



#### NOTE SULL'AUTORE

##### Gherardo Bertocchi

Laureato in Scienze Motorie e Sportive, Master in Osteopatia, Laureato in Attività Motorie Preventive e Adattate con 110 e lode. Responsabile tecnico-Scientifico nazionale Fit and go gherardo.bertocchi@gmail.com



#### NOTE SULL'AUTORE

##### Alessandro Naspini

Laureato in Scienze Motorie e Sportive, studente di Osteopatia all'ultimo anno. Store Manager Fit and go Fleming.



#### NOTE SULL'AUTORE

##### Erika Tiberi

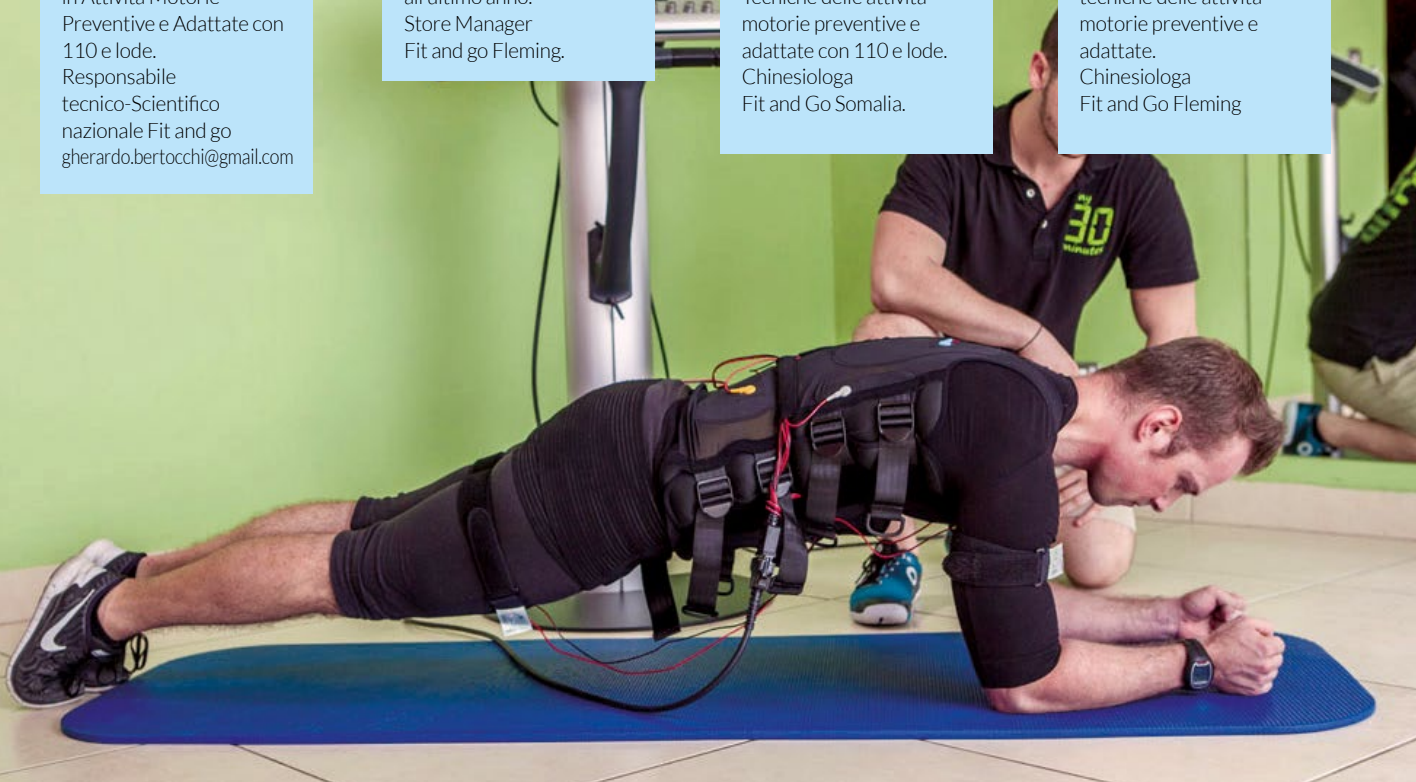
Laureata in Scienze Motorie e Sportive, laureata in Scienze e Tecniche delle attività motorie preventive e adattate con 110 e lode. Chinesiologa Fit and Go Somalia.



