

Valutazione della composizione corporea nell'atleta: metodiche integrate per la valutazione di massa grassa, massa magra e stato di idratazione

Study of body composition in athlete: methods for fat mass, free fat mass and hydration status evaluation

P. BRANCACCIO¹, S. ASCIONE¹, C. GRASSO¹, T. INGINO², F. M. LIMONGELLI¹

¹Seconda Università degli Studi di Napoli, Dipartimento di Medicina Sperimentale, Servizio di Medicina dello Sport

²Università degli Studi di Salerno, Dipartimento di Scienze Farmaceutiche

RIASSUNTO

L'adeguata quantificazione della massa magra e della massa grassa, dell'acqua corporea totale, intracellulare ed extracellulare, della massa cellulare sono i presupposti indispensabili per il medico sportivo che voglia analizzare le modificazioni della composizione corporea in corso di attività sportiva. Obiettivo dello studio è stato quello di studiare la possibilità di utilizzo della metodica ecografica per misurare lo strato di grasso sottocutaneo di soggetti sportivi. A tal fine sono stati arruolati 29 atleti che sono stati sottoposti a diverse metodiche di valutazione antropometrica come plicometria, misurazione delle circonferenze corporee, impedenziometria ed ecografia. L'analisi dei risultati ha messo in evidenza una stretta correlazione fra lo stato di idratazione e le misure antropometriche rilevate con le circonferenze e la plicometria, e analogo correlazione fra la plicometria anteriore della coscia e lo spessore dello strato sottocutaneo misurato ecograficamente, confermando l'attendibilità della metodica ecografica nello studio del tessuto adiposo sottocutaneo superficiale e dimostrano la sua importanza nell'inquadramento della composizione corporea degli atleti.

ABSTRACT

Physicians needs informations about free fat mass, fat mass and total body water to analyze changes in body composition in athletes. Aim of our study was to analyze the ultrasonography to measure the subcotaneous fat in athletes. We studied 29 athletes with plicometry, measures of circumferences, bioimpedenziometry and ultrasonography. We found a correlation between hydration status, plicometry and circumferences measures, and correlation between subcutaneous fat releaved with plicometry and ultrasonography. This study show that the ultrasonografy could be useful to study body composition of athletes.

PAROLE CHIAVE

Ecografia, Bioimpedenziometria, Plicometria, Grasso sottocutaneo.

KEY WORDS

Ultrasonography, Bioimpedenziometry, Plicometry, Subcutaneous Fat.

INTRODUZIONE

L'adeguata quantificazione della massa magra e della massa grassa, dell'acqua corporea totale, intracellulare ed extracellulare, della massa cellulare sono i presupposti indispensabili per il medico sportivo che voglia analizzare le modificazioni della composizione corporea in corso di attività sportiva o dopo specifici programmi di allenamento. Il rilievo delle misure antropometriche, in particolare la valutazione dell'indice di massa corporea e la misurazione dei diametri, delle circonferenze e delle pliche, sono gli strumenti maggiormente utilizzati per raggiungere questo scopo: ci sono però altre tecniche come la tomografia assiale computerizzata, la densitometria a doppio raggio fotonico, la risonanza magnetica nucleare e l'ecografia muscolare che potrebbero essere implementate per lo studio della popolazione sportiva, poiché forniscono risultati più dettagliati e meno influenzati dallo stato di idratazione.

OBIETTIVO

Studiare l'affidabilità della metodica ecografica per misurare lo strato di grasso sottocutaneo e valutarne il suo utilizzo, associata alla biometria, plicometria ed impedenziometria, per studiare lo stato di nutrizione di soggetti sportivi.

