

## Articolo Originale

# HbA<sub>1c</sub>: miglior controllo con meno tempo d'esercizio fisico nei diabetici over 65 anni

## HbA<sub>1c</sub>: best control with shorter exercise for type 2 diabetes patients over 65 years

V. Biancalana<sup>1</sup>, C. Lucchetti<sup>1</sup>,  
M. Boemi<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Dipartimento di Scienze Biomolecolari,  
Divisione di Esercizio e Scienze  
della Salute, Università di Urbino  
"C. Bo", Urbino; <sup>2</sup> INRCA-IRCCS  
Ospedale di Ancona, UOC Diabete  
e Malattie Metaboliche, Ancona

### RIASSUNTO

La *Whole Body Vibration* (WBV) è una metodologia di allenamento capace d'incrementare alcune specifiche caratteristiche del muscolo (forza, flessibilità, sensibilità insulinica). Lo scopo della ricerca è stato di osservare, su un gruppo di pazienti con diabete tipo 2, gli effetti di un training di WBV, in alternativa all'esercizio fisico aerobico, per migliorare il parametro emoglobina glicata (HbA<sub>1c</sub>) con un ridotto tempo di esercizio. Un totale di 48 soggetti diabetici, di età compresa tra i 45 e i 78 anni, in cura presso l'Ospedale INRCA-IRCCS di Ancona – UOC Diabete e Malattie Metaboliche, è stato randomizzato in due gruppi sottoposti a due differenti tipi di intervento: esercizio fisico aerobico (gruppo AG) e WBV (gruppo VG). I dati del parametro HbA<sub>1c</sub> sono stati raccolti all'inizio del trattamento (T0) e dopo 12 settimane, al termine del trattamento (T1). Nei soggetti over 65 anni di entrambi i gruppi si è evidenziata una riduzione dei valori dell'HbA<sub>1c</sub>, nel gruppo VG con significatività ( $p < 0,05$ ):

- gruppo AG: -1,1% (dopo un tempo di esercizio di 360');
- gruppo VG: -6,4% (dopo un tempo di esercizio di 156').

La WBV è un'alternativa concreta all'esercizio aerobico; essa è particolarmente efficace in pazienti over 65 nell'incrementare la sensibilità insulinica con sedute di allenamento di breve durata.

### SUMMARY

*Whole body vibration (WBV) is a training method that can improve certain specific characteristics of muscle (strength, flexibility, insulin sensitivity). This study in a group of patients with type 2 diabetes investigated whether WBV as an alternative to aerobic training improved glycated hemoglobin (HbA<sub>1c</sub>) in a shorter exercise time.*

*A total of 48 type 2 diabetes patients aged between 45 and 78 years, followed at the INRCA-IRCCS Hospital of Ancona – UOC Diabetes and Metabolic Diseases Unit, were randomized to two groups. The AG group followed a standardized aerobic exercise schedule (as recommended by the American Diabetes Association) and the VG group followed a WBV training protocol, for 12 weeks. HbA<sub>1c</sub> was measured at the start and end of the intervention. HbA<sub>1c</sub> was reduced in subjects over 65 years in both groups, and the reduction was significant in the VG group ( $p < 0.05$ ):*

- *in the aerobic group: -1.1% (after 360 min exercise);*
- *in the WBV group: -6.4% (after 156 min exercise).*

*WBV is a practical alternative to aerobic exercise, with short training sessions. It is particularly effective in increasing insulin sensitivity in patients over 65.*

**Corrispondenza:** Vincenzo Biancalana, Dipartimento di Scienze Biomolecolari, Divisione di Esercizio e Scienze della Salute, Università di Urbino "Carlo Bo", via Oddi 14, 61029 Urbino - Tel.: +39 0722 304857 - E-mail: vincenzo.biancalana@uniurb.it

**Parole chiave:** *Whole Body Vibration*, diabete tipo 2, sensibilità insulinica • **Key words:** Whole Body Vibration, type 2 diabetes, insulin sensitivity

**Pervenuto** il 26-01-2018 • **Accettato** il 27-02-2018

## Introduzione

Sul rapporto tra esercizio fisico e controllo glicemico nel diabete tipo 2 si conosce ormai tutto ciò che è necessario sapere: modi, tempi, materiali e quant'altro. Esiste a tale proposito una vasta bibliografia che ne indica in ogni minimo dettaglio ragioni e risultati<sup>1-5</sup>.

