

# Effects of a vibrational proprioceptive stimulation on recovery phase after maximal incremental cycle test

DOI <https://doi.org/10.4081/ejtm.2019.8373>



PDF

Published: Aug 27, 2019

Physical Exercise, Muscle and Health - Original Articles

Supporting Agencies

Research Funds provided by FC and PVG

Issue

Vol 29 No 3 (2019)

Keywords

global proprioceptive resonance, recovery phase, incremental test

Statistics

Abstract Views: 90

PDF: 49

Share it

PlumX Metrics

PlumX Metrics provide insights into the ways people interact with individual pieces of research output (articles, conference proceedings, book chapters, and many more) in the online environment. Collectively known as PlumX Metrics, these metrics are divided into five categories to help make sense of the huge amounts of data involved and to enable analysis by comparing like with like.

No metrics available. [see details](#)

SHARE

How to Cite

Coscia, F., Gigliotti, P., Piratinskij, A., Pietrangelo, T., Verratti, V., Foued, S., Diemberger, I., & Fanò-Illic, G. (2019). Effects of a vibrational proprioceptive

**Francesco Coscia**

Department of Medicine, University of Perugia, Ospedale "Santa Maria della Misericordia", Italy; Laboratory of Sport Physiology, San Candido-Innichen, Italy.

**Paola V. Gigliotti \***

Department of Medicine, University of Perugia, Ospedale "Santa Maria della Misericordia", Italy; Laboratory of Sport Physiology, San Candido-Innichen, Italy.

**Alexander Piratinskij**

The Ural Federal University, Ekaterinburg, Russian Federation.

**Tiziana Pietrangelo**

Department of Neuroscience Imaging and Clinical Science, Interuniversity Institute of Myology, University G d'Annunzio Chieti-Pescara, Italy.

**Vittore Verratti**

Department of Psychological Sciences, Health and Territory, University "G. d'Annunzio" of Chieti-Pescara, Chieti, Italy.

**Saadsaoud Foued**

Maitre de Conference Class A, Universite de Msila, Algeria.

**Igor Diemberger**

Institute of Cardiology, University of Bologna, Azienda Ospedaliera S. Orsola-Malpighi, Italy.

**Giorgio Fanò-Illic**

III-Interuniversity Institute of Myology; A&C M-C Foundation for Translational Myology, Padova; Italy; Free University of Alcatraz, Santa Cristina di Gubbio, Italy.

(\* Corresponding Author:

**Paola V. Gigliotti** | [✉ pao.gigliotti@gmail.com](mailto:pao.gigliotti@gmail.com)

## Abstract

Global Proprioceptive Resonance (GPR) is a recently developed approach conceived to solicit the various cutaneous mechanoreceptors, through application of mechanical multifocal vibration at low amplitude and at definite body sites, limiting the stimulation of the profound structures. This interventional study evaluated the effects of GPR on cardiorespiratory function during the post-exertional recovery period. A group of volunteers involved in Triathlon (a multisport discipline consisting of sequential swim, cycle, and run disciplines highly demanding in terms of metabolic engagement), underwent two maximal incremental exercise tests until exhaustion followed alternatively to (a) a 13 minutes session of GPR or (b) a standard low intensity exercise acute trend of the same duration. These effects of these two approaches were compared in terms of recovery of: heart rate (HR), respiratory rate (RR), peripheral oxygen saturation (SpO2) and venous lactate concentration (Lac). The physiological parameters (HR, RR, SpO2 and Lac) recorded in the pre-exertion session showed similar values between the 40 volunteers while several differences were recorded in the post-exertion phase. After 6 min of GPR recovery it was recorded a drop in RR below baseline ( $19.4 \pm 4.15 \text{ min}^{-1}$  vs.  $12.2 \pm 0.4 \text{ min}^{-1}$ ;  $p < 0.001$ ) coupled with an increase in peripheral oxygen saturation above the baseline (GPR:  $99.0 \pm 0.16\%$  vs.  $96.6 \pm 0.77\%$ ,  $p < 0.001$ ). Moreover, the most striking result was the drop in lactate concentration measured after 13 min of GPR recovery:  $84.5 \pm 3.5\%$  in GPR vs  $2.9 \pm 7.6\%$  reduction in standard recovery ( $p < 0.001$ ). Notably no differences were recorded recovery of heart rate. GPR has promising effects on post-exercise recovery on RR, SpO2 and lactate level on young athletes.

## Downloads month by month



## Effetti di una stimolazione propriocettiva vibrazionale sulla fase di recupero dopo il test del ciclo incrementale massimale.

Francesco Coscia (1,2), Paola V. Gigliotti (1,2), Alexander Piratinskij (3), Tiziana Pietrangelo (4), Vittore Verratti (5), Saadsaoud Foued (6), Igor Diemberger (7), Giorgio Fanò-Illic (8,9,10)

(1) Department of Medicine, University of Perugia, Ospedale "Santa Maria della Misericordia", Italy; (2) Laboratory of Sport Physiology, San Candido-Innichen, Italy; (3) The Ural Federal University, Ekaterinburg, Russia; (4) Department of Neuroscience Imaging and Clinical Science, Interuniversity Institute of Myology, University G d'Annunzio Chieti-Pescara, Italy; (5) Department of Psychological Sciences, Health and Territory, University "G. d'Annunzio" of Chieti-Pescara, Chieti, Italy; (6) Maitre de Conference Class A, Université de Msila, Algerie; (7) Institute of Cardiology, University of Bologna, Azienda Ospedaliera S. Orsola-Malpighi, Italy; (8) IIM-Interuniversity Institute of Myology; (9) A&C M-C Foundation for Translational Myology, Padova; Italy; (10) Free University of Alcatraz, Santa Cristina di Gubbio, Italy.

