

APPLICAZIONE DELLA *WHOLE BODY VIBRATION* NEI PAZIENTI COVID-19: PUÒ ESSERE UN MEZZO COADIUVANTE LA RISOLUZIONE DELLA MALATTIA?

E. PANICHI

Chinesiologo clinico, MSc, Cultore della Materia "Valutazione Funzionale" presso l'Università degli Studi di Roma "Tor Vergata", Dottorando di Ingegneria industriale presso il Dipartimento di Ingegneria industriale dell'Università di Roma "Tor Vergata"

RIASSUNTO

L'infezione causata dal nuovo SARS-CoV-2 in alcuni casi può portare al manifestarsi di sintomatologia severa, generando malattia da COVID-19. I malati gravi spesso finiscono intubati nei reparti di terapia intensiva, rischiando, oltre che un decremento severo dei parametri vitali, anche una vera e propria sindrome da decondizionamento causata dall'allettamento e dall'immobilizzazione. L'applicazione della *Whole Body Vibration* (WBV), metodologia di esercizio fisico basata su impulsi oscillatori di una pedana vibrante che viene applicata a contatto con il corpo umano, è stata valutata in pazienti di terapia intensiva, soggetti malati precedenti e concomitanti la pandemia da COVID-19. In questa revisione vengono descritti e riportati alcuni risultati emersi riguardo la somministrazione di WBV come mezzo di esercizio terapeutico nei pazienti in terapia intensiva. I risultati evidenziati hanno avuto impatto positivo sulla riabilitazione di questi pazienti, in questo modo la WBV potrebbero essere considerata come mezzo terapeutico nella risoluzione della malattia.

Parole chiave: whole body vibration · esercizio · COVID-19 · COPD · terapia intensiva

ABSTRACT

The infection caused by novel SARS-CoV-2 in certain cases may lead to severe symptoms, causing the COVID-19 disease. These patients are often hospitalized into intensive care units (ICUs), risking severe decreases in vital signs, and developing a deconditioning syndrome, caused by immobilization on hospital beds. The application of Whole Body Vibration (WBV), an exercise method based on oscillating stimuli produced by a vibrating platform, which is applied to parts of human body, has been evaluated in ICUs patients, before and during the COVID-19 pandemic. In this review article the outcomes on administration of WBV as therapeutic exercise to ICUs patients have been described. These results may be considered positive for ICUs patients' rehabilitation.

Keywords: whole body vibration · exercise · COVID-19 · COPD · intensive care unit*

INTRODUZIONE

La recente e ancora attuale pandemia da COVID-19 continua a causare problemi di salute pubblica, che ad oggi continuano a riflettersi anche su altri versanti come quello economico e sociale, che di certo non passano inosservati. Nonostante l'incremento, per fortuna sempre più alto, delle somministrazioni dei vaccini, che hanno ampiamente ridotto il rapporto tra i contagi e lo sviluppo di sintomatologia tale da causare ricovero ospedaliero, alcuni individui, per la maggior parte non vaccinati, si ritrovano in condizioni severe,

che richiedono il trasporto nei reparti di terapia intensiva degli ospedali. Di fatti, come riportato dai dati dell'Istituto Superiore di Sanità [1], la situazione tra la fine del 2021 e l'inizio del 2022 evidenzia tassi di ricoveri (in soggetti di età > 12 anni) nei reparti di terapia intensiva decisamente maggiori per i soggetti non vaccinati, rispetto a chi ha completato il ciclo vaccinale da ≤ 120 giorni (circa 21 volte maggiore), e rispetto a chi ha completato la dose aggiuntiva (circa 39 volte maggiore). Sembra dunque doveroso ancora una volta evidenziare quanto l'efficacia delle vaccinazioni possa risparmiare ricoveri in terapia inten-

siva e ridurre quindi il rischio di decessi causati dalla malattia da COVID-19, ma l'obiettivo di questo articolo risulta quello di analizzare gli studi presenti in letteratura scientifica riguardo l'efficacia della somministrazione della WBV in pazienti allettati nei reparti di terapia intensiva.

