

Università degli Studi di Napoli Federico II  
Scuola di Medicina e Chirurgia



DOTTORATO DI RICERCA IN  
SCIENZE DELL'ALIMENTAZIONE E DELLA NUTRIZIONE

CICLO XXVII

**Coordinatore**

Prof. Franco Contaldo

**BIOIMPEDENZIOMETRIA MULTIFRE-  
QUENZA  
E FORZA DI PRESA DELLA MANO IN  
DIFFERENTI CONDIZIONI FISIOLGI-  
CHE**

**Dottoranda**

Dott.ssa Maria Grazia Santaniello

**Tutor**

Prof. Luca Scalfi

ANNO ACCADEMICO 2013/2014

<b>PREMESSE GENERALI.....</b>	<b>5</b>
<i>SORVEGLIANZA NUTRIZIONALE .....</i>	<i>6</i>
<i>VALUTAZIONE DELLA COMPOSIZIONE CORPOREA .....</i>	<i>8</i>
<i>Livello atomico .....</i>	<i>8</i>
<i>Livello molecolare .....</i>	<i>8</i>
<i>Livello cellulare .....</i>	<i>9</i>
<i>Livello tissutale.....</i>	<i>9</i>
<i>Organismo in toto.....</i>	<i>9</i>
<b>MODELLI COMPARTIMENTALI.....</b>	<b>10</b>
<i>Modello a due compartimenti (2-C) .....</i>	<i>10</i>
<i>Modello a tre compartimenti (3-C).....</i>	<i>10</i>
<i>Modello a quattro compartimenti (4-C) .....</i>	<i>10</i>
<i>Modello multicompartimentale.....</i>	<i>11</i>
<b>METODI DI VALUTAZIONE DELLA COMPOSIZIONE CORPOREA.....</b>	<b>11</b>
<i>Misurazioni del volume del corpo .....</i>	<i>12</i>
<i>Tecniche per immagine.....</i>	<i>13</i>
<i>Dilutometria.....</i>	<i>14</i>
<i>Antropometria.....</i>	<i>14</i>
<i>Bioimpedenziometria .....</i>	<i>14</i>
<b>BIOIMPEDENZIOMETRIA (BIA).....</b>	<b>16</b>
Principi generali .....	16
Modalità d'esecuzione della BIA .....	17
modalità di utilizzo della BIA.....	18
<i>BIA monofrequenza.....</i>	<i>19</i>
<i>BIA multifrequenza .....</i>	<i>19</i>
<i>BIA a spettroscopia.....</i>	<i>19</i>
Utilizzo dei dati BIA.....	19
<i>Equazioni predittive.....</i>	<i>20</i>
<i>Variabili BIA.....</i>	<i>20</i>
Applicazione della BIA in nutrizione umana .....	21
<i>Stima dei compartimenti corporei .....</i>	<i>21</i>
<i>Indice bioimpedenziometrico.....</i>	<i>21</i>
<i>BIA multifrequenza .....</i>	<i>22</i>
<i>Angolo di fase .....</i>	<i>22</i>
<b>DINAMOMETRIA DELLA MANO .....</b>	<b>24</b>
<b>DATI SPERIMENTALI.....</b>	<b>26</b>
<b>METODOLOGIA .....</b>	<b>26</b>
Valutazione dell'emilato dominante.....	27

Valutazione della composizione corporea .....	27
Antropometria .....	27
<i>Peso</i> .....	27
<i>Statura</i> .....	27
<i>Indice di massa corporea</i> .....	28
<i>Lunghezze corporee</i> .....	28
<i>Lunghezza dell'arto superiore (spalla-polso)</i> .....	28
<i>Lunghezza dell'arto inferiore</i> .....	28
Bioimpedenziometria.....	28
<i>Variabili BIA derivate</i> .....	31
Indice bioimpedenziometrico.....	31
Rapporti multifrequenza .....	31
Dinamometria della mano.....	31
STATISTICA.....	32
<i>STUDIO 1</i> .....	33
<i>VALUTAZIONE DELLA COMPOSIZIONE CORPOREA DELLE FORZA DI PRESSA DELLA MANO NELLA POPOLAZIONE GENERALE</i> .....	33
premesse.....	33
individui.....	34
risultati .....	35
<i>Impedenza</i> .....	35
<i>Indice bioimpedenziometrico</i> .....	35
<i>Rapporti multifrequenza (MF)</i> .....	36
<i>Relazioni fra variabili BIA e caratteristiche generali</i> .....	37
<i>Forza di presa della mano</i> .....	37
<i>Predittori della forza di presa della mano</i> .....	38
DISCUSSIONE .....	38
<i>STUDIO 2</i> .....	42
<i>VALUTAZIONE DELLA COMPOSIZIONE CORPOREA IN INDIVIDUI CHE SVOLGONO ESERCIZIO PROGRAMMATO</i> .....	42
Introduzione .....	42
<i>Linee guida per l'attività fisica</i> .....	43
Bambini e adolescenti.....	43
Adulti .....	43
Anziani.....	44
Gravidanza e in allattamento .....	44
<i>Attività fisica e composizione corporea</i> .....	45
Obiettivi .....	47

<i>Individui</i> .....	47
<i>Risultati</i> .....	48
Indice bioimpedenziometrico.....	48
Rapporti multifrequenza (MF).....	48
Forza di presa della mano .....	49
Risultati.....	50
Rapporti multifrequenza (MF).....	50
Forza di presa della mano .....	51
<i>Risultati</i> .....	51
Indice bioimpedenziometrico.....	51
Rapporti multifrequenza .....	52
Discussione.....	53
<i>STUDIO 3</i> .....	56
<i>VALUTAZIONE DELLA BIOIMPEDENZIOMETRIA E DELLA FORZA DI PRESA DELLA MANO NELLA POPOLAZIONE ANZIANA</i> .....	56
<i>Risultati</i> .....	66
<i>Discussione</i> .....	67
Bibliografia.....	164

# PREMESSE GENERALI

Lo stato di nutrizione esprime la relazione che intercorre tra biodisponibilità di nutrienti ed altre sostanze d'interesse nutrizionale e la loro utilizzazione da parte dell'organismo, con il fine ultimo di garantire l'integrità anatomico/funzionale di cellule, tessuti, organi e apparati.

La valutazione dello stato nutrizionale si prefigge una serie di obiettivi:  
identificazione di eventuali alterazioni nutrizionali;  
studiare le funzioni fisiologiche dell'organismo;  
impostare un intervento nutrizionale;  
predire l'efficacia ed efficienza dell'intervento;  
monitorare l'intervento non solo in termini patologici, ma anche preventivi.

La valutazione dello stato di nutrizione nel singolo individuo o in una comunità è il primo passo per poter programmare adeguati interventi nutrizionali. Si tratta di una procedura articolata e standardizzata che consente di identificare situazioni di malnutrizione per difetto o per eccesso mediante opportune metodologie. Le procedure finalizzate a valutare lo stato di nutrizione del soggetto sono riconducibili a:

**anamnesi generale:** pone attenzione alla familiarità per alcune patologie metaboliche, modus vivendi del soggetto (fumo, attività sportiva, lavoro e ritmi di vita), malattie pregresse o in atto, assunzione di farmaci che potrebbero interferire con l'assorbimento di specifici nutrienti;

**anamnesi nutrizionale:** prevede di: valutare eventuali fluttuazioni pregresse del peso corporeo rispetto al "peso abituale" del soggetto nelle varie fasce d'età; esaminare le cause dell'insuccesso di trattamenti dietetici precedenti; delineare il profilo psicologico del paziente mediante un'indagine comportamentale per indagare sul suo rapporto col cibo e riconoscere comportamenti alimentari errati; condurre un'indagine sulle abitudini alimentari, valutando l'assunzione dei vari gruppi di alimenti, l'introito energetico, di nutrienti e di altre sostanze d'interesse nutrizionale;

**Esame obiettivo:** mira alla valutazione di parametri quali: massa muscolare e adiposa, tono muscolare e presenza di segni di disidratazione, subedema ed edema conclamato, alterazioni di cute, mucose e annessi cutanei, condizioni dell'apparato digerente (dentizione, masticazione, deglutizione, digestione), eventuali allergie e/o intolleranze alimentari;

**valutazione della composizione corporea:** consiste nell'inquadrare la struttura dell'organismo (per ulteriori delucidazioni si rimanda al capitolo successivo).

**esami di laboratorio:** valutano l'ambito metabolico, nutrizionale ed endocrino. Si tratta di un gruppo di tecniche che forniscono informazioni di tipo fisico-chimico, come la diagnostica molecolare e l'esame microscopico di fluidi corporei, tessuti, urine e feci. I test di laboratorio si distinguono in statici e funzionali: i primi descrivono le concentrazioni dei nutrienti o dei metaboliti nei fluidi biologici e/o nei tessuti; i secondi misurano i parametri biochimici o fisiologici che sono correlati ad uno o più nutrienti. Tra le variabili più diffusamente utilizzate, anche in associazione con altri tipi di informazione, troviamo le concentrazioni ematiche di alcune proteine e la conta linfocitaria;

**test finalizzati a valutare la capacità funzionale:** i metodi valutativi della capacità funzionale prendono in considerazione l'efficienza dei sistemi cardiocircolatorio, respiratorio e muscolare. È possibile, ad esempio, valutare la risposta cardiaca o quella dei muscoli respiratori in seguito ad uno sforzo, ma si tratta di test raramente impiegati per scopi clinici. Di maggior impatto nella valutazione dello stato nutrizionale è la determinazione della forza di presa della mano (hand grip strength), definita anche dinamometria della mano.

## **SORVEGLIANZA NUTRIZIONALE**

La sorveglianza, nel suo significato più ampio, è definita come un sistema coordinato di attività mirate alla raccolta sistematica e continuativa di dati e a una loro rapida analisi finalizzata ad obiettivi specifici. Nel caso della Sorveglianza Nutrizionale, tali attività consistono, secondo la definizione dell'Organizzazione Mondiale della Sanità (World Health Organisation, WHO), nel documentare la presenza e distribuzione in una popolazione di stati morbosi associati o mediati dalla dieta, allo scopo di stabilirne le cause, di individuarne le tendenze nel tempo, nello spazio e negli strati sociali, di predirne le modifiche, di mettere a fuoco le priorità e di consentire un preciso orientamento delle misure correttive e preventive" (World Health Organization Study Group 1976; Kelly 1988).

Il concetto di sorveglianza, applicato in passato alla notifica delle malattie, ad esempio di quelle infettive, è stato allargato anche alla nutrizione a partire dal 1974, quando in occasione della World Food Conference è stato introdotto per la prima volta il termine Sorveglianza Nutrizionale. Fu inizialmente concepita nell'ottica delle problematiche dei Paesi del Terzo Mondo e fu quindi diretta soprattutto al controllo del-

le forme primarie di malnutrizione per difetto (cioè da carenza di energia e/o nutrienti). Più recentemente è stata rivolta anche alla prevenzione dei problemi propri delle nazioni industrializzate, che derivano da carenze nutrizionali ma anche da eccessi e squilibri alimentari.

Un sistema di sorveglianza deve essere in grado di identificare e descrivere i problemi di sanità pubblica, stimare il carico di morbosità e soddisfare le esigenze di un programma di prevenzione. La sorveglianza si avvale degli strumenti forniti dall'epidemiologia per descrivere ed analizzare i rapporti tra patologie e fattori eziologici nella popolazione. Nello specifico, un piano di sorveglianza nutrizionale è guidato da ragioni pratiche, in quanto parte dall'esigenza di comprendere i problemi sanitari della popolazione correlati all'alimentazione, per intraprendere azioni correttive o preventive. Caratteristiche peculiari di un sistema di sorveglianza sono la sistematicità e la regolarità nel tempo delle informazioni raccolte senza comunque escludere che si utilizzino risultati ottenuti da singoli studi epidemiologici per completare la base informativa.

L'elemento chiave su cui poggia l'architettura di un sistema di sorveglianza è costituito dal concetto di "indicatore", da intendersi come la scala che misura le variazioni del fenomeno. L'indicatore può essere una variabile, un insieme di variabili un rapporto tra variabili ecc. Al concetto di indicatore si collega quello di "livello soglia per l'intervento", che corrisponde al livello superato il quale si ritiene utile intervenire; il limite è fissato in modo soggettivo in relazione alla gravità attesa del problema sanitario considerato e alla propensione o meno a favorire l'intervento.

Fra i dati più comunemente raccolti per la sorveglianza nutrizionale ci sono quelli relativi ai consumi alimentari e alla composizione corporea. La misura dei consumi alimentari permette di tracciare le abitudini alimentari della popolazione; per tale rilevazione possono essere utilizzate metodologie diverse a seconda degli obiettivi selezionati. Per quanto riguarda la composizione corporea, l'antropometria offre la possibilità di utilizzare una serie di misure differenziate, da peso e statura fino a circonferenze e pliche.

Esiste dunque la necessità di identificare nuovi strumenti per la sorveglianza nutrizionale, che conservino caratteristiche di semplicità e di applicabilità, ma che esplorino anche aree concettuali diverse. In tal senso si possono riconsiderare le varie metodiche legate alla valutazione dello stato di nutrizione.

# VALUTAZIONE DELLA COMPOSIZIONE CORPOREA

Lo studio della composizione corporea avviene in accordo con l'organizzazione teorica proposta da Wang et al. (Wang et al, 1992), che distingue cinque diversi livelli di studio: atomico, molecolare; cellulare, tissutale, più un livello corporeo. In esso i costituenti dell'organismo si organizzano in modo sempre più complesso nel passaggio da atomo a molecola, da molecola a cellula, da cellula ad organi, tessuti ed apparati.

## Livello atomico

Nel corpo umano sono presenti 50 dei 109 elementi noti, sei dei quali (ossigeno, carbonio, idrogeno, azoto, calcio e fosforo) costituiscono circa il 99% del peso corporeo di un uomo di riferimento di 70 kg (Tabella 2). Lo studio del livello atomico riscuote un interesse puramente didattico, infatti il suo impiego è limitato a pochi centri di eccellenza nel mondo.

## Livello molecolare

Gli 11 elementi atomici principali entrano a far parte di numerose molecole che variano notevolmente in termini di complessità e di peso molecolare e vanno dall'acqua agli acidi nucleici (Tabella 3). In sintesi, si può considerare il peso corporeo come la risultante di cinque componenti molecolari del nostro organismo, ovvero acqua, lipidi, proteine, minerali e glicogeno.

Il livello molecolare desta un notevole interesse in ambito didattico ed è anche molto utilizzato in fase di ricerca. Comprende:

**Acqua corporea totale** (Total Body Water, TBW). L'acqua è il costituente preponderante del corpo umano e, come già citato, rappresenta circa il 60% del peso corporeo dell'uomo di riferimento e circa il 73% dei tessuti magri (Wang et al, 1992). Per estrapolazione è possibile valutare la composizione corporea in termini di massa magra (fat-free mass, FFM) e massa adiposa (fat mass, FM) dell'organismo.

La TBW include l'acqua extracellulare (extracellular water, ECW) e l'acqua intracellulare (intracellular water, ICW). La prima rappresenta circa il 26% del peso corporeo dell'uomo di riferimento e comprende la quota di acqua interstiziale, plasmatica, linfatica e transcellulare, mentre la seconda rappresenta circa il 34% del peso corporeo dell'uomo di riferimento. L'ICW è presente in minima quantità nelle cellule adi-

pose, il cui citoplasma è occupato per lo più dai depositi lipidici ed in maggiore concentrazione nel citoplasma delle cellule di tessuti diversi da quello adiposo.

**Massa proteica.** Essa corrisponde a circa il 15% del peso corporeo dell'uomo di riferimento. È calcolata a partire dall'azoto totale corporeo, misurato mediante la tecnica dell'attivazione neutronica in vivo (IVNAA, in vivo neutron-activated analysis) (Morgan, 2000).

**Massa minerale.** È pari a circa il 5% del peso corporeo dell'uomo di riferimento (Wang et al; 1992). Essa comprende una massa ossea e una massa extraossea che costituiscono rispettivamente il 90% e il 10% della massa minerale.

Infine, la massa lipidica costituisce il 19% del peso corporeo dell'uomo di riferimento (Wang et al; 1992), mentre il glicogeno è presente in percentuali trascurabili, motivo per il quale non è preso in considerazione.

## Livello cellulare

Il livello cellulare considera l'organismo come sommatoria di massa cellulare attiva (BCM, body cell mass), fluidi extracellulari (plasma e fluidi interstiziali) e solidi extracellulari. Questi ultimi si distinguono in solidi extracellulari organici, tra cui ricordiamo le fibre del collagene e dell'elastina, e solidi extracellulari inorganici di cui fa parte la matrice ossea (Wang et al; 1992).

Nell'uomo di riferimento, la BCM è dunque costituita dalle cellule della FFM e dal protoplasma delle cellule adipose, mentre non include i depositi lipidici presenti nella cellula adiposa. La BCM non può essere direttamente determinata; tuttavia, è possibile risalire ad essa, a partire dal potassio corporeo totale (TBK), essendo noto che il potassio si concentra a livello intracellulare.

## Livello tissutale

Cellule, fluidi extracellulari e solidi extracellulari sono ulteriormente organizzati a costituire organi, tessuti e sistemi. Il livello tissutale considera il peso corporeo come la somma del peso dei tessuti e degli organi corporei (Wang et al; 1992).

I tre compartimenti di maggiore interesse del suddetto livello sono: il tessuto muscolare, il tessuto adiposo e il tessuto osseo che rappresentano complessivamente il 69% del peso corporeo dell'uomo di riferimento.

## Organismo in toto

Il livello corporeo totale della composizione corporea fa riferimento alle caratteristiche proprie dell'essere umano, quali: taglia, forma, proporzioni tra segmenti corporei ed organi.

# MODELLI COMPARTIMENTALI

I dati acquisiti sulla composizione corporea dell'organismo possono essere organizzati in modelli compartimentali, che indicano i diversi compartimenti su cui si forniscono informazioni.

## Modello a due compartimenti (2-C)

Il classico modello bicompartimentale (2-C) per lo studio della composizione corporea prevede che il peso corporeo (BW) sia il risultato della somma di FFM e FM. Si parla anche, sia pur con qualche minima differenza concettuale, di massa magra e massa grassa.

Negli ultimi 50 anni, tre metodi si sono avvalsi del modello bicompartimentale. Nello specifico vertono sulla rilevazione della densità corporea (UWW), la massa cellulare metabolicamente attiva (BCM) mediante la misurazione del  $^{40}\text{K}$  e l'acqua corporea totale (TBW) per diluizione isotopica.

## Modello a tre compartimenti (3-C)

Per ridimensionare i limiti riscontrati con il modello 2-C, è stato designato quello a tre compartimenti (3-C). La FFM è concepita come la risultante del contenuto idrico ed i solidi residui (prevalentemente proteine e minerali) del nostro organismo. Quest'approccio prende in considerazione: la densità dell'acqua, il grasso ed i solidi corporei.

## Modello a quattro compartimenti (4-C)

Il modello a quattro compartimenti (4-C) rappresenta l'ulteriore evoluzione del modello bicompartimentale (2-C). Esso richiede una misura precisa di proteine e minerali, oltre alla determinazione dell'acqua corporea totale. Per assunto, la densità delle proteine dell'organismo e quella minerale ossea sono rispettivamente di 1,34 e 3,075 kg/L. Per risalire poi alla massa di ciascuno di questi compartimenti corporei, sono fondamentali due metodiche supplementari: l'analisi per attivazione neutronica (IVNAA) per le proteine e l'Assorbimetria a raggi X (DEXA) per il contenuto minerale osseo. E sempre con il modello 4-C è assunto che la massa proteica sia direttamente proporzionale alla massa minerale ossea, indipendentemente dall'età e dal genere. In base a questo modello, la FFM è divisa in tre compartimenti fisiologici: la massa cellulare (BCM), l'acqua extracellulare (ECW) ed i solidi extracellulari (ECS).

## Modello multicompartimentale

Il modello multicompartimentale fornisce indicazioni più complesse, differenziando tra fluidi cellulari ed extracellulari o tra minerale osseo ed altri tessuti ascrivibili alla massa magra. Si basa sul presupposto che la FFM sia ulteriormente scomponibile in: TBW, proteine, minerali, e glicogeno.

## **METODI DI VALUTAZIONE DELLA COMPOSIZIONE CORPOREA**

Le informazioni relative alla composizione corporea sono acquisite ricorrendo a diverse metodiche che possono essere dirette, indirette o doppiamente indirette. Le metodiche dirette vertono sulle analisi chimiche delle carcasse di animali vivisezionati ed omogeneizzati e su un numero esiguo di analisi condotte su cadaveri umani (Keys and Brozek 1953, Brozek et al. 1963). Le metodiche indirette sono fondate su costanti note a priori (ad esempio, il 73% della massa alipidica nell'uomo di riferimento è costituito da acqua. Misurando l'acqua corporea totale è possibile stimare la massa alipidica). Infine, le metodiche doppiamente indirette consentono di dedurre sperimentalmente un'equazione predittiva sulla base di costanti ottenute dai metodi diretti.

Alcune delle prime informazioni sulla composizione del corpo umano sono state dedotte a partire da studi autoptici su organi specifici, e occasionalmente su cadaveri. I valori di riferimento riportati in letteratura hanno consentito di ideare un modello canonico di un uomo e di una donna di riferimento.

L'esito delle analisi chimiche dei tessuti umani ha contribuito notevolmente alla nostra conoscenza relativamente alla fisiologia di base e al metabolismo del corpo umano. La rimozione di piccole quantità di tessuto da un soggetto vivente è tecnicamente semplice, sebbene la procedura non sia del tutto priva di rischi. I risultati istologici di un singolo campione possono essere altamente informativi, ma non necessariamente indicativi della condizione di un organo nello specifico, tanto meno che di tutto il corpo; anzi, l'estrapolazione è spesso fonte di errori significativi quando s'intende stimare la composizione totale del corpo umano. Tuttavia gran parte delle nostre informazioni circa la composizione del nostro organismo sono state dedotte in questo modo (Ellis 2001).

La maggior parte degli studi sul feto umano e sui neonati sono stati condotti agli inizi del 1900. Le analisi chimiche dirette sull'adulto sono molto più rare, mentre mancano quelle per età compresa tra l'infanzia e l'età adulta, fatta eccezione dei dati di un bambino di 4-5-anni, morto per meningite tubercolare (Ellis 2000).

Questi dati sono serviti come base di riferimento per lo sviluppo di vari modelli di composizione del corpo umano.

La scelta di un modello si ripercuote su quella dei metodi da utilizzare, a seconda della natura e qualità delle informazioni che si intendono ottenere.

L'utilizzo di un solo metodo denota una serie di limitazioni tecniche col conseguente incremento di incertezze associate al metodo stesso. Infatti, qualora sia possibile, è auspicabile ricorrere a più metodi simultaneamente col fine di confermare se i valori rientrino o meno nel range di riferimento.

La scelta della metodica adatta è cruciale ai fini della valutazione. È utile considerare inoltre, anche l'intervallo di tempo che deve intercorrere tra misurazioni ripetute: se breve, allora non si può risalire ai cambiamenti fisiologici della composizione corporea; viceversa, se il periodo è protratto, i cambiamenti fisiologici della composizione corporea, possono mascherare l'effetto che ci si appresta a studiare. Nella migliore delle ipotesi si dovrebbe optare per la metodica più precisa ed accurata, ma realisticamente questa scelta spesso deve essere calcolata in funzione dei costi che ne derivano (Ellis et al; 2001).

## Misurazioni del volume del corpo

Presupposto per l'utilizzo della densitometria è che la FM abbia una densità di 0,9007 kg/L e la FFM di 1,100 kg/L. Tali valori sono stati ottenuti sulla base dello studio di cadaveri di individui adulti (Brozek, 1963; Wang, 1992). Nota la densità corporea, la FM può essere calcolata sulla base a semplici formule come quella proposta da Siri.

La densità corporea è espressa dal rapporto tra massa corporea e volume corporeo. La massa corporea può essere facilmente valutata attraverso la misurazione del peso corporeo, mentre il volume corporeo è determinato misurando la riduzione del peso corporeo con l'individuo immerso completamente in una vasca d'acqua. Di fatto, coerentemente col Principio di Archimede, un corpo totalmente immerso in acqua riceverà una spinta verso l'alto pari al peso del volume del liquido spostato. È anche necessaria una correzione per il volume polmonare residuo e il volume dei gas intestinali.

Il volume del corpo può anche essere valutato con la pletismografia ad aria (ADP). Il pletismografo è costituito da due camere: in una è ubicato il soggetto, mentre l'altra funge da riferimento (Figura 3). I volumi delle due camere sono variati leggermente e la differenza di pressione dell'aria è accuratamente registrata. Il volume corporeo del soggetto è calcolato utilizzando le correzioni per le proprietà isotermiche dell'aria nei polmoni e la superficie cutanea. L'indiscutibile vantaggio è imputabile al fatto che il soggetto non è immerso, mentre il tempo necessario per la rilevazione è di soli pochi minuti.

## Tecniche per immagine

Le tre tecniche per immagine usate per la valutazione della composizione corporea sono: la tomografia assiale computerizzata (TAC), la risonanza magnetica nucleare (NMR) e l'assorbimetria a raggi X a doppia energia (DXA). Richiedono uno staff tecnico altamente qualificato, i costi di manutenzione e di servizio annuali sono elevati, in particolare per TAC ed NMR. Molti scienziati reputano questi metodi degli standard per il notevole grado di precisione e accuratezza nel condurre misure relativamente alla composizione corporea.

La tomografia computerizzata (TAC) è una metodica di diagnostica per immagini che utilizza le radiazioni ionizzanti (raggi X), consentendo di riprodurre sezioni corporee del paziente ed elaborazioni tridimensionali (produzione di immagini) grazie alla mediazione di un apposito software in grado di elaborare i dati. È utilizzata per lo studio della distribuzione del tessuto adiposo e fornisce informazioni sulla composizione dei tessuti a livello dei vari segmenti corporei in modo altamente accurato.

La risonanza magnetica (NMR, nuclear magnetic resonance) è sfruttata in ambito medico ed inserita nel campo della radiologia in quanto generatrice di immagini correlate alla struttura interna del paziente. Le informazioni fornite dalle immagini di risonanza magnetica sono inerenti ai tessuti molli, con la possibilità di discriminare tra le varie tipologie di tessuti. In generale, la tomografia computerizzata (TAC) e la risonanza magnetica (RMN) forniscono utili informazioni sulla struttura anatomica e possono essere utilizzate per monitorare organi specifici.

La DXA è la tecnica di riferimento per la valutazione del minerale osseo e della densità minerale dell'osso. Può anche essere utilizzata per la determinazione di FFM e FM. Aspetto interessante è che essa permette anche una valutazione segmentale, ad esempio a carico della massa muscolare degli arti superiori e degli arti inferiori.

## Dilutometria

Per gli adulti sani e i bambini, il contenuto di acqua della FFM è relativamente costante e pari a 0,732 L/kg di peso corporeo (Wang et al., 1999); motivo per il quale, qualsiasi metodo per la determinazione della TBW indirettamente fornisce anche una stima della FFM.

La TBW e l'ECW possono essere determinati con la dilutometria. Essa prevede la somministrazione per os di una dose di un tracciante, non metabolizzato dall'organismo ed eliminato in tempi non rapidissimi, in grado di distribuirsi in tempi brevi pressoché esclusivamente nel volume d'interesse. La TBW risulta inversamente proporzionale alla diluizione finale del tracciante. Il deuterio è comunemente utilizzato per la valutazione della TBW, mentre il bromo può essere utilizzato per la valutazione dell'ECW.

Le principali limitazioni risiedono nella somministrazione di un'adeguata dose di tracciante, nella raccolta del campione di fluido, nella corretta conservazione del campione ed elaborazione analitica dei parametri considerati, prima che il campione sia spedito ad un laboratorio centrale, dov'è di solito dosato mediante Spettroscopia di Massa. È richiesto inoltre un appropriato livello d'addestramento dei tecnici e del personale paramedico. I costi sono considerevoli sia per l'acquisto degli isotopi che per le analisi spettroscopiche.

## Antropometria

Da un punto di vista puramente etimologico, il termine antropometria sta per “misura dell'uomo” e riassume una serie di misure quali: peso corporeo totale (BW, body weight), altezza (Ht, height), circonferenze e lunghezze di vari segmenti del corpo. Tra i diversi indici sviluppati, il BMI (indice di massa corporea), definito come  $BW/Ht^2$ , è quello più comunemente utilizzato (Brodie et al. 1998).

Altra tecnica antropometrica altrettanto diffusa per la valutazione del grasso corporeo si basa sulla misurazione delle pliche cutanee. Le più comuni sono: la tricipitale, la bicipitale, la sottoscapolare e la sovrailiaca. La plicometria fornisce indicazioni sulla distribuzione del grasso corporeo. La misurazione è condotta con un apposito strumento, il plicometro. Attraverso equazioni predittive, è possibile stimare la massa grassa. Tuttavia il grado di precisione dei dati plicometrici è alquanto discutibile, perché risentono dell'esperienza e manualità dell'operatore.

## Bioimpedenziometria

Per quanto riguarda tale metodica, si rimanda al paragrafo successivo.



# BIOIMPEDENZIOMETRIA (BIA)

La bioimpedenziometria (BIA) è un metodo doppiamente indiretto per la valutazione della composizione corporea caratterizzato da rapidità di esecuzione, semplicità d'impiego, non invasività, necessità di una minima collaborazione dal parte del soggetto e costo contenuto.

## *PRINCIPI GENERALI*

Nelle sue applicazioni comuni, la BIA permette di determinare l'impedenza ( $Z$ ), e in alcuni casi anche l'angolo di fase ( $AF$ ), per l'intero organismo o per determinati suoi segmenti (classicamente gli arti superiori e gli arti inferiori).

La  $Z$  è una grandezza fisica vettoriale che rappresenta la forza di opposizione di un bipolo al passaggio di una corrente alternata: tale concetto generalizza la prima legge di Ohm ( $I=V/R$ ) estendendolo ai circuiti funzionanti in regime sinusoidale (corrente alternata). La  $Z$  è espressione sia dei fenomeni di dissipazione d'energia che di quelli di accumulo d'energia elettromagnetica: pertanto sarà descritta da un numero complesso, la cui parte reale rappresenta il fenomeno dissipativo (resistenza,  $R$ ), mentre la parte immaginaria (reattanza,  $X_c$ ) è associata a fenomeni energetici di accumulo, cioè alla presenza di condensatori. Nell'analisi di un circuito elettrico a corrente alternata, l' $AF$  rappresenta invece lo sfasamento fra sinusoidale della corrente e sinusoidale della tensione del circuito. Esso è direttamente proporzionale alla reattanza del circuito.

Sulla base di quanto appena detto, la BIA può essere utilizzata per lo studio della composizione corporea partendo dal presupposto che la corrente elettrica alternata attraversa i tessuti magri, che contengono acqua ed elettroliti, ma non attraversa il tessuto adiposo, costituito in massima parte da lipidi. Nei tessuti magri esiste sia una componente  $R$ , legata alle forma e alla dimensione del conduttore e anche alla presenza di ioni nei fluidi corporei, sia una componente di  $X_c$  che è dovuta presumibilmente alla presenza della membrane cellulari.

Il corpo umano può essere dunque immaginato come un dipolo che mostra una opposizione  $Z$  al passaggio della corrente alternata; immaginando una forma cilindrica, sarà possibile applicare la seconda legge di Ohm, per la quale la  $Z$  di un conduttore cambia in funzione di lunghezza, sezione e natura del materiale:  $Z = \zeta \times L/S$ , con

$\zeta$ =impedenza specifica del sistema,  $L$ =lunghezza del conduttore e  $S$ =sezione del conduttore.

Riscrivendo in modo da esplicitare la sezione, avremo  $S = \zeta \times L / Z$ , e moltiplicando entrambi i membri dell'equazione per il termine  $L$  si ottiene  $V = \zeta \times L^2 / Z$ . La misura della  $Z$  è quindi potenzialmente utile per la determinazione in vivo del volume di un conduttore che in termini nutrizionali è la TBW e in seconda approssimazione la FFM. Tuttavia, l'applicazione della BIA al corpo umano richiede una serie di considerazioni di partenza:

i tessuti dell'organismo sono costituiti da un compartimento intracellulare e da un compartimento extracellulare. Il suo comportamento elettrico sarà assimilabile a quello di un circuito costituito da resistenze (fluidi extracellulari ed intracellulari) e da condensatori (presumibilmente le membrane cellulari).

il conduttore non ha certamente una forma cilindrica. Grossolanamente si hanno due arti superiori, due arti inferiori e il tronco che mostrano una forma similcilindrica (ma sempre irregolare); lo stesso vale per i singoli segmenti, ad esempio l'arto superiore;

la resistività specifica del sistema non è conosciuta;

si misurano sia una  $Z$  che un  $AF$ ;

non è possibile descrivere a priori il tipo di circuito elettrico a cui può essere approssimato il corpo umano;

la corrente alternata applicata al corpo umano a basse frequenze (5-10 kHz) attraversa in prevalenza i fluidi extracellulari. A frequenze via via maggiori (da 50 kHz a salire) arriva a penetrare nelle cellule e ad attraversare anche i fluidi intracellulari, superando la barriera capacitiva rappresentata dalle membrane cellulari.

## ***MODALITÀ D'ESECUZIONE DELLA BIA***

La BIA permette di effettuare misurazioni sia sull'intero organismo sia sui singoli segmenti, in modo da ottenere informazioni separate sull'organismo in toto, sugli arti superiori, su gli arti inferiori e sul tronco.

La tecnica consiste nell'erogazione di una corrente alternata di bassa intensità (ad esempio 800  $\mu A$ ) attraverso elettrodi cutanei, che saranno disposti in maniera diversa a seconda che la misurazione sia condotta sull'intero organismo o sui suoi segmenti.

Un particolare problema è rappresentato dalla scelta dell'emilato su cui effettuare la registrazione. Nella pratica comune, l'emilato non dominante è quello di riferimento, ed i valori di  $Z$  tendono ad essere più elevati rispetto a quello dominante.

I cavi di collegamento dello strumento devono essere adeguatamente schermati, posizionati in modo rettilineo e non devono venire in contatto tra loro su di una superficie conduttiva, restando lontani da campi elettromagnetici. In genere, per la misura sull'intero organismo gli elettrodi sono posti sul polso e sul dorso della mano, e in corrispondenza del malleolo e del dorso del piede (per maggiori particolari si reinvia al paragrafo dei metodi). Gli elettrodi devono avere una distanza minima di 5 cm, al fine di garantire l'assenza d'interferenza elettromagnetica tra elettrodi iniettori e sensori. In un soggetto adulto, la distanza tra i punti di repere prossimali e distali è sempre tale da soddisfare questo criterio, invece nel bambino è spesso necessaria una sistemazione più proximale degli elettrodi.

La standardizzazione della misura richiede che si tenga conto di alcuni possibili fattori interferenti:

la posizione del soggetto. Si possono commettere errori significativi a causa della mancata standardizzazione della postura. Il passaggio dalla posizione eretta a quella supina è associato a un rapido declino della  $Z$ , imputabile al movimento di liquidi dal comparto interstiziale a quello vascolare;

la temperatura ambiente. Il microcircolo cutaneo è in grado di dilatarsi in risposta ad un aumento della temperatura della cute, viceversa l'abbassamento della temperatura cutanea produce vasocostrizione. Pertanto valori più alti di  $Z$  possono registrarsi in seguito a raffreddamento della cute;

il consumo di cibi o liquidi nelle ore immediatamente precedenti l'analisi. Il soggetto va esaminato a digiuno da liquidi e solidi da almeno 2-5 ore, in quanto il contenuto del canale alimentare può interferire con la misura dell'impedenza. Pertanto è consigliato un digiuno di 8 ore come procedura standard;

il ciclo mestruale comporta variazioni fisiologiche della  $Z$  a seguito a modificazioni dell'espansione premestruale del distretto extracellulare) e fluttuazioni della temperatura corporea da effetto termogenico del progesterone, assieme ai cambiamenti del comportamento alimentare in fase premestruale.

## ***MODALITÀ DI UTILIZZO DELLA BIA***

La BIA può essere effettuata secondo differenti modalità, legate al tipo di apparecchiatura utilizzata. Si distinguono una BIA monofrequenza, una BIA multifrequenza e una BIA a spettroscopia. Come già detto, inoltre, è possibile effettuare delle misure sull'organismo in toto (come avviene nella grandissima parte dei casi) o di natura segmentale, a carico degli arti superiori o degli arti inferiori.

## BIA monofrequenza

La BIA monofrequenza (MF) è la tecnica più utilizzata che parte dal presupposto che la  $Z$  a 50 kHz risulti ben correlata sia alla FFM che alla TBW. In aggiunta, molti apparecchi misurano a 50 kHz l'AF e forniscono anche una stima dell'Xc.

L'analisi BIA MF viene effettuata applicando una corrente alternata di 500-800 mA a una frequenza che in genere è pari a 50 kHz. La BIA MF offre la possibilità di determinare la  $Z$  in condizioni nelle quali si attende che la corrente alternata attraversi sia i fluidi extracellulari che quelli intracellulari. In genere, viene utilizzata per la stima di TBW e FFM. La misura dell'AF potrebbe permettere una qualche valutazione anche dell'ICW e della BCM.

Tale metodica risulta molto valida nella popolazione sana, tuttavia non offre la possibilità di discriminare il compartimento intracellulare da quello extracellulare (Alves et al, 2014).

## BIA multifrequenza

La BIA multifrequenza (MF) consente di misurare la  $Z$  a diverse frequenze; in genere nell'intervallo che va da 1-5 kHz fino a qualche centinaio di kHz. Somministrata a basse frequenze (5 e 10 kHz), la corrente elettrica percorre in prevalenza i fluidi extracellulari (fornendo una stima dell'ECW) mentre a frequenze più elevate (50,100 e 250 kHz) supera le membrane cellulari penetrando i fluidi intracellulari (fornendo una stima dell'ICW). Diversamente, ad alte frequenze, le membrane risultano essere permeabili alla corrente, consentendo così la rilevazione della TBW (Cha et al., 1995).

## BIA a spettroscopia

La BIA a spettroscopia (BIS) rappresenta l'estremizzazione del concetto appena esposto a proposito della MF-BIA. Essa, infatti, determina l'impedenza in corrispondenza di un numero elevato di frequenze. Secondo il modello Cole-Cole, si procede successivamente al calcolo di una teorica  $Z$  a frequenza 0 e di una  $Z$  a frequenza infinito, espressione rispettivamente dell'ICW e dell'ECW (Yamada, 2013).

