

# Valutazione della composizione corporea nell'atleta

N. BATTISTINI, O. TRUNFIO e G. BEDOGNI

Dipartimento di Scienze Biomediche, Cattedra di Fisiologia della Nutrizione  
Università degli Studi, Modena

La composizione corporea è uno dei fattori che influenzano maggiormente la prestazione atletica. La sua valutazione è di ausilio nella definizione del «potenziale atletico» di un individuo ed è oltremodo utile per stabilire gli effetti della dieta e dell'allenamento <sup>1-3</sup>.

Lo studio della composizione del corpo umano comporta la sua suddivisione in due o più compartimenti <sup>4</sup>. Nel modello più semplice, il peso corporeo (W, Weight) rappresenta la somma della massa grassa (FM, Fat Mass) e della massa magra (FFM, Fat-free mass), secondo l'equazione:

$$W=FM+FFM \quad (1)$$

La FFM può essere ulteriormente suddivisa in quattro compartimenti: l'acqua totale corporea (TBW, Total Body Water), la massa minerale (MM, Mineral Mass), la massa proteica (PM, Protein Mass) e il glicogeno (Gn), secondo l'equazione:

$$FFM=TBW+MM+PM+Gn \quad (2)$$

Sostituendo l'eq. (2) alla FFM nell'eq. (1), si ottiene:

$$W=FM+TBW+MM+PM+Gn \quad (3)$$

Il modello dell'eq. (3) è il più utilizzato nella pratica clinica. Si deve comunque sottolineare che non è ancora possibile la misurazione diretta del glicogeno *in vivo*.

I modelli ora descritti sono illustrati in figura 1.

## La composizione corporea e la sua valutazione nell'atleta

Le modificazioni più appariscenti della composizione corporea dell'atleta sono di tipo quantitativo, come l'espansione relati-

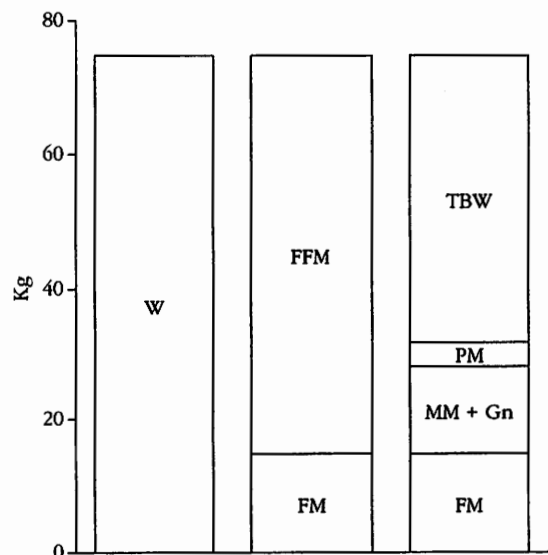


Fig. 1. — Modelli bi- e tetra-compartimentale del corpo umano. Le dimensioni dei compartimenti corporei sono quelle dell'uomo di riferimento. Legenda: W, weight; FFM, fat-free mass; FM, fat mass; TBW, Total Body Water; PM: protein mass; MM + Gn: mineral mass + glycogen. (da Battistini & Bedogni, modificata <sup>10</sup>).

Indirizzo per la richiesta di estratti: N. Battistini - Cattedra di Fisiologia della Nutrizione, Dipartimento di Scienze Biomediche, Via Campi, 287 - 41100 Modena.

va della FFM sulla FM <sup>13</sup>. Ciononostante, le modificazioni più interessanti da un punto di vista fisiologico sono quelle di tipo qualitativo, come la modificazione della «qualità» della FFM <sup>5</sup>.

