

VALUTAZIONE DELLA COMPOSIZIONE CORPOREA NEL CANOISTA. ANALISI DELL'IMPEDENZA BIOELETTRICA IN ATLETI DI CANOA VELOCITA'

Il presente articolo è stato presentato dall'autore, con il titolo "Estimation of body composition in kayak paddler. Analysis of bioelectrical impedance in sprint kayakers", nella 8° edizione del Convegno "Encontro de Jovens Investigadores da Universidade do Porto", a Porto (POR), 13-15/05/2015, con abstract riportato nel book degli interventi.

1, Laurea Magistrale Scienza e Tecnica dello Sport, Università degli Studi di Roma "Foro Italico".

2, Istruttore di canoa polo, Maestro di mare, FICK.

ABSTRACT

La valutazione della composizione corporea attraverso il metodo dell'impedenza bioelettrica, o BIA (Body Impedance Assessment), è una delle metodiche indirette più semplici e affidabili per analizzare i compartimenti strutturali del corpo, da utilizzare sia in ambito clinico che sportivo e nutrizionale. Attraverso l'impedenza bioelettrica è possibile valutare il contenuto idrico corporeo (TBW), lo stato di massa grassa (FM) e di massa magra (FFM). Un'attenta valutazione della composizione corporea permette di monitorare le variazioni dovute ai programmi di allenamento piuttosto che dello stato nutrizionale e idrico dell'atleta.

Questa ricerca, il cui scopo è quello di valutare la composizione corporea in atleti di canoa e kayak con il metodo dell'impedenza bioelettrica a multifrequenza, è stata fatta su 41 atleti della categoria senior e under 23. Atleti di età compresa tra i 16 e i 35 anni sia uomini che donne, con pluriennale esperienza, che hanno preso parte ai raduni della squadra nazionale italiana di velocità. Sono state eseguite due rilevazioni (Marzo-Aprile 2013) sugli stessi atleti a distanza di 20-30 giorni, attraverso il misuratore d'impedenza bioelettrica multifrequenza BodyComp MF della Akern Srl.

I risultati ottenuti hanno riportato valori di TBW, ECW e FFM rispettivamente di 63,2% \pm 2,4 , 36,7% \pm 2,0 , 86,3% \pm 3,1 per gli uomini del kayak e 56,9% \pm 2,2 , 39,3% \pm 2,2 , 77,7% \pm 2,8 per le donne del kayak.

Va precisato che la valutazione della composizione corporea tramite la metodica dell'impedenza bioelettrica è particolarmente affidabile se interpretata in maniera personalizzata e se ripetuta nel tempo, rispettando rigorosamente le procedure di standardizzazione e tenendo in considerazione le variabili che possono incidere sull'accuratezza delle rilevazioni.

INTRODUZIONE

La canoa e il kayak velocità, disciplina olimpica dal 1936 (Giochi di Berlino), è uno sport di resistenza che richiede particolari requisiti fisiologici unitamente a caratteristiche fisiche ben definite. Diversi studi affermano che un grado elevato di potenza aerobica, un elevato rendimento anaerobico e una grande potenza muscolare, soprattutto della parte alta del corpo, sono richiesti all'atleta di canoa, caratterizzato morfologicamente da una maggiore circonferenza superiore del corpo e da fianchi stretti.

Inoltre questi atleti sono sottoposti a intensità e volumi di allenamento elevati per la maggior parte del periodo di preparazione, con una notevole sollecitazione di tutti i processi metabolici ed energetici. Queste caratteristiche, combinate insieme, sono considerate determinanti per il raggiungimento della miglior prestazione sportiva. Pertanto, come le condizioni fisiologiche e la struttura fisica, anche la composizione corporea può essere determinante e rivestire un ruolo fondamentale per il successo sportivo dell'atleta. La somato-tipizzazione, che avviene attraverso la valutazione visiva e antropometrica degli individui e che li classifica per taglia, magrezza (ectomorfi), muscolosità (mesomorfi), utile per la valutazione di vasti campioni e che ha trovato ampio utilizzo in numerose ricerche, non è in grado di valutare e quantificare le

single componenti del corpo umano. Pertanto attraverso la valutazione della composizione corporea si è in grado di analizzare come realmente è composto l'organismo.

La composizione corporea rappresenta la composizione chimica dell'organismo e la sua valutazione permette nell'atleta svariati interventi, dal monitoraggio degli effetti di un programma di allenamento alla valutazione dello stato nutrizionale o idrico.