## *UTILIZZO DEI DATI BIA*

I dati ottenuti dalla BIA possono essere utilizzati attraverso l'uso di equazioni predittive o possono essere usati tal quali (o dopo semplici elaborazioni matematiche).

## Equazioni predittive

I dati raccolti con la BIA possono essere rielaborati per mezzo di specifiche equazioni predittive che permettono di giungere alla stima dei diversi compartimenti corporei.

La composizione corporea è determinata, allo stesso tempo, con la BIA e con una metodica indiretta, che in questo caso, è considerata la metodica di riferimento. La metodica indiretta fornisce i dati di composizione corporea (ad esempio la TBW o la FFM) che sono poi utilizzati come predittori per la formulazione delle equazioni predittive. In aggiunta alle variabili BIA (a cominciare dalla Z), fra i predittori sono di solito considerati in vario modo il genere, l'età e anche il peso corporeo.

Sperimentalmente, nel corso degli anni, sono state sviluppate numerose formule predittive per la stima della FFM, della BCM e della TBW. Il principale limite risiede nel fatto che, tali equazioni sono "population-specific" e possono essere utili solo per gli individui che presentano caratteristiche analoghe alla popolazione di riferimento.

Le equazioni predittive, quindi, non possono essere d'uso generalizzato e la loro validità, così come l'accuratezza della BIA, sono attendibili solo se il soggetto da esaminare rientra nei canoni specifici della popolazione standard, a partire dalla quale l'equazione stessa è stata sviluppata.

## Variabili BIA

È possibile una valutazione BIA senza l'utilizzo di equazioni predittive; in questo caso si può far riferimento alle misure BIA tal quali o dopo alcune semplici trasformazioni matematiche: si possono considerare quindi la Z, l'indice BI e, ancora, l'AF e i rapporti MF. Il potenziale vantaggio è quello di evitare problemi relativi alla specificità delle equazioni predittive, ad esempio in termini di caratteristiche individuali. In altre parole, l'indice BI è una misura sia nei normopeso che negli obesi, mentre un'equazione predittiva potrebbe essere valida nei primi ma non necessariamente anche nel secondo caso.

La Z risulta inversamente proporzionale alla TBW e alla FFM. In accordo con i presupposti teorici e con i dati sperimentali, si ritiene più utile considerare l'indice BI espresso dal rapporto tra lunghezza del conduttore e Z.

L'AF è determinato in genere alla frequenza di 50 kHz. Per quanto già detto, si tratta di una variabile che può essere utilizzata come espressione della BCM o anche del rapporto ECW/TBW.

Sorprendentemente, i rapporti MF sono stati utilizzati soltanto da pochi studi della letteratura, di fatto perché l'applicazione della BIA MF è assai meno frequente di quella della BIA SF.

Tra le tecniche BIA, la MF-BIA sembra essere il metodo più accurato per la stima della TBW in differenti condizioni fisiopatologiche (Martinoli et al., 2003). Ciononostante, i dati raccolti mediante la MF-BIA sono decisamente meno numerosi rispetto a quelli che fanno riferimento alla SF-BIA.

## ***APPLICAZIONE DELLA BIA IN NUTRIZIONE UMANA***

### **Stima dei compartimenti corporei**

La bioimpedenziometria è un metodo veloce e preciso per valutare la composizione corporea (CC) dell'essere umano (1985 Lukaski).

L'analisi della composizione corporea è utilizzata in diversi settori, quali: medicina, antropologia, ergonomia, sport, auxologia. Recentemente, gli specialisti hanno convogliato energie e risorse nell'approfondimento della correlazione tra CC, stato di salute e prestazione sportiva; ne è emerso che una composizione corporea tendenzialmente ricca di tessuto adiposo (soprattutto con distribuzione addominale o ancor peggio intraddominale), e povera di massa muscolare, è correlata ad una scarsa *fitness* complessiva (cardio-circolatoria, respiratoria, muscolare, articolare ecc.), ad una scarsa capacità atletico-sportiva e ad un rischio fisico maggiore legato ad eventi infausti quali ipertensione, diabete, obesità, dislipidemie, sindrome metabolica, complicanze cardio-vascolari, patologie articolari e morte prematura.

### **Indice bioimpedenziometrico**

L'indice bioimpedenziometrico, dato dal rapporto tra il quadrato della lunghezza del conduttore e la corrispondente Z, è espressione della TBW e della FFM (valutabili sia per l'organismo in toto che per i differenti segmenti). L'indice bioimpedenziometrico come tale è raramente valutato in letteratura, ma in genere è ben considerato come fattore predittivo nelle equazioni di stima dei differenti compartimenti corporei (vedi sotto).

## BIA multifrequenza

Le informazioni circa i rapporti MF disponibili in letteratura sono esigue; lo studio di Cha et al. (1995) ha dimostrato che esiste una forte correlazione tra ECW/TBW e il rapporto fra R a basse frequenze e R ad alte frequenze.

Anche Yamada et al., nel 2013, in uno studio condotto sull'utilizzo delle diverse tipologie di apparecchi bioimpedenziometrici per la valutazione della massa scheletrica muscolare negli anziani, hanno appurato l'importanza biologica dei rapporti multifrequenza.

L'impedenza del compartimento intracellulare è stata calcolata con la MF-BIA (Z250-5) e la BIS. La valutazione prevedeva anche la misura della forza di presa e la forza isometrica di estensione del ginocchio. È stata così riscontrata una significativa correlazione tra la forza di estensione del ginocchio (KES) ed i rapporti multifrequenza (Z250-5) piuttosto che con gli indici impedenziometrici (Z) calcolati alle sole frequenze, nello specifico, di 5 e 50kHz con la SF-BIA.

In aggiunta, la natura delle informazioni fornite da questi due parametri è nettamente differente: infatti, gli indici impedenziometrici tal quali, sembrerebbero suggerire informazioni circa la quantità del muscolo, i rapporti multifrequenza, invece, forniscono informazioni sulla qualità del muscolo.

Un recente studio supporta l'ipotesi che la relativa espansione o riduzione della ECW mascheri un decremento o un aumento della massa muscolare (Yamada et al. 2014). Lo sviluppo della MF-BIA consente un approccio più completo; mediante misurazione di impedenza, reattanza e resistenza a differenti frequenze, questa metodica può essere utilizzata per stimare l'acqua corporea totale e l'acqua extracellulare, e determinare quindi la massa muscolare (Ling et al. 2011).

La MF-BIA sembra essere un valido strumento per monitorare lo stato di nutrizione e variazioni della composizione corporea come ad esempio in individui affetti da anoressia nervosa (Mika et al 2004).

Negli individui obesi risulta essere valida ancor più rispetto alla DEXA e alla SF-BIA per la stima della massa grassa (Wan et al. 2014). In individui affetti da broncopneumoptia cronico-ostruttiva (BPCO) consente di monitorare, allo stesso modo variazioni dell'ECW, dell'ICW e della BMC (Golofanu et al. 2014).

## Angolo di fase

Per definizione, l'AF è correlato positivamente con la  $X_c$  e negativamente con la R (Baumgartner et al., 1988). L'AF è un marcatore di quantità e qualità dei tessuti molli. È espressione sia della percentuale di BCM che dello stato d'idratazione, rappresentando, quindi, un valido indicatore specifico dello stato di nutrizione (Norman et al. 2012).

L'AF è stato interpretato come un indicatore dell'integrità delle membrane cellulari e della distribuzione dell'acqua tra i compartimenti intra ed extracellulari (Schwenk et al., 2000). Bassi valori di AF suggeriscono una ridotta integrità cellulare, e viceversa i valori più elevati (Selberg O. et al., 2002).

Negli adulti sani, età, genere e BMI sono i principali fattori che influenzano l'AF. L'AF diminuisce con l'aumentare dell'età, a causa di una riduzione della reattanza, ovvero della perdita di massa muscolare e un aumento della resistenza dovuta alla diminuzione di acqua corporea, e un rispettivo aumento della massa grassa all'aumentare dell'età. Gli uomini hanno AF più elevati rispetto alle donne. Inoltre, l'AF è direttamente correlato al BMI per valori  $<30 \text{ kg/m}^2$ , mentre si riduce nei soggetti gravemente obesi (Kyle et al 2012). Ciò è stato attribuito all'espansione della ECW e a una riduzione percentuale dell'ICW dovuta a come questi due compartimenti sono presenti nel tessuto adiposo. Anche l'attività fisica sembra giocare un ruolo fondamentale nell'aumento dell'AF, soprattutto in presenza di un marcato aumento della massa muscolare.

Molti autori hanno generato cut-off per l'AF relativi alla popolazione generale. Questi cut-off offrono la possibilità di valutare la deviazione del dato di un singolo individuo rispetto alla popolazione e possono essere usati in ambito clinico per l'identificazione precoce dei pazienti a rischi, sia in termini di malnutrizione, sia in termini di compromissione funzionale, sia in termini di mortalità (Norman et al., 2010).

Sono numerosi gli studi che hanno dimostrato come l'AF abbia una rilevanza prognostica in materia di morbilità e mortalità. Infiammazione, malnutrizione o prolungata inattività fisica possono alterare le proprietà elettriche delle membrane cellulari, e quindi alterare direttamente l'AF. In una fase iniziale di sepsi, per esempio, si verifica un trasferimento di liquidi dal compartimento intracellulare a quello extracellulare. Non sorprende che un AF basso sia associato ai tumori (ad esempio, tumori del pancreas, colorettales, al seno, e ai polmoni) e alla cirrosi epatica, alla dialisi, alle malattie polmonari e alla sepsi.

Pazienti sottopeso come gli individui affetti da anoressia nervosa hanno chiaramente angoli di fase inferiori a soggetti ben nutriti. Inoltre, l'angolo di fase sembra discriminare tra differenti forme di sottopeso come dimostrato da Marra et al.

## DINAMOMETRIA DELLA MANO

La forza di presa della mano (in inglese handgrip strength), così come intesa in nutrizione applicata, è prevalentemente espressa dai muscoli di avambraccio e mano ed è correlata alla forza muscolare complessiva (España-Romero, 2010).

La valutazione globale della forza muscolare nel singolo individuo è estremamente complessa. Nella pratica, si cerca di optare per test che siano sufficientemente accurati e al contempo semplici, così da poter essere impiegati sia per scopi preventivi che in caso di diagnosi o terapia.

Nello specifico, la forza muscolare è influenzata da fattori non strettamente riconducibili alla sfera nutrizionale, come l'allenamento di specifici gruppi muscolari, ma varia anche in relazione alla composizione corporea e alla disponibilità di energia, macronutrienti e micronutrienti. Per tale ragione la valutazione dell'efficienza muscolare rientra tra i metodi di studio della capacità funzionale e quindi dello stato di nutrizione.

Nella pratica comune, la misura della HGS può essere utilizzata per conseguire obiettivi diversi: per la valutazione dei deficit motori, per la riabilitazione, nella medicina dello sport, nella pratica sportiva ecc.

L'interesse sortito in ambito nutrizionale è imputabile all'idea che esista una diretta correlazione tra HGS e stato di nutrizione così come fra HGS e composizione corporea. Si rende necessario pertanto comprendere quale possa essere il risvolto pratico per integrare, in termini operativi, la misura della HGS nel protocollo di valutazione dello stato di nutrizione.

Il test per la forza di presa della mano è semplice ed economico e richiede l'uso di un dinamometro specifico. Questo strumento si avvale di una scala graduata che indica il valore della forza impressa grazie alla presenza di una resistenza a molla o idraulica. Il concetto che sta alla base del principio di funzionamento dell'apparecchio, nonché di molti altri strumenti costituiti da molle, è la legge di Hooke, secondo la quale l'allungamento subito da una molla ( $x$ ) è direttamente proporzionale alla forza applicata e alla costante di proporzionalità ( $k$ ), detta costante elastica, che dipende dalla molla stessa ( $F = k \cdot x$ ).

È disponibile una vasta gamma di apparecchi dinamometrici utilizzati attualmente per misurare la HGS. La maggior parte degli autori raccomanda, per questo scopo, l'utilizzo del dinamometro idraulico Jamar, la cui affidabilità è stata ampiamente dimostrata (Mathiowetz, 1985).

Di più recente utilizzo negli studi presenti in letteratura è il dinamometro digitale Takei (v. Figura 5) (Corish, 2003; España-Romero, 2010).

Diversamente da altri dinamometri, il Takei è dotato di display digitale, che fornisce la misura della forza massima con un'approssimazione esatta alla prima cifra decimale;

impugnatura regolabile, così da poter essere adattata alla dimensione della mano del soggetto, fornendo una misura più affidabile soprattutto per le fasce di età più giovani (Physical Strength Average Value Study Society, Tokyo Metropolitan University, 2000).

Sebbene la riproducibilità delle misure di HGS sia considerata attendibile, resta influenzata dalla precisione dello strumento, dalle procedure utilizzate e dalla variabilità biologica. Si denota una netta differenza tra i due generi e le diverse fasce d'età: i valori sono maggiori nel genere maschile, aumentano fino al raggiungimento dell'età adulta e poi decrescono in età geriatrica. Scarsi e disaggregati sono invece i dati disponibili sulle relazioni tra HGS, antropometria e composizione corporea (Budziarek, 2008; Serrano, 2009).

La dinamometria della mano può essere molto utile come test funzionale anche nella valutazione dello stato di nutrizione e nella sorveglianza nutrizionale: ad esempio la determinazione della HGS può essere utilizzata per determinare l'efficacia di un intervento nutrizionale, per predire il tasso di mortalità nei pazienti affetti da talune patologie acute e croniche a componente nutrizionale, come fattore prognostico e come indicatore della forza muscolare generale (Webb, 1989; Pieters, 2002; Rantanen, 2003; Norman, 2005).

Essa risulta utile anche nella valutazione di modifiche a breve termine dello stato nutrizionale del soggetto (Luna-Heredia, 2005).

In campo nutrizionale la misura della HGS rientra nella valutazione dello stato di nutrizione nel paziente ospedalizzato, ma anche nell'ambito della sorveglianza nutrizionale nella popolazione fisiologicamente sana, con una menzione particolare per l'età geriatrica. La valutazione della forza muscolare nell'anziano (nello specifico, dell'HGS) merita infatti alcune osservazioni specifiche. Con l'invecchiamento, si assiste alla fisiologica diminuzione della forza muscolare e, in alcuni casi, una riduzione della HGS è direttamente associabile ad esiti negativi come la ridotta autonomia motoria o il rischio di traumi da caduta.

Inizialmente, questa tecnica, si sviluppò per riabilitare i muscoli della mano di soggetti che avevano subito un trauma o un intervento chirurgico, divenendo particolarmente valida per scopi prognostici e punto focale d'interesse in diversi studi (Norman et al., 2010).

Lo stato di nutrizione, che è frequentemente compromesso in caso di patologie, ha un notevole impatto sulla forza muscolare (Norman et al., 2011) mentre, in soggetti

sani, genere ed età sono i principali fattori che influenzano la forza di presa della mano (Budziareck et al., 2008).

Infatti, Cohen et al. (2010) hanno dimostrato che l'HGS aumenta progressivamente in un campione di bambini in età scolare tra i 10 e i 16 anni. Tale fenomeno è attribuibile ad un incremento sia della massa muscolare che della forza per sezione muscolare trasversale (Neu et al., 2002). In età adulta l'HGS tende a rimanere pressoché costante in ambedue i generi fino ai 50 anni per decrescere poi in modo particolarmente marcato in età geriatrica (Pieterse et al., 2002; Budziareck et al., 2008). In particolare, Gunther et al. (2008) hanno osservato una relazione diretta tra HGS ed età fino ai 35 anni e una relazione inversa dopo i 35. Per ciascuna fascia d'età la HGS risulta in media notevolmente più elevata nel genere maschile.

In realtà, oltre al genere e all'età, la forza di presa della mano mostra un'ottima correlazione anche con l'altezza ed il peso in entrambi i generi.

Riguardo l'altezza, una correlazione positiva con la forza di presa della mano potrebbe essere il risultato di vari fattori. Ad esempio, soggetti più alti, hanno braccia più lunghe, e quindi possono fare maggiore leva col braccio per la generazione della forza: tutto ciò si traduce in una maggiore efficacia della forza stessa (Chandrasekaran et al., 2010).

Analogamente all'altezza, per ovvie ragioni, anche il peso mostra una diretta correlazione con la HGS. Soggetti con una maggiore massa corporea mostrano, infatti, una maggiore forza di presa della mano.

La valutazione dell'hand grip, inoltre, è stata condotta anche in uno specifico target della popolazione sana: gli sportivi a livello agonistico.

Leyk et al., in uno studio risalente al 2006, sono giunti alla conclusione che: nonostante gli atleti, in linea generale, mostrassero per ciascun genere una maggiore forza di presa della mano rispetto al gruppo di controllo, le atlete risultavano, tuttavia, notevolmente più deboli rispetto alla maggior parte dei maschi non atleti. In conclusione la performance fisica non può dipendere unicamente da questo parametro, bensì, come già riferito sopra, sono determinanti età, peso, altezza e massa muscolare.

## **DATI SPERIMENTALI**

### **METODOLOGIA**

Le misurazioni strumentali sono state condotte in un'unica sessione dallo stesso operatore. I volontari sono stati sottoposti ai test in condizioni di digiuno notturno.

## *VALUTAZIONE DELL'EMILATO DOMINANTE*

L'identificare dell'emilato dominante è avvenuta in seguito alla compilazione del questionario di Edimburgo da parte dei soggetti reclutati per lo studio (dati non mostrati). Si parlerà di seguito, quindi, di: Emilato dominante (D) e non dominante (ND) (Lohman, 1988) per l'organismo in toto e per gli arti superiori (arti SUP) ed inferiori (arti INF).

## *VALUTAZIONE DELLA COMPOSIZIONE CORPOREA*

Antropometria e BIA sono le due tecniche più semplici e quindi più utilizzate per la valutazione della composizione corporea.

### *ANTROPOMETRIA*

L'antropometria prevede la determinazione di grandezze con una specifica implicazione nutrizionale. A tal proposito, sono stati misurati peso e altezza, da cui è stato possibile derivare l'IMC, e talune lunghezze segmentali.

#### **Peso**

Il peso è stato misurato con approssimazione alla prima cifra decimale utilizzando una bilancia digitale. L'individuo si sistema sulla pedana della bilancia senza scarpe, vestito soltanto degli indumenti intimi e il peso uniformemente distribuito sui piedi, posizionati al centro della piattaforma della bilancia.

#### **Statura**

Per la misurazione dell'altezza in piedi (anche definita statura totale) si è utilizzato uno stadiometro a muro. Il soggetto è in piedi, privo di scarpe, di spalle all'asta metrica, con le spalle proiettate posteriormente e con i piedi che formano un angolo di circa 60°. Il capo è eretto, nel piano orizzontale di Francoforte (linea ideale tracciata tra l'angolo posteriore dell'orbita e il trago omolaterale); le braccia pendono liberamente lungo il tronco e le cosce con il palmo delle mani rivolto medialmente (verso le cosce). La superficie posteriore del corpo sfiora l'asta metrica in corrispondenza della protuberanza occipitale esterna, regione delle scapole, regione glutea e talloni. Dopo un'inspirazione profonda e in completa estensione del corpo verso l'alto, l'operatore effettua la lettura portando la barra orizzontale dello stadiometro a contatto con il punto più alto del capo (vertex) e imprimendo una pressione sufficiente a comprimere i capelli. La misura era ripetuta per due volte e la media era approssimata alla prima cifra decimale.

## Indice di massa corporea

L'indice di massa corporea (IMC) è una variabile antropometrica derivata ed è ottenuto dal rapporto tra peso corporeo (kg) e quadrato dell'altezza (m<sup>2</sup>).

## Lunghezze corporee

La misurazione delle lunghezze segmentali degli arti trova ampia applicazione in diverse fasi dello studio delle proporzioni corporee. Ogni misura è stata ripetuta tre volte e la media è stata approssimata alla prima cifra decimale.

## Lunghezza dell'arto superiore (spalla-polso)

La lunghezza totale dell'arto superiore (spalla-polso) va dall'acromion della scapola allo stylium, punto più distale laterale del processo stiloideo del radio a livello dell'interlinea del polso. La misurazione si effettua con l'operatore che si pone lateralmente al soggetto in posizione eretta *standard* con il braccio pendente liberamente lungo il lato del tronco e con le mani che guardano medialmente.

## Lunghezza dell'arto inferiore

La lunghezza dell'arto inferiore è effettuata con il paziente in posizione supina, con l'arto inferiore completamente esteso e l'asse maggiore del piede ortogonale rispetto al piano d'appoggio del corpo. La lunghezza dell'arto inferiore è determinata lungo linea mediana fra la piega inguinale e la linea trasversale che unisce il malleolo mediale e il malleolo laterale sulla superficie anteriore della caviglia.

## **BIOIMPEDENZIOMETRIA**

La BIA è stata messa a punto allo scopo di misurare numerosi aspetti della composizione corporea, inclusi la TBW, l'ICW, l'ECW, la FFM, la BCM e il grasso corporeo (Kyle et al., 2004). Più correttamente, l'impedenziometria non è in grado di misurare direttamente nessuno dei parametri citati. Questa tecnica misura la resistenza del corpo al passaggio di una corrente elettrica. La resistenza, o il suo opposto, la conduttanza, è una delle proprietà colligative di una soluzione: dipende dalla concentrazione salina della soluzione, dalla forza ionica dei sali, dalla mobilità degli ioni e dalla geometria del conduttore. In condizioni controllate di queste variabili maggiori, l'impedenziometria può fornire una stima del volume della soluzione. La misurazione della resistenza può, quindi, essere correlata direttamente al volume della soluzione. Questa proprietà ha permesso l'utilizzazione della metodica BIA per la valutazione dei distretti corporei, sfruttando le caratteristiche elettriche dei tessuti al passaggio di corrente alternata.

Come già detto in precedenza, esistono diversi tipi di apparecchi bioimpedenziometrici. I più utilizzati sono quelli monofrequenziali che erogano corrente alternata alla

frequenza costante di 50 kHz. La BIA a 50 kHz consente una stima dell'acqua corporea totale poiché la corrente attraversa anche il compartimento intracellulare.

Le misurazioni bioimpedenziometriche possono essere effettuate sull'intero organismo o sui segmenti, in questo modo è possibile ottenere informazioni separatamente su: organismo in toto, AS e AI, e tronco (De Lorenzo e Andreoli, 2003).

La disposizione degli elettrodi varia a seconda che la misurazione sia effettuata su l'organismo in toto o sui diversi segmenti.

Gli elettrodi devono essere distanti almeno 5 cm, perché questa è la distanza minima che garantisce l'assenza d'interferenza elettromagnetica tra elettrodi iniettori e sensori (Deurenberg, 1994).

Un particolare problema è rappresentato dalla scelta dell'emilato su cui effettuare la registrazione. Nella pratica comune, l'emilato non dominante è quello di riferimento, ed i valori di Z tendono ad essere più elevati per l'emilato non dominante.

Nella presente Tesi le misurazioni sono state condotte in condizioni standardizzate: ad una temperatura ambientale di 22-24 °C, con l'individuo (vestito dei soli indumenti leggeri) per 10 minuti in posizione supina su una superficie piana non conduttiva, con gli arti superiori abdotti di circa 30° rispetto al tronco e gli arti inferiori abdotti simmetricamente a formare un angolo di circa 45°. È importante che non ci sia contatto fra arti superiori e tronco o fra i due arti inferiori. Se necessario, è possibile sistemare opportunamente fra i segmenti corporei degli spessori di materiale non conduttore (acrilico, sughero ecc.). Al soggetto sono tolti gli oggetti metallici eventualmente indossati. Le determinazioni bioimpedenziometriche sono state effettuate con un bioimpedenziometro multifrequenza DS MEDICA-HUMAN IN PLUS ed elettrodi di contatto monouso.

Le letture per la Z sono state effettuate in singolo alla frequenza di 5, 10, 50, 100 e 250 kHz con una corrente alternata di 0,8 mA sia per l'intero organismo (emilato D ed emilato ND) che separatamente per gli arti SUP-D e SUP-ND. In seguito all'identificazione dei punti di *repere* e dopo aver deterso la cute con alcol (per migliorare la conducibilità elettrica) si sono sistemati gli elettrodi iniettori (responsabili del passaggio della corrente elettrica alternata) e gli elettrodi sensori (utilizzati per le misure di impedenza). Nello specifico, gli elettrodi sono disposti secondo la tecnica tetrapolare mano-piede (Organ et al., 1994) come segue:

una coppia sul dorso della mano, rispettivamente sull'articolazione metacarpo-falangea del III dito (elettrodo iniettore) e sull'articolazione radio-ulnare (elettrodo sensore);

una coppia sul dorso del piede omolaterale, rispettivamente sull'articolazione metatarso-falangea del III dito (elettrodo iniettore) e sull'articolazione tibio-tarsica (elettrodo sensore).

Per l'analisi delle variabili elettriche dell'arto superiore il posizionamento tiene conto dell'emilato da esplorare:

gli elettrodi iniettori saranno collocati sul dorso della mano e del piede omolaterale, rispettivamente sull'articolazione metacarpo-falangea del III dito e sull'articolazione metatarso-falangea del III dito;

il sensore in coppia con l'elettrodo iniettore della mano sarà collocato tra le prominente distali del radio e dell'ulna;

il sensore in coppia con l'elettrodo iniettore del piede sarà collocato tra le prominente distali del radio e dell'ulna dell'arto superiore non in esame (Figura 4).

Gli elettrodi devono avere una distanza minima di 5cm, al fine di garantire l'assenza d'interferenza elettromagnetica tra elettrodi iniettori e sensori. In un soggetto adulto, la distanza tra i punti di reperi prossimali e distali è sempre tale da soddisfare questo criterio, invece nel bambino è spesso necessaria una sistemazione più prossimale degli elettrodi (Deurenberg, 1994).

Alcuni fattori possono influenzare l'interpretazione dei valori indicati dall'impedenziometro:

la posizione del soggetto. Si possono commettere errori significativi nella stima della TBW a causa della mancata standardizzazione della postura. Il passaggio dalla posizione eretta a quella supina è associato ad un rapido declino dell'impedenza, imputabile al movimento di liquidi dal comparto interstiziale a quello vascolare;

la temperatura ambiente. Il microcircolo cutaneo è in grado di dilatarsi in risposta ad un aumento della temperatura della cute, viceversa l'abbassamento della temperatura cutanea produce vasocostrizione. Pertanto valori più alti di  $Z$  possono registrarsi in seguito a raffreddamento della cute;

il consumo di cibi o liquidi nelle ore immediatamente precedenti l'analisi. Il soggetto va esaminato a digiuno da liquidi e solidi da almeno 2-5 ore, in quanto il contenuto del canale alimentare può interferire con la misura dell'impedenza, anche in fase post-assorbitiva. Pertanto è consigliato un digiuno di 8 ore come procedura standard;

il ciclo mestruale nelle donne. Comporta variazioni fisiologiche dell'impedenza bioelettrica in seguito a modificazioni della compartimentazione di TBW (espansione premestruale del distretto extracellulare) e fluttuazioni della temperatura corporea da effetto termogenico del progesterone, assieme ai cambiamenti del comportamento alimentare in fase premestruale.

Sempre secondo le indicazioni di Organ et al. (1994) le misure di  $Z$  sono state raccolte in riferimento all'emilato destro e all'emilato sinistro. Nel primo caso gli elettrodi iniettori erano sempre nella stessa posizione, su mano destra e piede destro. Gli elettrodi sensori erano disposti come segue: totale emilato destro, polso destro e caviglia destra; arto superiore destro, polso destro e polso sinistro; avambraccio destro, polso destro e gomito destro; arto inferiore destro, caviglia destra e caviglia sinistra. Nel

caso dell'emilato sinistro la posizione degli elettrodi era speculare a quanto appena descritto.

## Variabili BIA derivate

### *Indice bioimpedenziometrico*

I valori di  $Z$  sono normalmente indicizzati alle misure di lunghezza del conduttore. In quanto variabile derivata, l'indice BI è stato calcolato per l'intero organismo utilizzando la formula: indice BI =  $\text{altezza}^2/Z$ , con l'altezza espressa in cm e la  $Z$  in ohm. Per gli arti superiori l'indice BI è stato calcolato secondo la relazione: indice BI =  $\text{lunghezza arto superiore}^2/Z$  arto superiore, con la lunghezza espressa in cm e la  $Z$  in Ohm. Per gli arti inferiori si è proceduto in modo analogo considerando il quadrato della lunghezza dell'arto inferiore e la  $Z$  dell'arto inferiore.

### *Rapporti multifrequenza*

Sia per l'organismo in toto sia per ciascun arto superiore ed inferiore sono stati calcolati i seguenti rapporti multifrequenza (MF):  $Z5/50=Z$  a 5 kHz/ $Z$  a 50 kHz;  $Z5/100=Z$  a 5 kHz/ $Z$  a 100 kHz;  $Z10/50=Z$  a 10 kHz/ $Z$  a 50 kHz;  $Z10/100=Z$  a 10 kHz/ $Z$  a 100 kHz;  $Z5/Z250$  a 5 kHz/ $Z$  a 250 kHz/ $Z$ ;  $Z10/Z250$  a 10 kHz/ $Z$  a 250 kHz/ $Z$ .

## ***DINAMOMETRIA DELLA MANO***

Negli ultimi anni si è accentuata nell'ambito della valutazione dello stato di nutrizione l'idea di avere parametri che valutino la funzionalità corporea e, nello specifico, la misura della forza di presa della mano (HGS) permette di valutare la funzione muscolare, espressione della forza volontaria secondaria alla concentrazione di numerosi muscoli dell'avambraccio e della mano. Sebbene la misura della HGS sia una metodica largamente citata, resta un ampio margine di ricerca sulle sue caratteristiche applicative in diverse condizioni fisiopatologiche.

La dinamometria della mano, intesa quindi come misura della HGS, è stata effettuata con il dinamometro Takei (T.K.K. 5401 GRIP D). Per ogni arto superiore sono state condotte tre misurazioni a distanza di tre minuti l'una dall'altra. Il soggetto era in piedi, con le braccia distese e leggermente abdotte ai lati del tronco (in modo da non toccare il corpo) ed i piedi uniti. L'ampiezza della presa dello strumento era regolata per ciascun soggetto e poteva variare tra 3,5 e 7 cm. Il soggetto impugnava il dinamometro mentre l'operatore lo incoraggiava a stringere con la massima forza possibile. Appena stabilizzato, il valore veniva trascritto, con approssimazione a 0,1 kg. Per l'analisi statistica sono stati considerati il valore massimo della HGS per

l'emilato dominante (HGS-D) e non dominante (HGS-ND), inteso come il valore più alto tra le tre misure registrate.

## *STATISTICA*

L'analisi statistica è stata condotta con il programma SPSS versione 20 per Windows. Nella parte descrittiva i risultati sono stati espressi come media e deviazione standard (DS). Le differenze fra i generi sono state analizzate con l'analisi della varianza (ANOVA) mediante un modello lineare generale. Lo studio delle relazioni fra variabili è stato effettuato con la correlazione lineare semplice e con la regressione lineare multipla. Un livello  $p < 0,05$  è stato scelto come soglia per la significatività statistica.

# STUDIO 1

## VALUTAZIONE DELLA COMPOSIZIONE CORPOREA DELLE FORZA DI PRESSA DELLA MANO NELLA POPOLAZIONE GENERALE

### *PREMESSE*

I cambiamenti della composizione corporea, legati all'età, influenzano lo stato di salute. In soggetti ultrasessantenni fisiologicamente sani, il peso corporeo e la FFM diminuiscono in maniera marcata, mentre la FM tende ad aumentare negli uomini e a stabilizzarsi o addirittura a ridursi nelle donne (Kyle et al., 2001). La BCM metabolicamente attiva, che rappresenta una componente della FFM, diminuisce con l'età, anche se in misura minore rispetto FFM. Diversi studi longitudinali hanno confermato la perdita di FFM, ma hanno fornito risultati contrastanti per quanto riguarda la variazione della FM (Raguso et al., 2006 e Gallagher et al., 2000).

Il declino della FFM con l'invecchiamento predispone alla sarcopenia, condizione fortemente invalidante, indotta dalla perdita di massa scheletrica appendicolare (ASMM). Tale patologia comporta un alto rischio di disabilità, disfunzioni immunitarie e muscolari, disturbi dell'equilibrio e cadute, (spesso responsabili di fratture), con la conseguenziale compromissione della qualità di vita del soggetto. Al contrario, un aumento della FM è legato al sovrappeso e all'obesità. Con l'avanzare dell'età, in entrambi i sessi, parametri quali altezza, FFM, ASMM e BCM diminuiscono in modo significativo, mentre la circonferenza vita ed il rapporto vita-fianchi aumentano.

Il fatto che l'evoluzione della composizione corporea con l'invecchiamento non sia stata ancora chiaramente confermata, probabilmente è imputabile alla presenza di fattori confondenti, come attività fisica e malattie. Per quanto concerne l'attività fisica, essa sembrerebbe limitare la perdita di FFM, ASMM e BCM negli uomini e donne anziane che godono di un buono stato di salute, influenzando così sui cambiamenti della composizione corporea, soprattutto nelle donne (Genton et al., 2011). Altri studi dimostrano che l'esercizio fisico, di per sé, non è in grado di evitare la perdita di FFM né l'incremento della FM con l'avanzare dell'età (Raguso et al., 2006 e Carmeli et al., 2003); probabilmente perché frequenza, tipologia, intensità e durata dell'esercizio

fisico, oltre che la lunghezza del follow-up, potrebbero essersi rivelati insufficienti per evidenziare un'associazione di questo tipo.

Con riferimento, invece, all'incidenza di malattie sulla variazione della FFM, sembrerebbe che la presenza di tumori maligni, infezioni o ulcere da decubito siano condizioni che predispongono, indipendentemente dall'età, alla diminuzione della FFM stessa (Tabella 1 Genton et al.).

In realtà, uno studio longitudinale ha dimostrato che la perdita di FFM si verifica persino nei soggetti giovani (Forbes, 1999). Per il suddetto studio, sono stati reclutati 20 uomini e 20 donne di età compresa tra 24 e 53 anni, dei quali è stata monitorata la composizione corporea. Tuttavia, la maggior parte dei soggetti selezionati, durante il follow-up, aveva contratto patologie croniche o acute, che potrebbero aver influito sulla riduzione della FFM, indipendentemente dall'età.

## *INDIVIDUI*

I dati sperimentali sono stati raccolti tra individui appartenenti alla popolazione adulta, dai 30 ai 70 anni di età..

### CRITERI DI INCLUSIONE

Entrambi i generi.

Età pari a 30-70 anni.

Normopeso e sovrappeso ( $19 \leq \text{IMC} \leq 30 \text{ kg/m}^2$ ).

Consenso informato.

### CRITERI DI ESCLUSIONE

Perdita di peso superiore a 3 kg negli ultimi tre mesi.

Patologie influenzanti la forza muscolare e/o la composizione corporea.

Diabete mellito.

Presenza di protesi.

Assunzione di farmaci a base di cortisone e/o ormoni.

Patologie organiche maggiori.

Al protocollo sperimentale hanno partecipato 169 individui adulti divisi per genere in 87 donne e 82 uomini. Il protocollo sperimentale è stato approvato dal Comitato Etico della Facoltà di Medicina dell'Università degli Studi di Napoli "Federico II".

I dati sono stati trattati secondo la normativa vigente in termini di privacy e pertanto raccolti attraverso schede prive di indicazioni quali cognome, nome o altre notizie in

grado di ricondurre al soggetto esaminato. Il codice per l'identificazione del singolo partecipante non era direttamente interpretabile dal soggetto stesso o da estranei.

## ***RISULTATI***

Allo studio hanno partecipato 169 individui d'età compresa fra 30 e 70 anni: 82 uomini (età:  $50,2 \pm 13,4$  anni; IMC  $26,5 \pm 2,05$  kg/ m<sup>2</sup>) e 82 donne (età:  $50,2 \pm 13,4$  anni; IMC  $25,4 \pm 2,9$  kg/ m<sup>2</sup>) (Tabella 1)..

I dati relativi alla BIA sono presentati sia per l'intero organismo che per gli Arti S e Arti I separatamente.

### **Impedenza**

Come riassunto nella Tabella 2.1i valori medi di Z per l'organismo in toto si riducevano in parallelo con l'incremento della frequenza (5-10-50-100-250 kHz) ed erano sempre maggiori nelle donne rispetto agli uomini (per esempio: a 5 kHz  $637 \pm 75$  vs  $530 \pm 60$  ohm, a 50 kHz  $559 \pm 63$  vs  $455 \pm 54$  ohm, a 250 kHz  $489 \pm 55$  vs  $397 \pm 49$  ohm). La differenza in percentuale fra generi tendeva ad aumentare alle frequenze più elevate (ad esempio: 20,2% a 5 kHz vs 23,2% a 250 kHz).

Come riassunto nelle Tabelle 2.1, per gli arti SUP i valori medi di Z si riducevano in parallelo con l'incremento della frequenza (5-10-50-100-250 kHz) ed erano sempre più elevati nelle donne rispetto agli uomini (per l'arto SUP-D ad esempio: a 5 kHz  $319 \pm 42$  ohm vs  $253 \pm 36$ , a 50 kHz  $284 \pm 38$  ohm vs  $219 \pm 34$  ohm a 250 kHz  $248 \pm 34$  vs  $191 \pm 34$  ohm; per l'arto SUP-ND: a 5 kHz  $323 \pm 43$  vs  $256 \pm 33$  ohm, a 50 kHz  $288 \pm 39$  ohm vs  $223 \pm 32$  ohm, a 250 kHz  $252 \pm 36$  vs  $195 \pm 31$  ohm).

Anche per gli arti INF i valori medi di Z si riducevano in parallelo con l'incremento della frequenza (5-10-50-100-250 kHz) ed restavano sempre più elevati nelle donne rispetto agli uomini (ad esempio: per l'arto INF-D a 5 kHz  $249 \pm 34$  ohm vs  $212 \pm 26$  ohm, a 50 kHz  $249 \pm 34$  vs  $212 \pm 26$  ohm, a 250 kHz  $221 \pm 31$  vs  $186 \pm 30$  ohm. Per l'arto INF-ND a 5 kHz  $290 \pm 42$  vs  $254 \pm 31$  ohm, a 50 kHz  $250 \pm 35$  vs  $216 \pm 25$  ohm, a 250 kHz  $224 \pm 31$  ohm vs  $192 \pm 22$  ohm), La differenza percentuale fra generi tendeva ad aumentare alle frequenze più elevate e risultava nettamente maggiore per gli arti SUP rispetto agli arti INF (ad esempio, a 5 kHz: 26,1 a 250 kHz 29,8% per l'arto SUP-D, e per l'arto INF-D 15,2% a 5 kHz e 18,8 % a 250 kHz).

