

## ANALISI BIO-IMPEDENZIOMETRICA DELLA COMPOSIZIONE CORPorea

La **BIA (analisi bio-impedenziometrica)** è un esame di facile esecuzione, rapido, non invasivo, che trova indicazione elettiva per la misurazione dell'acqua corporea totale e della sua distribuzione tra gli spazi intra ed extracellulari e consente di valutare specificamente l'idratazione in qualsiasi condizione clinica e indipendentemente dal peso corporeo.

Consiste nel rilevamento delle **impedenze corporee a cinque frequenze** (1-5-10-50 e 100 KHZ) che, integrate con i dati antropometrici (peso, altezza, circonferenza vita, fianchi, radice e mediana coscia, polso e braccio), mediante equazioni predittive (di Thomasset, Segal e Duremberg), elaborate da sofisticato software, consente, con buona approssimazione, la valutazione della composizione corporea.

|                 |     |      |     |
|-----------------|-----|------|-----|
| Impedenza a 1   | KHz | :428 | Ohm |
| Impedenza a 5   | KHz | :348 | Ohm |
| Impedenza a 10  | KHz | :324 | Ohm |
| Impedenza a 50  | KHz | :257 | Ohm |
| Impedenza a 100 | KHz | :232 | Ohm |

In particolare permette una stima dell'**acqua corporea totale (TBW)**, dell'**acqua intracellulare (ICW)**, dell'**acqua extracellulare (ECW)** a sua volta divisa in comparto intravascolare e comparto interstiziale, della **massa magra (FFM)** e, per differenza, della **massa grassa (FAT)**.

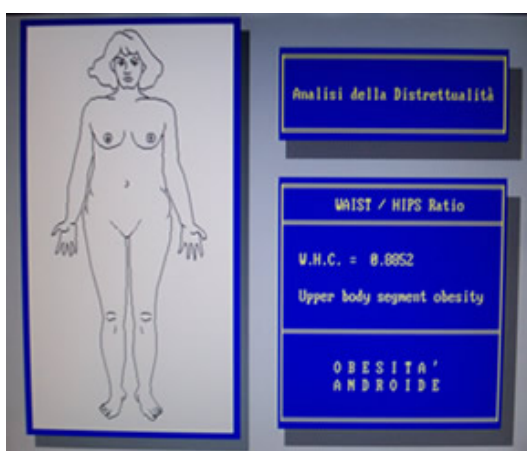
|   |               |                  |                        |
|---|---------------|------------------|------------------------|
| Indice nutrizionale 2 (5 kHz) / 2 (100 kHz) :1.5000 |               |                  |                        |
| Acqua totale (TBW)                                  |               |                  |                        |
| TBW Kushner (50 KHz)                                | : 56.01 l     | 58.30 % sul Peso | 8.70 % su FFM          |
| TBW Segal (100 KHz)                                 | : 64.97 l     | 67.60 % sul Peso | 26.10 % su FFM         |
| TBW Deurenberg (100 KHz)                            | : 59.72 l     | 62.20 % sul Peso | 66.70 % su FFM         |
| Segal   |               |                  |                        |
| ECW   | : 24.63 l     | ICW              | : 40.34 l              |
|   |               | ECW/ICW          | : .61                  |
|   |               | ECW/TBW          | : .37                  |
| Deurenberg  |               |                  |                        |
| ECW   | : 17.69 l     | ICW              | : 42.03 l              |
|   |               | ECW/ICW          | : .42                  |
|   |               | ECW/TBW          | : .29                  |
| Visione bicompartimentale                           |               |                  |                        |
| Obesita'  | FFM: 51.52 kg | 53.60 %          | FAT : 44.48 kg 46.30 % |
| Da 16 a 60 anni                                     | FFM: 64.63 kg | 67.30 %          | FAT : 31.37 kg 32.60 % |
| Deurenberg (100 KHz)                                | FFM: 89.52 kg | 93.20 %          | FAT : 6.48 kg 6.70 %   |
| Formula per atleti                                  | FFM: 75.85 kg | 79.00 %          | FAT : 20.15 kg 20.90 % |

**DR. Vincenzo Piazza**  
Specialista Endocrinologo

Dalla massa magra si ricava il **metabolismo basale** (consumo calorico giornaliero per il mantenimento a riposo delle funzioni vitali) che è il presupposto necessario e indispensabile per l'elaborazione di qualsiasi dieta personalizzata, mirata alle specifiche necessità calorico-metaboliche di ciascun individuo.

