

Giacomo Cofano <sup>1</sup>, Anna Rosa Rosa <sup>2</sup>, Mirco Spedicato <sup>3</sup>, Giuseppe Palaia <sup>4</sup>, Italo Sannicandro <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Preparatore atletico abilitato FIGC settore giovanile

<sup>2</sup> Corso di Laurea in Scienze delle Attività Motorie e Sportive, Università di Foggia

<sup>3</sup> Preparatore atletico F.C. Bari 1908

<sup>4</sup> Medico dello Sport, Enel Basket Brindisi

# L'allenamento in sospensione: analisi del carico e dei parametri di forza e potenza

## Riassunto

**Scopo:** lo studio si prefigge di verificare il carico determinato dall'esecuzione del ½ squat, in bipodalico e monopodalico, con ausilio per l'allenamento in sospensione, sui parametri di forza e potenza rispetto all'esecuzione a corpo libero; inoltre, vuole quantificare le differenze prestantive dei due arti nella potenza muscolare, in bipodalico, con e senza l'ausilio dello strumento per l'allenamento in sospensione.

**Campione:** 24 calciatori, settore giovanile serie A.

**Risultati:** nell'esecuzione bipodalica sono emerse differenze statisticamente significative tra esecuzione con e senza dispositivo, per picco di forza nella fase eccentrica ( $p < 0,01$ ) e concentrica ( $p < 0,0005$ ), forza media (in eccentrica e concentrica); in monopodalico emergono differenze significative per picco di forza e forza media ( $p < 0,0005$ ) sia nella fase eccentrica che concentrica. Sono emerse differenze significative tra esecuzione con e senza dispositivo nel picco di potenza, (fase concentrica, in monopodalico) per l'arto sinistro ( $p < 0,05$ ); in bipodalico emergono differenze significative tra i due arti per picco di potenza e tempo di picco, sia in eccentrico ( $p < 0,05$ ) che concentrico ( $p < 0,0005$ ).

**Parole chiave:** allenamento in sospensione - allenamento funzionale - potenza muscolare - giovani calciatori

## Abstract

*Purpose:* The study aims to verify the load created by performing a squat, with both feet and with one, with suspension training equipment, on the parameters of strength and power compared to squats without equipment; furthermore, it aims to quantify any performance differences of the two limbs in muscle power, during the bipodalic execution with and without the aid of the suspension training instrument. *Sample:* 24 players, youth premier league.

*Results:* statistically significant differences have emerged in performing bipodalic squats with or without the device, regarding the peak force in the eccentric phase ( $p < 0,01$ ) and the concentric ( $p < 0,0005$ ), the average force (in eccentric and concentric phases); in monopodalic squats there are significant differences for peak power and average power ( $p < 0,0005$ ) during both the eccentric and concentric phases.

*Significant differences have been found between performance with and without the device in peak power, (concentric phase, one-legged) for the left limb ( $p < 0,05$ ); in bipodalic squats there are significant differences between the two limbs for peak power and peak time, both in eccentric ( $p < 0,05$ ) and concentric phases ( $p < 0,0005$ ).*

**Keywords:** training in suspension - functional training - muscle power - young football players.

## Introduzione

Negli ultimi anni la metodologia dell'allenamento si è rivolta sempre più verso allenamenti definiti *funzionali*, attenti cioè alla multiplanarità e alla sollecitazione della sensibilità cinestetica e propriocettiva, della stabilità

dinamica del complesso *Hip/Core/Scapula*, del controllo preprogrammato (*feed forward*) e reattivo (*feed back*) delle risposte motorie, dell'integrazione delle risposte in schemi motori finalizzati; infine, promotore dell'esplorazione controllata dei *pattern* di vulnerabilità, nonché

dell'integrazione sensoriale delle afferenze visive e vestibolari <sup>12</sup>.

In questo ambito ha trovato ampio spazio l'allenamento in sospensione o Suspension Training (ST), quasi sempre identificato con attrezzi che permettono di ridurre il peso corporeo.

Il ST comprende un'insieme di esercizi e movimenti differenti da quelli tradizionali, in quanto il soggetto li svolge avendo mani o piedi vincolati a una maniglia mentre l'estremità opposta del corpo è a contatto con il suolo <sup>3 4</sup> e ha come obiettivo quello di sollecitare e migliorare la forza, l'equilibrio, la stabilità ma anche la coordinazione intermuscolare <sup>5</sup>.

L'instabilità determinata dal dispositivo che vincola il soggetto permette di avere una maggiore attivazione muscolare, così come dimostrato da studi che hanno valutato il segnale elettromiografico relativo al muscolo obliquo esterno, multifido e retto femorale durante l'esecuzione dell'esercizio di push-up rispetto al medesimo compito effettuato in altre condizioni <sup>6</sup>.

In letteratura vi sono svariati studi riguardanti questo attrezzo e questa metodologia <sup>6-12</sup> e affrontano soprattutto le variazioni endocrine a seguito di training con esercitazioni con dispositivo per allenamento in sospensione, l'analisi dell'attivazione elettromiografica sui muscoli del tronco o dell'arto superiore <sup>6-12</sup>.

Un problema aperto nell'ambito di tale tipologia di training rimane la comprensione di quale sia l'effettivo carico imposto al soggetto che si esercita con il dispositivo per l'allenamento in sospensione, al fine di modulare i parametri del carico, con particolare riferimento al volume, all'intensità e alla selezione degli esercizi da proporre.