Ciò che, invece, non è ancora stato adeguatamente considerato è la ragione per la quale solamente una bassa percentuale di diabetici, benché informati a riguardo, ricorra alla stessa buona pratica. Dopo un mirato servizio di counseling, presso il Centro antidiabetico dell'ospedale di Urbino, le ragioni emerse indicavano principalmente i fatti di non "avere tempo" e di "vergognarsi" ad andare in palestra o a camminare per la città. Ragioni deboli, si potrà dire, ma nella realtà dei fatti, sufficienti a giustificarsi come deterrenti invalicabili. In fin dei conti, prendere una pillola ipoglicemizzante è molto più semplice che camminare un'ora un giorno sì e uno no, o iscriversi in una palestra, soprattutto a una certa età.

Sulla base di tale assunzione di realtà si è pensato di elaborare un training *ad hoc* che potesse superare quelle "scusanti" e offrire un'alternativa concreta al tanto declamato "non ho tempo" e alla vergogna. Tale alternativa è offerta dalla pedana vibratoria<sup>6-9</sup>.

## Metodi

### Disegno dello studio e partecipanti

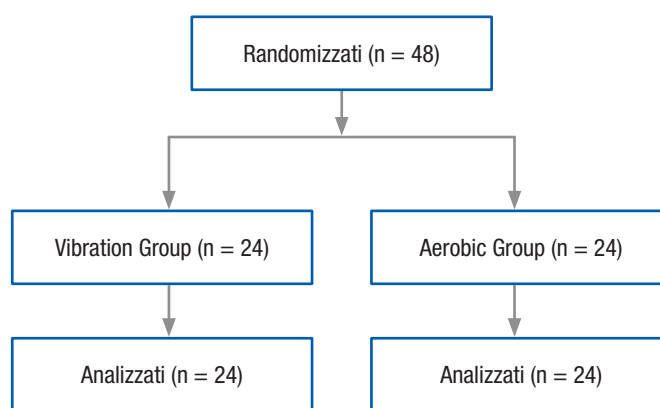
Lo studio, realizzato insieme con l'Ospedale INRCA-IRCCS di Ancona – UOC Diabetologia e Malattie Metaboliche, è stato condotto da febbraio 2016 a maggio 2016; i partecipanti sono stati reclutati direttamente dal personale sanitario del Centro antidiabetico dello stesso ospedale. I criteri di inclusione considerati sono stati la diagnosi di diabete tipo 2 e un livello di esercizio fisico praticato, inferiore a quello consigliato dall'*American Diabetes Association* (150 minuti/settimana di attività fisica aerobica di intensità moderata)<sup>10</sup>. Oltre a ciò sono stati esclusi pazienti con un valore di base di HbA<sub>1c</sub> > 10%, una severa malattia cardiovascolare o disfunzioni del sistema nervoso centrale, complicanze correlate al diabete come la retinopatia o ulcere plantari, disturbi dell'apparato muscolo scheletrico.

Sono stati reclutati 48 soggetti (30 uomini e 18 donne), divisi in maniera random in 2 gruppi: Aerobic Group (AG); Vibration Group (VG) (Tab. I).

Tutti i partecipanti hanno firmato un modulo di consenso informato prima di iniziare il trattamento (Fig. 1).

**Tabella I.** Caratteristiche descrittive dei partecipanti allo studio.

	AG (15 M, 9 F)	VG (15 M, 9 F)
Età (anni)	66,8 ± 7,0	64,2 ± 7,2
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	31,9 ± 4,8	32,8 ± 6,2
VO2 max (ml/kg/min)	21,1 ± 3,2	22,4 ± 4,1
HbA <sub>1c</sub> (%)	7,5 ± 1,1	8,0 ± 1,3