Per la valutazione della composizione corporea possono essere utilizzate metodiche dirette e indirette. Le metodiche dirette valutano la composizione corporea attraverso l'analisi chimica dei tessuti tramite autopsia su cadaveri, presentando quindi numerose complicazioni. Le metodiche indirette, come l'impedenza bioelettrica, la plicometria, la pesata idrostatica, la valutazione delle circonferenze corporee e altre, valutano la composizione corporea attraverso misure indirette e modelli matematici, che permettono di quantificare le diverse strutture corporee.

La composizione corporea può essere quindi intesa come un'insieme di diversi compartimenti corporei che, sommati, rappresentano il peso corporeo totale. Diversi testi utilizzano, per la valutazione e lo studio della composizione corporea, modelli che identificano diversi livelli d'indagine a seconda degli elementi e dei compartimenti esaminati o delle metodiche utilizzate. I compartimenti principalmente analizzati nel modello bicompartimentale sono la massa grassa (FM, fat mass) e la massa priva di grasso (FFM, fat free mass), che viene ulteriormente ripartita in acqua corporea (TBW, total body water), massa proteica (MP, protein mass), massa minerale (MM, mineral mass) e glicogeno (Gn, glycogen) nei modelli tricompartimentali o multi compartimentali. L'acqua corporea viene ripartita a sua volta in acqua intracellulare (ICW, intracellular water) e acqua extracellulare (ECW, extracellular water). La composizione corporea varia notevolmente tra uomo e donne e subisce sostanziali modificazioni a seconda dell'età. Da numerosi studi e rilevazioni, sono stati ottenuti degli standard di riferimento, che hanno permesso di confrontare dati e ricerche e avere sempre più accurate rilevazioni.

Nell'uomo di riferimento la massa grassa (FM) rappresenta il 15% del peso corporeo per l'uomo, e il 27% per la donna. La massa grassa comprende sia il grasso essenziale che quello di deposito, il quale è costituito dall'accumulo di grasso nel tessuto adiposo e comprende sia il grasso viscerale che quello sottocutaneo e insieme al glicogeno può rappresentare una discreta riserva energetica. Nell'uomo corrisponde al 12% del peso corporeo, mentre nella donna raggiunge valori del 15% del peso corporeo. Il grasso essenziale è necessario per le normali funzioni fisiologiche dell'organismo ed è costituito dal grasso contenuto nel midollo osseo, nel cuore, nei polmoni, nel fegato. Valori troppo bassi possono denunciare diverse patologie. I valori di grasso essenziale nell'uomo di riferimento corrispondono al 3% del peso corporeo, mentre per la donna corrispondono al 12% del peso corporeo, tenendo conto del grasso essenziale specifico del sesso femminile. Nell'atleta, e per la maggior parte delle discipline sportive, valori elevati di massa grassa (FM) possono essere sintomo di una cattiva prestazione sportiva. Alcuni studi riportano come valori di massa grassa (FM) tra il 6% e il 12% del peso corporeo rappresentino dei buoni standard nell'atleta di canoa, senza però fare una distinzione tra i due sessi.

La massa priva di grasso (FFM) corrisponde all'85% del peso corporeo nell'uomo di riferimento e al 73% del peso corporeo nella donna. La massa priva di grasso (FFM) rappresenta la massa corporea privata da tutta la massa grassa, e si distingue dalla massa magra (LBM, Lean Body Mass) che contiene la percentuale di grasso essenziale. La massa priva di grasso (FFM) ha una densità maggiore rispetto alla massa grassa (FM) e presenta una distribuzione di acqua ed elettroliti molto elevata.

Nell'atleta, valori alti di FFM possono corrispondere a migliori risultati della prestazione sportiva. Aumentare la FFM è l'obiettivo della maggior parte dei programmi di allenamento, ma risulta comunque importante analizzare la FFM qualitativamente piuttosto che quantitativamente.

L'acqua corporea (TBW) è il costituente principale del corpo umano e rappresenta il 60%-70% del peso corporeo nell'uomo e il 50%-60% nelle donne, mentre assume valori molto vicini al 73% se rapportata alla massa priva di grasso (FFM).