Lo studio, dunque, si prefigge di verificare e quantificare in giovani calciatori, il carico determinato dal dispositivo per l'allenamento in sospensione nel semipiegamento (½ squat) con esecuzione bipodolica e monopodolica sia in fase eccentrica che concentrica sui parametri di forza e potenza rispetto al ½ squat a corpo libero.

Lo studio si prefigge, altresì, di verificare e quantificare le eventuali differenze prestate dei singoli arti sulla potenza muscolare, durante l'esecuzione bipodolica con e senza l'ausilio del TRX.

## Materiali e metodi

### a) Campione

Lo studio è stato svolto su 24 giovani calciatori della categoria "Primavera" (età 17,8±0,8; peso 73±4,9 kg; altezza 179,1±5,6 cm), nella stagione sportiva 2011/2012 appartenenti a un settore giovanile della massima serie di calcio italiana.

### b) Materiali

Per effettuare il seguente studio è stato utilizzato un dispositivo per l'allenamento in sospensione (TRX, Fitness Anywhere LLC, San Francisco, California) collegato all'estremità di una spalliera e le due pedane di forza (Twin

Plates, Globus, Italia) collegate a un PC portatile per la rilevazione dei dati riguardanti la forza e la potenza.

Il software collegato alle due pedane disgiunte di forza permette di quantificare e valutare i parametri di forza e di potenza muscolare espressi dai singoli arti inferiori.

Il software restituisce i valori di forza in chilogrammi (kg), quelli di potenza in watt (w) e quelli relativi al tempo di picco in secondi (sec).

### c) Protocollo

I calciatori, dopo aver effettuato un riscaldamento della durata di 15 minuti, hanno svolto 3 esecuzioni bipodaliche di ½ squat con e senza l'ausilio del dispositivo per l'allenamento in sospensione; nella giornata successiva hanno eseguito 3 esecuzioni per gamba di ½ squat monopodalici con e senza l'ausilio del dispositivo per l'allenamento in sospensione.

È stata considerata l'esecuzione in cui il soggetto ha espresso i valori più alti di forza e potenza muscolare.

Sia durante il lavoro a corpo libero e con il dispositivo per l'allenamento in sospensione, le variabili rilevate per la forza sono state: il picco di forza (pk forza), il tempo di picco (Tpicco) e la forza media (Fmedia) mentre per la potenza sono state rilevate: il picco di potenza (pk pot), il tempo di picco (Tpicco) e la potenza media (Pmedia) sia in fase eccentrica che in fase concentrica.

Il tempo di picco è inteso come il tempo necessario al raggiungimento del massimo valore del parametro valutato.

Ogni calciatore, infine, è stato sottoposto a valutazione del peso corporeo nella condizione di carico naturale e nella condizione di vincolo al dispositivo per l'allenamento in sospensione (TRX).

### d) Analisi statistica

Per tutte le variabili osservate è stata eseguita la statistica descrittiva (M±DS); il t-test di Student per dati appaiati è stato utilizzato per verificare l'esistenza di differenze statisticamente significative.

Tra le variabili pk pot (w), pk forza (kg), Tpicco (s), Pmedia (w), Fmedia (kg) durante l'esecuzione a corpo libero e con il dispositivo per l'allenamento in sospensione, per il lavoro in eccentrico e concentrico. La significatività è stata fissata a p<0,05.

## Risultati

La misurazione del peso corporeo nella condizione di soggetto vincolato al dispositivo per l'allenamento in sospensione ha restituito un valore medio pari a 38,1±3,4%.

### a) ½ squat in modalità bipodolica – arto sinistro

L'arto sinistro ha restituito i valori sintetizzati nella Tabella I. Durante l'esecuzione con vincolo in sospensione, nella fase eccentrica, il picco di forza ha evidenziato un decremento del 46,8% (p<0,01); la forza media ha evidenziato un decremento del 13,8% (p<0,0005) e il tempo di

**Tabella I.** Differenze tra esecuzione a carico naturale ed esecuzione con dispositivo per l'allenamento in sospensione in modalità bipodalica con riferimento all'arto sinistro nella fase eccentrica e concentrica sui parametri di forza.

|               | ECN eccentrico  | TRX eccentrico  | Diff. % | df | t     | P VALUE   |
|---------------|-----------------|-----------------|---------|----|-------|-----------|
| pk forza (kg) | 10,374±6,61     | 5,516±2,7       | - 46,8% | 18 | 3,591 | 0,002**   |
| Tpicco(sec)   | 0,113±0,11      | 0,097±0,07      | - 14,1% | 18 | 0,628 | 0,538     |
| Fmedia (kg)   | 36,437±3,97     | 31,405±2,88     | - 13,8% | 18 | 5,851 | 0,000**** |
|               | ECN concentrico | TRX concentrico | Diff. % | df | t     | P VALUE   |
| pk forza (kg) | 81,289±11,28    | 70,984±7,74     | - 12,6% | 18 | 6,769 | 0,000**** |
| Tpicco(sec)   | 0,013±0,02      | 0,005±0,01      | - 61,5% | 18 | 1,609 | 0,125     |
| Fmedia (kg)   | 37,774±2,9      | 32,932±3,51     | - 12,8% | 18 | 7,375 | 0,000**** |

ECN: esecuzione carico naturale; TRX: dispositivo per l'allenamento in sospensione

\* Differenze significative:  $p < 0,05$ ; \*\* differenze significative:  $p < 0,01$ ; \*\*\* differenze significative:  $p < 0,001$ ; \*\*\*\* differenze significative:  $p < 0,0005$ .

picco, ossia il tempo utile a raggiungere il picco di forza ha registrato un decremento del 14,1%.

