

令和 4 年 5 月 28 日現在

機関番号：32203

研究種目：奨励研究

研究期間：2020～2020

課題番号：20H01142

研究課題名 心疾患患者に対する加圧トレーニングの循環動態への影響と安全性に関する検討

研究代表者

石坂 勇人 (Ishizaka, Hayato)

獨協医科大学・リハビリテーション科・理学療法士

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 300,000円

研究成果の概要：加圧トレーニングは、軽負荷でも筋力増強効果が期待できるトレーニング方法である。本研究から軽負荷（20%1RM）加圧トレーニングは、高負荷（60%1RM）の通常のトレーニングと比較して酸素摂取量や心拍出量などの呼吸循環動態の影響が少なく、自覚的運動強度が低いことから主観的負担の少ないトレーニング法である。

また、高齢心疾患患者に対する軽負荷加圧トレーニングの呼吸循環動態は、通常の軽負荷トレーニングと差を認めなかった。自覚的運動強度は運動セット数に伴い上昇するが、加圧の有無で差は認めなかった。したがって軽負荷加圧トレーニングは、高齢心疾患患者においても安全で有効な方法であると示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

心疾患患者は高齢者が多くを占め、心臓カヘキシアに起因するサルコペニアを有しやすく、フレイルを有する者も多い。加圧トレーニングは、低強度トレーニングでも筋力増強効果が期待できる方法であるため、高強度トレーニングの実施が困難な高齢心疾患患者でも筋力向上を狙える有用な方法であると考えられる。一方で、心疾患患者へ臨床応用するには心血管反応への科学的安全性が不十分という懸念があった。本研究では、加圧トレーニングを臨床応用するために呼吸循環動態について検討し、安全性について確認したため、高齢心疾患患者に対して加圧トレーニングを実施する際の一助になると考えられる。

研究分野：運動療法

キーワード：加圧トレーニング 呼吸循環動態 主観的運動強度

1. 研究の目的

心疾患患者は高齢者が多くを占め、心臓力ヘキシアに起因するサルコペニアを有しやすく、フレイルを有する者も多い。加圧トレーニングは、低強度トレーニングでも筋力増強効果が期待できる方法であるため、高強度トレーニングの実施が困難な高齢心疾患患者でも筋力向上を狙える有用な方法であると考えられる。このトレーニング方法は、加圧用の空圧ベルトを四肢の基部に巻き、圧迫による血流制限をした状態で筋力トレーニングを行うものである。その特徴から、心疾患患者へ臨床応用をするには心血管反応への科学的安全性が不十分という懸念があった。高齢者や心疾患患者に軽負荷加圧トレーニングを実施するうえで、循環動態への影響を明確にすることはリスク管理の一助となる。

そこで本研究では、加圧トレーニングを臨床応用するために健常者に対しての高強度レジスタンストレーニングと低強度加圧トレーニングの呼吸循環動態と主観的運動強度について比較し（研究1）、さらに健常若年者と高齢心疾患患者に対して低負荷加圧トレーニングの影響を検討することで（研究2）、安全性と主観的強度について確認することを目的とした。

2. 研究成果

(1) 研究1として、健常成人男性に対して軽負荷（推定1RMの20%）加圧あり/なし、高負荷（推定1RMの60%）加圧なしの3条件でレッグエクステンションマシンによる膝関節の屈曲伸展運動（15回×3セット）の呼吸循環動態を呼気ガス分析装置（AE-100i、ミナト医科学株式会社）と非侵襲インピーダンス式心拍出量計（Physio Flow Q-Link™, Maanatec）で計測した。また、呼吸苦と下肢疲労の主観的運動強度（RPE）をBorg scaleにて測定した。

軽負荷（加圧なし/あり）の条件下でのレジスタンストレーニングは、高負荷加圧なしの運動条件よりも代謝当量（METs）や心拍出量（SV）などの呼吸循環動態の各指標の増加が少なかった（表1）。また、呼吸苦と下肢疲労のRPEも低かったことから、軽負荷であれば加圧の有無にかかわらず高負荷トレーニングよりも呼吸苦および下肢疲労の主観的負担が低いトレーニングであった。軽負荷加圧なしと軽負荷加圧ありの条件下で、呼吸循環動態やRPEの変化は同程度であった。すなわち軽負荷加圧トレーニングは、高負荷加圧なしのレジスタンストレーニングよりも呼吸循環動態の変化が小さく、主観的負担の少ないトレーニングであった。

(2) 研究2として、健常若年者（ $n = 10$ 、 29.8 ± 7.0 歳）と高齢心疾患患者（ $n = 10$ 、 76.9 ± 3.4 歳）に対して軽負荷（推定1RMの20%）加圧あり/なしの2条件でレッグエクステンション運動中の呼吸循環動態とPRE（呼吸苦、下肢疲労）を比較した。推定1RMは、健常若年者（ 23.5 ± 4.0 kg）よりも患者群（ 12.6 ± 3.7 kg）の方が低値であり、低負荷での運動となった。

両群において安静時の換気当量（METs）や心拍数（HR）に差は認めなかったが、患者群の酸素摂取量（ VO_2 ）や二酸化炭素排出量（ VCO_2 ）、酸素脈（ VO_2/HR ）、左室機能指数（LCWi）は、健常若年者群よりも低値であった（表2）。運動中の呼吸循環動態の各指標は、加圧の有無で差を認めなかった。また、両群においてRPEは運動セット数の増加に伴って上昇したが、加圧の有無で差は認めなかった。

