

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 9 月 24 日現在

機関番号：15401

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2013～2014

課題番号：25750292

研究課題名(和文) 全身振動刺激を併用した体幹深部筋強化トレーニング法の構築

研究課題名(英文) Effect of Whole body vibration training on trunk muscle strength and physical performance in healthy adults: Preliminary results of a randomized controlled trial

研究代表者

前田 慶明(MAEDA, NORIAKI)

広島大学・医歯薬保健学研究院(保)・助教

研究者番号：10536783

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,600,000円

研究成果の概要(和文)：全身振動刺激機器(WBV)を併用した体幹筋強化トレーニングが有用な方法になりうるかを明らかにした。健康男性を無作為にWBVトレーニング群(WBV群)と、非WBVトレーニング群(非WBV群)に割り付け、3回/週で8週間の介入を実施した。WBV上で6項目のトレーニングを各30秒間実施した。介入前後のトレーニングの効果判定には、体幹の最大等尺性筋力、F/E比、跳躍高、Y-test、FMSを測定した。WBV群の介入前後の比較では体幹屈曲筋力、F/E比、Y-test後外方、FMSで有意な差を認めた。WBVを併用した体幹筋トレーニングは体幹筋力や身体パフォーマンスの向上に有効であることが示された。

研究成果の概要(英文)：This study was aimed to investigate the effects of an 8-week program of WBV in combination with trunk muscle training on performance in healthy, untrained adults. Twenty university healthy subjects participated in this study. Participants were randomly assigned to a WBV or non-WBV group. The WBV group performed a trunk muscle training program in combination with WBV, and the non-WBV group performed the same muscle training program without WBV for 8 weeks. In the pre- and post-training period, the participants were evaluated using the FMS, Y-test, trunk muscle strength, squat jump, and counter-movement jump. Both groups showed improvement in the Y-test and trunk flexor muscle strength. Additionally, the WBV group had greater improvement than non-WBV group in both Y-test and trunk flexor muscle strength between pre- and post-training. Strength training in combination with WBV more effectively improved dynamic balance and trunk flexor muscle strength than training without WBV.

研究分野：スポーツ外傷・障害予防

キーワード：全身振動刺激 体幹深部筋 FMS WBVトレーニング

1. 研究開始当初の背景

全身振動刺激 (Whole Body Vibration ; WBV) によるトレーニングは、健康者やアスリートなどの対象者で実践されており、その有用性は高い。近年、欧米を中心に WBV による生体への効果は数多くの報告がみられ、スポーツ領域においても応用されつつある。WBV の効果として神経系や筋骨格系、またホルモンなど内分泌系に効果があるとされる(図1)。最近では WBV 機器上でスクワットやブリッジでの姿勢を保ちながら同時に振動刺激を加えることで、WBV を併用しない群に比べて有意に下肢筋力が増強したという報告がある。

しかし、WBV を併用した体幹深部筋強化トレーニング (WBV トレーニング) に着目した報告はない。

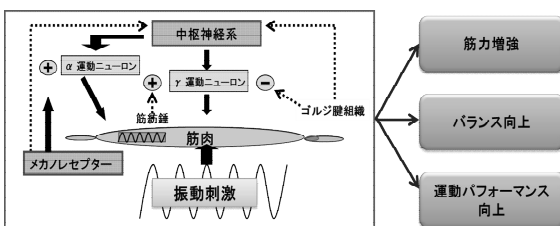


図1. 振動刺激が生体に与える効果のメカニズム

2. 研究の目的

本研究は、健康男性 20 名を対象に、WBV トレーニング群と WBV を併用しないトレーニング群 (非 WBV トレーニング群) の 2 群で比較する。なお、研究デザインは無作為化比較試験とし 8 週間の介入を実施し、体幹深部筋力への効果を明確にし、新たな体幹深部筋強化トレーニング法を構築することが目的である。

3. 研究の方法

1) 対象

対象は整形外科疾患の既往がない、学生アスリート男性 20 名 (年齢 27.0 ± 5.2 歳、身長 169.8 ± 5.6 cm、体重 61.7 ± 6.2 kg) とした。

対象者はくじ引きにて無作為に 2 群に割り付けた。つまり、WBV を併用した体幹筋強化トレーニングを実施する群 (WBV 群) と、WBV を併用せずに体幹筋強化トレーニングを実施する群 (非 WBV 群) である (図2)。