### **Indice bioimpedenziometrico**

Le variabili BIA derivate che sono state prese in considerazione sono state indice BI e rapporti MF.

Anche i risultati per le variabili BIA derivate differivano sostanzialmente fra generi (Tabella 3.2). I valori dell'indice BI erano più elevati a tutte le frequenze negli uomini (ad esempio: a 5 kHz  $58 \pm 8,1$  vs  $41 \pm 5,1$  cm<sup>2</sup>/ohm, a 50kHz:  $68 \pm 9,8$  vs  $47 \pm 5,6$  cm<sup>2</sup>/ohm, a 250 kHz  $77 \pm 11,6$  vs  $53 \pm 6,8$  cm<sup>2</sup>/ohm). La differenza fra generi tendeva ad aumentare alle frequenze più elevate (ad esempio: 41% a 5 kHz vs 45,2% a 250 kHz).

Per gli arti SUP l'indice BI era sempre maggiore negli uomini rispetto alle donne qualunque fosse la frequenza considerata (ad esempio: per l'arto SUP-D a 5 kHz  $14 \pm 3,1$  vs  $10 \pm 1,8$  cm<sup>2</sup>/ohm, a 50kHz  $16,6 \pm 3,9$  vs  $10,7 \pm 2,1$  cm<sup>2</sup>/ohm, a 250 kHz  $19 \pm 4,7$  vs  $12 \pm 2,4$  cm<sup>2</sup>/ohm; per l'arto SUP-S a 5 kHz  $14 \pm 2,9$  vs  $9 \pm 1,7$  cm<sup>2</sup>/ohm, a 50 kHz  $16,3 \pm 3,5$  vs  $10,5 \pm 1,9$  cm<sup>2</sup>/ohm, a 250 kHz  $19 \pm 4,3$  vs  $12 \pm 2,3$  cm<sup>2</sup>/ohm per l'AS-S).

Per gli AI l'indice BI era sempre maggiore negli uomini rispetto alle donne qualunque fosse la frequenza considerata (ad esempio, a 5 kHz  $27 \pm 5$  vs  $21 \pm 4,5$  cm<sup>2</sup>/ohm a 50 kHz  $31,7 \pm 5,6$  vs  $24,6 \pm 4,9$  cm<sup>2</sup>/ohm, a 250 kHz  $39 \pm 28,9$  vs  $28 \pm 5,7$  cm<sup>2</sup>/ohm per l'AI-D ; a 5 kHz  $27 \pm 5$  vs  $21 \pm 4,6$  cm<sup>2</sup>/ohm, a 50 kHz  $32 \pm 5,7$  vs  $24,4 \pm 4,9$  cm<sup>2</sup>/ohm, A 250 kHz  $35 \pm 6,6$  vs  $27 \pm 5,3$  cm<sup>2</sup>/ohm per l'AI-S). Le differenze fra generi erano nettamente più ampie per gli arti superiori che per gli arti inferiori, (ad esempio, a 5 kHz 15% e a 250 kHz 15,6 % per l'arto SUP-D, e a 5 kHz 12,6% e a 250 kHz 14,2% per l'arto INF-D), e aumentavano solo lievemente alle frequenze più elevate.

## Rapporti multifrequenza (MF)

I rapporti MF considerati sono stati quelli tra le impedenze alle frequenze più basse (5, 10 kHz) e le impedenze alle frequenze più alte (50,100, 250 kHz).

I rapporti MF per la stessa frequenza bassa si aumentavano progressivamente quando calcolati in successione per le frequenze 50, 100 e 250 kHz. Ad esempio nelle donne si passava da un rapporto MF Z5/Z50 di 113,9 ad un rapporto MF Z10/Z250 di 127,6, mentre negli uomini da un rapporto MF Z5/Z50 di 116,9 ad un rapporto MF Z10/Z250 di 130,1

Come per le variabili precedentemente elencate, i rapporti MF per l'organismo *in toto* risultavano sempre significativamente maggiori nel genere maschile rispetto al genere femminile (ad esempio: per il rapporto Z5/Z50:  $116,6 \pm 2,9$  vs  $113,9 \pm 1,9$ ; per Z5/Z250  $133,6 \pm 6,1$  vs  $130,3 \pm 4,6$ ).

La medesima differenza tra i generi si confermava per gli arti SUP (ad esempio per l'arto SUP-D a Z5/Z50 kHz:  $115,7 \pm 3,4$  vs  $112,6 \pm 1,9$  a Z5/Z250  $133,5 \pm 7,7$  vs  $128,9 \pm 4,7$ ; per l'arto SUP-ND a Z5/Z50  $115,1 \pm 3,1$  vs  $112,3 \pm 3,1$ , a Z5/Z250  $131,9 \pm 7,5$  vs  $128,6 \pm 5,6$ ).

I rapporti MF risultavano significativamente differenti in ambo i generi per gli arti INF (ad esempio: per l'arto INF-D a Z5/Z50 kHz  $117,6 \pm 3,4$  vs  $115,7 \pm 2,9$ , a

Z5/Z250 132,9±9,6 vs 130,4±7,1; per l'arto INF-ND 115,1±3,1 vs 113,1±1,9 a Z5/Z50 e 132,4±6,1 vs 129,7±5,3 a Z5/Z250).

## Relazioni fra variabili BIA e caratteristiche generali

Dopo correzione per peso corporeo, la Z mostrava una relazione diretta con l'età, mentre gli indici BI e i rapporti MF presentavano una relazione inversa con l'età (Tabella 2.1)..

Una prima analisi mette in evidenza una serie di correlazioni significative e anche delle differenze tra i generi, per esempio l'IB si riduce in maniera marcata nel genere maschile ma non nel genere femminile (Tabella 3.1).

Il rapporto MF è indice di cellularità, e quindi della percentuale della FFM costituita da cellule. Rispetto all'età si riduce in maniera marcata negli uomini e in maniera molto meno marcata e significativa nelle donne (Tabella 4.1).

L'indice IB, espressione quantitativa della FFM, si presentava fortemente correlato con le caratteristiche generali individuali; in particolare, nell'analisi di correlazione semplice si riduceva in entrambi i sessi ma più marcatamente negli uomini. L'analisi multivariata forniva delle indicazioni più chiare: in ambedue i generi l'indice IB dipendeva direttamente dal peso e inversamente dall'IMC, ma non dall'età degli individui.

Per quanto riguarda tra i rapporti MF se prendiamo in considerazione il rapporto Z5/Z50: esso era notevolmente più elevato nei maschi tra i 30 e 50 anni, per diventare successivamente simile tra i due generi.

L'analisi multivariata evidenziava che i fattori predittivi del rapporto MF Z5/Z50 era età e IMC nei maschi e età nelle donne (Tabella 10.1).

## Forza di presa della mano

L'HGS, valutata come valore massimo e come valore medio per ciascuno dei due emilati, era significativamente maggiore nel genere maschile rispetto a quello femminile (valore massimo per l'emilato D 42,3±10,2 vs 26,0±5,5 kg e per l'emilato ND 40,9±9,9 kg vs 25,3±6,0 kg;  $p < 0,001$ ; valore medio calcolato per l'emilato D 39,8±9,9 kg vs 24,4±5,3 kg e per l'emilato ND 38,9±9,4 kg vs 23,7±5,6 kg;  $p < 0,001$  (Tabella 5).

## Predittori della forza di presa della mano

Se si considerano le variabili individuali generali, l'HGS risultava positivamente correlata alla statura ( $p < 0,001$ ) ed inversamente correlata all'età in ambo i generi relazioni ( $r = -0,619$  per il genere maschile;  $r = -0,452$  per il genere femminile, entrambi calcolati per l'emilato D) (Tabella 6). Riguardo il peso, essa mostrava una relazione positiva per entrambi i generi ( $r = 0,402$  per il genere maschi;  $r = 0,337$  per il genere femminile, entrambi calcolati per l'emilato D) (Tabella 6).

Per quanto interessa le variabili BIA, la correlazione con l'indice BI, mostrava dei valori significativamente maggiori alle frequenze più alte (50, 100 e 250 kHz) rispetto alle frequenze più basse (5 e 10 kHz), in modo analogo in uomini e donne (Tabella 7). Tali considerazioni erano comuni all'organismo in toto e a ciascuno degli arti SUP. Come mostrato nella Tabella 8, l'HGS correlava anche, in modo simile, con ciascuno dei sei rapporti MF

I modelli di regressione lineare multipla permettono di combinare fra loro numerosi differenti predittori: ci si è limitati in termini esemplificativi a uno schema generale che prevedeva come possibili predittori dell'HGS genere, età e variabili BIA (indice BI a 50 o a 100 kHz in combinazione con il corrispondente rapporto MF) raccolte sull'intero organismo o sull'arto superiore. I risultati sono stati univoci, indicando come sia gli indici BI sia i rapporti MF siano predittori indipendenti dell'HGS.

## *DISCUSSIONE*

L'obiettivo generale del presente studio è stato quello di valutare in maniera sistematica le variabili BIA in un campione di individui adulti, d'età compresa tra i 30 e i 70 anni, di ambedue i generi, e le relazioni che esse hanno con l'HGS. L'attenzione è stata quindi focalizzata prioritariamente sulla BIA MF e sulla dinamometria della mano, ambedue tecniche che possono trovare utile applicazione nella ricerca epidemiologica e in nutrizione applicata.

La BIA è un metodo doppiamente indiretto per la valutazione della composizione corporea. Essa consiste nell'erogazione di una corrente alternata, di bassa intensità ( $800\mu A$ ) e frequenza prestabilita, attraverso l'applicazione di elettrodi cutanei, al fine di misurare alcune caratteristiche bioelettriche dell'organismo umano. Questa tecnica si contraddistingue per una serie di vantaggi, quali rapidità di esecuzione, facilità d'impiego, non invasività e richiede una minima compliance del soggetto. Prerogative, queste ultime, che la rendono particolarmente utile nell'ambito della sorveglianza nutrizionale.

Una corretta interpretazione dei valori della BIA MF richiede una valutazione della loro variabilità in un campione di individui sani. Di fatto, a tutt'oggi, per la BIA MF esiste in letteratura un numero relativamente esiguo di dati.

Al protocollo sperimentale hanno partecipato 169 soggetti adulti che non risultavano affetti da patologie a componente nutrizionale, suddivisi in 87 donne e 82 uomini. Sono stati esclusi i soggetti obesi e considerati gli individui normopeso e sovrappeso al fine di ottenere dati che potessero rispecchiare quanto avviene nella maggior parte della popolazione generale. Si è inoltre proceduto ad una valutazione non solo per l'intero organismo, ma anche segmentale, e cioè separatamente per gli arti superiori e gli arti inferiori.

Le variabili considerate con maggior interesse sono state l'indice BI ed i rapporti MF. L'indice BI, calcolato come il rapporto tra il quadrato della lunghezza del conduttore e l'impedenza/resistenza, è comunemente considerato come espressione del volume del conduttore e dunque risulta correlato alle basse frequenze con l'ECW; e alle alte frequenze, con la TBW.

In base alle considerazioni già esposte, i rapporti MF forniscono indicazioni circa la ripartizione dell'acqua corporea (Cha et al., 1995). Essi infatti sono interpretabili come espressione del rapporto acqua extracellulare /acqua totale (e di conseguenza del rapporto acqua extracellulare /acqua intracellulare). Nello specifico, sono stati calcolati i rapporti  $Z5/Z50$ ,  $Z5/Z100$ ,  $Z10/Z50$ ,  $Z10/Z100$ ,  $Z5/Z250$  e  $Z10/Z250$  sia per l'organismo in toto che per gli arti superiori ed inferiori (su entrambi gli emilati).

L'analisi dei dati raccolti nel presente lavoro indica che, dopo correzione per peso corporeo, persistono le differenze legate al genere per gli indici BI e per i rapporti MF (intero organismo e per gli arti SUP). Interessante notare come sia negli uomini che nelle donne e per entrambi gli emilati, in maniera del tutto simile, all'aumentare della frequenza i valori di Z decrescessero progressivamente, mentre l'indice BI aumentava in maniera altrettanto graduale. Questo fenomeno è riscontrabile sia per la BIA sull'organismo in toto che per quella segmentale. Tale osservazione è in accordo con l'idea che: a frequenza più basse (5 kHz e 10 kHz) la corrente alternata tende a passare in prevalenza nei fluidi extracellulari, data l'elevata reattanza propria delle membrane cellulari, mentre a frequenze più elevate, (da 50 kHz a 250 kHz nel nostro caso), attraversa anche i fluidi intracellulari, in quanto la reattanza delle membrane si riduce.

Dai dati raccolti emerge con chiarezza come anche i rapporti MF risultassero modestamente più elevati negli uomini rispetto alle donne, sia per la BIA sull'intero organismo che per quella segmentale.

Altro fattore preso in esame, perché altrettanto responsabile dei cambiamenti della composizione corporea, è l'età. Poiché con l'invecchiamento si assiste alla progressiva riduzione, in termini assoluti, della FFM, e di conseguenza della BCM (Kyle et al., 2001), e della TBW (Ellis, 2000), non sorprendentemente i rapporti MF mostravano una relazione inversa con l'età in ambo i generi. Tale osservazione è in linea con quanto già descritto per l'AF (Barbosa-Silva et al. (2005). Per quanto presente in letteratura, è nuova l'osservazione di un progressivo declino di tutti i rapporti MF con l'età, giustificabile dal fatto che tra i 20 e i 70 anni, la TBW comincia a decrescere, mentre si assiste alla progressiva espansione dell'ECW (Ritz et al., 2008).

Negli ultimi anni si è consolidata, nell'ambito della valutazione dello stato di nutrizione, l'importanza della valutazione della funzionalità corporea. In tal senso, riscuote sempre più interesse la misura dell'HGS, al fine di valutare la funzione muscolare, espressione della forza volontaria di numerosi muscoli dell'avambraccio e della mano. L'attenzione sortita in ambito nutrizionale è imputabile all'ipotesi che esista una diretta correlazione tra HGS e stato di nutrizione. L'HGS si è rivelata particolarmente utile nel valutare l'efficacia di un intervento nutrizionale, nel predire la mortalità in pazienti affetti da patologie acute o croniche a componente nutrizionale, come fattore prognostico e come indicatore della forza muscolare generale (Norman, 2005).

In soggetti fisiologicamente sani, genere ed età sono i principali fattori che influenzano l'HGS (Budziareck et al., 2008). Nel campione esaminato, in accordo con quanto ben noto nella letteratura, i valori di HGS restavano nettamente più elevati nel genere maschile. Questo fenomeno è attribuibile ad un incremento sia della massa muscolare che della funzione muscolare (Neu et al., 2002). A partire poi dai 30 anni, i valori dell'HGS tendono a decrescere con l'avanzare dell'età (Gunther et al., 2008), in maniera nettamente più marcata negli anziani (Pieterse et al., 2002; Budziareck et al., 2008).

Uno degli obiettivi specifici del protocollo sperimentale consisteva nella ricerca di una relazione fra variabili BIA e HGS al fine di comprendere meglio come la BIA e la dinamometria della mano possano essere utilizzate in maniera complementare per la valutazione dello stato di nutrizione.

L'HGS era correlata agli indici BI dell'organismo (totale e separatamente per gli arti superiori) sia negli uomini che nelle donne. In linea generale, la correlazione risultava nettamente più marcata alle frequenze più elevate (a partire da 50 kHz) probabilmente perché, stando a quanto riportato in letteratura, queste ultime misure rappresentano un'approssimazione più ragionevole della FFM (e della massa muscolare nel caso dell'arto superiore).

Informazioni utili sono state anche fornite dalle regressioni lineari multiple: ci si è limitati a quella più semplice che ha incluso come possibili predittori dell'HGS genere, età e variabili BIA (nello specifico, indice BI da 5 a 250 kHz ed i rapporti MF) valutate sull'intero organismo e sull'arto superiore. I risultati hanno univocamente indicato che sia gli indici BI sia i rapporti MF considerati sono predittori indipendenti dell'HGS.

In definitiva, questi dati suggeriscono che la BIA può fornire informazioni di natura quali-quantitativa circa la composizione corporea, che risultano utili per una migliore interpretazione dei dati relativi alla HGS. Essi forniscono anche delle indicazioni su come si potrebbe procedere a una migliore interpretazione dell'HGS in rapporto alla variabilità della composizione corporea.

## STUDIO 2

# VALUTAZIONE DELLA COMPOSIZIONE CORPOREA IN INDIVIDUI CHE SVOLGONO ESERCIZIO PROGRAMMATO

### *INTRODUZIONE*

Attività fisica significa qualsiasi movimento corporeo associato ad una contrazione muscolare, che aumenta il dispendio di energia sopra i livelli di riposo (EU Working Group “Sport and Health”, 2008, EU Physical Activity Guidelines). E’ un elemento importante associato alla salute e alla qualità della vita e include molti sport e attività di tempo libero (per es. ginnastica) ma anche attività giornaliere come camminate veloci, lavori domestici e lavori fisici come l’operaio.

Per definire i livelli di attività fisica raccomandata, l’Oms ha scelto la grandezza più facilmente misurabile, che è il tempo a essa dedicato. Questa indicazione di base, di per sé insufficiente, è stata integrata da più precise indicazioni su tipo, frequenza e intensità dello sforzo, che rappresentano la vera novità di questi documenti. Tutti gli esercizi raccomandati sono di intensità moderata o vigorosa. Per semplificare si definisce di intensità moderata l’esercizio da 3 a 6 volte più intenso dello stato di riposo, che si assume pari a 1 (1 MET o equivalente metabolico). Livelli superiori a 6 volte (7 per bambini e giovani) lo stato di riposo definiscono l’esercizio vigoroso. Attività moderate come camminare velocemente o ballare possono raggiungere i 5 - 6 MET, mentre quelle più vigorose come salire le scale o fare jogging richiedono circa 7-8 MET. La maggior parte delle attività sportive ha intensità superiori ai 10 MET. Gli esercizi moderati e vigorosi sono interscambiabili tra loro in proporzione inversa alla durata dell’esercizio: 30 minuti di attività moderata equivalgono a 15 di attività intensa in termini di quantità di lavoro. Dal punto di vista fisiologico non è proprio la stessa cosa, ma ai fini di un’attività svolta per la salute questa semplificazione è accettabile. L’Oms raccomanda come attività di base gli esercizi di tipo aerobico, cioè quelli protratti nel tempo e di intensità non eccessiva, come camminare a ritmo sostenuto, correre, pedalare o nuotare. Questi vanno integrati 2-3 volte alla settimana con esercizi di potenza, cioè più limitati nel tempo ma più energici, per allenare la forza muscolare e rafforzare le ossa: non servono necessariamente attrezzature complicate, infatti si può stimolare la forza anche a carico naturale, quando è lo stesso peso del corpo ad agire come “attrezzo”. In tutte le età, i livelli raccomandati vanno

intesi come un limite minimo: chi riesce a superarli ottiene ulteriori benefici per la propria salute.

## Linee guida per l'attività fisica

Essere fisicamente attivi è uno dei passaggi più importanti per mantenere un buono stato di salute, in qualunque età. Il documento “2008 Physical activity Guidelines for Americans” , che si allinea con le Global recommendation on Physical Activity for Health, rappresenta un valido supporto, dai 6 anni in su, per migliorare il proprio stato di salute attraverso un'adeguata attività fisica. Tale documento va a completare le “Dietary Guidelines for the Americans”. Essi rappresentano una guida per essere fisicamente attivi, condurre una sana alimentazione, in modo da ridurre il rischio di malattie cronico-degenerative.

### *Bambini e adolescenti*

Per i bambini e gli adolescenti in questo intervallo d'età l'attività fisica include il movimento spontaneo, il gioco organizzato, le attività sportive e ricreative, l'educazione fisica e l'esercizio fisico programmato nell'ambito della famiglia, della scuola e delle attività della comunità di appartenenza. Allo scopo di migliorare sia la fitness cardiorespiratoria e muscolare che lo stato di salute, di influire positivamente sui marcatori biologici relativi alle patologie cardiovascolari e metaboliche e di ridurre i sintomi dell'ansia e della depressione si raccomanda quanto segue:

1. Bambini e adolescenti di età 5-17 anni dovrebbero sommare almeno 60 minuti al giorno di attività di intensità fisica da moderata a vigorosa.
2. L'attività fisica al di sopra dei 60 minuti al giorno, garantisce ulteriori benefici in termini salutistici.
3. La gran parte dell'attività fisica dovrebbe essere di tipo aerobico. Almeno 3 volte la settimana dovrebbero essere presenti anche attività vigorose, comprese quelle che sono in grado di potenziare la muscolatura e hanno effetti positivi sulla massa ossea.

### *Adulti*

Per gli adulti in questo intervallo d'età l'attività fisica viene svolta nell'ambito della propria occupazione del trasporto (camminare e uso della bicicletta), dello sport o esercizio programmato, nel contesto delle attività giornaliere nella famiglia e nella comunità.

Al fine di migliorare sia la fitness cardiorespiratoria che muscolare, di potenziare l'apparato scheletrico e di ridurre il rischio di malattie croniche non degenerative e di depressione si raccomanda quanto segue:

1. Per gli individui adulti d'età compresa fra i 18 e i 64 anni sono indicati almeno 150 minuti la settimana di attività fisica aerobica moderata, o 75 minuti di attività fisica vigorosa o una combinazione proporzionale delle due.

2. L'attività fisica di tipo aerobico si ripartisce su eventi della durata minima di 10 minuti

3. Per ottenere ulteriori benefici in termini di salute gli individui adulti dovrebbero incrementare la loro attività fisica a 300 minuti la settimana se di livello moderato-intenso, o a 150 minuti la settimana se di tipo vigoroso, o a una combinazione proporzionale delle due.

Due o più volte la settimana dovrebbero essere svolte delle sessioni di esercizi volti all'aumento della forza muscolare dei gruppi maggiori di muscoli scheletrici.

### *Anziani*

Le Linee guida per gli adulti possono essere applicate anche agli anziani. Inoltre, le seguenti Linee Guida sono esclusivamente per gli anziani:

quando gli anziani non possono praticare 150 minuti settimanali di attività fisica aerobica di moderata intensità a causa di patologie croniche, dovrebbero per lo meno essere fisicamente attivi ed essere in grado di svolgere le loro attività quotidiane. In particolare gli anziani dovrebbero praticare esercizio fisico che gli permetta di mantenere o migliorare l'equilibrio, e, in tal modo, ridurre il rischio di cadere. Dovrebbero stabilire quale sia la propria soglia di sforzo nella pratica dell'attività fisica relativa al loro livello di fitness. Gli anziani affetti da patologie croniche dovrebbero capire se e come le proprie condizioni di salute permettano di praticare un'attività fisica regolare ma soprattutto sicura.

### *Gravidanza e in allattamento*

Donne sane, ma che, tuttavia, non sono particolarmente attive, o che generalmente non praticano attività di intensità vigorosa, durante il periodo della gravidanza e nel periodo post-parto dovrebbero svolgere almeno 150 minuti di attività di moderata intensità nell'arco della settimana. Donne in gravidanza che, invece, abitualmente praticano attività fisica vigorosa, o che sono particolarmente attive, possono continuare a praticare tali attività, avendo cura del proprio stato di salute, e sotto controllo medico.

### *Linee guida in Europa e America*

Nelle linee guida americane è stato dato maggior riguardo nel prescrivere una minima quantità di attività fisica che dovrebbe essere svolta per le diverse fasce di popolazione. Le linee guida europee, European Physical Activity Guidelines sono basate generalmente su linee guida pubblicate dalla Organizzazione Mondiale della Sanità (World Health Organisation, WHO) le quali sono di gran lunga meno prescrittive.

Entrambe le linee guida, europee ed americane, sono d'accordo che, in termini di benefici sulla salute, un pò di attività sia meglio di niente. Le linee guida europee sono maggiormente focalizzate nel raccomandare azioni politiche a livello comunitario e nazionale per facilitare le persone a diventare più attive fisicamente. Questo approccio cross-settoriale include lo sport, la salute, l'educazione, il trasporto, l'ambiente, la pianificazione urbanistica, la sicurezza pubblica, il lavoro e i servizi per i cittadini più anziani.

## Attività fisica e composizione corporea

Le relazioni fra attività fisica e composizione corporea sono un tema vasto quanto di grande interesse. In relazione alle attività sportive propriamente dette, la composizione corporea è in grado di influenzare la velocità, la forza e la potenza, la resistenza dell'atleta così come la sua agilità e la sua complessione fisica. Per esempio, un elevato rapporto fra massa magra e massa adiposa è in genere vantaggioso in tutte le discipline sportive che interessano la velocità.

La composizione corporea ideale varia da disciplina sportiva a disciplina sportiva e deve essere comunque valutata specificamente nel singolo atleta in rapporto con le sue prestazioni sportive e la fase di allenamento (Rodriguez et al., 2009). Più in generale, nella popolazione la promozione dell'attività fisica è vista come un mezzo di prevenzione, e in parte anche di trattamento del sovrappeso e dell'obesità e quindi di riduzione del grasso corporeo, così come emerge sia da studi osservazionali sia da studi di intervento. In questa prospettiva, emerge l'opportunità di raccogliere un numero maggiori di informazioni, al momento carenti, sugli effetti in termini di composizione corporea di specifici programmi di allenamento svolti con regolarità e volti al miglioramento della fitness piuttosto che all'attività sportiva vera e propria.

Negli atleti, la valutazione della composizione corporea è ampiamente utilizzata per raggiungere il peso corporeo ideale, ottimizzare la prestazione competitiva e valutare gli effetti dell'allenamento (Barry et al., 2000).

L'attività fisica continuativa comporta modificazioni caratteristiche della composizione corporea. Queste consistono in una riduzione della massa adiposa (specialmente nei soggetti in sovrappeso) e in una modificazione della composizione della massa magra. Molte attività sportive si associano a un incremento della massa muscolare e dati preliminari suggeriscono che anche la distribuzione dell'acqua corporea possa modificarsi. Attualmente, si ritiene che gli effetti benefici dell'attività fisica sullo stato di salute dipendano più dalla modificazione della composizione e della funzionalità della massa magra che dalla riduzione della massa grassa (Bedogni et al., 2001). In

particolare, l'esercizio fisico di tipo aerobico, come ad esempio la corsa su lunghe distanze, il nuoto, il ciclismo non sono in grado di influenzare l'ipertrofia muscolare, se non individui sedentari con età compresa tra i 20 e gli 80 anni, oppure se l'allenamento abbia una durata di circa 30-45 min, una frequenza cardiaca del 70-80%, con una cadenza di 4-4 volte a settimana (Konopka et al 2014) Al contrario, sessione di potenziamento muscolare influiscono positivamente sullo sviluppo di nuove cellule muscolare (Var del Ploeg et al 2007).

Le relazioni fra attività fisica e composizione corporea sono un tema vasto quanto di grande interesse. In relazione alle attività sportive a livello agonistico, la composizione corporea è in grado di influenzare la velocità, la forza e la potenza, la resistenza dell'atleta così come la sua agilità e la sua complessione fisica. Per esempio, un elevato rapporto fra massa magra e massa adiposa è in genere vantaggioso in tutte le discipline sportive che interessano la velocità.

La massa adiposa è costituita dai lipidi essenziali e dai lipidi di deposito. I lipidi essenziali sono presenti nei tessuti nervosi, nel midollo osseo e nei diversi organi (tutte le membrane cellulari). Esso è fondamentale per preservare le minime funzioni fisiologiche e la sopravvivenza. Il grasso di deposito invece costituisce una riserva di energia.

Il grasso corporeo essenziale è di circa il 3% della massa corporea per gli uomini e il 12% per le donne. Si ritiene che le donne abbiano più grasso corporeo essenziale rispetto agli uomini a causa delle gravidanze e delle funzioni ormonali.

In generale la percentuale di grasso corporeo totale è compresa tra il 12% e il 15% per gli uomini giovani e tra il 25% e il 28% per le donne giovani (Jeukendrup e Gleeson, 2010).

Per quanto riguarda gli atleti, come già accennato, sport diversi hanno differenti esigenze in termini di composizione corporea. La composizione corporea risulta essere strettamente correlata all'attività fisica, ed è stato dimostrato che una aumento del grasso corporeo può ridurre la performance atletica (Moon et al, 2013) In alcuni sport di contatto come il football americano o il rugby, una maggiore massa corporea è generalmente vista come un vantaggio. Negli sport come la ginnastica o la maratona un basso peso corporeo, una bassa percentuale di grasso corporeo e un alto rapporto potenza/peso sono estremamente importanti. In sport come il bodybuilding è auspicabile un aumento di peso corporeo per un aumento della massa magra piuttosto che del grasso corporeo. La composizione corporea ideale è fortemente dipendete dal tipo di sport o disciplina e dovrebbe essere discussa su base individuale con

l'allenatore, il fisiologo, il nutrizionista (Jeukendrup e Gleeson, 2010) e deve essere valutata specificamente in rapporto con le prestazioni sportive e la fase di allenamento (Rodriguez et al., 2009).

## ***OBIETTIVI***

I presupposti di questo studio sono stati:

- interesse crescente per l'attività sportiva da parte di individui adulti di età molto differenti anche in relazione a prestazioni fisiche assai impegnative;
- necessità di fornire strumenti atti alla valutazione degli effetti dei programmi di allenamento di differenti discipline sportive sulla composizione corporea, particolare sulla massa muscolare.

Gli obiettivi specifici sono stati:

- fornire degli strumenti validi per studiare l'effetto della composizione corporea sulla performance sportiva;
- studiare la composizione corporea in individui che svolgono esercizio fisico programmato a livello agonistico e non;
- studiare l'effetto dell'esercizio fisico programmato sulla composizione corporea e sull'HGS.
- esaminare le variabili BIA in relazione alle diverse attività sportive;
- analizzare le variazioni dei diversi rapporti multifrequenza nelle differenti discipline sportive;
- studiare le relazioni tra BIA e HGS.

## **Individui**

Sono stati selezionati: 28 individui che svolgevano regolare potenziamento muscolare dalle 3 alle 5 ore/sett.(età  $30,2 \pm 5,6$  anni; IMC  $25,3 \pm 1,7$  kg/m<sup>2</sup>).

Hanno preso parte a questo protocollo 29 individui di genere maschile (età  $30,7 \pm 8,2$  anni; IMC  $25,6 \pm 3,0$  kg/m<sup>2</sup>). (Tabella 11)

I dati relativi alla BIA sono presentati sia per l'intero organismo che per gli A-S e A-I separatamente.

### **CRITERI DI INCLUSIONE**

- Appartenenza al genere maschile
- Età tra 20 e 60 anni.
- Indice di massa corporea compreso tra 18 e 30 kg/m<sup>2</sup>.
- Consenso informato.

### **CRITERI D'ESCLUSIONE**

- Patologie influenzanti la composizione corporea.
- Presenza di protesi.

Assunzione di farmaci a base di cortisone e/o ormoni o che comunque possano influenzare la composizione corporea.

□ □ Patologie organiche maggiori (compreso il diabete mellito).

## Risultati

Le variabili BIA derivate che sono state prese in considerazione sono state indice BI e rapporti MF.

### *Indice bioimpedenziometrico*

I valori dell'indice BI erano più elevati a tutte le frequenze in coloro che svolgevano potenziamento muscolare (ad esempio: a 5 kHz  $57 \pm 7,3$  vs  $55 \pm 9,5$  cm<sup>2</sup>/ohm, a 50kHz:  $70 \pm 9,8$  vs  $65 \pm 12$  cm<sup>2</sup>/ohm, a 250 kHz  $81 \pm 9,2$  vs  $75 \pm 13,7$  cm<sup>2</sup>/ohm) (Tabella 12.1).

Per gli arti SUP l'indice BI era sempre maggiore negli uomini rispetto alle donne qualunque fosse la frequenza considerata (ad esempio: per l'arto SUP-D a 5 kHz  $13 \pm 3,4$  vs  $12 \pm 3,6$  cm<sup>2</sup>/ohm, a 50kHz  $15 \pm 4,2$  vs  $13 \pm 4,5$  cm<sup>2</sup>/ohm, a 250 kHz  $17 \pm 5,0$  vs  $15 \pm 5,3$  cm<sup>2</sup>/ohm; per l'arto SUP-S a 5 kHz  $12 \pm 4,5$  vs  $11 \pm 3,5$  cm<sup>2</sup>/ohm, a 50 kHz  $15 \pm 5,3$  vs  $13 \pm 4,4$  cm<sup>2</sup>/ohm, a 250 kHz  $17 \pm 5,1$  vs  $15 \pm 5,3$  cm<sup>2</sup>/ohm per l'AS-S). (Tabella 12.1).

Per gli AI l'indice BI era sempre maggiore negli uomini che svolgevano potenziamento muscolare rispetto ai controlli qualunque fosse la frequenza considerata (ad esempio, a 5 kHz  $26 \pm 4,5$  vs  $24 \pm 4,9$  cm<sup>2</sup>/ohm a 50 kHz  $31 \pm 5,6$  vs  $28 \pm 5,8$  cm<sup>2</sup>/ohm, a 250 kHz  $35 \pm 6,3$  vs  $31 \pm 6,5$  cm<sup>2</sup>/ohm per l'AI-D ; a 5 kHz  $26 \pm 4,5$  vs  $24 \pm 4,9$  cm<sup>2</sup>/ohm, a 50 kHz  $30 \pm 5,8$  vs  $27 \pm 5,5$  cm<sup>2</sup>/ohm, a 250 kHz  $34 \pm 6,4$  vs  $30 \pm 6,2$  cm<sup>2</sup>/ohm per l'AI-S) (Tabella 12.2).

### *Rapporti multifrequenza (MF)*

I rapporti MF considerati sono stati quelli tra le impedenze alle frequenze più basse (5, 10 kHz) e le impedenze alle frequenze più alte (50, 100, 250 kHz).

I rapporti MF per la stessa frequenza bassa si aumentavano progressivamente quando calcolati in successione per le frequenze 50, 100 e 250 kHz. Ad esempio in coloro che svolgevano potenziamento muscolare si passava da un rapporto MF Z5/Z50 di 118,9 ad un rapporto MF Z10/Z250 di 132,9, mentre nei controlli da un rapporto MF Z5/Z50 di 114,9 ad un rapporto MF Z10/Z250 di 127,2.

Come per le variabili precedentemente elencate, i rapporti MF per l'organismo in toto risultavano sempre significativamente maggiori nel campione di interesse rispetto ai controlli (ad esempio: per il rapporto Z5/Z50:  $118,9 \pm 3,4$  vs  $114,9 \pm 3,9$ ; per Z5/250  $132,9 \pm 4,9$  vs  $127,2 \pm 5,8$ ). (Tabella 13.1).

La medesima differenza tra i generi si confermava per gli arti SUP (ad esempio per l'arto SUP-D a Z5/Z50 kHz:  $117,5 \pm 4,2$  vs  $114,5 \pm 4,3$ , a Z5/Z250  $133,4 \pm 5,7$  vs  $126,8 \pm 8,1$ ; per l'arto SUP-ND a Z5/Z50  $116,8 \pm 3,9$  vs  $114,2 \pm 3,9$ , a Z5/Z250  $131,8 \pm 7,5$  vs  $128,1 \pm 6,1$ ).

I rapporti MF risultavano significativamente differenti per gli arti INF (ad esempio: per l'arto INF-D a Z5/Z50 kHz  $119,8 \pm 8,4$  vs  $116,4 \pm 4,4$ , a Z5/Z250  $136,8 \pm 10,1$  vs  $130,6 \pm 7,9$ ; per l'arto INF-ND  $120,3 \pm 2,9$  vs  $115,2 \pm 4,9$  a Z5/Z50 e  $132,4 \pm 4,0$  vs  $126,8 \pm 6,3$  a Z5/Z250).

### *Forza di presa della mano*

L'HGS è stata valutata come valore medio dei due emilati. In tutti i casi era significativamente maggiore nel gruppo sportivo rispetto a quello di controllo (rispettivamente, HGS-D  $40,2 \pm 11,4$  vs  $29,9 \pm 14,7$  kg; HGS-ND  $38,6 \pm 11,4$  kg vs  $29,4 \pm 14,5$  kg;  $p < 0,001$ ) (Tabella 14).

La HGS era significativamente superiore per l'emilato dominante di entrambi i gruppi.

## PROTOCOLLO 2: VALUTAZIONE DELLA COMPOSIZIONE CORPOREA E DELL'HGS IN NUOTATORI MASTER

Sono stati selezionati 27 nuotatori master (età  $36,7 \pm 11,8$  anni; IMC  $25,0 \pm 2,4$  kg/m<sup>2</sup>) Hanno preso parte a questo protocollo 51 individui di genere maschile (età  $38,6 \pm 16,3$  anni; IMC  $25,8 \pm 2,9$  kg/m<sup>2</sup>).

I dati relativi alla BIA sono presentati sia per l'intero organismo che per gli A-S e A-I separatamente (Tabella 19).

### Criteri di inclusione

- Appartenenza al genere maschile
- Età tra 20 e 60 anni.
- Indice di massa corporea compreso tra 18 e 30 kg/m<sup>2</sup>.
- Consenso informato.

### Criteri di esclusione

- Patologie influenzanti la composizione corporea.
- Presenza di protesi.

Assunzione di farmaci a base di cortisone e/o ormoni o che comunque

possano influenzare la composizione corporea.

□ □ Patologie organiche maggiori (compreso il diabete mellito).

### *Risultati*

Le variabili BIA derivate che sono state prese in considerazione sono state indice BI e rapporti MF.

Indice bioimpedenziometrico

I valori dell'indice BI erano più elevati a tutte le frequenze in coloro che svolgevano potenziamento muscolare (ad esempio: a 5 kHz  $58 \pm 8,7$  vs  $56 \pm 8,1$  cm<sup>2</sup>/ohm, a 50kHz:  $68 \pm 10,4$  vs  $65 \pm 10$  cm<sup>2</sup>/ohm, a 250 kHz  $79 \pm 11,6$  vs  $75 \pm 11,5$  cm<sup>2</sup>/ohm).

