

令和元年6月19日現在

機関番号：32672

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K01676

研究課題名(和文) 動脈ステイフネスの低下が運動パフォーマンスを高める機序の解明と実践的応用

研究課題名(英文) Effect of changes in arterial stiffness on aerobic performance.

研究代表者

岡本 孝信 (Okamoto, Takanobu)

日本体育大学・体育学部・教授

研究者番号：40330518

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：本研究の目的はストレッチや自己筋膜リリースが動脈ステイフネスを低下させ、有酸素性運動パフォーマンスを向上させるかどうかを検討することであった。上腕-足首脈波伝播速度(baPWV)はストレッチおよび自己筋膜リリース前(ベースライン)、0分後および30分後に測定した。baPWVはストレッチおよび自己筋膜リリース30分後においてベースラインと比較して低い値を示した。また、両方の試行において、有酸素性運動パフォーマンスはストレッチおよび自己筋膜リリース後に向上した。これらの結果からストレッチや自己筋膜リリースは動脈ステイフネスを低下させ、有酸素性運動パフォーマンスを向上させることが示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

アスリートは自身が目指す大会や競技会において最高のパフォーマンスを発揮するために日々努力を重ねている。しかし、アスリートのパフォーマンスはその日のコンディションに影響され、僅かな差が勝敗を分ける。本研究ではアスリートがウォーミングアップで行うストレッチやフォームローラーを用いた自己筋膜リリースに着目して研究を行い、ストレッチや自己筋膜リリースは動脈ステイフネスを低下させること、さらにその低下によって運動パフォーマンスが向上することを明らかにした。これらの結果は、専門的にスポーツを行うアスリートのみならず、スポーツ愛好会、学校現場で部活動を行う生徒や児童などが実践可能な知見を提供する。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this study was to determine whether stretch and self-myofascial release decreases arterial stiffness and improves aerobic performance. Brachia-ankle pulse wave velocity (baPWV) measured before (baseline), 0 min and 30 min after stretch and self-myofascial release. baPWV was decreased from baseline at 30 min after the stretch and self-myofascial release. In addition, in the both trials, aerobic performance was improved after stretch and self-myofascial release. These results suggest that aerobic performance improves when arterial stiffness reduces by stretch and/or self-myofascial release.

研究分野：スポーツ科学

キーワード：脈波伝播速度 心機能 ストレッチ 自己筋膜リリース

様式 C-19、F-19-1、Z-19、CK-19（共通）

1. 研究開始当初の背景

動脈は心臓の拍動によって拍出される血液を一時的に貯留し、急激な血圧の変化を緩衝する。さらに、拍出終了後の拡張した動脈の弾性で内圧を維持している。この作用はウインドケッセル効果と呼ばれおり、左心室の後負荷（心臓が血液を送り出す際の血管抵抗）を減らすと同時に末梢動脈の保護に役立っている。ウインドケッセル効果は動脈の伸展性が損なわれることによって低下する。このように、動脈の伸展性と左心室機能は密接に関係していると考えられる。

一方、研究代表者のこれまでの研究において、動脈スティフネスが低い時は高い時と比較して有酸素性運動パフォーマンスが向上することが明らかにされている（論文投稿中）。したがって、有酸素性運動を実施する前に動脈スティフネスを低下させるような軽運動を実施することで有酸素性運動パフォーマンスが向上する可能性が考えられる。

2. 研究の目的

本研究は動脈スティフネスが低い時に有酸素性運動パフォーマンスが向上し、それに心機能が関係しているかどうか、また、ストレッチや自己筋膜リリースによる動脈スティフネスの低下によって有酸素性運動パフォーマンスが向上するかどうかについて検討することを目的とした。

3. 研究の方法

【実験 1】

1. 対象者

対象者は健康な成人男性 12 名とした。実験の開始に先立って、本研究の目的や測定に関して口頭と文章にて説明を行い、本研究への参加の同意を得た。なお、本研究は日本体育大学倫理委員会の承認を受け、ヘルシンキ宣言に基づき実施した。

2. 動脈スティフネス、血圧および心拍数の測定

動脈スティフネスの測定は血圧脈波検査装置 **formPWV/ABI**(オムロンコーリン社製)を使用した。本装置は心音図、心電図、脈波、四肢血圧を同時測定することによって全身の動脈硬化度を非侵襲的に測定できる。被験者は臥位姿勢にて 20 分間安静にした。検者は上腕と足首に血圧計のカフを装着し、上腕—足首脈波伝播速度(**baPWV**)を計測した。また、動脈スティフネスの測定と同時に血圧および心拍数を測定した。なお、動脈スティフネス、血圧および心拍数は自転車運動の前に実施した。