Nella donna si riscontrano valori più bassi di acqua corporea (TBW) rispetto all'uomo, per il maggior contenuto fisiologico di massa grassa (FM). L'acqua viene ulteriormente ripartita in acqua intra-cellulare (ICW) e acqua extra-cellulare (ECW), a seconda della sua distribuzione fuori o dentro la cellula. I valori di ECW e ICW assumono rispettivamente il 20% e il 40% del peso corporeo, ovvero per 2/3 intra-cellulare e 1/3 extra-cellulare.

L'acqua extra-cellulare (ECW) è costituita da acqua interstiziale, plasmatica, linfatica e trans cellulare, mentre l'acqua intra-cellulare (ICW) viene considerata il costituente principale delle cellule e rispecchia i valori della massa metabolicamente attiva. Attraverso i valori di ICW ed ECW è possibile valutare lo stato di salute cellulare, lo stato idrico e nutrizionale e in generale lo stato di salute e benessere.

La massa minerale (MM), interviene nella regolazione di ICW ed ECW e, nell'uomo di riferimento, corrisponde al 5% del peso corporeo. La massa proteica (PM) assume invece valori del 17% del peso corporeo nell'uomo di riferimento e interviene nei sistemi metabolici in quanto le proteine hanno una valenza sia strutturale che funzionale nelle cellule. Il glicogeno (Gn) ha un valore dell'1% del peso corporeo ma risulta molto instabile dato il suo rapido impiego come fonte di energia.

L'acqua corporea, la massa minerale, la massa proteica e il glicogeno vengono considerati dei costituenti della massa priva di grasso e in diversi studi possono essere riportati valori percentuali differenti, se questi vengono proporzionati alla massa priva di grasso (FFM). Nella valutazione della composizione corporea si riscontrano sull'atleta valori di massa priva di grasso (FFM) maggiori rispetto agli standard di riferimento, con conseguenti valori di massa grassa (FM) più bassi, pertanto, a una maggiore massa priva di grasso (FFM) risultano più elevati valori di acqua corporea (TBW). Alcuni studi hanno indagato nell'atleta una possibile espansione di acqua extra-cellulare (ECW) sull'acqua intra-cellulare (ICW).

Per la valutazione della composizione corporea vi sono diverse metodiche d'indagine, in grado di analizzare il corpo umano nei suoi diversi compartimenti come l'impedenza bioelettrica, la plicometria, le circonferenze corporee, la pesata idrostatica, e altre ancora. Questo studio è avvenuto attraverso la metodica dell'impedenza bioelettrica a multifrequenza che è in grado di abbracciare diversi livelli d'indagine ed è particolarmente utilizzata per inquadrare lo stato idrico e la ripartizione di acqua nel corpo umano. La valutazione dell'impedenza bioelettrica è considerata una tecnica indiretta, relativamente recente, che ha trovato ampio uso per la sua facilità di utilizzo, la trasportabilità e soprattutto la non invasività. Il principio che determina l'analisi dell'impedenza bioelettrica è appunto quello dell'impedenza, ovvero la resistenza opposta dall'organismo e dai suoi tessuti al passaggio di una corrente elettrica alternata di bassa frequenza.

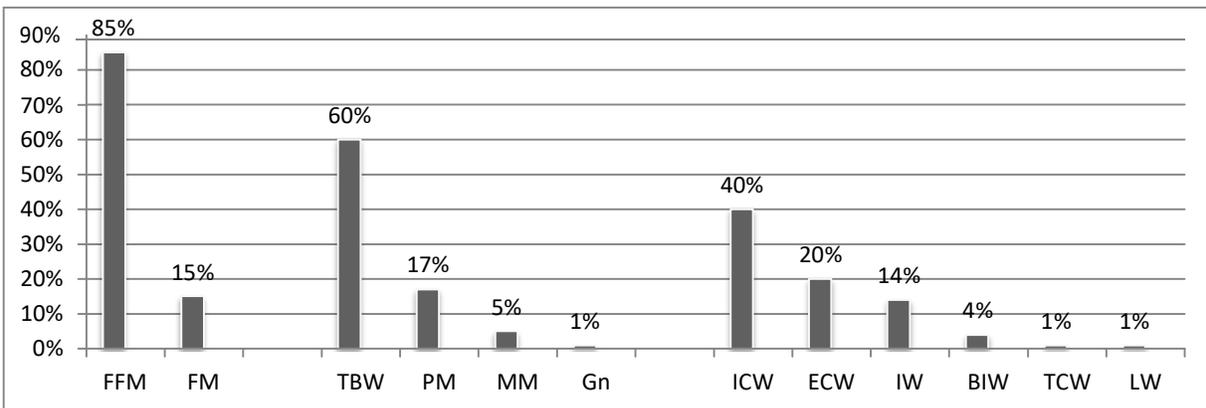


Grafico 1 - Valori percentuali indicativi sul peso corporeo dei diversi compartimenti della composizione corporea nell'uomo di riferimento.