研究デザインは無作為化比較試験とし、3 回/週で 8 週間の介入を実施した。WBV トレーニングには全身振動機器装置 (SONIX, SONICWORLD Co., Ltd.) を用いた。

なお、本研究は広島大学大学院医歯薬保健学研究科心身機能生活制御科学講座倫理委員会の承認を得て実施した (承認番号 1378)。研究に先立ち、対象に十分な説明を行い書面にて同意を得た。

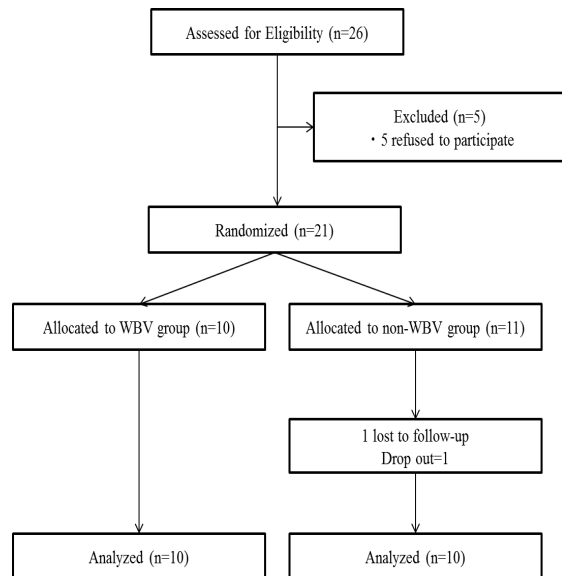


図2. 無作為化対象試験の対象フローダイアグラム

2) WBV トレーニングのプロトコル

WBV トレーニングのプロトコルは、6 種類の課題をそれぞれ 30 秒間実施した。疲労を考慮し、各課題間に 60 秒間の休憩を設けた。体幹筋トレーニングの課題姿勢は、左 side bridge (SB), 右 SB, prone bridge (PB) backward, sit up position (SU), 左 twist position (TP), 右 TP の順に実施した (図2)。

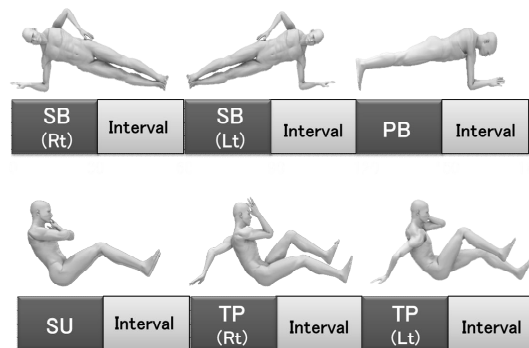


図2. WBV トレーニングの内容

なお、WBV の強度設定は、Cardinale らの方法を採用し、周波数 30Hz で振幅 4 mm とした。対象者には WBV トレーニング中は裸足にて実施した。

3) トレーニング効果判定の指標

トレーニングの効果をみるために、トレーニング介入前後で、体幹屈曲・伸展の最大等尺性筋力 (Isoforce GT-300, 0G 技研) を測定した。その後、体幹屈曲筋力を、伸展筋力で除した値 (F/E 比) を算出した。その他、スクワットジャンプ (SJ) とカウンタームーブメントジャンプ (CMJ) の跳躍高、軸足での 3 方向 (前方、後外方、後内方) への下肢最大リーチ距離 (Y-test), Functional Movement Screen™ (FMS™) を測定した。

体幹筋力

体幹筋力の測定には、等尺性体幹筋力測定装置 (GT-350, OG 技研) を用いた。股関節、膝関節それぞれ 90° 屈曲位にした椅坐位において、体幹屈曲・伸展の最大等尺性筋力を各 3 回測定し、体幹屈曲・伸展筋力の平均値を求めた。対象間で比較を行うため、得られた値を体重で除すことにより標準化した。その後、体幹屈曲の最大等尺性筋力を、伸展の最大等尺性筋力で除した値 (Flexion / Extension 比; F/E 比) を算出した。

垂直跳躍高

垂直跳躍高には、Squat Jump (SJ) と Counter Movement Jump (CMJ) の 2 種類を行った。SJ は、膝関節を 90° 度に屈曲した姿勢から反動動作を伴わずに全力で跳躍させた。また CMJ は、立位姿勢から反動動作を用いて最大努力での跳躍を行うよう指示した。測定には専用のベルトを使い、3 軸加速度センサー (Myotest 社) を腰部側面に装着した。跳躍時は腰に手を置き、信号音を合図に跳躍を実施した。各 3 回実施し、その平均値を求めた。SJ では反動動作を行うなどの失敗試技の場合、さらに 1 試技測定した。試行間の休息时间として 1 分間以上を設け、疲労がないことを確認した後に次を施行した。跳躍の際には、転倒などの防止のため、補助者を側方に待機させた。