I tradizionali metodi di riferimento per la valutazione della composizione corporea (pesata idrostatica, misurazione del potassio <sup>40</sup> e diluitometria) sono fondati su assunzioni che potrebbero non essere valide nell'atleta. Infatti, la pesata idrostatica assume una densità della FFM di 1,1 g/ml, la misurazione del potassio <sup>40</sup> un rapporto potassio/FFM di 60 mmol/kg e la diluitometria un rapporto TBW/FFM di 0,73 <sup>4</sup>. Considerate le possibili, e in parte accertate, modificazioni della qualità della FFM dell'atleta, è evidente che queste tecniche non consentono una stima affidabile della sua FM o FFM <sup>5</sup>.

Ciononostante, queste tecniche possono fornire informazioni ugualmente importanti da un punto di vista fisiologico e medico. Ad esempio, utilizzando la tecnica diluitometrica, abbiamo dimostrato un'espansione relativa dell'acqua extracellulare (ECW, Extracellular water) nel pallavolista professionista rispetto a quello non professionista <sup>5</sup>. Questa modificazione della composizione corporea suggerisce una differente regolazione dell'omeostasi idrica nell'atleta professionista rispetto a quello non professionista. Anche se ulteriori studi sono necessari per stabilire se questa espansione sia il prodotto di un allenamento agonistico, è evidente la sua importanza in termini fisiologici. Inoltre, se questa espansione dell'ECW venisse evidenziata in atleti impegnati in sport di resistenza che presentino una cardiopatia «da allenamento eccessivo», ne sarebbe immediatamente evidente un possibile significato fisiopatologico <sup>6</sup>.

L'impiego di modelli «multicompartmentali» dovrebbe risolvere molti dei problemi relativi allo studio della composizione corporea dell'atleta <sup>7-8</sup>. Al contrario dei modelli bicompartimentali sopra descritti, quelli multicompartmentali riposano su assunzioni minime, relative al rapporto tra un elemento chimico ed un

compartimento corporeo. Tali assunzioni sono assai meno rilevanti di quelle fatte dai modelli bicompartimentali, riguardanti le proporzioni relative di ciascun componente chimico della FFM. Il modello BNL (Brookhaven National Laboratory) consente, ad esempio, la stima di TBW (diluizione di tritio), PM (TBN, azoto totale corporeo da attivazione neutronica;  $PM = TBN \times 6,25$ ) e MM (TBCa, calcio totale corporeo da attivazione neutronica;  $MM = TBCa \times 2,78$ ) <sup>9</sup>.

### **Le tecniche indirette per la valutazione della composizione corporea: impiego e limiti di applicazione nell'atleta**

Le tecniche indirette per la valutazione della composizione corporea presentano il vantaggio di un basso costo e dell'assenza di invasività <sup>10</sup>. È evidente che, per poter essere utilizzate «sul campo», queste tecniche devono essere validate contro tecniche di riferimento. La trattazione che segue sarà limitata alle tecniche indirette più ampiamente utilizzate per la valutazione della composizione corporea: la plicometria e la misurazione dell'impedenza bioelettrica (BIA, Bioelectric Impedance Analysis).

La tecnica plicometrica si fonda sull'evidenza di una correlazione tra lo spessore del grasso sottocutaneo e la FM <sup>11</sup>. La predizione della FM dalle pliche cutanee viene tipicamente validata contro la pesata idrostatica. Numerose equazioni sono disponibili per la predizione della FM per l'atleta impegnato in differenti discipline sportive <sup>2</sup>. Sfortunatamente, soltanto poche di queste sono state calibrate utilizzando un modello che tenesse conto (almeno) delle modificazioni della densità ossea e dell'idratazione corporea che occorrono nell'atleta <sup>12</sup>. Questi limiti devono essere ben chiari quando si utilizzino queste equazioni a fini di ricerca <sup>13</sup>.

