* riguarda solo l'antropometria ma *tutte* le tecniche indirette studiate da questi Autori, compresa l'impedenziometria e l'assorbiometria a doppio raggio X)<sup>12</sup>.

<sup>12</sup> Il quadro appare ancora più problematico se si considera che, utilizzando un modello bicompartimentale (UWW), Reilly *et al.* hanno dimostrato la sostanziale inaffidabilità delle stesse equazioni predittive (41-44, 47) - anch'esse sviluppate con l'UWW a parte quella di Slaughter *et al.*, che prevedeva la correzione per TBW e una stima di MM - in un campione esterno di bambini (48). Anche se il modello bicompartimentale rimane inadeguato per la stima della FM in età pediatrica, questo studio dimostra la difficoltà di riprodurre le predizioni da un laboratorio all'altro. Nonostante i bambini studiati da Reilly *et al.* fossero prepuberi e vi fossero alcune differenze metodologiche tra gli studi, appare più che condivisibile la conclusione degli Autori che è meglio utilizzare le pliche come *indicatori* e non come predittori della massa grassa a livello individuale.



## 4.5 Conclusione

In conclusione, gli indicatori antropometrici devono essere preferibilmente impiegati in maniera diretta e in base all'evidenza di un significato *funzionale* associato. Il fatto che, nel *follow-up* di un trattamento dietetico od altro, il paziente serva da "controllo di sé stesso" può ovviare *in parte* alle limitazioni derivanti dall'impiego di valori di riferimento ottenuti in popolazioni differenti, come quella statunitense. Come abbiamo già osservato al Cap. I, l'"occhio clinico" può essere obiettivo nella stima dello stato di nutrizione attuale ma *non* è sufficientemente obiettivo per valutare *modificazioni* dello stato nutrizionale (20). L'impiego degli indicatori antropometrici all'interno di equazioni predittive della massa grassa o di altri compartimenti corporei dovrebbe essere, almeno al momento, lasciato preferibilmente alla ricerca.

## 4.6 Bibliografia

1. Johnston FE, Ouyang Z. Choosing appropriate reference data for the anthropometric assessment of nutritional status. In: Himes JH, editor. Anthropometric assessment of nutritional status. NY: Wiley-Liss; 1991. p. 337-46.
2. World Health Organization. Physical status: the use and interpretation of anthropometry. World Health Organization: Geneva; 1995.
3. Bedogni G, Borghi A, Battistini N, Principi di valutazione dello stato nutrizionale. Milano: EDRA; 1999.
4. Cameron N. Measurement issues related to the anthropometric assessment of nutritional status. In: Himes JH, editor. Anthropometric assessment of nutritional status. NY: Wiley-Liss; 1991. p. 347-64.
5. Frisancho A. Anthropometric Standards for the Assessment of Growth and Nutritional Status. Ann Arbor: The University of Michigan Press; 1990.
6. Waterlow JC, Buzina R, Keller W, Lane JM, Nichaman MZ, Tanner JM. The presentation and use of height and weight data for comparing the nutritional status of groups of children under the age of 10 years. Bull. World Health Organ. 1977;55:489-98.
7. Cole TJ. Growth charts for both cross-sectional and longitudinal data. Stat. Med. 1994;13:2477-92.
8. Habicht JP, Martorell R, Yarbrough C, Malina RM, Klein RE. Height and weight standards for preschool children. How relevant are ethnic differences in growth potential? Lancet 1974;1:611-4.
9. World Health Organization. Use and interpretation of anthropometric indicators of nutritional status. Bull. World Health Organ. 1986:929-41.
10. World Health Organization. Measuring change in nutritional status: guidelines for the assessing the nutritional impact of supplementary feeding programmes. World Health Organization: Geneva; 1983.

11. World Health Organization. Technical Report #258. World Health Organization: Geneva; 1963.
12. World Health Organization. Obesity: preventing and managing the global epidemic. World Health Organization: Geneva; 1998.
13. Tanner JM, Whitehouse RH, Takaishi M. Standards from birth to maturity for height, weight, height velocity and weight velocity: British children, 1965. *Arch. Dis. Child.* 1966;41:454-71; 613-25.
14. Tanner JM, Whitehouse RH. Revised standards for triceps and subscapular skinfolds in British children. *Arch. Dis. Child.* 1975;50:142-5.
15. Tanner JM. Fetus into man. Physical growth from conception to maturity. Cambridge: Harvard University Press; 1978.
16. Armitage P, Berry G. *Statistica Medica*. Milano: McGraw-Hill; 1996.
17. Coppo N, Manenti F. *Epatologia*. Torino: UTET; 1990.
18. Heymsfield SB, McManus III C, Seitz SB, Nixon DW, Andrews JS. Anthropometric assessment of adult protein-energy malnutrition. In: Wright RA, Heymsfield SB, editors. *Nutritional assessment*. Boston: Blackwell Scientific Publications; 1984. p. 27-82.
19. Italian Multicenter Cooperative Project on nutrition in liver cirrhosis. Nutritional status in cirrhosis. *J. Hepatol.* 1994;21:317-25.
20. Souba WW. Nutritional support. *New Engl. J. Med.* 1997;336:41-8.
21. Wilkens KG, Brouns Schiro K, editors. *Nutritional care of renal patients: The American Dietetic Association*; 1992.
22. Garn SM. Implications and applications of subcutaneous fat measurement to nutritional assessment and health risk evaluation. In: Himes JH, editor. *Anthropometric assessment of nutritional status*. NY: Wiley-Liss; 1991. p. 123-40.
23. Lohman TG. Skinfolds and body density and their relation to body fatness: a review. *Hum. Biol.* 1981;53:181-225.
24. Società Italiana di Nutrizione Umana. *Energia*. In: Società Italiana di Nutrizione Umana, editor. *LARN Revisione 1996*. Milano: EDRA; 1998. p. 20-57.
25. Battistini N, Bedogni G, editors. *Impedenza bioelettrica e composizione corporea*. Milano: EDRA; 1998.
26. Lohman TG, Roche AF, Martorell R, editors. *Manuale di Riferimento per la Standardizzazione Antropometrica (Edizione Italiana a cura di N. Battistini e G. Bedogni)*. Milano: EDRA; 1992.
27. Guo S, Chumlea WC. Statistical methods for the development and testing of predictive equations. In: Roche AF, Heymsfield SB, Lohman TG, editors. *Human body composition*. Champaign, IL: Human Kinetics; 1996. p. 191-202.
28. Norgan N. Anthropometric assessment of body fat and fatness. In: Himes JH, editor. *Anthropometric Assessment of nutritional status*. NY: Wiley-Liss; 1991. p. 197-212.
29. Segal KR, Dunaif A, Gutin B, Albu J, Nyman A, Pi-Sunier X. Body composition, not body weight, is related to cardiovascular disease risk factors and sex hormone levels in men. *J. Clin. Invest.* 1987;80:1050-5.
30. Baumgartner RN, Heymsfield SB, Roche AF. Human body composition and the epidemiology of chronic disease. *Obes. Res.* 1995;3:73-95.
31. Lohman TG. *Advances in body composition assessment*. Champaign, IL: Human Kinetics Publishers; 1992.

32. Gray DS, Bray GA, Bauer M, Kaplan K, Gemayel N, Wood R, *et al.* Skinfold thickness measurements in obese subjects. *Am. J. Clin. Nutr.* 1990;51:571-7.
33. Weltman A, Seip RL, Tran ZV. Practical assessment of body composition in adult obese males. *Hum. Biol.* 1987;59:523-35.
34. Durnin J, 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. *Br. J. Nutr.* 1974;32:77-97.
35. Sloan AW, Burt JJ, Blyth CS. Estimation of body fat in young women. *J. Appl. Physiol.* 1962;17:967-70.
36. Sloan AW. Estimation of body fat in young men. *J. Appl. Physiol.* 1967;23:311-5.
37. Jackson AS, Pollock ML. Generalized equations for predicting body density of women. *Med. Sci. Sports Exerc.* 1980;32:563-76.
38. Jackson AS, Pollock ML. Generalized equations for predicting body density of men. *Br. J. Nutr.* 1978;40:497-504.
39. Lohman TG. Antropometria e composizione corporea. In: Lohman TG, Roche AF, Martorell R, editors. *Manuale di Riferimento per la Standardizzazione Antropometrica (edizione italiana a cura di N. Battistini e G. Bedogni)*. Milano: EDRA; 1992. p. 141-5.
40. Beddoe AH, Samat SB. Measurement and prediction of total body fat. *Appl. Radiat. Isot.* 1998;5/6:465-7.
41. Johnston JL, Leong MS, Checkland EG, Zuberbahrer PC, Conger PR, Quinney HA. Body fat assessed from body density and estimated from skinfold thickness in normal children and adolescent with cystic fibrosis. *Am. J. Clin. Nutr.* 1988;48:1362-6.
42. Slaughter MH, Lohman TG, Boileau RA, Horswill CA, Stillman RJ, Van Loan MD, *et al.* Skinfold equations for estimating body fatness in children and youth. *Hum. Biol.* 1988;60:709-23.
43. Deurenberg P, Pieters JJJ, Hautvast JGAJ. The assessment of the body fat percentage by skinfold thickness measurements in childhood and young adolescence. *Br. J. Nutr.* 1990;63:293-303.
44. Brook CGD. Determination of body composition of children from skinfold measurements. *Arch. Dis. Child.* 1971;46:182-4.
45. Roemmich JN, Clark PA, Weltman A, Rogol AD. Alterations in growth and body composition during puberty. I. Comparing multicompartiment body composition models. *J. Appl. Physiol.* 1997;83:927-35.
46. Wells JC, Fuller NJ, Dewit O, Fewtrell MS, Elia M, Cole TJ. Four-component model of body composition in children: density and hydration of fat-free mass and comparison with simpler models. *Am. J. Clin. Nutr.* 1999;69:904-12.
47. Durnin JVGA, Ramahan MM. The assessment of the amount of fat in the human body from measurements of skinfold thickness. *Br. J. Nutr.* 1967;60:709-23.
48. Reilly JJ, Wilson J, Durnin JVGA. Determination of body composition from skinfold thickness: a validation study. *Arch. Dis. Child.* 1995;73:305-10.

## CAPITOLO V

---

# La valutazione antropometrica dello stato nutrizionale in differenti condizioni fisiologiche

---

## 5.0 Gravidanza e allattamento

“A differenza delle misurazioni effettuate in altri periodi della vita, finalizzate alla raccolta d’informazioni relative all’individuo sul quale vengono eseguite, quelle effettuate durante la gravidanza e l’allattamento sono attese riflettere sia lo stato nutrizionale materno che la crescita del feto e, in seguito, la quantità e la qualità del latte materno” (1, p. 37). La semplicità, il basso costo e i correlati funzionali fanno dell’antropometria una tecnica di potenziale interesse per la valutazione dello stato di salute materno-fetale. Ciononostante, il ruolo dell’antropometria in gravidanza è stato dibattuto a lungo per l’assenza di dati che ne dimostrassero l’effettiva utilità clinica (2). La recente pubblicazione dei risultati del Collaborative Study WHO, condotto su 111000 donne di 20 differenti Paesi, ha ravvivato l’interesse per le misurazioni antropometriche in gravidanza dimostrando la loro associazione con diverse complicanze del parto e alcuni disturbi dell’accrescimento fetale (1, pp. 48-55; 3; 4) (Tab. 5.1). Le conclusioni del Collaborative Study si applicano principalmente a donne malnutrite per difetto ma altri dati disponibili fanno ritenere che anche la malnutrizione per eccesso sia un fattore di rischio ostetrico (e per il parto pretermine). Ciononostante, inconsistenze tra i differenti studi non consentono di formulare un parere definitivo al riguardo (3, 5-9)<sup>1</sup>.

“Le misurazioni (antropometriche) raccomandate in corso di gravidanza e allattamento sono il peso, la statura, la circonferenza del braccio e del polpaccio e la plica della coscia” (1, p. 87). Comunque, mentre BW, BH e AC hanno un’utilità accertata in corso di gravidanza (cfr. tab. 5.1), sono necessari ulteriori studi per stabilire la rilevanza clinica della misurazione di CaC e ThSF. Consideriamo in dettaglio il significato (attuale o potenziale) di queste differenti misurazioni.

---

<sup>1</sup> A tale proposito, appare significativa la mancata inclusione del rischio ostetrico e del parto pretermine tra le “complicanze” dell’obesità nel recente Report della WHO (10, pp. 43 - 63).

**Tabella 5.1** Valore prognostico degli indicatori antropometrici in gravidanza. I dati rappresentano odd-ratio (OR) e sono tratti dal Collaborative Study WHO (1, p. 51). Gli OR sono stati calcolati per i soggetti al primo quartile rispetto a quelli compresi nell'ambito dei restanti quartili. Gli indicatori corrispondenti ai valori contrassegnati in arancione grassetto e in nero grassetto sono stati considerati rispettivamente fattori di rischio e di protezione.

Abbreviazioni: IUGR = ritardo della crescita intrauterina (intra-uterine growth retardation); SGA = piccolo per l'età gestazionale (small for gestational age); BH = body height; AC = arm circumference; PP = pregravidico (pre-pregnancy); BW = body weight; BMI = body mass index; wk = settimana di gestazione (week); BWG = guadagno ponderale (body weight gain); to = (da) a.