3. 平均酸素摂取量の測定

平均酸素摂取量は自転車エルゴメーターを用いて測定した。運動中の呼気ガスは **breath-by-breath** 法によって測定した。なお、自転車運動は予備心拍数の 75%の強度で 30 分間実施し、後半の 20 分間の酸素摂取量の平均値を平均酸素摂取量とした。

4. 心機能の測定

左心室拡張機能を標準的な心エコー検査の方法を用いて行った。検査には超音波装置 **Vivid T8** (General Electric Healthcare, Chicago, Illinois, USA) と付属の 3.5MHz のセンサープローブを用いて、心尖部長軸を 2D で撮像し、カラードップラーとパルスドップラーによって解析を行った。左室急速流入血流速度 (E) と心房収縮期流入血流速度 (A) は心尖部長軸画像からカラードップラーを用いて血流を染色し、サンプルボリュームを僧帽弁先端部に置き、パルスドップラーによって得られた波形を解析した。また、3 心拍分の解析値を平均したものを測定値とした。

【実験 2】

1. 対象者

対象者は健康な成人男性 7 名とした。実験の開始に先立って、本研究の目的や測定に関して口頭と文章にて説明を行い、本研究への参加の同意を得た。なお、本研究は日本体育大学倫理委員会の承認を受け、ヘルシンキ宣言に基づき実施した。

2. 動脈スティフネス、血圧および心拍数の測定

動脈スティフネス、血圧および心拍数は実験 1 と同じ方法で測定した。なお、動脈スティフネス、血圧および心拍数はストレッチ前、ストレッチ 0 分後および 30 分後に実施した。

3. 最高酸素摂取量の測定

最高酸素摂取量は自転車エルゴメーターを用いて漸増負荷法によって測定した。運動中の呼気ガスは **breath-by-breath** 法によって測定した。

4. ストレッチ

ストレッチは上肢、下肢および体幹を含む全身を対象に実施した。ストレッチは対象とする筋を伸張させて状態で 30 秒間保持された。なお、ストレッチは 3 セット実施し、セット間の休息は 10 秒とした。また、種目間の休息は 2 分間とした。

【実験 3】

1. 対象者

対象者は健康な成人男性 6 名とした。実験の開始に先立って、本研究の目的や測定に関して口頭と文章にて説明を行い、本研究への参加の同意を得た。なお、本研究は日本体育大学倫理委員会の承認を受け、ヘルシンキ宣言に基づき実施した。

2. 動脈スティフネス、血圧および心拍数の測定

様式 C-19、F-19-1、Z-19、CK-19 (共通)

動脈スティッフネス、血圧および心拍数は実験1と同じ方法で測定した。なお、動脈スティッフネス、血圧および心拍数は自己筋膜リリース前、自己筋膜リリース0分後および30分後に実施した。

3. 最高酸素摂取量の測定

最高酸素摂取量は自転車エルゴメーターを用いて漸増負荷法によって測定した。運動中の呼気ガスは breath-by-breath 法によって測定した。

4. 自己筋膜リリース

自己筋膜リリースは上肢、下肢および体幹を含む全身を対象に実施した。自己筋膜リリースは対象とする筋にフォームローラーを用いて体重をかけ、筋膜リリースに必要な方向に移動した。なお、自己筋膜リリースは3セット実施し、セット間の休息は10秒とした。また、種目間の休息は2分間とした。

4. 研究成果

【実験1】

図1に baPWV が高い時と低い時に分類した平均酸素摂取量の比較を示した。平均酸素摂取量は baPWV が高い時と比較して低い時において有意に高い値を示した (P<0.05)。なお、いずれの測定においても血圧は変化しなかった。