MATERIALI E METODI

Sono stati arruolati 29 soggetti che hanno fornito consenso informato per partecipare allo studio. Gli atleti, maschi con età media di $26,9 \pm 9,7$ anni, peso di $72,9 \pm 8,55$ e statura di $173,65 \pm 6,35$ praticavano le discipline del triathlon (21 atleti) e del body building (8 atleti), sottoponendosi ad un minimo di 5 allenamenti settimanali da almeno 12 mesi. Tutti i soggetti sono stati sottoposti alle seguenti metodiche di valutazione antropometrica:

1. Plicometria: eseguita mediante plicometro Harpenden su tre pliche (pettorale, addominale e anteriore coscia) rilevate sul lato destro del corpo. In ogni distretto sono state rilevate tre misure per ogni plica ed è stata considerata nella valutazione la media delle stesse. La plicometria consente di definire la topografia del grasso cutaneo. La compressibilità della cute e del tessuto adiposo è però funzione del grado di idratazione, dell'età, della taglia e varia da individuo a individuo: è infatti maggiore nei soggetti giovani per il maggior grado di idratazione tissutale. La maggiore o minore facilità con cui il tessuto può essere "separato" o "sollevato" da quello muscolare sottostante varia inoltre da un sito all'altro e

da un individuo all'altro; il calibro a pinza esercita una pressione costante e standardizzata. La plica è stata sollevata, con il pollice e l'indice a circa 8 cm di distanza dal punto di applicazione del calibro, su una linea perpendicolare all'asse longitudinale del sito. La misura è stata rilevata circa 4 secondi dopo che si è rilasciato il calibro, perché se il calibro viene compresso per più di 4 secondi, i fluidi saranno forzati ad uscire dai tessuti e la misura ottenuta sarà più piccola di quella reale.

2. Misura delle circonferenze: sono state rilevate le circonferenze della coscia destra al terzo medio (marcando il punto di rilevamento mediante penna dermatografica), del torace in posizione di riposo respiratorio e dell'addome. Le circonferenze corporee esprimono le dimensioni trasversali dei vari segmenti corporei e sono indici di crescita, dello stato nutrizionale e della distribuzione della massa grassa. La misura viene rilevata con un nastro metrico flessibile, anelastico. La circonferenza del torace negli adulti è un indice della taglia corporea. La circonferenza della vita è un indice del tessuto adiposo profondo ed è correlato alla massa magra. Quando utilizzata in forma di rapporto con la circonferenza della coscia o del fianco, la circonferenza della vita è un indice del grado di distribuzione androide del tessuto adiposo: quanto più alto è il rapporto vita/coscia o vita/fianco, tanto più androide è l'obesità e tanto maggiore il rischio di malattie cardiovascolari o dismetaboliche in particolare il diabete mellito di tipo II. Le tre circonferenze della coscia (prossimale, mediana e distale) possono facilitare la stima della densità corporea ed essere utili indicatori di adiposità. Le circonferenze della coscia, specialmente quella distale, sono importanti indicatori dello stato di trofismo muscolare.

3. Impedenziometria: è stata effettuata con impedenziometro Akern BIA 101. La bioimpedenza (BIA) è una delle metodiche più precise e veloci per la valutazione della composizione corporea oltre che essere l'unica tecnica a modello tricompartimentale che si distingue per i bassi costi, la portabilità e l'assenza d'invasività. L'uso della BIA per valutare la composizione corporea si basa proprio sulle diverse proprietà conduttive e dielettriche dei tessuti biologici al variare della frequenza della corrente elettrica: tessuti che contengono acqua ed elettroliti come fluido cerebro-spinale, sangue e muscoli sono buoni conduttori contrariamente al grasso, osso e spazi pieni di aria come i polmoni che sono tessuti