I tempi di allettamento nelle terapie intensive sono variabili, ma tutti tali da causare disfunzioni dei parametri vitali e della tonicità muscolare dei pazienti, i quali si ritrovano immobilizzati senza la possibilità di svolgere un'adeguata attività fisica che possa quantomeno limitare la perdita di struttura e funzionalità muscolo-scheletrica.

Vista l'impossibilità di movimento per questi pazienti, diversi autori hanno suggerito la potenziale applicazione passiva della WBV [4, 6], grazie agli studi condotti nelle terapie intensive precedentemente alla pandemia da COVID-19.

MATERIALI E METODI

Le ricerche per la selezione e la successiva analisi degli studi presi in considerazione sono state svolte sul motore di ricerca PubMed. Le parole chiave inserite nelle diverse ricerche sono state le seguenti:

whole body vibration; exercise; exercise therapy; physical activity; COVID-19; intensive care unit*.

Tra le fonti sono presenti anche: libri di testo; dati presi dal sito ufficiale dell'Istituto Superiore di Sanità (ISS).

Prima di discutere riguardo i risultati ottenuti da queste ricerche, appare chiaro stabilire come concetto di fondamentale importanza che quanto segue rappresenta soltanto dei risultati e delle indicazioni determinate a seguito di studi clinici effettuati da ricercatori, e non rappresenta di conseguenza né raccomandazioni né linee guida per l'applicazione di WBV ai pazienti allettati in terapia intensiva. È determinante ricordare che

la somministrazione di questa metodologia di esercizio fisico viene valutata e decisa solamente dai medici che hanno accesso alle conoscenze dello stato di salute e delle cure in corso di questi pazienti.

L'obiettivo di questo articolo di revisione risulta solamente quello di descrivere e riportare i risultati ottenuti negli studi precedenti e concomitanti la pandemia, ai meri fini di conoscenza generale dell'argomento.

La ricerca è stata condotta nel periodo compreso tra marzo 2021 e maggio 2022, ed include studi pubblicati dal 1996 al 2022.

La ricerca ha prodotto un totale di 28 documenti. Di questi, 20 (n. 18 articoli scientifici, n. 1 rapporto ufficiale dell'istituto di sanità nazionale e n. 1 libro di testo) sono stati inclusi nello studio e 8 sono stati scartati.

I criteri di esclusione della seguente ricerca sono stati i seguenti:

Articoli quotati da riviste internazionali non in lingua inglese (n. 1 articoli);

Articoli di riviste con ranking non inferiore alle quotazioni Q1-Q2 del sito di specializzato in classificazioni di riviste scientifiche www.scimagojr.com (SJR 2021) (n. 5 articoli);

Articoli e dati non appartenenti a fonti ufficiali delle istituzioni sanitarie (n. 1 articoli);

Tab. 1 - Fonti utilizzate per la ricerca.