#### NOTE SULL'AUTORE

##### Michela Zicchieri

Laureata in Scienze Motorie e Sportive, laureanda in Scienze e tecniche delle attività motorie preventive e adattate. Chinesiologa Fit and Go Fleming



# EMS WHOLE BODY: EFFETTI INDOTTI SULLA FORZA ESPLOSIVA, FORZA RESISTENTE E COMPOSIZIONE CORPOREA

di Gherardo Bertocchi, Alessandro Naspini, Erika Tiberi, Michela Zicchieri

Nella vita di tutti i giorni il nostro sistema nervoso centrale invia costantemente impulsi elettrici per controllare le azioni muscolari. L'elettrostimolatore usa questo principio fisiologico, ed è in grado di intensificare il processo per raggiungere gli strati muscolari più profondi che sono difficili da attivare attraverso l'allenamento tradizionale<sup>1</sup>.

## 1. EMS: FORZA RESISTENTE E COMPOSIZIONE CORPOREA

La stimolazione elettrica, soprattutto quella a bassa frequenza (a meno di 1 kHz), è utilizzata in numerosi campi, che comprendono sia applicazioni mediche e terapeutiche, sia applicazioni sportive e funzionali.

Altri settori di applicazione sono la riduzione della tensione, il rilassamento muscolare e il massaggio.

Il full body con EMS è una forma di allenamento molto interessante, poiché tutti i gruppi muscolari possono essere stimolati a vari livelli.

Ciò procura un'elevata flessibilità nel controllo dell'intensità di allenamento per singoli gruppi muscolari, e riduce il tempo (da 15 a 20 minuti). Con l'allenamento full body con EMS a bassa frequenza si possono perseguire vari obiettivi, pertanto questo metodo è utile in uguale misura sia per atleti amatoriali sia per quelli agonistici ad alto livello.

Numerosi studi hanno dimostrato che l'elettrostimolazione muscolare, intesa come metodo



allenante, può essere efficacemente utilizzata anche per aumentare la forza e la resistenza muscolare sia negli individui non allenati sia in quelli orientati al fitness.

Specialmente nell'allenamento della forza, l'EMS potenzia le contrazioni muscolari volontarie, sia statiche (isometriche) in una data posizione, sia dinamiche per una specifica escursione articolare (ROM)<sup>2</sup>.

### 2. STATO ATTUALE DELLA RICERCA

Nello studio (Wolfgang Kemmler et al, 2013), è stato valutato come l'EMS whole body possa migliorare la composizione corporea, forza e densità ossea in soggetti sarcopenici. Sono state prese settantasei donne magre e non sportive (75 ± 4 anni), assegnate a un gruppo WB-EMS (WB-EMS, n = 38) che hanno eseguito 18 minuti di WB-EMS (bipolare, 85 Hz) con 3 sessioni in 14 giorni (1,5 sessioni / settimana).

È stato preso un gruppo di controllo con donne semi-attive (aCG, n = 38), valutando la composizione corporea mediante assorbimetria a raggi X, più la forza massima valutata usando tecniche isometriche per tronco e gambe.

Dopo 54 settimane alla fine del protocollo, è stato evidenziato un miglioramento in entrambe i gruppi, con modificazione della componente forza e composizione corporea. Considerando l'efficacia clinica e l'impatto della sarcopenia sulla qualità di vita e la buona accettazione di questa tecnologia nel gruppo delle donne anziane non sportive, è possibile affermare che l'allenamento con l'elettromiostimolazione può essere meno spiacevole rispetto a protocolli convenzionali<sup>3</sup>.

La metodica è stata oltremodo applicata nel calcio professionistico: nello studio di (Heinz Klainoder et al, 2013) è stato osservato come i risultati sottolineino l'importanza della forza massima per quanto riguarda le azioni in velocità specifiche del calcio<sup>4,5</sup>. L'incremento significativo della forza massima in questo studio si riflette in uno sviluppo positivo, significativo di forza del salto, velocità dell'allungo e velocità del tiro. Alcuni autori motivano l'aumento della forza massima grazie all'EMS e l'aumentata velocità di movimento ed esplosività che ne deriva da un migliorato del direzionamento della muscolatura e da un reclutamento privilegiato delle fibre muscolari rapide di tipo II. Attraverso un periodo di studio di 18 settimane non si è potuto documentare alcun aumento significativo del peso corporeo e del volume muscolare. Un incremento della for-