dieletrici, cioè offrono una certa resistenza al passaggio della corrente. La BIA misura tale resistenza. Le premesse di cui tener conto per questa metodologia sono: che la totalità dei processi biochimici nell'organismo umano (nutrizione, assimilazione, respirazione, digestione, assorbimento ed escrezione) sono compito del metabolismo e che il bilancio idrico è strettamente correlato al metabolismo e viene tenuto in equilibrio attraverso la regolazione osmotica. Il corpo umano è costituito per circa due terzi da acqua, suddivisa nei compartimenti extra (ECW) e intracellulare (ICW). Uno stato di idratazione ben bilanciato è la prima condizione per un corretto funzionamento metabolico. Il valore di normalità per l'acqua corporea totale (TBW) corrisponde a ca. il 60-70% del peso corporeo. La maggior parte della TBW (ca. 73%) è contenuta nella Massa Magra. Per la valutazione dello stato di idratazione la sola quantità di TBW non è determinante: è la ripartizione ECW/ICW che determina gli stati di normo/ipер/disidratazione. La corretta distribuzione dei fluidi deriva quindi dalla percentuale di acqua extracellulare rispetto all'acqua totale. Le cellule sono alla base di ogni organismo vivente: il corpo umano ne conta ca. 100 miliardi. Una cellula è composta al 90% da acqua (intracellulare) ed è circondata da una membrana semipermeabile che permette lo scambio di acqua e piccole molecole. La massa cellulare (BCM) è responsabile di funzioni vitali fondamentali quali lo scambio di ossigeno, la fornitura di potassio ai tessuti e l'ossidazione del glucosio. La massa grassa (FM) è composta da lipidi, grasso essenziale e tessuto adiposo. A livello bioelettrico è un pessimo conduttore, poiché la sua struttura è pressoché anidra. La scarsa conducibilità della Massa Grassa impedisce il flusso della corrente elettrica. Ipotizzando un'idratazione costante della massa magra del 73%, la massa grassa viene calcolata per differenza con il peso corporeo ($FM = PESO - FFM$). I valori bioelettrici dipendono dalla quantità dei fluidi corporei, prevalentemente distribuiti nella Massa Magra, soggetti a variazioni che possono dipendere da una moltitudine di fattori fisiologici legati o meno alla perdita/aumento di peso. Impostare un'analisi di composizione corporea sulla sola massa grassa non è utile se non si ha a disposizione uno strumento in grado di individuare il reale stato d'idratazione e di nutrizione (obesi con imponenti masse cellulari o con poca struttura muscolare, obesi disidratati o edematosi). La scrupolosità

del metodo BIA dipende in larga misura dal controllo dei fattori che possono incrementare eventuali errori di misurazione. Una fonte importante di errore è la grande differenza di resistenza, dovuta principalmente a fattori che alterano lo stato di idratazione. L'alimentazione, le bevande, la disidratazione e l'allenamento alterano lo stato di idratazione e dovrebbero essere tenuti sempre sotto controllo. Anche l'esercizio provoca una variazione della resistenza: esercizio moderato non influenza BIA, mentre la resistenza corporea diminuisce dopo esercizio fisico intenso. Infatti la maggior perdita di acqua rispetto agli elettroliti provoca un aumento della concentrazione elettrolitica dei fluidi corporei, quindi una maggiore conduzione e una minore resistenza. Nel nostro studio tutti i soggetti al momento della valutazione erano a digiuno da solidi e liquidi da almeno tre ore e non avevano effettuato allenamento il giorno precedente l'esame (1).

4. Ecografia di superficie: per la valutazione dello spessore sottocutaneo è stato utilizzato un ecografo BKmedical con sonda lineare da 12 MH. La misurazione è stata effettuata al terzo medio della coscia destra in un punto precedentemente identificato con matita dermatografica.

STATISTICA

Sono stati valutate: le singole misure plicometriche rilevate e la percentuale di grasso ottenuta con la metodica; le misure di circonferenza; lo spessore sottocutaneo rilevato ecograficamente; lo stato di idratazione rilevato con l'impedenziometria e misurato nei termini di acqua corporea totale, acqua extracellulare, acqua intracellulare e percentuale di massa grassa calcolata con la metodica.

L'analisi statistica è stata effettuata mediante sistema SPSS per Windows (Chicago, IL, USA): i dati sono stati correlati mediante Test di correlazione di Pearson considerando significative le relazioni con $p < 0.05$.

RISULTATI

Il gruppo di atleti esaminato presentava le seguenti caratteristiche antropometriche:

età media: 26.97 ± 9.73 ; la percentuale di massa grassa calcolata con l'esame impedenziometrico è risultata essere del $19.15\% \pm 3.89$, mentre la stessa valutazione effettuata con esame plicometrico è risultata del $11.15\% \pm 3.99$. I valori medi delle pli- che e delle circonferenze misurate sono riportati in tabella 1.