Nella fase concentrica, invece, durante l'esecuzione con vincolo in sospensione si è rilevato un decremento del 12,6% ( $p < 0,0005$ ) del picco di forza, un decremento del 12,8% ( $p < 0,0005$ ) della forza media e un decremento del tempo di picco pari al 61,5%.

#### b) ½ squat in modalità bipodalica arto destro

L'arto destro ha restituito i valori sintetizzati nella Tabella II.

Durante l'esecuzione con vincolo in sospensione, nella fase eccentrica il picco di forza ha subito un decremento del 42,9% ( $p < 0,01$ ), la forza media un decremento pari all'11,7%; il tempo di picco non ha subito variazioni.

Durante l'esecuzione con vincolo in sospensione, nella fase concentrica il picco di forza ha subito un decremento del 11,9% ( $p < 0,0005$ ), la forza media un decremento del 13,2 ( $p < 0,0005$ ); il tempo di picco è rimasto sostanzialmente inalterato.

#### c) ½ squat in modalità monopodalica arto sinistro

L'arto sinistro durante l'esecuzione monopodalica ha restituito i valori sintetizzati nella Tabella III.

L'ausilio del dispositivo per l'allenamento in sospensione, nella fase eccentrica, ha provocato un decremento del 41,8% ( $p < 0,0005$ ) del pk forza, del 18,1% ( $p < 0,0005$ ) del valore di Fmedia e del 38,8% del tempo utile a raggiungere il Tpicco di forza che risulta statisticamente non significativo.

Nella fase concentrica, invece, l'utilizzo del dispositivo per l'allenamento in sospensione ha provocato un decremento del 13,5% ( $p < 0,0005$ ) del pk forza, del 15,8% ( $p < 0,0005$ ) del valore di Fmedia e del 27,2% del tempo utile a raggiungere il Tpicco di forza che risulta statisticamente non significativo.

#### d) ½ squat in esecuzione monopodalica arto destro

L'arto destro durante l'esecuzione monopodalica ha restituito i valori sintetizzati nella Tabella IV.

**Tabella II.** Differenze tra esecuzione a carico naturale ed esecuzione con dispositivo per l'allenamento in sospensione in modalità bipodalica con riferimento all'arto destro nella fase eccentrica e concentrica sui parametri di forza.

|               | ECN eccentrico  | TRX eccentrico  | Diff. % | Df | T     | P VALUE   |
|---------------|-----------------|-----------------|---------|----|-------|-----------|
| pk forza (kg) | 9,95±6,14       | 5,68±2,99       | -42,9%  | 18 | 3,576 | 0,002**   |
| Tpicco(sec)   | 0,12±0,11       | 0,12±0,08       |         | 18 | ,212  | 0,835     |
| Fmedia (kg)   | 37,05±3,24      | 32,7±3          | -11,7%  | 18 | 5,436 | 0,000**** |
|               | ECN concentrico | TRX concentrico | Diff. % | Df | T     | P VALUE   |
| pk forza (kg) | 83,48±14,59     | 73,51±10,63     | - 11,9% | 18 | 5,506 | 0,000**** |
| Tpicco(sec)   | 0,01±0,03       | 0,01±0,01       |         | 18 | 1,149 | 0,265     |
| Fmedia (kg)   | 38,9±3,23       | 33,76±2,55      | - 13,2% | 18 | 7,205 | 0,000**** |

ECN: esecuzione carico naturale; TRX: dispositivo per l'allenamento in sospensione

\* Differenze significative:  $p < 0,05$ ; \*\* differenze significative:  $p < 0,01$ ; \*\*\* differenze significative:  $p < 0,001$ ; \*\*\*\* differenze significative:  $p < 0,0005$ .

**Tabella III.** Differenze tra esecuzione a carico naturale ed esecuzione con dispositivo per l'allenamento in sospensione in modalità monopodalica sull'arto sinistro nella fase eccentrica e concentrica sui parametri di forza.

|               | ECN eccentrico  | TRX eccentrico  | Diff. % | Df | T      | P VALUE   |
|---------------|-----------------|-----------------|---------|----|--------|-----------|
| pk forza (kg) | 24,316±9,88     | 14,137±9,26     | - 41,8% | 18 | 6,902  | 0,000**** |
| Tpicco (sec)  | 0,108±0,12      | 0,066±0,07      | -38,8%  | 18 | 1,644  | 0,117     |
| Fmedia (kg)   | 74,111±5,05     | 60,679±4,16     | - 18,1% | 18 | 10,052 | 0,000**** |
|               | ECN concentrico | TRX concentrico | Diff. % | Df | T      | P VALUE   |
| pk forza (kg) | 135,316±17,25   | 116,942±14,97   | - 13,5% | 18 | 5,495  | 0,000**** |
| Tpicco (sec)  | 0,011±0,02      | 0,008±0,01      | - 27,2% | 18 | 0,696  | 0,495     |
| Fmedia (kg)   | 77,795±6,44     | 65,479±3,09     | - 15,8% | 18 | 8,301  | 0,000**** |

ECN: esecuzione carico naturale; TRX: dispositivo per l'allenamento in sospensione

\* Differenze significative:  $p < 0,05$ ; \*\* differenze significative:  $p < 0,01$ ; \*\*\* differenze significative:  $p < 0,001$ ; \*\*\*\* differenze significative:  $p < 0,0005$ .