za massima senza crescita muscolare indica allo stesso modo un accresciuto adattamento neuro-nale; a riprova di quanto sinora detto, il fatto che non vi è alcuna reazione significativa dell'IGF-1, che può essere un indicatore per la struttura muscolare, allo stimolo dell'allenamento con EMS<sup>6,7</sup>. L'allenamento con EMS associato ai contenuti specifici per il calcio può integrare la struttura abituale del carico in questo sport e, di conseguenza, consentire incrementi prestazionali

anche ad atleti ancora altamente allenati. I risultati dimostrano che il rendimento specifico di calciatori professionisti può essere elettivamente incrementato con sole 2 unità di allenamento full body con EMS di 12 minuti ciascuna, oltre a 6-7 unità di allenamento calcistico settimanali. Grazie al risparmio di tempo e alla sua efficacia, il full body con EMS è un'alternativa molto promettente all'allenamento della forza tradizionale nello sport ad alte prestazioni. Per motivare nel dettaglio ulteriori effetti del full body con EMS sul rendimento, l'azione terapeutica di questo metodo sul piano cellulare è attualmente in corso di esame in ulteriori studi presso la Scuola Superiore Tedesca di Sport di Colonia<sup>8,9</sup>.

L'EMS a bassa frequenza può essere efficacemente utilizzata anche per aumentare la forza sia negli individui non allenati sia in quelli orientati al fitness. Il miglioramento medio della massima forza isometrica dopo l'allenamento con EMS per soggetti non allenati era pari al 23,5%. Si dovrebbe sottolineare che questo tipo di allenamento non provoca l'elevato stress articolare associato all'allenamento meccanico, che lo sforzo può essere variato dolcemente, e che l'allenamento in posizioni angolate variabili può essere compiuto senza sforzo. Sono inoltre possibili combinazioni con altri metodi di allenamento della forza. L'allenamento misto (ipertrofia da macchina) combinato con EMS mostra i maggiori effetti sulla forza massima (Kreuzer et al, 2006). L'allenamento isocinetico (eccentrico e concentrico) combinato con EMS aumenta la massa muscolare del 10% in otto settimane circa (Ruther et al, 1995; Stevenson et al, 2001).

In sport agonistici ad alto livello, gli atleti di diverse discipline hanno presentato la massima forza isometrica aumentata tra il 15% e il 40%, con una media del 32,6% (Filipovic et al, 2011). Nuotatori agonisti hanno conseguito miglioramenti della MCV (massima contrazione volontaria) in contrazioni eccentriche e concentriche del

muscolo grande dorsale e del quadricipite femorale e un miglioramento dei tempi nel nuoto a stile libero (Pichonet al, 1995). Per quanto concerne velocità di contrazione e prestazioni, diversi autori confermano un effetto positivo sulla velocità di contrazione (Alon et al, 1987; Balogun et al, 1993; Cabric et al, 1987). Inoltre, gruppi di allenamento con EMS hanno dimostrato un notevole progresso in termini di velocità dei movimenti, migliorando così in modo significativo le prestazioni (Kleinöder, 2007). Una combinazione di allenamento classico della forza (ipertrofia) e allenamento con EMS aumenta entrambi i fattori prestazionali (velocità dei movimenti e forza) (Cabric et al 1987; Dörmann 2011). Ciò è particolarmente significativo per le prestazioni sportive, come la velocità, il fattore decisivo in molti sport, che può essere migliorato in un breve periodo di tempo. Esaminando le prestazioni di sprint e salto dopo l'allenamento con EMS, gli studi in materia dimostrano incrementi di velocità del 3,1% in un periodo di tre settimane per atleti impegnati in sport agonistici ad alto livello. Brocherie et al hanno migliorato tempi di sprint su 10 m per giocatori di hockey su ghiaccio del 4,8%. Nel nuoto, il tempo sui 25 m è stato ridotto dell'1,3%, e il tempo nei 50 m a stile libero dell'1,45% (Pichon et al.1995). Nell'allenamento della forza combinato (pliometrica/EMS), Herrero et al (2006) hanno conseguito una riduzione del 2,3% del tempo

dello sprint sui 20 m in soggetti non allenati. La capacità di salto dopo l'allenamento con EMS ha dimostrato miglioramenti compresi tra il 2,3% e il 19,2% dopo l'allenamento isometrico con EMS (media del +10%), e tra il 6,7% e il 21,4% dopo l'allenamento dinamico con EMS (Babault et al, 2007; Kots et al, 1971; Mafuletti et al, 2000; Paillard, 2008).