This article is distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Noncommercial License (CC BY-NC 4.0) which permits any noncommercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author(s) and source are credited.

### Abstract

La Risonanza Propriocettiva Globale (GPR) è un approccio recentemente sviluppato concepito per sollecitare i vari meccanorecettori cutanei, attraverso l'applicazione di vibrazioni meccaniche multifocali a bassa ampiezza e in determinati punti del corpo, limitando la stimolazione delle strutture profonde. Questo studio interventistico ha valutato gli effetti della GPR sulla funzione cardiorespiratoria durante il periodo di recupero post-sforzo. Un gruppo di volontari coinvolti nel Triathlon (uno sport multidisciplinare suddiviso su tre prove, nuoto, ciclismo e corsa, discipline altamente impegnative in termini di impegno metabolico), è stato sottoposto a due test di esercizio incrementale massimale fino ad esaurimento seguiti alternativamente da (a) una sessione di 13 minuti di GPR oppure (b) una tendenza acuta di esercizio a bassa intensità standard della stessa durata. Gli effetti di questi due approcci sono stati confrontati in termini di recupero di: frequenza cardiaca (HR), frequenza respiratoria (RR), saturazione periferica di ossigeno (SpO2) e concentrazione di lattato venoso (Lac). I parametri fisiologici (HR, RR, SpO2 e Lac) registrati nella sessione di pre-sforzo hanno mostrato valori simili tra i 40 volontari mentre diverse differenze sono state registrate nella fase post-sforzo. Dopo 6 minuti di recupero con GPR è stato registrato un calo del RR sotto la baseline ( $19.4 \pm 4.15 \text{ min}^{-1}$  vs. a  $12.2 \pm 0.4 \text{ min}^{-1}$ ;  $p < 0.001$ ) associato a un aumento della saturazione di ossigeno periferica al di sopra della baseline (GPR:  $99.0 \% \pm 0.16\%$  vs.  $96.6\% \pm 0.77\%$ ,  $p < 0.001$ ). Inoltre, il risultato più sorprendente è stato il calo della concentrazione di lattato misurato dopo 13 minuti di recupero con GPR:  $84.5 \pm 3.5\%$  con GPR contro la riduzione del  $2.9 \pm 7.6\%$  nel recupero standard ( $p < 0.001$ ). In particolare, non sono state registrate differenze nel recupero della frequenza cardiaca. La GPR ha effetti promettenti sul recupero post-esercizio a livello di RR, SpO2 e lattato su giovani atleti.

*Parole chiave:* risonanza propriocettiva globale, fase di recupero, test incrementale.

Eur J Transl Myol 29 (3): 227-234, 2019

I segnali propriocettivi dai meccanorecettori delle articolazioni, dei muscoli, dei tendini e della pelle sono essenziali per il controllo neurale intatto del movimento. La perdita di afferenze propriocettive può influenzare il controllo del tono muscolare, interrompere i riflessi posturali e compromettere

gravemente gli aspetti spaziali e temporali del movimento volontario. (1).(2). Data l'importanza della propriocezione, sono stati sviluppati numerosi interventi per servire come allenamento propriocettivo per migliorare/ripristinare la funzione motoria e la propriocezione. La propriocezione

## Stimolazione propriocettiva vibrazionale

Eur J Transl Myol 29 (3): 227-234, 2019

globale merita particolare attenzione dal momento che potrebbe influenzare la resistenza dei muscoli scheletrici al movimento. In particolare, la resistenza si manifesta come una sostanziale rigidità nei piccoli movimenti. Questo aspetto potrebbe essere fondamentale nelle prestazioni complessive in sport altamente impegnativi come il Triathlon. In effetti, i triatleti sono coinvolti in allenamenti basati sulla resistenza e in competizioni che richiedono di approfittare di diversi fattori come l'economia di locomozione così come le caratteristiche fisiologiche e anche la risposta propriocettiva.(3) In particolare, c'è scarso accordo su ciò che costituisce effettivamente l'allenamento propriocettivo, che può essere parzialmente dovuto alla mancanza di una definizione uniforme di propriocezione.(4). Come ampiamente definita, la propriocezione si riferisce alla consapevolezza cosciente del corpo e degli arti e ha diverse proprietà: senso del movimento passivo, senso del movimento attivo, senso della posizione degli arti e senso di pesantezza.

Tuttavia, è stato a lungo stabilito che propriocezione ha una componente inconscia nella quale i segnali propriocettivi vengono utilizzati per il controllo riflessivo del tono muscolare e della postura.(5) Tuttavia, i segnali propriocettivi sono integrati anche nei complessi sistemi di regolazione della funzione cardiorespiratoria, per adattare il corpo all'attività fisica. La vibrazione trasmessa al corpo intero (WBV), basata sulla stimolazione somatosensoriale, è uno degli approcci alla stimolazione propriocettiva globale che è stato maggiormente investigato, con risultati contrastanti.

Recentemente è stato affermato che la vibrazione meccanica multifocale a specifiche frequenze e di breve durata, lavora efficacemente come risonanza propriocettiva globale (GPR), con effetti positivi su ossa, muscoli e articolazioni (6).