	IUGR o SGA	LBW	Parto pretermine	Parto assistito	Pre- eclampsia	Emorragia post-partum
BH	1.91	1.72	1.20	<b>1.61</b>	0.88	0.72
AC	1.63	1.93	1.22	<b>0.88</b>	<b>0.69</b>	<b>0.65</b>
PPBW	<b>2.55</b>	<b>2.38</b>	1.42	1.00	<b>0.71</b>	0.71
BW 20 wk	<b>2.77</b>	<b>2.43</b>	0.99	1.04	-	0.96
BW 28 wk	<b>3.03</b>	<b>2.41</b>	0.89	0.91	0.87	0.97
BW 36 wk	<b>3.09</b>	<b>2.59</b>	-	<b>0.87</b>	<b>0.71</b>	<b>0.68</b>
PPBMI	1.87	1.87	1.33	<b>0.76</b>	<b>0.75</b>	0.87
BMI wk 20	<b>2.11</b>	1.66	<b>0.75</b>	<b>0.73</b>	1.30	1.40
BMI wk 28	<b>2.31</b>	1.90	0.91	<b>0.67</b>	0.91	1.22
BMI wk 36	<b>2.26</b>	1.88	-	<b>0.68</b>	<b>0.69</b>	1.08
BWG pp to 20 wk	1.87	1.53	<b>0.47</b>	1.00	1.13	0.63
BWG pp to 28 wk	1.85	1.53	<b>0.78</b>	<b>0.75</b>	<b>0.82</b>	0.81
BWG pp to 36 wk	<b>2.06</b>	1.68	-	<b>0.73</b>	<b>0.60</b>	0.63
BWG 20 to 28 wk	1.71	1.64	1.43	<b>0.73</b>	0.79	1.04
BWG 20 to 36 wk	1.75	1.72	-	0.81	<b>0.29</b>	1.15
BWG 28 to 36 wk	1.47	1.24	-	0.89	<b>0.66</b>	0.72

### 5.0.1 Peso

In corso di gravidanza, BW rappresenta la somma del peso materno e fetale. Il peso fetale contribuisce a quello totale in misura dell'8.5% alla decima settimana, del 20.5% alla ventesima, del 31.5% alla trentesima e del 38.8% alla quarantesima (Tab. 5.2). Per quanto attiene alla predizione delle principali complicanze del parto e dell'accrescimento fetale, il valore *assoluto* del peso è generalmente superiore alla sua differenza tra un periodo e l'altro della gravidanza (cfr. tab. 5.1). L'incremento ponderale ritenuto *sicuro* dall'Institute of Medicine per il periodo compreso tra il II e il III trimestre è di 0.5 kg / settimana nelle donne sottopeso, 0.4 kg / settimana nelle donne normopeso e 0.3 kg / settimana nelle donne sovrappeso (11). Incrementi ponderali ai limiti superiori del range (3 kg / mese) dovrebbero indurre ad una valutazione più approfondita della donna, così come incrementi ponderali inferiori a 0.5 kg / mese nelle donne sovrappeso e inferiori a 1 kg / mese nelle donne normopeso. Le indicazioni dell'Institute of Medicine sono supportate dai risultati del Collaborative Study WHO (1, pp. 90 - 97). Durante l'allattamento, si assiste a un lento e progressivo calo ponderale che si stabilizza nel giro di 4 - 6 mesi. Nelle donne malnutrite per difetto, questo calo pon-

**Tabella 5.2** Composizione dell'incremento ponderale in corso di gravidanza fisiologica (compilazione da differenti studi) (5, 13). I dati relativi al feto e agli annessi fetali sono stati ricavati da studi autoptici. Il grasso totale materno è stato stimato indirettamente o con modelli bi-compartimentali.

	Settimana							
	10		20		30		40	
	g	%	g	%	g	%	g	%
<b>Prodotto del concepimento</b>								
Feto	5	0.8	300	7.5	1500	17.6	3400	27.2
Placenta	20	3.1	170	4.2	430	5.1	650	5.2
Liquido amniotico	30	4.6	350	8.8	750	8.8	800	6.4
Totale	55	8.5	820	20.5	2680	31.5	4850	38.8
<b>Madre</b>								
Utero	140	21.5	320	8.0	600	7.1	970	7.8
Mammelle	45	6.9	180	4.5	360	4.2	405	3.2
Sangue	100	15.4	600	15.0	1300	15.3	1250	10.0
Acqua extracellulare	0.0	0.0	30	0.8	80	0.9	1680	13.4
Grasso	310	47.7	2050	51.2	3480	40.9	3345	26.8
Totale	595	91.5	3180	79.5	5820	68.5	7650	61.2
Incremento ponderale totale	650	100.0	4000	100.0	8500	100.0	12500	100.0

derale è più lento. Bassi valori di BW si associano inoltre ad una ridotta quantità di latte e a modificazioni della sua composizione (1, p. 109).

### 5.0.2 Statura

La sproporzione cefalo-pelvica rappresenta un fattore di rischio per parto complicato nelle donne di bassa statura (cfr. tab. 5.1). [(Si dovrebbe considerare che la lordosi *fisiologica* della gravidanza è spesso responsabile di una riduzione di BH. L'effetto è evidente anche nelle donne adolescenti, il cui incremento staturale complessivo in corso di gravidanza è spesso inferiore a 1 cm (1, p. 42).] Il riscontro di bassa statura in una donna di un paese sottosviluppato è indicativo suggestivo di una malnutrizione per difetto occorsa durante l'accrescimento. Se tale malnutrizione è proseguita in età adulta, ciò rappresenta un ulteriore fattore di rischio osteetrico<sup>2</sup>.

<sup>2</sup> La misurazione di BH non consente di esprimersi sulla *persistenza* di una malnutrizione per difetto iniziata durante l'accrescimento. Per porre tale diagnosi, è necessario misurare (almeno) BW.

### 5.0.3 Pliche

L'evidenza di una redistribuzione fisiologica del grasso sottocutaneo in corso di gravidanza suggerisce un ruolo per la plicometria nella definizione dello stato nutrizionale materno-fetale (5). ThSF è la plica che presenta il massimo incremento in corso di gravidanza (+ 5 mm alla quarantesima settimana), seguita da SISF (+ 3 mm) e SSF (+ 2 mm). TSF presenta invece una riduzione contenuta, per lo più entro 1 mm (5, 12, 13). Sfortunatamente, sono disponibili solo pochi dati sulle modificazioni delle pliche nel corso dell'intera gravidanza e ciò non consente la definizione di valori di riferimento (1, p. 98). Nonostante la carenza di studi sistematici, l'evidenza disponibile suggerisce che le pliche siano predittori *indipendenti* dell'accrescimento fetale (5). Ad esempio, Briend *et al.* (14) hanno osservato una relazione inversa tra l'accrescimento fetale e TSF in donne africane e Frisancho *et al.* (15) hanno osservato una relazione diretta tra AMA e il peso alla nascita in donne sudamericane. La misurazione delle pliche in corso di gravidanza presenta, comunque, alcuni problemi. La riduzione dello spessore di una plica dell'addome in corso di gravidanza può dipendere in parte dalla compressione esercitata sulla cute dell'addome dal sottostante utero gravido. Inoltre, l'espansione delle pliche (e delle circonferenze) dell'arto inferiore potrebbe essere dovuta all'accumulo di liquidi. Parimenti, è probabile che le rapide modificazioni delle pliche osservabili nelle prime settimane *post-partum* siano dovute al ripristino del livello d'idratazione pregravidico. Durante l'allattamento, le pliche tendono a decrescere progressivamente, con la possibile eccezione di TSF (1, p. 109).

### 5.0.4 Circonferenze

In ragione della sua accessibilità, AC è la circonferenza più comunemente misurata in gravidanza. Poiché AC si modifica *assai poco* durante la gravidanza, la sua misurazione offre una stima migliore dello stato nutrizionale pregravidico rispetto ad una misurazione consensuale di BW. AC rappresenta inoltre un fattore di rischio per parto complicato (cfr. tab. 5.1). CaC presenta un certo interesse come indicatore dell'idroritenzione (fisiologica o patologica) della gravidanza.

### 5.0.5 Equazioni predittive per la stima della massa grassa in gravidanza

Nonostante siano disponibili equazioni antropometriche per la stima di FM o di altri compartimenti corporei in corso di gravidanza (16-21), il loro impiego a livello individuale è sconsigliabile per i motivi descritti in dettaglio al § 4.4.1.

### 5.0.6 Conclusione

Il modo migliore per concludere questo paragrafo è probabilmente quello di citare la posizione ufficiale della WHO relativamente alla valutazione antropometrica in corso di gravidanza (cfr. tab. 5.1)<sup>3</sup>: "Quando le risorse sono limitate (ad



es., non sono disponibili bilance), una bassa statura può essere utile come strumento di screening in ragione della sua associazione moderata (OR da 1.2 a 1.9) con differenti *outcome*. Comunque, è probabile che l'impiego della statura produca un grado considerevole di misclassificazione. La scelta dei *cut-off* più appropriati per lo screening dipenderà dalle condizioni locali e dalle risorse disponibili per l'intervento. Attualmente, soltanto la statura sembra essere un predittore sufficientemente accurato della necessità di un parto assistito. Comunque, è necessaria un'ulteriore valutazione del potenziale di misclassificazione associato al suo impiego e, se i risultati saranno promettenti, sarà necessario produrre dati di riferimento appropriati<sup>4</sup>. Le misurazioni del peso dovrebbero essere effettuate precocemente in gravidanza per consentire un intervento adeguato. Il peso raggiunto alla ventesima settimana di gravidanza è utile per lo screening di donne che necessitano di supplementazione dietetica. Una valutazione oltre tale periodo potrebbe essere utile per inviare le madri a una struttura specializzata dove i neonati pretermine o piccoli per l'età gestazionale (SGA = small for gestational age) potrebbero ricevere cure speciali. L'utilità del peso misurato in corso di gravidanza aumenta se la bassa statura è impiegata come primo livello di screening; il BMI isolato è meno utile di questo screening a due livelli, anche se è necessaria una valutazione del rischio di misclassificazione associato a quest'ultimo approccio. La circonferenza del polpaccio potrebbe inoltre rivelarsi più utile di alcuni indicatori più "sostanziosi". L'incremento ponderale tra due differenti periodi della gravidanza è meno utile di una singola misurazione del peso per la predizione di una gravidanza con *outcome* sfavorevole. La plica della coscia sembra avere un potenziale più rilevante come indicatore della composizione corporea materna e delle sue modificazioni ed è correlata alla crescita fetale e alle riserve corporee materne nel *post-partum*" (1, pp. 112-113).

---

## 5.1 Accrescimento

### 5.1.1 Introduzione

L'accrescimento è una caratteristica distintiva dell'infanzia, della fanciullezza e dell'adolescenza. Il fabbisogno di energia e nutrienti del bambino e dell'adolescente riflette questa caratteristica includendo una voce unica per questa età della vita. L'accrescimento rappresenta però una priorità secondaria rispetto al mantenimento delle funzioni vitali. Ciò fa sì che una ridotta disponibilità o uti-

---

<sup>3</sup> Tale posizione riflette il fatto che il Collaborative Study WHO riguarda principalmente la malnutrizione per difetto.

<sup>4</sup> Attualmente, la WHO sconsiglia l'uso della statura ai fini dello screening (4).

lizzazione di nutrienti produca turbe dell'accrescimento a vantaggio della sopravvivenza. Il valore dell'antropometria risiede proprio nel fatto che essa è in grado di fornire una valutazione dell'accrescimento attraverso la misurazione delle principali caratteristiche morfo-funzionali da esso influenzate.

### 5.1.2 Età neonatale

Le dimensioni corporee alla nascita riflettono la salute fetale e neonatale. Esse sono influenzate dalla durata della gravidanza e dalla progressione dell'accrescimento fetale. Nonostante la durata della gestazione e l'accrescimento fetale interagiscano tra loro, i loro determinanti eziologici sono per lo più separati. "In particolare, la statura materna, il peso pregravidico e l'assunzione di energia durante la gravidanza hanno un effetto rilevante sull'accrescimento ma decisamente minore sulla durata della gestazione. I fattori genetici (inclusi quelli razziali) e inter-generazionali esercitano i loro effetti principalmente sulla crescita fetale; il fumo di sigaretta influenza sia la crescita fetale che la durata della gestazione, ma ha un effetto più rilevante su quest'ultima. Soltanto alcuni determinanti, come le infezioni, l'uso di cocaina da parte della madre e l'ipertensione pregravidica e gestazionale (in particolare le varianti gravi di pre-eclampsia) influenzano entrambi questi *outcome*" (1, p. 122). Poiché la durata della gestazione condiziona le dimensioni corporee alla nascita, la valutazione antropometrica del neonato non può prescindere da un'accurata valutazione dell'età gestazionale.

#### 5.1.2.1 PESO

BW è la variabile antropometrica più misurata in età neonatale. Esso deve essere sempre riferito all'età, nella forma del "peso per età gestazionale" (BWGA, body weight for gestational age). In base a quest'indicatore, i neonati vengono classificati in piccoli (SGA), appropriati (AGA, appropriate for gestational age) e grandi (LGA, large for gestational age) per l'età gestazionale. Questa distinzione può essere operata con differenti criteri. La WHO consiglia di definire SGA un neonato con BWGA < 10° percentile, AGA uno con BWGA compreso tra il 10° e il 90° percentile e LGA uno con BWGA > 90° percentile (1, p. 123). I neonati SGA presentano una maggior frequenza di anomalie genetiche e infezioni intrauterine e un maggior rischio di morte, ipoglicemia, ipocalcemia, policitemia e complicanze dello sviluppo neurologico e cognitivo da ipossia intrauterina e *intra-partum* (1, p. 124). Un neonato LGA presenta un maggior rischio di trauma neonatale (inclusa la frattura della clavicola e la lesione del plesso brachiale) e di asfissia secondaria a parto complicato. L'evidenza di un neonato LGA potrebbe inoltre rappresentare il primo sospetto di un diabete materno non diagnosticato. Se non è disponibile l'età gestazionale - cosa che in un paese "sviluppatissimo" non dovrebbe mai accadere (1, p. 129) - si dovrebbe utilizzare BW al posto di BWGA. Un neonato di peso inferiore a 2500 g è detto "di basso peso" (LBW, low body weight) e dovrebbe essere sempre riferito ad un centro specializzato per i trattamenti del caso (1, p. 126).