**Figura 1.** Diagramma di flusso partecipanti.

### Procedure

Ai partecipanti di entrambi i gruppi è stato fatto obbligo di mantenere le stesse abitudini alimentari e di esercizio per l'intera durata del programma di training (12 settimane) e nessun cambiamento riguardante la terapia farmacologica. I soggetti del Vibration Group sono stati sottoposti a un programma di WBV con l'utilizzo di una pedana vibrante sussultoria professionale, che prevedeva tre sessioni di allenamento settimanali non consecutive. Ogni sessione era caratterizzata da due sedute di pedana vibrante a una frequenza di 35 Hz e un'ampiezza di 2 mm, intervallate da una pausa attiva della durata di 5 minuti. Gli esercizi proposti sono stati 7 (Squat, Lunge R/L, Biceps Curl, Triceps Dip, Push Up, Abdominal Crunch) ed eseguiti in modalità statica il primo mese e in modalità dinamica il secondo e il terzo mese, con lo scopo d'incrementarne l'intensità della vibrazione nei muscoli coinvolti<sup>11</sup>. La durata di ciascun esercizio per il primo mese era di 30 secondi, il secondo mese di 45 secondi e il terzo mese di 60 secondi e ad ogni esercizio seguiva una pausa di recupero della stessa durata<sup>12</sup>. La descrizione del protocollo del VG è riportato nella Tabella II.

**Tabella II.** Protocollo WBV.

Settimane	Sessioni/sett.	Durata esercizio (s)	Numero di esercizi seduta WBV	Frequenza (Hz)/ampiezza (mm)	Recupero (s)	Durata seduta WBV (s)	Durata sessione (min)
1-2	3	30	7	35/2	30	420	19
3-4	3	30	7	35/2	30	420	19
5-6	3	45	7	35/2	45	630	26
7-8	3	45	7	35/2	45	630	26
9-10	3	60	7	35/2	60	840	33
11-12	3	60	7	35/2	60	840	33

I soggetti dell'Aerobic Group sono stati sottoposti a un protocollo di allenamento, in accordo con le Linee Guida dell'*American Diabetes Association*<sup>10</sup>, di tre sessioni settimanali non consecutive, per lo stesso periodo di 12 settimane. Ogni sessione prevedeva un esercizio aerobico della durata di 60 minuti, eseguito al treadmill e al cicloergometro a un'intensità di 40-50% HRR il primo mese, 50-60% HRR il secondo mese e 60-70% HRR il terzo mese.

La descrizione del protocollo del AG è riportato nella Tabella III.

### Modalità di valutazione e monitoraggio

Le variabili socio-demografiche (età, sesso, stato civile), gli anni dalla diagnosi e i farmaci correlati al diabete tipo 2 sono stati rilevati attraverso un'intervista anamnestica standardizzata e registrati in un'apposita scheda personale.

Il peso e l'altezza sono stati misurati per il calcolo dell'indice di massa corporea (BMI; kg/m<sup>2</sup>).

Per la valutazione della VO<sub>2</sub> max è stata utilizzato il test

di Balke modificato eseguito al treadmill. Il test prevedeva 18 step della durata di 1 minuto ciascuno, alla velocità di 4,3 km/h e con un incremento di pendenza dell'1% a step. Il test aveva termine quando il soggetto raggiungeva l'80% dell'HR max e a seguire la stima della VO<sub>2</sub> max attraverso l'equazione ACSM<sup>13</sup>.

L'HbA<sub>1c</sub> (%) è stata rilevata mediante analisi ematocliniche effettuate presso il C.A.D. dell'INRCA di Ancona. I dati sono stati raccolti all'inizio del trattamento (T0) e dopo 12 settimane al termine del trattamento (T1).

### Analisi statistica

L'analisi statistica è stata condotta mediante il software GraphPad Prism 7.0 (GraphPad Software, La Jolla California USA).

Il livello di significatività è stato fissato a  $p < 0,05$ .

Le variabili interessate sono state analizzate eseguendo il test statistico two way ANOVA per misure ripetute (timextraining), con lo scopo di confrontare sia l'effetto delle due differenti tipologie d'allenamento (esercizio fisico aerobico, AG/*Whole Body Vibration* (WBV), VG), sia per valutarne l'effetto nel tempo all'interno di ogni singolo gruppo.

I dati sono rappresentati utilizzando la media (M) e la deviazione standard (SD).

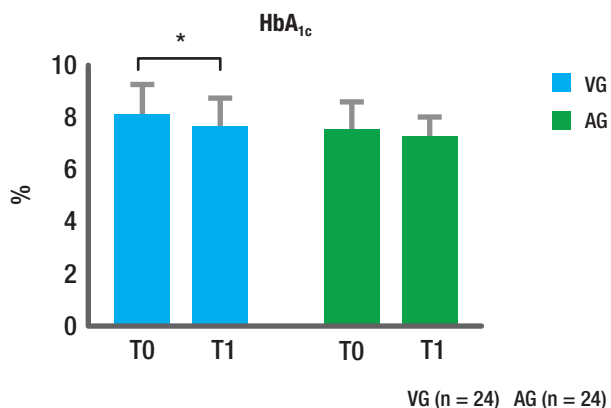
**Tabella III.** Protocollo training acrobico.

