

ADI Flash n. 4

La bioimpedenziometria nella pratica clinica

A cura di Lorenza Caregaro Negrin

Introduzione

La bioimpedenziometria (BIA) è una metodica utilizzata sia in condizioni fisiologiche che patologiche per stimare i compartimenti corporei e monitorare le loro variazioni nel tempo. La BIA misura le due componenti dell'impedenza del corpo, resistenza (R) e reattanza (X_c), al passaggio di una corrente alternata a bassa frequenza. L'applicazione di equazioni predittive multiple consente di stimare i compartimenti corporei: acqua corporea (TBW), massa magra (FFM), massa muscolare (MM), massa grassa (FM) e massa cellulare attiva (BCM). La BIA fornisce un'accurata stima della composizione corporea nei soggetti senza alterazioni dello stato di idratazione e con indici di massa corporea compresi tra 16 e 34. In alcune situazioni patologiche, gli assunti su cui sono basate le equazioni predittive sono disattesi e le stime dei compartimenti corporei devono essere interpretate con cautela. Un approccio alternativo è rappresentato dall'analisi delle misure elettriche grezze, senza l'utilizzo di equazioni predittive.

Standardizzazione della metodica

L'analisi dell'impedenza può essere effettuata con diverse metodiche: BIA monofrequenza, multifrequenza, segmentale e spettroscopia bioelettrica. La BIA tetrapolare monofrequenza (50 kHz) è la metodica più utilizzata. Un requisito fondamentale per ottenere misure di accurate è la standardizzazione della metodica. Anche se il digiuno non è indispensabile, è preferibile che nelle ore antecedenti l'esecuzione della BIA il soggetto in esame non abbia assunto elevate quantità di liquidi o alimenti, che possono influenzare, anche se in maniera non rilevante, la misura di R. Prima dell'esame è opportuno evitare esercizi fisici di intensità elevata o che comportino un'abbondante sudorazione. In ambito clinico è raccomandata l'esecuzione della BIA in clinostatismo (soggetto supino) con gambe e braccia leggermente abdotte, in modo che le braccia non tocchino il tronco e le cosce non si tocchino tra loro. La cute su cui vengono applicati gli elettrodi deve essere deteresa con alcol, disinfettante quaternario o sapone per eliminare residui di creme o altre sostanze che possono agire come isolanti. La tecnica standard, tetrapolare distale, prevede l'applicazione di due coppie di elettrodi. Una coppia è posizionata sul dorso della mano destra: l'elettrodo iniettore a livello della terza articolazione metacarpo-falangea e il sensore a livello dell'articolazione radio-ulnare. La distanza tra i due elettrodi deve essere di almeno 5 cm. Nel caso di soggetti con mani molto piccole o nei bambini, l'elettrodo sensore va spostato sul braccio, oltre l'articolazione radioulnare. L'altra coppia di elettrodi è posizionata sul piede destro: l'elettrodo iniettore a livello della terza articolazione metatarso-falangea e il sensore a livello dell'articolazione tibio-tarsica. Quando non è possibile eseguire la misurazione sull'emisoma destro (presenza di protesi, fistole venose, accessi vascolari) la misurazione può essere effettuata sull'emisoma contro laterale. Eventuali successivi controlli vanno effettuati dallo stesso lato.

Stima dei compartimenti corporei

Partendo dalla misura dei dati elettrici, la BIA consente la stima dei compartimenti corporei attraverso l'applicazione di multiple equazioni di regressione. La BIA non è quindi una metodica diretta di valutazione della composizione corporea e l'accuratezza della stima dei compartimenti dipende in gran parte dalla scelta di equazioni predittive appropriate (1-3).