Id	Autore/i	Anno	Titolo
1	Istituto Superiore di Sanità (ISS) (Rapporto ufficiale)	2022	COVID-19: sorveglianza, impatto delle infezioni ed efficacia vaccinale
2	Magnusson et al.	1996	Are occupational drivers at an increased risk for developing musculoskeletal disorders?
3	Cardinale, Wakeling	2005	Whole body vibration exercise: are vibrations good for you?
4	Sà- Caputo D., et al	2016	Benefits of Whole-Body Vibration, as a Component of the Pulmonary Rehabilitation, in Patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease: A Narrative Review with a Suitable Approach
5	Albasini, Krause, Rembitzki (Libro di testo)	2010	Using Whole Body Vibration in Physical Therapy and Sport
6	Sañudo et al.	2020	Potential Application of Whole Body Vibration Exercise For Improving The Clinical Conditions of COVID-19 Infected Individuals: A Narrative Review From the World Association of Vibration Exercise Experts (WAVex) Panel
7	Wu et al.	2020	Risk Factors Associated With Acute Respiratory Distress Syndrome and Death in Patients With Coronavirus Disease 2019 Pneumonia in Wuhan, China
8	Furness et al.	2013	Whole-body vibration as a mode of dyspnoea free physical activity: a community-based proof-of-concept trial
9	Furness et al.	2014	Benefits of whole-body vibration to people with COPD: a community-based efficacy trial
10	Jawed et al.	2020	Whole-Body Vibration Training Increases Stem/Progenitor Cell Circulation Levels and May Attenuate Inflammation
11	Neves et al.	1985	Whole body vibration training increases physical measures and quality of life without altering inflammatory-oxidative biomarkers in patients with moderate COPD
12	Ribeiro et al.	2018	Inflammatory biomarkers responses after acute whole body vibration in fibromyalgia
13	Simão et al.	2012	Functional performance and inflammatory cytokines after squat exercises and whole-body vibration in elderly individuals with knee osteoarthritis
14	Blanks et al.	2020	Whole body vibration elicits differential immune and metabolic responses in obese and normal weight individuals
15	Wollersheim et al.	2017	Whole-body vibration to prevent intensive care unit-acquired weakness: safety, feasibility, and metabolic response
16	Boeselt et al.	2016	Whole-body vibration therapy in intensive care patients: A feasibility and safety study
17	Gloeckl et al.	2017	Cardiopulmonary response during whole-body vibration training in patients with severe COPD
18	Gloeckl et al.	2017	What's the secret behind the benefits of whole-body vibration training in patients with COPD? A randomized, controlled trial
19	Gloeckl et al.	2021	Whole-body vibration training versus conventional balance training in patients with severe COPD-a randomized, controlled trial
20	Cardim et al.	2016	Does Whole-Body Vibration Improve the Functional Exercise Capacity of Subjects With COPD? A Meta-Analysis

RISULTATI

Nel seguente paragrafo vengono descritte in modo generico le meccaniche del funzionamento della WBV sul corpo umano, nonché i possibili utilizzi di questa metodica, provenienti dagli **outcomes** degli studi selezionati per la ricerca.

Whole Body Vibration: parametri ed utilizzo

La WBV rappresenta una metodologia di allenamento neuromuscolare, nella quale vengono somministrati stimoli oscillatori mediante una pedana vibrante, generalmente posta sotto ai piedi del soggetto.

Le vibrazioni a cui il corpo umano è sottoposto sono da tempo studiate in medicina, specialmente nell'ambito della medicina del lavoro, ma non solo. In alcuni casi, come per i lavoratori che sono spesso sottoposti a vibrazioni in lunghi periodi nell'arco della giornata, queste tipologie di applicazioni, insieme alle posture scorrette dei lavoratori oggetto di studio, sono state associate ad incrementi nei disordini muscolo-scheletrici [2].

A basse frequenze, intensità ed ampiezza, nonché sotto supervisione di professionisti del settore, è stato visto come questo tipo di somministrazione meccanica possa generare benefici, seppur non elevati, in diversi distretti ed apparati corporei, come quello muscolo-scheletrico e neuroendocrino [3].

Sono stati evidenziati effetti benefici della WBV anche su malattie polmonari [8, 9], come la broncopneumopatia cronico ostruttiva (BPCO) [4].

Anche per questi motivi da anni la WBV viene riconosciuta come metodica di esercizio terapeutico utilizzata in alcuni percorsi preventivi e riabilitativi. I principali parametri che caratterizzano la somministrazione di WBV sono:

- Accelerazione, misurata in g ($1g = 9,81 \text{ m/s}^2$);
- Ampiezza, definita come lo spostamento verticale della pedana (misurata in mm);
- Durata, che rappresenta il tempo di somministrazione dello stimolo (misurata in secondi o minuti);
- Frequenza, rappresentata dal numero degli impulsi oscillatori in un secondo (misurata in Hz) [5].