L'ausilio del dispositivo per l'allenamento in sospensione nella fase eccentrica, ha provocato un decremento del 45,1% ( $p < 0,0005$ ) del pk forza, del 17,4% ( $p < 0,0005$ ) del valore di Fmedia e del 42,8% del tempo utile a raggiungere il Tpicco di forza che risulta statisticamente non significativo.

Nella fase concentrica, invece, l'utilizzo del dispositivo per l'allenamento in sospensione ha provocato un decremento del 12,4% ( $p < 0,0005$ ) del pk forza e del 14,3% ( $p < 0,0005$ ) del valore di Fmedia mentre relativamente al Tpicco di forza ha provocato un aumento del 100% che risulta statisticamente non significativo.

Per quanto riguarda la potenza, sono emersi i seguenti risultati.

#### e) ½ squat in esecuzione monopodalica arto sinistro

L'arto sinistro ha restituito i valori sintetizzati nella Tabella V.

Durante l'esecuzione con vincolo in sospensione, nella fase eccentrica il picco di potenza, ha evidenziato un aumento del 8,8%, la potenza media ha evidenziato un

aumento del 7,9% e il tempo di picco, ossia il tempo utile a raggiungere il picco di potenza ha registrato un decremento del 5,7%.

Nella fase concentrica, invece, durante l'esecuzione con vincolo in sospensione si è rilevato un aumento del 7,1% ( $p < 0,05$ ) del pk pot, un aumento del 1,6% del valore di Pmedia e un aumento del Tpicco di potenza pari al 9,4%.

#### f) ½ squat in esecuzione monopodalica arto destro

L'arto destro ha restituito i valori sintetizzati nella Tabella VI.

Durante l'esecuzione con vincolo in sospensione, nella fase eccentrica il picco di potenza ha evidenziato un aumento del 9,9%, la potenza media ha evidenziato un aumento del 0,5% e il tempo di picco, ossia il tempo utile a raggiungere il picco di potenza ha registrato un decremento del 16%.

Nella fase concentrica, invece, durante l'esecuzione con vincolo in sospensione si è rilevato un aumento del 5,4% del pk pot, un aumento del 4,7% del valore di Pmedia e un decremento del Tpicco di potenza pari al 4%.

**Tabella IV.** Differenze tra esecuzione a carico naturale ed esecuzione con dispositivo per l'allenamento in sospensione in modalità monopodalica sull'arto destro nella fase eccentrica e concentrica sui parametri di forza.

|               | ECN eccentrico  | TRX eccentrico  | Diff. % | Df | T     | P VALUE   |
|---------------|-----------------|-----------------|---------|----|-------|-----------|
| pk forza (kg) | 23,98±9,1       | 13,15±7,18      | - 45,1% | 18 | 7,217 | 0,000**** |
| Tpicco (sec)  | 0,14±0,16       | 0,08±0,07       | - 42,8% | 18 | 1,721 | 0,102     |
| Fmedia (kg)   | 74,42±4,88      | 61,41±5,21      | - 17,4% | 18 | 9,430 | 0,000**** |
|               | ECN concentrico | TRX concentrico | Diff. % | Df | T     | P VALUE   |
| pk forza (kg) | 138,17±16,36    | 121,02±14,01    | - 12,4% | 18 | 4,316 | 0,000**** |
| Tpicco (sec)  | 0,01±0,02       | 0,02±0,03       | + 100%  | 18 | -,343 | 0,735     |
| Fmedia (kg)   | 79±6,69         | 67,68±3,32      | - 14,3% | 18 | 6,068 | 0,000**** |

ECN: esecuzione carico naturale; TRX: dispositivo per l'allenamento in sospensione

\* Differenze significative:  $p < 0,05$ ; \*\* differenze significative:  $p < 0,01$ ; \*\*\* differenze significative:  $p < 0,001$ ; \*\*\*\* differenze significative:  $p < 0,0005$ .

**Tabella V.** Differenze tra esecuzione a carico naturale ed esecuzione con dispositivo per l'allenamento in sospensione in modalità monopodalica sull'arto sinistro nella fase eccentrica e concentrica sui parametri di potenza.

|              | ECN eccentrico  | TRX eccentrico  | Diff. % | Df | T      | P VALUE |
|--------------|-----------------|-----------------|---------|----|--------|---------|
| pk pot (w)   | 649,463±135,24  | 707,263±165,26  | + 8,8%  | 18 | -1,347 | 0,195   |
| Tpicco (sec) | 0,279±0,1       | 0,263±0,06      | - 5,7%  | 18 | ,696   | 0,495   |
| Pmedia (w)   | 304,905±52,92   | 329,074±107,54  | + 7,9%  | 18 | -,945  | 0,357   |
|              | ECN concentrico | TRX concentrico | Diff. % | Df | T      | P VALUE |
| pk pot (w)   | 810,168±144,25  | 867,911±185,62  | + 7,1%  | 18 | -2,623 | 0,017*  |
| Tpicco (sec) | 0,158±0,06      | 0,173±0,08      | + 9,4%  | 18 | -1,985 | 0,063   |
| Pmedia (w)   | 389,195±64,62   | 395,532±67,92   | + 1,6%  | 18 | -,635  | 0,533   |

ECN: esecuzione carico naturale; TRX: dispositivo per l'allenamento in sospensione

\* Differenze significative:  $p < 0,05$ ; \*\* differenze significative:  $p < 0,01$ ; \*\*\* differenze significative:  $p < 0,001$ ; \*\*\*\* differenze significative:  $p < 0,0005$ .