L'esame di correlazione di Pearson è stato effettuato su tutti i parametri esaminati ed ha fornito i seguenti risultati:

- Le misure di circonferenza, così come le pliche rilevate in tutti i distretti, sono risultate inversamente correlate con lo stato di idratazione misurato con metodo impedenziometrico: in particolare pliche e circonferenze sono risultate maggiori quando minore era la percentuale di acqua corporea totale così come riportato in tabella 2.
- Le misure plicometriche non sono risultate sempre correlate alle circonferenze: in particolare la plica pettorale e quella anteriore della coscia non sono risultate correlate alle rispettive circonferenze del torace e della coscia, mentre è stata evidenziata una significativa correlazione fra la plicometria dell'addome e la circonferenza addominale ($R = 0.452 - p = 0.01$).
- Una stretta correlazione fra la plicometria anteriore della coscia e lo spessore dello strato sottocutaneo misurato ecograficamente (4.73 ± 1.71 mm) con un indice R di correlazione di 0.542 ed una significatività di $p = 0.02$ (Figura 1).

DISCUSSIONE

In questo studio sono state utilizzate differenti metodiche di valutazione antropometrica per analizzare la composizione corporea di un gruppo di atleti.

Il primo parametro analizzato è stata la massa grassa rilevata con due differenti metodiche: la plicometria e l'impedenziometria.

I due metodi hanno in realtà fornito risultati abbastanza discordanti con una percentuale di massa grassa di $19.15\% \pm 3.89$ all'impedenziometria e di $11.15\% \pm 3.99$ alla plicometria.

Tabella 1 – Misure antropometriche del gruppo di atleti

Misure rilevate negli atleti in mm	Media	DS
Plica pettorale	11.41	7.59
Plica addominale	15.08	6.52
Plica coscia	14.13	4.59
Circonferenza braccio	29.26	3.02
Circonferenza coscia	53.73	3.73
Circonferenza torace	92.94	10.37
Circonferenza addome	83.00	8.82

Tabella 2 – Correlazioni misurate fra i rilievi plicometrici e l'acqua corporea totale

Parametri sottoposti a correlazione	Acqua totale
Plica pettorale	$R = -0.563$ $p < 0.01$
Plica addominale	$R = -0.391$ $p < 0.05$
Plica coscia	$R = -0.385$ $p < 0.05$

La valutazione plicometrica eseguita su 3 pliche, consente un notevole risparmio di tempo pur mostrandosi ugualmente attendibile rispetto a quella eseguita su 7 pliche nella definizione della massa grassa (2). In realtà in letteratura, affianco a lavori che testimoniano una buona correlazione fra la percentuale di massa grassa misurata con metodo bioimpedenziometrico e con metodo plicometrico (3,4), ci sono lavori che dimostrano, come nel nostro caso, una discordanza di risultati (5). L'esame impedenziometrico si è ultimamente molto diffuso fra la popolazione sportiva come presupposto fondamentale per impostare un corretto regime alimentare e quando necessario un giusto apporto di integratori e gli atleti sono generalmente più propensi ad affidarsi a questa metodica rispetto alla tradizionale plicometria.

In realtà l'esame plicometrico quando praticato da operatori esperti e con attrezzi adeguati mantiene un'affidabilità probabilmente ancora maggiore (6), specialmente negli atleti (7,8,9), dove la migliore definizione delle masse muscolari ed il minore spessore dello strato di grasso sottocutaneo rende più agevole la corretta identificazione dei punti di reperi ed il rilevamento delle pliche.

È comunque risultata una stretta correlazione fra le misure delle pliche e il contenuto di acqua corporea totale rilevato con l'impedenziometria (Tabella 2): questo dato è giustificabile per il fatto che il tessuto adiposo è privo di liquidi, per cui i soggetti in cui il valore di acqua corporea totale risultava più basso presentavano una minore massa magra e quindi uno spessore plicometrico maggiore.

A conferma di questa ipotesi uno studio di Smith D e coll. dimostra come il contenuto di acqua corporea totale calcolato con vari metodi in un gruppo di soggetti, correla strettamente con le misurazioni plicometriche ottenute negli stessi (10).

Non risulta invece correlazione fra le misure plicometriche e le circonferenze a livello degli arti supe-



Figura 1 – Esame ecografico eseguito nel gruppo di atleti al terzo medio della coscia destra (valore medio 4.73 ± 1.71 mm).