Albasini A, Krause M, Rembitzki [5] nel loro testo consigliano come posizione fondamentale da

assumere per la WBV di anche e ginocchia leggermente piegate (mezzo squat).

Effetti della Whole Body Vibration sui parametri infiammatori

Nei polmoni un'inflammatione acuta può creare un danno tissutale e sfociare in una fibrosi. È da considerarsi che nel COVID-19 i mitocondri non sono in grado di adattarsi ai livelli elevati di stress ossidativo.

Jawed et al. [10] hanno evidenziato gli effetti della somministrazione di WBV (con ampiezza 4 mm e frequenza 35 Hz) sulle cellule staminali progenitrici in circolo e sui livelli di citochine.

Dopo aver messo a confronto l'esecuzione di un esercizio di squat ripetuto senza pedana ed uno combinato con WBV, è stato visto come i livelli di cellule staminali fossero aumentati significativamente sia con l'esercizio da solo sia con l'applicazione di WBV. L'esercizio con WBV ha inoltre promosso un aumento di IL-10, di TNF- α e del fattore di crescita vascolare endoteliale (i quali, se considerati insieme, hanno azione pro-angiogenica), mentre è stato riscontrato un decremento di IL-6 infiammatoria [10].

In ulteriori studi, che hanno impostato parametri della WBV ad ampiezza variabile da 2 a 4 mm e frequenza 30-40 Hz, sono stati riscontrati miglioramenti di alcuni fattori infiammatori, come i marker infiammatori ossidativi o i recettori TNF solubili, nonché incrementi nella prestazione funzionale, in soggetti anziani e/o individui con diverse patologie [11, 12, 13]. Nei giovani è stato evidenziato come l'intervento con somministrazione di WBV mediante lo svolgimento 10 serie di squat in posizione statica sulla pedana, da 1 minuto ciascuna, con recupero di 30 secondi tra serie (ampiezza 2.5 mm, frequenza 14 Hz e accelerazione 2.1 g), sia stato in grado di incrementare la percentuale di neutrofili e il rilascio della miochina IL-6, nota per i suoi benefici nel mitigare il livello di inflammatione, favorendo la produzione di IL-10 [14].

Studi condotti nei reparti di terapia intensiva e in pazienti con malattie polmonari severe

Negli studi di Wollersheim et al. [15] e Boeselt et al. [16], condotti tra il 2016 e il 2017, è stata valutata la sicurezza, la fattibilità e l'efficacia della somministrazione di *Whole Body Vibration* in pazienti allettati nei reparti di terapia intensiva, grazie a questi, è stato possibile valutare l'appli-

cazione di tale metodologia anche nei pazienti COVID-19 con sintomatologia severa.

In una revisione del 2020 [6] gli autori hanno preso in analisi la somministrazione della WBV proprio in alcuni pazienti COVID-19, per valutarne l'efficacia nel miglioramento delle condizioni cliniche degli stessi. Dalle ricerche sono emersi risultati promettenti.

I principali aspetti, correlati alla somministrazione di WBV in pazienti COVID-19, e oggetto di questo studio, riguardavano l'influenza di tale metodologia su: le condizioni di fatica e dispnea; lo stato dei *marker* antinfiammatori; l'allettamento dei pazienti e la terapia intensiva; l'intensità ed il monitoraggio dei parametri; gli eventuali effetti cognitivi a seguito di somministrazione di WBV. La fatica e la dispnea sono caratteristiche cliniche che si manifestano frequentemente nei pazienti COVID-19 [7] e che possono persistere in modo significativo anche dopo 12 mesi.

Negli studi condotti sulla somministrazione di WBV, in soggetti ai quali veniva chiesto di posizionarsi con ginocchia e anche leggermente piegate, sono stati evidenziati miglioramenti della prestazione fisica, senza che si siano verificati fenomeni come l'induzione di dispnea durante l'esercizio e alterazioni della saturazione dell'ossigeno, entrambe considerazioni importanti nell'eventuale somministrazione di questa modalità di esercizio fisico in pazienti COVID-19 [8, 9].