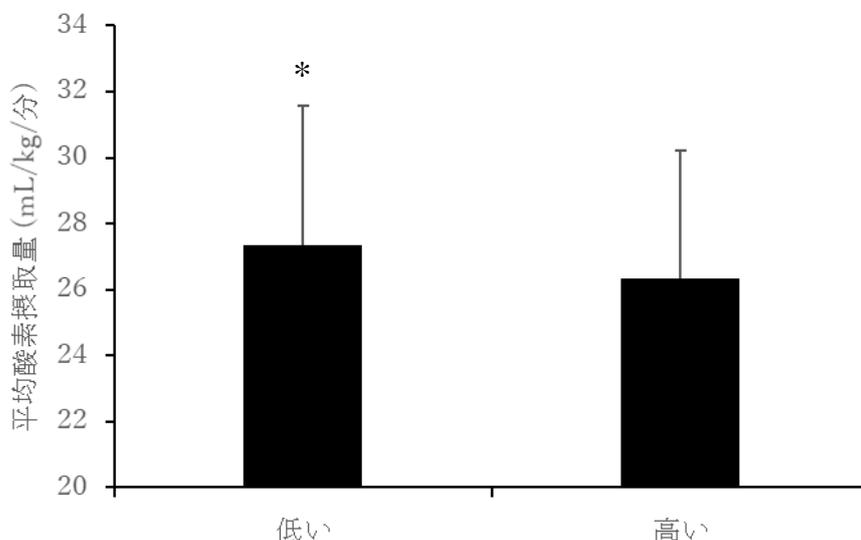


図1. baPWV が低い時と高い時に分類した平均酸素摂取量の比較
* P<0.05 vs. 高い

表1に baPWV が高い時と低い時に分類した左心室機能の比較を示した。baPWV が低い時と baPWV が高い時の左心室機能に関する全ての項目において有意差は認められなかった。

表1. baPWV が高い時と低い時に分類した左心室機能の比較

	低い	高い
左房収縮血流速度 (MV A Vel (cm/sec))	26.9(5.8)	28.2(5.6)
左室拡張血流速度 (MV E Vel (cm/sec))	65.0(13.2)	64.5(14.0)
左室弛緩指数 (E/A)	2.5(0.7)	2.3(0.5)
僧帽弁最大運動速度 (e' (cm/sec))	16.5(3.0)	16.3(3.1)
左室拡張指数 (E/e')	4.0(0.6)	4.0(0.8)
1回拍出量 (SV (ml))	88.9(23.4)	80.2(13.7)
駆出率 (EF (%))	64.7(9.7)	62.9(6.7)

実験1のまとめ

実験1の結果から、動脈スティッフネスに左心室機能は関係しないことが示された。しかし、動脈スティッフネスが低い時の平均酸素摂取量は動脈スティッフネスが高い時と比較して有意に高

様式 C-19、F-19-1、Z-19、CK-19 (共通)

い値を示した。動脈スティフネスが低い時の1回拍出量は有意差は認められないものの、高い値を示しており、このわずかな差が有酸素性運動パフォーマンスを向上させる可能性が示唆された。

【実験 2】

図 2 にストレッチ前後の baPWV の変化を示した。ストレッチ試行の baPWV はストレッチ前と比較してストレッチ 0 分後および 30 分後に低下し、ストレッチ前とストレッチ 30 分後に有意差が認められた ($P < 0.05$)。なお、コントロール試行の baPWV は有意な変化は認められなかった。

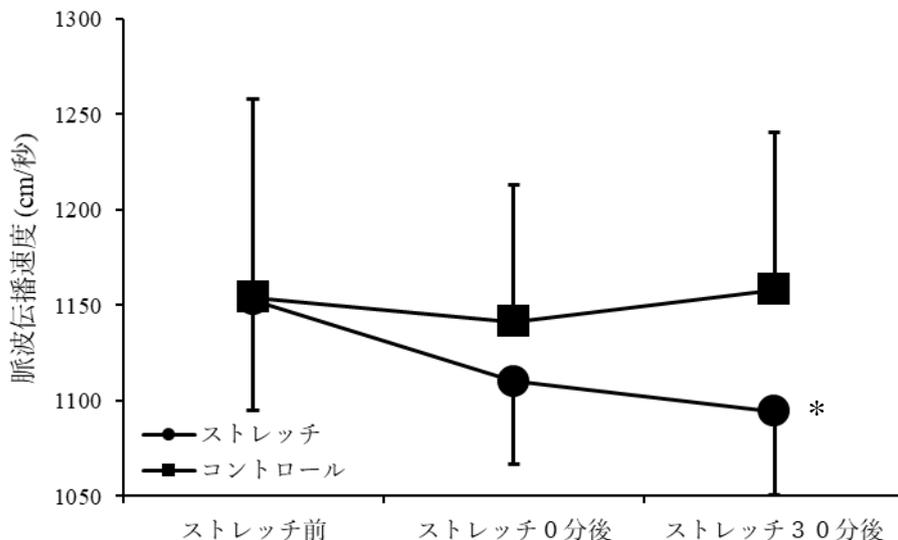


図 2. ストレッチ前後の baPWV の変化
* $P < 0.05$ vs. ストレッチ前

図 3 にストレッチ試行とコントロール試行における最高酸素摂取量の比較を示した。最高酸素摂取量はコントロール試行と比較してストレッチ試行において有意に高い値を示した ($P < 0.05$)。