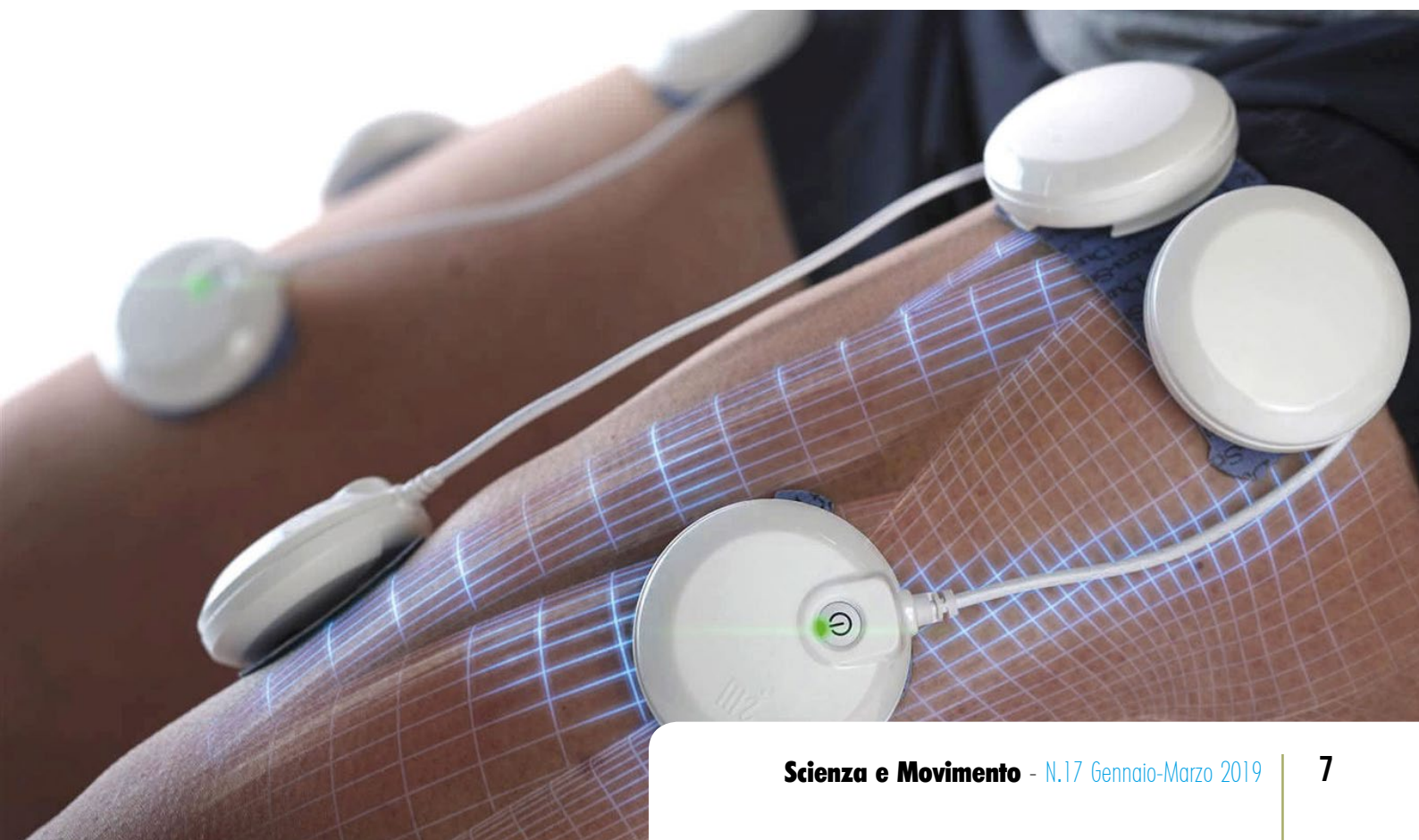
Dopo l'allenamento con EMS combinato con quello classico della forza, la letteratura indica miglioramenti delle prestazioni di salto medie dell'11,2 ± 5,5% (Mafuletti et al, 2000; Herrero et al, 2006).

### 3. IPOTESI DI STUDIO

Il presente studio pilota è stato svolto presso la sede di Fit And Go, Roma Fleming.

Partendo da alcuni studi precedenti, sono stati analizzati gli effetti indotti da 3 protocolli di allenamento, rafforzamento base, avanzato e metabolico, effettuati tramite elettrostimolazione, con cadenza settimanale per tre mesi di allenamento.