In questa modalità di esercizio al paziente in posizione supina, con il letto leggermente inclinato (25°), viene posta al di sotto dei piedi la pedana vibrante, che permetterà in questo modo di esercitare una lieve pressione [6].

Inoltre, negli studi di Wollersheim et al. [15] e Boeselt et al. [16], sono stati evidenziati miglioramenti significativi nell'attività del muscolo quadricipite femorale a seguito di stimolazione con WBV (in posizione seduta, 3 sessioni da 3 minuti ciascuna, con frequenza pari a 24 Hz).

Senudo et al. [6] hanno evidenziato come l'esecuzione di WBV con l'alternanza degli arti inferiori sia in grado di simulare il passo della camminata, andando a reclutare diversi gruppi muscolari fondamentali, come quelli del *core*. Gli autori hanno dimostrato che più la postura viene resa eretta e maggiore risulterebbe l'attivazione di questi muscoli grazie alla vibrazione. È da considerarsi che esistono alcuni letti di terapia intensiva che permettono di raggiungere un'inclinazione di

80°, ma la maggior parte non supera i 25-30°. Di seguito viene riportata la relazione sinusoidale tra l'angolo di inclinazione e la percentuale di carico di peso corporeo (BW):

10°-17% BW;

20°-34% BW;

30°-50% BW;

60°-87% BW;

80°-97% BW.

In queste relazioni deve esser tenuto conto dell'attrito opposto dalle lenzuola/coperte del letto, il quale tende a ridurre il carico, effetto che però viene leggermente ridotto dalla vibrazione stessa [6].

Nonostante ciò, sembrerebbe che la modalità più efficace nella somministrazione di WBV in pazienti allettati in terapia intensiva rimanga quella precedentemente citata, con ginocchia leggermente piegate [8, 9] e letto leggermente inclinato (25°) [6], in quanto in grado di migliorare maggiormente i parametri cardiovascolari.

Grazie alle ricerche condotte da diversi autori [6, 15, 16, 17, 18], è possibile determinare delle indicazioni riguardo i parametri migliori da utilizzare per la somministrazione della WBV.

Tra i parametri determinati sono presenti:

- Angolazioni fino a 90°;
- Ampiezza da 1 a 5 mm, a seconda del tipo di somministrazione (lati alterni o verticale) e del tipo di severità delle condizioni del paziente;
- Durata da 1 a 3 minuti;
- Frequenza da 20 a 35 Hz, a seconda del tipo di somministrazione (lati alterni o verticale) e del tipo di severità delle condizioni del paziente;

Numero di serie da 1 a 4.

In ultima analisi, per quanto riguarda gli effetti della somministrazione di WBV ai pazienti in terapia intensiva, è stato messo in evidenza che i meccanismi generati sull'organismo da parte delle vibrazioni meccaniche influiscano positivamente sulla qualità di vita, sulla funzione cognitiva (vista la stimolazione del cervello, nonostante questa avvenga soltanto in parte), sui processi di neurotrasmissione (con il verificarsi di processi colinergici e dopaminergici), oltre che sulla stimolazione della neurogenesi ippocampale [6].

Possibili applicazioni pratiche nelle terapie intensive

In base a quanto esposto precedentemente riguardo la somministrazione di *Whole Body Vibration* in pazienti allettati in terapia intensiva, nella review di Sañudo et al. [6] gli autori hanno descritto un protocollo di esercizio mediante questa tipologia di mezzo fisico, che presenta le seguenti caratteristiche:

Parametri iniziali: da 30 a 60 secondi, qualora ve ne fosse la possibilità, per due volte al giorno. Questi parametri possono essere modificati incrementando ad esempio la durata dello stimolo fino a più di 60 secondi; aumentando l'angolo di inclinazione fino a 30°; la frequenza; l'ampiezza; nonché inserendo nuovi compiti di esercizio, quando il paziente sarà arrivato ad un livello tale da permetterlo [6]. Queste modifiche propedeutiche possono apportare benefici cardiovascolari, nell'attivazione muscolare e in generale migliorare i parametri vitali del paziente, prevenendone o limitandone, in base all'inizio del programma di esercizio terapeutico, la sindrome da defaticamento.