#### 5.1.2.2 LUNGHEZZA

La misurazione di SL alla nascita rappresenta, a detta di molti Autori, un'utile integrazione a quella di BW. In particolare, una discrepanza tra BW e SL potrebbe suggerire un'eziologia specifica per un disturbo dell'accrescimento intrauterino. Come per BW, l'impiego migliore di SL è quello riferito all'età gestazionale. La potenziale utilità di SL si scontra peraltro con l'obiettivo difficoltà di ottenere una misurazione precisa in ragione della variabilità della postura e del tono muscolare del neonato.

#### 5.1.2.3 Pliche

Per l'obiettivo difficoltà di misurazione, le pliche non vengono comunemente misurate nel neonato. Questa misurazione è attualmente praticata unicamente a scopo di ricerca (22, 23).

#### 5.1.2.4 CIRCONFERENZE

La misurazione di HeC presenta una maggior riproducibilità rispetto a quella di SL. Inoltre, essa è un indicatore delle dimensioni del cervello sino all'età di 36 mesi. Ciononostante, la sua misurazione può essere complicata dalle modificazioni della teca cranica del neonato prodotte durante il parto. In uno studio multicentrico organizzato dalla WHO, il valore di ChC alla nascita è risultato ben correlato a quello del peso e la circonferenza ha dimostrato un buon valore predittivo positivo nello screening di soggetti LBW (1, p. 136; 24). Ciò è all'origine della raccomandazione che "se non sono disponibili bilance, si dovrebbe misurare la circonferenza del torace; bambini con circonferenza del torace < 29 cm sono da considerare ad "alto rischio" e quelli con circonferenza  $\geq 29$  cm ma < 30 cm come a "rischio". Si dovrebbe comunque notare che "questa misura è stata validata solo per quanto riguarda la sua associazione col peso alla nascita e non con gli *outcome* perinatali" (1, p. 154).

#### 5.1.2.5 VALORI DI RIFERIMENTO PER L'ETÀ NEONATALE

Nella sua rassegna critica dei valori di riferimento disponibili per l'età neonatale (1, pp. 136-153), la WHO consiglia l'impiego di dati ottenuti su un campione di più di due milioni di bambini californiani e caratterizzati da un'ottima qualità.

### 5.1.3 Infanzia e giovinezza

BW e BH sono gli indicatori antropometrici più utilizzati durante l'infanzia. (Sino all'età di due anni, BH è sostituito da SL). Essi vengono "classicamente" impiegati sotto forma di tre parametri: altezza per età (BWA, body weight for age), peso per altezza (BWH, body weight for height) e peso per età (BHA, body height for age). Consideriamo in maggior dettaglio ciascuno di questi parametri.

### 5.1.3.1 ALTEZZA PER ETÀ

Un basso valore di BHA (< 5° o 3° percentile) segnala una condizione di “bassa statura” (*shortness*). Se (e solo se) essa dipende da un processo patologico, questa condizione può essere definita *stunting*. Quest’ultimo termine non può essere adottato, ad esempio, per designare la bassa statura di un bambino nato da genitori di bassa statura poiché essa riflette una condizione fisiologica e non patologica. Nei Paesi sottosviluppati, la bassa statura è spesso sinonimo di *stunting*, ovvero di una ridotta disponibilità o utilizzazione dei nutrienti con ripercussione sullo sviluppo staturale del bambino. L’occorrenza di *stunting* in bambini di età inferiore a 3 anni suggerisce un’insufficienza *continuativa* dell’accrescimento mentre è spesso sinonimo di crescita *fallita* in bambini di età superiore (1, p. 164). Poiché la compromissione dello sviluppo staturale si realizza nel lungo termine, è invalso l’uso di utilizzare il termine “malnutrizione cronica” come sinonimo di “bassa statura” patologica. Quest’uso è improprio perché BHA non consente di formulare alcun giudizio sulla *persistenza* dello stato di malnutrizione. Per fare ciò, è richiesta (almeno) la considerazione di BWA (v. § 5.1.3.2). Se si vuole utilizzare il termine *malnutrizione*, lo si dovrà fare specificando che il bambino è malnutrito *relativamente* al parametro altezza per età (1, p. 163). Un valore elevato di BHA segnala una condizione di “statura elevata” (*tallness*). Il riscontro di una statura elevata è generalmente poco rilevante ai fini dello stato di nutrizione ma potrebbe suggerire la presenza di anomalie endocrine come una produzione eccessiva di ormone della crescita.

### 5.1.3.2 PESO PER ALTEZZA

Un basso valore di BWH (< 5° o 3° percentile) segnala una condizione di “magrezza” (*thinness*). Se (e solo se) essa dipende da un processo patologico, questa condizione può essere definita *wasting*. Nei Paesi sottosviluppati, un basso valore di peso per altezza è spesso sinonimo di *wasting*, ovvero di una ridotta disponibilità o utilizzazione dei nutrienti con ripercussione sullo sviluppo ponderale del bambino. Poiché la compromissione dello sviluppo ponderale si realizza nel breve termine, è invalso l’uso di utilizzare il termine “malnutrizione acuta” o “attuale” o “severa” come sinonimo di “basso peso” patologico. Quest’uso è improprio perché può contribuire all’equivoco di considerare “normonutrito” un soggetto con peso “nella norma” ma affetto da *stunting*. Inoltre, in molti Paesi sottosviluppati, il basso peso rappresenta una condizione *cronicamente* presente. Se si vuole utilizzare il termine *malnutrizione*, lo si dovrà fare specificando che il bambino è malnutrito *relativamente* al parametro peso per età (1, p. 163). Un valore elevato di BWH segnala una condizione di “sovrappeso” (*overweight*) ed è utile per la valutazione della malnutrizione per eccesso. Nel porre questa diagnosi, occorre ricordare che “Per quanto vi sia una stretta correlazione tra il peso per altezza e l’obesità misurata attraverso l’*adiposità*, un’espansione della massa magra potrebbe contribuire a maggiori valori di peso per altezza. *A livello individuale, pertanto, i termini “adiposità” e “obesità” non dovrebbero essere utilizzati per descrivere un valore elevato del parametro peso per altezza*”<sup>5</sup>(1, p. 165)

### 5.1.3.3 PESO PER ETÀ

BWA riflette lo stato ponderale relativamente all'età. Esso è influenzato sia da BHA che da BWH e ciò rende complessa la sua interpretazione. Un basso valore di BWA (< 5° o 3° percentile) segnala una condizione nota come *lightness*. Se (e solo se) essa dipende da un processo patologico, questa condizione può essere definita "sottopeso" (*underweight*). (Il problema di questa definizione è che l'opposto di sottopeso, ovvero sovrappeso (*overweight*), si riferisce ad un'altra classificazione, quella basata su BWH). Poiché un basso valore di BWA può dipendere da un basso valore di BWH, BHA o entrambi, è invalso l'uso di utilizzare il termine di "malnutrizione globale" o "attuale" o "severa" come sinonimo di "basso peso" patologico. Per i motivi già ricordati, quest'uso è improprio e deve essere evitato. Se si vuole utilizzare il termine *malnutrizione*, lo si dovrà fare specificando che il bambino è malnutrito *relativamente* al parametro peso per età (1, p. 163). Valori elevati di BWA *non* vengono utilizzati come indicatori di sovrappeso perché BWH è un miglior indicatore.

### 5.1.3.4 BODY MASS INDEX

BHA, BWH e BWA rappresentano la "triade" antropometrica comunemente utilizzata per valutare lo stato di nutrizione e l'accrescimento del bambino. BWH è un indice pondero-staturale che, a detta di alcuni Autori, potrebbe essere convenientemente sostituito dal BMI (25). Il vantaggio principale derivante dall'introduzione del BMI in età pediatrica sarebbe la possibilità d'impiego di un'unico indicatore di adiposità per tutte le età della vita. Ciononostante, l'impiego del BMI in età pediatrica comporta diverse difficoltà ancora irrisolte (cfr. § 3.1.3.3). La posizione della WHO relativamente all'impiego del BMI nel bambino giovane è la seguente: "Il BMI è stato impiegato nei bambini più vecchi e negli adolescenti, ma non nei bambini giovani per via della sua relazione con l'età. Pertanto, in aggiunta al calcolo o all'impiego di una tavola o di un nomogramma per ottenere il valore del BMI, è anche necessario riferirlo all'età attraverso una curva specifica. Inoltre, non vi sono valori di riferimento pediatrici ampiamente utilizzati e il loro sviluppo non sembra comunque utile al momento" (1, p. 175). L'entusiasmo attualmente dimostrato dai ricercatori nei confronti dell'impiego del BMI per *tutta* la durata dell'accrescimento e la recentissima disponibilità di dati di riferimento di buona qualità potrebbero far sì che il BMI diventi una parte integrante della valutazione antropometrica del bambino anche prima dell'adolescenza (26-30).

### 5.1.3.5 Pliche

Nonostante la WHO consideri la misurazione delle pliche indispensabile per la definizione dello stato di adiposità dell'individuo, essa sconsiglia questo tipo di misurazione nell'infanzia e nella giovinezza (1, p. 175). Le motivazioni addot-

<sup>5</sup> Ciò è vero anche per l'adulto, come discusso in dettaglio al Cap. 3, ma è più rilevante nel bambino per la maggior variabilità del peso durante l'accrescimento rispetto all'età adulta.

te comprendono la variabilità inter- ed intra-operatore delle misurazioni, il costo degli strumenti e l'assenza di dati di riferimento "ampiamente accettati". Se l'obiettivo è quello di effettuare una valutazione della malnutrizione per difetto in un paese sottosviluppato, la posizione della WHO è assolutamente condivisibile. Ciononostante, una valutazione plicometrica durante l'infanzia e l'adolescenza appare indispensabile sul versante della ricerca per stabilire se l'eccesso di *adiposità* possa influenzare il rischio di malattia attuale e futura (31-34).

#### 5.1.3.6 CIRCONFERENZE

AC si è dimostrata un predittore della morbilità e mortalità associata alla malnutrizione per difetto spesso superiore a BW, BH e agli indici pondero-staturali. I punti di forza di AC per questo tipo di applicazione sono il basso costo e la portabilità della strumentazione (1, p. 171).

#### 5.1.3.7 FREQUENZA DELLE MISURAZIONI E VALORI DI RIFERIMENTO

La regola più importante nella valutazione dell'accrescimento è che "la posizione di un singolo valore sulla carta... è meno importante del *pattern* temporale di crescita" (1, p. 192). "Nondimeno, nel valutare l'adeguatezza del ritmo di crescita è importante guardarsi dall'eccessiva interpretazione di dati provenienti da misurazioni molto ravvicinate, poiché nell'infanzia sono presenti sia *spurt* accrescitivi che decelerazioni della crescita nel primo anno di vita" (1, p. 198). La frequenza delle misurazioni durante l'infanzia dipende dalla velocità di accrescimento, dall'errore associato alla misurazione e dal fine della valutazione antropometrica. "Per quanto attiene alla misurazione di BW, intervalli di 1 mese sono sufficienti per i primi 6 mesi di vita ma intervalli più lunghi (circa 2 mesi) potrebbero essere più appropriati in seguito" (35). I dati di riferimento consigliati per la valutazione di BW e BH durante l'infanzia sono quelli NCHS. I dati NCHS relativi ai soggetti da 0 a 24 mesi sono stati ottenuti dal Fels Longitudinal Study e non dallo studio NHANES. Ciò pone due (principali) problemi: 1) le misurazioni effettuate da 0 a 24 mesi sono state ottenute da uno studio longitudinale, al contrario di quelle dai 2 anni in poi, ricavate da uno studio trasversale e, 2) i soggetti seguiti dallo studio Fels sono stati allattati con formula, al contrario delle attuali raccomandazioni WHO. La WHO stessa riconosce la sostanziale inadeguatezza di questi dati e la necessità di sviluppare un nuovo standard per questa fascia d'età (1, pp. 227-250; 36).

### 5.1.4 Adolescenza

L'adolescenza è caratterizzata da profondi cambiamenti bio-psico-sociali che segnano il passaggio dalla giovinezza all'età adulta. Lo *spurt* accrescitivo e la comparsa dei caratteri sessuali secondari rappresentano i mutamenti somatici più evidenti. L'entità e la velocità di questi cambiamenti hanno fatto desistere a lungo i ricercatori dallo studio sistematico dell'associazione tra lo sviluppo adolescenziale e il rischio di malattia dell'età adulta (1, p. 264). L'emergenza dell'o-

besità come problema di salute pubblica ha prodotto un nuovo interesse nei confronti dell'antropometria dell'adolescente come possibile predittore della malattia dell'adulto. Poiché la maturazione verso l'età adulta avviene con ritmi differenti nei differenti soggetti, l'età cronologica non è, in generale, un indicatore affidabile dell'accrescimento. Al minimo, deve essere considerato lo stadio puberale del soggetto<sup>6</sup>.

#### 5.1.4.1 LA VALUTAZIONE ANTROPOMETRICA DURANTE L'ADOLESCENZA

L'impiego di BW e BH nell'adolescenza segue il razionale già discusso per l'infanzia e la giovinezza. Il riscontro di un valore di BHA < 3° percentile fa porre diagnosi di basso peso per età (ed eventualmente *stunting*); quello di un valore di BMI per età (BMIA) < 5° percentile, di magrezza (*thinness*); quello di un BMI > 85° percentile, di sovrappeso (*overweight*) e solo l'associazione di BMIA > 85° percentile, TSF per età > 85° percentile e SSF per età > 85° percentile consente la diagnosi di obesità (1, p. 271). BWH non viene considerato perché "si modifica drammaticamente con l'età; di conseguenza, ad una determinata altezza, il valore di BW corrispondente a un particolare percentile non è lo stesso per tutte le età". In assenza di valori di riferimento locali, la WHO consiglia l'impiego dei valori di riferimento NCHS.