La BIA inoltre ci consente di valutare l'entità di eventuali **stati di ritenzione idrica** ed infine permette di dimostrare se il trattamento dietoterapico sta facendo perdere realmente massa grassa e non massa magra e altri tessuti più importanti.

| Formule di<br>F. D. Moore   | Formule di<br>H. N. Shizgal  |
|---|--|
| <b>B.C.M. Body Cell Mass</b><br>B.C.M. 386.68 Kg<br>% su FFM 50.50 %<br>% su Peso 2.70 %      | <b>B.C.M. Body Cell Mass</b><br>B.C.M. 30.46 Kg<br>% su FFM 59.10 %<br>% su Peso 31.70 %     |
| <b>E.C.M. Extracellular Mass</b><br>E.C.M. 335.16 Kg<br>% su FFM 50.50 %<br>% su Peso 49.10 % | <b>E.C.M. Extracellular Mass</b><br>E.C.M. 21.05 Kg<br>% su FFM 40.80 %<br>% su Peso 21.90 % |
| <b>Potassio scambiabile</b><br>Kc 5046.30 meq   | <b>Potassio scambiabile</b><br>Kc 1192.51 meq  |
| <b>Sodio scambiabile</b><br>Nac 4793.98 meq   | <b>Sodio scambiabile</b><br>Nac 989.89 meq   |
| <b>Rapporto Nac/Kc</b><br>Nac/Kc 0.95   | <b>Rapporto Nac/Kc</b><br>Nac/Kc 0.83  |

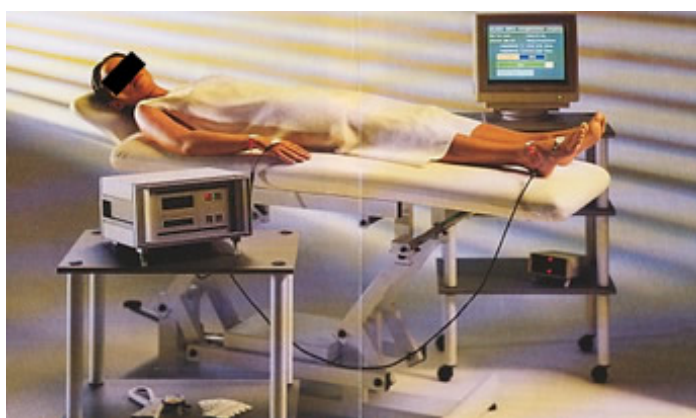


Dai rapporti circonferenziali tra vita/fianchi (W.H.R.) e vita/coscia (W.T.R.) si determina il biotipo di **obesità: "ginoide"** o **"androide"**, a seconda della prevalente distrettualizzazione adiposa ai glutei e peritrocanterica (WHR<di 0,8 e WTR<di 1,4) o addominale (WHR>di 0,8 e WTR>di 1,4).

Dai rapporti circonferenziali tra vita/fianchi (W.H.R.) e vita/coscia (W.T.R.) si determina il biotipo di obesità: "ginoide" o "androide", a seconda della prevalente distrettualizzazione adiposa ai glutei e peritrocanterica (WHR<di 0,8 e WTR<di 1,4) o addominale (WHR>di 0,8 e WTR>di 1,4).

Presso il nostro centro per la BIA viene usato un apparecchio **HUMAN IM-SCAN** a cinque frequenze che consente di rilevare le impedenze corporee con tecnica tetrapolare, attraverso l'applicazione di quattro elettrodi cutanei: una coppia sul dorso della mano destra e l'altra coppia sul dorso del piede destro.