**Tabella VI.** Differenze tra esecuzione a carico naturale ed esecuzione con dispositivo per l'allenamento in sospensione in modalità monopodalica sull'arto destro nella fase eccentrica e concentrica sui parametri di potenza.

|              | ECN eccentrico  | TRX eccentrico  | Diff. % | Df | T      | P VALUE |
|--------------|-----------------|-----------------|---------|----|--------|---------|
| pk pot (w)   | 677,779±120,13  | 745,095±146,02  | + 9,9%  | 18 | -1,687 | 0,109   |
| Tpicco (sec) | 0,312±0,16      | 0,262±0,08      | - 16%   | 18 | 1,775  | 0,093   |
| Pmedia (w)   | 296,632±50,9    | 298,242±61,55   | + 0,5%  | 18 | -,091  | 0,928   |
|              | ECN concentrico | TRX concentrico | Diff. % | Df | T      | P VALUE |
| pk pot (w)   | 854,953±107,75  | 901,847±165,41  | + 5,4%  | 18 | -1,874 | 0,077   |
| Tpicco (sec) | 0,149±0,05      | 0,143±0,04      | - 4%    | 18 | ,758   | 0,458   |
| Pmedia (w)   | 415,058±32,08   | 395,379±60,81   | - 4,7%  | 18 | 1,416  | 0,174   |

ECN: esecuzione carico naturale; TRX: dispositivo per l'allenamento in sospensione

\* Differenze significative:  $p < 0,05$ ; \*\* differenze significative:  $p < 0,01$ ; \*\*\* differenze significative:  $p < 0,001$ ; \*\*\*\* differenze significative:  $p < 0,0005$ .

### g) confronto tra i due arti nell'esecuzione del ½ squat in modalità bipodalica

Per quanto riguarda la valutazione della potenza muscolare nell'esecuzione del ½ squat in modalità bipodalica si è voluto descrivere e quantificare il comportamento dei singoli arti nello svolgimento del compito a carico naturale *versus* quello con l'ausilio del dispositivo per l'allenamento in sospensione.

La percentuale di asimmetria è stata calcolata sulla base delle differenti prestazioni ottenute dai singoli arti.

I valori delle differenze prestantive tra i due arti sono riportati nella Tabella VII.

L'ausilio del dispositivo per l'allenamento in sospensione, nella fase eccentrica, ha ridotto le differenze prestantive tra i due arti di circa il 55,2% ( $p < 0,05$ ) relativamente al pk pot, del 33,1% in merito al valore di Pmedia e del 56,5% ( $p < 0,05$ ) relativamente al Tpicco di potenza.

Nella fase concentrica, invece, l'ausilio del dispositivo per l'allenamento in sospensione ha ridotto le differenze prestantive tra i due arti di circa il 54,1% ( $p < 0,01$ ) relativamente al pk pot, del 38,4% in merito al valore di

Pmedia e del 63,5% ( $p < 0,0005$ ) relativamente al Tpicco di potenza.

### Discussione

Tale studio, dunque, si configura sostanzialmente come il primo lavoro che si prefigge di descrivere il carico imposto al soggetto che utilizza un dispositivo per l'allenamento in sospensione nell'esecuzione di un compito molto diffuso quale il ½ squat; il dispositivo per l'allenamento in sospensione può essere assimilato a uno strumento che tenta di ricreare una condizione antigravitaria, simile a quella che si verifica in ambiente acquatico. Di conseguenza, e in ragione dei valori relativi alla riduzione del peso corporeo descritti, pare plausibile confrontare i valori ottenuti con studi che hanno utilizzato metodologie di training in ambienti anti gravitazionali, quali ad esempio l'ambiente acquatico, in cui l'attività muscolare degli arti inferiori<sup>13-19</sup>, misurata con l'ausilio dell'elettromiografia, si riduce in modo significativo rispetto a quanto si verifica sulla terra.

A confermare la riduzione del carico in ambienti anti-gravitazionali, vi sono altri studi che hanno monitorato e

**Tabella VII.** Differenze prestantive tra i due arti durante l'esecuzione a carico naturale ed esecuzione con dispositivo per l'allenamento in sospensione in modalità bipodalica nella fase eccentrica e concentrica sui parametri di potenza.