La BIA consente una stima della TBW e dell'ECW attraverso la misurazione dell'impedenza corporea ad una corrente elettrica di bassa intensità <sup>14-15</sup>. Le formule pre-

dittive dei compartimenti idrici presentano generalmente la seguente forma:

$$V(1) = a \times \frac{H^2 (\text{cm}^2)}{Z(\Omega)} + b \quad (4)$$

dove V rappresenta il volume del distretto idrico (TBW, ECW), H l'altezza dell'individuo e Z l'impedenza bioelettrica. Il rapporto  $H^2/Z$  (o ZI) rappresenta l'«indice di impedenza» e deriva dall'approssimazione del corpo umano ad un cilindro di altezza H. L'impiego di «basse» (< 50 kHz) e alte (> 50 kHz) frequenze consente una stima più accurata di ECW e TBW rispettivamente. Le modificazioni della distribuzione dell'acqua corporea che occorrono nell'atleta rendono probabilmente necessario lo sviluppo di equazioni popolazione-specifiche per la predizione della TBW e dell'ECW dalla BIA <sup>16</sup>.

### Conclusioni

Lo studio della composizione corporea ha il potenziale per fornire numerose informazioni sugli effetti dell'allenamento. La peculiare composizione corporea dell'atleta rende comunque necessaria la revisione dei tradizionali modelli e metodi di riferimento per la sua valutazione.

### Bibliografia

1. **Wilmore JH.** Antropometria e Medicina dello Sport. In: **Battistini N, Bedogni G**, editors. Manuale di riferimento per la standardizzazione antropometrica. Ed. italiana. Milano: EDRA, 1992:169-73.
2. **Lobman TG.** Estimating minimal weight and percent fat in athletes. In: **Lobman TG**, editor. Advances in body composition assessment. Champaign, Illinois: Human Kinetics, 1992:109-17.
3. **Battistini N, Bedogni G, Gozzoli D, Morini P, Andreoli A, De Lorenzo A.** Valutazione dello stato nutrizionale e della composizione corporea nell'uomo e nell'atleta. In: **Brancati A, De Lorenzo A**, editors. Firenze: Edizioni Gamma Grafica, 1990.
4. **Heymsfield SB, Waki M.** Body composition in humans: advances in the development of multicompartment chemical models. *Nutr Rev* 1991;49:97-108.
5. **Battistini N, Virgili F, Bedogni G.** A relative expansion of extracellular water in elite male athletes compared to recreational sportsmen. *Ann Hum Biol* 1994;21:609-12.
6. **Battistini N, Severi S, Brambilla P.** Relative expansion of extra-cellular water in obese vs non obese children. *J Appl Physiol* 1995;79:94-6.
7. **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.
8. **Wang ZM, Hesbka 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.
9. **Heymsfield SB, Waki M, Kebayas J.** Chemical and elemental analysis of humans *in vivo* using improved body composition methods. *Am J Physiol (Endocrinol Metab)* 1991;261:E190-E198.
10. **Battistini N, Bedogni G.** Valutazione della composizione corporea nel soggetto obeso. *Boll UICO* 1994;3:1-6.
11. **Harrison GG, Buskirk ER, Carter JEL.** Pliche. In: **Battistini N, Bedogni G**, editors. Manuale di riferimento per la standardizzazione antropometrica. Ed. italiana. Milano: EDRA, 1992:67-81.
12. **Williams DP, Going SB, Milliken LA, Hall MC, Lobman TG.** Practical techniques for the assessment of body composition in middle-aged and older adults. *Med Sci Sports Exerc* 1995;27:776-83.
13. **Webster BL, Barr SI.** Body composition analysis of female adolescent athletes: comparing six regression equations. *Med Sci Sports Exerc* 1993;25:648-53.
14. **Deurenberg P.** International consensus conference on impedance in body composition. *Age Nutr* 1994;5:142-5.
15. **NIH.** Technology assessment conference on bioelectrical impedance analysis in body composition measurement. Bethesda: NIH, 1994:1-92.
16. **Deurenberg P, van der Kooy K, Leenen R, Schouten FJM.** Body impedance is largely dependent on the intra- and extra-cellular water distribution. *Eur J Clin Nutr* 1989;43:845-53.