Tali equazioni, basate sul presupposto di un'idratazione della massa magra del 73,2%, sono state validate su popolazioni di soggetti sani di diversa età, sesso, etnia e con BMI compresi tra 16 e 34. Purtroppo gli assunti su cui sono basate le varie equazioni predittive sono disattesi in molte situazioni patologiche, sia acute che croniche, nei soggetti con alterazioni dello stato di idratazione o BMI estremi. Per i soggetti anziani e per alcune patologie sono state proposte equazioni predittive specifiche, che potrebbero consentire una maggior accuratezza della stima dei compartimenti corporei. Nello stesso soggetto, tuttavia, l'applicazione di formule differenti può fornire risultati significativamente diversi (4).

Nonostante i limiti della metodica, massa magra e indice di massa magra stimati mediante BIA sono risultati validi indicatori nutrizionali e prognostici in diverse patologie (5). L'indice di massa magra (FFMI) e l'indice di massa scheletrica (SMI), calcolati correggendo i rispettivi parametri per il quadrato dell'altezza, sono stati inseriti tra le metodiche di valutazione della massa muscolare nelle due consensus sulla sarcopenia (6,7).

Nelle situazioni cliniche in cui le stime dei compartimenti corporei mediante equazioni di regressione non sono attendibili, si può ricorrere a un approccio alternativo, basato sull'analisi dei dati bioelettrici grezzi: resistenza e reattanza normalizzati per l'altezza e angolo di fase.

BIVA (BIA vettoriale)

La BIA vettoriale (BIVA), proposta da Piccoli negli anni '90, è basata sull'analisi del rapporto spaziale tra R e X_c . Le misure elettriche, standardizzate per l'altezza e riportate su un grafico a due variabili producono un vettore (Z vector) che ha una lunghezza e una direzione. I vettori che rientrano nel 50° percentile dell'ellisse di riferimento indicano uno stato di idratazione normale, i vettori che si allungano verso la parte alta dell'ellisse dal 51° al 75° percentile e oltre il 75° percentile indicano uno stato di disidratazione moderata e grave, rispettivamente. Viceversa, i vettori che si accorciano dal 51° al 75° percentile e oltre il 75° percentile verso il basso dell'ellisse di riferimento indicano uno stato di iperidratazione lieve e moderata, rispettivamente. Mentre lo spostamento del vettore lungo l'asse maggiore dell'ellisse di tolleranza è indicativo di variazioni dello stato di idratazione, il suo spostamento lungo l'asse minore riflette variazioni della massa cellulare: i vettori che cadono sul lato sinistro indicano un aumento, quelli che cadono a destra una riduzione della massa cellulare.

La BIVA trova applicazione in diverse situazioni, fisiologiche e patologiche, per la valutazione e il monitoraggio dello stato di idratazione. In dialisi fornisce importanti informazioni sulle variazioni dello stato di idratazione tessutale, guidando la prescrizione dialitica e limitando il rischio di disidratazione o di insufficiente rimozione di liquidi. Nei soggetti obesi l'analisi vettoriale consente di documentare le variazioni dello stato di idratazione durante e dopo calo ponderale. In gravidanza, è in grado di individuare un eccessivo accumulo di liquidi nel terzo trimestre (8).

Benché non fornisca una stima quantitativa numerica dei compartimenti corporei, la BIVA permette di valutare sia lo stato di idratazione che la massa cellulare e le loro variazioni nel tempo. È particolarmente utile nel monitoraggio clinico e in corso di trattamento.

Angolo di fase

L'angolo di fase, calcolato come rapporto tra X_c e R , correla con i parametri nutrizionali, di forza muscolare e di performance fisica. Riflette lo stato funzionale delle membrane cellulari ed è risultato un valido predittore di mortalità, progressione di malattia e complicanze nell'anziano fragile, nell'anziano ospedalizzato e in numerose patologie quali cirrosi, tumori, HIV/AIDS,

insufficienza renale, dialisi, sclerosi laterale amiotrofica, sepsi (8).