L'obiettivo del presente studio è stato quello di esaminare l'applicabilità di un'elettrostimolazione muscolare full body dinamica, a bassa frequenza, alle capacità in termini di forza esplosiva e forza resistente, indagando sull'effetto modulatore dell'EMS monitorando la composizione corporea dei soggetti presi in esame.



### 4. MATERIALI

DATI TECNICI: Informazioni Macchina - Nome Miha Bodytec II

Prodotto da miha bodytec GmbH, Siemensstr. 1, 86368 Gersthofen

- Dimensioni (unità operativa) 42,5 x 27 x 7 (LxLxA in cm) / Dimensioni (complete) 70 x 100 x 52 (LxLxA in cm) / Dimensioni (trasformatore) 7,5 x 18 x 4,5 (LxLxA in cm).
- Peso (unità operativa) 4,9 kg / Peso (trasformatore) 0,5 kg / Peso (base) 3,6 kg / Peso (piastra alla base) 10,3 kg / Peso (manubrio) 2,5 kg / Peso (totale) 23,1 kg / Peso (giubbotto elettrodi con cavi) 1,3 kg / Peso (elettrodi glutei) 0,2 kg / Peso (elettrodi braccia/gambe) „1 kg.
- Alimentazione (trasformatore) 100-240V ~ 47 - 63Hz / Alimentazione (unità di controllo) 16V - 18V.
- Consumo corrente 3.0 A per 16V; 2.8 A per 18V
- Temperatura di utilizzo consentita +18 °C fino a +28 °C
- Umidità consentita 10% fino a 85%
- Numero di programmi predefiniti 15 / Numero di programmi memorizzabili 4 / Numero di canali 10; impulsi in uscita in modalità multiplex
- Livello di picco massimo della tensione di uscita 160V
- Ampiezza di impulso impostabile 50 µs fino a 400 µs a intervalli di 25
- Tempo di rampa impulso impostabile 0,0 sec fino a 1,0 sec a intervalli di 0,1 sec
- Frequenze impostabili 2,0 Hz fino a 10,0 Hz a intervalli di 0,5 Hz; 10,0 Hz fino a 150,0 Hz a intervalli di 1,0 Hz
- Pausa impulsi impostabile 0,0 sec fino a 10,0 sec a intervalli di 0,1 sec
- Durata impulso impostabile 0,5 min fino a 5,0 min a intervalli di 0,5 min
- Impostazioni specifiche tempo 0,5 min fino a 5,0 min a intervalli di 0,5 min; 5,0 min fino a 30,0 min a intervalli di 1,0 min; 30,0 min fino a 60,0 min a intervalli di 2,0 min
- Densità di corrente effettiva per cm<sup>2</sup> di **sup. elettrodo** 0,27 mA r.m.s / cm<sup>2</sup> (per 1 kOhm)
- Valori in uscita effettivi  $U_{eff} = 17 V$  a 1 kOhm (17 mA)
- Il livello di picco massimo di tensione di uscita  $U = 75 V$  (1 kOhm).

La potenza di uscita dei segnali è sempre costante. Assumendo un'impedenza di carico di 1 kOhm, questo produce una corrente di intensità 17 mA r.m.s. Il rapporto tra corrente e tensione varia a seconda dell'impedenza e la potenza di uscita e la potenza di uscita rimane costante. La tensione di uscita non contiene componente DC.



## CHE COS'È L'ANALISI D'IMPEDENZA BIOELETTRICA (BIA)

L'analisi d'Impedenza Bioelettrica (BIA) effettuata con gli strumenti della linea INBODY fornisce una descrizione dettagliata della composizione corporea.

I tessuti del nostro organismo, i muscoli, la componente grassa e le ossa conducono la corrente in maniera diversa, essendo caratterizzati da una propria specifica impedenza (forza che il corpo oppone al passaggio di una corrente alternata di piccolissima entità e ad alta frequenza). La BIA valuta l'impedenza delle varie componenti del nostro corpo, misurando la massa magra corporea e il grasso corporeo attraverso la valutazione dell'acqua corporea. È un metodo rapido, non invasivo, indipendente dall'operatore e perciò ripetibile e confrontabile.