|                | ECN eccentrico  | TRX eccentrico  | Diff. % | Df | T     | P VALUE   |
|----------------|-----------------|-----------------|---------|----|-------|-----------|
| pk pot % Asim. | 18,689±17,16    | 8,368±8,51      | - 55,2% | 18 | 2,902 | 0,010*    |
| Tpicco % Asim. | 8,947±7,58      | 3,889±3,36      | - 56,5% | 18 | 2,457 | 0,024*    |
| Pmedia % Asim. | 14,563±12,29    | 9,737±6,94      | - 33,1% | 18 | 1,243 | 0,230     |
|                | ECN concentrico | TRX concentrico | Diff. % | Df | T     | P VALUE   |
| pk pot % Asim. | 16,695±10,1     | 7,653±6,24      | - 54,1% | 18 | 3,573 | 0,002**   |
| Tpicco % Asim. | 9,484±4,54      | 3,453±3,27      | - 63,5% | 18 | 6,023 | 0,000**** |
| Pmedia % Asim. | 14,732±12,55    | 9,074±6,2       | - 38,4% | 18 | 1,704 | 0,106     |

ECN: esecuzione carico naturale; TRX: dispositivo per l'allenamento in sospensione

\* Differenze significative:  $p < 0,05$ ; \*\* differenze significative:  $p < 0,01$ ; \*\*\* differenze significative:  $p < 0,001$ ; \*\*\*\* differenze significative:  $p < 0,0005$ .

quantificato la differenza (riduzione) nell'esecuzione del medesimo compito sulla terra versus ambiente acquatico, con particolare riferimento alla *vertical ground reaction force* <sup>20-24</sup>. Si conosce infatti che la condizione di riduzione del carico determini una variazione e una riduzione della produzione di forza, così come si verifica in ambiente acquatico <sup>19</sup>.

Relativamente ai valori di potenza muscolare (pk pot, Tpicco, Pmedia), nel seguente studio è emerso che l'esecuzione con l'ausilio del dispositivo per l'allenamento in sospensione provoca aumenti rispetto all'esecuzione a carico naturale in termini di potenza media e picco di potenza e diminuzioni in termini di tempo per il raggiungimento del picco di potenza.

Tale dato è coerente con quanto espresso in letteratura da cui emerge che la capacità dell'atleta di accelerare un carico e, conseguentemente, di ottenere valori di potenza elevati sia compatibile con l'utilizzo di carichi molto contenuti <sup>25-33</sup>.

Dalla letteratura, infatti, si conosce che il ridotto peso corporeo può determinare l'espressione di valori maggiori di potenza: alcuni Autori suggeriscono che le percentuali ideali per tale tipologia di training sono comprese tra il 10 e il 30% di 1RM <sup>25-33</sup>, oppure che il solo peso corporeo può essere sufficiente per incrementare i valori di potenza muscolare <sup>34-35</sup>.

La diminuzione delle differenze prestantive tra i due arti nell'esecuzione delle gestualità di 1/2 squat in bipodalico con dispositivo per l'allenamento funzionale, con riferimento ai parametri di potenza analizzati, induce a ipotizzare che l'attrezzo in questione condizioni il soggetto a distribuire più uniformemente ed efficacemente il carico su entrambi gli arti rispetto a quanto si verifica nella condizione a carico naturale.

Da questo studio, inoltre, in base ai risultati sopra riportati, si evince come l'uso del dispositivo per l'allenamento in sospensione durante una seduta di training riduca in maniera significativa il carico del lavoro svolto, facendolo risultare meno intenso rispetto a un training a carico

naturale svolto con le stesse modalità esecutive e con le stesse serie e ripetizioni.

Tali risultati permettono di dedurre che se si vuole svolgere una seduta di training di forza con l'ausilio del dispositivo per l'allenamento in sospensione bisognerebbe rimodulare il carico attraverso un maggior numero di serie e ripetizioni rispetto al carico esterno programmato per una sessione di training a carico naturale.

Inoltre, in considerazione della riduzione dei valori relativi al peso corporeo e alla espressione dei livelli di forza descritti nell'esecuzione del semi-piegamento con soggetto vincolato al dispositivo per l'allenamento in sospensione, sia nella condizione in mono che in bipodalico, i compiti valutati potrebbero prestarsi in maniera efficace nelle prime fasi riabilitative in condizioni di catena cinetica chiusa. A tal proposito i risultati ottenuti dalla valutazione delle gestualità valutate sembrano sovrapponibili ad altri studi simili che hanno suggerito l'acqua come ambiente utile alla riabilitazione del soggetto con trauma all'arto inferiore <sup>36-48</sup>.

### Limiti della ricerca

Lo studio presenta alcune limitazioni in riguardo al numero esiguo di soggetti testati e alla mancata standardizzazione dell'angolo di piegamento con goniometro articolare.

In futuro sarebbe interessante effettuare uno studio utilizzando l'elettromiografia che potrebbe suggerire eventuali variazioni nel reclutamento muscolare nelle due condizioni analizzate.

Un ulteriore studio, inoltre, potrebbe avvalersi di un'analisi video per comprendere le oscillazioni posturali determinate nelle due condizioni osservate.

### Conclusioni e applicazioni pratiche

Il mercato del fitness e la commercializzazione di strumenti per la preparazione atletica e il condizionamento muscolare propongono nuovi supporti che vengono introdotti nelle sessioni di training, senza approfondire, talvolta, i reali effetti e le richieste imposte al soggetto che vi si esercita.

Tra gli strumenti introdotti recentemente nell'ambito dell'efficienza fisica per adulti e nell'ambito del condizionamento atletico nello sport, vi è proprio il supporto per il suspension training (o TRX).