Settimane	Sessioni/sett.	Intensità/% HRR	Durata totale sessione (min)
1-2	3	40-50	60
3-4	3	40-50	60
5-6	3	50-60	60
7-8	3	50-60	60
9-10	3	60-70	60
11-12	3	60-70	60

### Risultati

#### HbA<sub>1c</sub>

Dal confronto tra i due gruppi, non è emersa una differenza statisticamente significativa ( $p > 0,05$ ) per l'HbA<sub>1c</sub> in risposta ai due differenti protocolli d'allenamento che potesse avvalorare l'efficacia dell'uno rispetto all'altro. In entrambi i gruppi tuttavia si segnala a T1 un miglioramento della sensibilità insulinica, con una riduzione dei



**Figura 2.** Effetti dell'intervento sull'HbA<sub>1c</sub> dopo 12 settimane. Il grafico superiore mostra HbA<sub>1c</sub> (%) con valori basali di 7,5 ± 1,1 e 8 ± 1,3 rispettivamente per AG e VG e valori post-intervento di 7,02 ± 0,8 e 7,5 ± 1,2 rispettivamente per AG e VG. \* Denota differenze statisticamente significative da T0.

valori dell'HbA<sub>1c</sub> nell'AG del -2,8% e nel VG del -6% con significatività (p < 0,05) (Fig. 2).

**HbA<sub>1c</sub> nei soggetti con HbA<sub>1c</sub> < 7,5;**  
**HbA<sub>1c</sub> nei soggetti con HbA<sub>1c</sub> > 7,5**

Considerando il valore dell'HbA<sub>1c</sub> di 7,5 (valore della MEDIANA), i dati sono stati analizzati dopo aver diviso i soggetti di ciascun gruppo in due sottogruppi (soggetti con HbA<sub>1c</sub> < 7,5; soggetti con HbA<sub>1c</sub> > 7,5).

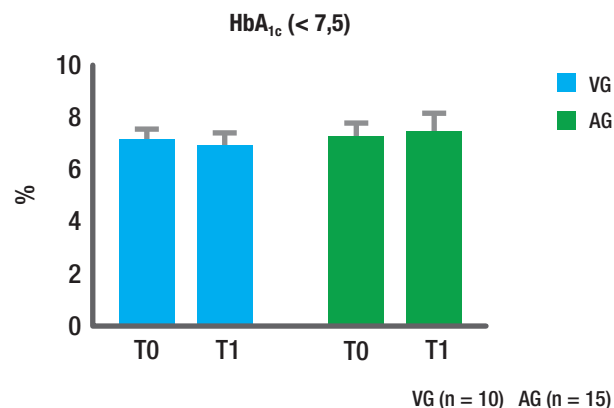
L'analisi dei dati riguardanti l'effetto del differente protocollo di allenamento nei soggetti con HbA<sub>1c</sub> < 7,5 di ciascun gruppo, non ha evidenziato a T1 una differenza statisticamente significativa (p > 0,05) per HbA<sub>1c</sub>. Tuttavia, mentre che nel gruppo VG si è registrata una tendenza al miglioramento della sensibilità insulinica con una riduzione dei valori dell'HbA<sub>1c</sub> nel VG del -3,7%, nell'AG i valori sono aumentati del +1,2% (Fig. 3).

Nei soggetti con HbA<sub>1c</sub> > 7,5 di ciascun gruppo si è invece manifestato a T1 un incremento statisticamente significativo (p < 0,05) della sensibilità insulinica in entrambi i gruppi con una riduzione dei valori dell'HbA<sub>1c</sub> nel VG del -7,6% e nell'AG del -9,3% (Fig. 4).