Per gli arti SUP l'indice BI era sempre maggiore nei nuotatori rispetto ai controlli qualunque fosse la frequenza considerata (ad esempio: per l'arto SUP-D a 5 kHz  $12 \pm 2,8$  vs  $11 \pm 3,4$  cm<sup>2</sup>/ohm, a 50kHz  $14 \pm 3,4$  vs  $13 \pm 4,2$  cm<sup>2</sup>/ohm, a 250 kHz  $17 \pm 4,1$  vs  $15 \pm 5,0$  cm<sup>2</sup>/ohm; per l'arto SUP-S a 5 kHz  $12 \pm 2,8$  vs  $11 \pm 3,4$  cm<sup>2</sup>/ohm, a 50 kHz  $14 \pm 3,4$  vs  $13 \pm 3,9$  cm<sup>2</sup>/ohm, a 250 kHz  $16 \pm 3,9$  vs  $15 \pm 4,7$  cm<sup>2</sup>/ohm per l'AS-S).

Per gli AI l'indice BI era sempre maggiore nei nuotatori rispetto ai controlli qualunque fosse la frequenza considerata (ad esempio, a 5 kHz  $26 \pm 2,1$  vs  $22 \pm 6,2$  cm<sup>2</sup>/ohm a 50 kHz  $31 \pm 5,5$  vs  $26 \pm 7,3$  cm<sup>2</sup>/ohm, a 250 kHz  $35 \pm 6,1$  vs  $29 \pm 8,1$  cm<sup>2</sup>/ohm per l'AI-D ; a 5 kHz  $26 \pm 4,6$  vs  $22 \pm 6,2$  cm<sup>2</sup>/ohm, a 50 kHz  $31 \pm 5,6$  vs  $25 \pm 6,9$  cm<sup>2</sup>/ohm, a 250 kHz  $35 \pm 6,4$  vs  $28 \pm 7,9$  cm<sup>2</sup>/ohm per l'AI-S). (Tabella 20.1 e 20.2).

### *Rapporti multifrequenza (MF)*

I rapporti MF considerati sono stati quelli tra le impedenze alle frequenze più basse (5, 10 kHz) e le impedenze alle frequenze più alte (50, 100, 250 kHz).

I rapporti MF per la stessa frequenza bassa si aumentavano progressivamente quando calcolati in successione per le frequenze 50, 100 e 250 kHz. Ad esempio nei nuotatori si passava da un rapporto MF Z5/Z50 di 117,7 ad un rapporto MF Z10/Z250 di 131,5, mentre nei controlli da un rapporto MF Z5/Z50 di 115,1 ad un rapporto MF Z10/Z250 di 128,9.

Come per le variabili precedentemente elencate, i rapporti MF per l'organismo in toto risultavano sempre significativamente maggiori nel campione di interesse rispetto ai controlli (ad esempio: per il rapporto Z5/Z50:  $117,7 \pm 2,3$  vs  $115,1 \pm 2,8$ ; per Z5/250  $135,5 \pm 4,0$  vs  $132,1 \pm 5,2$ ).

La medesima differenza tra i due campioni si confermava per gli arti SUP (ad esempio per l'arto SUP-D a Z5/Z50 kHz:  $116,4 \pm 2,5$  vs  $113,9 \pm 3,1$ , a Z5/Z250  $136,6 \pm 6,9$  vs  $131,4 \pm 6,2$ ; per l'arto SUP-ND a Z5/Z50  $116,1 \pm 2,7$  vs  $113,4 \pm 3,0$ , a Z5/Z250  $136,5 \pm 6,9$  vs  $131,4 \pm 6,2$ ).

I rapporti MF risultavano significativamente differenti per gli arti INF (ad esempio: per l'arto INF-D a Z5/Z50 kHz  $119,0 \pm 2,6$  vs  $116,8 \pm 3,3$ , a Z5/Z250  $134,7 \pm 4,0$  vs

131,2±5,3; per l'arto INF-ND 118,8±2,6 vs 116,6±3,6 a Z5/Z50 e 130,3±3,6 vs 128,0±5,1 a Z5/Z250). (Tabelle 21.1 e 21.2)

### *Forza di presa della mano*

L'HGS è stata valutata come valore medio dei due emilati. In tutti i casi era significativamente maggiore nel gruppo sportivo rispetto a quello di controllo (rispettivamente, HGS-D 39,3±9,1 vs 31,7±11,6 kg; HGS-ND 37,5±8,4 kg vs 30,3±10,6 kg;  $p < 0,001$ ) (Tabella 22).

La HGS era significativamente superiore per l'emilato dominante di entrambi i gruppi.

### PROTOCOLLO 3: VALUTAZIONE DELLA COMPOSIZIONE CORPOREA E DELL'HGS IN MARATONETI MASTER

Sono stati selezionati maratoneti master (età 39,1±9,5 anni; IMC 22,9±2,3 kg/m<sup>2</sup>). Hanno preso parte a questo protocollo 29 individui di genere maschile (età 41,1±9,3 anni; IMC 24,8±0,8 kg/m<sup>2</sup>). (Tabella 27)

I dati relativi alla BIA sono presentati sia per l'intero organismo che per gli A-S e A-I separatamente.

#### Criteri di inclusione

- Appartenenza al genere maschile
- Età tra 20 e 60 anni.
- Indice di massa corporea compreso tra 18 e 30 kg/m<sup>2</sup>.
- Consenso informato.

#### Criteri di esclusione

- Patologie influenzanti la composizione corporea.
- Presenza di protesi.
- Assunzione di farmaci a base di cortisone e/o ormoni o che comunque possano influenzare la composizione corporea.
- Patologie organiche maggiori (compreso il diabete mellito).

## Risultati

Le variabili BIA derivate che sono state prese in considerazione sono state indice BI e rapporti MF.

### *Indice bioimpedenziometrico*

I valori dell'indice BI erano più elevati a tutte le frequenze nel campione di controllo (ad esempio: a 5 kHz 52±6,1 vs 59±8,6 cm<sup>2</sup>/ohm, a 50kHz: 62±7,2 vs 70±10,2 cm<sup>2</sup>/ohm, a 250 kHz 72±8,9 vs 79±11,7 cm<sup>2</sup>/ohm) ( Tabella 28.1).

Per gli arti SUP l'indice BI era sempre maggiore nei nuotatori rispetto ai controlli qualunque fosse la frequenza considerata (ad esempio: per l'arto SUP-D a 5 kHz  $12 \pm 4,6$  vs  $15 \pm 2,4$  cm<sup>2</sup>/ohm, a 50kHz  $14 \pm 5,4$  vs  $17 \pm 3,1$  cm<sup>2</sup>/ohm, a 250 kHz  $12 \pm 4,6$  vs  $15 \pm 2,4$  cm<sup>2</sup>/ohm; per l'arto SUP-S a 5 kHz  $12 \pm 4,6$  vs  $15 \pm 2,4$  cm<sup>2</sup>/ohm, a 50 kHz  $14 \pm 5,4$  vs  $17 \pm 3,4$  cm<sup>2</sup>/ohm, a 250 kHz  $16 \pm 6,2$  vs  $19 \pm 3,4$  cm<sup>2</sup>/ohm per l'AS-S).

Per gli AI l'indice BI era sempre maggiore nei nuotatori rispetto ai controlli qualunque fosse la frequenza considerata (ad esempio, a 5 kHz  $25 \pm 4,6$  vs  $27 \pm 4,4$  cm<sup>2</sup>/ohm a 50 kHz  $31 \pm 5,5$  vs  $32 \pm 4,9$  cm<sup>2</sup>/ohm, a 250 kHz  $35 \pm 7,4$  vs  $36 \pm 5,3$  cm<sup>2</sup>/ohm per l'AI-D ; a 5 kHz  $25 \pm 4,4$  vs  $27 \pm 4,3$  cm<sup>2</sup>/ohm, a 50 kHz  $30 \pm 5,4$  vs  $31 \pm 4,8$  cm<sup>2</sup>/ohm, a 250 kHz  $35 \pm 6,6$  vs  $36 \pm 5,2$  cm<sup>2</sup>/ohm per l'AI-S). (Tabella 28.1)

### *Rapporti multifrequenza*

I rapporti MF considerati sono stati quelli tra le impedenze alle frequenze più basse (5, 10 kHz) e le impedenze alle frequenze più alte (50, 100, 250 kHz).

I rapporti MF per la stessa frequenza bassa si aumentavano progressivamente quando calcolati in successione per le frequenze 50, 100 e 250 kHz. Ad esempio nei maratoneti si passava da un rapporto MF Z5/Z50 di 118,4 ad un rapporto MF Z10/Z250 di 132,9, mentre nei controlli da un rapporto MF Z5/Z50 di 117,0 ad un rapporto MF Z10/Z250 di 130,1.

Come per le variabili precedentemente elencate, i rapporti MF per l'organismo in toto risultavano maggiori nel campione di interesse rispetto ai controlli (ad esempio: per il rapporto Z5/Z50:  $118,4 \pm 2,2$  vs  $117,0 \pm 2,6$ ; per Z5/250  $137,3 \pm 5,7$  vs  $133,6 \pm 4,8$ ). La medesima differenza tra i due campioni si confermava per gli arti SUP (ad esempio per l'arto SUP-D a Z5/Z50 kHz:  $116,1 \pm 2,8$  vs  $116,0 \pm 3,5$ , a Z5/Z250  $136,4 \pm 5,8$  vs  $134,3 \pm 6,1$ ; per l'arto SUP-ND a Z5/Z50  $115,5 \pm 2,6$  vs  $114,9 \pm 3,1$ , a Z5/Z250  $134,3 \pm 5,3$  vs  $132,5 \pm 5,4$ ).

I rapporti MF risultavano significativamente differenti per gli arti INF (ad esempio: per l'arto INF-D a Z5/Z50 kHz  $121,8 \pm 5,5$  vs  $118,6 \pm 3,1$ , a Z5/Z250  $140,6 \pm 8,4$  vs  $133,4 \pm 5,5$ ; per l'arto INF-ND  $121,5 \pm 5,3$  vs  $118,7 \pm 3,3$  a Z5/Z50 e  $139,9 \pm 7,9$  vs  $133,8 \pm 6,2$  a Z5/Z250). (Tabella 29)

### Forza di presa della mano

La HGS è stata valutata come valore medio dei due emilati. Esso era maggiore nel campione di controllo che nei maratoneti (rispettivamente, HGS-D  $40,8 \pm 6,7$  vs  $42,7 \pm 8,8$  kg; HGS-ND  $39,7 \pm 5,6$  kg vs  $40,7 \pm 8,1$  kg;  $p < 0,001$ ) (Tabella ...).

La HGS era significativamente superiore per l'emilato dominante di entrambi i gruppi (Tabella 30).

## *Discussione*

L'attività fisica è ampiamente riconosciuta per il suo importante ruolo nella promozione e nel mantenimento dello stato di salute e benessere. I documenti più recenti hanno fissato un 150 min/sett di attività aerobica di grado moderato una prima soglia, un obiettivo da conseguire, per ottenere dei vantaggi concreti nella prevenzione delle malattie cronico-degenerative (WHO, 2010).

Gli effetti positivi di una diffusa attività fisica a livello di comunità sono evidenti sia a livello sociale che economico. La collettività ne trae giovamento non solo in termini di riduzione dei costi della sanità pubblica, di aumento della produttività, di miglior efficienza nelle scuole, di una riduzione dell'assenteismo sul lavoro, ma anche per un potenziale aumento della partecipazione alle attività ricreative. Promuovere l'attività fisica è dunque un'azione di sanità pubblica prioritaria, spesso inserita nei piani e nella programmazione sanitaria in tutto il mondo. In Italia, un atteggiamento del genere è stato recepito dagli ultimi Piani sanitari nazionali in accordo con quanto avviene da tempo nei paesi del Nord Europa e negli USA.

Lo sviluppo di strategie che portino ad un aumento dell'attività fisica, attraverso l'attivazione di azioni di dimostrata efficacia, è un obiettivo di sanità pubblica che può essere raggiunto solo attraverso politiche sanitarie mirate, condivisione di obiettivi e individuazione degli attori e dei responsabili degli interventi. In quest'ottica sono allora importanti tutte quelle iniziative volte da un lato a studiare e monitorare la situazione nazionale, dall'altro a promuovere sul territorio attività di prevenzione e promozione dell'attività fisica.

Nei paesi industrializzati si è avuta nell'ultimo secolo una progressiva e marcata riduzione dell'attività fisica in primo luogo secondaria alla diminuzione dell'impegno fisico sul lavoro e agli spostamenti con mezzi di trasporto motorizzati. Lo stile di vita è tendenzialmente assai sedentario con un impegno fisico sul lavoro che nella maggior parte dei casi è ridotto al minimo.

Se questa è la situazione valutata nella sua media, è anche vero che si è progressivamente diffusa la consapevolezza circa l'importanza dell'attività fisica per il mantenimento dello stato di salute e di benessere dell'individuo. Nello stesso tempo, l'esercizio fisico è motivato da considerazioni di natura estetica con la proposizione di un modello ideale caratterizzato da magrezza, muscolarità ecc. Come conseguenza, fasce sempre più ampie della popolazione fanno uso di strutture sportive quali piscine e palestre.

Per quanto riguarda il primo protocollo ci si è interessati di valutare come programmi di esercizio fisico che prevedono un impegno di tempo limitato (<5 ore/sett) possono influire sulla composizione corporea dei frequentatori di palestra.

Lo studio della composizione corporea è stato effettuato con le metodiche più diffuse, antropometria e BIA, fornendo alcune indicazioni d'interesse. Particolarmente u-

tile è stata la possibilità di effettuare un confronto con gruppi di individui che risultavano totalmente sedentari. Si ricorda che non si trattava di culturisti, in altre parole essi miravano ad aumentare la propria fitness muscolare e non a esporre “esteticamente” la plasticità della propria muscolatura.

Già i dati antropometrici sono significativi. A fronte di un peso corporeo non dissimile, il programma di potenziamento muscolare si associava a un aumento evidente degli indici muscolari, ovvero, si esprimeva in evidenti differenze nelle variabili BIA. A parità di peso corporeo, erano significativamente più elevati gli indici BI che sono proporzionali alla massa muscolare. Ancor più interessante è l’osservazione di più elevati valori relativi agli indici multifrequenza che indicano un aumento della massa cellulare presente nella massa magra.

In termini di composizione corporea, il programma di potenziamento muscolare si associa anche a un incremento della quantità della massa magra e della massa cellulare che è ben identificabile attraverso l’analisi BIA. L’utilizzo delle variabili BIA (indice BI e rapporti MF) potrebbe risultare utili per la definizione della fitness muscolare a livello di popolazione e, forse, anche nel singolo individuo.

La composizione corporea è un fattore predittivo della prestazione sportiva, anche se questo tipo di relazione è meglio studiato per altri sport che per il nuoto. In linea generale gli atleti agonisti presentano bassi livelli di massa totale, la quale determina il costo dell’energia totale per lo sforzo fisico, e di massa grassa, in quanto ciò consente un movimento veloce ed economico. Maggiore è il peso corporeo, maggiore è la quantità di ossigeno, o energia, che viene utilizzata per correre.

Per quanto riguarda la composizione corporea del maratoneta, nella letteratura scientifica si evidenziano percentuali estremamente ridotte di massa grassa e un basso peso corporeo, le quali rappresentano un elemento caratteristico del fisico di tutti gli atleti che praticano sport di resistenza, fondamentali per spostare il loro corpo su lunghe distanze.

Per quanto riguarda il secondo protocollo, dati della letteratura sulla composizione corporea dei nuotatori sono alquanto disomogenei poiché interessano atleti a diverso livello di impegno agonistico, di diversa età, che si dedicano a stili diversi ecc. Programmi di allenamento ad alto livello portano a un aumento della massa magra e alla riduzione della massa adiposa.

Infatti le differenze fra nuotatori e controlli sedentari sono evidenti. L’indice BI, che è espressione della massa magra dell’organismo, non era significativamente differente fra i due gruppi, mentre si osservava un significativo aumento dei rapporti multifrequenza che interessava sia l’organismo in toto sia ambedue gli arti superiori. Questo suggeriva una diversa qualità della massa magra e in particolare della massa muscolare, presumibilmente con un aumento relativo, cioè in percentuale, della massa cellulare attiva rispetto ai fluidi extracellulari. Allo stesso tempo, pur in presenza di

un peso corporeo simile, la forza di presa della mano era maggiore nei nuotatori rispetto ai controlli sedentari.

Per quando riguarda la composizione corporea del maratoneta, nella letteratura scientifica si evidenziano percentuali estremamente ridotte di massa grassa e un basso peso corporeo, le quali rappresentano un elemento caratteristico del fisico di tutti gli atleti che praticano sport di resistenza, fondamentali per spostare il loro corpo su lunghe distanze.

Tuttavia, non è chiaro se sia il fisico l'elemento che determina il successo o se più semplicemente questo tipo di fisico sia il risultato dei pesanti carichi di lavoro sostenuti in allenamento e necessari per primeggiare nel fondo.

Eguale da considerare con attenzione è che la composizione corporea sia un fattore predittivo della prestazione sportiva. Esistono delle relazioni con il tempo necessario a completare la maratona per altezza, peso corporeo, grasso corporeo, somma delle pliche adipose sottocutanee e singole pliche degli arti superiori e inferiori (Knechtle et al., 2011). In linea generale, dunque, gli atleti agonisti presentano bassi livelli di massa totale, la quale determina il costo dell'energia totale per lo sforzo fisico, e di massa grassa, in quanto ciò consente un movimento veloce ed economico. Maggiore è il peso corporeo, maggiore è la quantità di ossigeno, o energia, che viene utilizzata per correre.

I podisti, inoltre, tendono a uno scarso sviluppo muscolare nelle braccia e nella parte superiore del busto, poiché la muscolatura superiore del corpo è poco importante per l'esecuzione delle prestazioni. Un fisico piccolo e compatto, ancora, offre vantaggi di termoregolazione, sia riducendo la quantità assoluta di calore che viene prodotta, poiché la massa muscolare è ridotta, sia perché l'eliminazione del calore è resa più facile da maggiore rapporto tra superficie/volume. (Burke et al., 2007)

L'aspetto preso in considerazione in questo protocollo è stato lo studio della composizione corporea. I dati della letteratura sui maratoneti sono molto variabili, non sorprendentemente considerato che ci si è occupati di atleti sia a livello amatoriale sia a livello agonistico. Atleti ad alto livello di competitività presentano dei valori di indice di massa corporea estremamente bassi, anche al di sotto di quello che è indicato come intervallo di normalità; vale sia per gli uomini che per le donne (Pollock et al., 1977; Knechtle et al., 2011). Valori più elevati, in media nella parte bassa dell'intervallo di normalità per la popolazione, si osservano per gli atleti amatoriali (Zouhal et al., 2011).

Ci si è concentrati sull'uso per la valutazione della composizione corporea delle metodiche di più largo utilizzo nella sorveglianza nutrizionale, antropometria e BIA. Rispetto al gruppo di controllo di soggetti sedentari, con peso e IMC comparabile, i

maratoneti amatoriali presentavano delle significative variazioni della composizione corporea.

Una notazione d'interesse merita l'analisi BIA, che – almeno a livello di gruppo – fornisce indicazioni sulla massa magra sia quantitative che qualitative. Nel caso specifico ci si è indirizzati verso l'utilizzo delle variabili BIA tal quali, senza che esse fossero trasformate in stime della composizione corporea (acqua corporea o massa magra) attraverso l'uso di equazioni predittive. Le variabili BIA più interessanti da considerare sono l'indice BI e i rapporti MF.

L'indice BI, che è espressione della massa magra dell'organismo, si riduceva nei maratoneti per l'organismo in toto e per gli arti superiori, ma non per gli arti inferiori, confermando lo sviluppo particolare che questi ultimi hanno in maratoneti agonisti.

Qualcosa di più emergeva dal considerare i rapporti multifrequenza; essi sono espressione di massa cellulare entro la massa magra. I rapporti multifrequenza aumentavano marcatamente nei maratoneti agonisti; interessante notare che tale fenomeno era presente non solo per gli arti inferiori ma anche per gli arti superiori.

## **STUDIO 3**

### **VALUTAZIONE DELLA BIOIMPEDENZIO- METRIA E DELLA FORZA DI PRESA DELLA MANO NELLA POPOLAZIONE ANZIANA**

Il fenomeno dell'invecchiamento della popolazione è una realtà complessa, destinata – in base alle proiezioni demografiche – ad assumere un ruolo sempre più rilevante all'interno delle società. Molte patologie tipiche dell'età avanzata riconoscono, tra i principali fattori determinanti, lo stile di vita, inteso come sommatoria di comportamenti individuali; quindi l'alimentazione e la conseguente nutrizione dei singoli anziani assume una importanza fondamentale per il mantenimento della salute.

Arbitrariamente si tende a considerare il limite dei 65 anni come inizio convenzionale della terza età. Di fatto, già a partire dai 40-50 anni si hanno modificazioni significative della composizione e della funzionalità corporea.

L'invecchiamento è un processo fisiologico che nell'individuo si associa a modifiche anatomo-strutturali che portano ad alterazioni della struttura, della morfologia e della funzionalità di organi e apparati (Rondanelli et al., 2014). La velocità con cui avven-

gono questi cambiamenti varia da individuo a individuo e tra i diversi compartimenti corporei.

La principale conseguenza dell'invecchiamento è la riduzione delle capacità omeostatiche dell'organismo; l'anziano diviene di conseguenza particolarmente vulnerabile a stress quali i cambiamenti ambientali e patologie anche non particolarmente severe. La ridotta capacità omeostatica è ricondotta principalmente alla riduzione delle riserve funzionali dei vari organi ed apparati, ed a una minore efficienza dei grandi sistemi di integrazione (nervoso, endocrino, immunitario) che sono responsabili di importanti funzioni di (Rondanelli, et al., 2014).

Si consideri, infine, – aspetto di grande importanza – che individui anziani con la medesima età anagrafica possono manifestare differenti livelli di declino sia fisico-organico sia soprattutto mentale-cognitivo. Quest'osservazione sottolinea l'esistenza di una differenza anche notevole tra età anagrafica e quella che viene definita età funzionale, la quale è espressione dello stato di salute psicofisico del soggetto indipendentemente dall'età anagrafica (Rondanelli et al., 2014).

## MALNUTRIZIONE NELL'INDIVIDUO ANZIANO

Circa il 40% degli anziani presenta un problema di malnutrizione per eccesso o per difetto. La malnutrizione per difetto è definita come “uno stato di alterazione funzionale, strutturale e di sviluppo dell'organismo conseguente alla discrepanza tra fabbisogni, introiti ed utilizzazione dei nutrienti tali da comportare un eccesso di morbilità e mortalità o un'alterazione della qualità della vita” (Bonaccorsi et al., 2013). Essa si osserva in percentuali variabili a seconda del contesto: 1-15% dei pazienti ambulatoriali; 25-60% dei soggetti istituzionalizzati; 35-65% dei pazienti ospedalizzati.

La forma più comune di malnutrizione per difetto è data dalla malnutrizione proteico-energetica (protein energy malnutrition, PEM); essa è caratterizzata dal deficit di energia e/o proteine, spesso in associazione con un'insufficiente biodisponibilità di altri nutrienti, con alterazioni metaboliche complesse e con uno stato d'infiammazione subclinica o clinica. Le forme primarie sono dovute alla marcata riduzione degli apporti di proteine e in genere anche di energia, in assenza di patologie organiche. Le forme secondarie sono caratterizzate dalle alterazioni metaboliche e ormonali proprie della malattia, prevedono in alcuni casi la presenza di più patologie contemporaneamente (comorbidità) e possono associarsi a gradi diversi di ipoalimentazione, con un andamento di frequente protratto nel tempo.

La PEM riconosce in età geriatrica una genesi complessa, non solo nutrizionale, legata alle variazioni fisiologiche tipiche dell'invecchiamento, alla presenza di patologie acute e/o croniche, e a fattori ambientali, sociali, psicologici ecc. (LARN, 2014).

Nell'anziano, si osserva di frequente un'alterazione dei sistemi di controllo della fame e della sazietà, così come una riduzione del senso del gusto e dell'olfatto, con comparsa di anoressia e conseguente diminuzione degli apporti di energia e/o di proteine (LARN, 2014). Un effetto anoressizzante può essere ascritto anche a numerosi trattamenti farmacologici di alcune patologie croniche. Si ha inoltre un deterioramento delle funzioni dell'apparato digerente (con disfagia, acloridria gastrica e stipsi), una riduzione della funzione renale, un decadimento delle funzioni cerebrali ecc.

L'invecchiamento determina anche variazioni significative della composizione corporea che hanno un significativo effetto sia in termini funzionali che metabolici: il fenomeno più evidente è l'aumento della massa adiposa (a parità di peso) con una contemporanea diminuzione della massa muscolare, a cominciare da quella degli arti (LARN, 2014). Se tale riduzione diviene molto accentuata si parla di sarcopenia (riduzione della massa muscolare e della sua forza), una condizione che ha consistenti ripercussioni sullo stato di salute e sulla qualità della vita dell'anziano (LARN, 2014).

La PEM si manifesta secondo un ipotetico percorso peggiorativo (conseguenze dirette o primarie di malnutrizione) che va dalla comparsa di anemia di grado variabile, all'ipoalbuminemia, alla perdita parziale e/o totale di immunità cellulo-mediata, alla scarsa capacità di cicatrizzazione, alla polmonite da aspirazione, all'insufficiente forza muscolare, alle infezioni urinarie ricorrenti, all'incapacità di mantenere la stazione eretta, alle ulcere da decubito fino all'exitus (Bonaccorsi et al., 2013). Indagini epidemiologiche hanno dimostrato un significativo incremento della morbosità e della mortalità in caso di malnutrizione (Rolland et al., 2011; Woo et al., 2001; Cesari et al., 2006; Hickson, 2006); che costituisce anche un fattore predittivo rilevante per la sindrome della fragilità dell'anziano (Morley et al., 2012). Inoltre, riduzione del peso corporeo o bassi apporti energetici risultano predittivi di una diminuita efficienza fisica e di un più marcato declino funzionale. Un basso indice di massa corporea (IMC ha anche un impatto negativo sulla qualità della vita dell'anziano di età pari o superiore a 65 anni (Crogan et al., 2003). Di fatto, in molte patologie i deficit nutrizionali, spesso non riconosciuti, rappresentano una causa potenzialmente reversibile di un decorso clinico peggiore e di esiti meno favorevoli.

Naturalmente, quanto maggiore e/o più repentina è tale perdita, tanto più elevato risulta il rischio di incorrere negli effetti gravi della PEM, fino alla cachessia conclamata per perdite dell'ordine del 30-35%.

Le indicazioni nutrizionali devono essere adeguate al sesso, all'età, alle caratteristiche socio-economiche, alla situazione sociale e/o residenziale in cui si trova il soggetto ed al potenziale rischio di insorgenza di uno stato di malnutrizione.

## ANZIANO FRAGILE

La principale problematica clinica correlata all'invecchiamento progressivo della popolazione è rappresentata dall'aumento degli individui che vivono in condizioni di fragilità. La fragilità si sviluppa come la conseguenza del declino età-correlato di numerosi apparati fisiologici, che determinano uno stato di vulnerabilità e di suscettibilità nei confronti di eventi stressanti, responsabili di improvvisi mutamenti dello stato di salute dell'individuo (Guerriero et al., 2014).

Una categoria a maggior rischio di PEM è rappresentata proprio dagli anziani fragili (Collard et al., 2012), che spesso presentano uno stato nutrizionale compromesso. Ne deriva che la persona fragile è quella che presenta un aumentato rischio di disabilità e di morte, quale conseguenza di un evento stressante anche di minima entità.

La semeiologia della fragilità risulta multiforme e variabile, presentandosi nel soggetto anziano con manifestazioni aspecifiche o comuni disturbi tipici dell'età geriatrica.

Secondo quanto teorizzato da Fried (Guerriero et al., 2014) la fragilità è una sindrome fisiopatologica caratterizzata dalla manifestazione di almeno tre delle seguenti cinque caratteristiche: perdita di peso non intenzionale, astenia e affaticabilità, basso livello di attività fisica, lenta velocità di cammino in un percorso di 4,5 m, ridotta forza muscolare valutata mediante dinamometria della mano.

È fondamentale che la fragilità venga intesa come fenomeno patologico tra i complessi meccanismi dell'invecchiamento. L'ageing è il risultato dell'accumulo di danni molecolari e cellulari determinati da numerosi meccanismi regolati da una complessa rete di riparazione e controllo. La ricerca si è concentrata sull'identificazione di marcatori biologici che permettano uno screening della fragilità in fase precoce, quando vi sono maggiori possibilità di prevenzione e di intervento.

In mancanza di una definizione biologica di deficit specifici che inducano la fragilità, l'intervento di maggior significato clinico è costituito dall'esercizio fisico e dall'aumento dell'apporto proteico. Numerosi studi hanno dimostrato che l'esercizio regolare ha l'effetto di aumentare la forza muscolare e le capacità aerobiche, migliorando l'equilibrio ed anche la performance nell'esecuzione delle attività quotidiane.

Un eventuale declino delle funzioni di organi ed apparati potrebbe essere colto semplicemente con una valutazione periodica delle attività strumentali della vita quotidiana (IADL) ovvero problemi riguardanti la funzione fisica, cognitiva e sociale, ed al livello di dipendenza riscontrato nell'esecuzione di attività che vengono normalmente svolte nel quotidiano (ADL) e/o alla presenza di malattie specifiche.

La fragilità va quindi ben differenziata dalla disabilità. Sicuramente alla sua genesi concorrono fattori molto diversi, di natura biologica, medica ed ambientale; anche il suo impatto clinico è condizionato dall'ambiente fisico, sociale e dalle situazioni che perturbano l'equilibrio della vita quotidiana.

## SARCOPENIA

La sarcopenia (dal greco: “sarko”, carne e “penia” cioè carenza) è definita come una sindrome caratterizzata dalla perdita progressiva e generalizzata di massa e forza muscolare che inizia a manifestarsi intorno ai 50 anni (Cruz-Jentoft et al., 2010; Muscaritoli et al., 2010).

Normalmente le proteine muscolari sono sottoposte ad un processo costante di sintesi e di degradazione. Nell’adulto sano questo turnover risulta essere in equilibrio, consentendo di mantenere un bilancio azotato ed una massa muscolare costanti; mentre nel con l’invecchiamento si assiste al disequilibrio di tale processo. Infatti, la degradazione proteica muscolare tende a divenire più elevata della sintesi, che si riduce del 30%. Si verifica una riduzione del diametro e del numero delle fibre muscolari, comportando riduzione della massa muscolare, evidente soprattutto per gli arti superiori e inferiori, che a sua volta causa una riduzione della forza muscolare, anomala presenza di lipidi e tessuto connettivo nei muscoli, riduzione del numero delle unità motorie, alterazioni a livello intracellulare e nella struttura della fibra muscolare.

Un recente documento di consenso internazionale (Cruz-Jentoft et al., 2010) ha definito tre stadi diversi della sarcopenia, in progressione. La presarcopenia è caratterizzata dalla riduzione della massa muscolare senza effetti su forza e funzione muscolare; nella sarcopenia si aggiunge la diminuzione della forza o della funzione muscolare; la sarcopenia severa è identificata da tutti i tre aspetti: riduzione della forza muscolare, diminuita massa muscolare e ridotta funzione muscolare.

Nella maggioranza degli individui l’eziologia della sarcopenia è multifattoriale (Cruz-Jentoft et al., 2010; Muscaritoli et al., 2010; Rolland et al., 2011). Si parla di sarcopenia primaria o associata all’invecchiamento qualora non sia possibile identificare un’evidente e unica causa della sua comparsa, e di sarcopenia secondaria quando sono evidenti una o più cause di riduzione della massa muscolare diverse dal semplice invecchiamento.

Le principali cause della sarcopenia, per quanto al momento noto – sono di natura metabolica, infiammatoria, ormonale, nutrizionale e funzionale (Rondanelli et al., 2014).

## CAUSE METABOLICHE

Nel corso della giornata avvengono delle variazioni metaboliche in funzione dei pasti. Le proteine corporee vengono sintetizzate maggiormente nella fase postprandiale, mentre la degradazione si accentua nel corso della fase post-assorbitiva. Nell’anziano dopo il pasto si ha una maggiore estrazione splancica degli amminoacidi, capace di determinare una loro minore disponibilità a livello muscolare come già dimostrato nel modello animale. Inoltre si assiste alla riduzione dello stimolo esercitato dall’

amminoacido leucina sulla sintesi muscolare (fenomeno della resistenza anabolica); di conseguenza, per ottenere una risposta anabolica muscolare analoga a quella del soggetto adulto è necessario un apporto qualitativamente e quantitativamente maggiore di amminoacidi.

#### CAUSE INFIAMMATORIE

Con l'avanzare dell'età si assiste ad un cambiamento nella composizione corporea, con l'aumento del tessuto adiposo che contribuisce ad elevare il tasso ematico di alcune citochine, in particolare del tumor necrosis factor-alfa (TNF-alfa), dell'interleuchina-1 (IL-1) e dell'interleuchina-6 (IL-6). Questo porta l'organismo di un soggetto anziano verso una situazione d'infiammazione cronica, definita "inflammaging", la quale inibisce la sintesi proteica muscolare favorendo lo sviluppo della sarcopenia.

Un altro aspetto da considerare è quello relativo ai soggetti obesi con associata sindrome metabolica e presenza d'insulino-resistenza. L'infiammazione silente e la resistenza agli amminoacidi alimentari possono contribuire all'aumentare della sarcopenia, incrementando ulteriormente lo stato di obesità. In questo caso parliamo di obesità sarcopenica.

#### STRESS OSSIDATIVO

Nell'invecchiamento la produzione di specie reattive dell'ossigeno aumenta e le difese antiossidanti sono sempre meno efficienti. Questo comporta crescenti fenomeni di stress ossidativo e perossidazione lipidica che danneggiano le fibre muscolari.

#### CAUSE ORMONALI

Con l'avanzare dell'età sia nell'uomo che nella donna si verificano dei cambiamenti ormonali che sembra influiscano positivamente sulla comparsa della sarcopenia. Nella donna abbiamo un abbassamento dei livelli funzionali di estradiolo dopo la menopausa; mentre nell'uomo si ha la riduzione dei livelli funzionali di testosterone, responsabile della riduzione della massa muscolare.

#### CAUSE NUTRIZIONALI

I deficit nutrizionali ai quali un soggetto anziano va incontro, svolgono un ruolo determinante nella comparsa della sarcopenia. I livelli di vitamina D tendono a ridursi e la capacità cutanea di contribuire all'omeostasi risulta essere quattro volte inferiore rispetto al soggetto giovane.

#### CAUSE FUNZIONALI

L'inattività aumenta il catabolismo proteico, riduce la capacità di reclutamento muscolare e facilita i fenomeni di denervazione, conducendo i soggetti ad un rapido declino delle attività motorie.

Lo stato di sarcopenia diventa responsabile non solo della riduzione della mobilità e del livello di autonomia dei soggetti anziani ma anche della loro capacità di mantenersi in buono stato di salute.

La diagnosi e la severità del grado di sarcopenia possono essere individuate attraverso l'utilizzo di metodiche che hanno lo scopo di valutare l'entità della massa muscolare e le capacità funzionali del soggetto. Per la valutazione della composizione corporea è possibile ricorrere alla dual energy x-ray absorptiometry (DXA). La stima della massa magra può essere effettuata anche con metodiche più semplici e di largo utilizzo quali l'analisi bioimpedenziometrica o BIA (bioelectric impedance analysis) o l'antropometria. In sorveglianza nutrizionale la misura della forza muscolare viene effettuata attraverso la dinamometria della mano.

La misura della capacità funzionale viene effettuata con l'SPPB (short physical performance battery) e la misura della velocità di cammino sui 6 metri. Un altro test utile è per valutare la funzione è il timed get-up-and-go (TGUG): test che misura il tempo necessario per completare una serie di attività legate alla funzione. Il TGUG chiede al paziente di alzarsi dalla sedia, camminare per 3 metri, girare intorno, tornare a sedersi. Valutando così l'equilibrio dinamico.

Utilizzando le metodiche appena illustrate la diagnosi di sarcopenia può quindi essere eseguita anche ambulatorialmente attraverso un preciso percorso diagnostico che è stato definito dal Report dello European Working Group on Sarcopenia in Older People. La diagnosi di sarcopenia viene effettuata quando si riscontra una riduzione della massa muscolare associata a riduzione della forza muscolare o riduzione della performance fisica.

## VALUTAZIONE DELLO STATO DI NUTRIZIONE

Lo studio dello stato di nutrizione ha un ruolo importante nella valutazione complessiva dell'anziano, in particolar modo per l'anziano istituzionalizzato; in quanto costituisce un fattore causale determinante nel mantenere un buono stato di benessere fisico, cognitivo e psichico. La valutazione dello stato di nutrizione consiste nell'identificazione delle forme iniziali di malnutrizione, e dei soggetti a maggior rischio, in modo tale da intervenire tempestivamente avviando un programma personalizzato di intervento dietetico al fine di correggere o rimuovere eventuali fattori causali o aggravanti, attuando precise strategie preventive.

Le metodiche utilizzate devono essere di semplice e rapida esecuzione, non invasive, non particolarmente dispendiose e riproducibili nelle diverse situazioni ambientali. La valutazione di più parametri può identificare situazioni di rischio di vulnerabilità nutrizionale con adeguata sensibilità e specificità. (Rondanelli et al., 2014).

## SCREENING NUTRIZIONALE

Lo screening nutrizionale si pone l'obiettivo di identificare gli individui a rischio di malnutrizione, soprattutto di malnutrizione per difetto, anche se il concetto può essere ugualmente applicato alla malnutrizione per eccesso.

Negli anziani il sistema di screening nutrizionale più utilizzato è rappresentato dal Mini Nutritional Assessment (MNA), strumento raccomandato da diverse linee guida e da molti autori per l'applicazione nei pazienti anziani (MNA, 2012).

Nei soggetti in età geriatrica, la malnutrizione influenza favorevolmente la progressione della sarcopenia e il rischio di morbilità e di mortalità, perciò, è di particolare importanza la valutazione dello stato nutrizionale in questi soggetti. L'MNA categorizza gli individui in tre fasce diverse: stato nutrizionale normale, a rischio di malnutrizione e malnutrito. È ben correlato con altri parametri nutrizionali quali IMC, plica tricipitale, apporti energetici, lo stato di nutrizione per i micronutrienti e anche con valutazioni di natura clinica. (Salva et al., 2009).

L'MNA è uno strumento che può essere utilizzato seguendo una procedura a due fasi. Esiste infatti una forma breve che consiste in sei domande, e può essere considerato un vero e proprio strumento di screening nutrizionale. Se il punteggio di questo MNA è inferiore ad un valore soglia, si passa ad effettuare l'MNA completo che prevede ulteriori 12 domande. Questa seconda parte dell'MNA porta più vicino ad una vera e propria diagnosi di malnutrizione.