Sono stati evidenziati potenziali effetti positivi significativi dell'applicazione della WBV in pazienti con broncopneumopatia cronico ostruttiva severa non soltanto da un punto di vista di parametri funzionali, ma anche per quanto concerne i risultati di equilibrio e potenza muscolare [19], nonché la funzionalità nello svolgimento degli esercizi [20].

Limitazioni

Da considerarsi tra i possibili effetti avversi e limitazioni dell'applicazione della WBV in pazienti allettati in terapia intensiva ci sono quelli di natura meccanica, rappresentati dalle possibili alterazioni che potrebbero verificarsi alle apparecchiature e strumenti del reparto, come aghi e tubi per il drenaggio, i quali potrebbero subire spostamenti non prevedibili a seguito delle oscillazioni vibratorie.

Risulta inoltre sconsigliato e potenzialmente pericoloso applicare lo stimolo oscillatorio in punti sensibili del corpo, quali possono essere organi vitali e testa, anche nei soggetti sani.

CONCLUSIONI

Ribadendo che quanto riportato in questo articolo vuole soltanto essere a titolo informativo e di conoscenza dell'argomento, senza l'intenzione di sostituirsi a raccomandazioni e/o linee guida riguardo il trattamento e la riabilitazione di pazienti COVID-19 e in generale di coloro che si ritrovano nei reparti di terapia intensiva, è possibile concludere quanto segue.

Tutti i meccanismi generati dalla somministrazione della *Whole Body Vibration*, riportati nella presente revisione, potrebbero giocare un ruolo di cruciale importanza nei processi di riabilitazione dei pazienti in terapia intensiva, a partire dal miglioramento delle funzioni muscolari e cognitive (che vengono a mancare fin da subito in modo frequente in queste tipologie di pazienti), passando per l'incremento dell'equilibrio, fino ad arrivare al miglioramento dei parametri vitali fisiologici, come la saturazione dell'ossigeno e le condizioni cardiovascolari.

Per questi motivi la *Whole Body Vibration* potrebbe essere una valida strategia da affiancare alle terapie ad oggi in uso contro le forme di malattia severa da COVID-19, al fine di prevenire specialmente la sindrome da decondizionamento, vista l'impossibilità all'attività fisica e al movimento di questi pazienti, e di garantirne un recupero ed una guarigione più rapidi.

Tuttavia, per permettere di determinare risultati migliori e più certi riguardo l'applicazione di questa metodologia di esercizio fisico, sono necessari ulteriori studi clinici, *systematic review* e meta-analisi, che possano confermare gli effetti benefici fino a qui evidenziati.

BIBLIOGRAFIA

1. Report esteso ISS. COVID-19: sorveglianza, impatto delle infezioni ed efficacia vaccinale. Aggiornamento nazionale 19 gennaio 2022, www.epicentro.iss.it/coronavirus/bollettino/Bollettino-sorveglianza-integrata-COVID-19_19-gennaio-2022.pdf.
2. Magnusson M.L., et al., *Are occupational drivers at an increased risk for developing musculoskeletal disorders?*, Spine 1996; 21(6): 710-717, doi:10.1097/00007632-199603150-00010.
3. Cardinale M., Wakeling J., *Whole body vibration exercise: are vibrations good for you?*, British journal of sports medicine 2005; 39(9): 585-9; discussion 589, doi:10.1136/bjsm.2005.016857.

