

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 10 日現在

機関番号：33804

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2013～2015

課題番号：25750288

研究課題名(和文)加圧トレーニングの筋肥大メカニズムの解明とその応用：短縮性と伸張性収縮の比較

研究課題名(英文)Elucidation and its application of muscle hypertrophic mechanism for blood flow restricted training: Comparison between concentric and eccentric contraction.

研究代表者

安田 智洋 (Yasuda, Tomohiro)

聖隷クリストファー大学・看護学部・准教授

研究者番号：20549604

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,100,000円

研究成果の概要(和文)：本研究の結果「1)短縮性の血流制限下低強度トレーニング(6週間)によって増加した筋力は6週間の脱トレーニング後も維持され、それは主に筋肥大の関与である 2)弾性バンドの負荷抵抗(主に短縮性収縮局面で大きな負荷抵抗)を用いた加圧トレーニングは、動脈スティフネスなどの生体への安全性が確保されたままに顕著な筋肥大と筋力増加が生じる 3)弾性バンドを用いた加圧トレーニングは血管機能を維持しながら、筋力・筋サイズの増加を12週間後も残存させる」ことが判明した。

研究成果の概要(英文)：Our results show that

1) Increased muscle strength following 6 weeks of concentric blood flow restricted (BFR) exercise was well preserved at 6 weeks of detraining, which may be primarily related to muscle hypertrophy. 2) elastic band BFR training improves muscle cross-sectional area as well as maximal muscle strength but does not negatively affect arterial stiffness in older adults. 3) Increased muscle strength/size following 12 weeks of elastic band BFR training was well maintained with a low risk of arterial stiffness after 12 weeks of detraining in older women.

研究分野：スポーツ科学

キーワード：血流制限 筋力トレーニング 筋収縮 デイトレーニング

1. 研究開始当初の背景

(1) 約 20 年前から、外部圧迫によって活動筋への動脈血および活動筋からの静脈還流を制限した状態で、低強度負荷トレーニング(加圧トレーニング)を実施すると著しい筋サイズおよび筋力の増加が引き起こされると報告されている。

加圧トレーニングによる筋肥大メカニズムについては、まだ不明な点が多いが、近年では筋収縮様式と筋肥大とのメカニズムにおいて、高強度トレーニングと加圧トレーニングでは大きく異なることが示唆されてきた。

2. 研究の目的

筋収縮様式の観点から加圧トレーニングが筋肥大に及ぼすメカニズムに焦点をあて、筋力改善プログラムの開発をすること。

3. 研究の方法

(1) 短縮性 (CON) と伸張性 (ECC) の血流制限下低強度トレーニング(加圧トレーニング)と脱トレーニング(DT)が筋サイズと筋力に及ぼす影響を比較した。健康な男性 10 名の両腕を無作為に CON 側と ECC 側に分け、血流制限下のアームカール(最大掌上重量(1-RM)の 30%強度、4 セット、計 75 回)トレーニングを週 3 回、6 週間実施した。血流制限には空圧式ベルトを用い、上腕基部に 160mmHg の圧を加えた。トレーニング前後(Pre と Post)と DT6 週間後に上腕二頭筋の横断面積(CSA)、等尺性最大肘屈曲筋力(MVC)および 1-RM を測定した。

(2) 弾性バンドの負荷抵抗(主に短縮性収縮局面で大きな負荷抵抗)を利用した加圧トレーニングが高齢者の筋サイズ、筋力と血管機能に及ぼす影響を検討した。健康な高齢者 17 名を加圧群 9 名と対照群 8 名に分け、両群とも弾性バンドを用いたアームカールとプレスダウンを 12 週間行った。血流制限には空圧式ベルトを用い、上腕基部に 120-270mmHg の圧を加えた。