Lo scopo di questo studio interventistico prospettico è stato quello di

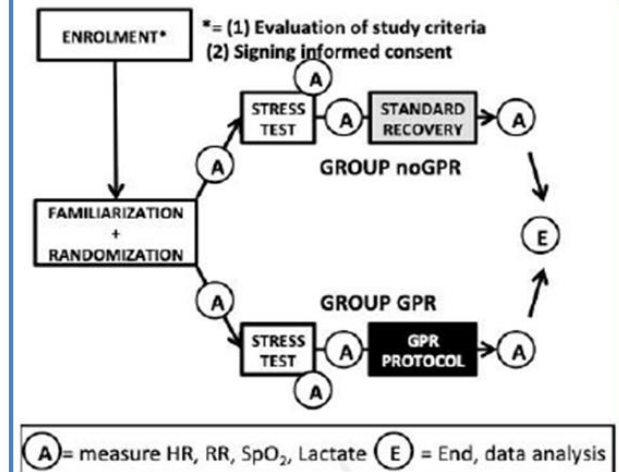
valutare se un nuovo approccio alla stimolazione propriocettiva, chiamata GPR, ha effetti positivi sul sistema cardiovascolare centrale e periferico in giovani triatleti. (7).

### Materiali e metodi

#### Soggetti

Questo studio è stato condotto secondo i principi delineati nella Dichiarazione di Helsinki. Tutti i partecipanti hanno fornito consenso informato scritto. Quaranta atleti coinvolti in gare di lunga durata (triathlon) si sono offerti volontari per lo

Fig. 1 Schema raffigurante l'intero protocollo di studio



GPR = risonanza propriocettiva globale, HR = frequenza cardiaca, RR = frequenza respiratoria, SpO<sub>2</sub> periferica, saturazione O<sub>2</sub>, Lactate = concentrazione di lattato.

studio. Nessuno di loro aveva una storia recente di malattia, disturbi muscoloscheletrici clinici o controindicazioni all'esposizione alle vibrazioni. Il presente studio è stato approvato dal comitato etico istituzionale sulla ricerca umana.

#### Progettazione dello studio

La descrizione dello studio è stata riportata nella Figura 1. I volontari sono stati divisi casualmente in due gruppi (controllo e GPR). I partecipanti hanno completato entrambe le prove in una stanza silenziosa a temperatura controllata (23 ° C) nello stesso periodo di tempo per eliminare qualsiasi influenza della variazione circadiana. I soggetti hanno visitato il laboratorio in varie occasioni, con almeno 48 ore di distanza da ogni occasione: (a) una familiarizzazione delle attrezzature di laboratorio, (b) un test da sforzo fino ad esaurimento seguito da (c1) un periodo di recupero attivo usando la stimolazione GPR o (c2) o un recupero attivo senza stimolazione GPR (noGPR). In particolare, tutti i volontari sono stati impegnati in un esaustivo test incrementale, diviso in due sottogruppi di 20 volontari, un gruppo ha completato il recupero GPR e l'altro ha completato il recupero a bassa intensità. Ai soggetti è stato chiesto di astenersi dall'esercizio per 24 ore e di digiunare almeno 4 ore prima delle visite di laboratorio per ridurre gli effetti di questi fattori sulle variabili dello studio.

## Stimolazione propriocettiva vibrazionale

Eur J Transl Myol 29 (3): 227-234, 2019

**Tabella 1. Caratteristiche degli atleti di triathlon**

Popolazioni	Età	Peso (kg)	Altezza (CM)	BMI	SBP (mmHg)
Controllo	22.1±3.33	73.3±4.82	182±4.93	22.3±2.27	111±7.59
GPR	22.9±3.28	73.7±4.67	182±5.11	22.4±2.31	111±7.59

*BMI: indice di massa corporea; SBP: pressione arteriosa sistolica; test di Shapiro-Wilk per la normalità delle distribuzioni; Il test di Levene per l'uguaglianza delle varianze; Misure ripetute ANOVA con BMI come covariata; inoltre correzione Tukey per confronti multipli post-hoc; quando richiesto dal test di Mauchly per la sfericità, è stata applicata la correzione Greenhouse-Geisser*

### Test da sforzo incrementale

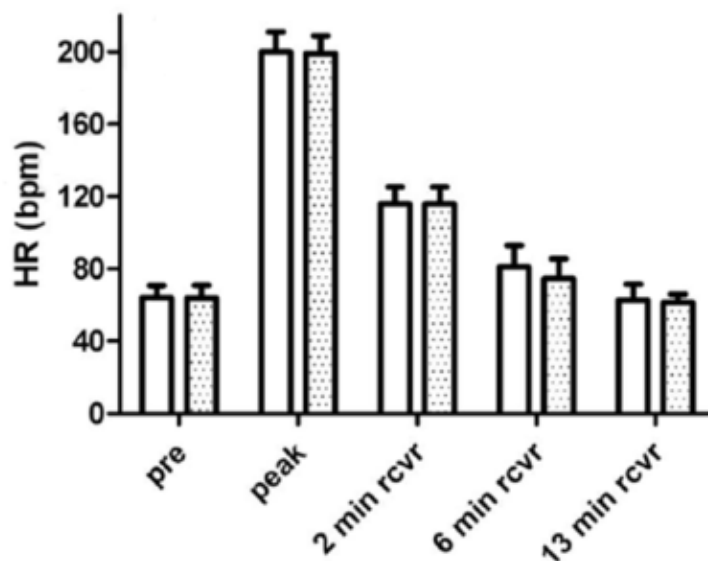
Dopo una breve valutazione basale a riposo con ECG a 12 derivazioni, misurazione della pressione arteriosa, saturazione periferica di ossigeno e valutazione del lattato nel sangue periferico, ai soggetti è stato chiesto di eseguire un breve riscaldamento (3 min, 25 W, 60 rev min<sup>-1</sup>) su un ergometro a ciclo frenato (Kettler Axiom P2, GmbH & Co.KG, Ense-Parsit, Germania) Cicloergometro Monark mod 818) prima del test di esercizio incrementale. L'esercizio ciclistico è iniziato con un carico di lavoro iniziale di 50 watt con una frequenza di pedalata di 60 rev min<sup>-1</sup>, seguito da incrementi di 25 W ogni 2 minuti fino all'esaurimento. Lo sforzo massimo è stato confermato dal raggiungimento di almeno tre criteri: (1) un rapporto di scambio respiratorio (RER) > 1.2; (2) frequenza cardiaca > 90% del massimo previsto dall'età; o (3) valutazione dello sforzo percepito > 17 sulla scala 6-20 di Borg.