## 5.2 Invecchiamento

Gli anziani rappresentano la fascia di popolazione in maggior espansione. È atteso che gli individui di età superiore a 60 anni rappresenteranno il 70% della popolazione dei Paesi sviluppati entro il 2020 (38). Pertanto, la considerazione dell'età geriatrica assume un particolare significato in termini di salute pubblica, sia sul versante preventivo che su quello terapeutico. L'antropometria potrebbe rappresentare un ottimo strumento di sorveglianza dello stato di nutrizionale di salute dell'anziano ma, come osserva la WHO, "vi è una considerevole assenza di informazione relativamente al significato funzionale degli indicatori antropometrici in età geriatrica" (1, p. 389).

<sup>6</sup> La WHO consiglia l'impiego di almeno due indicatori per sesso: il raggiungimento dello stadio "breast" 2 (B2) nella femmina e dello stadio "genitalia" 3 (G3) nel maschio come indicatori dell'inizio dello spurt accrescitivo e il raggiungimento del menarca nella ragazza e della voce adulta nel ragazzo come indicatori del completamento della maggior parte del periodo di spurt (1, p. 276-281). La valutazione "classica" dello stadio puberale secondo Tanner rappresenta probabilmente il miglior ausilio per la valutazione antropometrica dell'adolescente effettuata dal pediatra.

### 5.2.1 *Peso, statura e body mass index*

I dati NCHS mostrano un progressivo incremento di BW sino alla IV decade nei maschi e alla V decade nelle femmine (cfr. Fig. 3.1) mentre un decremento rilevante di BW comincia ad essere apparente attorno alla VII decade. Oltre i 60 anni, si assiste a una riduzione di BH pari a 1-2 cm per decade (cfr. Fig. 3.3). Essa è particolarmente evidente per SH e SHI (cfr. Fig. 3.47) ed è dovuta principalmente a modificazioni dell'anatomia e della funzionalità del rachide. Quando il soggetto è incapace di assumere la posizione eretta, SL può essere misurata al posto di BH. Alternativamente, BH potrebbe essere stimata da parametri indiretti come l'altezza del ginocchio (KH, knee height) (39). Sono anche disponibili equazioni predittive di BW a partire da SSF, AC e KH (40). L'ampia variabilità interindividuale delle predizioni è però responsabile di errori molto rilevanti e quest'approccio è consigliabile *solo* in casi particolari (ad es., paziente con frattura di femore). I dati NCHS mostrano che BMI raggiunge un plateau soltanto alla V decade nel maschio e alla VII decade nella femmina (cfr. Fig. 3.5). L'accuratezza del BMI come indicatore di adiposità e del rischio associato al sovrappeso o sottopeso in età geriatrica non è peraltro nota. A parità di BMI, le donne anziane presentano una composizione corporea radicalmente differente dalle donne giovani, caratterizzata da maggiori valori di FM e ridotti valori di TBW e MM (41). I valori "tradizionali" di BMI per la diagnosi del difetto e dell'eccesso ponderale nell'adulto (cfr. tab. 3.2) possono essere utilizzati con sicurezza sino a 65 anni.

v

154

### 5.2.2 *Pliche*

L'indisponibilità di valori di riferimento limita sostanzialmente l'applicabilità della plicometria all'età geriatrica. La misurazione delle pliche mette in evidenza una redistribuzione del grasso dal distretto sottocutaneo a quello viscerale, confermata dalla CT. Si assiste infatti a una riduzione dello spessore di TSF, BSF e CSF con aumento di WC e WHR. A parità di età, le donne anziane presentano una maggior quantità di tessuto adiposo sottocutaneo. Il significato funzionale di questa redistribuzione e le sue ripercussioni sullo stato di salute sono largamente ignote (1, p. 378).

### 5.2.3 *Circonferenze*

CaC è la circonferenza più studiata in età geriatrica, dove è considerata "l'indicatore più sensibile della massa muscolare" (1, p. 390). Le dimensioni di CaC sono correlate col grado di attività fisica del soggetto (42).

### 5.2.4 *Antropometria recombente*

L'antropometria recombente è stata sviluppata per consentire la misurazione delle principali dimensioni antropometriche nel soggetto incapace di mantenere la posizione eretta o portatore di handicap (43). BW può essere misurato con bilan-



ce a sedia o a letto; BH può essere sostituita da SL (difficilmente sarà possibile misurare l'arm-span, che richiede il mantenimento della statura eretta); TSF, AC e SSF vengono misurate col soggetto in posizione supina; CaC e KH vengono misurate in posizione supina e col ginocchio flesso di 90°.

### 5.2.5 Il problema dei valori di riferimento

L'indisponibilità di valori di riferimento complica notevolmente la valutazione antropometrica in età geriatrica. In assenza di valori di riferimento locali, la WHO consiglia l'impiego dei dati NHANES III, ma solo a *fini descrittivi* (1, p. 400).

---

## 5.3 Bibliografia

1. World Health Organization. Physical status: the use and interpretation of anthropometry. World Health Organization: Geneva; 1995.
2. Dawes MG, Green J, Ashurst H. Routine weighing in pregnancy. *Br. Med. J.* 1992;304:487-9.
3. World Health Organization. Maternal anthropometry and pregnancy outcomes. A WHO Collaborative Study. *Bull. World Health Organ.* 1995;73:1-98.
4. World Health Organization. A WHO collaborative study of maternal anthropometry and pregnancy outcomes. *Int. J. Gynaecol. Obstet.* 1997;57:1-15.
5. Adair LS, Bisgrove EZ. Maternal anthropometry during pregnancy, pregnancy weight gain, and pregnancy outcome. In: Himes JH, editor. *Anthropometric assessment of nutritional status*. NY: Wiley-Liss; 1991. p. 83-111.
6. Laara E, Rantakallio P. Body size and mortality in women: a 29 year follow up of 12,000 pregnant women in northern Finland. *J. Epidemiol. Community Health* 1996;50:408-14.
7. Carmichael S, Abrams B, Selvin S. The pattern of maternal weight gain in women with good pregnancy outcomes. *Am. J. Public Health* 1997;87:1984-8.
8. Cnattingius S, Bergstrom R, Lipworth L, Kramer MS. Prepregnancy weight and the risk of adverse pregnancy outcomes. *N. Engl. J. Med.* 1998;338:147-52.
9. Schieve LA, Cogswell ME, Scanlon KS. Maternal weight gain and preterm delivery: differential effects by body mass index. *Epidemiology* 1999;10:141-7.
10. World Health Organization. *Obesity: preventing and managing the global epidemic*. World Health Organization: Geneva; 1998.
11. Institute of Medicine. *Nutrition during pregnancy. Part 1: weight gain*. Washington, DC: National Academy Press; 1980.
12. Taggart NR, Holliday RM, Billewicz WZ, Hytten F, Thomson AM. Changes in skinfold during pregnancy. *Br. J. Nutr.* 1967;21:439-51.
13. Hytten FE, Leitch I. *The physiology of human pregnancy*. 2nd ed. Oxford: Blackwell Scientific; 1971.

14. Briend. Do maternal energy reserves limit fetal growth? *Lancet* 1985;1:38-40.
15. Frisancho AR, Klayman JE, Matos J. Influence of maternal nutritional status on prenatal growth in a Peruvian urban population. *Am. J. Phys. Anthropol.* 1977;46:265-74.
16. Butte NF, Wills C, Smith EO, Garza C. Prediction of body density from skinfold measurements in lactating women. *Br. J. Nutr.* 1985;53:485-9.
17. Catalano PM, Wong WW, Drago NM, Amini SB. Estimating body composition in late gestation: a new hydration constant for body density and total body water. *Am. J. Physiol.* 1995;268:E153-8.
18. Forsum E, Sadurskis A, Wager J. Estimation of body fat in healthy Swedish women during pregnancy and lactation. *Am. J. Clin. Nutr.* 1989;50:465-73.
19. Hopkinson JM, Butte NF, Ellis KJ, Wong WW, Puyau MR, Smith EO. Body fat estimation in late pregnancy and early postpartum: comparison of two-, three-, and four-component models. *Am. J. Clin. Nutr.* 1997;65:432-8.
20. Paxton A, Lederman SA, Heymsfield SB, Wang J, Thornton JC, Pierson RN, Jr. Anthropometric equations for studying body fat in pregnant women. *Am. J. Clin. Nutr.* 1998;67:104-10.
21. van Raaij JM, Peek ME, Vermaat-Miedema SH, Schonk CM, Hautvast JG. New equations for estimating body fat mass in pregnancy from body density or total body water. *Am. J. Clin. Nutr.* 1988;48:24-9.
22. Micheli JL, Pfister R, Junod S, Laubscher B, Tolsa JF, Schutz Y, et al. Water, energy and early postnatal growth in preterm infants. *Acta Paediatr.* 1994;405 (Suppl):35-42.
23. Wales JK, Carney S, Gibson AT. The measurement of neonates. *Horm. Res.* 1997;48:2-10.
24. World Health Organization. Use of a simple anthropometric measurement to predict birth weight. *Bull. World Health Organ.* 1993;71:157-63.
25. Cole TJ. Weight-stature indices to measure underweight, overweight and obesity. In: Himes JH, editor. *Anthropometric assessment of nutritional status.* NY: Wiley-Liss; 1991. p. 83-111.
26. Dietz WH, Bellizzi MC. Introduction: the use of body mass index to assess obesity in children. *Am. J. Clin. Nutr.* 1999;70 (Suppl):123S-5S.
27. Bellizzi C, Dietz WH. Workshop on childhood obesity: summary of the discussion. *Am. J. Clin. Nutr.* 1999;70:173S-5S.
28. Cole TJ, Bellizzi MC, Flegal KM, Dietz WH. Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. *Br. Med. J.* 2000;320:1240-3.
29. Cole TJ, Freeman JV, Preece MA. Body mass index reference curves for the UK, 1990. *Arch. Dis. Child.* 1995;73:25-9.
30. Cole TJ, Roede MJ. Centiles of body mass index for Dutch children aged 0-20 years in 1980—a baseline to assess recent trends in obesity. *Ann. Hum. Biol.* 1999;26:303-8.
31. Seefeldt VD, Harrison GG. *Antropometria ed età pediatrica.* In: Lohman T, Roche A, Martorell R, editors. *Manuale di Riferimento per la Standardizzazione Antropometrica* (edizione italiana a cura N. Battistini e G. Bedogni). Milano: EDRA; 1992. p. 127-9.
32. Lohman TG. *Advances in body composition assessment.* Champaign, IL: Human Kinetics Publishers; 1992.

33. Gasser T, Ziegler P, Seifert B, Molinari L, Largo RH, Prader A. Prediction of adult skinfolds and body mass from infancy through adolescence. *Ann. Hum. Biol.* 1995;22:217-33.
34. Sardinha LB, Going SB, Teixeira PJ, Lohman TG. Receiver operating characteristic analysis of body mass index, triceps skinfold thickness, and arm girth for obesity screening in children and adolescents. *Am. J. Clin. Nutr.* 1999;70:1090-5.
35. Fomon SJ. Reference data for assessing growth of infants. *J. Pediatr.* 1991;119:415-6.
36. de Onis M, Habicht JP. Anthropometric reference data for international use: recommendations from a World Health Organization Expert Committee. *Am. J. Clin. Nutr.* 1996;64:650-8.
37. WHO. Technical Report #258. Geneva; 1963.
38. UNO. World population prospects. NY: United Nations; 1993.
39. Chumlea WC, Guo S. Equations for predicting stature in white and black elderly individuals. *J. Gerontol.* 1988;43:M197-M203.
40. Chumlea WC, Roche AF, Steinbaugh ML. Anthropometric approaches to the nutritional assessment of the elderly. In: Munro HN, Danford DE, editors. *Nutrition, aging and the elderly*. NY: Plenum Press; 1989.
41. Mazariegos M, Wang ZM, Gallagher D, Baumgartner R, Allison DB, Wang J, et al. Differences between young and old females in the five levels of body composition and their relevance to the two-compartment model. *J. Gerontol.* 1994;49:M201-M8.
42. Patrick JM, Bassey EJ, Fentem PH. Changes in body fat and muscle in manual workers at and after retirement. *Eur. J. Appl. Physiol. Occup. Physiol.* 1982;49:187-96.
43. Chumlea WW, Roche AF. Valutazione dello stato nutrizionale in adulti sani e portatori di handicap. In: Lohman T, Roche A, Martorell R, editors. *Manuale di Riferimento per la Standardizzazione Antropometrica (edizione italiana a cura N. Battistini e G. Bedogni)*. Milano: EDRA; 1992. p. 131-5.