Più precisamente il **primo elettrodo** viene applicato sull'articolazione metacarpo-falangea del III dito (elettrodo iniettore) e l'altro sull'articolazione radio-ulnare (elettrodo sensore); la **seconda coppia di elettrodi** viene applicata sul dorso del piede a livello dell'articolazione metatarso-falangea del III dito (elettrodo iniettore) e sull'articolazione tibio-tarsica (elettrodo sensore).



Il soggetto deve essere disteso su una superficie non conduttiva, con arti superiori abdotti di 30° e arti inferiori abdotti di 45° per evitare cortocircuitamenti della corrente per il contatto degli arti con il tronco.

**DR. Vincenzo Piazza**  
*Specialista Endocrinologo*

Il passaggio dalla posizione eretta a quella supina determina un rapido declino dell'impedenza imputabile al movimento di liquidi dal versante interstiziale a quello vascolare. Tali variazioni posturali sono comunque più evidenti a frequenze < di 10 kHz.

Il paziente dovrebbe essere a digiuno di liquidi da 2-5 ore.

La **conducibilità elettrica della cute** è migliorata dal pretrattamento con alcool etilico o isopropilico, allontanando eventuali secrezioni e cellule cornee desquamate.

La **temperatura ambientale e cutanea** influenza anch'essa l'impedenziometria per l'effetto vasocostrittore o vasodilatatore che determina.

L'impedenza si eleva in risposta alle basse temperatura e scende con il suo aumentare.

Se vi è febbre la BIA è inattendibile, rilevando impedenze sproporzionatamente basse.

Il **ciclo mestruale** comporta variazioni fisiologiche della BIA per la possibile espansione premestruale della ECW e per l'aumento della temperatura corporea e cutanea causata dall'effetto termogenico del progesterone.

L'**impedenziometria** (BIA), dal punto di vista strettamente "fisico", misura la resistenza (R) offerta dal passaggio di una corrente alternata a bassa intensità (800 microA) a cinque frequenze (1,5,10,50 e 100 kHz) e la reattanza (XC) espressione dell'attitudine del corpo a comportarsi come un concentratore nei confronti della corrente stessa. La reattanza (XC) è correlata al numero di elementi ad alta resistività, cioè alle membrane cellulari e quindi alla densità cellulare.

L'**impedenza** (Z), misurata in Ohm, misura l'opposizione di un conduttore biologico al passaggio di una corrente elettrica alternata.

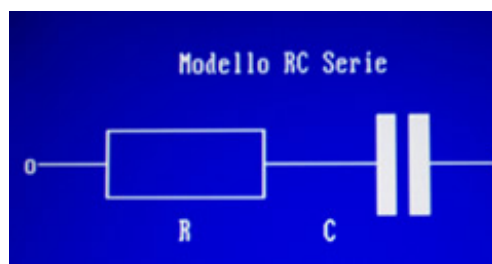
E' il rapporto tra l'ampiezza del potenziale alternato e l'ampiezza della corrente alternata che ne consegue in un conduttore.

Secondo il **modello bicompartimentale** nel nostro corpo viene presupposta l'esistenza di un conduttore resistivo (liquido intra ed extracellulare) e di un conduttore reattivo (membrane cellulari che si comportano come condensatori).

Pertanto volendo semplificare la definizione si può asserire che l'impedenza Z è l'opposizione offerta dal corpo umano al passaggio di corrente attraverso i due compartimenti reattivi e resistivi ed è data dalla formula:  $Z = \sqrt{R^2 + XC^2}$ .

Il modello elettrico a cui viene assimilato il corpo umano, che rappresenta il riferimento della letteratura è il **modello RC – serie**, formato da una resistenza R posta in serie con un condensatore C.