Le soluzioni di acqua ed elettroliti presenti nei tessuti magri oppongono una scarsa resistenza al passaggio della corrente elettrica e permettono alla massa priva di grasso (FFM) di essere un discreto conduttore mentre i tessuti grassi e la stessa membrana cellulare, caratterizzata da un doppio strato fosfolipidico non conduttivo, si comportano come condensatori quando ad essi viene applicata una corrente elettrica e offrono un'elevata resistenza. L'analisi dell'impedenza bioelettrica si basa quindi sul principio che la conducibilità dei tessuti dipende dal loro contenuto d'acqua e di elettroliti. Nella metodica dell'impedenza bioelettrica a multifrequenza sono combinate correnti a bassa frequenza con correnti ad alta frequenza (5-50-100 kHz nelle strumento utilizzato per lo studio) per determinare con precisione i compartimenti di TBW, ICW ed ECW. La corrente elettrica a basse frequenze percorre in prevalenza i fluidi extracellulari mentre, a frequenze più alte, riesce a superare le membrane cellulari e percorrere i fluidi intracellulari.

Nella rilevazione dei valori impedenziometrici la corrente elettrica viene veicolata da elettrodi posizionati sul dorso della mano destra a livello dell'articolazione metacarpo-falangea del terzo dito e sull'articolazione radio-ulnare, oltre che sul dorso del piede destro a livello dell'articolazione metatarso-falangea del terzo dito e sull'articolazione tibio-tarsica.

Le limitazioni che possono influire sulla metodica dell'impedenza bioelettrica a multifrequenza sono diverse e sicuramente impongono accurate valutazioni attraverso il confronto con altre metodiche di valutazione. La maggior parte delle formule utilizzate nell'impedenza bioelettrica per calcolare i valori dei compartimenti corporei assumono una norma idratazione della massa priva di grasso (FFM) del 73%. Pertanto, in condizioni patologiche o che si discostino anche leggermente, si possono ricavare valori che presentano alterazioni consistenti. Altre limitazioni possono essere legate alla strumentazione utilizzata, compresi lo stato di elettrodi e cavetti di collegamento, piuttosto che dall'operatore.

La strumentazione utilizzata in questo studio non ha potuto fornire valori come ad esempio la massa muscolare o l'angolo di fase, che permettono un'indagine più accurata.

MATERIALI E METODI

Lo studio è stato fatto su 41 atleti, d'età compresa tra i 16 e i 35 anni, di cui 25 uomini (19 kayak e 6 canadese) e 16 donne, che hanno partecipato ai raduni della squadra nazionale italiana di velocità (2013); la maggior parte di loro pratica attività agonistica da non meno di 6 anni, con una durata media di allenamento tra i 90' e i 120' a seduta giornaliera e con una frequenza media tra i 6 e i 7 giorni settimanali. Tutti gli atleti esaminati hanno partecipato a competizioni internazionali e su quasi tutti, dopo la raccolta dei dati

anagrafici, sono state eseguite due rilevazioni (Marzo-Aprile 2013), ripetute a distanza di quasi un mese l'una dall'altra, mantenendo invariate le condizioni dei test per verificare l'accuratezza della strumentazione. Le valutazioni sono state sempre eseguite la mattina con gli atleti a riposo e a digiuno, seguendo rigorosamente i protocolli di valutazione per l'analisi dell'impedenza bioelettrica.

Sugli atleti, vestiti solo degli indumenti intimi, sono stati rilevati i dati antropometrici (peso e statura) mediante bilancia di precisione Gima Astra con annesso statimetro. È stato calcolato l'indice di massa corporea (BMI) attraverso il rapporto tra il peso in kg e l'altezza elevata al quadrato. Le misurazioni dell'impedenza bioelettrica, eseguite sempre dallo stesso operatore, sono state fatte sul lato destro del corpo tramite misuratore di impedenza bioelettrica multifrequenza BodyComp MF della Akern Srl e l'elaborazione dei dati è avvenuta mediante l'apposito programma BodyComp MF Lite 1.0 e con l'ausilio di un PC Sony Waio.