---

# Acronimi

2SF	Sum of 2 Skinfolds (Tsf + Ssf)	Sommatoria di 2 Pliche (Tsf E Ssf)
AC	Arm Circumference	Circonferenza del Braccio
AFA	Arm Fat Area	Area Adiposa del Braccio
AFI	Arm Fat Index	Indice Adiposo del Braccio
AGA	Appropriate For Gestational Age	Appropriato per l'età Gestazionale
AMA	Arm Muscle Area	Area Muscolare del Braccio
AMC	Arm Muscle Circumference	Circonferenza Muscolare del Braccio
ASF	Abdominal Skinfold	Plica Addominale
BEE	Basal Energy Expenditure	Dispendio Energetico Basale
BH	Body Height	Statura (Altezza)
BHA	Body Height For Age	Statura per Età
BLW	Blood Water	Acqua Plasmatica
BM	Body Mass	Massa Corporea
BMI	Body Mass Index	Indice di Massa Corporea
BSF	Biceps Skinfold	Plica Bicipitale
BV	Body Volume	Volume Corporeo
BW	Body Weight	Peso Corporeo
BWA	Body Weight For Age	Peso per Età
BWH	Body Weight For Height	Peso per Altezza
CaC	Calf Circumference	Circonferenza del Polpaccio
ChC	Chest Circumference	Circonferenza del Torace
CSF	Calf Skinfold	Circonferenza del Polpaccio
$D_b$	Body Density	Densità Corporea
$D_{FFM}$	FFM Density	Densità della Massa Magra
$D_{FM}$	FM Density	Densità della Massa Grassa
$D_{Gn}$	Gn Density	Densità del Glicogeno
$D_{MM}$	MM Density	Densità della Massa Minerale
$D_{PM}$	PM Density	Densità della Massa Proteica

D <sub>TBW</sub>	TBW Density	Densità dell'acqua Corporea
DXA	Dual-Energy X-Ray Absorptiometry	Assorbiometria a Doppio Raggio X
ECW	Extracellular Water	Acqua Extracellulare
ECW%	ECW Standardized On TBW	Acqua Extracellulare Standardizzata sull'acqua Totale
FFM	Fat-Free Mass	Massa Magra
FFMEH	FFM Extracellular Hydration	Idratazione Extracellulare della Massa Magra
FFMH	FFM Hydration	Idratazione della Massa Magra
FFMIH	FFM Intracellular Hydration	Idratazione Intracellulare della Massa Magra
FFMK	FFM Potassium Content	Contenuto di Potassio della Massa Magra
FM	Fat Mass	Massa Grassa
FM%	FM Standardized On BW	Massa Grassa Standardizzata sul Peso Corporeo
Gn	Glycogen	Glicogeno
HC	Hip Circumference	Circonferenza dei Fianchi
ICW	Intracellular Water	Acqua Intracellulare
ICW%	ICW Standardized On BW	Acqua Intracellulare Standardizzata sull'acqua Totale
IVNAA	In Vivo Neutron Activation Analysis	Analisi di Attivazione Neutronica In Vivo
IW	Interstitial Water	Acqua Interstiziale
KH	Knee Height	Altezza del Ginocchio
LBW	Low Body Weight	Basso Peso (Neonato)
LGA	Large For Gestational Age	Grande per L'età Gestazionale
LW	Lymphatic Water	Acqua Linfatica
MM	Mineral Mass	Massa Minerale
MM%	MM Standardized On BW	Massa Minerale Standardizzata sul Peso Corporeo
MM <sub>e</sub>	MM - Extraosseous Component	Componente Extra-Ossea della Massa Minerale
MM <sub>o</sub>	Mm - Osseous Component	Componente Ossea della Massa Minerale

MM <sub>0</sub> %	MMO Standardized On BW	Massa Minerale Ossea Standardizzata sul Peso Corporeo
Mthc	Mid-Thigh Circumference	Circonferenza Mediana della Coscia
OR	Odds-Ratio	Odds-Ratio
PM	Protein Mass	Massa Proteica
PSF	Pectoral Skinfold	Plica Pettorale
SGA	Small For Gestational Age	Piccolo per L'età Gestazionale
SH	Sitting Height	Altezza da Seduto
SHI	Sitting Height Index	Indice dell'altezza da Seduto
SISF	Suprailiac Skinfold	Plica Soprailiaca
SSF	Subscapular Skinfold	Plica Sottoscapolare
TAA	Total Arm Area	Area Totale del Braccio
TBC	Total Body Carbon	Carbonio Totale Corporeo
TBK	Total Body Potassium	Potassio Totale Corporeo
TBN	Total Body Nitrogen	Azoto Totale Corporeo
TBW	Total Body Water	Acqua Totale Corporea
TBW%	TBW Standardized On BW	Acqua Totale Corporea Standardizzata sul Peso
TCW	Transcellular Water	Acqua Transcellulare
TFA	Thigh Fat Area	Area Adiposa della Coscia
Thsf	Thigh Skinfold	Plica (Mediana) della Coscia
TMA	Thigh Muscle Area	Area Muscolare della Coscia
TMC	Thigh Muscle Circumference	Circonferenza Muscolare della Coscia
TSF	Triceps Skinfold	Plica Tricipitale
TSR	Triceps:Subscapular Ratio	Rapporto Tricipitale:Sottoscapolare
UWW	Underwater Weighing	Pesata Idrostatica
WC	Waist Circumference	Circonferenza della Vita
WHO	World Health Organization	Organizzazione Mondiale della Sanità
WHR	Waist:Hip Ratio	Rapporto Vita:Fianchi

## APPENDICI

---

# Tabelle

Le seguenti appendici riportano i valori di riferimento NCHS per il peso (BW), la statura (BH), la plica sottoscapolare (SSF), la plica tricipitale (TSF), la circonferenza del braccio (AC), l'area muscolare del braccio (AMA), l'area adiposa del braccio (AFA), il frame index e la sommatoria delle due pliche (2SF).

Si ringraziano Anna Laura Fantuzzi e Francesca Cortesi per l'aiuto fornito nella compilazione di queste appendici.



**Appendice 1** Valori di riferimento NCHS per il peso corporeo (BW)

Età (anni)	5	10	15	25	Percentili				
					50	75	85	90	95
<b>Maschi</b>									
1.0-1.9	9.6	10.0	10.3	10.7	11.6	12.6	13.1	13.7	14.4
2.0-2.9	11.1	11.6	11.9	12.5	13.6	14.6	15.2	15.8	16.6
3.0-3.9	12.8	13.4	13.8	14.4	15.5	16.8	17.5	18.1	19.4
4.0-4.9	14.1	15.0	15.4	16.1	17.5	19.0	20.0	20.6	21.5
5.0-5.9	16.0	16.7	17.1	17.8	19.6	21.4	22.4	23.5	25.4
6.0-6.9	17.5	18.8	19.4	20.2	21.9	24.0	26.0	27.7	30.0
7.0-7.9	19.0	20.4	21.2	22.2	24.7	27.2	28.7	29.9	33.1
8.0-8.9	21.5	22.7	23.5	24.5	26.8	29.7	31.8	33.6	37.3
9.0-9.9	23.6	24.7	25.7	27.1	30.3	33.6	37.1	40.3	43.2
10.0-10.9	26.2	27.7	28.5	30.2	33.8	38.6	42.1	45.6	53.1
11.0-11.9	28.3	30.0	31.5	33.4	37.6	43.3	48.6	52.3	58.6
12.0-12.9	30.8	32.8	34.4	36.6	42.2	49.0	53.9	59.0	66.9
13.0-13.9	34.6	37.1	38.7	41.6	48.5	56.1	60.3	65.2	69.6
14.0-14.9	41.3	44.0	45.9	49.2	55.3	63.0	66.4	70.1	76.9
15.0-15.9	44.7	48.6	50.8	54.2	60.0	66.2	70.4	74.4	81.3
16.0-16.9	51.7	54.2	55.7	59.0	64.8	72.9	77.8	81.6	89.0
17.0-17.9	51.1	54.1	56.5	59.3	65.7	72.5	78.0	83.3	91.4
18.0-24.9	56.4	59.8	61.6	64.8	71.4	80.5	86.3	91.5	99.9
25.0-29.9	58.7	61.8	64.5	68.1	76.0	84.8	90.6	95.1	103.4
30.0-34.9	59.8	63.3	66.3	69.8	78.4	87.4	93.4	96.8	103.0
35.0-39.9	58.4	62.9	66.6	72.2	79.8	87.8	92.4	96.7	102.8
40.0-44.9	60.7	64.3	67.9	71.9	79.6	89.4	94.3	98.8	104.8
45.0-49.9	60.0	64.0	66.8	71.4	79.7	89.2	94.0	97.2	103.6
50.0-54.9	58.7	63.3	66.2	70.0	78.0	87.4	93.3	99.3	103.6
55.0-59.9	58.2	63.0	66.4	70.2	78.5	86.8	92.9	97.1	103.5
60.0-64.9	57.9	61.8	64.5	68.8	76.8	84.9	89.3	92.5	100.0
65.0-69.9	55.1	58.5	61.5	66.4	74.5	83.2	88.0	91.8	97.2
70.0-74.9	53.9	57.5	60.4	65.2	73.0	81.3	86.3	90.4	95.9
<b>Femmine</b>									
1.0-1.9	8.7	9.2	9.5	9.9	10.8	11.8	12.4	12.8	13.4
2.0-2.9	10.8	11.2	11.6	12.0	12.8	13.9	14.6	15.1	15.9
3.0-3.9	11.8	12.6	13.0	13.6	14.7	16.2	17.1	17.6	18.6
4.0-4.9	13.7	14.3	14.7	15.5	16.8	18.4	19.4	20.1	21.3
5.0-5.9	15.3	16.2	16.8	17.3	19.0	21.0	22.4	23.6	25.3
6.0-6.9	17.0	17.7	18.6	19.4	21.3	23.7	24.8	26.5	28.9
7.0-7.9	19.2	19.8	20.6	21.9	23.8	26.5	28.7	29.9	32.7
8.0-8.9	20.9	21.9	22.6	24.0	26.9	30.4	33.3	35.1	39.9
9.0-9.9	23.7	24.8	25.6	26.8	30.7	34.7	38.9	41.7	46.5
10.0-10.9	25.6	27.0	27.9	29.6	33.9	39.2	44.1	46.5	52.4
11.0-11.9	29.1	30.5	31.6	34.3	39.8	46.3	52.8	56.9	61.9
12.0-12.9	32.5	34.3	36.3	39.1	45.9	53.0	58.5	61.2	66.7
13.0-13.9	37.2	39.3	40.6	44.3	49.6	55.7	61.6	66.8	76.2
14.0-14.9	40.3	42.9	44.8	47.3	52.7	60.0	64.9	69.5	75.6
15.0-15.9	43.4	45.3	46.6	48.6	54.2	60.3	65.2	69.5	79.4
16.0-16.9	43.4	46.1	47.5	50.8	55.7	62.8	68.9	73.1	80.8
17.0-17.9	43.2	46.4	49.2	51.9	57.4	63.3	69.4	74.7	86.0
18.0-24.9	45.6	48.4	50.0	52.6	58.3	65.4	71.5	76.1	84.3
25.0-29.9	46.6	49.0	50.7	53.4	59.4	68.4	76.1	81.6	90.8
30.0-34.9	47.5	50.1	52.0	54.9	61.5	72.2	80.5	86.5	97.9
35.0-39.9	48.6	51.7	53.1	56.4	63.3	73.7	82.0	88.1	98.2
40.0-44.9	49.2	51.8	54.0	57.0	64.0	75.1	83.3	89.8	99.1
45.0-49.9	47.8	51.4	53.5	57.1	64.9	75.9	83.0	87.4	98.4
50.0-54.9	48.8	51.9	54.4	58.1	65.8	75.8	83.1	88.4	97.1
55.0-59.9	48.6	52.2	54.5	58.2	66.3	77.2	85.2	89.4	98.5
60.0-64.9	48.5	51.7	54.1	58.1	66.0	75.8	82.1	86.0	94.1
65.0-69.9	47.8	51.4	53.9	57.7	65.7	74.8	80.8	86.1	93.9
70.0-74.9	46.5	50.1	52.4	57.0	64.5	74.4	79.7	83.3	88.8