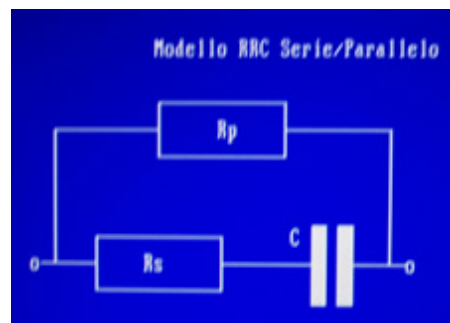
Altro **modello** del corpo umano è quello di **Fricke** (delle sfere e



**DR. Vincenzo Piazza**  
*Specialista Endocrinologo*

dei gusci con differenti proprietà dielettriche assimilabili a cellule e membrane) in cui vi sono tre resistenze e un Condensatore: R1 (resistenza ECW), R2 (resistenza dei fluidi interstiziali), R3 (ICW) e C è la proprietà capacitativa delle membrane cellulari.

Il terzo modello, più semplice del precedente, è quello **R R C – serie/parallelo** in cui R3-C è sostituito da una capacità C.



Il contenuto elettrolitico dei fluidi corporei, la loro distribuzione nel tronco e nelle estremità, nonché tra gli spazi intra ed extracellulare influenzano l'**impedenza bioelettrica**.

Questo rende le equazioni predittive dell'acqua totale ed extracellulare altamente popolazione-specifiche, indipendentemente dalla frequenza utilizzata o dall'impiego della reattanza.

Il fatto che la variabilità dell'impedenza corporea da un giorno all'altro sia del 2% circa, rende possibile lo studio di modificazioni dell'idratazione corporea superiori al 5%.

Quando vi siano alterazioni della distribuzione dell'acqua tra gli spazi intra ed extracellulare, le modificazioni dell'impedenza possono essere interpretate solo qualitativamente.

L'**impedenza elettrica** di una cellula, di un tessuto, di un organo o dell'intero organismo varia con la frequenza della corrente somministrata.

In particolare, l'**impedenza bioelettrica** diminuisce con l'aumentare della frequenza e poiché il contributo della resistenza non si modifica con la frequenza, il riscontro di una variazione di impedenza è ascrivibile a strutture biologiche assimilabili a condensatori (membrane cellulari-densità cellulare).

Alla frequenza più comunemente indagata, quella di 50 kHz, la resistenza è la maggiore determinante dell'impedenza corporea.

Inoltre l'**impedenza Z** di un conduttore isotropico è direttamente proporzionale alla sua lunghezza L e inversamente proporzionale alla sua area di sezione trasversa S secondo l'equazione:  $Z = L/S$ .

Ne consegue che, a una determinata frequenza, il volume "elettrico" di un conduttore geometrico può essere ricavato dalla sua impedenza e dalla sua lunghezza.

**Thomasset** nei suoi studi dimostrò che l'impedenza alle alte frequenze (100 kHz) correlava con la TBW (acqua corporea totale) e quella alle basse frequenze (1 kHz) correlava con la ECW (acqua extracellulare).

Tuttora nell'analisi impedenziometrica viene calcolato l'**indice di Thomasset** dato dal rapporto tra TBW/ECW che è costantemente maggiore di 1,3 nei soggetti sani ed inferiore a tale valore nei soggetti affetti da stato disnutrizionale, obesità o stato patologico.

Il nostro organismo viene assimilato a un conduttore isotropico di forma cilindrica.

Naturalmente, il corpo umano non è un conduttore isotropico.

Infatti non presenta una sezione trasversale costante ed è meglio rappresentato da un modello a cinque cilindri che da un singolo cilindro.

Inoltre, gli arti, dovrebbero contribuire all'impedenza (o resistenza) totale in misura più significativa del tronco, dal momento che hanno una minor area di sezione trasversale.

**DR. Vincenzo Piazza**  
*Specialista Endocrinologo*

Per tale motivo è stata impiegata l'analisi impedenziometrica "segmentale" in condizioni patologiche particolari.

Pur con questi limiti, l'approssimazione del corpo umano a un cilindro di lunghezza pari all'altezza, ha prodotto risultati soddisfacenti.

Il medico operatore deve conoscere i limiti della metodica impedenziometrica ed interpretare con prudenza i dati ottenuti.

La BIA, pur con i suoi limiti, resta senza dubbio, in mani esperte, un valido ed insostituibile ausilio per la valutazione nutrizionale e per l'elaborazione di programmi di dietoterapia personalizzati.