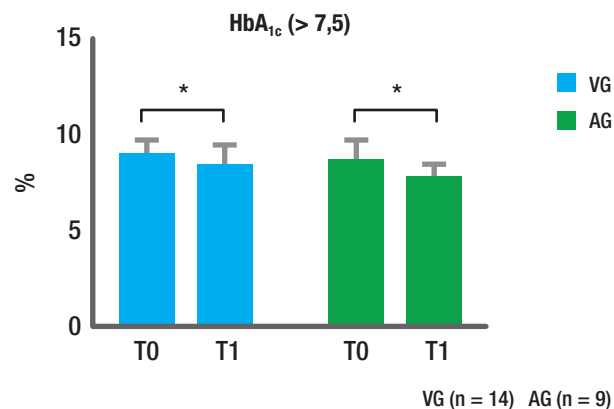
**HbA<sub>1c</sub> nei soggetti di età < 65 anni;**  
**HbA<sub>1c</sub> nei soggetti di età > 65 anni**

Considerando l'età di 65 anni (valore della MEDIANA), i dati sono stati analizzati dopo aver diviso i soggetti di ciascun gruppo in due sottogruppi (soggetti di età < 65 anni; soggetti di età > 65 anni).

L'analisi dei dati riguardanti l'effetto del differente proto-

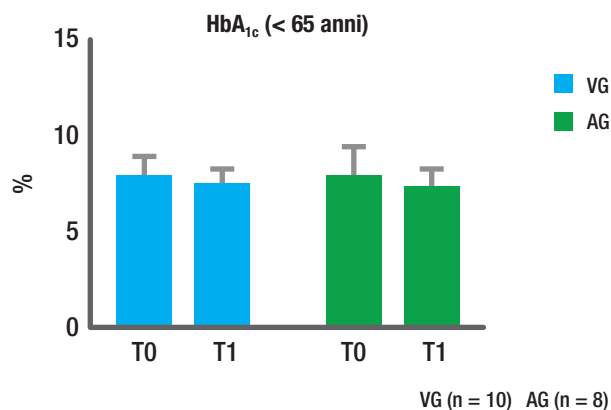


**Figura 3.** Effetti dell'intervento sull'HbA<sub>1c</sub> dopo 12 settimane in soggetti con HbA<sub>1c</sub> < 7,5. Il grafico superiore mostra HbA<sub>1c</sub> (%) con valori basali di 6,8 ± 0,4 e 6,7 ± 0,4 rispettivamente per AG e VG e valori post-intervento di 6,9 ± 0,7 e 6,5 ± 0,4 rispettivamente per AG e VG.



**Figura 4.** Effetti dell'intervento sull'HbA<sub>1c</sub> dopo 12 settimane in soggetti con HbA<sub>1c</sub> > 7,5. Il grafico superiore mostra HbA<sub>1c</sub> (%) con valori basali di 8,6 ± 1,1 e 8,9 ± 0,7 rispettivamente per AG e VG e valori post-intervento di 7,7 ± 0,7 e 8,2 ± 1,1 rispettivamente per AG e VG. \* Denota differenze statisticamente significative da T0.

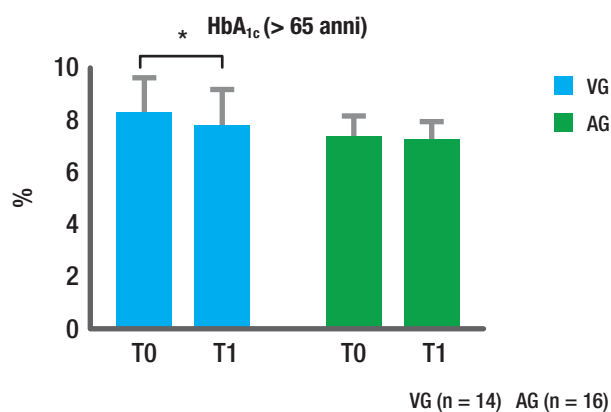
collo di allenamento sui valori dell'HbA<sub>1c</sub> nei soggetti di età < 65 anni di ciascun gruppo, ha mostrato a T1 un miglioramento della sensibilità insulinica non statisticamente significativo (p > 0,05), con una riduzione dei valori dell'HbA<sub>1c</sub> nel VG del -5,5% e nell'AG del -6,1% (Fig. 5). Nei soggetti di età > 65 anni si è invece evidenziata, in entrambi i gruppi, a T1 una riduzione dei valori dell'HbA<sub>1c</sub> nell'AG del -1,1% e nel VG del -6,4% con significatività (p < 0,05) (Fig. 6).