(3) 弾性バンドの負荷抵抗を利用した加圧トレーニング後、12 週間の“脱トレーニング(DT)”が高齢者の筋サイズ、筋力と血管機能に及ぼす影響を検討した。健康な高齢女性 14 名を加圧群 7 名と対照群 7 名に分け、両群とも弾性バンドを用いたアームカールとプレスダウンを 12 週間行った。血流制限には空圧式ベルトを用い、上腕基部に 120-270mmHg の圧を加えた。トレーニング前後(Pre と Post)と DT12 週間後に上腕二頭筋の横断面積(CSA)、等尺性最大肘屈曲筋力(MVC)および 1-RM を測定した。

4. 研究成果

(1) CON の CSA (肘から 10cm 部位と中央部位)は Pre より Post で増加し、DT でも pre より高い値を維持した。CON の MVC は Pre より Post で増加し、DT でも pre より高い値を維持した。一方、ECC はいずれも変化がなかった。また、CON と ECC の 1-RM は Pre より Post で増加し、DT でも pre より高い値を維持した。短縮性の血流制限下低強度トレーニング(6 週間)によって増加した筋力は 6 週間の脱トレーニング後も維持され、それは主に筋肥大の関与と示唆された。

(2) 加圧群の上腕屈曲筋・伸筋群 CSA は Post で増加したが、対照群は変化がなかった。また、加圧群の肘関節屈曲・伸展筋力は Post で増加したが、対照群は変化がなかった。一方、動脈ステイフネスは両群ともに変化がなかった。弾性バンドを用いた加圧トレーニングは、動脈ステイフネスなどの生体への安全性が確保されたままで顕著な筋肥大と筋力増加が生じることが明らかとなった。

(3) トレーニング終了 12 週間後にも Pre および Post と同様の検査を実施し、DT の影響を検討した。その結果、動脈・血管系機能・安全性への影響は両群ともにすべての項目で変化が観察されなかった。また、加圧群の上腕屈筋群 CSA と肘関節伸展 MVC は、トレーニング 12 週間後も Pre より有意な高値を示した。弾性バンドを用いた加圧トレーニングは血管機能を維持しながら、筋力・筋サイズの増加を 12 週間後も残存させると判明した。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計 10 件)

Fukuda T, Meguro M, Fukumura K, **Yasuda T**, Iida H, Morita T, Yamamoto Y, Takano N, Komuro I, Nakajima T. Cardiac rehabilitation increases exercise capacity with a reduction of oxidative stress. *Korean Circulation Journal* 43 (7) 481-487, 2013. 査読有. DOI:

<http://dx.doi.org/10.4070/kcj.2013.43.7.481>
Fukuda T, **Yasuda T**, Fukumura K, Iida H, Morita T, Sato Y, Nakajima. Low-intensity kaatsu resistance exercises using an elastic band enhance muscle activation in patients with cardiovascular diseases. *International Journal of Kaatsu Training Research* 9 (1) 1-5, 2013. 査読有.

Yasuda T, Loenneke JP, Ogasawara R, Abe T. Influence of continuous or intermittent blood flow restriction on muscle activation during low-intensity multiple sets of resistance exercise. *Acta Physiologica Hungarica* 100 (4) 419-426, 2013. 査読有.

DOI:

<http://dx.doi.org/10.1556/APhysiol.100.2013.4.6>

安田智洋、福田平、福村和也、内田祐介「疲労困憊に至る低強度レジスタンス運動が muscle swelling へ及ぼす影響：血流制限と非血流制限の比較」(公益財団法人石本記念デサントスポーツ科学振興財団), デサントスポーツ科学, 第 35 巻, 70-77, 2014.

Yasuda T, Fukumura K, Fukuda T, Uchida Y, Iida H, Meguro M, Sato Y, Yamasoba T, Nakajima T. Muscle size and arterial stiffness after blood flow-restricted low-intensity resistance training in older adults. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports* 24 (5) 799-806, 2014. 査読有. DOI: 10.1111/sms.12087

中島敏明、福村和也、**安田智洋**「先制予防を可能にする実践的試み：加圧トレーニング」心臓リハビリテーション 20 (1): 51-55, 2015.