4. Sá-Caputo D., et al., *Benefits of Whole-Body Vibration, as a Component of the Pulmonary Rehabilitation, in Patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease: A Narrative Review with a Suitable Approach, Evidence-based complementary and alternative medicine: eCAM* 2016; 2560710, doi:10.1155/2016/2560710.
5. Albasini A., Krause M., Rembitzki I.V., *Using Whole Body Vibration in Physical Therapy and Sport*, Churchill Livingstone. 2010. 1 – Introduction, 2010, pp. 1-12. ISBN: 9780702031731, <https://doi.org/10.1016/B978-0-7020-3173-1.00005-3>.
6. Sañudo B., Seixas A., Gloeckl R., Rittweger J., Rawer R., Taiar R., van der Zee E.A., van Heuvelen M.J.G., Lacerda A.C., Sartorio A., Bemben M., Cochrane D., Furness T., de Sá-Caputo D., Bernardo-Filho M., *Potential Application of Whole Body Vibration Exercise For Improving The Clinical Conditions of COVID-19 Infected Individuals: A Narrative Review From the World Association of Vibration Exercise Experts (WAVex) Panel*, Int J Environ Res Public Health. 2020 May 22; 17(10): 3650, doi: 10.3390/ijerph17103650. PMID: 32455961; PMCID: PMC7277771.
7. Wu C., Chen X., Cai Y., Xia J., Zhou X., Xu S., Huang H., Zhang L., Zhou X., Du C., Zhang Y., Song J., Wang S., Chao Y., Yang Z., Xu J., Zhou X., Chen D., Xiong W., Xu L., Zhou F., Jiang J., Bai C., Zheng J., Song Y., *Risk Factors Associated With Acute Respiratory Distress Syndrome and Death in Patients With Coronavirus Disease 2019 Pneumonia in Wuhan, China*, JAMA Intern Med. 2020 Jul 1; 180(7): 934-943, doi: 10.1001/jamainternmed.2020.0994. Erratum in: JAMA Intern Med. 2020 Jul 1; 180(7): 1031. PMID: 32167524; PMCID: PMC7070509.
8. Furness T., Joseph C., Welsh L., Naughton G., Lorenzen C., *Whole-body vibration as a mode of dyspnoea free physical activity: a community-based proof-of-concept trial*, BMC Res Notes. 2013 Nov 11; 6: 452, doi: 10.1186/1756-0500-6-452. PMID: 24209408; PMCID: PMC3827829.
9. Furness T., Joseph C., Naughton G., Welsh L., Lorenzen C., *Benefits of whole-body vibration to people with COPD: a community-based efficacy trial*, BMC Pulm Med. 2014 Mar 8; 14: 38, doi: 10.1186/1471-2466-14-38. PMID: 24606997; PMCID: PMC3975320.
10. Jawed Y., Beli E., March K., Kaleth A., Loghmani M.T., *Whole-Body Vibration Training Increases Stem/Progenitor Cell Circulation Levels and May Attenuate Inflammation*, Mil Med. 2020 Jan 7; 185(Suppl 1): 404-412, doi: 10.1093/milmed/usz247. PMID: 32074302.
11. Neves C.D.C., Lacerda A.C.R., Lage V.K.S., Soares A.A., Chaves M.G.A., Lima L.P., Silva T.J., Vieira É.L.M., Teixeira A.L., Leite H.R., Matos M.A., Mendonça V.A., *Whole body vibration training increases physical measures and quality of life without altering inflammatory-oxidative biomarkers in patients with moderate COPD*, J Appl Physiol (1985); 2018 Aug 1; 125(2): 520-528, doi: 10.1152/jappphysiol.01037.2017. Epub 2018 May 3. PMID: 29722619.