**Figura 5.** Effetti dell'intervento sull'HbA<sub>1c</sub> dopo 12 settimane in soggetti con HbA<sub>1c</sub> < 65 anni. Il grafico superiore mostra HbA<sub>1c</sub> (%) con valori basali di 8 ± 1,5 e 7,9 ± 1,1 rispettivamente per AG e VG e valori post-intervento di 7,4 ± 0,9 e 7,4 ± 0,9 rispettivamente per AG e VG.

### VO<sub>2</sub> max

Dal confronto tra i due gruppi, non è emersa una differenza statisticamente significativa ( $p > 0,05$ ) per la VO<sub>2</sub> max in risposta ai due differenti protocolli d'allenamento che potesse avvalorare l'efficacia dell'uno rispetto all'altro. In entrambi i gruppi tuttavia si è registrato a T1 un miglioramento della capacità aerobica, con un aumento statisticamente significativo dei valori di VO<sub>2</sub> max nel VG del 2,6% e nell'AG del 5,8% (Fig. 7).



**Figura 6.** Effetti dell'intervento sull'HbA<sub>1c</sub> dopo 12 settimane in soggetti con HbA<sub>1c</sub> > 65 anni. Il grafico superiore mostra HbA<sub>1c</sub> (%) con valori basali di 7,2 ± 0,7 e 8,1 ± 1,4 rispettivamente per AG e VG e valori post-intervento di 7,1 ± 0,7 e 7,6 ± 1,4 rispettivamente per AG e VG. \* Denota differenze statisticamente significative da T0.

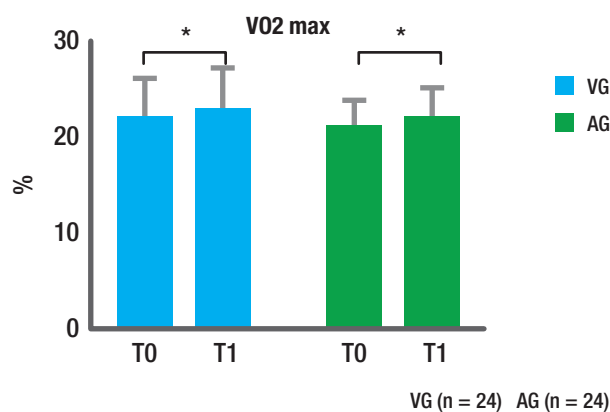
## Discussione

Lo scopo di questo studio era valutare gli effetti di due differenti metodiche di allenamento, esercizio fisico aerobico e WBV, sulla sensibilità insulinica a livello muscolare in pazienti con diabete tipo 2.

Per questo motivo è stato preso in considerazione un parametro che normalmente viene utilizzato a tale scopo, ovvero i valori ematici di HbA<sub>1c</sub>, emoglobina glicata. I risultati hanno confermato che entrambe le tipologie di allenamento sono efficaci nel favorire l'incremento della sensibilità insulinica; in entrambi i gruppi (AG; VG) infatti si è osservata una riduzione dei valori dell'HbA<sub>1c</sub>, con significatività nel gruppo VG.

Alcuni studi avevano già dimostrato l'efficacia della WBV nella riduzione dell'HbA<sub>1c</sub>, senza tuttavia significatività statistica. Per esempio, Baum et al.<sup>14</sup> avevano utilizzato un protocollo vibratorio con frequenze di 30 Hz le prime 9 settimane e frequenze di 35 Hz le ultime 3 settimane, mentre Behboudi et al.<sup>15</sup> un protocollo vibratorio di 8 settimane con frequenze di 30 Hz, senza alcun effetto significativo sulla concentrazione di HbA<sub>1c</sub>.

La nostra scelta di utilizzare una frequenza di 35 Hz muove dall'ipotesi che frequenze più alte potrebbero favorire il reclutamento di un numero maggiore di unità motorie, quindi una migliore risposta muscolare, capace anche di migliorare la sensibilità all'insulina e il controllo glicemico<sup>16 17</sup>. Gli esercizi stessi alla pedana vibrante sono stati eseguiti in modalità statica il primo mese e in modalità dinamica il secondo e il terzo mese,



**Figura 7.** Effetti dell'intervento sulla VO<sub>2</sub> max dopo 12 settimane. Il grafico superiore mostra VO<sub>2</sub> max (ml/kg/min) con valori basali di 21,1 ± 3,2 e 22,4 ± 4,1 rispettivamente per AG e VG e valori post-intervento di 22,3 ± 3,2 e 23 ± 4,6 rispettivamente per AG e VG. \* Denota differenze statisticamente significative da T0.

con lo scopo d'incrementarne l'effetto della vibrazione nei muscoli coinvolti <sup>11</sup>.