**Appendice 2** Valori di riferimento NCHS per la statura (BH)

Età (anni)	Percentili								
	5	10	15	25	50 Maschi	75	85	90	95
1.0-1.9	75.5	76.7	77.8	79.3	82.1	85.6	87.2	88.0	89.8
2.0-2.9	84.9	86.3	87.2	88.4	91.4	94.4	95.8	96.9	98.0
3.0-3.9	91.6	93.7	94.7	96.1	98.7	102.0	103.9	104.9	107.0
4.0-4.9	98.1	99.5	100.5	102.7	106.1	109.3	111.2	112.3	114.1
5.0-5.9	103.9	105.9	107.4	109.3	112.7	115.7	118.1	119.2	121.2
6.0-6.9	109.4	112.0	113.3	115.7	119.4	122.8	124.9	126.0	127.7
7.0-7.9	115.6	118.2	119.6	121.5	125.4	128.5	130.6	131.6	133.5
8.0-8.9	120.0	122.6	123.9	125.9	130.1	133.7	136.0	137.5	140.0
9.0-9.9	126.0	128.7	129.7	131.4	135.8	139.9	142.0	143.0	145.0
10.0-10.9	130.2	132.3	133.8	136.1	140.9	145.8	148.2	150.1	152.7
11.0-11.9	134.3	136.6	138.8	141.6	146.4	151.5	154.0	155.0	158.1
12.0-12.9	139.7	141.9	143.6	146.4	151.4	157.9	160.4	162.3	166.0
13.0-13.9	145.1	147.8	149.6	152.8	159.3	165.6	168.9	170.7	173.2
14.0-14.9	153.3	156.3	158.6	161.7	166.9	172.8	175.9	178.2	179.9
15.0-15.9	158.5	161.5	162.9	165.6	171.2	176.2	177.9	179.8	182.5
16.0-16.9	163.4	165.0	167.3	169.8	174.1	178.7	182.0	183.8	186.7
17.0-17.9	164.4	166.9	168.6	170.7	175.1	180.5	183.0	184.5	187.3
18.0-24.9	165.4	167.8	169.5	171.9	176.6	181.2	183.7	185.5	188.6
25.0-29.9	165.1	167.8	169.4	172.0	176.6	181.5	184.0	185.7	188.0
30.0-34.9	164.8	167.4	169.0	171.5	176.2	180.9	183.3	184.8	187.2
35.0-39.9	164.0	166.8	168.8	171.9	176.1	181.0	183.5	185.0	187.7
40.0-44.9	165.0	167.2	168.9	171.4	176.0	180.3	182.7	184.2	186.9
45.0-49.9	163.8	166.5	168.0	170.6	174.8	180.2	182.9	184.5	186.6
50.0-54.9	164.2	166.4	167.8	170.1	174.6	178.8	181.4	183.2	185.3
55.0-59.9	163.2	165.0	166.8	169.3	173.8	178.7	181.0	182.3	184.6
60.0-64.9	161.9	165.0	166.4	168.7	173.0	177.4	179.8	181.3	183.7
65.0-69.9	159.7	162.9	164.5	166.7	171.6	176.3	178.6	180.1	182.5
70.0-74.9	159.5	162.0	163.6	165.8	170.7	175.0	177.4	179.4	182.0
<b>Femmine</b>									
1.0-1.9	73.2	74.7	75.6	77.4	80.5	83.6	85.9	86.8	88.6
2.0-2.9	83.1	84.9	85.6	86.8	90.1	93.0	94.6	95.7	97.4
3.0-3.9	90.3	92.1	92.9	94.8	97.5	100.6	102.4	103.4	105.0
4.0-4.9	97.0	98.5	99.6	101.6	104.9	108.3	110.0	111.2	113.6
5.0-5.9	103.1	105.3	106.7	108.6	111.9	115.4	117.4	119.0	120.6
6.0-6.9	109.9	111.4	112.4	114.2	118.5	122.2	124.2	125.2	127.6
7.0-7.9	115.3	117.0	118.3	120.3	124.3	128.4	130.1	131.7	134.5
8.0-8.9	120.1	122.1	123.7	125.5	129.7	133.5	135.6	137.8	140.1
9.0-9.9	125.7	127.5	128.4	130.5	135.6	140.4	142.5	143.9	147.2
10.0-10.9	129.5	132.2	133.9	136.3	141.6	146.0	148.3	150.9	154.4
11.0-11.9	134.7	138.1	139.8	142.3	148.4	153.4	156.1	158.0	162.1
12.0-12.9	143.0	145.2	147.0	149.6	154.6	159.3	162.5	164.0	165.5
13.0-13.9	149.1	151.1	152.8	155.1	158.8	162.8	164.8	165.7	168.3
14.0-14.9	151.0	153.0	154.5	156.8	160.8	164.9	167.0	168.8	171.7
15.0-15.9	152.8	155.2	157.1	158.8	162.7	167.2	169.7	172.0	175.4
16.0-16.9	151.4	153.6	155.5	157.7	162.3	166.4	169.1	171.6	173.2
17.0-17.9	153.2	155.5	156.9	159.2	162.3	166.4	168.7	169.9	172.8
18.0-24.9	152.3	154.8	156.4	158.8	163.1	167.1	169.6	171.0	173.6
25.0-29.9	152.6	155.2	156.6	158.6	162.8	167.1	169.5	170.9	173.3
30.0-34.9	152.9	155.2	156.4	158.4	162.4	166.8	169.2	171.2	173.1
35.0-39.9	152.0	155.0	156.4	158.6	162.7	167.0	169.4	171.0	173.5
40.0-44.9	151.6	154.3	156.2	158.1	162.7	166.7	168.8	170.5	173.2
45.0-49.9	151.7	154.0	155.4	157.9	162.0	166.3	168.4	169.9	172.2
50.0-54.9	151.3	153.8	155.3	156.9	161.1	165.1	167.3	169.2	171.0
55.0-59.9	149.8	152.7	154.1	156.7	160.3	164.4	166.6	167.8	170.1
60.0-64.9	149.2	151.4	153.0	155.6	160.0	163.7	166.1	167.3	169.8
65.0-69.9	148.5	150.7	152.4	154.8	158.8	162.6	164.8	166.2	168.1
70.0-74.9	147.2	150.0	151.7	153.7	157.4	161.5	163.8	165.5	167.5

**Appendice 3** Valori di riferimento NCHS per la plica sottoscapolare (SSF)

Età (anni)	5	10	15	25	Percentili				
					50	75	85	90	95
<b>Maschi</b>									
1.0-1.9	4.0	4.0	4.5	5.0	6.0	7.0	8.0	8.5	10.0
2.0-2.9	3.5	4.0	4.0	4.5	5.5	7.0	7.5	8.5	10.0
3.0-3.9	3.5	4.0	4.0	4.5	5.0	6.0	7.0	7.0	9.0
4.0-4.9	3.0	3.5	4.0	4.0	5.0	6.0	6.5	7.0	8.0
5.0-5.9	3.0	3.5	4.0	4.0	5.0	5.5	6.5	7.0	8.0
6.0-6.9	3.0	3.5	3.5	4.0	4.5	5.5	6.5	8.0	13.0
7.0-7.9	3.0	3.5	4.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	12.0
8.0-8.9	3.0	3.5	4.0	4.0	5.0	6.0	7.5	9.0	12.5
9.0-9.9	3.0	3.5	4.0	4.0	5.0	7.0	9.5	12.0	14.5
10.0-10.9	3.5	4.0	4.0	4.5	6.0	8.0	11.0	14.0	19.5
11.0-11.9	4.0	4.0	4.0	5.0	6.0	9.0	15.0	18.5	26.0
12.0-12.9	4.0	4.0	4.5	5.0	6.0	9.5	15.0	19.0	24.0
13.0-13.9	4.0	4.0	5.0	5.0	6.5	9.0	13.0	17.0	25.0
14.0-14.9	4.0	5.0	5.0	5.5	7.0	9.0	12.0	15.5	22.5
15.0-15.9	5.0	5.0	5.5	6.0	7.0	10.0	13.0	16.0	22.0
16.0-16.9	5.0	6.0	6.0	7.0	8.0	11.0	14.0	16.0	22.0
17.0-17.9	5.0	6.0	6.0	7.0	8.0	11.0	14.0	17.0	21.5
18.0-24.9	6.0	7.0	7.0	8.0	11.0	16.0	20.0	24.0	30.0
25.0-29.9	7.0	7.0	8.0	9.0	13.0	20.0	24.5	26.5	31.0
30.0-34.9	7.0	8.0	9.0	11.0	15.5	22.0	25.5	29.0	33.0
35.0-39.9	7.0	8.0	9.5	11.0	16.0	22.5	25.5	28.0	33.0
40.0-44.9	7.0	8.0	9.0	11.5	16.0	22.0	25.5	29.5	33.0
45.0-49.9	7.0	8.0	9.5	11.5	17.0	23.5	27.0	30.0	34.5
50.0-54.9	7.0	8.0	9.0	11.5	16.0	22.5	26.5	29.5	34.0
55.0-59.9	6.5	8.0	9.5	11.5	16.5	23.0	26.0	28.5	32.0
60.0-64.9	7.0	8.0	10.0	12.0	17.0	23.0	26.0	29.0	34.0
65.0-69.9	6.0	7.5	8.5	10.5	15.0	21.5	25.0	28.0	32.5
70.0-74.9	6.5	7.0	8.0	10.3	15.0	21.0	25.0	27.5	31.0
<b>Femmine</b>									
1.0-1.9	4.0	4.0	4.5	5.0	6.0	7.5	8.5	9.0	10.0
2.0-2.9	4.0	4.0	4.5	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.5
3.0-3.9	3.5	4.0	4.0	5.0	5.5	7.0	7.5	8.5	10.0
4.0-4.9	3.5	4.0	4.0	4.5	5.5	7.0	8.0	9.0	10.5
5.0-5.9	3.5	4.0	4.0	4.5	5.0	7.0	8.0	9.0	12.0
6.0-6.9	3.5	4.0	4.0	4.5	5.5	7.0	8.0	10.0	11.5
7.0-7.9	3.5	4.0	4.0	4.5	6.0	7.5	9.5	11.0	13.0
8.0-8.9	3.5	4.0	4.0	5.0	6.0	8.0	11.5	14.5	21.0
9.0-9.9	4.0	4.5	5.0	5.0	6.5	9.5	13.0	18.0	24.0
10.0-10.9	4.0	4.5	5.0	5.5	7.0	11.5	16.0	19.5	24.0
11.0-11.9	4.5	5.0	5.0	6.0	8.0	12.0	16.0	20.0	28.5
12.0-12.9	5.0	5.5	6.0	6.5	9.0	13.0	17.0	22.0	30.0
13.0-13.9	5.0	6.0	6.0	7.0	10.0	15.5	19.0	23.0	26.5
14.0-14.9	6.0	6.0	7.0	7.5	10.0	16.0	20.5	25.0	30.0
15.0-15.9	6.0	7.0	7.5	8.0	10.0	15.0	20.0	23.0	28.0
16.0-16.9	7.0	7.5	8.0	9.0	11.5	16.5	24.0	26.0	34.0
17.0-17.9	6.0	7.0	7.5	9.0	12.5	19.0	24.5	28.0	34.0
18.0-24.9	6.5	7.0	8.0	9.5	13.0	20.0	25.5	29.0	36.0
25.0-29.9	6.5	7.0	8.0	10.0	14.0	23.0	29.0	33.0	38.5
30.0-34.9	6.5	7.5	8.5	10.5	16.0	26.5	32.5	37.0	43.0
35.0-39.9	7.0	8.0	9.0	11.0	18.0	28.5	34.0	36.5	43.0
40.0-44.9	6.5	8.0	9.0	11.5	19.0	28.5	34.0	37.0	42.0
45.0-49.9	7.0	8.5	10.0	12.5	20.0	29.5	34.0	37.5	43.5
50.0-54.9	7.0	9.0	11.0	14.0	21.9	30.0	35.0	39.0	43.5
55.0-59.9	7.0	9.0	11.0	13.5	22.0	31.0	35.0	38.0	45.0
60.0-64.9	7.5	9.0	11.0	14.0	21.5	30.5	35.0	38.0	43.0
65.0-69.9	7.0	8.0	10.0	13.0	20.0	28.0	33.0	36.0	41.0
70.0-74.9	6.5	8.5	10.0	12.0	19.5	27.0	32.0	35.0	38.5

**Appendice 4** Valori di riferimento NCHS per la plica tricipitale (TSF)

Età (anni)	Percentili								
	5	10	15	25	50	75	85	90	95
<b>Maschi</b>									
1.0-1.9	6.5	7.0	7.5	8.0	10.0	12.0	13.0	14.0	15.5
2.0-2.9	6.0	6.5	7.0	8.0	10.0	12.0	13.0	14.0	15.0
3.0-3.9	6.0	7.0	7.0	8.0	9.5	11.5	12.5	13.5	15.0
4.0-4.9	5.5	6.5	7.0	7.5	9.0	11.0	12.0	12.5	14.0
5.0-5.9	5.0	6.0	6.0	7.0	8.0	10.0	11.5	13.0	14.5
6.0-6.9	5.0	5.5	6.0	6.5	8.0	10.0	12.0	13.0	16.0
7.0-7.9	4.5	5.0	6.0	6.0	8.0	10.5	12.5	14.0	16.0
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
13.0-13.9	4.5	5.0	5.5	7.0	9.0	13.0	17.0	20.5	25.0
14.0-14.9	4.0	5.0	5.0	6.0	8.5	12.5	15.0	18.0	23.5
15.0-15.9	5.0	5.0	5.0	6.0	7.5	11.0	15.0	18.0	23.5
16.0-16.9	4.0	5.0	5.1	6.0	8.0	12.0	14.0	17.0	23.0
17.0-17.9	4.0	5.0	5.0	6.0	7.0	11.0	13.5	16.0	19.5
18.0-24.9	4.0	5.0	5.5	6.5	10.0	14.5	17.5	20.0	23.5
25.0-29.9	4.0	5.0	6.0	7.0	11.0	15.5	19.0	21.5	25.0
30.0-34.9	4.5	6.0	6.5	8.0	12.0	16.5	20.0	22.0	25.0
35.0-39.9	4.5	6.0	7.0	8.5	12.0	16.0	18.5	20.5	24.5
40.0-44.9	5.0	6.0	6.9	8.0	12.0	16.0	19.0	21.5	26.0
45.0-49.9	5.0	6.0	7.0	8.0	12.0	16.0	19.0	21.0	25.0
50.0-54.9	5.0	6.0	7.0	8.0	11.5	15.0	18.5	20.8	25.0
55.0-59.9	5.0	6.0	6.5	8.0	11.5	15.0	18.0	20.5	25.0
60.0-64.9	5.0	6.0	7.0	8.0	11.5	15.5	18.5	20.5	24.0
65.0-69.9	4.5	5.0	6.5	8.0	11.0	15.0	18.0	20.0	23.5
70.0-74.9	4.5	6.0	6.5	8.0	11.0	15.0	17.0	19.0	23.0
<b>Femmine</b>									
1.0-1.9	6.0	7.0	7.0	8.0	10.0	12.0	13.0	14.0	16.0
2.0-2.9	6.0	7.0	7.5	8.5	10.0	12.0	13.5	14.5	16.0
3.0-3.9	6.0	7.0	7.5	8.5	10.0	12.0	13.0	14.0	16.0
4.0-4.9	6.0	7.0	7.5	8.0	10.0	12.0	13.0	14.0	15.5
5.0-5.9	5.5	7.0	7.0	8.0	10.0	12.0	13.5	15.0	17.0
6.0-6.9	6.0	6.5	7.0	8.0	10.0	12.0	13.0	15.0	17.0
7.0-7.9	6.0	7.0	7.0	8.0	10.5	12.5	15.0	16.0	19.0
8.0-8.9	6.0	7.0	7.5	8.5	11.0	14.5	17.0	18.0	22.5
9.0-9.9	6.5	7.0	8.0	9.0	12.0	16.0	19.0	21.0	25.0
10.0-10.9	7.0	8.0	8.0	9.0	12.5	17.5	20.0	22.5	27.0
11.0-11.9	7.0	8.0	8.5	10.0	13.0	18.0	21.5	24.0	29.0
12.0-12.9	7.0	8.0	9.0	11.0	14.0	18.5	21.5	24.0	27.5
13.0-13.9	7.0	8.0	9.0	11.0	15.0	20.0	24.0	25.0	30.0
14.0-14.9	8.0	9.0	10.0	11.5	16.0	21.0	23.5	26.5	32.0
15.0-15.9	8.0	9.5	10.5	12.0	16.5	20.5	23.0	26.0	32.5
16.0-16.9	10.5	11.5	12.0	14.0	18.0	23.0	26.0	29.0	32.5
17.0-17.9	9.0	10.0	12.0	13.0	18.0	24.0	26.5	29.0	34.5
18.0-24.9	9.0	11.0	12.0	14.0	18.5	24.5	28.5	31.0	36.0
25.0-29.9	10.0	12.0	13.0	15.0	20.0	26.5	31.0	34.0	38.0
30.0-34.9	10.5	13.0	15.0	17.0	22.5	29.5	33.0	35.5	41.5
35.0-39.9	11.0	13.0	15.5	18.0	23.5	30.0	35.0	37.0	41.0
40.0-44.9	12.0	14.0	16.0	19.0	24.5	30.5	35.0	37.0	41.0
45.0-49.9	12.0	14.5	16.5	19.5	25.5	32.0	35.5	38.0	42.5
50.0-54.9	12.0	15.0	17.5	20.5	25.5	32.0	36.0	38.5	42.0
55.0-59.9	12.0	15.0	17.0	20.5	26.0	32.0	36.0	39.0	42.5
60.0-64.9	12.5	16.0	17.5	20.5	26.0	32.0	35.5	38.0	42.5
65.0-69.9	12.0	14.5	16.0	19.0	25.0	30.0	33.5	36.0	40.0
70.0-74.9	11.0	13.5	15.5	18.0	24.0	29.5	32.0	35.0	38.5