## VALUTAZIONE EMATOBIOCHIMICA

Con l'invecchiamento, e in particolare in età geriatrica, l'abilità dell'individuo ad adattarsi a stress esterni e/o interni, specialmente per quanto riguarda il sistema immunitario, si riduce a causa di cambiamenti in buona parte di natura fisiologica.

Le variazioni sono complesse e interessano differenti aspetti della risposta immunitaria, dalle alterazioni biochimiche all'interno della cellula alle differenze nel tipo di proteine espresse sulle superfici cellulari, per giungere fino alle variazioni nella struttura e nella funzione di interi organi.

I marcatori biochimici che possono essere utilizzati nella diagnosi e follow-up di pazienti malnutriti sono: la concentrazione di albumina sierica, la transferrina, la prealbumina, l'emoglobinemia e la colesterolemia totale, l'insulin-like growth factor (IGF-1), e la conta linfocitaria totale

L'albumina sierica costituisce un indicatore delle scorte proteiche viscerali, correlata positivamente con lo stato nutrizionale e negativamente con la morbilità e mortalità.

Il numero di linfociti costituisce un utile strumento per valutare l'assessment nutrizionale; negli anziani è normale osservare un minore numero di linfociti periferici, un numero maggiore di linfociti immaturi ed una depressione cellulo-mediata.

La conta linfocitaria non appare essere un marcatore nutrizionale accurato, in età geriatrica, ma un'adeguata terapia nutrizionale è in grado di migliorare la risposta immunitaria degli individui malnutriti; riducendo la suscettibilità alle infezioni e ad altre patologie (potenzialmente anche i tumori). (Rondanelli et al., 2014).

## **individui e metodi**

Hanno preso parte allo studio 57 uomini e 87 donne residenti in una casa di riposo situata in Piano di Sorrento (NA).

Il gruppo di controllo è costituito da 82 uomini e 89 donne afferenti a diversi studi di medicina di base. Il reclutamento di entrambi i gruppi è avvenuto secondo i seguenti criteri.

## **CRITERI DI INCLUSIONE**

Appartenenza a entrambi i generi

Età >65 anni

Indice di massa corporea  $\leq 30\text{kg/m}^2$

Consenso informato

## **CRITERI DI ESCLUSIONE**

Malnutrizione .

Presenza di pace-maker.

Presenza di protesi metalliche o di un qualsiasi altro fattore in grado di interferire con la determinazione delle caratteristiche elettriche dell'organismo.

I dati sono stati trattati secondo la normativa vigente in termini di privacy e pertanto raccolti attraverso schede dedicate prive di indicazioni quali cognome, nome o altre notizie in grado di ricondurre al soggetto esaminato. Il codice per l'identificazione del singolo partecipante non era direttamente interpretabile dal soggetto stesso o da estranei. Tutti i risultati sono stati informatizzati ed organizzati in ambiente Excel ed SPSS.

## **PROTOCOLLO SPERIMENTALE**

Le misurazioni strumentali sono state effettuate in un'unica sessione dallo stesso operatore. I volontari erano sottoposti ai test nella mattinata, in condizioni di digiuno da almeno quattro ore.

## Valutazione dell'emilato dominante

L'identificazione dell'emilato dominante è stata fatta con l'uso del questionario di Edimburgo (dati non mostrati). Emilato dominante (D) e non dominante (ND) (Lohman, 1988).

### Valutazione dell'autonomia funzionale (ADL-IADL)

La valutazione dell'autonomia funzionale è stata fatta con l'uso di due questionari differenti: ADL e IADL.

L'ADL (Activities of Daily Living) è uno strumento di misura dell'indipendenza funzionale nelle attività di base della vita quotidiana (Figura 2). Il punteggio massimo ottenibile è pari a 12 e corrisponde all'autosufficienza, mentre, il punteggio minimo è pari a 0 e corrisponde alla totale dipendenza.

L'IADL (Instrumental Activities of Daily Living) è una scala di valutazione delle attività strumentali della vita quotidiana, indaga, cioè, sulle capacità dei soggetti anziani di compiere funzioni fisiche complesse, considerate necessarie per il mantenimento della propria indipendenza in comunità (Figura 3). Il punteggio massimo ottenibile è di 14 ed indica una totale autonomia, mentre, il punteggio minimo è di 0 e corrisponde alla totale dipendenza.

## Individui

Sono stati selezionati:

147 individui anziani appartenenti ad entrambi i generi le cui caratteristiche sono riportate in tabella 35.2-

I dati relativi alla BIA sono presentati sia per l'intero organismo che per gli A-S e A-I separatamente.

## Criteri di inclusione

- Appartenenza al genere maschile
- Età tra 20 e 60 anni.
- Indice di massa corporea compreso tra 18 e 30 kg/m<sup>2</sup>.
- Consenso informato.

### Criteri di esclusione

- Patologie influenzanti la composizione corporea.
- Presenza di protesi.

Assunzione di farmaci a base di cortisone e/o ormoni o che comunque possano influenzare la composizione corporea.

Patologie organiche maggiori (compreso il diabete mellito).

## Risultati

Le variabili BIA derivate che sono state prese in considerazione sono state indice BI e rapporti MF.

Anche i risultati per le variabili BIA derivate differivano sostanzialmente fra generi.

Indice bioimpedenziometrico

I valori dell'indice BI erano più elevati nei controlli a tutte le frequenze (ad esempio negli uomini: a 5 kHz  $51 \pm 9,8$  vs  $58 \pm 8,1$  cm<sup>2</sup>/ohm, a 50kHz:  $57 \pm 10,9$  vs  $67 \pm 9,9$  cm<sup>2</sup>/ohm, a 250 kHz  $64 \pm 12,2$  vs  $77 \pm 11,6$  cm<sup>2</sup>/ohm. Per gli arti SUP l'indice BI era sempre maggiore nei controlli rispetto agli anziani qualunque fosse la frequenza considerata (ad esempio: per l'arto SUP-D a 5 kHz  $13 \pm 3,7$  vs  $14 \pm 3,1$  cm<sup>2</sup>/ohm, a 50kHz  $14 \pm 4,4$  vs  $17 \pm 3,9$  cm<sup>2</sup>/ohm, a 250 kHz  $16 \pm 5,1$  vs  $19 \pm 4,8$  cm<sup>2</sup>/ohm; per l'arto SUP-S a 5 kHz  $13 \pm 3,5$  vs  $14 \pm 2,9$  cm<sup>2</sup>/ohm, a 50 kHz  $14 \pm 4,1$  vs  $16 \pm 3,5$  cm<sup>2</sup>/ohm, a 250 kHz  $16 \pm 5,1$  vs  $19 \pm 4,8$  cm<sup>2</sup>/ohm per l'AS-S).

Per gli AI l'indice BI era sempre maggiore nei controlli rispetto agli anziani qualunque fosse la frequenza considerata (ad esempio, a 5 kHz  $27 \pm 7,3$  vs  $27 \pm 4,9$  cm<sup>2</sup>/ohm a 50 kHz  $31 \pm 7,6$  vs  $32 \pm 5,6$  cm<sup>2</sup>/ohm, a 250 kHz  $34 \pm 7,9$  vs  $39 \pm 2,9$  cm<sup>2</sup>/ohm per l'AI-D ; a 5 kHz  $27 \pm 7,1$  vs  $27 \pm 4,9$  cm<sup>2</sup>/ohm, a 50 kHz  $31 \pm 7,6$  vs  $32 \pm 5,6$  cm<sup>2</sup>/ohm, a 250 kHz  $33 \pm 6,9$  vs  $35 \pm 6,6$  cm<sup>2</sup>/ohm per l'AI-S).

## Rapporti multifrequenza (MF)

I rapporti MF considerati sono stati quelli tra le impedenze alle frequenze più basse (5, 10 kHz) e le impedenze alle frequenze più alte (50,100, 250 kHz).

Come per le variabili precedentemente elencate, i rapporti MF per l'organismo in toto risultavano sempre significativamente maggiori nei controlli rispetto agli anziani (ad esempio: per il rapporto Z5/Z50:  $112,2 \pm 3,5$  vs  $116,9 \pm 2,9$ ; per Z5/250  $124,1 \pm 6,1$  vs  $133,6 \pm 6,1$ ).

La medesima differenza tra i generi si confermava per gli arti SUP (ad esempio per l'arto SUP-D a Z5/Z50 kHz:  $111,5 \pm 3,5$  vs  $115,8 \pm 3,4$  a Z5/Z250  $125,7 \pm 6,1$  vs  $133,5 \pm 7,7$ ; per l'arto SUP-ND a Z5/Z50  $110,4 \pm 5,7$  vs  $115,1 \pm 3,1$ , a Z5/Z250  $125,2 \pm 5,3$  vs  $131,9 \pm 7,6$ ).

I rapporti MF risultavano significativamente differenti in ambo i generi per gli arti INF (ad esempio: per l'arto INF-D a Z5/Z50 kHz  $111,7 \pm 2,9$  vs  $117,6 \pm 3,3$ , a Z5/Z250  $122,3 \pm 7,9$  vs  $128,3 \pm 10,5$ ; per l'arto INF-ND  $111,7 \pm 2,9$  vs  $117,6 \pm 3,3$  a Z5/Z50 e  $121,7 \pm 7,5$  vs  $132,4 \pm 6,1$  a Z5/Z250).

## *DISCUSSIONE*

La PEM è comunemente segnalata, ed è un aspetto di grande importanza sociale, nelle fasce più anziane della popolazione. Una categoria a maggior rischio è rappresentata dagli anziani fragili: si tratta di soggetti d'età avanzata o molto avanzata, affetti da patologie croniche spesso multiple, clinicamente instabili, di frequente disabili o con autonomia fisica ridotta, che mostrano problematiche di tipo socio-economico quali solitudine e povertà. Negli anziani fragili sono spesso compromessi lo stato nutrizionale e la capacità d'alimentarsi in modo autonomo.

Gli studi epidemiologici mostrano che il rischio di malnutrizione è relativamente basso (fino al 6%) negli anziani autosufficienti, diviene elevato (10-30%) tra gli individui istituzionalizzati e/o che ricevono assistenza pubblica domiciliare (fino al 50%), raggiunge proporzioni elevate negli individui affetti da patologie acute (Wendland et al., 2003; Hickson, 2006; Kaiser et al., 2010).

Un aspetto particolare dei problemi nutrizionali dell'anziano è costituito dalla possibile, spesso frequente, presenza di sarcopenia. La sarcopenia da invecchiamento (Cruz-Jentoft et al., 2010; Muscaritoli et al., 2010) è caratterizzata da: riduzione della massa muscolare, evidente soprattutto per gli arti superiori e inferiori, che a sua volta causa una riduzione della forza muscolare, anomala presenza di lipidi e tessuto connettivo nei muscoli, riduzione del numero e delle dimensioni delle fibre muscolari di tipo II, e anche di tipo I, riduzione del numero delle unità motorie, alterazioni a livello intracellulare e nella struttura della fibra muscolare.

In altre parole, si ha una modifica del muscolo di tipo sia quantitativo sia qualitativo. In questo secondo caso, le alterazioni possono essere osservate a livello subcellulare o cellulare, o manifestarsi con una riduzione della massa cellulare attiva, o ancora associarsi a una marcata riduzione della forza muscolare.

La definizione della MPE e della sarcopenia resta in discussione per quanto interessa criteri e sistemi di classificazione, così come per la scelta delle metodologie più idonee da applicare nel merito.

Pur essendo ampiamente condivisa l'idea che la valutazione dello stato di nutrizione negli anziani risponde all'esigenza di migliorare condizioni generali e qualità della vita, non esistono nel merito indicazioni operative precise, condivise e certe. Salva et al. (2009) autori delle Recommendations of the task force on nutrition and ageing of the IAGG European region and the IANA hanno proposto una procedura di valutazione dello stato di nutrizione degli individui istituzionalizzati che prevede un diagramma di flusso d'intervento articolato in tre diverse fasi. Si indicano delle variabili da prendere in considerazione che sono molto semplici: in aggiunta all'MNA, che è il metodo di screening e di diagnosi specifico per l'età geriatrica, si pone l'accento soprattutto su variazioni del peso corporeo e apporti alimentari.

Questo si è specificamente interessato di metodiche che possono essere utilizzate nella valutazione dello stato di nutrizione nell'anziano e – in particolare – nella sorveglianza nutrizionale della fascia di anziani istituzionalizzati. In particolare si è fatto riferimento alla BIA e alla determinazione della forza di presa della mano.

Sono stati presi in considerazione individui ospitati anziani con variabili condizioni generali e grado di autonomia fisica.

La valutazione dello stato di nutrizione, effettuata con uno specifico strumento d'indagine (MNA, Mini Nutritional Assessment) ha interessato inizialmente una fase di screening. Gli individui che presentano almeno un rischio per MPE sono stati sottoposti all'esame MNA completo.

Le variabili BIA considerate di maggior interesse sono state l'indice BI e i rapporti multifrequenza. Va ricordato che a frequenza più basse (5 kHz e 10 kHz) la corrente alternata tende ad passare in prevalenza nei fluidi extracellulari mentre a frequenze più elevate (da 50 kHz a 250 kHz nel nostro caso) attraversa anche i fluidi intracellulari. Di conseguenza l'indice BI, comunemente considerato come espressione del volume del conduttore, sarebbe più correlato nel primo caso ai fluidi extracellulari e nel secondo all'acqua corporea totale.

A conferma di quanto già descritto precedentemente (Santaniello e Scalfi, dati non pubblicati), si sono notati valori più elevati degli indici BI (a qualsiasi frequenza) nel sesso maschile, in parallelo con un maggiore peso corporeo. Gli indici BI a 50 kHz e a 100 kHz per l'intero organismo (Tabella ...), che sono quelli che meglio rappresentano l'acqua corporea totale (e di conseguenza la massa magra), erano più elevati negli uomini che nelle donne, ma comunque notevolmente ridotti in ambedue i generi rispetto a quanto osservato in un campione di individui più giovani (dati non mostrati); questo in linea con la riduzione della massa magra comunemente descritta nella popolazione anziana. La differenza fra generi per gli indici BI a tutte le frequenze era anche evidente per gli arti superiori e inferiori (Tabelle... e ...). Infine, gli indici BI si riducono con l'aumentare dell'età, in maniera del tutto simile nei due sessi.

Per le considerazioni già esposte, i rapporti multifrequenza fra Z a frequenze più basse e Z a frequenze più elevate sarebbero interpretabili come espressione del rapporto acqua totale/acqua extracellulare (e di conseguenza del rapporto acqua intracellulare/acqua extracellulare). I dati di questa tesi confermano quanto già osservato in un gruppo di anziani non istituzionalizzati (Santaniello e Scalfi, dati non pubblicati) con un progressivo declino di tutti i rapporti multifrequenza con l'età. Inoltre i rapporti multifrequenza, che in altri casi erano significativamente più alti nel genere maschile, nel gruppo di anziani studiato non presentano differenze fra uomini e donne.

Peraltro, i rapporti multifrequenza, diversamente da quanto si è osservato in precedenza in età adulta, erano in media del tutto analoghi nei due generi, riducendosi

progressivamente con l'invecchiamento; si tratta di una osservazione relativamente nuova rispetto alla letteratura

La misura dell'HGS rappresenta un indice dello stato di salute e di benessere nonché della forza muscolare complessiva nel singolo individuo ed è considerata come una delle metodiche da utilizzare per la valutazione dell'efficienza neuro-muscolare complessiva. Può essere utilizzata con vari obiettivi: nella valutazione dei deficit motori, in riabilitazione, nella medicina dello sport, nella pratica sportiva ecc.

Nella popolazione anziana l'HGS è un importante indicatore funzionale della efficienza muscolare. È direttamente correlata al grado di autonomia fisica dell'individuo, e negativamente influenzata dalla presenza di PEM e malattie cronico-degenerative. In molte condizioni patologiche rappresenta anche un predittore di complicanze e mortalità da tutte le cause (Ling et al., 2010).

Negli anziani che hanno partecipato al nostro protocollo sperimentale si notava una marcata riduzione dell'HGS per ambedue gli emilati, in accordo con quanto ben noto nella letteratura. I valori restavano nettamente più elevati nel genere maschile.

Uno degli obiettivi specifici del protocollo sperimentale consisteva nella ricerca di una relazione fra HGS e BIA al fine di meglio comprendere come la dinamometria della mano e la BIA possano essere utilizzate insieme nelle sorveglianza nutrizionale della popolazione anziana.

L'HGS era meno strettamente correlata all'indice BI dell'organismo (totale e per gli arti superiori) sia negli uomini sia nelle donne. In termini generali la correlazione diveniva comunque più stretta alle frequenze più elevate (a partire da 50 kHz) forse perché, a quanto indicato dalla letteratura, queste ultime misure si presentano come una più ragionevole approssimazione della massa magra (e della massa muscolare nel caso dell'arto superiore).

Informazioni utili sono state anche fornite dalle regressioni lineari multiple: ci si è limitati a quella più semplice che ha previsto come possibili predittori dell'HGS genere, età e variabili BIA (indice BI a 50 o a 100 kHz in combinazione con il corrispondente rapporto multifrequenza) raccolte sull'intero organismo o sull'arto superiore. I risultati sono stati univoci, indicando come predittori sesso, età e rapporti MF sono predittori della HGS. Sulla base delle considerazioni già fatte, questi risultati suggeriscono che la BIA può fornire informazioni sulla composizione corporea di tipo sia quantitativo sia qualitativo che risultano utili per una migliore interpretazione dei dati relativi all' HGS.

## CONCLUSIONI

La BIA multifrequenza fornisce interessanti informazioni di natura quali-quantitativa circa la massa alipidica nella popolazione generale adulta.

Rispetto all'età si è osservata una progressiva riduzione dei rapporti MF, in parallelo con le variazioni dell'angolo di fase.

L'indice bioimpedenziometrico e i rapporti multifrequenza (sia per l'organismo in toto che separatamente per gli arti superiori e inferiori) sono predittori indipendenti della forza di presa della mano e lo stesso vale per la combinazione indice bioimpedenziometrico e angolo di fase.

Con il presente lavoro sono state evidenziate interessanti opportunità per l'utilizzo combinato della BIA e della dinamometria della mano nella sorveglianza nutrizionale della popolazione generale, in particolare in relazione alla valutazione quantitativa e qualitativa della massa magra e della massa muscolare.

Il numero crescente di individui che si dedicano all'attività sportiva e in particolare all'esercizio fisico aerobico di resistenza sollecita un maggiore interesse per la gestione nutrizionale della loro preparazione all'evento sportivo, tanto più se ci si riferisce a una prova di resistenza prolungata quale la maratona.

È importante valutare le abitudini alimentari di partenza, che possono essere anche molto distanti da quanto auspicabile, e utilizzare al meglio un counseling nutrizionale a livello individuale mirato a una alimentazione più sana e idonea alla preparazione per la maratona.

I risultati di questo lavoro di Tesi suggeriscono anche che l'uso di metodiche semplici, correttamente applicate, può offrire utili indicazioni per lo studio finalizzato della composizione corporea. In particolare la combinazione di antropometria e BIA può fornire una serie di informazione che riguardano sia la massa muscolare sia la massa adiposa dell'organismo. Il confronto con la letteratura suggerisce infine la necessità di ulteriori studi sull'effetto che tipi diversi di esercizio fisico possono avere su individui che svolgono programmi di allenamento a livello amatoriale con un impegno limitato e non giornaliero.

Inoltre sono state evidenziate interessanti opportunità per l'applicazione sia dalla BIA sia dalla misura della forza di presa della mano nella sorveglianza nutrizionale della popolazione anziana.

La bioimpedenziometria multifrequenza fornisce interessanti informazioni circa le alterazioni quantitative e qualitative della massa magra (e della massa muscolare appendicolare) che si manifestano nel paziente anziano, in quanto sono soprattutto i

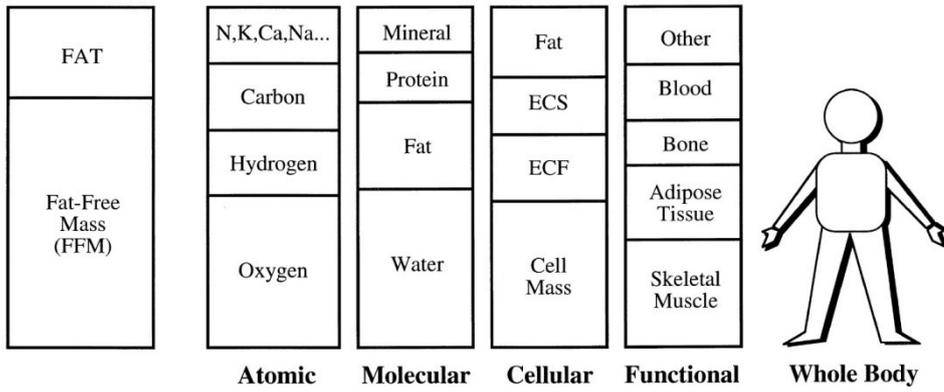
rapporti multifrequenza ad emergere, insieme a sesso ed età, come predittori indipendenti dell'HGS.

Prospettive immediate di ricerca prevedono la possibilità di mettere più direttamente in relazione BIA e HGS con stato di salute e benessere, nella prospettiva di adeguati interventi nutrizionali di prevenzione e correzione della malnutrizione.

**FIGURA 1**

**MODELLI MULTICOMPARTIMENTALI**

**Basic Model  
2-Compartment**



**Multicompartment Models**

FIG. 1. Basic two-compartment model and five-level multicompartment model of body composition. ECS, extracellular solids; ECF, extracellular fluid. [Modified from Wang and co-workers (332-335).]

*FIGURA 2*  
*PLETISMOGRAFO*

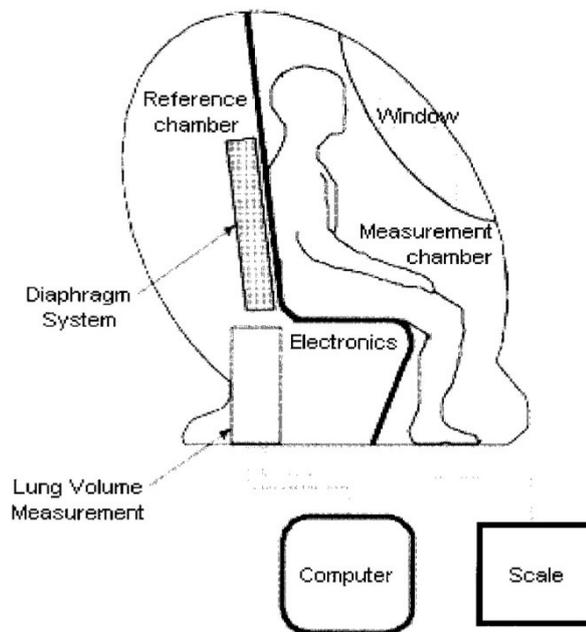
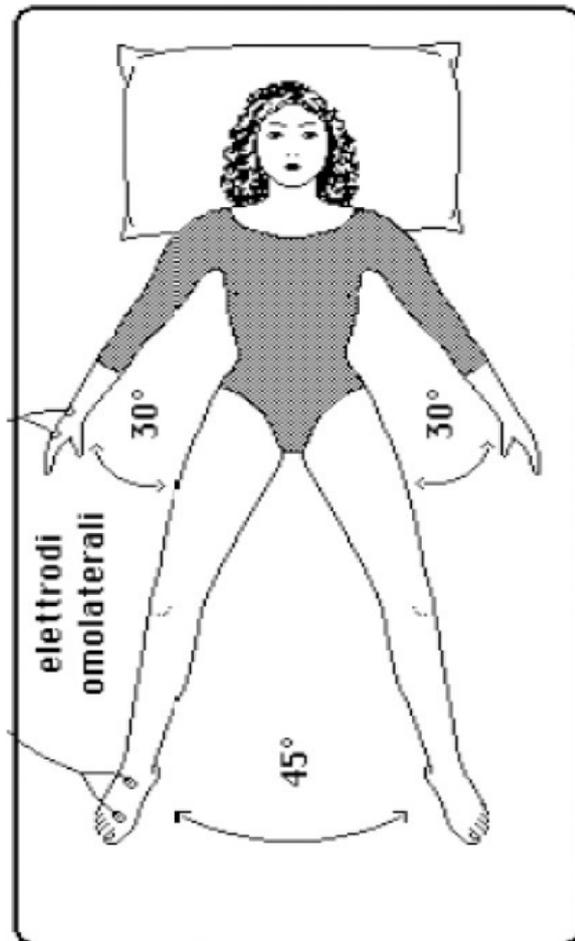


Figure 2 Diagram of the basic components of an ADP device (BodPod instrument; Life Measurement Instruments, Concord, CA)

*FIGURA 3*  
*DINAMOMETRO DIGITALE TAKEI*



**FIGURA 4**  
**POSIZIONAMENTO DEGLI ELETTRODI**  
**PER L'ANALISI BIOIMPEDENZIOMETRICA**



# **ABBREVIAZIONI**

ADP: pletismografia ad aria  
AF: angolo di fase  
AI: arti inferiori  
AS: arti superiori  
BCM: massa cellulare metabolicamente attiva  
BIA: analisi bioimpedenziometrica  
BIS: BIA spettroscopica  
BM: massa corporea  
BV: volume corporeo  
BW: peso corporeo  
DS: deviazione standard  
DXA: assorbimetria a raggi x a doppia energia  
ECW: acqua extracellulare  
Emil. D: emilato dominante  
Emil. ND. emilato non dominante  
FM: massa lipidica  
FFM: massa alipidica  
FPM: forza di presa della mano  
HGS: hand grip strength  
Ht: : altezza  
ICW: acqua intracellulare  
IMC: indice di massa corporea  
Indice BI: indice bioimpedenziometrico  
IVNAA: analisi di attivazione neutronica in vivo  
MF-BIA: BIA multifrequenza  
MM: massa minerale globale  
NMR: risonanza magnetica nucleare

R: resistenza

Rapporti MF: rapporti multifrequenza

SF-BIA: BIA monofrequenza

TAC: tomografia assiale computerizzata

TBW: acqua corporea totale

Xc: reattanza

Z: impedenza

Tabella 1

Età e caratteristiche antropometriche generali in 169 individui adulti di entrambi i generi che hanno preso parte allo studio.

		DONNE (n. 87)		UOMINI (n. 82)		
		media	DS	media	DS	<i>p</i> =
Età	anni	50,2	13,4	50,3	10,9	0,956
Statura	cm	160,5	6,6	173,8	7,3	0,000
Peso	kg	65,5	7,5	80,5	8,1	0,000
IMC	kg/m <sup>2</sup>	25,4	2,9	26,5	2,1	0,005

DS = deviazione standard

TABELLA 2.1

Impedenza (Z) per l'intero organismo, arto superiore dominante (SUP-D) e non dominante (SUP-ND), arto inferiore dominante (INF-D) e non dominante (INF-ND) in 169 individui adulti di entrambi i generi che hanno preso parte allo studio.

		DONNE (n. 102)		UOMINI (n. 113)		
		media	DS	media	DS	p
Intero organismo	(ohm)					
5 kHz		637	74	530	60	0,001
10 kHz		624	73	516	58	0,001
50 kHz		559	63	455	54	0,001
100 kHz		528	59	427	52	0,001
250 kHz		489	55	397	49	0,001
SUP-D	(ohm)					
5 kHz		319	42	253	36	0,001
10 kHz		313	41	246	36	0,001
50 kHz		284	38	219	35	0,001
100 kHz		268	35	206	34	0,001
250 kHz		248	34	191	34	0,001
SUP-ND	(ohm)					
5 kHz		323	43	256	33	0,001
10 kHz		317	42	250	33	0,001
50 kHz		288	39	223	32	0,001
100 kHz		273	37	210	31	0,001
250 kHz		252	36	195	31	0,001

Emil.= emilato; D= dominante

I rapporti multifrequenza sono moltiplicati  $\times 100$

TABELLA 2.2

Impedenza ( $Z$ ) per l'arto inferiore dominante (INF-D) e non dominante (INF-ND) in 169 individui adulti di entrambi i generi che hanno preso parte allo studio.

		DONNE (n. 102)		UOMINI (n. 113)		
		media	DS	media	DS	p
INF-D	(ohm)					
5 kHz		288	41	250	31	0,001
10 kHz		281	39	241	30	0,001
50 kHz		249	34	212	26	0,001
100 kHz		235	31	200	25	0,001
250 kHz		221	31	186	30	0,001
INF-ND	(ohm)					
5 kHz		290	41	254	31	0,001
10 kHz		283	41	245	30	0,001
50 kHz		250	35	215	25	0,001
100 kHz		236	33	202	24	0,001
250 kHz		224	31	192	22	0,001

TABELLA 3.1

Indice impedenziometrico (IB) per l'intero organismo e per l'arto superiore dominante (SUP-D) e non dominante (SUP-ND) in 169 individui adulti di entrambi i generi che hanno preso parte allo studio.

	DONNE (n. 102)		UOMINI (n. 113)		p
	media	DS	media	DS	
Intero organismo (cm <sup>2</sup> /ohm)					
5 kHz	41	5,1	58	8,1	0,001
10 kHz	42	5,2	59	8,4	0,001
50 kHz	47	5,6	67	9,9	0,001
100 kHz	49	5,9	72	10,7	0,001
250 kHz	53	6,7	77	11,6	0,001
SUP-D					
5 kHz	10	1,8	14	3,1	0,001
10 kHz	10	3,2	15	3,2	0,001
50 kHz	11	2,1	17	3,9	0,001
100 kHz	11	2,2	18	4,2	0,001
250 kHz	12	2,4	19	4,8	0,001
SUP-ND					
5 kHz	9	1,7	14	2,9	0,001
10 kHz	10	1,7	15	3,0	0,001
50 kHz	10,5	1,9	16	3,5	0,001
100 kHz	11	2,0	17	3,8	0,001
250 kHz	12	2,3	19	4,3	0,001

TABELLa3.2

Indice impedenziometrico (IB) per l'intero organismo e per l'arto inferiore dominante (INF-D) e non dominante (INF-ND) in 169 individui adulti di entrambi i generi che hanno preso parte allo studio.

		DONNE (n. 87)		UOMINI (n. 82)		
		media	DS	media	DS	p
INF-D	(cm <sup>2</sup> /ohm)					
5 kHz		21	4,5	27	4,9	0,001
10 kHz		22	4,6	28	5,3	0,001
50 kHz		25	4,9	32	5,6	0,001
100 kHz		26	5,2	34	5,9	0,001
250 kHz		27	5,8	39	28,9	0,001
INF-ND	(cm <sup>2</sup> /ohm)					
5 kHz		21	4,6	27	5	0,001
100 kHz		22	4,4	28	5,4	0,001
50 kHz		24	4,9	31	5,7	0,001
100 kHz		26	5,1	34	6,1	0,001
250 kHz		27	5,3	35	6,6	0,001

TABELLA 4.1

Rapporti multifrequenza per l'intero organismo e per l'arto superiore dominante (SUP-D) e non dominante (SUP-ND) in 169 individui adulti di entrambi i generi che hanno preso parte allo studio.

	DONNE (n. 87)		UOMINI (n. 82)		p
	media	DS	media	DS	
Intero organismo					
5 kHz/50 kHz	113,9	1,9	116,9	2,9	0,001
5 kHz/100 kHz	120,5	2,5	124,1	4,0	0,001
10 kHz/50 kHz	111,5	1,6	113,5	2,2	0,001
10 kHz/100 kHz	117,9	2,1	120,7	3,3	0,001
5kHz/250 kHz	130,1	4,6	133,6	6,1	0,001
10 kHz/250 kHz	127,5	4,4	130,1	5,4	0,001
SUP-D					
5 kHz/50 kHz	112,5	1,9	115,8	3,4	0,001
5 kHz/100 kHz	118,9	2,6	123,2	4,5	0,001
10 kHz/50 kHz	110,3	1,4	112,7	2,5	0,001
10 kHz/100 kHz	116,6	2,1	119,9	3,6	0,001
5kHz/250 kHz	128,9	4,7	133,5	7,7	0,001
10 kHz/250 kHz	126,4	4,3	129,9	6,9	0,001
SUP-ND					
5 kHz/50 kHz	112,3	1,9	115,1	3,1	0,001
5 kHz/100 kHz	118,6	2,5	122,3	4,1	0,001
10 kHz/50 kHz	110,1	1,5	112,2	2,3	0,001
10 kHz/100 kHz	116,2	2,1	119,2	3,4	0,001
5kHz/250 kHz	128,6	5,6	131,9	7,6	0,001
10 kHz/250 kHz	126,1	5,3	128,6	6,9	0,001

I rapporti multifrequenza sono moltiplicati  $\times 100$



TABELLA 4.2

Rapporti multifrequenza per l'intero organismo e per l'arto inferiore dominante (INF-D) e non dominante (INF-ND) in 169 individui adulti di entrambi i generi che hanno preso parte allo studio.

	DONNE (n. 87)		UOMINI (n. 82)		p
	media	DS	media	DS	
INF-D					
5 kHz/50 kHz	115,7	2,9	117,6	3,4	0,001
5 kHz/100 kHz	122,7	3,9	125,1	4,7	0,001
10 kHz/50 kHz	112,6	2,4	113,4	5,8	0,001
10 kHz/100 kHz	119,4	3,3	120,7	6,8	0,001
5kHz/250 kHz	130,4	7,2	128,3	10,5	0,001
10 kHz/250 kHz					
INF-ND					
5 kHz/50 kHz	115,9	2,9	117,6	3,3	0,001
5 kHz/100 kHz	122,9	3,9	125,4	4,7	0,001
10 kHz/50 kHz	113,0	2,2	113,5	5,8	0,001
10 kHz/100 kHz	119,8	3,3	120,9	6,9	0,001
5kHz/250 kHz	129,7	5,3	132,4	6,1	0,001
10 kHz/250 kHz	126,5	4,6	127,7	7,9	0,001

Tabella 5

Valori di forza di presa della mano in 169 individui adulti di entrambi i generi che hanno preso parte allo studio.

		DONNE (n.87)		UOMINI (n.82)		
		media	DS	media	DS	p=
FPM emil. D						
valore max	kg	26,0	5,4	42,3	10,2	0,001
Valore medio	kg	24,4	5,3	39,8	9,9	0,001
FPM emil. ND						
Valore max		25,3	6	40,9	9,8	0,001
Valore medio		23,7	5,6	38,8	9,4	0,001

emil. D = emilato dominante, emil. ND = emilato non dominante

Tabella 6

Correlazioni lineari semplici della forza di presa della mano con età, altezza, peso e IMC per gli emilati dominante e non dominante in 169 individui adulti di entrambi i generi che hanno preso parte allo studio.

		FORZA DI PRESA DELLA MANO			
		<i>DONNE</i>		<i>UOMINI</i>	
		(n. 87)		(n. 82)	
		emil. D	emil. ND	emil. D	emil. ND
Età	<i>r</i>	-0,452	-0,523	-0,619	-0,587
	<i>p</i>	0,001	0,001	0,001	0,001
Altezza	<i>r</i>	0,530	0,530	0,551	0,553
	<i>p</i>	0,001	0,001	0,001	0,001
Peso	<i>r</i>	0,337	0,242	0,402	0,447
	<i>p</i>	0,002	0,025	0,001	0,001
IMC	<i>r</i>	-0,074	-0,163	-0,072	-0,035
	<i>p</i>	0,495	0,133	0,520	0,752

emil. D = emilato dominante; emil. ND = emilato non dominante

Tabella7

Correlazioni lineari semplici tra forza di presa della mano e indice bioimpedenziometrico per l'intero organismo e per l'arto superiore d'interesse<sup>1</sup> in 215 individui adulti di entrambi i generi che hanno preso parte allo studio.

Indice BI	DONNE (n. 102)		UOMINI (n. 113)		
	FPM Emil. D	FPM Emil. ND	FPM Emil. D	FPM Emil. ND	
<b>Intero organismo</b>					
5 kHz	<i>r</i>	0,274	0,472	0,436	0,536
	<i>p</i>	0,011	0,001	0,001	0,001
10 kHz	<i>r</i>	0,280	0,484	0,453	0,553
	<i>p</i>	0,009	0,001	0,001	0,001
50 kHz	<i>r</i>	0,338	0,539	0,506	0,607
	<i>p</i>	0,001	0,001	0,001	0,001
100 kHz	<i>r</i>	0,353	0,556	0,521	0,622
	<i>p</i>	0,001	0,001	0,001	0,001
250 kHz	<i>r</i>	0,403	0,575	0,538	0,639
	<i>p</i>	0,001	0,001	0,001	0,001
<b>Arto superiore</b>					
5 kHz	<i>r</i>	0,332	0,224	0,418	0,450
	<i>p</i>	0,002	0,038	0,001	0,001
10 kHz	<i>r</i>	0,336	0,227	0,433	0,463
	<i>p</i>	0,002	0,036	0,001	0,001
50 kHz	<i>r</i>	0,354	0,248	0,468	0,502
	<i>p</i>	0,001	0,021	0,001	0,001
100 kHz	<i>r</i>	0,357	0,257	0,476	0,512
	<i>p</i>	0,001	0,017	0,001	0,001
250 kHz	<i>r</i>	0,351	0,277	0,450	0,492
	<i>p</i>	0,001	0,010	0,001	0,001

<sup>1</sup>Arto superiore d'interesse=arto superiore dominante per le correlazioni con la FPM emilato dominante e arto superiore non dominante per le correlazioni con la FPM non dominante. FPM = forza di presa della mano  
Emil. = emilato; D = dominante; ND = non dominante

Tabella 8

Correlazioni lineari semplici tra forza di presa della mano e rapporto multifrequenza per l'intero organismo in 169 individui adulti che hanno preso parte allo studio.

		DONNE (n. 87)		UOMINI (n. 82)	
		FPM-D	FPM-ND	FPM-D	FPM-ND
<b>Intero organismo</b>					
Rapp. 5 kHz/50 kHz	<i>r</i>	0,383	0,405	0,521	0,559
	<i>p</i>	0,001	0,001	0,001	0,001
Rapp. 5 kHz/100 kHz	<i>r</i>	0,367	0,375	0,515	0,555
	<i>p</i>	0,001	0,001	0,001	0,001
Rapp. 5 kHz/250 kHz	<i>r</i>	0,446	0,452	0,519	0,544
	<i>p</i>	0,001	0,001	0,001	0,001
Rapp. 10 kHz/50 kHz	<i>r</i>	0,407	0,444	0,518	0,559
	<i>p</i>	0,001	0,001	0,001	0,001
Rapp. 10 kHz/100 kHz	<i>r</i>	0,401	0,420	0,510	0,552
	<i>p</i>	0,001	0,001	0,001	0,001
Rapp. 10 kHz/250 kHz	<i>r</i>	0,443	0,454	0,509	0,554
	<i>p</i>	0,001	0,001	0,001	0,001

FPM: forza di presa della mano D: emilato dominante; ND: emilato non dominante

Tabella 9

Correlazioni lineari semplici tra forza di presa della mano e rapporti multifrequenza per l'arto superiore d'interesse in 169 individui adulti che hanno preso parte allo studio.