RISULTATI

I risultati ottenuti sono stati sintetizzati in tre diverse tabelle. Nella tabella 1 sono riportati i valori medi delle misure antropometriche dei 41 atleti esaminati, divisi per sesso e disciplina (kayak e canadese). Dai valori raccolti l'età media risulta essere di $23,5 \pm 4,8$ anni per il kayak uomini, $20,3 \pm 5,01$ anni per la canadese uomini e $19,8 \pm 2,8$ anni per il kayak donne. I valori medi di altezza e peso risultano rispettivamente $184,1 \pm 5,9$ cm e $81,4 \pm 7,2$ kg per il kayak uomini, $175,9 \pm 5,19$ cm e $75,4 \pm 7,55$ kg la canadese uomini e $168,6 \pm 4,9$ cm e $63,4 \pm 5,0$ kg per il kayak donne. Attraverso l'altezza e il peso è stato calcolato l'indice di massa corporea (BMI, body mass index) che risulta $24,0 \pm 1,8$ kg/m² per il kayak uomini, $24,3 \pm 2,0$ kg/m² per la canadese uomini e $22,3 \pm 1,5$ kg/m² per il kayak donne. Il BMI mette in relazione il peso corporeo e la statura per valutare se il soggetto si trovi nei limiti di normalità rispetto al peso corporeo. Non consente tuttavia di avere informazioni precise sulla composizione corporea e, soprattutto nell'atleta, può indicare uno stato di sovrappeso nonostante valori bassi di massa grassa.

Atleti (n=41)	Kayak Senior/U23 Uomini (19)	Kayak Senior/U23 Donne (16)	Canadese Senior/U23 Uomini (6)
Età (anni)	23,5	19,8	20,3
Peso (kg)	81,4	63,4	75,4
Altezza (cm)	184,1	168,6	175,9
BMI	24,0	22,3	24,3

Tabella 1 - Valori medi dei dati antropometrici degli atleti esaminati, suddivisi per sesso e disciplina praticata.

I dati presenti nella tabella 2 riportano informazioni puramente indicative sugli anni di pratica, se si è preso parte a competizioni internazionali, la durata e la frequenza di allenamento. Dalle interviste si è potuto ricavare che tutti gli atleti hanno partecipato a competizioni internazionali e praticano la disciplina da almeno sei anni, con una media di 11,2 anni per il kayak uomini e di 9,55 anni per il kayak donne, avendo quindi un elevato grado di specializzazione. Non sono stati forniti i dati per la canadese uomini dato il numero ridotto di interviste. La durata media di una seduta di allenamento risulta essere tra gli 80 e 90 minuti giornalieri con una frequenza tra i 6 e i 7 giorni settimanali. Gli atleti, nel periodo in cui sono stati esaminati, erano in una fase di scarico del programma di allenamento.

Atleti	Kayak Senior/U23 Uomini	Kayak Senior/U23 Donne	Canadese Senior/U23 Uomini
Anni di pratica agonistica	11,2	9,5	n.d.
Competizioni internazionali	Si	Si	n.d.
Durata allenamento (min/gior)	85'	88'	n.d.
Freq. allenamento (gior/sett)	6,1	6,4	n.d.

Tabella 2 -Valori medi delle informazioni indicative degli atleti esaminati, suddivisi per sesso e disciplina praticata.

Nella tabella 3 sono riportati i valori medi dell'analisi dell'impedenza bioelettrica. I valori sono stati raccolti seguendo rigorosamente le procedure di standardizzazione. Le rilevazioni sono state eseguite con gli atleti a digiuno e a riposo da attività fisica da almeno 12 ore. Durante le rilevazioni gli atleti erano in posizione supina su una superficie non conduttiva, con gli arti distanziati dal corpo di 30-45 gradi. Gli elettrodi sono stati posizionati sul lato destro del corpo, dopo che la superficie cutanea è stata asciugata. Dai valori riscontrati, la percentuale di TBW risulta simili tra il kayak e la canadese uomini, con valori rispettivamente del $63,2\% \pm 2,4$ e $62,3\% \pm 1,9$ del peso corporeo. Nel kayak donne la TBW è risultata più bassa rispetto a quella dell'uomo, con valori del $56,9\% \pm 2,2$ del peso corporeo.