**Appendice 5** Valori di riferimento NCHS per la circonferenza del braccio (AC)

Età (anni)	Percentili								
	5	10	15	25	50	75	85	90	95
<b>Maschi</b>									
1.0-1.9	14.2	14.7	14.9	15.2	16.0	16.9	17.4	17.7	18.2
2.0-2.9	14.3	14.8	15.1	15.5	16.3	17.1	17.6	17.9	18.6
3.0-3.9	15.0	15.3	15.5	16.0	16.8	17.6	18.1	18.4	19.0
4.0-4.9	15.1	15.5	15.8	16.2	17.1	18.0	18.5	18.7	19.3
5.0-5.9	15.5	16.0	16.1	16.6	17.5	18.5	19.1	19.5	20.5
6.0-6.9	15.8	16.1	16.5	17.0	18.0	19.1	19.8	20.7	22.8
7.0-7.9	16.1	16.8	17.0	17.6	18.7	20.0	21.0	21.8	22.9
8.0-8.9	16.5	17.2	17.5	18.1	19.2	20.5	21.6	22.6	24.0
9.0-9.9	17.5	18.0	18.4	19.0	20.1	21.8	23.2	24.5	26.0
10.0-10.9	18.1	18.6	19.1	19.7	21.1	23.1	24.8	26.0	27.9
11.0-11.9	18.5	19.3	19.8	20.6	23.1	24.5	26.1	27.6	29.4
12.0-12.9	19.3	20.1	20.7	21.5	23.1	25.4	27.1	28.5	30.3
13.0-13.9	20.0	20.8	21.6	22.5	24.5	26.6	28.2	29.0	30.8
14.0-14.9	21.6	22.5	23.2	23.8	25.7	28.1	29.1	30.0	32.3
15.0-15.9	22.5	23.4	24.0	25.1	27.2	29.0	30.3	31.2	32.7
16.0-16.9	24.1	25.0	25.7	26.7	28.3	30.6	32.1	32.7	34.7
17.0-17.9	24.3	25.1	25.9	26.8	28.6	30.8	32.2	33.3	34.7
18.0-24.9	26.0	27.1	27.7	28.7	30.7	33.0	34.4	35.4	37.2
25.0-29.9	27.0	28.0	28.7	29.8	31.8	34.2	35.5	36.6	38.3
30.0-34.9	27.7	28.7	29.3	30.5	32.5	34.9	35.9	36.7	38.2
35.0-39.9	27.4	28.6	29.5	30.7	32.9	35.1	36.2	36.9	38.2
40.0-44.9	27.8	28.9	29.7	31.0	32.8	34.9	36.1	36.9	38.1
45.0-49.9	27.2	28.6	29.4	30.6	32.6	34.9	36.1	36.9	38.2
50.0-54.9	27.1	28.3	29.1	30.2	32.3	34.5	35.8	36.8	38.3
55.0-59.9	26.8	28.1	29.2	30.4	32.3	34.3	35.5	36.6	37.8
60.0-64.9	26.6	27.8	28.6	29.7	32.0	34.0	35.1	36.0	37.5
65.0-69.9	25.4	26.7	27.7	29.0	31.1	33.2	34.5	35.3	36.6
70.0-74.9	25.1	26.2	27.1	28.5	30.7	32.6	33.7	34.8	36.0
<b>Femmine</b>									
1.0-1.9	13.6	14.2	14.4	14.8	15.7	16.4	17.0	17.2	17.8
2.0-2.9	14.2	14.6	15.0	15.4	16.1	17.0	17.4	18.0	18.5
3.0-3.9	14.4	15.0	15.2	15.7	16.6	17.4	18.0	18.4	19.0
4.0-4.9	14.8	15.3	15.7	16.1	17.0	18.0	18.5	19.0	19.5
5.0-5.9	15.2	15.7	16.1	16.5	17.5	18.5	19.4	20.0	21.0
6.0-6.9	15.7	16.2	16.5	17.0	17.8	19.0	19.9	20.5	22.0
7.0-7.9	16.4	16.7	17.0	17.5	18.6	20.1	20.9	21.6	23.3
8.0-8.9	16.7	17.2	17.6	18.2	19.5	21.2	22.2	23.2	25.1
9.0-9.9	17.6	18.1	18.6	19.1	20.6	22.2	23.8	25.0	26.7
10.0-10.9	17.8	18.4	18.9	19.5	21.2	23.4	25.0	26.1	27.3
11.0-11.9	18.8	19.6	20.0	20.6	22.2	25.1	26.5	27.9	30.0
12.0-12.9	19.2	20.0	20.5	21.5	23.7	25.8	27.6	28.3	30.2
13.0-13.9	20.1	21.0	21.5	22.5	24.3	26.7	28.3	30.1	32.7
14.0-14.9	21.2	21.8	22.5	23.5	25.1	27.4	29.5	30.9	32.9
15.0-15.9	21.6	22.2	22.9	23.5	25.2	27.7	28.8	30.0	32.2
16.0-16.9	22.3	23.2	23.5	24.4	26.1	28.5	29.9	31.6	33.5
17.0-17.9	22.0	23.1	23.6	24.5	26.6	29.0	30.7	32.8	35.4
18.0-24.9	22.4	23.3	24.0	24.8	26.8	29.2	31.2	32.4	35.2
25.0-29.9	23.1	24.0	24.5	25.5	27.6	30.6	32.5	34.3	37.1
30.0-34.9	23.8	24.7	25.4	26.4	28.6	32.0	34.1	36.0	38.5
35.0-39.9	24.1	25.2	25.8	26.8	29.4	32.6	35.0	36.8	39.0
40.0-44.9	24.3	25.4	26.2	27.2	29.7	33.2	35.5	37.2	38.8
45.0-49.9	24.2	25.5	26.3	27.4	30.1	33.5	35.6	37.2	40.0
50.0-54.9	24.8	26.0	26.8	28.0	30.6	33.8	35.9	37.5	39.3
55.0-59.9	24.8	26.1	27.0	28.2	30.9	34.3	36.7	38.0	40.0
60.0-64.9	25.0	26.1	27.1	28.4	30.8	34.0	35.7	37.3	39.6
65.0-69.9	24.3	25.7	26.7	28.0	30.5	33.4	35.2	36.5	38.5
70.0-74.9	23.8	25.3	26.3	27.6	30.3	33.1	34.7	35.8	37.5

**Appendice 6** Valori di riferimento NCHS per l'area muscolare del braccio (AMA)

Età (anni)	Percentili								
	5	10	15	25	50	75	85	90	95
<b>Maschi</b>									
1.0-1.9	9.7	10.4	10.8	11.6	13.0	14.6	15.4	16.3	17.2
2.0-2.9	10.1	10.9	11.3	12.4	13.9	15.6	16.4	16.9	18.4
3.0-3.9	11.2	12.0	12.6	13.5	15.0	16.4	17.4	18.3	19.5
4.0-4.9	12.0	12.9	13.5	14.5	16.2	17.9	18.8	19.8	20.9
5.0-5.9	13.2	14.2	14.7	15.7	17.6	19.5	20.7	21.7	23.2
6.0-6.9	14.4	15.3	15.8	16.8	18.7	21.3	22.9	23.8	25.7
7.0-7.9	15.1	16.2	17.0	18.5	20.6	22.6	24.5	25.2	28.6
8.0-8.9	16.3	17.8	18.5	19.5	21.6	24.0	25.5	26.6	29.0
9.0-9.9	18.2	19.3	20.3	21.7	23.5	26.7	28.7	30.4	32.9
10.0-10.9	19.6	20.7	21.6	23.0	25.7	29.0	32.2	34.0	37.1
11.0-11.9	21.0	22.0	23.0	24.8	27.7	31.6	33.6	36.1	40.3
12.0-12.9	22.6	24.1	25.3	26.9	30.4	35.9	39.3	40.9	44.9
13.0-13.9	24.5	26.7	28.1	30.4	35.7	41.3	45.3	48.1	52.5
14.0-14.9	28.3	31.3	33.1	36.1	41.9	47.4	51.3	54.0	57.5
15.0-15.9	31.9	34.9	36.9	40.3	46.3	53.1	56.3	57.7	63.0
16.0-16.9	37.0	40.9	42.4	45.9	51.9	57.8	63.6	66.2	70.5
17.0-17.9	39.6	42.6	44.8	48.0	53.4	60.4	64.3	67.9	73.1
18.0-24.9	34.2	37.3	39.6	42.7	49.4	57.1	61.8	65.0	72.0
25.0-29.9	36.6	39.9	42.4	46.0	53.0	61.4	66.1	68.9	74.5
30.0-34.9	37.9	40.9	43.4	47.3	54.4	63.2	67.6	70.8	76.1
35.0-39.9	38.5	42.6	44.6	47.9	55.3	64.0	69.1	72.7	77.6
40.0-44.9	38.4	42.1	45.1	48.7	56.0	64.0	68.5	71.6	77.0
45.0-49.9	37.7	41.3	43.7	47.9	55.2	63.3	68.4	72.2	76.2
50.0-54.9	36.0	40.0	42.7	46.6	54.0	62.7	67.0	70.4	77.4
55.0-59.9	36.5	40.8	42.7	46.7	54.3	61.9	66.4	69.6	75.1
60.0-64.9	34.5	38.7	41.2	44.9	52.1	60.0	64.8	67.5	71.6
65.0-69.9	31.4	35.8	38.4	42.3	49.1	57.3	61.2	64.3	69.4
70.0-74.9	29.7	33.8	36.1	40.2	47.0	54.6	59.1	62.1	67.3
<b>Femmine</b>									
1.0-1.9	8.9	9.7	10.1	10.8	12.3	13.8	14.6	15.3	16.2
2.0-2.9	10.1	10.6	10.9	11.8	13.2	14.7	15.6	16.4	17.3
3.0-3.9	10.8	11.4	11.8	12.6	14.3	15.8	16.7	17.4	18.8
4.0-4.9	11.2	12.2	12.7	13.6	15.3	17.0	18.0	18.6	19.8
5.0-5.9	12.4	13.2	13.9	14.8	16.4	18.3	19.4	20.6	22.1
6.0-6.9	13.5	14.1	14.6	15.6	17.4	19.5	21.0	22.0	24.2
7.0-7.9	14.4	15.2	15.8	16.7	18.9	21.2	22.6	23.9	25.3
8.0-8.9	15.2	16.0	16.8	18.2	20.8	23.2	24.6	26.5	28.0
9.0-9.9	17.0	17.9	18.7	19.8	21.9	25.4	27.2	28.3	31.1
10.0-10.9	17.6	18.5	19.3	20.9	23.8	27.0	29.1	31.0	33.1
11.0-11.9	19.5	21.0	21.7	23.2	26.4	30.7	33.5	35.7	39.2
12.0-12.9	20.4	21.8	23.1	25.5	29.0	33.2	36.3	37.8	40.5
13.0-13.9	22.8	24.5	25.4	27.1	30.8	35.3	38.1	39.6	43.7
14.0-14.9	24.0	26.2	27.1	29.0	32.8	36.9	39.8	42.3	47.5
15.0-15.9	24.4	25.8	27.5	29.2	33.0	37.3	40.2	41.7	45.9
16.0-16.9	25.2	26.8	28.2	30.0	33.6	38.0	40.2	43.7	48.3
17.0-17.9	25.9	27.5	28.9	30.7	34.3	39.6	43.4	46.2	50.8
18.0-24.9	19.5	21.5	22.8	24.5	28.3	33.1	36.4	39.0	44.2
25.0-29.9	20.5	21.9	23.1	25.2	29.4	34.9	38.5	41.9	47.8
30.0-34.9	21.1	23.0	24.2	26.3	30.9	36.8	41.2	44.7	51.3
35.0-39.9	21.1	23.4	24.7	27.3	31.8	38.7	43.1	46.1	54.2
40.0-44.9	21.3	23.4	25.5	27.5	32.3	39.8	45.8	49.5	55.8
45.0-49.9	21.6	23.1	24.8	27.4	32.5	39.5	44.7	48.4	56.1
50.0-54.9	22.2	24.6	25.7	28.3	33.4	40.4	46.1	49.6	55.6
55.0-59.9	22.8	24.8	26.5	28.7	34.7	42.3	47.3	52.1	58.8
60.0-64.9	22.4	24.5	26.3	29.2	34.5	41.1	45.6	49.1	55.1
65.0-69.9	21.9	24.5	26.2	28.9	34.6	41.6	46.3	49.6	56.5
70.0-74.9	22.2	24.4	26.0	28.8	34.3	41.8	46.4	49.2	54.6