Y-test

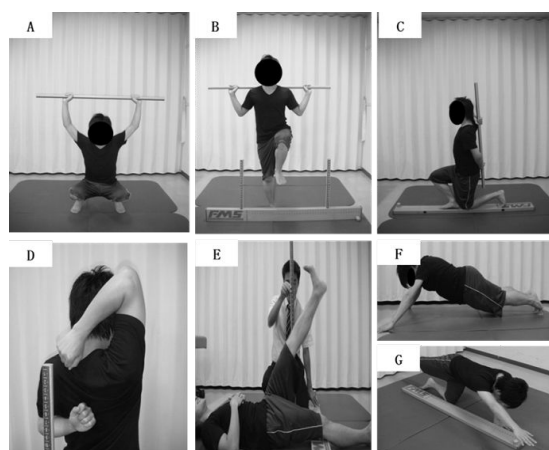
Y-test は Plisky らの測定方法に従い、下肢最大リーチ距離の測定は 3 方向 (前方, 右後斜方, 左後斜方) にのびた線上に 1cm 毎に目盛りを記したシートを独自に作製し測定した。対象は合計 3 方向への下肢リーチ動作を行った。下肢リーチ方法は一側下肢を支持側、反対側下肢をリーチ側としてシートに記された 3 方向に伸びた線の交点部分に足底の中心部が位置するように片脚立位をとり、それを開始肢位とした。支持側の踵や足尖がシートから浮かないように足底をつけた状態を保ち、シートから離れないようにしながら、リーチ側の足尖をシートに書かれた直線上をできるだけ遠くにタッチさせた。タッチ後、開始肢位まで戻ることを条件として、遂行可能な最大リーチ距離を測定した。タッチ後にバランスを崩した試技は無効とした。リーチ方向はリーチ側を基準として、ANT (anterior; 前方), PL (postero-lateral; 後外方), PM (postero-medial; 後内方) の 3 方向と便宜上定義した。Y-test のリーチ距離は各方向それぞれ 3 回ずつ測定し、その平均値を測定値とした。

Functional Movement Screen™

FMS™ は、Deep Squat (以下 DS), In-line Lunge (以下 IL), Hurdle Step (以下 HS), Shoulder Mobility (以下 SM), Active Straight Leg Raise (以下 ASLR), Trunk

Stability Push-up (以下 TSP), Quad-Ruped Rotary Stability (以下 RS) の 7 項目からなる基本運動動作で構成される。7 項目中の 5 項目 (IL, HS, SM, AL, RS) は左 (以下 Lt) 右 (以下 Rt) のそれぞれを採点した。

これらで構成された項目は 0-3 点 (最高点 3 点) の 4 段階で点数化され、最高合計点が 21 点となる。なお、その動作中に疼痛を生じた場合を 0 点、動作遂行不可能、もしくは動作中に完全にバランスを崩した場合を 1 点、動作遂行は可能であるが、代償動作を認めた場合を 2 点、代償動作を認めず、動作が遂行可能な場合を 3 点とした。すべての項目は各 3 回実施し、採点した。左右の非対称性をみる項目では、点数が低い方を採用した。なお、全対象者に対しては FMS™ キットを用いて測定した (図 3)。



(A): Deep Squat (DS); (B): Hurdle Step (HS); (C): Inline Lunge (IL); (D): Shoulder Mobility (SM); (E): Active Straight-Leg Raise (ASLR); (F): Trunk Stability Push Up (TSP); (G): Rotary Stability (RS)

図 3. FMS™ の測定肢位とその方法

4. 研究成果

WBV 群の介入前後の比較では、FMS™ の合計得点、Y-test の後外方、体幹屈曲筋力、体幹 F/E 比で有意な差を認めた ($p < 0.05$)。非 WBV 群は、下肢最大リーチ距離の前方、体幹 F/E 比で有意差を認めた ($p < 0.05$)。WBV 群と非 WBV 群の介入前と介入後の比較では、介入前では全ての項目で有意な差は示さなかったが、介入後では、Y-test の後外方、体幹屈曲筋力、体幹 F/E 比で有意な差を認めた ($p < 0.05$)。WBV 群では非 WBV 群に比べて、Y-test の後外方、体幹屈曲筋力、SJ, CMJ で有意な差を認めた。WBV を併用することで体幹筋力だけでなく、動的バランスや跳躍力をさらに向上させた。これらのことから、WBV を併用した体幹筋トレーニングは、体幹筋力だけでなく、身体パフォーマンスを向上させることが明らかとなった。