以上より、低強度加圧トレーニングは、高齢心疾患患者であっても呼吸循環動態や呼吸苦、下

肢疲労に対する主観的負担に差を認めなかった。軽負荷の加圧トレーニングは、心臓リハビリテーションの対象患者であっても安全かつ有効なトレーニングプログラムになりえると示唆された。

表1：健常若年者による安静時と軽負荷（加圧なし/あり）と高負荷トレーニングの3セット目の呼吸循環動態の比較

	安静	軽負荷加圧なし	軽負荷加圧あり	高負荷加圧なし
METs	1.12 ± 0.14	2.83 ± 0.68	2.96 ± 0.61	4.86 ± 0.95 ^{†‡}
HR	65.6 ± 7.5	92.3 ± 14.2	93.3 ± 12.5	121.2 ± 12.6 ^{†‡}
VO ₂	271.6 ± 45.5	685.4 ± 184.1	710.0 ± 154.2	1206.8 ± 235.6 ^{†‡}
VCO ₂	236.8 ± 32.4	658.5 ± 175.4	673.8 ± 1605.8	1605.8 ± 340.7 ^{†‡}
VO ₂ /HR	4.1 ± 0.5	8.24 ± 1.73	8.43 ± 10.51	10.51 ± 1.5 ^{†‡}
SV	81.6 ± 17.2	87.4 ± 11.7	84.5 ± 16.1	98.0 ± 18.2
CO	5.4 ± 1.5	7.6 ± 1.8	8.0 ± 2.2	12.1 ± 22.7 ^{†‡}
LCWi	3.6 ± 1.2	5.1 ± 1.5	5.4 ± 1.7	8.0 ± 2.0 ^{†‡}

†:軽負荷加圧なし VS 高負荷加圧なし, ‡:軽負荷加圧あり VS 高負荷加圧なし(p<0.05).

表2：健常若年者と高齢心疾患患者による安静時とレッグエクステンション運動の軽負荷条件下と加圧下での3セット目の呼吸循環動態の比較

	健常若年者			高齢心疾患患者		
	安静時	軽負荷	軽負荷加圧	安静時	軽負荷	軽負荷加圧
METs	1.12 ± 0.14	2.43 ± 0.56	2.53 ± 0.51	1.03 ± 0.2	2.15 ± 0.59	1.96 ± 0.51
HR	65.8 ± 8.4	79.7 ± 13.6	80.4 ± 9.6	71.4 ± 11.3	84.4 ± 9.1	86.6 ± 7.9
VO ₂	271.6 ± 45.5	583.5 ± 153.1	606.3 ± 139.9	228.4 ± 41.6*	380.8 ± 136.0	358.3 ± 128.0
VCO ₂	236.8 ± 32.4	532.6 ± 131.5	558.9 ± 130.1	195.8 ± 42.9*	333.6 ± 126.9	325.5 ± 133.9
VO ₂ /HR	4.1 ± 0.5	7.2 ± 1.2	7.3 ± 0.8	3.3 ± 0.6*	4.8 ± 1.8	4.4 ± 1.5
SV	81.6 ± 17.2	87.4 ± 11.7	84.5 ± 16.1	66.6 ± 16.4	80.2 ± 28.5	84.7 ± 21.2
CO	5.4 ± 1.5	7.6 ± 1.8	8.0 ± 2.2	4.8 ± 1.0	7.4 ± 2.1	7.8 ± 2.5
LCWi	3.6 ± 1.2	5.1 ± 1.5	5.4 ± 1.7	3.1 ± 0.6*	4.9 ± 1.5	5.2 ± 1.8

* 健常若年者の安静時との比較(p<0.05).

主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 3件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 Ishizaka Hayato, Mizushima Yuta, Uematsu Azusa, Hirota Mitsuki, Sato Yoshiaki, Mizushima Takashi, Toyoda Shigeru, Nakajima Toshiaki	4. 巻 17
2. 論文標題 Effects of low-intensity resistance KAATSU training on respiratory and circulatory dynamics in healthy young men	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 International Journal of KAATSU Training Research	6. 最初と最後の頁 1~6
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3806/ijktr.17.1	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 石坂 勇人, 水嶋 優太, 植松 梓, 廣田 美槻, 佐藤 義昭, 美津島 隆, 豊田 茂, 中島 敏明	4. 巻 11
2. 論文標題 健常若年者における軽負荷加圧トレーニング中の呼吸循環動態に及ぼす影響	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 日本加圧トレーニング学会雑誌	6. 最初と最後の頁 1-6
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 Hayato Ishizaka, Yuta Mizushima, Azusa Uematsu, Taira Fukuda, Takashi Mizushima, Shigeru Toyoda, Toshiaki Nakajima	4. 巻 -
2. 論文標題 Respiratory and Circulatory Responses during Low-intensity Resistance Exercise Training Using a KAATSU Device in Male Patients with Cardiovascular Disease	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Dokkyo Medical Journal	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件／うち国際学会 0件）

1. 発表者名 石坂勇人, 水嶋優太, 植松 梓, 山口すおみ, 八木 博, 中島敏明
2. 発表標題 健常若年者に対する加圧レッグエクステンション運動中の呼吸循環動態
3. 学会等名 第6回日本心臓リハビリテーション学会関東甲信越地方会
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

研究組織（研究協力者）

氏名	ローマ字氏名
中島 敏明	(Nakajima Toshiaki)
植松 梓	(Uematsu Azusa)
水嶋 優太	(Mizushima Yuta)
美津島 隆	(Mizushima Takashi)
廣田 美槻	(Hirota Mitsuki)
佐藤 義昭	(Sato Yoshiaki)
豊田 茂	(Toyoda Shigeru)
福田 平	(Fukuda Taira)