Sia che venga utilizzato nel warm-up iniziale, sia che venga adottato per l'incremento delle espressioni di forza, è opportuno conoscerne le effettive richieste in termini di carico assegnato al soggetto.

Questo studio ha voluto descrivere il carico assegnato al soggetto che utilizzando il dispositivo per l'allenamento in sospensione, esegue due compiti molto diffusi nel fitness e nello sport: il semipiegamento degli arti inferiori in bipodalico e in monopodalico, confrontandoli con la medesima esecuzione a carico naturale.

Da tale studio è emerso come l'ausilio del dispositivo per l'allenamento in sospensione provochi una dimi-

nuzione significativa del peso corporeo, dei parametri di forza al suolo e degli aumenti in termini di potenza espressa, ma anche una significativa diminuzione delle differenze prestantive tra i due arti in termini di potenza.

Di conseguenza in base a tali risultati, relativamente ai compiti osservati, si potrebbe suggerire la pratica dell'allenamento in sospensione nelle prime fasi riabilitative in condizioni di catena cinetica chiusa, in sedute di training soprattutto con soggetti che hanno notevoli differenti prestantive tra i due arti e nelle fasi di warm up.

### Conflitto di interessi

Gli Autori del seguente articolo non hanno ricevuto alcun finanziamento e non possiedono nessun contratto con le Aziende che producono i prodotti citati nel testo.

### Bibliografia

- Andorlini A. *Introduzione all'allenamento funzionale*. Scienza&Sport 2011;10:46-51.
- Andorlini A. *Dagli assiomi teorici ad un'ipotesi operativa. Dall'allenamento all'abilitazione, I parte*. Scienza&Sport 2011;11:60-5.
- Bergas del Rio J, Lièbana Rado S. *Entrenamiento en Suspensión*. LifeStudio Health Company November 2010.
- Sannicandro I, Cofano G. *L'allenamento in sospensione*. Sport&Medicina 2013;4:8-9.
- Ferrante C, Bollini A. *Teoria, tecnica e pratica del Core Training per l'allenamento funzionale nello sport*. Perugia: Calzetti-Mariucci, 2010.
- Fernando M, Borreani S, Alves J, et al. *Lumbopelvic muscular activation during push-ups performed under different unstable surfaces*. Med Sci Sports Exerc 2012;44(Suppl 5):267-958.
- Dudgeon WD, Aartun J, Herrin J, et al. *Metabolic responses during and following a suspension training workout*. Med Sci Sports Exerc 2010;42(Suppl 5):695-6.
- Dudgeon WD, Aartun JD, Thomas DD, et al. *Effects of suspension training on the growth hormone axis*. J Strength Cond Res 2011;25(Suppl 1):S62.
- Cayot T, Schick ER, Gochiocco MK, et al. *Electromyographic analysis of suspension elbow flexion curls and standard elbow flexion curls*. Med Sci Sports Exerc 2011;43(Suppl 1):397.
- Scheett TP, Aartun JD, Thomas DD, et al. *Physiological markers as a gauge of intensity for suspension training exercise*. Med Sci Sports Exerc 2010;42(Suppl 1):696.
- Scheett TP, Aartun JD, Thomas DD, et al. *Anabolic hormonal responses to an acute bout of suspension training*. J Strength Cond Res 2011;25(Suppl 1):S61-2.
- Schoffstall JE, Titcomb DA, Kilbourne BF. *Electromyographic response of the abdominal musculature to varying abdominal exercises*. J Strength Cond Res 2010;24:3422-6.
- Clarys JP, Robeaux R, Delbeke G. *Telemetered versus conventional EMG in air and water*. In: Biomechanics IX-B, Champaign, IL: Human Kinetics, 1985; pp. 286-90.
- Masumoto K, Takasugi S, Hotta N, et al. *Electromyographic analysis of walking in water in healthy humans*. J Physiol Anthropol Appl Human Sci 2004;23:119-127.
- Masumoto K, Takasugi S, Hotta N, et al. *Muscle activity and heart rate response during backward walking in water and on dry land*. Eur J Appl Physiol 2005;94:54-61.
- Masumoto K, Shono T, Hotta N, et al. *Muscle activation, cardiorespiratory response, and rating of perceived exertion in older subjects while walking in water and on dry land*. J Electromyogr Kinesiol 2008;18:581-90.
- Masumoto K, Delion D, Mercer JA. *Insight into Muscle Activity during Deep Water Running*. Med Sci Sports Exerc 2009;19:58-64.
- Pöyhönen T, Keskinen KL, Hautala A, et al. *Human isometric force production and electromyogram activity of knee extensor muscles in water and on dry land*. Eur J Appl Physiol 1999;80:52-6.
- Pöyhönen T, Avela J. *Effect of head-out water immersion on neuromuscular function of the plantarflexor muscles*. Aviat Space Environ Med 2002;73:1215-8.
- Barela AMF, Stolf SF, Duarte M. *Biomechanical characteristics of adults walking in shallow water and on land*. J Electromyogr Kinesiol 2006;16:250-6.
- Barela AMF, Duarte M. *Biomechanical characteristics of elderly individuals walking on land and in water*. J Electromyogr Kinesiol 2008;18:446-54.
- Harrison RA, Hillman M, Bustrade S. *Loading of the lower limb when walking partially immersed: implications for clinical practice*. Physiotherapy 1992;78:164-6.
- Miyoshi T, Shirota T, Yamamoto S, et al. *Effect of the walking speed to the lower limb joint angular displacements, joint moments and ground reaction forces during walking in water*. Disabil Rehabil 2004;26:724-32.
- Nakazawa K, Yano H, Miyashita M. *Ground reaction forces during walking in water*. Med Sport Sci 1994;39:28-34.
- Kaneko M, Fuchimoto T, Toji H, et al. *Training effects of different loads on the force velocity relationship and mechanical power output in human muscle*. Scandinavian J Sport Sci 1993;5:50-5.
- Wilson GJ, Newton RU, Murphy AJ, et al. *The optimal training load for the development of dynamic athletic performance*. Med Sci Sports Exerc 1993;25:1279-86.
- Stone MH, O'Bryant HS, McCoy L, et al. *Power and maximum strength relationships during performance of dynamic and static weighted jumps*. J Strength Cond Res 2003;17:140-7.
- Cormie P, McCaulley GO, Triplett NT, et al. *Optimal loading for maximal power output during lower-body resistance exercises*. Med Sci Sports Exerc 2007;39:340-9.
- Cormie P, McBride JM, McCaulley GO. *Power-time, force-time, and velocity-time curve analysis during the jump squat: impact of load*. J Appl Biomech 2008;24:112-20.
- Cormie P, McGuigan MR, Newton RU. *Influence of strength on magnitude and mechanisms of adaptation to power training*. Med Sci Sports Exerc 2010;42:1566-81.
- Cormie P, McGuigan MR, Newton RU. *Adaptations in athletic perfor-*