		DONNE (n. 87)		UOMINI (n.82)	
		FPM emil. D	FPM-ND	FPM-D	FPM-ND
<b>Arto superiore</b>					
Rapp. 5 kHz/50 kHz	<i>r</i>	0,277	0,279	0,583	0,587
	<i>p</i>	0,010	0,009	0,001	0,001
Rapp. 5 kHz/100 kHz	<i>r</i>	0,265	0,287	0,563	0,583
	<i>p</i>	0,014	0,007	0,001	0,001
Rapp. 5 kHz/250 kHz	<i>r</i>	0,144	0,295	0,333	0,326
	<i>p</i>	0,184	0,006	0,002	0,003
Rapp. 10 kHz/50 kHz	<i>r</i>	0,289	0,315	0,575	0,595
	<i>p</i>	0,007	0,003	0,001	0,001
Rapp. 10 kHz/100 kHz	<i>r</i>	0,263	0,331	0,549	0,578
	<i>p</i>	0,014	0,004	0,001	0,001
Rapp. 10 kHz/250 kHz	<i>r</i>	0,122	0,294	0,278	0,283
	<i>p</i>	0,263	0,006	0,011	0,010

<sup>1)</sup>Arto superiore d'interesse = arto superiore dominante per le correlazioni con la FPM emilato dominante e arto superiore non dominante per le correlazioni con la FPM non dominante

FPM: forza di presa della mano

D: emilato dominante; ND: emilato non dominante

TABELLA 10.1

	<b>ETA</b>	<b>ALTEZZA</b>	<b>PESO</b>	<b>IMC</b>	<b>COSTANTE</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>SEE</b>
<b>HGD UOMINI</b>	-0,514 (0,08)	NS	+0,33 (0,10)	NS	41,3 (10,5)	41,3 (10,5)	7,7
<b>HGD DONNE</b>	-0,164 (0,46)	0,165(0,97)	0,247 (0,075)	NS	-8,4 (15,2)	0,378	4,3
<b>HGS UOMINI</b>	-0,455 (0,078)	NS	0,390 (0,105)	NS	32,455 (10,185)	0,428	7,5
<b>HGS DONNE</b>	0,206 (0,050)	0,183 (0,107)	0,202 (0,082)	NS	-6,9	0,39	4,7

TABELLA 10.2

<b>BIA 5/50</b>	<b>ETA</b>	<b>IB50T</b>	<b>Z550T</b>	<b>COSTANTE</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>SEE</b>
<b>HGD UOMINI</b>	-0,49 (0,076)	0,38 (0,084)	0,732 (0,304)	41,03 (7,7)	0,497	7,2
<b>HGD DONNE</b>	-0,162 (0,035)	0,413 (0,080)	0,98 (0,243)	-96,90 (28,91)	0,436	4,1
<b>HGS UOMINI</b>	-0,316 (0,078)	0,439 (0,077)	0,732 (0,304)	-58,09 (36,78)	0,58	6,4
<b>HGS DONNE</b>	0,209 (0,037)	0,387 (0,086)	1,06 (0,262)	-103,198 (31,256)	0,458	4,4

TABELLA 10.3

<b>BIA 5/100</b>	<b>ETA</b>	<b>IB100T</b>	<b>Z5100T</b>	<b>COSTANTE</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>SEE</b>
<b>HGD UOMINI</b>	-0,476 (0,076)	0,357 (0,078)	,463 (0,218)	40,58 (7,67)	0,500	7,2
<b>HGD DONNE</b>	0,150 (0,035)	0,397 (0,076)	0,87 (0,224)	-89,503 (27,82)	0,436	4,1
<b>HGS UOMINI</b>	0,321 (0,077)	0,411 (0,072)	0,463 (0,218)	-29,796 (28,26)	0,58	6,4
<b>HGS DONNE</b>	-0,197 (0,039)	0,369 (0,082)	0,919 (0,244)	-91,346 (30,323)	0,449	4,46

TABELLA 10.4

<b>BIA 10/50</b>	<b>ETA</b>	<b>IB50T</b>	<b>Z550T</b>	<b>COSTANTE</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>SEE</b>
<b>HGD UOMINI</b>	-0,485 (0,076)	0,38 (0,084)	0,883 (0,405)	41,037 (7,687)	0,497	7,2
<b>HGD DONNE</b>	-0,154 (0,035)	0,413 (0,79)	1,196 (0,289)	-118,838 (33,353)	0,44	4,1
<b>HGS UOMINI</b>	-0,316 (0,080)	0,444 (0,077)	0,883 (0,405)	-73,349 (47,388)	0,57	6,4
<b>HGS DONNE</b>	-0,198 (0,038)	0,38 (0,085)	1,34 (0,310)	-132,53 (35,95)	0,47	4,4

TABELLA 10.4

<b>BIA 10/100</b>	<b>ETA</b>	<b>IB100T</b>	<b>Z10100T</b>	<b>COSTANTE</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>SEE</b>
<b>HGD UOMINI</b>	-0,476 (0,076)	0,357 (0,078)	0,919 (0,244)	40,58 (7,67)	0,500	7,2
<b>HGD DONNE</b>	-0,150 (0,035)	0,397 (0,076)	0,877 (0,224)	-89,503 (27,82)	0,436	4,1
<b>HGS UOMINI</b>	0,456 (0,071)	0,400 (0,069)	0,919 (0,244)	28,34 (5,96)	0,56	6,5
<b>HGS DONNE</b>	-0,197 (0,039)	0,369 (0,082)	0,919 (0,244)	-91,346 (30,23)	0,45	4,5

TABELLA 10.5

<b>BIA 5/250</b>	<b>ETA</b>	<b>IB250T</b>	<b>Z5250T</b>	<b>COSTANTE</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>SEE</b>
<b>HGD UOMINI</b>	0,485 (0,076)	0,38 (0,084)	0,437 (0,167)	41,037 (7,69)	0,49	7,2
<b>HGD DONNE</b>	-0,152 (0,036)	0,37 (0,079)	0,396 (0,102)	-35,174 (14,553)	0,43	4,1
<b>HGS UOMINI</b>	-0,308 (0,077)	0,444 (0,076)	0,437 (0,167)	-31,76 (24,19)	0,58	6,4
<b>HGS DONNE</b>	-0,200 (0,039)	0,341 (0,086)	0,41 (0,112)	-33,80 (15,85)	0,44	4,5

TABELLA 10.6

<b>BIA 10/250</b>	<b>ETA</b>	<b>IB250T</b>	<b>Z10250T</b>	<b>COSTANTE</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>SEE</b>
<b>HGD UOMINI</b>	0,463 (0,077)	0,334 (0,073)	0,323 (0,123)	39,74 (7,8)	0,5	7,2
<b>HGD DONNE</b>	0,155 (0,037)	0,292 (0,069)	0,293 (0,113)	-19,050 (14,79)	0,40	4,2
<b>HGS UOMINI</b>	-0,38 (0,069)	0,427 (0,066)	0,293 (0,113)	27,159 (7,1)	0,56	6,5
<b>HGS DONNE</b>	0,202 (0,040)	0,263 (0,075)	0,323 (0,123)	-19,77 (16,04)	0,42	4,6



Tabella 11

Età e caratteristiche antropometriche generali in 27 uomini che svolgevano potenziamento muscolare e 28 individui controllo.

		POT. MUSC. (n. 28)		CONTROLLI (n. 29)		
		media	DS	media	DS	<i>p</i> =
Età	anni	30,2	5,6	30,7	8,2	NS
Statura	cm	174,4	6,2	176,3	8,1	NS
Peso	kg	77,2	8,7	80,1	13,2	NS
IMC	kg/m <sup>2</sup>	25,3	1,7	25,6	3,0	NS

DS = deviazione standard

NS= non significativo

TABELLA 12.1

Indice impedenziometrico (IB) per l'intero organismo e per l'arto superiore dominante (SUP-D) e non dominante (SUP-ND) in 27 uomini che svolgevano potenziamento muscolare e 28 individui controllo.

		POT. MUSC. (n. 28)		CONTROLLI (n. 29)		
		media	DS	media	DS	p
Intero organismo	(cm <sup>2</sup> /ohm)					
5 kHz		57,9	7,3	55,3	9,5	NS
10 kHz		60,0	7,5	56,9	10,0	NS
50 kHz		69,7	8,4	64,9	12,0	0,050
100 kHz		74,8	8,8	69,3	12,9	0,050
250 kHz		80,8	9,2	74,9	13,7	0,050
SUP-D						
5 kHz		12,5	3,4	11,5	3,6	0,305
10 kHz		12,9	3,6	11,8	3,8	0,281
50 kHz		14,7	4,2	13,2	4,5	0,205
100 kHz		15,8	4,6	13,9	4,8	0,172
250 kHz		17,3	5,0	15,0	5,3	0,125
SUP-ND						
5 kHz		12,3	43,5	11,4	3,5	0,383
10 kHz		12,7	3,5	11,8	3,7	0,351
50 kHz		14,5	4,3	13,2	4,4	0,293
100 kHz		15,4	4,6	14	4,7	0,272
250 kHz		16,9	5,1	15,2	5,3	0,238

TABELLA 12.2

Indice impedenziometrico (IB) per l'intero organismo e per l'arto inferiore dominante (INF-D) e non dominante (INF-ND) in 27 uomini che svolgevano potenziamento muscolare e 28 individui controllo.

		POT. MUSC. (n. 27)		CONTROLLI (. 28)		
		media	DS	media	DS	p
INF-D	(cm <sup>2</sup> /ohm)					
5 kHz		25,5	4,5	23,9	4,9	0,225
10 kHz		26,1	4,7	24,7	5,1	0,306
50 kHz		30,5	5,6	27,7	5,8	0,085
100 kHz		32,7	6,0	29,5	6,2	0,059
250 kHz		34,8	6,3	31,2	6,5	0,043
INF-ND	(cm <sup>2</sup> /ohm)					
5 kHz		25,5	4,5	23,9	4,9	0,234
100 kHz		25,7	4,8	23,7	4,8	0,148
50 kHz		29,9	5,8	26,7	5,5	0,056
100 kHz		31,9	6,1	28,5	5,9	0,039
250 kHz		34,0	6,4	30,1	6,2	0,028

TABELLA 13.1

Rapporti multifrequenza per l'intero organismo e per l'arto superiore dominante (SUP-D) e non dominante (SUP-ND) in 27 uomini che svolgevano potenziamento muscolare e 28 individui controllo.

	POT. MUSC. (n. 27)		CONTROLLI (n. 28)		p
	media	DS	media	DS	
Intero organismo					
5 kHz/50 kHz	118,9	3,4	114,9	3,9	0,001
5 kHz/100 kHz	127,2	4,5	121,8	5,3	0,001
10 kHz/50 kHz	114,9	3,0	112,0	3,0	0,001
10 kHz/100 kHz	123,0	4,1	118,8	4,4	0,001
5kHz/250 kHz	137,4	5,5	130,4	6,8	0,001
10 kHz/250 kHz	132,9	4,9	127,2	5,8	0,001
SUP-D					
5 kHz/50 kHz	117,5	4,2	114,5	4,3	0,009
5 kHz/100 kHz	125,7	5,7	121,1	5,6	0,005
10 kHz/50 kHz	113,9	2,9	111,5	3,3	0,007
10 kHz/100 kHz	121,9	4,5	118,2	4,6	0,004
5kHz/250 kHz	137,5	7,0	130,0	9,1	0,002
10 kHz/250 kHz	133,4	5,7	126,8	8,1	0,001
SUP-ND					
5 kHz/50 kHz	116,8	3,9	114,2	3,9	0,022
5 kHz/100 kHz	124,5	5,4	121,2	5,3	0,025
10 kHz/50 kHz	113,0	4,6	111,4	2,9	0,140
10 kHz/100 kHz	120,6	5,8	118,2	4,2	0,098
5kHz/250 kHz	136,2	7,1	131,3	7,2	0,017
10 kHz/250 kHz	131,8	7,5	128,1	6,1	0,050

I rapporti multifrequenza sono moltiplicati  $\times 100$



TABELLA 13.2

Rapporti multifrequenza per l'intero organismo e per l'arto inferiore dominante (INF-D) e non dominante (INF-ND) in 27 uomini che svolgevano potenziamento muscolare e 28 individui controllo.

	POT. MUSC. (n. 27)		CONTROLLI (n. 28)		p
	media	DS	media	DS	
INF-D					
5 kHz/50 kHz	119,8	8,4	116,4	4,4	0,053
5 kHz/100 kHz	128,4	9,3	123,4	6,1	0,025
10 kHz/50 kHz	116,9	2,4	112,6	3,9	0,001
10 kHz/100 kHz	125,4	3,4	119,5	5,3	0,016
5kHz/250 kHz	136,8	10,1	130,6	7,9	0,001
10 kHz/250 kHz					
INF-ND					
5 kHz/50 kHz	120,3	2,9	115,2	4,9	0,001
5 kHz/100 kHz	128,7	4,1	122,1	6,1	0,001
10 kHz/50 kHz	116,3	2,3	113,2	3,2	0,001
10 kHz/100 kHz	124,4	3,3	119,9	4,7	0,001
5kHz/250 kHz	137,0	4,8	129,1	7,5	0,001
10 kHz/250 kHz	132,4	4,0	126,8	6,3	0,001

Tabella 14

Valori di forza di presa della mano in in 27 uomini che svolgevano potenziamento muscolare e 28 individui controllo.

		POT. MUSC. (n.27)		CONTROLLI (n.28)		
		media	DS	media	DS	p=
FPM Emil. D						
valore max	kg	42,3	11,8	31,8	15,2	0,006
Valore medio	kg	40,2	11,4	29,9	14,7	0,017
FPM Emil. ND						
Valore max		40,5	11,9	31,4	15,2	0,005
Valore medio		38,6	11,4	29,4	14,5	0,012

emil. D = emilato dominante, emil. ND = emilato non dominante

Tabella 15

Correlazioni lineari semplici della forza di presa della mano con età, altezza, peso e IMC per gli emilati dominante e non dominante in 27 uomini che svolgevano potenziamento muscolare e 28 individui controllo.

		FORZA DI PRESA DELLA MANO			
		<i>POT. MUSC.</i>		<i>CONTROLLI</i>	
		(n. 27)		(n.28)	
		emil. D	emil. ND	emil. D	emil. ND
Età	<i>r</i>	0,202	0,135	0,156	0,135
	<i>p</i>	0,312	0,502	0,428	0,492
Altezza	<i>r</i>	0,462	0,477	0,769	0,767
	<i>p</i>	0,015	0,12	0,001	0,001
Peso	<i>r</i>	0,558	0,668	0,550	0,549
	<i>p</i>	0,001	0,001	0,002	0,002
IMC	<i>r</i>	0,661	0,658	-0,52	-0,048
	<i>p</i>	0,001	0,001	0,794	0,808

emil. D = emilato dominante; emil. ND = emilato non dominante

Tabella 16

Correlazioni lineari semplici tra forza di presa della mano e indice bioimpedenziometrico per l'intero organismo e per l'arto superiore d'interesse in 27 uomini che svolgevano potenziamento muscolare e 28 individui controllo.

Indice BI	POT. MUSC. (n. 27)		CONTROLLI (n. 28)		
	FPM Emil. D	FPM Emil. ND	FPM Emil. D	FPM Emil. ND	
<b>Intero organismo</b>					
5 kHz	<i>r</i>	0,753	0,749	0,477	0,479
	<i>p</i>	0,001	0,001	0,10	0,010
10 kHz	<i>r</i>	0,756	0,749	0,505	0,507
	<i>p</i>	0,001	0,001	0,006	0,006
50 kHz	<i>r</i>	0,790	0,778	0,583	0,587
	<i>p</i>	0,001	0,001	0,001	0,001
100 kHz	<i>r</i>	0,798	0,786	0,605	0,610
	<i>p</i>	0,001	0,001	0,001	0,001
250 kHz	<i>r</i>	0,801	0,791	0,631	0,636
	<i>p</i>	0,001	0,001	0,001	0,001
<b>Arto superiore</b>					
5 kHz	<i>r</i>	0,795	0,775	0,663	0,693
	<i>p</i>	0,001	0,001	0,001	0,001
10 kHz	<i>r</i>	0,799	0,777	0,682	0,705
	<i>p</i>	0,001	0,001	0,001	0,001
50 kHz	<i>r</i>	0,818	0,792	0,737	0,744
	<i>p</i>	0,001	0,001	0,001	0,001
100 kHz	<i>r</i>	0,824	0,798	0,753	0,756
	<i>p</i>	0,001	0,001	0,001	0,001
250 kHz	<i>r</i>	0,826	0,801	0,755	0,763
	<i>p</i>	0,001	0,001	0,001	0,001

<sup>1)</sup>Arto superiore d'interesse=arto superiore dominante per le correlazioni con la FPM emilato dominante e arto superiore non dominante per le correlazioni con la FPM non dominante. FPM = forza di presa della mano  
Emil. = emilato; D = dominante; ND = non dominante

Tabella 17.1

Correlazioni lineari semplici tra forza di presa della mano e rapporto multifrequenza per l'intero organismo in 27 uomini che svolgevano potenziamento muscolare e 28 individui controllo

		POT. MUSC. (n. 27)		CONTROLLI (n. 28)	
		FPM-D	FPM-ND	FPM-D	FPM-ND
<b>Intero organismo</b>					
Rapp. 5 kHz/50 kHz	<i>r</i>	0,678	0,614	0,748	0,753
	<i>p</i>	0,001	0,001	0,001	0,001
Rapp. 5 kHz/100 kHz	<i>r</i>	0,640	0,587	0,723	0,731
	<i>p</i>	0,001	0,001	0,001	0,001
Rapp. 5 kHz/250 kHz	<i>r</i>	0,572	0,534	0,687	0,696
	<i>p</i>	0,002	0,004	0,001	0,001
Rapp. 10 kHz/50 kHz	<i>r</i>	0,672	0,624	0,729	0,738
	<i>p</i>	0,001	0,001	0,001	0,001
Rapp. 10 kHz/100 kHz	<i>r</i>	0,637	0,597	0,699	0,710
	<i>p</i>	0,001	0,001	0,001	0,001
Rapp. 10 kHz/250 kHz	<i>r</i>	0,563	0,538	0,669	0,699
	<i>p</i>	0,001	0,004	0,001	0,001

FPM: forza di presa della mano D: emilato dominante; ND: emilato non dominante

Tabella 17.2

Correlazioni lineari semplici tra forza di presa della mano e rapporti multifrequenza per l'arto superiore d'interesse in 27 uomini che svolgevano potenziamento muscolare e 28 individui controllo.

		DONNE (n. 87)		UOMINI (n.82)	
		FPM emil. D	FPM-ND	FPM-D	FPM-ND
<b>Arto superiore</b>					
Rapp. 5 kHz/50 kHz	<i>r</i>		0,656	0,858	0,841
	<i>p</i>		0,001	0,001	0,001
Rapp. 5 kHz/100 kHz	<i>r</i>		0,639	0,852	0,830
	<i>p</i>		0,001	0,002	0,001
Rapp. 5 kHz/250 kHz	<i>r</i>		0,605	0,644	0,758
	<i>p</i>		0,001	0,001	0,001
Rapp. 10 kHz/50 kHz	<i>r</i>		0,702	0,836	0,842
	<i>p</i>		0,001	0,001	0,001
Rapp. 10 kHz/100 kHz	<i>r</i>		0,702	0,823	0,822
	<i>p</i>		0,001	0,001	0,001
Rapp. 10 kHz/250 kHz	<i>r</i>		0,681	0,590	0,730
	<i>p</i>		0,001	0,001	0,001

<sup>1)</sup>Arto superiore d'interesse = arto superiore dominante per le correlazioni con la FPM emilato dominante e arto superiore non dominante per le correlazioni con la FPM non dominante

FPM: forza di presa della mano

D: emilato dominante; ND: emilato non dominante

TABELLA 18.1

	<b>ETA</b>	<b>ALTEZZA</b>	<b>PESO</b>	<b>IMC</b>	<b>COSTANTE</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>SEE</b>
<b>HGD POT MUSC</b>	NS	NS	0,727 (0,162)	NS	-9,059 (11,590)	0,424	8,96
<b>HGS POT MUSC</b>	NS	NS	0,739 (0,162)	NS	-11,741 (11,582)	0,433	8,95

TABELLA 18.2

<b>BIA 5/50</b>	<b>ETA</b>	<b>IB50T</b>	<b>Z550T</b>	<b>COSTANTE</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>SEE</b>
<b>HGD POT MUSC</b>	NS	0,554 (0,122)	1,217 (0,460)	-137,148 (50,840)	0,684	6,63
<b>HGS POT MUSC</b>	NS	0,726 (0,117)	NS	-5,095 (7,52)	0,589	7,62

TABELLA 18.3

<b>BIA 5/100</b>	<b>ETA</b>	<b>IB100T</b>	<b>Z5100T</b>	<b>COSTANTE</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>SEE</b>
<b>HGD POT MUSC</b>	NS	0,548 (0,113)	0,791 (0,340)	-95,162 (39,861)	0,678	6,69
<b>HGS POT MUSC</b>	NS	0,681 (0,107)	NS	-5,256	0,602	7,50

TABELLA 18.4

<b>BIA 10/50</b>	<b>ETA</b>	<b>IB50T</b>	<b>Z1050T</b>	<b>COSTANTE</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>SEE</b>
<b>HGD POT MSC</b>	NS	0,559 (0,121)	1,365 (0,511)	-149,704 (55,100)	0,685	6,62
<b>HGS POT MUSC</b>	NS	0,581 (0,131)	1,144 (0,544)	-127,460 (59,681)	6,36	7,17

TABELLA 18.5

<b>BIA 10/100</b>	<b>ETA</b>	<b>IB100T</b>	<b>Z10100T</b>	<b>COSTANTE</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>SEE</b>
<b>HGD UOMINI</b>	NS	0,550 <80,111)	0,891 (0,374)	-104,259 (42,721)	0,681	6,66
<b>HGS DONNE</b>	NS	0,681 (0,107)	NS	-5,25 (7,35)	0,602	7,50

TABELLA 18.5

<b>BIA 5/250</b>	<b>ETA</b>	<b>IB250T</b>	<b>Z5250T</b>	<b>COSTANTE</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>SEE</b>
<b>HGD POT MUSC</b>	NS	0,641 (0,096)	NS	-4,257 (7,106)	0,627	7,21
<b>HGS POT MUSC</b>	NS	0,638 (0,099)	NS	-5,82 (7,313)	0,611	7,42

TABELLA 18.6

<b>BIA 10/250</b>	<b>ETA</b>	<b>IB250T</b>	<b>Z10250T</b>	<b>COSTANTE</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>SEE</b>
<b>HGD POT MUSC</b>	NS	0,641 (0,096)	NS	-4,257 (7,106)	0,627	7,21
<b>HGS POT MUSC</b>	NS	0,638 (0,099)	NS	-5,82 (7,313)	0,611	7,42



Tabella 19

Età e caratteristiche antropometriche generali di 27 nuotatori master e 51 uomini controllo.

		UOMINI NUOTATORI (n. 27)		UOMINI SEDENTARI (n. 51)		<i>p</i> =
		media	DS	media	DS	
Età	anni	38,7	13,5	38,6	16,3	NS
Statura	cm	175,6	8,3	174,4	6,9	NS
Peso	kg	77,6	9,2	78,7	10,9	NS
IMC	kg/m <sup>2</sup>	25,1	2,3	25,8	2,9	NS

DS = deviazione standard

NS= non significativo

TABELLA 20.1

Indice impedenziometrico (IB) per l'intero organismo e per l'arto superiore dominante (SUP-D) e non dominante (SUP-ND) di 27 nuotatori master e 51 uomini controllo.

	UOMINI NUOTATORI (n. 27)		UOMINI SEDENTARI (n. 51)		p
	media	DS	media	DS	
Intero organismo (cm <sup>2</sup> /ohm)					
5 kHz	58	8,7	55,8	8,1	NS
10 kHz	60	9	57,3	8,5	NS
50 kHz	68	10,4	64,9	10,0	NS
100 kHz	73	11	69,2	10,8	NS
250 kHz	79	11,6	74,5	11,5	NS
SUP-D					
5 kHz	12,1	2,8	11,4	3,4	0,318
10 kHz	12,5	2,9	11,7	3,6	0,282
50 kHz	14,1	3,4	13,1	4,2	0,215
100 kHz	15,1	3,6	13,9	4,5	0,192
250 kHz	16,6	4,1	15,1	5,0	0,144
SUP-ND					
5 kHz	11,9	2,8	11,1	3,3	0,215
10 kHz	12,3	2,9	11,4	3,4	0,192
50 kHz	13,9	3,4	12,7	3,9	0,127
100 kHz	14,8	3,6	13,4	4,3	0,103
250 kHz	16,3	3,9	14,6	4,7	0,073

TABELLA 20.2

Indice impedenziometrico (IB) per l'intero organismo e per l'arto inferiore dominante (INF-D) e non dominante (INF-ND) di 27 nuotatori master e 51 uomini controllo.

		UOMINI NUOTATORI (n. 27)		UOMINI SEDENTARI (n. 51)		p
		media	DS	media	DS	
INF-D	(cm <sup>2</sup> /ohm)					
5 kHz		25,6	22,1	22,1	6,2	0,004
10 kHz		26,5	4,7	22,7	6,4	0,003
50 kHz		30,5	5,5	25,8	7,3	0,001
100 kHz		32,5	5,8	27,5	7,7	0,001
250 kHz		34,5	6,1	28,9	8,1	0,001
INF-ND	(cm <sup>2</sup> /ohm)					
5 kHz		25,8	4,6	22,1	6,2	0,003
100 kHz		26,6	4,8	22,1	6,1	0,001
50 kHz		30,7	5,6	25,2	6,9	0,001
100 kHz		32,7	5,9	26,8	7,3	0,001
250 kHz		34,7	6,4	28,3	7,9	0,001

TABELLA 21.1  
Rapporti multifrequenza per l'intero organismo e per l'arto superiore dominante (SUP-D) e non dominante (SUP-ND) di 27 nuotatori master e 51 uomini controllo.

	NUOTATORI (n. 27)		CONTROLLI (n. 51)		p
	media	DS	media	DS	
Intero organismo					
5 kHz/50 kHz	117,7	2,3	115,1	2,8	0,001
5 kHz/100 kHz	125,7	3,1	122,3,7	5,3	0,001
10 kHz/50 kHz	114,2	1,7	112,3	2,1	0,001
10 kHz/100 kHz	122,0	2,6	119,3	3,0	0,001
5kHz/250 kHz	135,5	4,0	132,1	5,2	0,001
10 kHz/250 kHz	131,5	3,5	128,9	4,7	0,005
SUP-D					
5 kHz/50 kHz	116,4	2,5	113,9	3,1	0,001
5 kHz/100 kHz	124,2	3,7	120,9	4,1	0,001
10 kHz/50 kHz	113,1	1,9	111,4	2,4	0,001
10 kHz/100 kHz	120,7	3,1	118,2	3,3	0,001
5kHz/250 kHz	136,6	6,9	131,4	6,2	0,001
10 kHz/250 kHz	132,7	6,2	128,5	5,4	0,001
SUP-ND					
5 kHz/50 kHz	116,1	2,7	113,4	3,0	0,001
5 kHz/100 kHz	123,9	3,7	120,1	3,9	0,001
10 kHz/50 kHz	112,9	2,1	110,1	2,3	0,001
10 kHz/100 kHz	120,6	3,2	117,5	3,1	0,001
5kHz/250 kHz	136,5	5,7	130,7	5,1	0,001
10 kHz/250 kHz	132,8	5,2	127,9	4,3	0,001

I rapporti multifrequenza sono moltiplicati  $\times 100$

TABELLA 21.2

Rapporti multifrequenza per l'intero organismo e per l'arto inferiore dominante (INF-D) e non dominante (INF-ND) di 27 nuotatori master e 51 uomini controllo.

	NUOTATORI (n. 27)		CONTROLLI (n. 51)		p
	media	DS	media	DS	
INF-D					
5 kHz/50 kHz	119,0	2,6	116,8	3,3	0,001
5 kHz/100 kHz	126,9	3,3	124,0	5,2	0,005
10 kHz/50 kHz	115,3	2,0	113,7	2,6	0,002
10 kHz/100 kHz	122,9	2,7	120,8	4,5	0,002
5kHz/250 kHz	134,7	4,0	131,2	5,3	0,011
10 kHz/250 kHz	130,5	3,5	127,8	4,5	0,002
INF-ND					
5 kHz/50 kHz	118,8	2,6	116,6	3,6	0,003
5 kHz/100 kHz	126,8	3,5	124,0	4,6	0,003
10 kHz/50 kHz	115,2	2,0	113,8	2,5	0,007
10 kHz/100 kHz	122,9	2,9	121,0	3,6	0,008
5kHz/250 kHz	134,4	4,1	131,3	6,1	0,008
10 kHz/250 kHz	130,3	3,6	128,0	5,1	0,024

Tabella22

Valori di forza di presa della mano di 27 nuotatori master e 51 uomini controllo.

		NUOTATORI (n. 27)		CONTROLLI (n. 51)		
		media	DS	media	DS	p=
FPM Emil. D						
valore max	kg	41,0	9,5	33,7	12,0	0,002
Valore medio	kg	39,3	9,1	31,7	11,6	0,001
FPM Emil. ND						
Valore max		39,1	8,6	32,3	11,1	0,002
Valore medio		37,5	8,4	30,3	10,6	0,001

emil. D = emilato dominante, emil. ND = emilato non dominante

Tabella 23

Correlazioni lineari semplici della forza di presa della mano con età, altezza, peso e IMC per gli emilati dominante e non dominante di 27 nuotatori master e 51 uomini controllo.

FORZA DI PRESA DELLA MANO					
		NUOTATORI (n. 27)		CONTROLLI (n. 51)	
		emil. D	emil. ND	emil. D	emil. ND
Età	<i>r</i>	-0,223	-0,252	-0,218	-0,152
	<i>p</i>	0,220	0,220	0,041	0,160
Altezza	<i>r</i>	0,652	0,693	0,570	0,580
	<i>p</i>	0,001	0,001	0,001	0,001
Peso	<i>r</i>	0,483	0,543	0,449	0,668
	<i>p</i>	0,005	0,001	0,001	0,001
IMC	<i>r</i>	0,042	0,087	0,098	0,140
	<i>p</i>	0,820	0,087	0,365	0,196

emil. D = emilato dominante; emil. ND = emilato non dominante

Tabella 24  
 Correlazioni lineari semplici tra forza di presa della mano e indice bioimpedenziometrico per l'intero organismo e per l'arto superiore d'interesse di 27 nuotatori master e 51 uomini controllo.

Indice BI	NUOTATORI (n. 27)		CONTROLLI (n. 51)		
		FPM Emil. D	FPM Emil. ND	FPM Emil. D	FPM Emil. ND
<b>Intero organismo</b>					
5 kHz	<i>r</i>	0,710	0,724	0,621	0,638
	<i>p</i>	0,001	0,001	0,001	0,001
10 kHz	<i>r</i>	0,716	0,729	0,631	0,648
	<i>p</i>	0,001	0,001	0,001	0,001
50 kHz	<i>r</i>	0,741	0,753	0,659	0,673
	<i>p</i>	0,001	0,001	0,001	0,001
100 kHz	<i>r</i>	0,749	0,761	0,664	0,678
	<i>p</i>	0,001	0,001	0,001	0,001
250 kHz	<i>r</i>	0,760	0,774	0,669	0,682
	<i>p</i>	0,001	0,001	0,001	0,001
<b>Arto superiore</b>					
5 kHz	<i>r</i>	0,678	0,757	0,747	0,762
	<i>p</i>	0,001	0,001	0,001	0,001
10 kHz	<i>r</i>	0,682	0,761	0,753	0,768
	<i>p</i>	0,001	0,001	0,001	0,001
50 kHz	<i>r</i>	0,704	0,780	0,765	0,780
	<i>p</i>	0,001	0,001	0,001	0,001
100 kHz	<i>r</i>	0,714	0,789	0,764	0,782
	<i>p</i>	0,001	0,001	0,001	0,001
250 kHz	<i>r</i>	0,699	0,793	0,757	0,782
	<i>p</i>	0,001	0,001	0,001	0,001

<sup>1)</sup>Arto superiore d'interesse=arto superiore dominante per le correlazioni con la FPM emilato dominante e arto superiore non dominante per le correlazioni con la FPM non dominante. FPM = forza di presa della mano

Emil. = emilato; D = dominante; ND = non dominante

Tabella 25.1

Correlazioni lineari semplici tra forza di presa della mano e rapporto multifrequenza per l'intero organismo di 27 nuotatori master e 51 uomini controllo.

		NUOTATORI (n. 27)		CONTROLLI (n. 51)	
		FPM-D	FPM-ND	FPM-D	FPM-ND
<b>Intero organismo</b>					
Rapp. 5 kHz/50 kHz	<i>r</i>	0,668	0,667	0,636	0,604
	<i>p</i>	0,001	0,001	0,001	0,001
Rapp. 5 kHz/100 kHz	<i>r</i>	0,656	0,650	0,607	0,579
	<i>p</i>	0,001	0,001	0,001	0,001
Rapp. 5 kHz/250 kHz	<i>r</i>	0,540	0,540	0,488	0,403
	<i>p</i>	0,002	0,004	0,001	0,001
Rapp. 10 kHz/50 kHz	<i>r</i>	0,669	0,669	0,625	0,594
	<i>p</i>	0,001	0,001	0,001	0,001
Rapp. 10 kHz/100 kHz	<i>r</i>	0,638	0,638	0,585	0,585
	<i>p</i>	0,001	0,001	0,001	0,001
Rapp. 10 kHz/250 kHz	<i>r</i>	0,497	0,497	0,427	0,427
	<i>p</i>	0,004	0,004	0,001	0,001

FPM: forza di presa della mano

D: emilato dominante; ND: emilato non dominante

Tabella25.2

Correlazioni lineari semplici tra forza di presa della mano e rapporti multifrequenza per l'arto superiore d'interesse di 27 nuotatori master e 51 uomini controllo.

		NUOTATORI (n. 27)		CONTROLLI (n. 51)	
		FPM	FPM-ND	FPM-D	FPM-ND
		emil. D			
<b>Arto superiore</b>					
Rapp. 5 kHz/50 kHz	<i>r</i>	0,598	0,606	0,649	0,639
	<i>p</i>	0,001	0,001	0,001	0,001
Rapp. 5 kHz/100 kHz	<i>r</i>	0,535	0,562	0,615	0,627
	<i>p</i>	0,001	0,001	0,001	0,001
Rapp. 5 kHz/250 kHz	<i>r</i>	0,398	0,396	0,496	0,572
	<i>p</i>	0,024	0,025	0,001	0,001
Rapp. 10 kHz/50 kHz	<i>r</i>	0,611	0,615	0,622	0,628
	<i>p</i>	0,001	0,001	0,001	0,001
Rapp. 10 kHz/100 kHz	<i>r</i>	0,526	0,552	0,580	0,608
	<i>p</i>	0,002	0,001	0,001	0,001
Rapp. 10 kHz/250 kHz	<i>r</i>	0,381	0,367		0,534
	<i>p</i>	0,381	0,039		0,001

<sup>1)</sup>Arto superiore d'interesse = arto superiore dominante per le correlazioni con la FPM emilato dominante e arto superiore non dominante per le correlazioni con la FPM non dominante

FPM: forza di presa della mano

D: emilato dominante; ND: emilato non dominante

TABELLA 26.1

	<b>ETA</b>	<b>ALTEZZA</b>	<b>PESO</b>	<b>IMC</b>	<b>COSTANTE</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>SEE</b>
<b>HGD NUOTATORI</b>	NS	0,666 (0,141)	NS	NS	-73,639 (24,366)	0,406	7,32
<b>HGS NUOTATORI</b>	NS	0,638 (0,121)	NS	NS	-70,800 (20,894)	0,463	6,278

TABELLA 26.2

<b>BIA 5/50</b>	<b>ETA</b>	<b>IB50T</b>	<b>Z550T</b>	<b>COSTANTE</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>SEE</b>
<b>HGD NUOTATORI</b>	-0,294 (0,087)	0,632 (0,084)	NS	11,871 (5,825)	0,654	5,59
<b>HGS NUOTATORI</b>	-0,289 (0,074)	0,582 (0,071)	NS	12,958 (4,913)	0,697	4,717

TABELLA 26.3

<b>BIA 5/100</b>	<b>ETA</b>	<b>IB100T</b>	<b>Z5100T</b>	<b>COSTANTE</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>SEE</b>
<b>HGD NUOTATORI</b>	-0,287 (0,086)	0,588 (0,077)	NS	11,861 (5,75)	0,660	5,53
<b>HGS NUOTATORI</b>	0,282 (0,073)	0,541 (0,065)	NS	12,953 (4,842)	0,704	4,66

TABELLA 26.4

<b>BIA 10/50</b>	<b>ETA</b>	<b>IB50T</b>	<b>Z1050T</b>	<b>COSTANTE</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>SEE</b>
<b>HGD NUOTATORI</b>	-0,207 (0,091)	0,511 (0,097)	1,512 (0,691)	-156,402 (77,093)	0,694	5,259
<b>HGS NUOTATORI</b>	0,289 (0,074)	0,582 (0,071)	NS	12,958	0,697	4,717

TABELLA 26.5

<b>BIA 10/100</b>	<b>ETA</b>	<b>IB100T</b>	<b>Z10100T</b>	<b>COSTANTE</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>SEE</b>
<b>HGD NUOTATORI</b>	-0,287 (0,086)	0,588 (0,077)	NS	11,861 (5,750)	0,660	5,53
<b>HGS NUOTATORI</b>	-0,282 (0,073)	0,541 80,065)	NS	12,953 (4,842)	0,704	4,66

TABELLA 26.6

<b>BIA 5/250</b>	<b>ETA</b>	<b>IB250T</b>	<b>Z5250T</b>	<b>COSTANTE</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>SEE</b>
<b>HGD NUOTATORI</b>	-0,268 (0,086)	0,552 (0,072)	NS	10,704 (5,848)	0,663	5,51
<b>HGS NUOTATORI</b>	-0,265 (0,072)	0,509 (0,061)	NS	11,848 (4,908)	0,708	4,63

TABELLA 26.6

<b>BIA 10/250</b>	<b>ETA</b>	<b>IB250T</b>	<b>Z10250T</b>	<b>COSTANTE</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>SEE</b>
<b>HGD NUOTATORI</b>	-0,268 (0,086)	0,552 (0,072)	NS	10,704 (5,848)	0,663	5,51
<b>HGS NUOTATORI</b>	-0,265 (0,072)	0,509 (0,061)	NS	11,848 (4,908)	0,708	4,63

Tabella27

Età e caratteristiche antropometriche generali in 28 maratoneti master e 29 individui controllo.