### Periodo di recupero

Dopo il test di esercizio incrementale, tutti i partecipanti si sono riposati in posizione seduta per due minuti, seguiti da un periodo di recupero di 13 minuti assegnato in modo casuale con: (1) recupero dell'esercizio a bassa intensità sullo stesso cicloergometro (fisso 25 watt) e nessuna stimolazione GPR (no GPR) o (2) GPR senza esercizio. Questo periodo di recupero è stato applicato poiché, come riportato da studi precedenti, è possibile ottenere un completo recupero muscolare con periodi di riposo di 10-15 minuti. Abbiamo usato il recupero di esercizi a bassa intensità per evitare la sopravvalutazione degli effetti di GPR.(8)

### Protocollo GPR

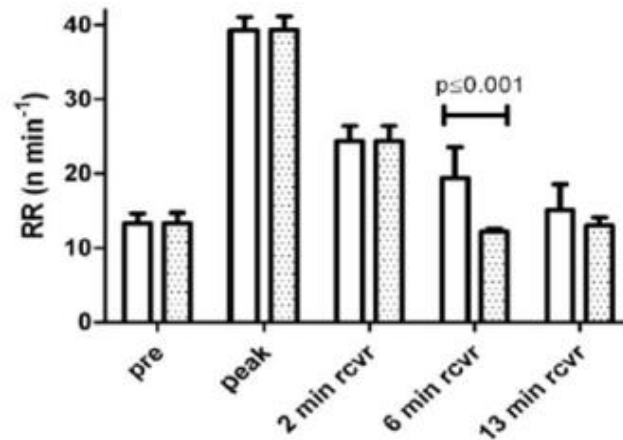
Il protocollo di esercizio durante GPR corrispondeva al protocollo standard fino al secondo minuto dopo l'esercizio di punta. Il soggetto era quindi



**Fig 2.** Il grafico mostra la frequenza cardiaca registrata in tutte le sessioni: prima (pre) dell'esercizio esaustivo, al suo livello massimo (peak) e durante il recupero a 2, 6 e 13 minuti (2 min rcvr; 6 min rcvr e 6 min rcvr). Le barre vuote rappresentano il gruppo di controllo mentre quelle punteggiate sono il gruppo GPR.

## Stimolazione propriocettiva vibrazionale

Eur J Transl Myol 29 (3): 227-234, 2019



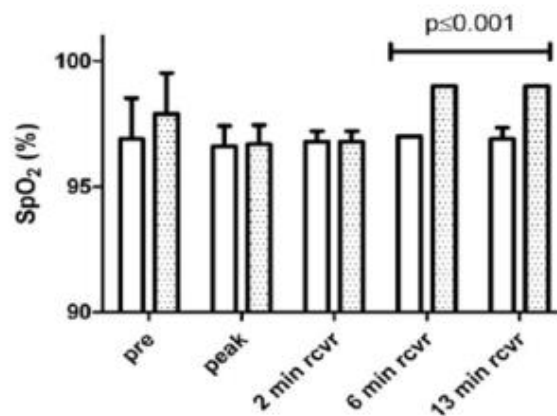
**Fig 3.** Il grafico mostra la frequenza respiratoria (RR) registrata in tutte le sessioni: prima (pre) dell'esercizio esaustivo, al suo livello massimo (peak) e durante il recupero a 2, 6 e 13 minuti (2 min rcvr, 6 min rcvr e 6 min rcvr). A 6 minuti di recupero abbiamo osservato una significativa riduzione della RR nel gruppo GPR rispetto a controllo ( $p \leq 0.001$ ). Le barre vuote rappresentano il gruppo di controllo mentre quelle punteggiate il gruppo GPR.

posizionato sul sistema Keope GPR con attivazione del protocollo di stimolazione. Al termine della stimolazione (della durata di 13 minuti, la stessa durata della fase attiva di recupero) il soggetto veniva sottoposto all'ultima valutazione della concentrazione di lattato e la sessione di studio terminava.

### Sistema Keope GPR

Keope GPR (ANDROMEDA S.r.l. 23896 Sirtori (LC, Italia) è un dispositivo recentemente

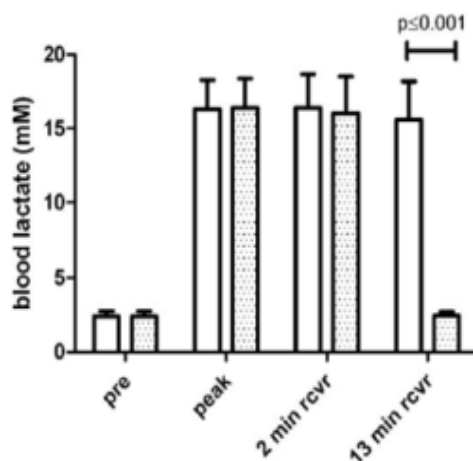
commercializzato, sviluppato in particolare per la stimolazione del sistema propriocettivo mediante l'applicazione di forze meccaniche a bassa ampiezza a specifiche zone del corpo: mani, caviglie e talloni. La quantità di energia cinetica è controllata per limitare la stimolazione delle strutture profonde (tendini, articolazioni e organi) sollecitando i diversi meccanorecettori cutanei: corpuscoli di Meissner, finali di Ruffini, dischi di Merkel e corpuscoli di Pacini. L'energia viene erogata attraverso treni d'onda sinusoidali modulati sia in ampiezza che in