- mance after ballistic power versus strength training. *Med Sci Sports Exerc* 2010;42:1582-98.
- <sup>32</sup> Nuzzo JL, McBride JM, Dayne AM, et al. *Testing of the maximal dynamic output hypothesis in trained and untrained subjects*. *J Strength Cond Res* 2010;24:1269-76.
- <sup>33</sup> Cormie P, McGuigan MR, Newton RU. *Developing Maximal Neuromuscular Power: Part 2 – Training Considerations for Improving Maximal Power Production*. *Sports Med* 2011;41:125-46.
- <sup>34</sup> Sheppard JM, Cormack S, Taylor KL, et al. *Assessing the force-velocity characteristics of the leg extensors in well-trained athletes: the incremental load power profile*. *J Strength Cond Res* 2008;22:1320-6.
- <sup>35</sup> Wright GA, Pustina AA, Mikat RP, et al. *Predicting lower body power from vertical jump prediction equations for loaded jump squats at different intensities in men and women*. *J Strength Cond Res* 2012;26:648-55.
- <sup>36</sup> Gehlsen GM, Grigsby S, Winat DM. *Effects of aquatic fitness program on the muscular strength and endurance of patients with multiple sclerosis*. *Phys Ther* 1984;64:653-8.
- <sup>37</sup> Morris A. *Sports Medicine: Prevention of Athletic Injuries*. Dubuque, IA: W.C. Brown, 1984.
- <sup>38</sup> Dannenskjold-Samsøe B, Lynberg K, Risum T, et al. *The effect of water exercise therapy given to patients with rheumatoid arthritis*. *Scand J Rehabil Med* 1987;19:31-5.
- <sup>39</sup> Bishop PA, Frazier S, Smith J, et al. *Physiological responses to treadmill and water running*. *Physician and Sportsmedicine* 1989;17:87-94.
- <sup>40</sup> Ritchie SE, Hopkins WG. *The intensity of exercise in deep-water running*. *Int J Sports Med* 1991;12:27-9.
- <sup>41</sup> Cassady SL, Nielsen DH. *Cardiorespiratory responses of healthy subjects to calisthenics performed on land versus in water*. *Phys Ther* 1992;72:532-8.
- <sup>42</sup> Wilder RP, Brennan DK. *Physiological responses to deep water running in athletes*. *Sports Med* 1993;16:374-380.
- <sup>43</sup> Tovin BJ, Wolf SL, Greenfield BH, et al. *Comparison of the effects of exercise in water and on land on the rehabilitation of patients with intra-articular anterior cruciate ligament reconstructions*. *Phys Ther* 1994;74:710-9.
- <sup>44</sup> Prins J, Cutner D. *Aquatic therapy in the rehabilitation of athletic injuries*. *Clinics Sports Med* 1999;18:447-61.
- <sup>45</sup> Mannerkorpi K, Nyberg B, Ahlman M, et al. *Pool exercise combined with an education program for patients with fibromyalgia syndrome: a prospective, randomized study*. *J Rheumatol* 2000;27:2473-81.
- <sup>46</sup> Burns AS, Lauder TD. *Deep water running: an effective non-weightbearing exercise for the maintenance of land-based running performance*. *Mil Med* 2001;166:253-8.
- <sup>47</sup> Cochrane T, Davey RC, Matthes Edwards SM. *Randomised controlled trial of the cost-effectiveness of water-based therapy for lower limb osteoarthritis*. *Health Technol Assess* 2005;9:1-114.
- <sup>48</sup> Miller MG, Cheatham CC, Porter AR, et al. *Chest- and Waist-Deep Aquatic Plyometric Training and Average Force, Power, and Vertical-Jump Performance*. *Int J Aquatic Res Education* 2007;1:145-55.

## CORRISPONDENZA

**Giacomo Cofano**  
mail: giachy\_86@hotmail.it