WBV 群では非 WBV 群に比べて、Y-test の後外方、体幹屈曲筋力、SJ, CMJ で有意な差を

認めた。WBV を併用することで体幹屈筋筋力だけでなく、動的バランスや跳躍力をさらに向上させた。これらのことから、WBV を併用した体幹筋トレーニングは、体幹筋力だけでなく、身体パフォーマンスを向上させることが明らかとなった。下肢筋力の発揮に影響を及ぼすメカニズムとして、WBV トレーニングにより、筋紡錘の一時終末から、運動ニューロンを活性化させて、緊張性振動反射と同様の筋収縮がプレート上での振動と同調して起こるとされている。

このため、本研究で焦点をあてた体幹筋に対しても同作用が働き、非 WBV 群に比べて過重負荷が加わり、体幹屈筋筋力だけでなく、動的バランスや跳躍力の向上につながったと推測される。

今後、WBV を併用したトレーニングを足関節や膝関節などに外傷や障害を生じた選手に実施し、身体パフォーマンスの維持・改善に対して臨床応用ができるものと考えられる。また、生理学的観点からも WBV トレーニングが身体に与える効果を明らかにしていく必要がある。

表 1. WBV 群と非 WBV 群における介入前後の比較

	WBV トレーニング群 (n=10)		非WBV トレーニング群 (n=10)	
	介入前	介入後	介入前	介入後
体幹等尺性筋力				
屈筋筋力 (N/kg)	12.6 ± 2.9	16.3 ± 1.9 *	10.8 ± 2.9	11.9 ± 2.3
伸筋筋力 (N/kg)	15.0 ± 2.0	16.0 ± 2.6	13.2 ± 2.6	13.8 ± 2.3
F/E 比 (%)	0.84 ± 0.20	1.06 ± 0.25	0.83 ± 0.18	0.82 ± 0.25
FMS™ (点)	14.4 ± 1.4	16.5 ± 0.7	13.1 ± 2.4	15.0 ± 1.9
Y-test				
Anterior (cm)	74.8 ± 5.7	87.7 ± 11.6 *	69.5 ± 5.7	72.1 ± 5.8
Posterior - medial (cm)	88.5 ± 8.4	91.4 ± 8.2	74.4 ± 11.2	79.0 ± 9.3
Posterior - lateral (cm)	93.8 ± 9.3	99.6 ± 5.9	84.9 ± 10.1	88.0 ± 6.2
垂直跳躍高				
Squat Jump (cm)	38.1 ± 3.5	37.3 ± 4.3	34.2 ± 4.9	34.9 ± 4.2
Counter Movement Jump (cm)	40.4 ± 4.7	42.5 ± 4.4	38.7 ± 6.5	39.0 ± 5.1

* (p < 0.05).

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 1 件)

1. Noriaki Maeda, The reliability of Functional Movement Screen™ (FMS™) in the healthy young men, Proceeding of 13th Asian Federation of Sports Medicine 1. 65-68, 2014 (査読なし).

[学会発表](計 3 件)

1. 前田慶明, 全身振動刺激を併用した体幹筋強化トレーニングの効果 - 無作為化比較対照試験による検討 -. 第 25 回 臨床スポーツ医学学会. 2014.11.8-9. 国立スポーツ科学センター, 東京都.

2. 前田慶明, Functional Movement Screen™ の得点と身体機能評価の関係. 第 31 回スポーツ選手のためのリハビリテーション研究会. 2013.12.1. 神戸大学医学部会館シスメックホール, 兵庫県 神戸市.

3. Noriaki Maeda, The reliability of Functional Movement Screen™ (FMS™) in the healthy young men, 13th asia federation of sports medicine conference 2013, 11-14 Sep 2013, Berjaya Times Square Convention Centre, Kuala Lumpur Malaysia.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

前田 慶明 (MAEDA NORIAKI)

広島大学・大学院医歯薬保健学研究院・助教

研究者番号: 10536783