Uno studio precedente di Pozo-Cruz et al. <sup>18</sup> aveva evidenziato, dopo 12 settimane, una riduzione dei valori dell'HbA<sub>1c</sub> del 7% nel gruppo intervento rispetto al gruppo controllo, ma con l'utilizzo di una pedana basculante e frequenze di 12-14-16 Hz.

Per un'analisi dei dati più dettagliata, si è pensato di considerare il valore dell'HbA<sub>1c</sub> di 7,5 (valore della MEDIANA) e dividere i soggetti di ciascun gruppo in due sottogruppi (soggetti con HbA<sub>1c</sub> < 7,5; soggetti con HbA<sub>1c</sub> > 7,5).

I risultati ottenuti dal confronto dei rispettivi sottogruppi hanno evidenziato che nei soggetti con HbA<sub>1c</sub> < 7,5 i valori dell'HbA<sub>1c</sub> hanno subito una riduzione soltanto nel sottogruppo VG, anche se non significativa ai fini statistici, mentre nei soggetti con HbA<sub>1c</sub> > 7,5 i valori dell'HbA<sub>1c</sub>, si sono ridotti con significatività statistica in entrambi i sottogruppi.

Questo sembrerebbe far pensare a una maggiore efficacia del protocollo WBV nell'incremento della sensibilità insulinica.

A conferma di quanto osservato da questa prima analisi dei dati, si è poi pensato di considerare l'età di 65 anni (valore della MEDIANA) e dividere i soggetti di ciascun gruppo in due sottogruppi (soggetti di età < 65 anni; soggetti di età > 65 anni), con lo scopo di confrontarne i valori dell'HbA<sub>1c</sub>.

I risultati ottenuti hanno evidenziato, nei soggetti di età < 65 anni, di entrambi i sottogruppi (VG; AG), una riduzione non statisticamente significativa dei valori dell'HbA<sub>1c</sub>, mentre nei soggetti di età > 65 anni di entrambi i sottogruppi (VG; AG) una riduzione dei valori dell'HbA<sub>1c</sub>, significativa solo nel sottogruppo VG.

La WBV sembrerebbe una metodologia di allenamento da preferire in condizioni "difficili" di soggetti anziani e con alti valori di HbA<sub>1c</sub>, con i quali più complicato potrebbe risultare l'utilizzo di un protocollo di esercizio fisico aerobico.

Come parametro aggiuntivo all'HbA<sub>1c</sub>, per monitorare lo stato di fitness dei soggetti nelle 12 settimane d'inter-

vento, è stato utilizzato il Massimo Consumo di Ossigeno (VO<sub>2</sub> max).

L'analisi dei dati ha rilevato in entrambi i gruppi (VG; AG) un miglioramento statisticamente significativo della capacità aerobica, a ulteriore conferma della validità dei due protocolli utilizzati.

Numerosi sono gli studi a conferma dell'efficacia del training aerobico nel miglioramento della VO<sub>2</sub> max in soggetti con diabete tipo 2 <sup>19 20</sup>.

Pozo-Cruz et al. <sup>18</sup> avevano osservato una correlazione tra la riduzione dei valori dell'HbA<sub>1c</sub> e l'aumento dei valori della capacità aerobica, misurata attraverso il T6MW. Precedentemente Behboudi et al. <sup>15</sup>, avendo evidenziato una medesima relazione, anche se lieve e non significativa, ipotizzarono che l'incremento della VO<sub>2</sub> max fosse favorito dalla diminuzione del processo di glicosilazione, oltreché da specifici fattori fisiologici (maggiore densità capillare, enzimi ossidativi ecc). Lo stimolo vibratorio, capace d'incrementare l'attività muscolare e quindi favorire la sensibilità insulinica, potrebbe garantire una maggiore disponibilità di ossigeno attraverso l'abbassamento del livello di glicosilazione nei globuli rossi.

## Conclusioni

Si può concludere che l'effetto della WBV sul controllo della glicemia sia simile a quello dell'esercizio fisico aerobico. Tuttavia, la WBV, riducendo la durata delle sessioni d'allenamento, può essere considerata una migliore metodologia che permette alla maggior parte dei pazienti diabetici, che soffrono di obesità e mancanza di volontà, una pratica costante.