		MARATONETI (n. 28)		CONTROLLI (n. 29)		
		media	DS	media	DS	<i>p</i> =
Età	anni	39,4	9,5	41,1	9,3	0,441
Statura	cm	174,2	5,6	176,7	6,5	0,121
Peso	kg	70,0	8,5	77,7	5,8	<0,001
IMC	kg/m <sup>2</sup>	22,9	2,3	24,8	0,8	<0,001

DS = deviazione standard

TABELLA 28.1

Indice impedenziometrico (IB) per l'intero organismo e per l'arto superiore dominante (SUP-D) e non dominante (SUP-ND) in 28 maratone master e 29 individui controllo.

		MARATONETI		CONTROLLI		
		(n. 28)		(n. 29)		
		media	DS	media	DS	p
Intero organismo	(cm <sup>2</sup> /ohm)					
5 kHz		52,2	6,1	59,4	8,6	0,001
10 kHz		53,9	6,4	61,1	8,9	0,001
50 kHz		61,9	7,2	69,5	10,2	0,002
100 kHz		66,3	7,8	74,0	11,1	0,004
250 kHz		71,7	8,9	79,4	11,7	0,008
SUP-D						
5 kHz		11,8	4,6	14,5	2,4	0,008
10 kHz		12,1	4,7	14,9	2,5	0,008
50 kHz		13,7	5,4	16,8	3,1	0,010
100 kHz		14,7	5,7	17,9	3,4	0,012
250 kHz		16,1	6,3	19,5	3,8	0,017
		11,8	4,6	14,5	2,4	0,008
SUP-ND						
5 kHz		11,6	4,5	14,3	2,3	0,005
10 kHz		11,9	4,6	14,7	2,4	0,006
50 kHz		13,4	5,3	16,5	2,8	0,008
100 kHz						0,009
		14,3	5,6	17,5	3,0	
250 kHz						0,012
		15,6	6,2	19,0	3,4	

TABELLA28.2

Indice impedenziometrico (IB) per l'intero organismo e per l'arto inferiore dominante (INF-D) e non dominante (INF-ND) in 28 maratoneti master e 29 individui controllo.

		MARATONETI (n. 28)		CONTROLLI (n.29)		
		media	DS	media	DS	p
INF-D	(cm <sup>2</sup> /ohm)					
5 kHz		25,1	4,6	26,6	4,4	0,209
10 kHz		26,0	4,8	27,4	4,5	0,261
50 kHz		30,5	5,5	31,6	4,9	0,441
100 kHz		32,9	6,3	33,6	5,1	0,638
250 kHz		35,3	7,4	35,5	5,3	0,926
INF-ND	(cm <sup>2</sup> /ohm)					
5 kHz		24,8	4,4	27,0	4,3	0,073
100 kHz		25,6	4,5	27,3	4,4	0,168
50 kHz		30,1	5,4	31,5	4,8	0,308
100 kHz		32,4	5,9	33,6	5,0	0,397
250 kHz		34,6	6,6	35,5	5,2	0,614

TABELLA 29.1

Rapporti multifrequenza per l'intero organismo e per l'arto superiore dominante (SUP-D) e non dominante (SUP-ND) in 28 maratoneti master e 29 individui controllo.

	MARATONETI (n. 28)		CONTROLLI (n. 29)		p
	media	DS	media	DS	
Intero organismo					
5 kHz/50 kHz	118,4	2,2	117,0	2,6	0,036
5 kHz/100 kHz	126,9	3,2	124,4	3,8	0,009
10 kHz/50 kHz	114,6	1,9	113,8	2,0	0,148
10 kHz/100 kHz	122,9	2,5	121,0	3,1	0,019
5kHz/250 kHz	137,3	5,7	133,6	4,8	0,012
10 kHz/250 kHz	132,9	4,9	130,1	4,1	0,022
SUP-D					
5 kHz/50 kHz	116,1	2,8	116,0	3,5	0,915
5 kHz/100 kHz	124,1	3,9	123,4	4,8	0,545
10 kHz/50 kHz	113,1	2,2	112,8	2,6	0,613
10 kHz/100 kHz	121,0	3,2	120,0	3,7	0,313
5kHz/250 kHz	136,4	5,8	134,3	6,1	0,198
10 kHz/250 kHz	132,9	5,03	130,7	5,1	0,098
SUP-ND					
5 kHz/50 kHz	115,5	2,6	114,9	3,1	0,461
5 kHz/100 kHz	123,2	3,6	122,1	4,4	0,344
10 kHz/50 kHz	112,7	2,0	112,2	2,4	0,403
10 kHz/100 kHz	120,1	3,0	119,2	3,6	0,294
5kHz/250 kHz	134,3	5,3	132,5	5,4	0,225

I rapporti multifrequenza sono moltiplicati  $\times 100$

10 kHz/250 kHz	131,0	4,6	129,4	4,6	0,188
----------------	-------	-----	-------	-----	-------

TABELLA 29.2

Rapporti multifrequenza per l'intero organismo e per l'arto inferiore dominante (INF-D) e non dominante (INF-ND) in 28 maratoneti master e 29 individui controllo.

	MARATONETI (n. 28)		CONTROLLI (n. 29)		p
	media	DS	media	DS	
INF-D					
5 kHz/50 kHz	121,8	5,5	118,6	3,1	0,008
5 kHz/100 kHz	131,3	6,4	126,3	4,4	0,001
10 kHz/50 kHz	117,4	4,0	115,1	2,4	0,013
10 kHz/100 kHz	126,5	4,9	122,6	3,7	0,001
5kHz/250 kHz	140,6	8,4	133,4	5,5	0,001
10 kHz/250 kHz	135,4	6,8	129,5	4,7	0,001
INF-ND					
5 kHz/50 kHz	121,5	5,3	118,7	3,3	0,018
5 kHz/100 kHz	130,8	6,4	126,8	5,1	0,011
10 kHz/50 kHz	117,2	3,7	115,1	2,5	0,020
10 kHz/100 kHz	126,1	4,8	123,0	4,2	0,012
5kHz/250 kHz	139,9	7,9	133,8	6,2	0,002
10 kHz/250 kHz	134,9	6,3	129,8	5,2	0,002

Tabella30

Valori di forza di presa della mano in 28 maratoneti master e 29 individui controllo.

		MARATONETI (n.28)		CONTROLLI (n.29)		
		media	DS	media	DS	p=
FPM Emil. D						
valore max	kg	43,0	7,5	44,8	8,8	0,399
Valore medio	kg	40,8	6,7	42,7	8,8	0,383
FPM Emil. ND						
Valore max		42,1	6,4	42,1	6,4	0,571
Valore medio		39,7	5,6	40,7	8,2	0,661

emil. D = emilato dominante, emil. ND = emilato non dominante

Tabella31

Correlazioni lineari semplici della forza di presa della mano con età, altezza, peso e IMC per gli emilati dominante e non dominante ) in 28 maratoneti master e 29 individui controllo.

		FORZA DI PRESA DELLA MANO			
		<i>MARATONETI</i>		<i>CONTROLLI</i>	
		(n. 28)		(n. 29)	
		emil. D	emil. ND	emil. D	emil. ND
Età	<i>r</i>	-0,076	-0,124	-0,279	-0,259
	<i>p</i>	0,699	0,528	0,143	0,183
Altezza	<i>r</i>	0,363	0,273	0,404	0,387
	<i>p</i>	0,057	0,160	0,030	0,42
Peso	<i>r</i>	0,410	0,434	0,440	0,474
	<i>p</i>	0,030	0,021	0,017	0,011
IMC	<i>r</i>	0,207	0,319	0,032	0,141
	<i>p</i>	0,292	0,098	0,867	0,473

emil. D = emilato dominante; emil. ND = emilato non dominante

Tabella32

Correlazioni lineari semplici tra forza di presa della mano e indice bioimpedenziometrico per l'intero organismo e per l'arto superiore d'interesse<sup>1</sup> in 28 maratoneti master e 29 individui controllo.

Indice BI	MARATONETI (n. 28)		CONTROLLI (n. 29)		
	FPM Emil. D	FPM Emil. ND	FPM Emil. D	FPM Emil. ND	
<b>Intero organismo</b>					
5 kHz	<i>r</i>	0,603	0,619	0,248	0,356
	<i>p</i>	0,001	0,001	0,195	0,063
10 kHz	<i>r</i>	0,613	0,617	0,269	0,378
	<i>p</i>	0,647	0,001	0,157	0,047
50 kHz	<i>r</i>	0,647	0,656	0,321	0,434
	<i>p</i>	0,001	0,001	0,090	0,021
100 kHz	<i>r</i>	0,661	0,673	0,352	0,464
	<i>p</i>	0,001	0,001	0,061	0,013
250 kHz	<i>r</i>	0,719	0,670	0,378	0,487
	<i>p</i>	0,001	0,001	0,043	0,009
<b>Arto superiore</b>					
5 kHz	<i>r</i>	0,460	0,290	0,460	0,483
	<i>p</i>	0,016	0,142	0,012	0,009
10 kHz	<i>r</i>	0,461	0,293	0,486	0,509
	<i>p</i>	0,016	0,138	0,008	0,006
50 kHz	<i>r</i>	0,466	0,301	0,527	0,552
	<i>p</i>	0,013	0,119	0,003	0,002
100 kHz	<i>r</i>	0,470	0,310	0,529	0,554
	<i>p</i>	0,012	0,109	0,003	0,002
250 kHz	<i>r</i>	0,467	0,317	0,509	0,535
	<i>p</i>	0,014	0,109	0,005	0,002

<sup>1</sup>)Arto superiore d'interesse=arto superiore dominante per le correlazioni con la FPM emilato dominante e arto superiore non dominante per le correlazioni con la FPM non dominante. FPM = forza di presa della mano

Emil. = emilato; D = dominante; ND = non dominante

Tabella 33.1

Correlazioni lineari semplici tra forza di presa della mano e rapporto multifrequenza per l'intero organismo ) in 28 maratone master e 29 individui controllo.

		MARATONETI		CONTROLLI	
		(n. 28)		(n. 29)	
		FPM-D	FPM-ND	FPM-D	FPM-ND
<b>Intero organismo</b>					
Rapp. 5 kHz/50 kHz	<i>r</i>	0,313	0,291	0,528	0,569
	<i>p</i>	0,112	0,141	0,003	0,002
Rapp. 5 kHz/100 kHz	<i>r</i>	0,327	0,326	0,565	0,599
	<i>p</i>	0,095	0,095	0,001	0,001
Rapp. 5 kHz/250 kHz	<i>r</i>	0,393	0,232	0,575	0,586
	<i>p</i>	0,043	0,245	0,001	0,001
Rapp. 10 kHz/50 kHz	<i>r</i>	0,219	0,258	0,482	0,526
	<i>p</i>	0,217	0,194	0,008	0,004
Rapp. 10 kHz/100 kHz	<i>r</i>	0,294	0,343	0,541	0,574
	<i>p</i>	0,137	0,079	0,002	0,001
Rapp. 10 kHz/250 kHz	<i>r</i>	0,378	0,227	0,542	0,549
	<i>p</i>	0,052	0,255	0,002	0,002

FPM: forza di presa della mano D: emilato dominante; ND: emilato non dominante

Tabella33.2

Correlazioni lineari semplici tra forza di presa della mano e rapporti multifrequenza per l'arto superiore d'interesse in 28 maratoneti master e 29 individui controllo.

		MARATONETI (n. 28)		CONTROLLI (n.29)	
		FPM emil. D	FPM-ND	FPM-D	FPM-ND
<b>Arto superiore</b>					
Rapp. 5 kHz/50 kHz	<i>r</i>	0,244	0,400	0,672	0,630
	<i>p</i>	0,220	0,039	0,001	0,001
Rapp. 5 kHz/100 kHz	<i>r</i>	0,219	0,424	0,630	0,634
	<i>p</i>	0,272	0,028	0,001	0,001
Rapp. 5 kHz/250 kHz	<i>r</i>	0,083	0,378	0,534	0,643
	<i>p</i>	0,680	0,052	0,003	0,001
Rapp. 10 kHz/50 kHz	<i>r</i>	0,240	0,430	0,633	0,632
	<i>p</i>	0,227	0,025	0,001	0,001
Rapp. 10 kHz/100 kHz	<i>r</i>	0,211	0,448	0,589	0,631
	<i>p</i>	0,290	0,019	0,001	0,001
Rapp. 10 kHz/250 kHz	<i>r</i>	0,208	0,385	0,463	0,637
	<i>p</i>	0,297	0,048	0,011	0,001

<sup>1)</sup>Arto superiore d'interesse = arto superiore dominante per le correlazioni con la FPM emilato dominante e arto superiore non dominante per le correlazioni con la FPM non dominante

FPM: forza di presa della mano

D: emilato dominante; ND: emilato non dominante

TABELLA 34.1

	<b>ETA</b>	<b>ALTEZZA</b>	<b>PESO</b>	<b>IMC</b>	<b>COSTANTE</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>SEE</b>
<b>HGD MARATONETI</b>	NS	NS	0,363 (0,158)	NS	15,522 (11,182)	0,136	6,99
<b>HGS MARATONETI</b>	NS	NS	0,326 (0,133)	NS	19,201 (9,36)	0,157	5,86

TABELLA 34.2

<b>BIA 5/50</b>	<b>ETA</b>	<b>IB50T</b>	<b>Z550T</b>	<b>COSTANTE</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>SEE</b>
<b>HGD MARATONETI</b>	NS	0,673 (0,159)	NS	1,36 (9,89)	0,394	5,96
<b>HGS MARATONETI</b>	NS	0,577 (0,133)	NS	6,33 (8,29)	0,406	4,99

TABELLA 34.3

<b>BIA 5/100</b>	<b>ETA</b>	<b>IB100T</b>	<b>Z5100T</b>	<b>COSTANTE</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>SEE</b>
<b>HGD MARATONETI</b>	NS	0,635 (0,144)	NS	0,861 (9,625)	0,414	5,86
<b>HGS MARATONETI</b>	NS	0,546 (0,120)	NS	5,758 (8,029)	0,430	4,89

TABELLA 34.4

<b>BIA 10/50</b>	<b>ETA</b>	<b>IB50T</b>	<b>Z1050T</b>	<b>COSTANTE</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>SEE</b>
<b>HGD MARATONETI</b>	NS	0,673 (0,159)	NS	1,362 (9,89)	0,394	5,965
<b>HGS MARATONETI</b>	NS	0,577 (0,133)	NS	6,325 (8,286)	0,406	4,99

TABELLA 34.4

<b>BIA 10/100</b>	<b>ETA</b>	<b>IB100T</b>	<b>Z10100T</b>	<b>COSTANTE</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>SEE</b>
<b>HGD MARATONETI</b>	NS	0,635 (0,144)	NS	0,861 (9,625)	0,414	5,865
<b>HGS MARATONETI</b>	NS	0,546 (0,120)	NS	5,758 (8,029)	0,430	4,89

TABELLA 34.5

<b>BIA 5/250</b>	<b>ETA</b>	<b>IB250T</b>	<b>Z5250T</b>	<b>COSTANTE</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>SEE</b>
<b>HGD MARATONETI</b>	NS	0,622 (0,120)	NS	-1,69 (8,686)	0,498	5,429
<b>HGS MARATONETI</b>	NS	0,491 (0,109)	NS	6,799 (7,849)	0,427	4,90

TABELLA 34.6

<b>BIA 10/250</b>	<b>ETA</b>	<b>IB250T</b>	<b>Z10250T</b>	<b>COSTANTE</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>SEE</b>
<b>HGD MARATONETI</b>	NS	0,622 (0,120)	NS	-1,69 (8,686)	0,498	5,429
<b>HGS MARATONETI</b>	NS	0,491 (0,109)	NS	6,799 (7,849)	0,427	4,90

Tabella 35.1

Età e caratteristiche antropometriche generali in 147 individui anziani (età  $\geq 65$  anni), e 169 individui adulti (età 30-70 anni) di entrambi i generi che hanno preso parte allo studio.

		UOMINI ANZIANI (n. 57)		UOMINI ADULTI (n. 82)		<i>p</i> =
		media	DS	media	DS	
Età	anni	76,7	7,9	50,3	10,9	0,001
Statura	cm	164,1	6,8	173,8	7,3	0,001
Peso	kg	71,9	9,9	80,5	8,1	0,000
IMC	kg/m <sup>2</sup>	26,6	2,8	26,5	2,1	0,001

DS = deviazione standard

Tabella 35.2

Età e caratteristiche antropometriche generali in 147 individui anziani (età  $\geq 65$  anni), e 169 individui adulti (età 30-70 anni) di entrambi i generi che hanno preso parte allo studio.

		DONNE ANZIA- NE (n. 87)		DONNE ADUL- TE (n. 89)		
		media	media	media	DS	<i>p</i> =
Età	anni	79,9	8,9	50,2	10,9	0,001
Statura	cm	153,9	8,5	160,5	7,3	0,001
Peso	kg	63,9	10,6	65,5	8,1	0,001
IMC	kg/m <sup>2</sup>	26,9	3,1	25,4	2,1	0,001

TABELLA 36.1

Indice impedenziometrico (IB) per l'intero organismo e per l'arto superiore dominante (SUP-D) e non dominante (SUP-ND) in 147 individui anziani (età  $\geq 65$  anni), e 169 individui adulti (età 30-70 anni) di entrambi i generi che hanno preso parte allo studio.

		UOMINI ANZIANI NI (n. 57)		UOMINI ADULTI (n. 82)		
		media	DS	media	DS	p
Intero organismo	(cm <sup>2</sup> /ohm)					
5 kHz		51	9,8	58	8,1	0,001
10 kHz		52	9,9	59	8,4	0,001
50 kHz		57	10,9	67	9,9	0,001
100 kHz		60	11,5	72	10,7	0,001
250 kHz		64	12,2	77	11,6	0,001
SUP-D						
5 kHz		13	3,7	14	3,1	0,001
10 kHz		13	3,8	15	3,2	0,001
50 kHz		14	4,4	17	3,9	0,001
100 kHz		15	4,7	18	4,2	0,001
250 kHz		16	5,1	19	4,8	0,001
SUP-ND						
5 kHz		13	3,5	14	2,9	0,001
10 kHz		13	3,7	15	3,0	0,001
50 kHz		14	4,1	16	3,5	0,001
100 kHz		15	4,4	17	3,8	0,001
250 kHz		16	4,7	19	4,3	0,001

TABELLA 36.2

Indice impedenziometrico (IB) per l'intero organismo e per l'arto superiore dominante (SUP-D) e non dominante (SUP-ND) in 147 individui anziani (età  $\geq 65$  anni), e 169 individui adulti (età 30-70 anni) di entrambi i generi che hanno preso parte allo studio.

	DONNE ANZIANE (n. 87)		DONNE ADULTE (n. 89)		p
	media	DS	media	DS	
Intero organismo (cm <sup>2</sup> /ohm)					
5 kHz	41	8,2	58	8,1	0,001
10 kHz	42	8,3	59	8,4	0,001
50 kHz	45	9,3	67	9,9	0,001
100 kHz	47	9,8	72	10,7	0,001
250 kHz	50	10,4	77	11,6	0,001
SUP-D					
5 kHz	10	3,1	14	3,1	0,001
10 kHz	11	3,2	15	3,2	0,001
50 kHz	12	3,9	17	3,9	0,001
100 kHz	12	4,2	18	4,2	0,001
250 kHz	13	4,6	19	4,8	0,001
SUP-ND					
5 kHz	10	2,8	14	2,9	0,001
10 kHz	10	2,9	15	3,0	0,001
50 kHz	11	3,4	16	3,5	0,001
100 kHz	12	4,2	17	3,8	0,001
250 kHz	13	5,3	19	4,3	0,001

TABELLA 37.1

Indice impedenziometrico (IB) per l'intero organismo e per l'arto inferiore dominante (INF-D) e non dominante (INF-ND) ) in 147 individui anziani (età  $\geq 65$  anni), e 169 individui adulti (età 30-70 anni) di entrambi i generi che hanno preso parte allo studio.

		UOMINI ANZIANI (n. 57)		UOMINI ADULTI (n. 82)		
		media	DS	media	DS	p
INF-D	(cm <sup>2</sup> /ohm)					
5 kHz		27	7,3	27	4,9	0,001
10 kHz		28	7,4	28	5,3	0,001
50 kHz		31	7,6	32	5,6	0,001
100 kHz		32	7,8	34	5,9	0,001
250 kHz		34	7,9	39	28,9	0,001
INF-ND	(cm <sup>2</sup> /ohm)					
5 kHz		27	7,1	27	5	0,001
100 kHz		28	6,2	28	5,4	0,001
50 kHz		31	6,5	31	5,7	0,001
100 kHz		32	6,7	34	6,1	0,001
250 kHz		33	6,9	35	6,6	0,001

TABELLA 37.2

Indice impedenziometrico (IB) per l'intero organismo e per l'arto inferiore dominante (INF-D) e non dominante (INF-ND in 147 individui anziani (età  $\geq 65$  anni), e 169 individui adulti (età 30-70 anni) di entrambi i generi che hanno preso parte allo studio.

		DONNE ANZIANE (n. 87)		DONNE ADULTE (n. 89)		
		media	DS	media	DS	p
INF-D	(cm <sup>2</sup> /ohm)					
5 kHz		22	6,0	27	4,9	0,001
10 kHz		22	6,2	28	5,3	0,001
50 kHz		25	6,8	32	5,6	0,001
100 kHz		26	7,5	34	5,9	0,001
250 kHz		27	8,2	39	28,9	0,001
INF-ND	(cm <sup>2</sup> /ohm)					
5 kHz		22	6,0	27	5	0,001
100 kHz		22	6,8	28	5,4	0,001
50 kHz		25	8,4	31	5,7	0,001
100 kHz		26	10,5	34	6,1	0,001
250 kHz		28	17,0	35	6,6	0,001

TABELLA 38.1

Rapporti multifrequenza per l'intero organismo e per l'arto superiore dominante (SUP-D) e non dominante (SUP-ND) in 147 individui anziani (età  $\geq 65$  anni), e 169 individui adulti (età 30-70 anni) di entrambi i generi che hanno preso parte allo studio.

	UOMINI ANZIANI NI (n. 57)		UOMINI ADULTI (n. 82)		p
	media	DS	media	DS	
Intero organismo					
5 kHz/50 kHz	111,2	3,3	116,9	2,9	0,001
5 kHz/100 kHz	116,7	4,6	124,1	4,0	0,001
10 kHz/50 kHz	119,1	2,7	113,5	2,2	0,001
10 kHz/100 kHz	114,4	3,9	120,7	3,3	0,001
5kHz/250 kHz	124,1	5,9	133,6	6,1	0,001
10 kHz/250 kHz	121,6	5,2	130,1	5,4	0,001
SUP-D					
5 kHz/50 kHz	111,5	3,5	115,8	3,4	0,001
5 kHz/100 kHz	117,1	4,7	123,2	4,5	0,001
10 kHz/50 kHz	109,2	2,5	112,7	2,5	0,001
10 kHz/100 kHz	114,7	3,7	119,9	3,6	0,001
5kHz/250 kHz	125,7	6,1	133,5	7,7	0,001
10 kHz/250 kHz	123,1	5,2	129,9	6,9	0,001
SUP-ND					
5 kHz/50 kHz	110,4	5,7	115,1	3,1	0,001
5 kHz/100 kHz	116,8	4,2	122,3	4,1	0,001
10 kHz/50 kHz	107,9	5,8	112,2	2,3	0,001

---

10 kHz/100 kHz	114,2	4,4	119,2	3,4	0,001
5kHz/250 kHz	125,2	5,3	131,9	7,6	0,001
10 kHz/250 kHz	122,4	5,4	128,6	6,9	0,001

---

I rapporti multifrequenza sono moltiplicati  $\times 100$

TABELLA 38.2

Rapporti multifrequenza per l'intero organismo e per l'arto superiore dominante (SUP-D) e non dominante (SUP-ND) in 147 individui anziani (età  $\geq 65$  anni), e 169 individui adulti (età 30-70 anni) di entrambi i generi che hanno preso parte allo studio.

	DONNE ANZIANE (n. 87)		DONNE ADULTE (n. 89)		p
	media	DS	media	DS	
Intero organismo					
5 kHz/50 kHz	110,7	3,5	116,9	2,9	0,001
5 kHz/100 kHz	115,9	4,6	124,1	4,0	0,001
10 kHz/50 kHz	108,4	2,7	113,5	2,2	0,001
10 kHz/100 kHz	113,7	3,8	120,7	3,3	0,001
5kHz/250 kHz	122,9	6,0	133,6	6,1	0,001
10 kHz/250 kHz	120,5	5,1	130,1	5,4	0,001
SUP-D					
5 kHz/50 kHz	111,6	15,6	115,8	3,4	0,001
5 kHz/100 kHz	117,2	18,9	123,2	4,5	0,001
10 kHz/50 kHz	109,0	9,4	112,7	2,5	0,001
10 kHz/100 kHz	114,4	11,9	119,9	3,6	0,001
5kHz/250 kHz	125,6	22,4	133,5	7,7	0,001
10 kHz/250 kHz	122,6	14,5	129,9	6,9	0,001
SUP-ND					
5 kHz/50 kHz	110,9	9,2	115,1	3,1	0,001
5 kHz/100 kHz	117,3	19,7	122,3	4,1	0,001
10 kHz/50 kHz	108,7	5,9	112,2	2,3	0,001
10 kHz/100 kHz	114,7	14,4	119,2	3,4	0,001

---

5kHz/250 kHz	126,8	30,8	131,9	7,6	0,001
10 kHz/250 kHz	123,9	23,5	128,6	6,9	0,001

---

I rapporti multifrequenza sono moltiplicati  $\times 100$

TABELLA 39.1

Rapporti multifrequenza per l'intero organismo e per l'arto inferiore dominante (INF-D) e non dominante (INF-ND) in 147 individui anziani (età  $\geq 65$  anni), e 169 individui adulti (età 30-70 anni) di entrambi i generi che hanno preso parte allo studio.

	UOMINI ANZIANI (n. 57)		UOMINI ADULTI (n. 82)		p
	media	DS	media	DS	
INF-D					
5 kHz/50 kHz	111,7	4,1	117,6	3,4	0,001
5 kHz/100 kHz	116,8	5,5	125,1	4,7	0,001
10 kHz/50 kHz	109,5	3,3	113,4	5,8	0,001
10 kHz/100 kHz	114,5	4,8	120,7	6,8	0,001
5kHz/250 kHz	122,3	7,9	128,3	10,5	0,001
10 kHz/250 kHz	119,8	7,4			
INF-ND					
5 kHz/50 kHz	111,7	2,9	117,6	3,3	0,001
5 kHz/100 kHz	117,1	5,7	125,4	4,7	0,001
10 kHz/50 kHz	109,4	3,4	113,5	5,8	0,001
10 kHz/100 kHz	114,6	4,6	120,9	6,9	0,001
5kHz/250 kHz	121,7	7,5	132,4	6,1	0,001
10 kHz/250 kHz	119,2	6,9	127,7	7,9	0,001

TABELLA 39.2

Rapporti multifrequenza per l'intero organismo e per l'arto inferiore dominante (INF-D) e non dominante (INF-ND) in 147 individui anziani (età  $\geq 65$  anni), e 169 individui adulti (età 30-70 anni) di entrambi i generi che hanno preso parte allo studio.

	DONNE ANZIANE (n. 87)		DONNE ADULTE (n. 89)		p
	media	DS	media	DS	
INF-D					
5 kHz/50 kHz	111,7	3,9	117,6	3,4	0,001
5 kHz/100 kHz	117,1	5,5	125,1	4,7	0,001
10 kHz/50 kHz	109,5	3,2	113,4	5,8	0,001
10 kHz/100 kHz	114,8	4,7	120,7	6,8	0,001
5kHz/250 kHz	122,7	7,3	128,3	10,5	0,001
10 kHz/250 kHz	120,2	6,5	126,3	10,4	0,001
INF-ND					
5 kHz/50 kHz	111,2	3,8	117,6	3,3	0,001
5 kHz/100 kHz	117,1	5,6	125,4	4,7	0,001
10 kHz/50 kHz	109,6	2,2	113,5	5,8	0,001
10 kHz/100 kHz	114,7	4,7	120,9	6,9	0,001
5kHz/250 kHz	122,5	9,2	132,4	6,1	0,001
10 kHz/250 kHz	120,0	8,4	127,7	7,9	0,001

Tabella 40.1

Valori di forza di presa della mano in 147 individui anziani (età  $\geq 65$  anni), e 169 individui adulti (età 30-70 anni) di entrambi i generi che hanno preso parte allo studio.

		UOMINI AZIANI (n.57)		UOMINI ADULTI (n.82)		
		media	DS	media	DS	p=
FPM Emil. D						
valore max	kg	26,1	8,9	42,3	10,2	0,001
Valore medio	kg	24,4	8,6	39,8	9,9	0,001
FPM Emil. ND						
Valore max		24,6	9,1	40,9	9,8	0,001
Valore medio		23,1	8,7	38,8	9,4	0,001

emil. D = emilato dominante, emil. ND = emilato non dominante

Tabella 40.2

Valori di forza di presa della mano in 147 individui anziani (età  $\geq 65$  anni), e 169 individui adulti (età 30-70 anni) di entrambi i generi che hanno preso parte allo studio.

		DONNE ANZIANE (n. 87)		DONNE ADULTE (n. 89)		
		media	DS	media	DS	p=
HGS emil. D						
valore max	kg	14,5	6,4	26,0	5,4	0,001
Valore medio	kg	14,3	5,8	24,4	5,3	0,001
HGS emil. ND						
Valore max		14,5	6,5	25,3	6	0,001
Valore medio		23,1	8,7	23,7	5,6	0,001

emil. D = emilato dominante, emil. ND = emilato non dominante

Tabella41.1

Correlazioni lineari semplici della forza di presa della mano con età, altezza, peso e IMC per gli emilati dominante e non dominante in 147 individui anziani (età  $\geq 65$  anni), e 169 individui adulti (età 30-70 anni) di entrambi i generi che hanno preso parte allo studio.

		FORZA DI PRESA DELLA MANO			
		UOMINI AZIANI (n.57)		UOMINI ADULTI (n.82)	
		emil. D	emil. ND	emil. D	emil. ND
Età	<i>r</i>	-0,483	-0,474	-0,619	-0,587
	<i>p</i>	0,001	0,001	0,001	0,001
Altezza	<i>r</i>	0,075	0,125	0,551	0,553
	<i>p</i>	0,592	0,371	0,001	0,001
Peso	<i>r</i>	0,075	0,123	0,402	0,447
	<i>p</i>	0,592	0,379	0,001	0,001
IMC	<i>r</i>	0,052	0,087	-0,072	-0,035
	<i>p</i>	0,713	0,538	0,520	0,752

emil. D = emilato dominante; emil. ND = emilato non dominante

Tabella 41.2

Correlazioni lineari semplici della forza di presa della mano con età, altezza, peso e IMC per gli emilati dominante e non dominante in 147 individui anziani (età  $\geq 65$  anni), e 169 individui adulti (età 30-70 anni) di entrambi i generi che hanno preso parte allo studio.

		FORZA DI PRESA DELLA MANO			
		DONNE ANZIANE (n. 87)		DONNE ADULTE (n. 89)	
		emil. D	emil. ND	emil. D	emil. ND
Età	<i>r</i>	-0,595	-0,544	-0,523	-0,587
	<i>p</i>	0,001	0,001	0,001	0,001
Altezza	<i>r</i>	0,377	0,358	0,530	0,553
	<i>p</i>	0,001	0,002	0,001	0,001
Peso	<i>r</i>	0,408	0,282	0,242	0,447
	<i>p</i>	0,001	0,017	0,025	0,001
IMC	<i>r</i>	0,184	0,035	-0,163	-0,035
	<i>p</i>	0,124	0,772	0,133	0,752

emil. D = emilato dominante; emil. ND = emilato non dominante

Tabella42.1

Correlazioni lineari semplici tra forza di presa della mano e indice bioimpedenziometrico per l'intero organismo e per l'arto superiore in 147 individui anziani (età  $\geq 65$  anni), e 169 individui adulti (età 30-70 anni) di entrambi i generi che hanno preso parte allo studio.

Indice BI	UOMINI AZIANI (n.57)		UOMINI ADULTI (n.82)		
	HGS Emil. D	HGS Emil. ND	HGS Emil. D	HGS Emil. ND	
<b>Intero organismo</b>					
5 kHz	<i>r</i>	-0,044	0,046	0,436	0,536
	<i>p</i>	0,757	0,745	0,001	0,001
10 kHz	<i>r</i>	-0,030	0,034	0,453	0,553
	<i>p</i>	0,832	0,810	0,001	0,001
50 kHz	<i>r</i>	0,035	0,027	0,506	0,607
	<i>p</i>	0,803	0,846	0,001	0,001
100 kHz	<i>r</i>	0,069	0,061	0,521	0,622
	<i>p</i>	0,621	0,667	0,001	0,001
250 kHz	<i>r</i>	0,0080	0,069	0,538	0,639
	<i>p</i>	0,568	0,622	0,001	0,001
<b>Arto superiore</b>					
5 kHz	<i>r</i>	0,153	0,144	0,418	0,450
	<i>p</i>	0,289	0,317	0,001	0,001
10 kHz	<i>r</i>	0,164	0,147	0,433	0,463
	<i>p</i>	0,254	0,307	0,001	0,001
50 kHz	<i>r</i>	0,205	0,181	0,468	0,502
	<i>p</i>	0,153	0,207	0,001	0,001
100 kHz	<i>r</i>	0,221	0,190	0,476	0,512
	<i>p</i>	0,123	0,187	0,001	0,001
250 kHz	<i>r</i>	0,240	0,212	0,450	0,492
	<i>p</i>	0,093	0,139	0,001	0,001

<sup>1)</sup>Arto superiore d'interesse=arto superiore dominante per le correlazioni con la FPM emilato dominante e arto superiore non dominante per le correlazioni con la FPM non dominante. FPM = forza di presa della mano  
Emil. = emilato; D = dominante; ND = non dominante

Tabella42.2

Correlazioni lineari semplici tra forza di presa della mano e indice bioimpedenziometrico per l'intero organismo e per l'arto superiore d'interesse<sup>1</sup> in 147 individui anziani (età  $\geq 65$  anni), e 169 individui adulti (età 30-70 anni) di entrambi i generi che hanno preso parte allo studio.

Indice BI	DONNE ANZIANE (n. 87)		DONNE ADULTE (n. 89)		
	FPM Emil. D	FPM Emil. ND	FPM Emil. D	FPM Emil. ND	
<b>Intero organismo</b>					
5 kHz	<i>r</i>	0,276	0,176	0,274	0,472
	<i>p</i>	0,021	0,142	0,011	0,001
10 kHz	<i>r</i>	0,292	0,191	0,280	0,484
	<i>p</i>	0,014	0,111	0,009	0,001
50 kHz	<i>r</i>	0,366	0,268	0,338	0,539
	<i>p</i>	0,002	0,024	0,001	0,001
100 kHz	<i>r</i>	0,394	0,298	0,353	0,556
	<i>p</i>	0,001	0,011	0,001	0,001
250 kHz	<i>r</i>	0,422	0,333	0,403	0,575
	<i>p</i>	0,001	0,005	0,001	0,001
<b>Arto superiore</b>					
5 kHz	<i>r</i>	0,412	0,347	0,332	0,224
	<i>p</i>	0,001	0,004	0,002	0,038
10 kHz	<i>r</i>	0,419	0,352	0,336	0,227
	<i>p</i>	0,001	0,003	0,002	0,036
50 kHz	<i>r</i>	0,449	0,386	0,354	0,248
	<i>p</i>	0,001	0,001	0,001	0,021
100 kHz	<i>r</i>	0,459	0,398	0,357	0,257
	<i>p</i>	0,001	0,001	0,001	0,017
250 kHz	<i>r</i>	0,467	0,424	0,351	0,277
	<i>p</i>	0,001	0,001	0,001	0,010

<sup>1)</sup>Arto superiore d'interesse=arto superiore dominante per le correlazioni con la FPM emilato dominante e arto superiore non dominante per le correlazioni con la FPM non dominante. FPM = forza di presa della mano  
Emil. = emilato; D = dominante; ND = non dominante

Tabella 43.1

Correlazioni lineari semplici tra forza di presa della mano e rapporto multifrequenza per l'intero organismo in 169 individui adulti che hanno preso parte allo studio.

		UOMINI ANZIANI		UOMINI ADULTI	
		(n. 87)		(n. 82)	
		FPM-D	FPM-ND	FPM-D	FPM-ND
<b>Intero organismo</b>					
Rapp. 5 kHz/50 kHz	<i>r</i>	0,477	0,520	0,521	0,559
	<i>p</i>	0,001	0,001	0,001	0,001
Rapp. 5 kHz/100 kHz	<i>r</i>	0,483	0,529	0,515	0,555
	<i>p</i>	0,001	0,001	0,001	0,001
Rapp. 5 kHz/250 kHz	<i>r</i>	0,505	0,545	0,519	0,544
	<i>p</i>	0,001	0,001	0,001	0,001
Rapp. 10 kHz/50 kHz	<i>r</i>	0,501	0,546	0,518	0,559
	<i>p</i>	0,001	0,001	0,001	0,001
Rapp. 10 kHz/100 kHz	<i>r</i>	0,501	0,550	0,510	0,552
	<i>p</i>	0,001	0,001	0,001	0,001
Rapp. 10 kHz/250 kHz	<i>r</i>	0,519	0,561	0,509	0,554
	<i>p</i>	0,001	0,001	0,001	0,001

FPM: forza di presa della mano D: emilato dominante; ND: emilato non dominante

Tabella 43.2

Correlazioni lineari semplici tra forza di presa della mano e rapporto multifrequenza per l'intero organismo in 169 individui adulti che hanno preso parte allo studio.