Parametri sottoposti a correlazione	Plica anteriore coscia
Ecografia di superficie anteriore coscia	$R = -0.542 - p < 0.01$

rioni e inferiori: questo dato è dovuto alla forte preponderanza del tessuto muscolare nel determinare il valore delle circonferenze nella popolazione atletica e spiega la limitata importanza del rilievo delle circonferenze in questi soggetti per determinare la massa grassa, mentre restano valide per identificare la massa muscolare (11,12,13).

Resta invece presumibilmente di un certo valore il rilievo della circonferenza della vita in cui è mantenuta una significativa correlazione con la plica addominale ($R = 0.52; p < 0.05$). Tale circonferenza è infatti fondamentalmente determinata dallo spessore dello strato di grasso sottocutaneo piuttosto che da quello muscolare (14) e sembrerebbe essere il migliore parametro, considerato singolarmente, utile a predire l'adiposità totale (15). Infine nel nostro studio, sono risultati strettamente correlati i valori della plicometria effettuata sulla coscia con lo spessore del connettivo sottocutaneo rilevato ecograficamente nella stessa sede ($R = 0.542; p < 0.01$).

La metodica ultrasonografica e la risonanza magnetica nucleare sono metodi diretti che forniscono una chiara visione della massa grassa (16,17).

In particolare la risonanza magnetica è stata utilizzata in molti studi per valutare la quantità di grasso viscerale e subcutaneo addominale, studiandone la distribuzione al fine di identificare le categorie di soggetti a maggiore rischio cardiovascolare (18,19).

Altri studi testimoniano inoltre che l'ecografia sarebbe un metodo altrettanto valido per la valutazione della massa grassa (20,21) ed i risultati ottenuti con quest'ultima sarebbero comunque attendibili perché correlati a quelli ottenuti con risonanza magnetica nucleare (22).

Inoltre i nostri risultati che vedono una stretta correlazione fra la valutazione plicometrica e quella ultrasonografica della coscia, sono inoltre sovrapponibili a quelli ottenuti da Eston e coll. che, studiando una popolazione atletica, hanno rilevato una analoga correlazione fra plicometria ed ecografia di superficie soprattutto a livello della coscia, ritenendo utile questo esame per la valutazione della composizione corporea negli atleti (23).

CONCLUSIONI

La popolazione sportiva presenta caratteristiche antropometriche spesso molto eterogenee in funzione della disciplina sportiva praticata. Per questo motivo riteniamo sempre opportuno utilizzare più metodiche per arrivare ad una corretta definizione della composizione corporea.

I risultati del nostro studio inoltre, confermano l'attendibilità della metodica ecografica nello studio del tessuto adiposo sottocutaneo superficiale e dimostrano la sua importanza nell'inquadramento della composizione corporea degli atleti.