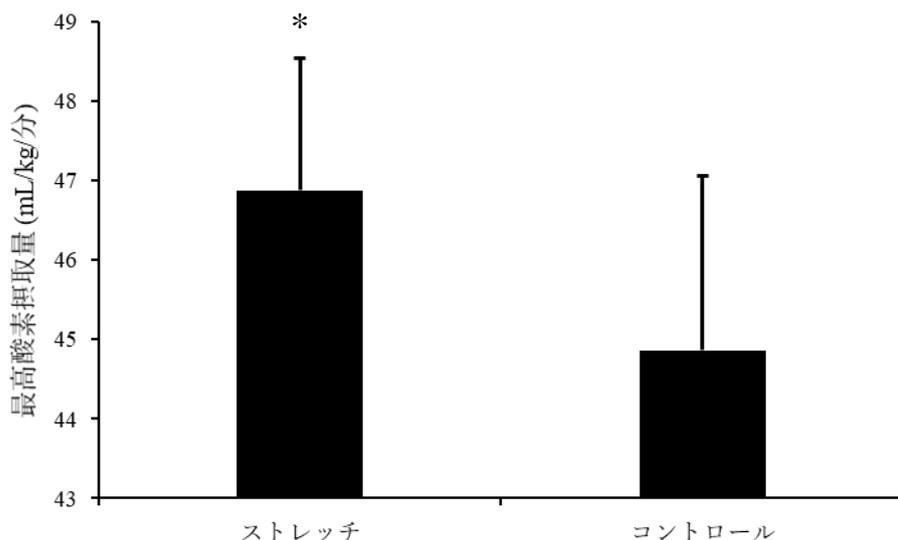


図 3. ストレッチ試行とコントロール試行における最高酸素摂取量の比較
* $P < 0.05$ vs. コントロール

【実験 3】

図 4 に自己筋膜リリース前後の baPWV の変化を示した。自己筋膜リリース試行の baPWV はストレッチ前と比較して自己筋膜リリース 0 分後および 30 分後に低下し、自己筋膜リリース前と自己筋膜リリース 30 分後に低下傾向が認められた ($P = 0.08$)。なお、コントロール試行の baPWV は有意な変化は認められなかった。

様式 C-19、F-19-1、Z-19、CK-19（共通）

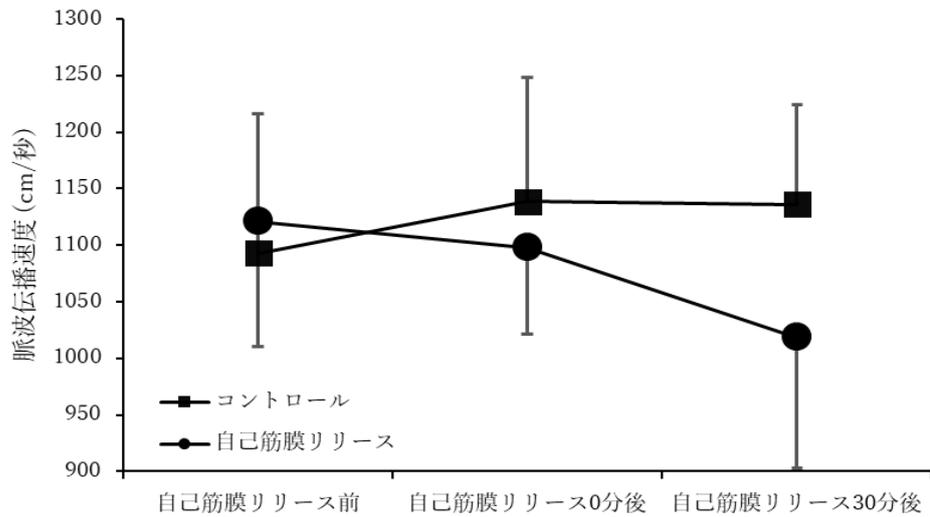


図4. 自己筋膜リリース前後のbaPWVの変化

図5に自己筋膜リリース試行とコントロール試行における最高酸素摂取量の比較を示した。最高酸素摂取量はコントロール試行と比較して自己筋膜リリース試行において有意に高い値を示した ($P < 0.05$)。