### PARAMETRI:

Peso (kg) - Massa grassa totale e segmentale (kg) - Percentuale di grasso corporeo (% - kg) Massa magra priva di grasso totale e segmentale (kg) - Massa muscolare scheletrica (kg) Acqua corporea totale (kg) - Rapporto vita/fianchi - Tasso metabolico basale (kcal) Indice di massa corporea (kg/m<sup>2</sup>) - Valori di impedenza segmentale (Ω) - Minerali - Punteggio InBody.

### SPECIFICHE TECNICHE

Misure: 392 (W) × 434 (L) × 55.2 (H): mm 393 (W) × 516 (L) × 732 (H): mm con stand  
 Peso: 4,3 kg 5,7 kg con stand - Frequenze: 20 kHz, 100 kHz.  
 Portata peso: 5 - 250 kg - Portata altezza: 50 - 300 cm - Intervallo età: 3 - 99 anni -  
 Durata esame: 17 sec. - Proteine - Livello Grasso Viscerale - Grado di obesità.

## 5. METODI

Sono stati presi soggetti sani e giovani di età compresa tra 20-35 anni, di sesso maschile e femminile, non sedentari.

Durata: 3 mesi (12 settimane)

Frequenza: 1 volta a settimana

Durata seduta singola: 25'

## PROGRAMMI UTILIZZATI:

Lo studio è stato effettuato per 12 settimane, suddivise rispettivamente:

### • Nelle prime 4 settimane:

1. rafforzamento base 25' nella prima e terza seduta;
2. rafforzamento base 20' + programma metabolico 5' nella seconda e quarta seduta

### • Nelle seconde 8 settimane:

1. rafforzamento avanzato 25' nella prima e nella terza seduta;
2. rafforzamento avanzato 20' + programma metabolico 5' nella seconda e quarta seduta.

## TEST UTILIZZATI PER RACCOLTA DATI:

### • Forza resistente:

1. squat a muro: verrà chiesto al soggetto di posizionarsi con le spalle poggiate al muro effettuando una posizione di squat chiedendogli di rimanere più tempo possibile;
2. squat jump fino ad esaurimento: verrà chiesto al soggetto di effettuare gli squat jump fino a una soglia di esaurimento.

### • Forza esplosiva:

1. sergeant test: dalla stazione eretta, col fianco rasente un muro, segnare col braccio disteso il punto più alto del muro che si riesce a toccare con le dita. Quindi assumere la posizione di gambe semipiegate a 90°, fermarsi qualche secondo ed effettuare un balzo segnando con le dita sul muro l'altezza raggiunta. Dopo un adeguato recupero, effettuare il test altre due volte;
2. salto in lungo da fermo: il test viene effettuato partendo da una posizione fissa. Si chiede al soggetto di effettuare un salto con una spinta in avanti utilizzando il massimo della forza.

## TEST STATISTICI

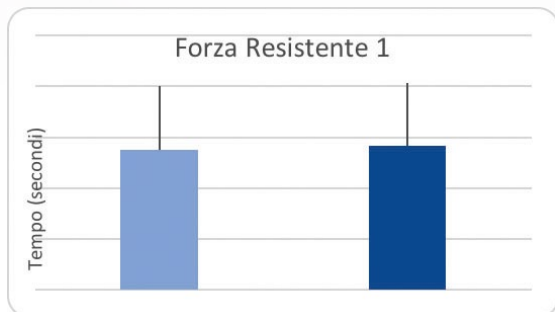
I risultati sono stati espressi come media aritmetica ± deviazione standard (SD). L'analisi statistica delle differenze fra gruppi indipendenti è stata realizzata attraverso unpaired, two-tailed Student's t-test; e p values < 0,05 (\*), < 0,01 (\*\*), sono stati considerati significativi.

<b>Rafforzamento base</b>	<b>20' - 85Hz</b>	<b>4s 4s 0,4 s 350 μs</b>
<b>Rafforzamento avanzato</b>	<b>20' - 85 Hz</b>	<b>4s 4s 0,4 s 350 μs</b>
<b>Metabolismo</b>	<b>20' - 7 Hz</b>	<b>Continua 0 s 0 s 350 μs</b>