		DONNE ANZIANE (n. 87)		DONNE ADULTE (n. 82)	
		FPM-D	FPM-ND	FPM-D	FPM-ND
<b>Intero organismo</b>					
Rapp. 5 kHz/50 kHz	<i>r</i>	0,494	0,479	0,383	0,405
	<i>p</i>	0,001	0,001	0,001	0,001
Rapp. 5 kHz/100 kHz	<i>r</i>	0,512	0,503	0,367	0,375
	<i>p</i>	0,001	0,001	0,001	0,001
Rapp. 5 kHz/250 kHz	<i>r</i>	0,470	0,468	0,446	0,452
	<i>p</i>	0,001	0,001	0,001	0,001
Rapp. 10 kHz/50 kHz	<i>r</i>	0,486	0,480	0,407	0,444
	<i>p</i>	0,001	0,001	0,001	0,001
Rapp. 10 kHz/100 kHz	<i>r</i>	0,470	0,508	0,401	0,420
	<i>p</i>	0,001	0,001	0,001	0,001
Rapp. 10 kHz/250 kHz	<i>r</i>	0,456	0,468	0,443	0,454
	<i>p</i>	0,001	0,001	0,001	0,001

FPM: forza di presa della mano D: emilato dominante; ND: emilato non dominante

Tabella 44.1

Correlazioni lineari semplici tra forza di presa della mano e rapporti multifrequenza per l'arto superiore d'interesse in 169 individui adulti che hanno preso parte allo studio.

		UOMINI ANZIANI (n. 87)		UOMINI ADULTI (n.82)	
		FPM emil. D	FPM-ND	FPM-D	FPM-ND
<b>Arto superiore</b>					
Rapp. 5 kHz/50 kHz	<i>r</i>	0,543	0,467	0,583	0,587
	<i>p</i>	0,001	0,001	0,001	0,001
Rapp. 5 kHz/100 kHz	<i>r</i>	0,583	0,460	0,563	0,583
	<i>p</i>	0,001	0,001	0,001	0,001
Rapp. 5 kHz/250 kHz	<i>r</i>	0,612	0,533	0,333	0,326
	<i>p</i>	0,001	0,001	0,002	0,003
Rapp. 10 kHz/50 kHz	<i>r</i>	0,612	0,552	0,575	0,595
	<i>p</i>	0,001	0,001	0,001	0,001
Rapp. 10 kHz/100 kHz	<i>r</i>	0,611	0,481	0,549	0,578
	<i>p</i>	0,001	0,001	0,001	0,001
Rapp. 10 kHz/250 kHz	<i>r</i>	0,617	0,548	0,278	0,283
	<i>p</i>	0,001	0,001	0,011	0,010

<sup>1)</sup>Arto superiore d'interesse = arto superiore dominante per le correlazioni con la FPM emilato dominante e arto superiore non dominante per le correlazioni con la FPM non dominante

FPM: forza di presa della mano

D: emilato dominante; ND: emilato non dominante

Tabella 44.2

Correlazioni lineari semplici tra forza di presa della mano e rapporti multifrequenza per l'arto superiore d'interesse in 169 individui adulti che hanno preso parte allo studio.

		DONNE ANZIANE (n. 87)		DONNE ADULTE (n.82)	
		FPM emil. D	FPM-ND	FPM-D	FPM-ND
<b>Arto superiore</b>					
Rapp. 5 kHz/50 kHz	<i>r</i>	0,604	0,601	0,277	0,279
	<i>p</i>	0,001	0,001	0,010	0,009
Rapp. 5 kHz/100 kHz	<i>r</i>	0,591	0,603	0,265	0,287
	<i>p</i>	0,001	0,001	0,014	0,007
Rapp. 5 kHz/250 kHz	<i>r</i>	0,559	0,581	0,144	0,295
	<i>p</i>	0,001	0,001	0,184	0,006
Rapp. 10 kHz/50 kHz	<i>r</i>	0,609	0,651	0,289	0,315
	<i>p</i>	0,001	0,001	0,007	0,003
Rapp. 10 kHz/100 kHz	<i>r</i>	0,591	0,651	0,263	0,331
	<i>p</i>	0,001	0,001	0,014	0,004
Rapp. 10 kHz/250 kHz	<i>r</i>	0,548	0,594	0,122	0,294
	<i>p</i>	0,001	0,001	0,263	0,006

TABELLA 45.1

	<b>ETA</b>	<b>ALTEZZA</b>	<b>PESO</b>	<b>IMC</b>	<b>COSTANTE</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>SEE</b>
<b>HGD UOMINI</b>	0,055 (70,141)	NS	NS	NS	69,082	0,218	7,478
<b>HGD DONNE</b>	-0,335 (0,057)	0,193 (0,066)	NS	NS	12,871 (11,813)	0,412	4,29
<b>HGS UOMINI</b>	-0,561 (0,146)	NS	NS	NS	67,678 (11,075)	0,209	7,73
<b>HGS DONNE</b>	-0,319 (0,063)	0,196 (0,072)	NS	NS	10,001 (12,944)	0,346	4,72

TABELLA 45.2

<b>BIA 5/50</b>	<b>ETA</b>	<b>IB50T</b>	<b>Z550T</b>	<b>COSTANTE</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>SEE</b>
<b>HGD UOMINI</b>	NS	NS	1,455 (0,333)	-135,290 (37,160)	0,258	7,28
<b>HGD DONNE</b>	-0,216 (0,064)	0,142 (0,058)	0,706 (0,193)	-51,574 (24,368)	0,519	3,9
<b>HGS UOMINI</b>	NS	NS	1,41 (0,349)	-132,248 (38,98)	0,228	7,63
<b>HGS DONNE</b>	-0,181 (0,070)	NS	0,929 (0,209)	-73,869 (26,84)	0,457	4,30

TABELLA 45.3

<b>BIA 5/100</b>	<b>ETA</b>	<b>IB100T</b>	<b>Z5100T</b>	<b>COSTANTE</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>SEE</b>
<b>HGD UOMINI</b>	NS	NS	1,143 (0,232)	-106,886 (27,174)	0,310	7,02
<b>HGD DONNE</b>	-0,210 (0,065)	0,145 (0,055)	0,502 (0,143)	-32,595 (19,836)	0,518	3,90
<b>HGS UOMINI</b>	NS	NS	1,118	-105,809 (0,243)	0,209	7,38
<b>HGS DONNE</b>	-0,173 (0,071)	NS	0,678 (0,155)	-51,259 (21,852)	0,310	4,85

TABELLA 45.4

<b>BIA 10/50</b>	<b>ETA</b>	<b>IB50T</b>	<b>Z1050T</b>	<b>COSTANTE</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>SEE</b>
<b>HGD UOMINI</b>	NS	NS	1,801 (0,411)	-169,869 (44,993)	0,259	7,25
<b>HGD DONNE</b>	-0,204 (0,068)	0,147 (0,058)	0,879 (0,253)	-70,170 (30,857)	0,510	3,93
<b>HGS UOMINI</b>	NS	NS	1,759 (0,430)	-167,099 (47,100)	0,232	7,61
<b>HGS DONNE</b>	-0,154 (0,074)	NS	1,224 (0,272)	-106,065 (33,596)	0,460	4,29

TABELLA 45.5

<b>BIA 10/100</b>	<b>ETA</b>	<b>IB100T</b>	<b>Z10100T</b>	<b>COSTANTE</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>SEE</b>
<b>HGD UOMINI</b>	NS	NS	1,37 (0,271)	-130,267 (31,161)	0,321	6,97
<b>HGD DONNE</b>	-0,200 (0,0680)	0,150 (0,055)	0,595 (0,176)	-43,118 (23,576)	0,512	3,92
<b>HGS UOMINI</b>	NS	NS	1,348 (0,284)	-129,586 (32,703)	0,292	7,31
<b>HGS DONNE</b>	0,152 (0,074)	NS	0,850 (0,190)	-69,954 (25,757)	0,459	4,29

TABELLA 45.6

<b>BIA 5/250</b>	<b>ETA</b>	<b>IB250T</b>	<b>Z5250T</b>	<b>COSTANTE</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>SEE</b>
<b>HGD UOMINI</b>	NS	NS	0,783 (0,188)	-70,505 (23,485)	0,239	7,37
<b>HGD DONNE</b>	-0,209 (0,068)	0,159 (0,053)	0,335 (0,109)	-16,767 17,326	0,503	3,96
<b>HGS UOMINI</b>	-0,356 (0,173)	NS	0,480 (0,234)	-7,593 (38,227)	0,256	7,499
<b>HGS DONNE</b>	-0,170 (0,074)	NS	0,503 (0,119)	-33,562 (18,873)	0,445	4,35

TABELLA 45.7

<b>BIA 10/250</b>	<b>ETA</b>	<b>IB250T</b>	<b>Z10250T</b>	<b>COSTANTE</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>SEE</b>
<b>HGD UOMINI</b>	0,336 (0,165)	NS	0,592 (0,254)	-19,831 (39,545)	0,280	7,17
<b>HGD DONNE</b>	-0,207 (0,070)	0,165 (0,053)	0,368 (0,128)	-20,405 19,572	0,495	3,99
<b>HGS UOMINI</b>	-0,358 (0,172)	NS	0,547 (0,266)	-14,474 (41,330)	0,256	7,49
<b>HGS DONNE</b>	NS	0,131 (0,057)	0,715 (0,107)	-78,058 ( 12,734)	0,446	4,34

## **BIBLIOGRAFIA**

A guide for population-based approaches to increasing levels of physical activity: implementation of the WHO Global Strategy on Diet, Physical Activity and Health. Geneva, World Health Organization, 2007.

Adams W.C., 1968. Effect of a season of varsity track and field on selected anthropometric, circulatory, and pulmonary function parameter. *Res. Quart.* 39: 5-15.

Arcelli E., 2012. *Voglio Correre*. Sperling & Kupfer editore.

Australia's Physical Activity Recommendations for 12–18 Year olds [brochure].

Australia's Physical Activity Recommendations for 5–12 Year olds [brochure].

Australian Government Department of Health and Ageing, 2005. ([http://www.health.gov.au/internet/main/publishing.nsf/Content/0D0EB17A5B838081CA256F9700136F60/\\$File/youth\\_phys.pdf](http://www.health.gov.au/internet/main/publishing.nsf/Content/0D0EB17A5B838081CA256F9700136F60/$File/youth_phys.pdf), accessed 23 February 2010).

Australian Government Department of Health and Ageing, 2005. ([http://www.health.gov.au/internet/main/publishing.nsf/Content/9D7D393564FA0C42CA256F970014A5D4/\\$File/kids\\_phys.pdf](http://www.health.gov.au/internet/main/publishing.nsf/Content/9D7D393564FA0C42CA256F970014A5D4/$File/kids_phys.pdf), accessed 23 February 2010).

Axelsson M.L. & Brinberg D. 1992. The measurement and conceptualization of nutrition knowledge. *Journal of Nutrition Education*, 24, 239-246.

Barbosa-Silva, Barros, Post, Waitzberg, Heymsfield. Can bioelectrical impedance analysis identify malnutrition in preoperative nutrition? *Nutrition*

Barbosa-Silva, Barros, Wang, Heymsfield, Pierson. Bioelectrical impedance analysis: population reference values for phase angle by age and sex. *Am J Clin Nutr* 2005; 82:49-52.

Bauman A, Lewicka M, Schöppe S. *The Health Benefits of Physical Activity in Developing Countries*. Geneva, World Health Organization, 2005.

Baumgartner RN, Chumlea WC, Roche AF. Bioelectric impedance phase angle and body composition. *Am J Clin Nutr* 1988; 48:16-23.

*Be Active Your Way: A Guide for Adults*. Based on the 2008 Physical Activity Guidelines for Americans. ODPHP Publication No. U0037. Office of Disease Prevention & Health Promotion, US Department of Health and Human Services, October 2008. (<http://www.health.gov/paguidelines/pdf/adultguide.pdf>, accessed 11 January 2010).

*Be Active, Your Way, Every Day for Life! Canada's physical activity guide for older adults*.

Bonaccorsi G, Santomauro, Lorini C. L'alimentazione nell'anziano. *Ann Ig* 2013; 25 (Suppl. 1): 89-96

Bouchard C, Sheperd R.J. et al. 1990. *Exercise, fitness and health. A consensus of current knowledge*. Human Kinetic Books.

Brodie DV, Moscrip, Hutcheon. Body composition measurement: a review of hydrodensitometry, anthropometry, and impedance methods. *Nutrition* 1998; 14:296-310.

Brooks G.A., *Lactate: link between glycolytic and oxidative metabolism*. Sports

Med. 2007;37:341-343.

Brozek J, Grande F, Anderson, Keys. Densitometric analysis of body composition: revisions of some quantitative assumptions. *Ann N Y Acad Sci* 1963; 110:113-40.

Budziareck MB, Pureza Duarte RR, Barbosa-Silva MC. Reference values and determinants for handgrip strength in healthy subjects. *Clin Nutr* 2008; 27:357-62.

Burke L.M., Hawley JA, Wong SH, et al. Carbohydrates for training and competition. *J Sports Sci.* 2011;29(S1):S17-S27.

Burke L.M., Kiens B, Ivy JL. Carbohydrates and fat for training and recovery. *J Sports Sci.* 2004 Jan;22(1):15-30.

Burke LM., Nutrition strategies for the marathon : fuel for training and racing. *Sports Med.* 2007;37(4-5):344-347.

Buskirk ER. Underwater weighing and body density: a review of procedures. *Natl. Acad. Sci. Natl. Res. Council* 1961; 90-105. *Care* 2003; 6:551-555.

Casa D.J., Clarkson PM, Roberts WO. American College of Sports Medicine roundtable on hydration and physical activity: consensus statements. *Curr Sports Med Rep.* 2005;4:115-27.

Cesari M, Leeuwenburgh C, Lauretani F, Onder G, Bandinelli S, Maraldi C, Guralnik, J.M., Pahor, M., Ferrucci, L. Frailty syndrome and skeletal muscle: results from the Invecchiare in Chianti study. *Am J Clin Nutr* 2006; 83: 1142–1148.

Cha, Chertow, Gonzalez, Lazarus, Wilmore. Multifrequency bioelectrical impedance estimates the distribution of body water. *J. Appl. Physiol.* 1995; 79(4):1316-19.

Chettle DR, Fremlin. Techniques of in vivo neutron activation analysis. *Physics Med. Biol.* 1984; 29:1011-43.

Cheung CL, Nguyen US, Au E, Tan KC, Kung AW. Association of handgrip strength with chronic diseases and multimorbidity: A cross-sectional study. *Age (Dordr)*. 2012 Feb 8. [Epub ahead of print].

Cohen DD, Voss, Taylor MJD, Stasinopoulos DM, Delextrat, Sandercock GRH. Hand grip strength in English schoolchildren. *Acta Paediatrica* 2010.

Collard RM, Boter H, Schoevers RA, Oude Voshaar RC. Prevalence of frailty in community-dwelling older persons: a systematic review. *J Am Geriatr Soc* 2012; 60: 1487-1492.

communication of physical activity guidelines. World Health Organization, Western Pacific Region, 2008.

Consensus definition of sarcopenia, cachexia and pre-cachexia: joint document elaborated by Special Interest Groups (SIG) "cachexia-anorexia in chronic wasting diseases" and "nutrition in geriatrics". *Clin Nutr* 2010; 29: 154-159.

Content/health-pubhlth-strateg-phys-act-guidelines, accessed 11 January 2010).

Cook I, Alberts M, Lambert EV. Relationship between adiposity and pedometer-assessed ambulatory activity in adult, rural African women. *International Journal of Obesity*, 2008, 32: 1327–1330.

Corish CA, Kennedy NP. Anthropometric measurements from a cross-sectional survey of Irish free-living elderly subjects with smoothed centile curve. *Brit J Nutr*

2003; 89:137–145.

Costill D.L., Bowers R., Kammer W.F., 1970. Skinfold estimates of body fat among marathon runners. *Med. Sci. Sports* 2: 93-95.

Croghan NL, Pasvogel A. The influence of protein-calorie malnutrition on quality of life in nursing homes. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2003; 58: 159-164.

Cruz-Jentoft AJ, Baeyens JP, Bauer JM, et al. Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis: Report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People. *Age Ageing* 2010; 39: 412-423.

Currell K., Jeukendrup AE. Superior endurance performance with ingestion of multiple transportable carbohydrates. *Med Sci Sport Exerc.* 2008;40(2):275-281.

De Garay A.L., Levine L., Carter J.E.L., 1974. *Genetic and Anthropological Studies of Olympic Athletes.* Academic Press, Inc. New York, N.Y.

De Lorenzo AD, Andreoli A. Segmental bioelectrical impedance analysis. *Clin Nutr Metab*

Deurenberg P. International consensus conference on impedance in body composition. *Age Nutr* 1994; 5:142-5.

Dionyssiatis Y., Paspati I., Trovas G., Galanos A, Lyritis G. 2010. Association of physical exercise and calcium intake with bone mass measured by quantitative ultrasound. *BMC woman's Health.* 10:12

Ellis KJ. Innovative Non-or Minimally-Invasive Technologies for Monitoring Health and Nutritional Status in Mothers and Young Children. *J Nutr* 2001; 13:1589-95S.

España-Romero, Ortega FB, Vicente-Rodríguez, Artero Enrique, Rey JP, Ruiz JR. Elbow position affects handgrip strength in adolescents: validity and reliability of Jamar, Dynex, and TKK dynamometers. *J. Strength Condit. Res.* 2010; 24:272-77.

España-Romero., Vanesa; Ortega, Francisco B, Vicente-Rodríguez, Germán, Artero, Enrique G; Rey, J Pablo; Ruiz, Jonatan R. 2010, Elbow Position Affects Handgrip Strength in Adolescents: Validity and Reliability of Jamar, DynEx, and TKK Dynamometers.

Etheridge., T., Philp, A. and Watt, P.W. (2008) A single protein meal increases recovery of muscle function following an acute eccentric exercise bout. *Applied Physiology, Nutrition and Metabolism* 33, 483-488.

Fenten P.H., 1996. A national strategy for the promotion of physical activity; *Br J. Sports Med* , 30: 276-281

Frequency of malnutrition in older adults: a multinational perspective using the mini nutritional assessment. *J Am Geriatr Soc* 2010; 58: 1734-1738.

Fuhrman J., Ferreri DM. Fueling the vegetarian (vegan) athlete. *Curr Sport Med Rep* 2010 July/August 9(4): 234-41.

Gallagher, Ruts, Visser, Heshka, Baumgartner RN, Wang , et al. Weight stability masks sarcopenia in elderly men and women. *Am J Physiol Endocrinol Metab*2000; 279:E366-75.

Galli C., Calder PC. Effects of fat and fatty acid intake on inflammatory and immune responses: a critical review. *Ann Nutr Metab.* 2009;55(1-3):123-39. Epub 2009 Sep 15.

Garatachea N., Luque T., Gallego G. 2010. Physical activity and energy expenditure measurements using accelerometers in older adults. *Nutricion ospitaria*. 25 pp. 224-230

Giampietro M., 2009. *L'alimentazione per l'esercizio fisico e lo sport*. Roma: Il Pensiero Scientifico Editore.

Gibala M., Protein metabolism and endurance exercise. *Sports Med*. 2007;37(4-5):337-40.

Global health risks: mortality and burden of disease attributable to selected major risks. Geneva, World Health Organization, 2009.

Global Strategy on Diet, Physical Activity and Health: A framework to monitor and evaluate implementation. Geneva, World Health Organization, 2008.

Guerriero F, Sgarlata C, Rollone M. la fragilità nel paziente anziano e l'assessment geriatrico multidimensionale. In: *Alimentazione nutrizione nell'anziano*. Ed. Rondanelli. Roma: Il Pensiero Scientifico Editore 2014; 10: 97-104.

Günther CM., Bürger, Rickert, Crispin, Shultz CU. Grip strength in healthy Caucasian adults: reference values. *J. Hand Surg*. 2008, 33A:558 – 565.

Gupta D, Lammersfeld, Burrows, Dahlk, Vashi, Grutsch, Hoffman, Lis. Bioelectrical impedance phase angle in clinical practice: implications for prognosis in advanced colorectal cancer. *Am J Clin Nutr* 2004; 80:1634-38.

Gupta D, Lis, Dahlk, Vashi, Grutsch, Lammersfeld. Bioelectrical impedance phase angle as prognostic indicator in advanced pancreatic cancer. *Br J Nutr* 2004; 92:957-

62.

Handgrip strength and mortality in the oldest old population: the Leiden 85-plus study. *CMAJ* 2010; 182: 429-435.

Heaney S , O'Connor H, Gifford J, et al. 2011. Nutrition knowledge in athletes: a systematic review. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 21, 248-261.

Hickson M. Malnutrition and ageing. *Postgrad Med J* 2006; 82, 2-8.

Interventions on diet and physical activity: what works: summary report. Geneva, World Health Organization, 2009

Janssen I, Leblanc A. Systematic Review of the Health Benefits of Physical Activity in School-Aged Children and Youth. *International Journal of Behavioural Nutrition and Physical Activity*, 2009 [under review for publication].

Janssen I. 2007. Physical activity guidelines for children and youth. *Applied Physiology Nutrition and Metabolism*. 32:S109–S121.

Jessica K. Spendlove, Susan E. Heaney, Janelle A. Gifford, Tania Prvan, Gareth S. Denyer and Helen T. O'Connor Evaluation of general nutrition knowledge in elite Australian athletes. *British Journal of Nutrition*, Available on CJO 2011 doi:10.1017/S0007114511005125

Kaiser MJ, Bauer JM, R amsch C, Uter W, Guigoz Y, Cederholm T, Thomas DR, Anthony PS, Charlton KE, Maggio M, Tsai AC, Vellas B, Sieber CC; Mini Nutritional Assessment International Group.

Knechtle B., Knechtle P, Rosemann T., Senn O., 2011. What is associated with race

performance in male 100-km ultra-marathoners- anthropometry, training or marathon best time?. *J. Sports Sci.*, 1-7.

Kyle UG, Bosaeus, De Lorenzo, Deurenberg, Elia, Gómez JM, Heitmann BL, Kent-Smith, Melchior JC, Pirlich, Scharfetter, Schols AM, Pichard. Bioelectrical impedance analysis – part I: review of principles and methods. *Clin Nutr* 2004; 23(5):1226-43.

Kyle UG, Genton, Slosman DO, Pichard C. Fat-free and fat mass percentiles in 5225 healthy subjects aged 15 to 98 years. *Nutrition* 2001; 17:534-41.

Kyle UG, Piccoli A, Pichard C. Body composition measurements: interpretation finally made easy for clinical use. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 2003; 6(4):387-93.

Leyk, Gorges, Ridder, Wunderlich, Rütger, Sievert, Essfeld. Hand-grip strength of young men, women and highly trained female athletes. *Eur J Appl Physiol* 2007; 99:415-21.

Ling CH, Taekema D, de Craen AJ, Gussekloo J, Westendorp RG, Maier AB.

Lohman T.G., Roche A.F., Martorelli R. 1988. Anthropometric standardization reference manual. Champaign, IL: Human Kinetics Books.

Lohman, Roche, Martorell. Anthropometric standardization reference manual. Champaign, IL: Human Kinetics Books, 1988.

Lorenzo AD, Andreoli. Segmental bioelectrical impedance analysis. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 2003; 6(5):551-5.

Lukaski HC. Soft tissue composition and bone mineral status: evaluation by dual-

energy X-ray absorptiometry. *J Nutr* 1993; 123(2 Suppl):438-43.

Luna-Heredia, Martín-Pena, Ruiz-Galiana. Handgrip dynamometry in healthy adults. *Clin. Nutr.* 2005; 24:250-258.

Mathiowetz, Kashman, Volland, Weber, Dowe, Rogers, Grip, Strength. Normative Data for Adults. *Arch. Phys. Med. Rehabil* 1985; 66,69-74.

Maughan RJ., Depiesse F, Geyer H; International Association of Athletics Federations. The use of dietary supplements by athletes. *J Sports Sci.* 2007;25 Suppl 1:S103-13.

Morgan WD. Three decades of prompt activation in vivo. *Ann N Y Acad Sci* 2000; 904:128-33.

Morley J E, von Haehling S, Anker S D, Vellas B. From sarcopenia to frailty. *Cachexia Sarcopenia Muscle* (2014) 5:5-8.

Morley J E. Undernutrition in older adults. *Fam Pract* 2012; Suppl 1: i89-i93.

Morley JE, Vellas B, Kan G A, et al. Frailty Consensus: A Call to Action. *J Am Med Dir Assoc.* 2013; 14: 392- 397.

mortality: a systematic review and meta-analysis. *European Journal of Cardiovascular Prevention & Rehabilitation*, 2008, 15:239–46.

Muscaritoli M, Anker SD, Argilés J, Aversa Z, Bauer JM, Biolo G, Boirie Y, Bosaeus I, Cederholm T, Costelli P, Fearon KC, Laviano A, Maggio M, Rossi Fanelli F, Schneider SM, Schols A, Sieber CC.

Nagano, Suita, Fukuoka TY. The validity of bioelectrical impedance phase angle for nutritional assessment in children. *J Pediatr Surg* 2000; 35:1035-9.

National Physical Activity Guidelines for Adults. Australian Government Department of Health and Ageing, 2005. (<http://www.health.gov.au/internet/main/publishing.nsf/>)

Nestlé Nutrition Institute. Mini Nutritional Assessment (MNA). <http://www.mna-elderly.com/>.

Neu CM, Rauch, Rittweger, Manz, Schoenau. Influence of puberty on muscle development at the forearm. *Am. J. Physiol. Endocrinol. Metab.* 2002; 283:103-107.

Noakes TD., Sharwood K, Speedy D, et al., 2005. Three independent biological mechanisms cause exercise-associated hyponatremia: evidence from 2,135 weighed competitive athletic performances. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 102: 18550– 18555.

Nocon M et al. Association of physical activity with all-cause and cardiovascular

Norman , Stobäus , Gonzalez, Schulzke, Pirlich. Hand grip strength: Outcome predictor and marker of nutritional status. *Clin Nutr* 2011; 30:135-42.

Norman, Schütz, Kemps, Josef Lübke, Lochs, Pirlich. The subjective global assessment reliably identifies malnutrition-related muscle dysfunction. *Clin Nutr* 2005; 24(1):143-50.

Norman, Stobäus, Zocher, Bosy-Westphal, Szramek, Scheufele, et al. Cutoff percentiles of bioelectrical phase angle predict functionality, quality of life, and mortality in patients with cancer. *Am J Clin Nutr* 2010.

Nutrition for Athletics, a practical guide to eating and drinking for health and performance in track and field. Based on an IAAF conference held in Monaco in april 2007.

Nutritional assessment of residents in long-term care facilities (LTCFs): recommendations of the task force on nutrition and ageing of the IAGG European region and the IANA. *J Nutr Health Aging* 2009; 13:475-483.

Organ LW, Bradham GB, Gore DT, Lozier SL. Segmental bioelectrical impedance analysis: theory and application of a new technique. *J Appl Physiol* 1994; 77(1):98-112.

Pacific physical activity guidelines for adults: framework for accelerating the

Paterson D, Warburton D. Physical activity and functional limitations in older adults: a systematic review related to Canada's Physical Activity Guidelines. *International Journal of Behavioural Nutrition and Physical Activity*, 2009 [under review for publication].

Paterson DH, Jones GR, Rice CL. Ageing and physical activity: evidence to develop exercise recommendations for older adults. *Applied Physiology, Nutrition and Metabolism*, 2007, 32:S69–S108.

Physical Activity Guidelines Advisory Committee (PAGAC). Physical Activity Guidelines Advisory Committee Report, 2008. Washington, DC, US Department of Health and Human Services, 2008.

Physical Activity Guidelines for Americans 2008. Office of Disease Prevention & Health Promotion, US Department of Health and Human Services, October 2008. ([www.health.gov/paguidelines](http://www.health.gov/paguidelines), accessed 11 January 2010).

Piccoli A, Brunani, Savia, Pillon, Favaro, Berselli, Cavagnini. Discriminating between body fat and fluid changes in the obese adult using bioimpedance vector analysis. *Int. J. Obesity* 1998; 22:97-104.

Piccoli A, Rossi, Pillon, Bucciante. Body fluid overload and bioelectrical impedance analysis in renal patients. *Miner. Electrolyte Metab.* 1996; 22:76-78.

Piccoli A. Identification of operational clues to dry weight prescription in hemodialysis using bioimpedance vector analysis. *Kidney Int.* 1998; 53:1036-1043.

Pieterse, Manandhar, Ismail. The association between nutritional status and handgrip strength in older Rwandan refugees. *Eur. J. Clin. Nutr.* 2002; 56:933-939.

Pietrobelli, Wang, Formica, Heymsfield. Dual-energy X-ray absorptiometry: fat estimation errors due to variation in soft tissue hydration. *Am J Physiol* 1998; 274(5 Pt 1):E 808-16.

Pollock M.L., Gettman L.R., Jackson A., Ayres J., Ward A., Linnerudl A.C., 1977. Body composition of elite class distance runners. *Ann. N.Y. Acad. Sci.* 301:361-370.

Preventing chronic diseases: a vital investment. Geneva, World Health Organization, 2005.

Preventing noncommunicable disease in the workplace through diet and physical activity. WHO/World Economic Forum report of a joint event. Geneva, World Health Organization, 2008.

Raguso CA, Kyle U, Kossovsky MP, Roynette, Paoloni-Giacobino, Hans, et al. A 3-year longitudinal study on body composition changes in the elderly: role of physical exercise. *Clin Nutr* 2006; 25:573-80.

Randall J. 1992. Variability of some objective measures of physical activity, *Med Sci Sport Exerc.* vol 24, n. 10, 1167-1172.

Resolution WHA57.17. Global Strategy on Diet, Physical Activity and Health. In: Fiftyseventh World Health Assembly, Geneva, 17–22 May 2004. Resolutions and decisions, annexes. Geneva, World Health Organization, 2004.

Rodriguez NR., DiMarco NM, Langley S; American Dietetic Association; Dietitians of Canada; American College of Sports Medicine. Position of the American Dietetic Association, Dietitians of Canada, and the American College of Sports Medicine: Nutrition and athletic performance. *J Am Diet Assoc.* 2009 Mar;109(3):509-27.

Rolland Y, Dupuy C, Abellan van Kan G, Gillette S, Vellas B. Treatment strategies for sarcopenia and frailty. *Med Clin North Am* 2011; 95: 427-438.

Rondanelli M, Monteferrario F, Perna S. Sarcopenia. In: *Alimentazione nutrizione nell'anziano*. Ed. Rondanelli. Roma: Il Pensiero Scientifico Editore 2014; 21: 197-208.

Rondanelli M, Monteferrario F. valutazione dello stato di nutrizione. In: *Alimentazione nutrizione nell'anziano*. Ed. Rondanelli. Roma: Il Pensiero Scientifico Editore 2014; 11: 107-111.

Rondanelli M, Naso M, Perna S, Monteferrario F. I cambiamenti nella composizione corporea associati all'invecchiamento. In: *Alimentazione nutrizione nell'anziano*. Ed. Rondanelli. Roma: Il Pensiero Scientifico Editore 2014; 1: 3-6.

Roubenoff, Kehayias, Dawson-Hughes, Heymsfield SB. Use of dual-energy X-ray absorptiometry in body composition studies: not yet a “gold standard”. *Am J Clin*

Nutr 1993; 58(5):589-91.

Salva A, Coll-Planas L, Bruce S, De Groot L, Andrieu S, Abellan G, Vellas B; Task Force on Nutrition and Ageing of the IAGG and the IANA, Andrieu S, Bartorelli L, Berner YN, Bruce S, Corman B, Domingo A, Egger TP, de Groot L, Guigoz Y, Imedio A, Planas M, Porras C, Rovira JC, Salvà A, Serra JA, Vellas B.

Sarhill, Mahmoud FA, Christie, Tahir. Assessment of nutritional status and fluid deficits in advanced cancer. *Am J Hosp Palliat Care* 2003; 20:456-73.

Sartorio, Lafortuna CL, Pogliaghi, Trecate. The impact of gender, body dimension and body composition on handgrip strength in healthy children. *Journal of Endocrinological Investigation* 2002; 25:431–435.

Sawka MN., Burke LM, Eichner ER, et al., 2007. American College of Sports Medicine position stand. Exercise and fluid replacement. *Med Sci Sports Exerc*, 39: 377–390.

Scalfi L, Santaniello MG. Forza di presa della mano e stato di salute nell'anziano. In: *Alimentazione nutrizione nell'anziano*. Ed. Rondanelli. Roma: Il Pensiero Scientifico Editore 2014;14: 131-137.

Schiavon M., Micheli P, Bordin D, Pasini W 2006. L'idratazione dello sportivo. Articolo originale per la Biblioteca dello Sport di Padova.

School policy framework: implementation of the WHO global strategy on diet, physical activity and health. Geneva, World Health Organization, 2008.

Schröder S., Fischer A, Vock C, Böhme M, Schmelzer C, Döpner M, Hülsmann O, Döring F. Nutrition concepts for elite distance runners based on macronutrient and

energy expenditure. *J Athl Train.* 2008 Sep-Oct;43(5):489-504.

Schwenk, Beisenherz, Römer, Kremer, Salzberger B, Elia M. Phase angle from bioelectrical impedance analysis remains an independent predictive marker in HIV-infected patients in the era of highly active antiretroviral treatment. *Am J Clin Nutr* 2000; 72:496-501.

Selberg O, Selberg D. Norms and correlates of bioimpedance phase angle in healthy human subjects, hospitalized patients, and patients with liver cirrhosis. *Eur J Appl Physiol* 2002; 86:509-16.

Shen W, Wang Z, Punyanita M, Lei J, Sinav A, Kral JC, Imielinska C, Ross R, Heymsfield SB. Adipose tissue quantification by imaging methods: a proposed classification. *Obes Res* 2003; 11(1):5-16.

Shephard R., Astrand P.O., 2000. *Endurance in sports. Second edition.* Blackwell Science.

Shirreffs SM., Casa DJ, Carter R 3rd; International Association of Athletics Federations. Fluid needs for training and competition in athletics. *J Sports Sci.* 2007;25 Suppl 1:S83-91.

SINU, Società Italiana di Nutrizione Umana. LARN: Livelli di Assunzione di Riferimento di Nutrienti ed Energia per la popolazione Italiana. Bologna: Documento di sintesi per il XXXV Congresso Nazionale SINU, 2012.

Siri WE. Body composition from fluid spaces and density: analysis of methods. *Natl. Acad. Sci. Natl. Res. Council* 1961; 223-24.

Sofi F et al. Physical activity during leisure time and primary prevention of coronary

heart disease: an updated meta-analysis of cohort studies. *European Journal of Cardiovascular Prevention & Rehabilitation*, 2008, 15:247–57.

Sprynarosa A., Parizkova J., 1971. Functional capacity and body composition in top weight-lifters, swimmers, runners, and skiers. *Int. Z. Angew. Physiol.* 29: 184-194.

Steyn K et al. 2005. Risk factors associated with myocardial infarction in Africa: the INTERHEART Africa study. *Circulation*. 112(23):3554–3561.

Suni J., Husu P., Rinne M. 2010. Fitness for health: the ALPHA-FIT test battery for adults aged 18-69. European Union, DG Sanco and UKK Institute.

Tepper B.J., Choi J-S. & Nayga R.M. (1997). Understanding food choices in adult men: influence of nutrition knowledge, food beliefs and dietary restraint. *Food Quality Preferences*, 8, 307-317.

The global burden of disease: 2004 update. World Health Organization, Geneva, 2008.

Timothy G Lohman., Alex F Roche; Reynaldo Martorell , 1988. Anthropometric standardization reference manual.

UKK Institute's Physical Activity Pie. UKK Institute, Finland, 2009. <http://www.ukkinstituutti.fi/en/liikuntavinkit/1004>, accessed 11 January 2010).

Vaz, Thangam, Prabhu, Shetty PS. Maximal voluntary contraction as a functional indicator of adult chronic undernutrition. *Br J Nutr*1996; 76:9-15.

Wang ZM, Pierson RN, Heymsfield SB. The five-level model: a new approach to organizing body-composition research. *Am J Clin Nutr* 1992; 56(1):19-28.

Wang, ZM, Deurenberg P, Wang W, Pietrobelli A, Baumgartner RN, Heymsfield SB. Hydration of fat-free mass: review and critique of a classic body composition constant. *Am J Clin Nutr* 1999; 69:833-41.

Warburton D et al. A systematic review of the evidence for Canada's Physical Activity Guidelines for Adults. *International Journal of Behavioural Nutrition and Physical Activity*, 2009 [under review for publication].

Warburton D et al. Evidence-informed physical activity guidelines for Canadian adults. *Applied Physiology Nutrition and Metabolism*, 2007, 32:S16–S68.

Wells JCK., Douros, Fuller, NJ, Elia, Dekker, Assessment of body volume using three-dimensional photonic scanning. *Ann. N. Y. Acad. Sci* 2000; 904:247-54.

Wendland BE, Greenwood CE, Weinberg I, Young KW. Malnutrition in institutionalized seniors: the iatrogenic component. *J Am Geriatr Soc* 2003; 51: 85-90.

WHO Handbook for guideline development,2009. Geneva, World Health Organization.

Wind AE, Takken, Helder PJM., Engelbert RHH. Is grip strength a predictor for total muscle strength in healthy children, adolescents, and young adults. *Eur. J. Pediatr.* 2010; 169:281-287.

Woo J, Ho SC, Sham A. Longitudinal changes in body mass index and body composition over 3 years and relationship to health outcomes in Hong Kong Chinese age 70 and older. *J Am Geriatr Soc* 2011; 49: 737-746.

World Health Report 2002: Reducing risks, promoting healthy life. Geneva, World Health Organization.

World report on child injury prevention. World Health Organization, UNICEF, 2008.

Yamada, Watanabe, Ikenaga, Jokojama, Joshida, Morimoto, Kimura. Comparison of single-or multifrequency bioelectrical analysis and spectroscopy for assessment of appendicular skeletal muscle in the elderly. *J. Appl. Physiol.* 2013; 115:812-18.

Zouhal H., Groussard C, Minter G, Vincent S., Cretual A., Gratas-Delamarche A., Delamarche P., Noakes T.D., 2011. Inverse relationship between percentage body weight change and finishing time in 643 forty-two-kilometer marathon runners. *Br J. Sports Med.* 45:1101-1105.