

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成25年5月12日現在

機関番号：32689

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2010～2012

課題番号：22700663

研究課題名（和文）運動後のヒト骨格筋に対するクライオセラピーの疲労軽減および損傷軽減効果の検証

研究課題名（英文）Effects of cryotherapy on muscle fatigue and symptoms of muscle injury after strenuous exercise

研究代表者

柳澤 修（YANAGISAWA OSAMU）

早稲田大学・スポーツ科学学術院・助教

研究者番号：50371159

研究成果の概要（和文）：レジスタンス運動後のクライオセラピーが、筋の疲労軽減および損傷軽減に効果的であるのかを検討した。短縮性のレジスタンス運動間に行った筋冷却は、冷却後の運動における筋エネルギー代謝に作用し、筋持久力の維持に効果的である可能性を示したが、主観的疲労度の軽減に関しては有効な介入手段にならなかった。一方、伸張性のレジスタンス運動後に実施した筋冷却は、筋痛を軽減させる傾向は示したが、筋痛時の筋機能（筋エネルギー代謝能力、力発揮能力）に対して有効な介入効果を示さなかった。

研究成果の概要（英文）：The purposes of this project were to investigate the effects of cryotherapy on 1) muscle fatigue after strenuous concentric exercise, and 2) symptoms of muscle injury after eccentric exercise. The muscle cooling after the initial concentric exercise session tended to help maintain muscle endurance during the subsequent concentric exercise session, but had no effects on alleviating the subjective reports of muscle fatigue. The muscle cooling after the eccentric exercise tended to relieve muscle soreness, but showed no therapeutic effects on the muscle functions (energy metabolism and force production) during the period of delayed onset muscle soreness.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	1,200,000	360,000	1,560,000
2011年度	1,200,000	360,000	1,560,000
2012年度	700,000	210,000	910,000
年度			
年度			
総計	3,100,000	930,000	4,030,000

研究分野：スポーツ医学

科研費の分科・細目：健康スポーツ科学・スポーツ科学

キーワード：クライオセラピー、骨格筋、レジスタンス運動、筋疲労、筋損傷、筋機能、磁気共鳴映像法、磁気共鳴分光法

1. 研究開始当初の背景

スポーツ現場において、クライオセラピーは頻繁に使用されている筋のトリートメン

ト手段である。クライオセラピーの目的のひとつは、「組織温度を下げることで、その領域の諸状況を改善に導く」とされている。し

かしながら、クライオセラピーの筋に対する疲労軽減効果ならびに損傷軽減効果に関しては、統一の見解に乏しいものもある。とりわけ、「スポーツ現場で用いられる試合中ならびに試合間の筋冷却に、どの程度の疲労軽減効果があるのか」は定かでない。さらに、「高強度運動後のクライオセラピーが、どの程度筋損傷を軽減させ、それが筋の機能維持にどの程度効果を発揮するのか」についても検討の余地がある。

スポーツ現場において、以上のような状況は好ましくないことから、今一度原点に立ち返り、筋に対するクライオセラピーの臨床的效果を詳細に検討する必要があると考えられた。

2. 研究の目的

(研究 1)

運動間の筋冷却が、その後の運動の筋エネルギー代謝ならびに主観的疲労度に及ぼす影響を検討すること。

(研究2)

伸張性収縮運動後の筋冷却が、筋損傷の軽減ならびに筋エネルギー代謝機能の維持に及ぼす影響を明らかにすること。

(研究 3)

伸張性収縮運動後の筋冷却が、筋損傷の軽減ならびに筋の力発揮能力の維持に及ぼす影響を検討すること。

3. 研究の方法

(研究 1)

健常男性 6 名 (平均 24.5 歳) の腓腹筋内側頭を対象とした。足関節底屈用の非磁性体運動負荷装置を 1.5 テスラの MR 装置内に設置し (図 1)、3 分間の足関節底屈運動 (毎分 30 回、最大挙上重量の 30% の重量を採用) を 2 セット実施した。被験者はセット間 (20 分間) に筋を冷却する条件 (氷嚢を使用) と無処置にする条件をそれぞれ経験した。

^{31}P -MR Spectroscopy の測定は、被験者の右下腿にリン用表面コイルを装着し、それぞれのセットにおいて運動前と運動中で実施した。得られたスペクトルからクレアチンリン酸 (phosphocreatine; PCr) および無機リン酸 (inorganic phosphate; Pi) の曲線下面積の比 (Pi/PCr 比) を算出した。また、各セッ

トにおける主観的疲労度をボルグスケールにて評価した。

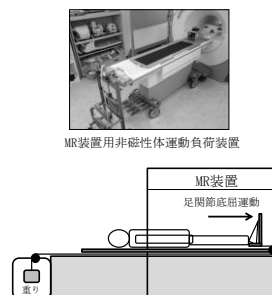


図1 非磁性体運動負荷装置を用いたMR装置内での足関節底屈運動

(研究 2)

健常男性 5 名 (平均 22.6 歳) が、伸張性筋収縮を強調した足関節の底屈運動を、体重と同等な重量を用いて 10 回 5 セット実施した。運動後に下腿を冷却する条件 (氷嚢で 30 分間) と無処置にする条件を設けた。1.5 テスラの MR 装置を用いて、下腿の拡散強調横断面像を運動前ならびに運動 2 日後と 3 日後で撮像し、腓腹筋内側頭の apparent diffusion coefficient (ADC) 値を算出した。加えて、MR 装置内に設置した足関節底屈用の非磁性体運動負荷装置を用いて、3 分間の足関節底屈運動 (毎分 30 回、最大挙上重量の 30% の重量を採用) 中の ^{31}P スペクトルを腓腹筋内側頭から得た。得られたスペクトルから PCr および Pi の曲線下面積の比 (Pi/PCr 比) を算出するとともに、両者のケミカルシフトを利用して筋内 pH を推定した。さらに、下腿における筋痛の程度を Visual analog scale (VAS) を用いて、運動前ならびに運動 1-7 日後で評価した。