Yasuda T, Loenneke JP, Ogasawara R, Abe T. Effects of short-term detraining following blood flow restricted low-intensity resistance training on muscle size and strength. *Clinical Physiology and Functional Imaging* 35 (1) 71-75, 2015. 査読有. DOI: 10.1111/cpf.12165

Yasuda T, Loenneke JP, Thiebaud RS, Abe T. Effects of detraining after blood flow restricted concentric or eccentric training on muscle size and strength. *Journal of Physiological Sciences* 65 (1) 139-144, 2015. 査読有. DOI:

10.1007/s12576-014-0345-4

Yasuda T, Fukumura K, Iida H, Nakajima T. Effect of low-load resistance exercise with and without blood flow restriction to volitional fatigue on muscle swelling. *European Journal of Applied Physiology* 115 (5) 919-926, 2015. 査読有. DOI: 10.1007/s00421-014-3073-9

Yasuda T, Fukumura K, Uchida Y, Koshi H, Iida H, Masamune K, Yamasoba T, Sato Y, Nakajima T. Effects of low-load, elastic band resistance training combined with blood flow restriction on muscle size and arterial stiffness in older adults. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences* 70 (8) 950-958, 2015. 査読有. DOI: 10.1093/gerona/glu084

[学会発表](計 2 1 件)

Yasuda T, Fukumura K, Fukuda T, Uchida Y, Iida H, Ohtsuka T, Chujo Y, Meguro M, Sato Y, Nakajima T. Muscle size and arterial compliance after blood flow-restricted low-intensity resistance training in older adults. *60th Annual Meeting of the American College of Sports Medicine*

(Indianapolis, USA, 2013.5.29)

Nakajima T, **Yasuda T**, Koide S, Takano N, Sato Y, Kano Y. Repetitive restriction of muscle blood flow enhances mTOR signaling pathways in rat KAATSU mode. *60th Annual Meeting of the American College of Sports Medicine* (Indianapolis, USA, 2013.5.30)

安田智洋、福村和也、福田平、内田祐介、飯田陽子、目黒美葉、佐藤義昭、中島敏明「血流制限下の低強度筋力トレーニングが高齢者の筋サイズ、筋力、血管機能に及ぼす影響」第 19 回日本心臓リハビリテーション学会学術集会(仙台国際センター、仙台、2013.7.13)(口頭発表)【優秀演題賞】

福田平、**安田智洋**、福村和也、飯田陽子、佐藤義昭、小室一成、中島敏明「心臓病患者におけるエラスティックバンドを用いた低強度加圧レジスタンス運動の筋活動に及ぼす効果」(仙台国際センター、仙台、2013.7.14)(口頭発表)

中島敏明、**安田智洋**、高野奈実、小出誠一郎、佐藤義昭、狩野豊「加圧除圧刺激による筋蛋白合成系 mTOR の活性化」第 19 回日本心臓リハビリテーション学会学術集会(仙台国際センター、仙台、2013.7.14)(口頭発表)【優秀演題賞】

小出誠一郎、須藤みず紀、佐藤義昭、**安田智洋**、中島敏明、狩野豊「運動中の筋酸素分圧および肥大因子活性に及ぼす血流制限の影響」第 68 回日本体力医学会(日本教育会館、東京、2013.9.23)(口頭発表)

福田平、松本晃裕、蔵野美葉、**安田智洋**、飯田陽子、森田敏宏、中島敏明「中高齢者における運動中の心拍出係数・一回拍出係数の動態の検討」第 68 回日本体力医学会(日本教育会館、東京、2013.9.23)(口頭発表)

福田平、**安田智洋**、福村和也、飯田陽子、佐藤義昭、森田敏宏、中島敏明「エラスティックバンドを用いた低強度加圧レジスタンス運動の筋活動に及ぼす影響：心臓病患者における検討」第 9 回日本加圧トレーニング学会総会(よみうりホール、東京、2013.10.19)(口頭発表)

小出誠一郎、須藤みず紀、佐藤義昭、**安田智洋**、中島敏明、狩野豊「Reduction in microvascular oxygen partial pressure during exercise affects as factor to enhance skeletal muscle hypertrophy signaling」第 78 回日本循環器学会(東京国際フォーラム、東京、2014.3.21)(口頭発表)