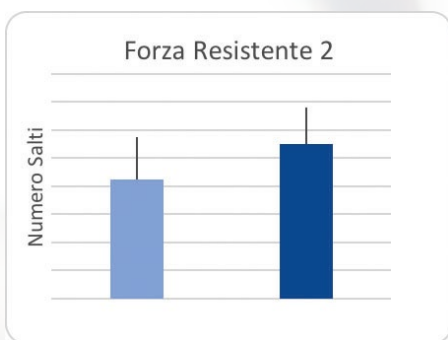


6. RISULTATI

FORZA RESISTENTE

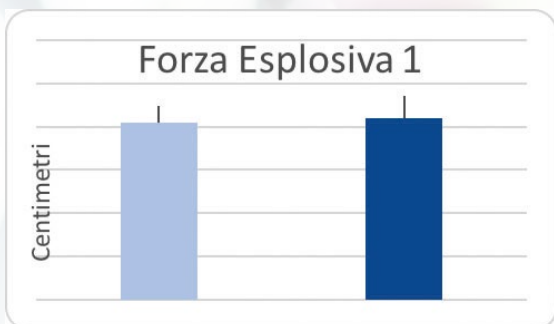


Il **grafico 1** mette a confronto la media (+/-DS) del tempo massimo in isometria prima dell'esposizione al protocollo (istogramma celeste) e dopo le 12 settimane di allenamento (istogramma blu). Sull'asse delle ordinate è riportato il tempo espresso in secondi. L'allenamento ha determinato un minimo aumento, seppur non statisticamente significativo della forza isometrica.

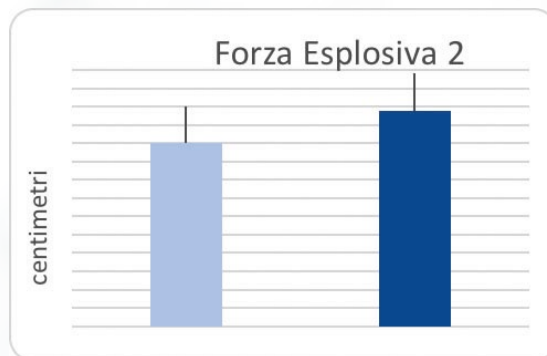


Il **grafico 2** riporta la media (+/-DS) del numero dei salti fino a una soglia massima di esaurimento, effettuati prima (istogramma celeste) e dopo le 12 settimane di allenamento (istogramma blu). Sull'asse delle ordinate è riportato a livello quantitativo il numero dei salti effettuati. Anche in questo caso, l'allenamento ha determinato un miglioramento, seppur non statisticamente significativo, della forza resistente.

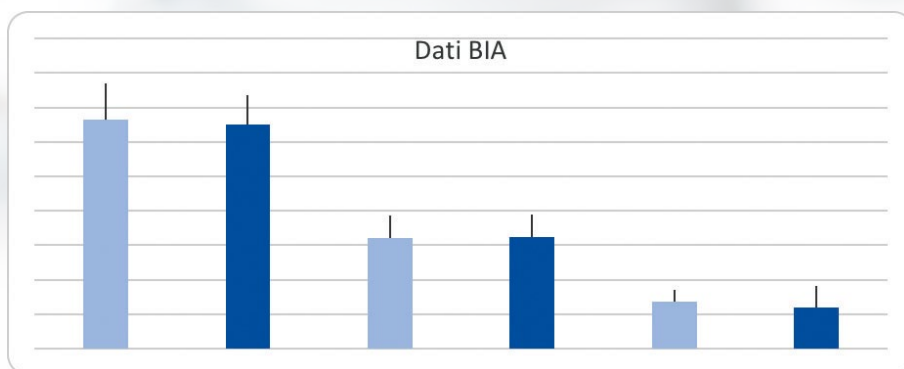
FORZA ESPLOSIVA



Il **grafico 3** rappresenta la media (+/-DS) del Searget test. Sull'asse delle ascisse è riportata la media della differenza dei centimetri tra i 3 salti, mentre sull'asse delle ordinate è riportata come unità di misura il centimetro. Il grafico mostra come prima dell'allenamento (istogramma celeste) e dopo l'esposizione al protocollo (istogramma blu) non vi sia una differenza riguardo i centimetri saltati.



Il **grafico 4** riporta la media (+/- DS) del salto in lungo. Sull'asse delle ascisse è riportata la media. Come si può notare, l'allenamento determina un miglioramento, seppur non statisticamente significativo, della forza esplosiva.



## 7. CONCLUSIONI

Il lavoro sperimentale portato avanti in questo studio ha condotto a una serie di risultati, attraverso l'analisi dei parametri misurati prima, durante e dopo il periodo di allenamento. Il tutto, prendendo in considerazione la forza esplosiva, resistente e analisi della composizione corporea.