**Appendice 7** Valori di riferimento NCHS per l'area adiposa del braccio (AFA)

Età (anni)	Percentili									
	5	10	15	25	50	75	85	90	95	
<b>Maschi</b>										
1.0-1.9	4.5	4.9	5.3	5.9	7.4	8.9	9.6	10.3	11.7	
2.0-2.9	4.2	4.8	5.1	5.8	7.3	8.6	9.7	10.6	11.6	
3.0-3.9	4.5	5.0	5.4	5.9	7.2	8.8	9.8	10.6	11.8	
4.0-4.9	4.1	4.7	5.2	5.7	6.9	8.5	9.3	10.0	11.4	
5.0-5.9	4.0	4.5	4.9	5.5	6.7	8.3	9.8	10.9	12.7	
6.0-6.9	3.7	4.3	4.6	5.2	6.7	8.6	10.3	11.2	15.2	
7.0-7.9	3.8	4.3	4.7	5.4	7.1	9.6	11.6	12.8	15.5	
8.0-8.9	4.1	4.8	5.1	5.8	7.6	10.4	12.4	15.6	18.6	
9.0-9.9	4.2	4.8	5.4	6.1	8.3	11.8	15.8	18.2	21.7	
10.0-10.9	4.7	5.3	5.7	6.9	9.8	14.7	18.3	21.5	27.0	
11.0-11.9	4.9	5.5	6.2	7.3	10.4	16.9	22.3	26.0	32.5	
12.0-12.9	4.7	5.6	6.3	7.6	11.3	15.8	21.1	27.3	35.0	
13.0-13.9	4.7	5.7	6.3	7.6	10.1	14.9	21.2	25.4	32.1	
14.0-14.9	4.6	5.6	6.3	7.4	10.1	15.9	19.5	25.5	31.8	
15.0-15.9	5.6	6.1	6.5	7.3	9.6	14.6	20.2	24.5	31.3	
16.0-16.9	5.6	6.1	6.9	8.3	10.5	16.6	20.6	24.8	33.5	
17.0-17.9	5.4	6.1	6.7	7.4	9.9	15.6	19.7	23.7	28.9	
18.0-24.9	5.5	6.9	7.7	9.2	13.9	21.5	26.8	30.7	37.2	
25.0-29.9	6.0	7.3	8.4	10.2	16.3	23.9	29.7	33.3	40.4	
30.0-34.9	6.2	8.4	9.7	11.9	18.4	25.6	31.6	34.8	41.9	
35.0-39.9	6.5	8.1	9.6	12.8	18.8	25.2	29.6	33.4	39.4	
40.0-44.9	7.1	8.7	9.9	12.4	18.0	25.3	30.1	35.3	42.1	
45.0-49.9	7.4	9.0	10.2	12.3	18.1	24.9	29.7	33.7	40.4	
50.0-54.9	7.0	8.6	10.1	12.3	17.3	23.9	29.0	32.4	40.0	
55.0-59.9	6.4	8.2	9.7	12.3	17.4	23.8	28.4	33.3	39.1	
60.0-64.9	6.9	8.7	9.9	12.1	17.0	23.5	28.3	31.8	38.7	
65.0-69.9	5.8	7.4	8.5	10.9	16.5	22.8	27.2	30.7	36.3	
70.0-74.9	6.0	7.5	8.9	11.0	15.9	22.0	25.7	29.1	34.9	
<b>Femmine</b>										
1.0-1.9	4.1	4.6	5.0	5.6	7.1	8.6	9.5	10.4	11.7	
2.0-2.9	4.4	5.0	5.4	6.1	7.5	9.0	10.0	10.8	12.0	
3.0-3.9	4.3	5.0	5.4	6.1	7.6	9.2	10.2	10.8	12.2	
4.0-4.9	4.3	4.9	5.4	6.2	7.7	9.3	10.4	11.3	12.8	
5.0-5.9	4.4	5.0	5.4	6.3	7.8	9.8	11.3	12.5	14.5	
6.0-6.9	4.5	5.0	5.6	6.2	8.1	10.0	11.2	13.3	16.5	
7.0-7.9	4.8	5.5	6.0	7.0	8.8	11.0	13.2	14.7	19.0	
8.0-8.9	5.2	5.7	6.4	7.2	9.8	13.3	15.8	18.0	23.7	
9.0-9.9	5.4	6.2	6.8	8.1	11.5	15.6	18.8	22.0	27.5	
10.0-10.9	6.1	6.9	7.2	8.4	11.9	18.0	21.5	25.3	29.9	
11.0-11.9	6.6	7.5	8.2	9.8	13.1	19.9	24.4	28.2	36.8	
12.0-12.9	6.7	8.0	8.8	10.8	14.8	20.8	24.8	29.4	34.0	
13.0-13.9	6.7	7.7	9.4	11.6	16.5	23.7	28.7	32.7	40.8	
14.0-14.9	8.3	9.6	10.9	12.4	17.7	25.1	29.5	34.6	41.2	
15.0-15.9	8.6	10.0	11.4	12.8	18.2	24.4	29.2	32.9	44.3	
16.0-16.9	11.3	12.8	13.7	15.9	20.5	28.0	32.7	37.0	46.0	
17.0-17.9	9.5	11.7	13.0	14.6	21.0	29.5	33.5	38.0	51.6	
18.0-24.9	10.0	12.0	13.5	16.1	21.9	30.6	37.2	42.0	51.6	
25.0-29.9	11.0	13.3	15.1	17.7	24.5	34.8	42.1	47.1	57.5	
30.0-34.9	12.2	14.8	17.2	20.4	28.2	39.0	46.8	52.3	64.5	
35.0-39.9	13.0	15.8	18.0	21.8	29.7	41.7	49.2	55.5	64.9	
40.0-44.9	13.8	16.7	19.2	23.0	31.3	42.6	51.0	56.3	64.5	
45.0-49.9	13.6	17.1	19.8	24.3	33.0	44.4	52.3	58.4	68.8	
50.0-54.9	14.3	18.3	21.4	25.7	34.1	45.6	53.9	57.7	65.7	
55.0-59.9	13.7	18.2	20.7	26.0	34.5	46.4	53.9	59.1	69.7	
60.0-64.9	15.3	19.1	21.9	26.0	34.8	45.7	51.7	58.3	68.3	
65.0-69.9	13.9	17.6	20.0	24.1	32.7	42.7	49.2	53.6	62.4	
70.0-74.9	13.0	16.2	18.8	22.7	31.2	41.0	46.4	51.4	57.7	

**Appendice 8** Valori di riferimento NCHS per il frame index

Età (anni)	Maschi			Femmine		
	Piccola	Media	Grande	Piccola	Media	Grande
18.0-24.9	<38.4	38.4-41.6	>41.6	<35.2	35.2-38.6	>38.6
25.0-29.9	<38.6	38.6-41.8	>41.8	<35.7	35.7-38.7	>38.7
30.0-34.9	<38.6	38.6-42.1	>42.1	<35.7	35.7-39.0	>39.0
35.0-39.9	<39.1	39.1-42.4	>42.4	<36.2	36.2-39.8	>39.8
40.0-44.9	<39.3	39.3-42.5	>42.5	<36.7	36.7-40.2	>40.2
45.0-49.9	<39.6	39.6-43.0	>43.0	<36.7	36.7-40.7	>40.7
50.0-54.9	<39.9	39.9-43.3	>43.3	<37.2	37.2-41.6	>41.6
55.0-59.9	<40.2	40.2-43.8	>43.8	<37.8	37.8-41.9	>41.9
60.0-64.9	<40.2	40.2-43.6	>43.6	<38.2	38.2-41.8	>41.8
65.0-69.9	<40.2	40.2-43.6	>43.6	<38.2	38.2-41.8	>41.8
70.0-74.9	<40.2	40.2-43.6	>43.6	<38.2	38.2-41.8	>41.8



**Appendice 9** Valori di riferimento NCHS per la sommatoria delle due pliche (2SF)

Età (anni)	Percentili								
	5	10	15	25	50	75	85	90	95
<b>Maschi</b>									
1.0-1.9	11.0	12.0	12.5	14.0	16.5	19.0	21.0	22.0	24.0
2.0-2.9	10.0	11.0	12.0	13.0	15.5	18.0	20.0	21.5	24.0
3.0-3.9	10.5	11.0	12.0	13.0	14.5	17.5	19.0	20.5	23.0
4.0-4.9	9.5	10.5	11.0	12.0	14.0	16.5	18.0	19.0	21.5
5.0-5.9	9.0	10.0	10.0	11.0	13.0	16.0	18.0	19.0	22.0
6.0-6.9	8.0	9.0	10.0	10.5	13.0	15.2	18.0	20.0	28.0
7.0-7.9	8.5	9.0	9.5	10.5	13.0	16.0	19.5	23.0	26.6
8.0-8.9	8.5	9.0	10.0	11.0	13.5	17.0	20.0	24.5	30.5
9.0-9.9	8.5	9.5	10.0	11.0	14.0	19.0	24.0	29.0	34.0
10.0-10.9	9.0	10.0	11.0	12.0	15.5	22.0	27.0	33.5	42.0
11.0-11.9	9.0	10.0	11.0	12.5	16.5	25.0	33.0	40.0	53.5
12.0-12.9	9.0	10.0	11.0	12.5	17.0	24.0	34.0	40.5	53.0
13.0-13.9	8.5	10.5	11.0	12.5	15.0	21.0	29.0	37.0	48.0
14.0-14.9	9.0	10.0	11.0	12.0	15.0	22.0	27.0	33.0	45.0
15.0-15.9	10.0	10.5	11.0	12.0	15.0	21.0	27.0	32.5	43.0
16.0-16.9	10.0	11.5	12.0	13.0	16.0	22.5	27.5	33.5	44.0
17.0-17.9	10.0	11.0	12.0	13.0	16.0	22.0	27.0	31.5	41.0
18.0-24.9	11.0	12.0	13.5	15.0	21.0	30.0	37.0	41.5	50.5
25.0-29.9	11.5	13.0	14.0	17.0	24.5	35.0	41.0	46.0	54.5
30.0-34.9	12.0	14.5	16.5	20.0	28.0	38.0	44.0	49.0	58.0
35.0-39.9	12.0	14.5	16.5	21.0	29.0	37.0	42.4	47.0	54.5
40.0-44.9	13.0	15.0	16.5	20.5	28.5	37.0	42.5	47.5	55.0
45.0-49.9	12.5	15.0	17.5	20.5	29.0	39.0	44.0	48.0	55.0
50.0-54.9	13.0	15.0	17.0	20.5	28.0	37.5	43.0	48.0	55.5
55.0-59.9	12.0	15.0	17.0	21.0	28.5	37.0	43.0	47.0	53.5
60.0-64.9	13.0	15.5	17.5	21.0	29.0	37.5	43.0	47.0	55.5
65.0-69.9	11.0	13.5	16.0	19.5	27.0	36.0	42.0	46.5	53.5
70.0-74.9	11.5	14.0	16.0	19.0	26.0	35.0	41.0	45.0	51.0
<b>Femmine</b>									
1.0-1.9	10.5	12.0	12.0	13.5	16.5	19.5	21.0	23.0	25.0
2.0-2.9	11.0	12.0	12.5	14.0	16.0	19.0	21.5	23.5	25.5
3.0-3.9	10.5	11.5	12.0	13.5	16.0	18.5	20.5	21.5	25.0
4.0-4.9	10.0	11.0	12.0	13.0	15.5	18.5	20.5	22.5	24.5
5.0-5.9	10.0	11.0	11.5	12.5	15.0	18.5	21.0	24.0	28.5
6.0-6.9	10.0	10.5	11.0	12.5	15.5	18.5	21.0	23.5	28.0
7.0-7.9	10.0	11.0	12.0	13.5	16.0	20.0	23.0	26.0	32.5
8.0-8.9	10.5	11.0	12.0	13.0	17.0	22.5	28.5	31.0	41.5
9.0-9.9	11.0	12.0	12.5	14.5	19.0	25.5	30.0	39.0	48.9
10.0-10.9	12.0	12.5	13.0	15.0	20.0	28.5	34.5	40.5	51.0
11.0-11.9	12.0	13.5	14.5	16.0	22.0	30.0	37.0	42.0	55.0
12.0-12.9	13.0	14.0	15.0	18.0	23.0	31.0	37.0	44.0	57.0
13.0-13.9	12.5	14.0	15.5	18.5	24.5	35.5	43.0	47.5	56.5
14.0-14.9	14.5	16.0	17.5	20.0	26.0	37.0	44.5	48.5	62.0
15.0-15.9	15.0	17.0	18.0	20.5	26.5	34.5	42.5	48.5	62.5
16.0-16.9	17.5	20.0	21.5	24.0	30.0	39.5	47.0	53.5	69.5
17.0-17.9	16.5	18.5	20.0	23.0	31.0	42.0	49.0	55.5	67.4
18.0-24.9	16.7	19.0	21.0	24.0	32.0	44.0	52.0	58.5	70.0
25.0-29.9	17.5	20.0	22.0	25.5	35.0	48.5	58.0	64.5	73.9
30.0-34.9	18.0	22.0	24.5	28.5	39.0	55.0	64.0	71.0	83.0
35.0-39.9	19.0	22.5	25.5	30.0	42.0	57.5	66.0	72.2	82.5
40.0-44.9	20.0	23.5	27.0	31.0	42.0	58.0	67.0	73.0	80.0
45.0-49.9	21.0	24.0	27.5	33.5	45.0	59.5	69.0	74.5	81.0
50.0-54.9	21.0	26.0	30.0	35.5	47.0	61.0	70.0	75.3	83.5
55.0-59.9	21.0	26.0	29.0	35.0	47.5	62.0	69.5	75.0	85.0
60.0-64.9	22.0	27.0	30.0	35.5	48.0	61.0	68.0	74.0	83.5
65.0-69.9	21.0	25.0	28.5	34.0	44.0	57.0	64.0	70.0	78.0
70.0-74.9	19.0	23.5	27.0	32.0	43.0	56.0	62.0	67.0	75.5

Lit. 49.000 € 25,30

ISBN 88-86457-45-6