**Fig 4.** Il grafico mostra la saturazione di ossigeno nel sangue periferico (SpO<sub>2</sub>) registrata in tutte le sessioni: prima (pre) dell'esercizio esaustivo, al suo livello massimo (peak) e durante il recupero a 2, 6 e 13 minuti (2 min rcvr, 6 min rcvr e 6 min rcvr). A 6 e 13 minuti di recupero abbiamo osservato una significativa riduzione del parametro nel gruppo GPR rispetto al controllo ( $p \leq 0.001$  per entrambi i punti). Le barre vuote rappresentano il gruppo di controllo mentre quelle punteggiate sono il gruppo GPR.

## Stimolazione propriocettiva vibrazionale

Eur J Transl Myol 29 (3): 227-234, 2019



**Fig 5.** Il grafico mostra la concentrazione ematica periferica di lattato registrata durante il protocollo sperimentale: prima (pre) dell'esercizio esaustivo, al suo livello massimo (peak) e durante il recupero. A 13 minuti di recupero abbiamo osservato una significativa riduzione della concentrazione di lattato nel gruppo GPR rispetto al controllo ( $p \leq 0.001$ ). Le barre vuote rappresentano il gruppo di controllo mentre quelle punteggiate sono il gruppo GPR.

frequenza (fino a 200 Hz). Sono stati sviluppati diversi programmi di stimolazione per ottenere diversi modelli di stimolazione propriocettiva. In particolare, i cinque siti di stimolazione non sono attivi contemporaneamente durante tutto il protocollo ma variano all'interno di ciascun protocollo e tra i diversi programmi di stimolazione. Un ulteriore elemento che caratterizza in modo specifico il sistema Keope GPR è la posizione mantenuta dal soggetto durante il protocollo di stimolazione. A differenza di diversi dispositivi per la stimolazione meccanica del corpo che richiedono una posizione eretta, il soggetto che esegue una sessione di Keope GPR si trova in una posizione supina rilassata trasferendo tutta l'energia gravitazionale attraverso sei parti stimolanti e quattro strutture di supporto aggiuntive. In particolare, la forma specifica adottata per tutti i componenti di Keope consente una posizione rilassata senza compressione delle strutture vascolari e linfatiche per favorire la circolazione.

### Valutazione del lattato

La valutazione della concentrazione di lattato è stata eseguita a: (1) linea di base, (2) dopo aver raggiunto il picco di esercizio, (3) dopo i primi due minuti di riposo e (4) dopo il periodo di recupero di 13 minuti sia con esercizio attivo GPR sia con esercizio noGPR. Il sangue è stato raccolto attraverso una puntura della falange distale dell'anulare della mano non dominante. Prima della raccolta, l'area di puntura è stata pulita asetticamente con alcool al

70%. La prima goccia di sangue è stata scartata, quindi è stato raccolto un campione di 30  $\mu$ L di sangue, che è stato analizzato utilizzando un monitor del lattato Accutrend Plus (Roche Diagnostics) validato da Perez et al.(9),(10)

### Analisi statistiche

Le analisi statistiche sono state eseguite utilizzando GraphPad Prism Software, versione 7 (GraphPad Software, La Jolla, USA) e software R-based open source Jamovi (<https://www.jamovi.org>). Sono stati usati il test di Shapiro-Wilk per la normalità delle distribuzioni e il test di Levene per l'uguaglianza delle varianze. Le misure ripetute ANOVA con BMI come covariata sono state utilizzate per valutare il significato; inoltre è stata utilizzata la correzione Tukey per il confronto multiplo post-hoc; quando richiesto dal test di Mauchly per la sfericità, è stata applicata la correzione Greenhouse-Geisser. La significatività statistica è stata fissata su valori p inferiori a 0.05.

### Risultati

#### Popolazione e prove di esercizi incrementali

I quaranta adulti volontari (21 maschi e 19 femmine, altezza  $182 \pm 4.9$  cm, peso  $73.5 \pm 4.7$  Kg) di età compresa tra  $22.5 \pm 3.3$  anni, hanno completato tutte le procedure. Le caratteristiche degli atleti scelti

## Stimolazione propriocettiva vibrazionale

Eur J Transl Myol 29 (3): 227-234, 2019

casualmente per il controllo e il gruppo sperimentale sono stati riportati nella Tabella 1.

In particolare, nessuna differenza significativa è stata registrata tra le due diverse sezioni di esercizio in termini di carico di lavoro ( $225.85 \pm 18.2$  watt contro  $225.75 \pm 18.0$  watt;  $p = n.s.$ ) e modifiche fisiologiche (cioè pressione sanguigna, saturazione di ossigeno periferica, frequenza respiratoria, lattato).