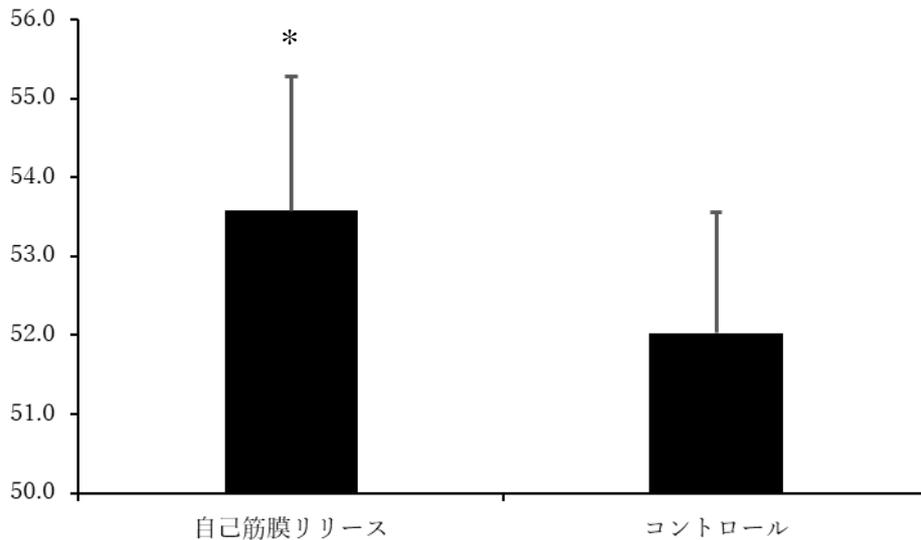


図5. 自己筋膜リリース試行とコントロール試行における最高酸素摂取量の比較

* $P < 0.05$ vs. コントロール

実験1および2のまとめ

実験2および3の結果からストレッチや自己筋膜リリースの実施において動脈スティフネスを低下させることによって有酸素性運動パフォーマンスが向上することが明らかにされた。これらの結果は、コンディショニング期間やウォーミングアップにおいて動脈スティフネスを低下させることが運動パフォーマンスの向上に繋がる可能性を示唆するものである。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 0 件)

〔学会発表〕(計 6 件)

招待講演

岡本孝信. 運動トレーニングにおける動脈伸展性の性差 (性差を考慮したトレーニング科学). 第30回日本トレーニング科学会. 2017年10月7日. 日本体育大学 (東京都).

招待講演

岡本孝信. 動脈伸展性を指標としたスポーツパフォーマンス向上へのアプローチ. 第32回呼吸研究会. 2018年9月6日. ハピリン (福井県).

様式 C-19、F-19-1、Z-19、CK-19（共通）

一般研究発表

岡本孝信, 小林亮太, 菊池直樹. 動脈スティフネスの変化が有酸素性運動能力に及ぼす影響. 第67回日本体育学会. 2016年8月26日. 大阪体育大学（大阪府）.

岡本孝信, 菊池直樹, 小林亮太, 橋本佑斗, 畠山廣之. 動脈スティフネスの低下は心血管応答を弱めて有酸素性運動パフォーマンスを高める. 第25回日本運動生理学会. 2017年7月30日. 横浜国立大学（神奈川県）.

岡本孝信, 菊池直樹, 小林亮太, 橋本佑斗, 畠山廣之. 動脈と身体の柔軟性指標が有酸素性運動パフォーマンスに及ぼす影響. 第68回日本体育学会. 2017年9月10日. 静岡大学（静岡県）.

岡本孝信, 橋本佑斗. 動脈スティフネスの低下は心機能を高めて有酸素性運動パフォーマンスを向上させる. 第69回日本体育学会. 2018年8月25日. 徳島大学（徳島県）

〔図書〕（計 0 件）

〔産業財産権〕

○出願状況（計 0 件）

名称：

発明者：

権利者：

種類：

番号：

出願年：

国内外の別：

○取得状況（計 0 件）

名称：

発明者：

権利者：

種類：

番号：

取得年：

国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究分担者

研究分担者氏名：

ローマ字氏名：

所属研究機関名：

部局名：

職名：

研究者番号（8桁）：

(2) 研究協力者

研究協力者氏名：

ローマ字氏名：

※科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。