L'ECW è stato rilevato per il $36,7\% \pm 2,0$ di acqua corporea nel kayak uomini, $36,3\% \pm 0,82$ di acqua corporea nella canadese uomini e $39,3\% \pm 2,2$ di acqua corporea nel kayak donna. I valori di FFM riscontrati sono del $86,3\% \pm 3,1$ del peso corporeo nel kayak uomini e $84,8\% \pm 2,9$ del peso corporeo nella canadese uomini. Nel kayak donne, i valori di FFM riscontrati risultano del $77,7\% \pm 2,8$ del peso corporeo. Di conseguenza, la FM assume valori del $13,7\% \pm 3,1$ del peso corporeo nel kayak uomini, del $15,1\% \pm 2,9$ del peso corporeo nella canadese uomini e del $22,3\% \pm 2,8$ del peso corporeo nel kayak donne. Nella tabella sono stati riportati i valori della massa cellulare metabolicamente attiva (BCM Body Cell Mass). La BCM rappresenta la massa cellulare corporea responsabile del metabolismo, della respirazione cellulare, in grado di ossidare il glucosio, quindi un compartimento funzionale estremamente importante. I valori riscontrati sono il $47,4\% \pm 1,3$ e il $47,5\% \pm 0,5$ della massa priva di grasso (FFM) rispettivamente nel kayak e nella canadese uomini. Per il kayak donne i valori riscontrati sono stati del $45,4\% \pm 1,8$ della massa priva di grasso (FFM).

Nella tabella sono riportati anche i valori del metabolismo basale (BMR, Basal Metabolic Rate). La determinazione del BMR, nella strumentazione utilizzata, avviene attraverso l'attribuzione a ogni kg di BCM un determinato consumo di kilocalorie, ma non trova assolutamente riscontro perché la sua valutazione si discosta dalle metodiche d'indagine sul dispendio energetico. I valori di TBW, ECW e BCM sono stati riportati sia in percentuale sul peso corporeo, che in kilogrammi e litri.

Atleti	Kayak Senior/U23 Uomini	Kayak Senior/U23 Donne	Canadese Senior/U23 Uomini
BMR (kcal)	1712,6	1397,8	1633,6
BCM (kg)	33,2	22,3	30,4
BCM %	47,4	45,4	47,5
FFM (kg)	70,2	49,2	64,1
FFM %	86,3	77,7	84,8
FM (kg)	11,3	14,2	11,35
FM %	13,7	22,3	15,1
TBW (L)	51,4	36,0	46,8
TBW %	63,2	56,9	62,3
ECW (L)	18,8	14,1	17,1
ECW %	36,7	39,3	36,3

Tabella 3 - Valori medi dei parametri impedenziometrici degli atleti esaminati, suddivisi per sesso e disciplina praticata. (Dati rilevati a Marzo-Aprile 2013).

CONCLUSIONI

La valutazione della composizione corporea, oltre a essere di ausilio nell'indagine clinica, può risultare un ottimo strumento per la determinazione dello stato di salute e di nutrizione se integrata con altre tecniche specifiche di misurazione. Nell'atleta può essere utilizzata sia come strumento per monitorare le fasi di un programma di allenamento che come strumento per valutare l'avviamento di un giovane verso le specifiche discipline sportive.

Lo scopo di ogni programma di allenamento è quello di avere un ottimo rapporto tra massa grassa (FM) e massa priva di grasso (FFM). La composizione corporea ottimale varia a seconda della disciplina sportiva ma, in generale, una percentuale di massa priva di grasso (FFM) elevata, a scapito di una più bassa percentuale di massa grassa (FM), è correlata a una migliore prestazione sportiva. In tutte le discipline sportive che richiedono forza e resistenza muscolare si possono riscontrare valori elevati di massa priva di grasso (FFM). È interessante comunque comprendere come le modificazioni qualitative della massa priva di grasso (FFM) possano incidere sulla prestazione sportiva.

L'atleta di canoa risulta avere un'elevata percentuale di massa priva di grasso (FFM) e una ridotta percentuale di grasso corporeo (FM). I valori riscontrati risultano in linea con altri studi sulla composizione corporea, tuttavia, se confrontati con valori di atleti di altre discipline sportive, risulta che le percentuali di massa grassa (FM) siano leggermente superiori. Alcuni studi riportano come in atleti che praticano uno sport che non è caratterizzato dall'influenza della forza di gravità, siano ammissibili valori più elevati di grasso corporeo, inquadrabili in valori compresi attorno al 13% per gli uomini e al 22% per le donne.