### *Fase di recupero post esercizio: GPR vs. recupero standard*

Le figure 2, 3, 4 e 5 mostrano le modifiche della frequenza cardiaca, della frequenza respiratoria e della saturazione di ossigeno periferica e del lattato durante i due protocolli (GPR vs. No GPR). L'analisi della HR non ha mostrato differenze significative (Figura 2). Come si può notare, il recupero con GPR ha avuto un calo significativamente più elevato della frequenza respiratoria (Figura 3). Questo comportamento è stato più pronunciato per la frequenza respiratoria, raggiungendo un valore significativo dopo 6 minuti di stimolazione GPR rispetto alla baseline ( $12.2 \pm 4.15$  min<sup>-1</sup> vs  $19.4 \pm 0.4$  min<sup>-1</sup>;  $p < 0,001$ ) mentre è aumentato alla fine della sessione GPR ( $13.0 \pm 1.17$  min<sup>-1</sup> vs.  $15.2 \pm 3.43$  min<sup>-1</sup>;  $p = 0.06$ ) per raggiungere un valore quasi sovrapponibile alla baseline. Al contrario durante il recupero No GPR la diminuzione della frequenza respiratoria è stata più graduale e il valore finale era ancora superiore rispetto alla baseline ( $15.1 \pm 3.4$  min<sup>-1</sup> contro  $13.3 \pm 1.34$  min<sup>-1</sup>). La saturazione di ossigeno periferica (Figura 4) è aumentata in modo significativo 6 e 13 minuti dopo l'esercizio di picco in entrambi i protocolli di recupero (No GPR:  $97.0\% \pm 0.16\%$  vs.  $96.6\% \pm 0.81$ ,  $p < 0,001$ ; GPR:  $99.0\% \pm 0.16\%$  rispetto  $96.6\% \pm 0.77\%$ ,  $p < 0,001$ ) ma nella sessione GPR i soggetti hanno raggiunto un livello medio sopra la baseline ( $97.9\% \pm 1.60\%$ ,  $p < 0,001$ ) e significativamente più alto il livello di recupero standard ( $p < 0,001$ ). Tuttavia, il risultato più sorprendente è stato il calo dei livelli di lattato dopo i 13 minuti del periodo di recupero di GPR che ha raggiunto i livelli di base in quasi tutti i volontari, come illustrato chiaramente nella Figura 5 ( $2.4 \pm 0.2$  vs.  $2.4 \pm 0.3$ ,  $p = n.s$  con GPR). Al contrario, durante il test No GPR la valutazione dopo 13 minuti di concentrazione di lattato a riposo non ha presentato cambiamenti significativi rispetto al campionamento post-stress di 2 minuti ( $15.7 \pm 2.5$  vs.  $16.2 \pm 2.3$  con No GPR e  $2.4 \pm 0.2$  rispetto a  $16.2 \pm 2.4$  con GPR; equivalente a una diminuzione media del  $2.9 \pm 7.6\%$  rispetto a  $84.5 \pm 3.5\%$ ,  $p < 0,001$ ).

### **Discussione**

Questo studio aveva lo scopo di analizzare l'effetto di un nuovo approccio alla stimolazione propriocettiva sul recupero post-sforzo dopo un

intenso esercizio fisico in un gruppo di atleti coinvolti in esercizi aerobici e anaerobici massimi di lunga durata. Il recupero sotto i sei minuti della stimolazione della GPR era associato a un miglioramento complessivo dei parametri registrati con una riduzione significativamente più alta della frequenza respiratoria post-sforzo e un aumento di SpO<sub>2</sub>. Secondo questi risultati, tredici minuti di stimolazione di GPR sembrano recuperare quasi completamente la concentrazione di lattato. Precedenti studi sugli effetti della stimolazione propriocettiva durante/dopo l'esercizio si sono concentrati sui dispositivi per la WBV. In genere, le indagini sulla WBV sono state utilizzate per brevi periodi, con un'esposizione cumulativa fino a 15 minuti, per migliorare il livello di esercizio, (11) e per studiare le influenze sul sistema cardiovascolare centrale e hanno mostrato risultati contrastanti. (12), (13) Altri studi hanno riportato ulteriori benefici cardiovascolari, anche in assenza di cambiamenti significativi nella frequenza cardiaca e nel flusso sanguigno, sotto forma di attenuazione degli aumenti della rigidità arteriosa delle gambe a seguito di WBV acuta e riduzione della pressione sanguigna a seguito di ripetute sessioni di esercizio di WBV. (14), (15). Tuttavia, gli effetti riportati dalla WBV sulla velocità del flusso sanguigno periferico (BFV) sono inconcludenti, con alcuni studi che indicano un aumento del BFV, (16-19) e altri che riportano diminuzioni o nessun cambiamento dopo la vibrazione. (20,21) Alcuni autori hanno suggerito il ruolo dell'aumento della temperatura corporea (22) mentre altri non hanno trovato alcuna correlazione. (23).

In particolare, le valutazioni di BFV dopo WBV si sono concentrate su un approccio specifico alla WBV, in posizione eretta e sulla circolazione degli arti inferiori. Gli studi disponibili incentrati sugli effetti del WBV sulle concentrazioni di lattato miravano a evidenziare un aumento della domanda energetica promossa dalla WBV durante l'esercizio massimo con risultati diversi ma principalmente a favore di questo fenomeno indicando così una possibile correlazione tra concentrazione di lattato, stabilità posturale e disturbi dell'equilibrio. (24) Vale la pena ricordare che in uno studio precedente, la vibrazione locale applicata agli arti inferiori ha migliorato l'espressione sul vasto laterale di diidrolipoamide deidrogenasi, il complesso E3 del complesso piruvato deidrogenasi (DLD), il gene codificante per il complesso piruvato deidrogenasi in grado di trasformare il piruvato in acetil-coenzima A. (25) Questo risultato è stato ottenuto analizzando successivamente le fibre muscolari umane dopo tre mesi di stimolazioni vibrazionali. Nel presente studio abbiamo osservato una significativa riduzione del lattato durante il recupero di WBV rispetto al