(研究 3)

健常男性 7 名 (平均 21 歳) を対象に、伸張性肘屈曲運動を最大挙上重量の 80% の重さで、10 回 5 セット実施した。運動前後で、筋機能の評価、MRI による筋損傷の評価、ならびに上腕部の痛みの評価を行った。すべての被験者は、運動後に、上腕部を冷却する条件 (氷嚢で 20 分間) と無処置にする条件に参加した。筋機能は、等速性筋力測定装置 (BIODEX) を用いて、 $60^\circ/\text{s}$ にて最大肘屈曲筋力を、そして $180^\circ/\text{s}$ にて肘屈曲の筋持久力 (反復回数 30 回 : 1-5 回の平均トルクに対する 26-30 回の平均トルクの変化率) を評価した。筋損傷の評価には MRI の T_2 値 (上腕二

頭筋)を、そして上腕部の痛み評価には VAS を用いた。

4. 研究成果

(研究 1)

無処置条件ならびに冷却条件は、それぞれのセットにおいて有意な Pi/PCr 比の上昇を示した (図 2、3)。各セットにおける Pi/PCr 比の上昇率において、無処置条件は 2 セット目で増加する傾向を、一方で冷却条件は減少する傾向を示した。ボルグスケールにおいて、無処置条件はセット間に有意差を示さなかったが、冷却条件は 2 セット目で有意に上昇する結果を示した。本研究において、運動間の筋冷却は、筋のエネルギー代謝の効率を高める (筋持久力の向上) 可能性を示したが、主観的疲労感を軽減する効果は発揮しなかった。

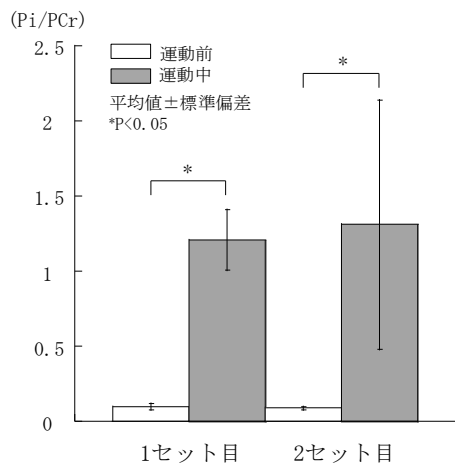


図2 無処置条件におけるPi/PCr比の変化

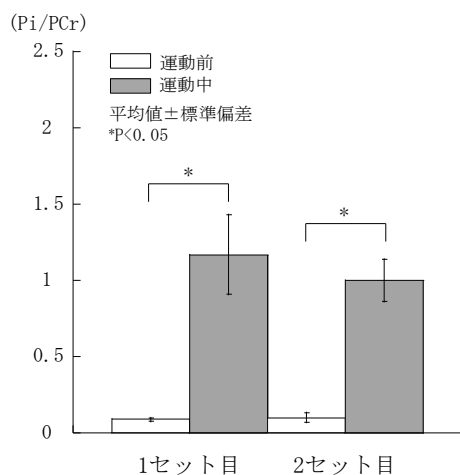


図3 冷却条件におけるPi/PCr比の変化

(研究 2)

両条件ともに、運動 2 日後が筋痛のピークであったが、冷却条件は無処置条件に比して、下腿の筋痛の程度が軽い傾向を示した。運動 2 日後および 3 日後における運動中の筋エネルギー代謝 (Pi/PCr 比、筋内 pH) に関しては、両条件に差は認められなかった。なお、ADC 値に関しては、両条件ともに運動前後でほとんど変化を示さなかった。本研究において、伸張性運動後の筋冷却は、遅発性筋痛を軽減させる傾向を示したが、筋痛時の筋エネルギー代謝に関しては有効な処置効果を示さなかった。

(研究 3)

無処置条件は運動 2 日後で最大筋力が低下する傾向を示したが、両条件ともに運動 2 日後で有意な最大筋力ならびに筋持久力の変化を示さなかった。同様に、MRI の T₂ 値についても両条件で有意な変化は認められなかった。一方、VAS の値は両条件において 2 日後で有意な上昇を示した。本研究において、伸張性収縮運動後の筋冷却は、運動後の筋痛に対して顕著な介入効果を示さなかった。

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)

[学会発表] (計 2 件)

- ① Yanagisawa O, Fukubayashi T, Effects of cold water immersion between exercise sessions on intramuscular water movement and isokinetic muscle performance, 40th European Muscle Conference, September 2011, Berlin, Germany.
- ② 柳澤修、スポーツ医科学における筋 MRI の実際、第 39 回日本磁気共鳴医学会、2011. 9-10、福岡。

[その他]

- ① 柳澤修、暑熱環境下におけるクーリングの活用、コーチングクリニック、9月号、pp. 18-21、2012。
- ② 柳澤修、筋損傷の軽減をねらいとしたクーリングの役割、体育の科学、62(12)、

pp. 959-964、2012.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

柳澤修 (YANAGISAWA OSAMU)

早稲田大学・スポーツ科学学術院・助教

研究者番号：50371159