BIBLIOGRAFIA

1. O'Brien C, Young AJ, Sawka MN. Bioelectrical impedance to estimate changes in hydration status. *Int J Sports Med* 2002; 23: 361-6.
2. Evans EM, Rowe DA, Misic MM, Prior BM, Arngrimsson SA. Skinfold prediction equation for athletes developed using a four-component model. *Med Sci Sports Exerc.* 2005; 37: 2006-11.
3. Utter AC, Scott JR, Oppliger RA, Visich PS, Goss FL, Marks BL, Nieman DC, Smith BW. A comparison of leg-to-leg bioelectrical impedance and skinfolds in assessing body fat in collegiate wrestler. *J Strength Cond Res.* 2001; 15: 157-60.
4. Ostojic SM. Estimation of body fat in athletes: skinfolds vs bioelectrical impedance. *J Sports Med Phys Fitness.* 2006; 46: 442-6.
5. De Lorenzo A, Bertini I, Iacopino L, Pagliato E, Testolin C, Testolin G. Body composition measurement in highly trained male athletes. A comparison of three methods. *J Sports Med Phys Fitness.* 2000; 40: 178-83.
6. Stewart AD, Hannan WJ. Prediction of fat and fat-free mass in male athletes using dual X-ray absorptiometry as the reference method. *J Sports Sci.* 2000; 18: 263-74.
7. Wattanapenpaiboon N, Lukito W, Strauss BJ, Hsu-Hage BH, Wahlqvist ML, Stround DB. Agreement of skinfold measurement and bioelectrical impedance analysis (BIA) methods with dual energy X-ray absorptiometry (DEXA) in estimating total body fat in Anglo-Celtic Australians. *Int J Obes Relat Metab. Disord.* 1998; 22: 854-60.
8. Huygens W, Claessens AL, Thomis M, Loos R, Van Langendonck L, Peeters M, Philippaerts R, Meynaerts E, Vlietinck R, Beunen G. Body composition estimations by BIA versus anthropometric equations in body builders and other power athletes. *J Sports Med Phys Fitness.* 2002; 42: 45-55.
9. Houtkoop L, Mullins VA, Going SB, Brown CH, Lohman TG. Body composition profiles of elite American hep-athletes. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2001; 11: 162-73.
10. Smith D, Engel B, Diskin AM, Spanel P, Davies SJ. Comparative measurements of total body water in healthy volunteers by online breath deuterium measurement and other near-subject methods. *Am J Clin Nutr.* 2002; 76: 1295-301.
11. Franchini E, Nunes AV, Moraes JM, Del Vecchio FB. Physical fitness and anthropometrical profile of the Brazilian male judo team. *J Physiol Anthropol.* 2007; 26: 59-67.
12. Kurivan R, Kurpad AV. Prediction of total body muscle mass from simple anthropometric measurements in young Indian males. *J Med Res.* 2004; 119: 121-8.
13. Poortmans JR, Boisseau N, Moraine JJ, Moreno-Reves R, Goldman S. Estimation of total-body skeletal muscle mass in children and adolescents. *Med Sci Sports Exerc.* 2005; 37: 316-22.
14. Kanehisa H, Miyatani M, Azuma K, Kuno S, Fukunaga T. Influences of age and sex on abdominal muscle and subcutaneous fat thickness. *Eur J Appl Physiol.* 2004; 91: 534-7.
15. Ross R, Lèger L, Morris D, de Guise J, Guardo R. Quantification of adipose tissue by MRI : relationship with anthropometric variables. *J Appl Physiol* 1992; 72: 787-95.
16. Oguri K, Zhao L, Du N, Kato Y, Miyamoto K, Hayakawa M, Kurokawa J, Nagasaki S, Matsuoka T. Association of habitual long-distance running with the thickness of skeletal muscles and subcutaneous fat in the body extremities and trunk in middle-aged men. *J Sports Med Phys Fitness.* 2004; 44: 417-23.
17. Knapik JJ, Staab JS, Harman EA. Validity of an anthropometric estimate of thigh muscle cross-sectional area. *Med Sci Sports Exerc.* 1996; 28: 1523-30.
18. Liu KH, Chan YL, Chan WB, Kong WL, Kong MO, Chan JC. Sonographic measurement of mesenteric fat thickness is a good correlate with cardiovascular risk factors: comparison with subcutaneous and preperitoneal fat thickness, magnetic resonance imaging and anthropometric indexes. *Int J Obes relat Metab Disord.* 2003; 27: 1267-73.
19. Smith SR, Lovejoy JC, Greenway F, Ryan D, deJonge L, de la Bretonne J, Volafava J, Bray GA. Contributions of total body fat, abdominal subcutaneous adipose tissue compartments, and visceral adipose tissue to the metabolic complications of obesity. *Metabolism* 2001; 50: 425-35.
20. Cucchi E, Piatti PM, Orena C, Pontiroli AE, Martino E, Paesano PL, Pozza G, Del Maschio A. Is echography an adequate method for assessing the thickness of intra-abdominal fat? A comparison with computed tomography. *Radiol Med (torino)* 1997; 94: 329-34.
21. Abe T, Kawakami Y, Sugita M, Yoshikawa K, Fukunaga T. Use of B-mode ultrasound for visceral fat mass evaluation: comparisons with magnetic resonance imaging. *Appl Human Sci* 1995; 14: 133-9.
22. Abe T, Tanaka F, Kawakami Y, Yoshikawa K, Fukunaga T. Total and segmental subcutaneous adipose tissue volume measured by ultrasound. *Med Sci Sports Exerc.* 1996; 28: 908-12.
23. Eston R, Evans R, Fu F. Estimation of body composition in Chinese and British men by ultrasonographic assessment of segmental adipose tissue volume. *Br J Sports Med.* 1994; 28: 9-13.