# Stimolazione propriocettiva vibrazionale

Eur J Transl Myol 29 (3): 227-234, 2019

controllo. La nostra idea è che la WBV potrebbe influenzare il metabolismo del lattato e quindi produrne una rimozione più veloce. Si potrebbe sostenere che nel gruppo noGPR la rimozione del lattato è stata più lenta rispetto a molti risultati presenti in letteratura che descrivono la rimozione del lattato in fase di recupero dopo uno sforzo massimo.(9),(26)

Tuttavia, il nostro risultato è conforme a Riganas et al., (27) che hanno riferito un basso decremento (15%) dopo 10 minuti di recupero attivo al 25% della potenza massima dopo un test incrementale esaustivo. Quando ci si concentra sulla concentrazione di lattato durante il recupero post-esercizio, l'uso della WBV non è stato associato ad alcun miglioramento nei due studi disponibili su questo argomento. (23), (28). Diversi fattori possono spiegare le differenze tra i nostri risultati sulla stimolazione della GPR e gli studi sulla WBV: (a) l'intensità della GPR è controllata per evitare la stimolazione di strutture profonde durante la sollecitazione dei meccanorecettori cutanei, (b) la GPR non è limitata a una singola parte del corpo (la stimolazione vibrazionale è di solito limitata alle gambe), (c) il soggetto non è in posizione eretta durante la GPR poiché si trova in una posizione supina rilassata trasferendo tutta l'energia gravitazionale attraverso le sei parti stimolanti senza compressione delle strutture vascolari e linfatiche per favorire la circolazione. È molto probabile che i rapidi effetti sulla frequenza respiratoria e l'ossigenazione periferica meritino ulteriori indagini per valutare ulteriori effetti centrali. Siamo consapevoli, tuttavia, che il presente studio, sebbene sia randomizzato ed eseguito in un gruppo omogeneo di soggetti, presenta una limitazione: la dimensione del campione di soggetti analizzati non è grande ed è limitato a un gruppo di atleti di alto livello e non anche a soggetti patologici. Abbiamo confrontato GPR con il recupero attivo senza alcun ulteriore strumento. Queste scelte possono limitare la generalizzazione e l'identificazione del meccanismo preciso per il miglioramento mostrato dalla GPR nel recupero post-sforzo. Tuttavia, la progettazione dello studio e il gruppo di pazienti altamente omogenei aumentano significativamente l'affidabilità dei risultati ottenuti. In conclusione, la risonanza propriocettiva globale è un nuovo promettente approccio alla stimolazione propriocettiva con effetti positivi sul recupero post-esercizio attraverso il miglioramento del ripristino rapido della frequenza respiratoria, l'aumento della SpO<sub>2</sub> e la riduzione della concentrazione di lattato nel sangue. In prospettiva, la stimolazione propriocettiva utilizzando le vibrazioni corporee potrebbe avere interessanti applicazioni scientifiche nel campo della riabilitazione.

## Elenco di acronimi

BFV - velocità del flusso sanguigno  
BMI - indice di massa corporea  
DLD - diidrolipoamide deidrogenasi  
ECG - Elettrocardiogramma  
GPR - Risonanza propriocettiva globale  
HR: battito cardiaco  
Lac - concentrazione di lattato  
RR - frequenza respiratoria  
SBP: pressione arteriosa sistolica  
pO<sub>2</sub> - saturazione periferica dell'ossigeno  
WBV - Vibrazioni trasmesse al corpo intero

## Contributi degli autori

Ogni autore ha contribuito alla concezione, progettazione e interpretazione dei dati. In particolare: FC e PVG hanno selezionato i soggetti reclutati e ne hanno verificato gli aspetti medici. FC, PVG e VV hanno eseguito la parte sperimentale e raccolto i dati per le successive analisi statistiche alle quali hanno anche partecipato. Tutti gli autori hanno contribuito in modo sostanziale alla stesura del manoscritto e all'approvazione finale della versione presentata.

**Ringraziamenti** Nessuno.

**Finanziamento** Il lavoro è stato completamente addebitato ai fondi di ricerca forniti da FC e PVG

## Conflitto d'interesse

Gli autori non dichiarano conflitti di interesse.

## Dichiarazione di pubblicazione etica

Confermiamo di aver letto la posizione del Journal sulle questioni legate alla pubblicazione etica e affermiamo che questa relazione è coerente con tali linee guida.

## Autore corrispondente

Paola Virginia Gigliotti, MD, Dipartimento di Medicina, Università di Perugia, Ospedale "Santa Maria della Misericordia", Laboratorio di Fisiologia dello Sport, San Candido-Innichen, Italia. Telefono: +39-051349858 Fax: +39-051344859  
E-mail: pao.gigliotti@gmail.com

## E-mails dei co-autori

Francesco Coscia: francesco.coscia1@gmail.com  
Alexander Piratinski: apiratinskiy@yandex.ru  
Tiziana Pietrangelo: tiziana.pietrangelo@unich.it  
Vittore Verratti: vittore.verratti@unich.it  
Saadsaoud Foued: foued.saadsaoud@univ-msila.dz  
Igor Diemberger: igor.diemberger@unibo.it  
Giorgio Fanò-Illic: fanoillic@gmail.com