Le prove di forza resistente evidenziano un aumento non statisticamente significativo, nel test di isometria. Nello squat jump ad esaurimento è possibile osservare un miglioramento più evidente, ma anch'esso non significativo.

Nelle prove di forza esplosiva è evidente come i risultati, sia nel Seargent, che nel salto in lungo, tendano ad avere un trend positivo, ma anche in questo caso non statisticamente significativo, soprattutto nel secondo caso.

Per l'analisi della composizione corporea, è possibile vedere come ci sia una lieve diminuzione del peso corporeo, con un leggerissimo aumento della massa magra e una leggera diminuzione della massa grassa.

Concludendo, il protocollo EMS somministrato con tale durata, volume e frequenza è risultato incoraggiante riguardo l'ottenimento di modificazioni più evidenti sulla forza esplosiva, resistente e composizione corporea. È importante specificare che i risultati ottenuti sono stati influenzati dalla relativa intervaiabilità fisiologica e abitudini comportamentali individuali differenti. ■

## ABSTRACT

The experimental work carried out in this study led to a series of results, through the analysis of the parameters measured before, during and after the training period. All taking into account the explosive, resistant strength and analysis of body composition. Resistance strength tests show a non-statistically significant increase in the isometry test. In the squat jump to exhaustion it is possible to observe a more evident improvement, but also not significant. In the tests of explosive strength it is evident how the results, both in Seargent and in the long jump, tend to have a positive 'trend', but also in this case not statistically significant, especially in the second case. For the analysis of body composition, it is possible to see how there is a slight decrease in body weight, with a slight increase in lean mass and a slight decrease in fat mass. In conclusion, the EMS protocol administered with this duration, volume and frequency was encouraging with regard to obtaining more evident modifications on explosive strength, resistance and body composition. It is important to specify that the results obtained have been influenced by the relative.

## BIBLIOGRAFIA

1. G.Bertocchi, M. Cecchinelli; Manuale Tecnico Fit&Go; pag 26 fonte: <https://www.lascienzainpalestra.it/attivita-fisica-elettrostimolazione-muscolare> di Gherardo Bertocchi.
2. Fritzsche, D. Freund, A. Horstkotte, D. Kleinöder, H.Mellwig, K.-P; Miha bodytec: medical fitness and healthcare special edition, pag 1-2; fonte: [www.miha-bodytec.com](http://www.miha-bodytec.com).
3. Wolfgang Kemmler; Michael Bebenek; Klaus Engelke; Simon von Stengel; Impact of whole-body electromyostimulation on body composition in elderly women at risk for sarcopenia: the Training and ElectroStimulation Trial (TEST-III), pag 1- 2.
4. Wislof U, Castagna C, Helgerud J, Jones R, e Hof J. Forte correlazione della forza massima nello squat con esecuzione dello sprint e altezza del salto verticale in calciatori d'élite. Br J Sports Med 38: 285-288, 2004
5. Billot M, Martin A, Patzis C, Cometti C e Babault N. Effetti di un programma di allenamento con elettrostimolazione su capacità in termini di forza, salto, e potenza di tiro nei calciatori. Journal of Strength and Conditioning Research..
6. Filipovic A, Kleinöder H, Dörmann U, Mester J. Elettrostimolazione muscolare- Un resoconto sistematico degli effetti di metodi di EMS differenti su parametri della forza selezionati in atleti allenati e di élite. J. Strength Condit Res 26(9):1407-1413, 2010.
7. Filipovic A, Kleinöder H, Dörmann U, e Mester J. Elettrostimolazione muscolare- Un resoconto sistematico dell'influenza di regimi di allenamento e parametri di stimolazione sull'efficacia nell'allenamento con EMS di parametri della forza selezionati. J Strength Condit Res 25(11):3218-3238, 2011.
8. Kleinöder H. Allenamento muscolare del futuro: applicazione scientifica e pratica dell'allenamento full body con elettrostimolazione muscolare con particolare riguardo all'allenamento della forza. Medical Sports Network 4/07, 2007.
9. Rehhagel J. Sviluppo di una serie di prove per la diagnostica e il controllo della velocità nel gioco del calcio. Tesi di dottorato, Scuola Superiore Tedesca dello Sport di Colonia, Colonia, 2011.
10. Klanoder H.; Miha Bodytec: Medical Fitness and healthcare special edition, pag 3-4, fonte: [www.miha-bodytec.com](http://www.miha-bodytec.com).