Dai dati raccolti risulta che gli uomini delle due discipline, kayak e canadese, hanno valori quasi sovrapponibili, cosa che non avviene per le donne, che presentano valori tipicamente più alti di FM dovuti al dimorfismo sessuale, e degli altri compartimenti corporei.

Tuttavia con l'impedenza bioelettrica il grasso corporeo negli atleti tende ad essere sovrastimato per via del tipo di equazioni applicate. Inoltre sono numerose le variabili che incidono sull'accuratezza delle valutazioni, dalla strumentazione utilizzata all'operatore. Va precisato che, date le numerose tecniche di valutazione della composizione corporea e la loro variabilità, appare opportuno interpretare i valori raccolti in maniera personalizzata e attraverso più valutazioni protratte nel tempo.

Inserire comunque la valutazione della composizione corporea in un protocollo di valutazione potrebbe

essere uno strumento idoneo per garantire migliori standard qualitativi dell'atleta.

BIBLIOGRAFIA

- Ackland T.R., Ong K.B., Kerr D.A., Ridge B. (2003) Morphological characteristics of Olympic sprint canoe and kayak paddlers, *Journal of Science & Medicine in Sport*, 6: 285-294.
- Ackland T.R., Kerr D.A., Hume P., Norton K., Ridge B., Clark S., Broad E., Ross W. (2002) Anthropometric normative data for Olympic rowers and paddlers, University of Western Australia.
- Battistini N., Bedogni G., Gozzoli D., Morini P., Andreoli A., De Lorenzo A. (1990) Valutazione dello stato nutrizionale e della composizione corporea nell'uomo e nell'atleta, Edizioni Gamma Grafica, Firenze. (in: Brancati A., De Lorenzo A.)
- Battistini N., Trunfio O., Bedogni G. (1996) Valutazione della composizione corporea nell'atleta. *Med. Sport*, 49: 433-435.
- Cagnazzo F., Cagnazzo R. (2009) Valutazione antropometrica in clinica, riabilitazione e sport, Edi-Ermes Edizioni.
- Fleck S.J. (1983) Body composition of elite American athletes, *American Journal of Sports Medicine*, Vol.11, (6): 398-403.
- Gravante G., Benigno A., Pomara F., Angelomè C., Amoroso G. (1997) Valutazione della composizione corporea in un gruppo di atleti. Confronto tra analisi antropometrica e analisi bioimpedenziometrica. *Med. Sport*, 50: 203-208.
- Komiya H., Tsubakihara M. (2012) Estimation of Thigh Muscle Volume by Multi-Frequency Bioelectrical Impedance, *Adv.Exerc.Sports Physiol.*, Vol.18, N.1: 17-25.
- Mariani A., Cannella C., Tomassi G. (2009) Fondamenti di nutrizione umana, Il pensiero scientifico Editore.
- Marra M., Caldara A., Montagnese C., De Filippo E., Pasanisi F., Contaldo F., Scalfi L. (2009) Bioelectrical impedance phase angle in constitutionally lean females, ballet dancers and patients with anorexia nervosa, *Eur J Clin Nutr.*, Jul; 63 (7): 905-908.
- Michael J.S., Rooney K.B., Smith R. (2009) La richiesta metabolica della canoa: una rivisitazione, *Nuova Canoa Ricerca, FICK*, n. 67: 3-17.
- National Institutes of Health Technology Assessment (1996) Bioelectrical impedance analysis in body composition measurement, Conference Bethesda, Maryland. *Am J Clin Nutr* 64 (Suppl): 387S-532S.
- Rynkiewicz M, Rynkiewicz T (2010) Bioelectrical impedance analysis of body composition and muscle mass distribution in advanced kayakers. *Human Movement*, vol. 11 (1): 11-16.
- van Someren K.A., and Howatson G. (2008) Prediction of Flatwater Kayaking Performance, *Int. J Sports Physiology and Performance*, 3(2): 207-218.
- Weineck J. (2001) *L'allenamento Ottimale*, Calzetti Mariucci Editore, Perugia.
- Wilmore J.H. (1983) Body composition in sport and exercise: directions for future research, *Med Sci Sports Exerc.*, 15(1): 21-31.
- Wilmore J.H., Costill D.L. (2005) *Fisiologia dell'esercizio fisico e dello sport*, Calzetti e Mariucci Editore, Perugia.