L'angolo di fase del singolo soggetto può essere confrontato con i valori di riferimento rilevati su ampie popolazioni di soggetti sani, stratificati per sesso, età e BMI (10). Il 5° percentile dei valori di riferimento è risultato un cut-off predittivo di deficit funzionali, qualità di vita e mortalità; può essere di aiuto per identificare i soggetti a rischio medico e nutrizionale (9) Il calcolo dello Z-score dell'angolo di fase ne rende ancora più semplice e immediata l'interpretazione nella pratica clinica. Lo Z-score dell'angolo di fase si calcola, come per qualsiasi altro parametro, sottraendo al valore dell'angolo di fase del soggetto in esame il valore medio della popolazione di riferimento e dividendo il risultato per la deviazione standard. Si ottiene così un valore numerico, negativo o positivo, che consente l'immediato confronto con una popolazione di soggetti sani, nello stesso modo in cui siamo abituati a esprimere, ad esempio, i valori di densità minerale ossea o altri parametri clinici.

Considerazioni conclusive

- La BIA è una metodica semplice, rapida, riproducibile, utilizzabile in ospedale, in ambulatorio, a domicilio e in ambito sportivo.
- Nei soggetti senza alterazioni dello stato di idratazione e con BMI compreso tra 16 e 34 kg/m², la BIA consente, attraverso l'utilizzo di equazioni predittive appropriate, un'accurata stima dei compartimenti corporei.
- Nei soggetti con alterazioni dello stato di idratazione o delle dimensioni corporee, una stima semi-quantitativa dello stato di idratazione e della massa cellulare può essere ottenuta attraverso l'analisi delle misure elettriche grezze, senza ricorso a equazioni predittive.
- La BIA vettoriale (BIVA), basata esclusivamente sulla misura di R e Xc permette una valutazione non quantitativa sia dello stato di idratazione che della massa cellulare e il monitoraggio nel tempo delle loro variazioni.
- L'angolo di fase, espressione del rapporto tra Xc e R, è un valido predittore prognostico in numerose patologie.

Bibliografia

1. Sun SS, Cameron Chumlea W, Heymsfield SB et al. Development of bioelectrical impedance analysis prediction equations for body composition with the use of a multicomponent model for use in epidemiologic surveys. Am J Clin Nutr 2003; 77: 331-40.
2. Janssen I, Heymsfield SB, Baumgartner RN et al. Estimation of skeletal muscle mass by bioelectrical impedance analysis. J Appl Physiol 2000; 89: 465-71.
3. Kyle UG, Genton L, Slosman DO, Pichard C. Fat-free and fat mass percentiles in 5.225 healthy subjects aged 15 to 98 years. Nutrition 2001; 17: 534-41.
4. Genton I, Karsegard VI, Kyle UG et al. Comparison of four bioelectrical impedance analysis formulas in healthy elderly subjects. Gerontology 2001; 47: 315-23.
5. Thilbaut R, Pichard C. The evaluation of body composition: a useful tool for clinical practice. Ann Nutr Metabol 2012; 60: 6-16.
6. Biolo G, Cederholm T, Muscaritoli M. Muscle contractile and metabolic dysfunction is a common feature of sarcopenia of aging and chronic diseases: From sarcopenic obesity to cachexia. Clin Nutr 2014; 33: 737-48.
7. Cruz-Jentoft AJ, Baeyens JP, Bauer J et al. Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis. Age Ageing 2010; 39: 412-23.

8. Lukaski HC, Piccoli A. Bioelectrical impedance vector analysis for assessment of hydration in physiological states and clinical conditions. In: VR Preedy (ed): Handbook of anthropometry: physical measures of human form in health and disease. DOI 10.1007/978-1-4419-1788-1_16. Springer Science Media, LLC 2012.
9. Norman K, Stobäus N, Zocher D et al. Cutoff percentiles of bioelectrical phase angle predict functionality, quality of life, and mortality in patients with cancer. *Am J Clin Nutr* 2010; 92: 612-9.
10. Bosy-Westphal A, Danielzik S, Dorhofer RP et al. Phase angle from bioelectrical impedance analysis: population reference values by age, sex, and body mass index. *J Parenter Enteral Nutr* 2006; 30: 309-16.