12. Ribeiro V.G.C., Mendonça V.A., Souza A.L.C., Fonseca S.F., Camargos A.C.R., Lage V.K.S., Neves C.D.C., Santos J.M., Teixeira L.A.C., Vieira E.L.M., Teixeira Junior A.L., Mezêncio B., Fernandes J.S.C., Leite H.R., Poortmans J.R., Lacerda A.C.R., *Inflammatory biomarkers responses after acute whole body vibration in fibromyalgia*, Braz J Med Biol Res. 2018 Mar 1; 51(4): e6775, doi: 10.1590/1414-431X20176775. PMID: 29513791; PMCID: PMC5856441.
13. Simão A.P., Avelar N.C., Tossige-Gomes R., Neves C.D., Mendonça V.A., Miranda A.S., Teixeira M.M., Teixeira A.L., Andrade A.P., Coimbra C.C., Lacerda A.C., *Functional performance and inflammatory cytokines after squat exercises and whole-body vibration in elderly individuals with knee osteoarthritis*, Arch Phys Med Rehabil. 2012 Oct; 93(10): 1692-700, doi: 10.1016/j.apmr.2012.04.017. Epub 2012 Apr 27. PMID: 22546535.
14. Blanks A.M., Rodriguez-Miguel P., Looney J., Tucker M.A., Jeong J., Thomas J., Blackburn M., Stepp D.W., Weintraub N.J., Harris R.A., *Whole body vibration elicits differential immune and metabolic responses in obese and normal weight individuals*, Brainbehaviorimmunity-Health 2020; 1: 100011, <https://doi.org/10.1016/j.bbih.2019.100011>.
15. Wollersheim T., Haas K., Wolf S., Mai K., Spies C., Steinhagen-Thiessen E., Wernecke K.D., Spranger J., Weber-Carstens S., *Whole-body vibration to prevent intensive care unit-acquired weakness: safety, feasibility, and metabolic response*, Crit Care. 2017 Jan 9; 21(1): 9, doi: 10.1186/s13054-016-1576-y. PMID: 28065165; PMCID: PMC5220605.
16. Boeselt T., Nell C., Kehr K., Holland A., Dresel M., Greulich T., Tackenberg B., Kenn K., Boeder J., Klapdor B., Kirschbaum A., Vogelmeier C., Alter P., Koczulla A.R., *Whole-body vibration therapy in intensive care patients: A feasibility and safety study*, J Rehabil Med. 2016 Mar; 48(3): 316-321, doi: 10.2340/16501977-2052. PMID: 26805786.
17. Gloeckl R., Richter P., Winterkamp S., Pfeifer M., Nell C., Christle J.W., Kenn K., *Cardiopulmonary response during whole-body vibration training in patients with severe COPD*, ERJ Open Res. 2017 Mar 14; 3(1): 00101-2016, doi: 10.1183/23120541.00101-2016. PMID: 28326310; PMCID: PMC5348635.
18. Gloeckl R., Jarosch I., Bengsch U., Claus M., Schneeberger T., Andrianopoulos V., Christle J.W., Hitzl W., Kenn K., *What's the secret behind the benefits of whole-body vibration training in patients with COPD? A randomized, controlled trial*, Respir Med. 2017 May; 126:17-24, doi: 10.1016/j.rmed.2017.03.014. Epub 2017 Mar 14. PMID: 28427544.
19. Gloeckl R., Schneeberger T., Leitl D., Reinold T., Nell C., Jarosch I., Kenn K., Koczulla A.R., *Whole-body vibration training versus conventional balance training in patients with severe COPD—a randomized, controlled trial*, Respiratory research 2021; 22(1): 138, <https://doi.org/10.1186/s12931-021-01688-x>.
20. Cardim A.B., Marinho P.E., Nascimento J.F. Jr, Fuzari H.K., Dornelas de Andrade A., *Does Whole-Body Vibration Improve the Functional Exercise Capacity of Subjects With COPD? A Meta-Analysis*. Respiratory care 2016; 61(11): 1552-1559, <https://doi.org/10.4187/respcare.04763>.

CORRISPONDENZA:

Emilio Panichi
panichiemilio@gmail.com