## Stimolazione propriocettiva vibrazionale

Eur J Transl Myol 29 (3): 227-234, 2019

### Riferimenti

1. Dietz V, Müller R, Colombo G, Locomotor activity in spinal man: significance of afferent input from joint and load receptors. *Brain* 2002;125:2626-34.
2. Rossignol S, Dubuc R, Gossard JP. Dynamic sensorimotor interactions in locomotion. *Physiol Rev* 2006;86:89-154.
3. Lepers R, Knechtle B, Stapley PJ. Trends in Triathlon Performance: Effects of Sex and Age. *Sports Med* 2013;43:851-63.
4. Proske U, Gandevia SC. The proprioceptive senses: their roles in signaling body shape, body position and movement, and muscle force. *Physiol Rev* 2012;92:1651-97.
5. Proske U, Allen T. The neural basis of the senses of effort, force and heaviness. *Exp Brain Res* 2019;237:589-99.
6. Cardinale M1, Wakeling J. Whole body vibration exercise: are vibrations good for you? *Br J Sports Med* 2005;39:585-9.
7. Lepers R, Knechtle B, Stapley PJ, Larivière C, Trends in Triathlon Performance: Effects of Sex and Age. *Sports Med* 2013;43:851-63.
8. Larivière C, Gravel D, Arsenault AB, Gagnon D, Loisel P. Muscle recovery from a short fatigue test and consequence on the reliability of EMG indices of fatigue. *Eur J Appl Physiol* 2003;89:171-7.
9. Devlin J1, Paton B, Poole L, et al. Blood lactate clearance after maximal exercise depends on active recovery intensity. *Sports Med Phys Fitness* 2014;54:271-8.
10. Pérez EH, Dawood H, Chetty U, et al. Validation of the Accutrend lactate meter for hyperlactatemia screening during antiretroviral therapy in a resource-poor setting. *International Journal of Infectious Diseases* 2008;12:553-6.
11. Avelar NC, Simão AP, Tossige-Gomes R, et al. Oxygen consumption and heart rate during repeated squatting exercises with or without whole-body vibration in the elderly. *J Strength Cond Res* 2011;25:3495-500.
12. Rittweger J, Beller G, Felsenberg D. Acute physiological effects of exhaustive whole-body vibration exercise in man. *Clin Physiol* 2000;20:134-42.
13. Figueroa A, Vicil F, Sanchez-Gonzalez MA. Acute exercise with whole-body vibration decreases wave reflection and leg arterial stiffness. *Am J Cardiovasc Dis* 2011;1:60-7.
14. Cardinale M, Soiza RL, Leiper JB, et al. Hormonal responses to a single session of whole body vibration exercise in older individuals. *Br J Sports Med* 2010;44:284-8.
15. Baum K, Votteler T, Schiab J. Efficiency of vibration exercise for glycemic control in type 2 diabetes patients. *Int J Med Sci* 2007;4:159-63.
16. Otsuki T, Takanami Y, Aoi W, et al. Arterial stiffness acutely decreases after whole-body vibration in humans. *Acta Physiol (Oxf)* 2008;194:189-94.
17. Cardinale M, Pope MH. The effects of whole body vibration on humans: dangerous or advantageous? *Acta Physiol Hung* 2003;90:195-206.
18. Lohman EB 3rd, Petrofsky JS, Maloney-Hinds C, et al. The effect of whole body vibration on lower extremity skin blood flow in normal subjects. *Med Sci Monit* 2007;13:CR71-6.
19. Herrero AJ, Martín J, Martín T, et al. Whole-body vibration alters blood flow velocity and neuromuscular activity in Friedreich's ataxia. *Clin Physiol Funct Imaging* 2011;31:139-44.
20. Robbins D, Yoganathan P, Goss-Sampson M. The influence of whole body vibration on the central and peripheral cardiovascular system. *Clin Physiol Funct Imaging* 2014;34:364-9.
21. Button C, Anderson N, Bradford C, et al. The effect of multidirectional mechanical vibration on peripheral circulation of humans. *Clin Physiol Funct Imaging* 2007;27:211-6.
22. Hazell TJ, Thomas GW, Deguire JR, Lemon PW. Vertical whole-body vibration does not increase cardiovascular stress to static semi-squat exercise. *Eur J Appl Physiol* 2008;104:903-8.
23. Edge J, Mündel T, Weir K, Cochrane DJ. The effects of acute whole body vibration as a recovery modality following high-intensity interval training in well-trained, middle-aged runners. *Eur J Appl Physiol* 2009;105:421-8.
24. Robbins D1, Yoganathan P, Goss-Sampson M. The influence of whole body vibration on the central and peripheral cardiovascular system. *Clin Physiol Funct Imaging* 2014;34:364-9.
25. Pietrangelo T, Mancinelli R, Toniolo L, et al. Effects of local vibrations on skeletal muscle trophism in elderly people: mechanical, cellular, and molecular events. *Int J Mol Med* 2009;24:503-12
26. Larivière C, Gravel D, Arsenault AB, et al. Muscle recovery from a short fatigue test and consequence on the reliability of EMG indices of fatigue. *Eur J Appl Physiol* 2003;89:171-6.
27. Riganas CS, Papadopoulou Z, Psichas N, et al. The rate of lactate removal after maximal exercise: the effect of intensity during active recovery. *J Sports Med Phys Fitness* 2015;55:1058-6.
28. Manimmanakorn N, Ross JJ, Manimmanakorn A, Lucas SJ, Hamlin MJ. Effect of whole-body vibration therapy on performance recovery. *Int J Sports Physiol Perform*. 2015 Apr;10(3):388-95

Presentazione: 2 luglio 2019

Revisione ricevuta: 6 agosto 2019

Accettazione: 6 agosto 2019