Inoltre, la WBV, garantendo un carico estremamente ridotto su ossa, articolazioni e legamenti, è particolarmente adatta a soggetti "fragili" (senilità, sovrappeso, patologie, lesioni), di età avanzata e con valori di HbA<sub>1c</sub> > 7,5.

## Conflitto di interessi

Nessuno



## Bibliografia

- 1 Praet SFE, Van Loon LJC. *Optimizing the therapeutic benefits of exercise in type 2 diabetes*. J Appl Physiol 2007;103:1113-20.
- 2 Church TS, Blair SN, Cocroham S, et al. *Effects of aerobic and resistance training on hemoglobin A1c levels in patients with type 2 diabetes. A randomized controlled trial*. JAMA 2010;304:2253-62.
- 3 Bassi D, Mendes RG, Arakelian VM, et al. *Potential effects on cardiorespiratory and metabolic status after a concurrent strength and endurance training program in diabetes patients – a randomized controlled trial*. Sports Med Open 2016;2:31.
- 4 Albright A, Franz M, Hornsby G, et al.; American College of Sports Medicine position stand. *Exercise and type 2 diabetes*. Med Sci Sports Exerc 2000;32:1345-60.
- 5 Mendes R, Sousa N, Almeida A, et al. *Exercise prescription for patients with type 2 diabetes—a synthesis of international recommendations: narrative review*. Br J Sports Med 2016;50:1379-81.
- 6 Albasini A, Krause M, Rembitzki I. *Using whole body vibration in physical therapy and sport: clinical practice and treatment exercises*. London: Churchill Livingstone 2010.
- 7 Piatin VF, Shirolapov IV, Nikitin OL. *Vibrational physical exercises as the rehabilitation in gerontology*. Adv Gerontol 2009;22:337-42.
- 8 Robinson CC, Barreto RP, Sbruzzi G, et al. *The effects of whole body vibration in patients with type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials*. Braz J Phys Ther 2016;20:4-14.
- 9 Bosco C, Colli R, Introvini E, et al. *Adaptive responses of human skeletal muscle to vibration exposure*. Clin Physiol 1999;19:183-7.
- 10 American Diabetes Association (ADA). *Standards of medical care in diabetes – 2016*. Diabetes Care 2016;39(Suppl 1):S1-112.
- 11 Hazell TJ, Jakobi JM, Kenno KA. *The effects of whole-body vibration on upper- and lower-body EMG during static and dynamic contractions*. Appl Physiol Nutr Metab 2007;32:1156-63.
- 12 Abercromby AF, Amonette WE, Layne CS, et al. *Vibration exposure and biodynamic responses during whole-body vibration training*. Med Sci Sports Exerc 2007;39:1794-800.
- 13 Marsh CE. *Evaluation of the American College of Sports Medicine submaximal treadmill running test for predicting VO<sub>2</sub> max*. J Strength Cond Res 2012;26:548-54.
- 14 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.
- 15 Behboudi L, Azarbayjani MA, Aghaalienejad H, et al. *Effects of aerobic exercise and Whole Body Vibration on glycaemia control in type 2 diabetic males*. Asian J Sports Med 2011;2:83-90.
- 16 Cardinale M, Bosco C. *The use of vibration as an exercise intervention*. Exerc Sport Sci Rev 2003;31:3-7.
- 17 Srikanthan P, Karlamangla AS. *Relative muscle mass is inversely associated with insulin resistance and prediabetes. Findings from the third National Health and Nutrition Examination Survey*. J Clin Endocrinol Metab 2011;96:2898-903.
- 18 del Pozo-Cruz B, Alfonso-Rosa RM, del Pozo-Cruz J, et al. *Effects of a 12-wk whole-body vibration based intervention to improve type 2 diabetes*. Maturitas 2014;77:52-8.
- 19 Boulé NG, Kenny GP, Haddad E, et al. *Meta-analysis of the effect of structured exercise training on cardiorespiratory fitness in type 2 diabetes mellitus*. Diabetologia 2003;46:1071-81.
- 20 Zanuso S, Jimenez A, Pugliese G, et al. *Exercise for the management of type 2 diabetes: a review of the evidence*. Acta Diabetol 2010;47:15-22.