安田智洋、飯田陽子、佐藤義昭、小室一成、中島敏明「Effects of elastic band resistance training combined with blood flow restriction on muscle size and arterial stiffness in older adults」第 78 回日本循環器学会(東京国際フォーラム、東京、

2014.3.21)

Yasuda T, Fukumura K, Uchida Y, Koshi H, Iida H, Masamune K, Yamasoba T, Sato Y, Nakajima T. Muscle size and arterial stiffness after blood flow-restricted elastic band resistance training in older adults. *60th Annual Meeting of the American College of Sports Medicine* (Orland, USA, 2014.5.28)
菅原芳恵、福村和也、**安田智洋**、小松佐和子、桑原由衣、小武方希穂子、中島敏明、小室一成「当院循環器内科病棟における集団運動療法の取り組み」第20回日本心臓リハビリテーション学会(京都市勧業館 みやこめっせ、京都、

2014.7.19)(口頭発表)

中島敏明、**安田智洋**、小出誠一郎、佐藤義昭、狩野豊「血流制限下トレーニングは、骨格筋 GLUT4 及び MCT1 タンパクの発現を亢進する：ラット加圧モデルによる検討」第20回日本心臓リハビリテーション学会(京都市勧業館 みやこめっせ、京都、2014.7.20)(口頭発表)

安田智洋、福村和也、飯田陽子、輿日登美、佐藤義昭、中島敏明「血流制限下のセラバンド・トレーニングと脱トレーニングが高齢者の筋サイズ、筋力と血管機能に及ぼす影響」第20回日本心臓リハビリテーション学会(京都市勧業館 みやこめっせ、京都、2014.7.20)(口頭発表)

Nakajima T, **Yasuda T**, Koide S, Sato Y, Kano Y. Skeletal muscle hypertrophy induced by novel KAATSU rehabilitation and prevention of sarcopenia (Invited lecture). *19th World Congress on Heart Disease* (Boston, USA, 2014.7.25)

安田智洋、福村和也、中島敏明「疲労困憊に至る低強度レジスタンス運動が muscle swelling へ及ぼす影響：血流制限と非血流制限の比較」第65回日本体育学会(岩手大学、岩手、2014.8.28)

安田智洋、中島敏明「筋サイズと筋力に及ぼす脱トレーニングの影響：短縮性と伸張性の血流制限下低強度トレーニングの比較」第69回日本体力医学会(長崎大学、長崎、2014.9.19)

福村和也、**安田智洋**、飯田陽子、中島敏明「加圧トレーニングが高齢者に及ぼす生体リスクの検証」第10回日本加圧トレーニング学会(日本教育会館、東京、2014.10.19)

金原賢児、森田敏宏、大澄清也、杉本慎平、福村和也、**安田智洋**、原湖南、中島敏明「高齢認知症患者に対する加圧トレーニングによる日常生活活動改善効果の検討」第10回日本加圧トレーニング学会(日本教育会館、東京、2014.10.19)

【最優秀演題賞受賞】

安田智洋、福村和也、輿日登美、中島敏明「弾性バンドトレーニングが高齢者の

下肢筋サイズ、筋力と血管機能に及ぼす影響」第27回日本トレーニング科学会(独立行政法人産業技術総合研究所臨海副都心センター、東京、2014.11.22)

- 21 福村和也、**安田智洋**、中島敏明「内部障害理学療法における身体機能評価としての筋厚評価の有用性」第1回日本呼吸・心血管・糖尿病理学療法学会(JA 共済 ビルカンファレンスホール室、東京、2014.12.21)

〔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：
出願年月日：
国内外の別：

取得状況(計0件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

<http://researchmap.jp/read0133286/>

<http://gyosekiweb.seirei.ac.jp:8081/scuhp/KgApp?kyoinId=sssegsgsggy>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

安田 智洋 (YASUDA, Tomohiro)
聖隷クリストファー大学・看護学部・准教授
研究者番号：20549604

(2) 研究分担者

なし()

研究者番号：

(3) 連携研究者

なし()

研究者番号：