

令和元年6月18日現在

機関番号：32643

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K16567

研究課題名(和文) 自律神経活動に着目したコンディショニングが筋損傷・筋痛に及ぼす影響

研究課題名(英文) Effects of contrast bath treatment after eccentric exercise on autonomic nervous activity and oxidative stress

研究代表者

佐賀 典生 (Saga, Norio)

帝京大学・スポーツ医科学センター・助教

研究者番号：80572586

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、運動後に生じる筋損傷・筋痛を軽減するため、自律神経活動に着目したコンディショニング(温浴、水浴または交代浴)方法を明らかにする研究を行った。その結果、筋損傷・筋痛時に行う交代浴は、処置の前後で副交感神経活動を高め、日々の自律神経機能全体の働きを高める可能性が示唆された。また、筋損傷・筋痛時に行う交代浴は、抗酸化と酸化ストレスの比率である潜在的抗酸化能の低下を抑制する可能性があり、筋損傷に伴う炎症反応の悪化を抑制する可能性が示唆された。本研究で用いた交代浴は、自律神経活動をコントロールし、筋損傷からの回復の方法として有用である可能性を明らかにした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

運動後に生じる筋損傷や筋痛は、その後の日常生活やスポーツ活動を妨げるものとなり得る。本研究は、自律神経活動に着目したコントロール方法として交代浴の有効性を示し、特に、筋損傷・筋痛時の自律神経活動を高めることができた。また運動後に酸化ストレスおよび抗酸化力のバランスが崩れることは、回復を阻害したり、コンディショニングを整える上でも大きな問題となるが、交代浴によってその割合が崩れないように維持する可能性を示した。

これらの結果は、スポーツ競技者だけでなく一般人にまで、筋力トレーニング後のリカバリーやリハビリテーションの実施を図る上でも重要な意味を持つと考えられる。

研究成果の概要(英文)：We investigated the effects of water baths at various temperatures and contrast bath treatment on the autonomic nervous system (ANS) of human subjects. When the upper limbs were immersed, skin and core temperatures changed depending on the treatment temperature. However, immersion at 30 °C and 35 °C and contrast bath treatment did not change skin or deep temperatures compared to before treatment. Only the contrast bath treatment affected the ANS, implying that both sympathetic activity and total power increased.

Next, we investigated the effects of contrast bath treatment/no treatment after eccentric exercise (ECC) on the ANS, reactive oxygen metabolites (d-ROMs), biological antioxidant potential (BAP), and muscle damage. The total power of the ANS was higher after the contrast bath treatment. The results imply that the contrast bath treatment may maintain the BAP/d-ROMs ratio and suppress the inflammatory response after ECC.

研究分野：運動生理学

キーワード：筋損傷 筋痛 自律神経活動 酸化ストレス 抗酸化力 潜在的抗酸化能

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

一般人から高齢者までが生涯にわたって自立した生活を送るためには、運動習慣の確立が重要な課題であり、有酸素トレーニングにより心肺機能を高めることだけでなく、筋力トレーニングも重要視されている。しかし、一般的に筋力トレーニングや伸張性収縮を多く含む運動が、微細な筋損傷を引き起こして、いわゆる筋肉痛をもたらす、その後の発揮筋力や関節可動域の低下を生じさせることが知られている。

筋損傷・筋痛を生じるような高強度の筋力トレーニングは、2回目以降に同程度の筋力トレーニングを行ったとしても、筋損傷・筋痛の程度が著しく低下する、「繰り返し効果」が知られている。この繰り返し効果は、損傷した筋が筋のホメオスタシスを保つような、負荷に対する耐性を獲得する可能性が示唆されている。しかし、過度な運動を繰り返して継続する際には、筋の修復や回復が追い付かず、筋肥大ではなく、筋が萎縮する可能性も示されている。これは、繰り返し効果の範囲を超え、単にパフォーマンスの低下を引き起こしているだけではなく、その後の運動の効果獲得を阻害する要因となる。そのため、筋損傷や筋肉痛の予防や軽減を目的として、繰り返し効果獲得のメカニズムを基にした回復方法などのアプローチがされているが、未だ確実な方法は知られていない。

先行研究では、マイクロ波治療器を用いた局所の温熱処置が伸張性収縮後に生じる筋損傷・筋痛に対する検討や繰り返し効果を増進させる可能性を探る研究を行い、それに伴う筋損傷の間接的指標とされる筋力低下や関節角度の減少を温熱処置によって抑制できることを明らかにしてきた(Saga. et. al, 2008.)。このメカニズムの一つには、筋温を約42度にまで上昇させることによる熱ストレスタンパク質の発現が筋損傷や筋痛の軽減に対する予防だけでなく、修復に効果的に関与していることが推測されている。この研究結果によって、これまでにウォームアップやクールダウンなどでも軽減することができなかった、“筋肉痛”に対する予防としてのコンディショニングの可能性を示唆する新たな方法論を示してきた。先行研究における温熱処置やその他の研究で用いられた温/冷処置は、温度刺激によって自律神経活動に影響を与えている可能性があり、その結果としてホメオスタシスの維持に貢献し、繰り返し効果のような効果を得られていた可能性もあり、未だ明らかではない部分も多い。

自律神経系は、循環、呼吸、発汗・体温調節および代謝などの機能を制御する。この自律神経系はホルモンによる調節機構である内分泌系と協調し、種々の生理的パラメータを調節し、ホメオスタシスの維持に貢献している。この自律神経活動をコントロールするために一般的に汎用性のある方法として、温水や冷水による刺激が挙げられる。もし、自律神経活動をコントロールする効果的な温水や冷水による処置方法を明らかにすることができれば、筋力トレーニング後の筋損傷・筋痛を軽減/回復を促進できる可能性がある。

また、酸化ストレスも筋損傷に関与している可能性が報告されており、疲労やパフォーマンスの低下にも関与する可能性が指摘されている。酸化ストレスは、活性酸素の生成と抗酸化力に不均衡が生じて、酸化に傾いている状態であり、運動強度に依存して増加することが知られており、激しい運動後には、酸化ストレスは増大するだけでなく、抗酸化力が低下する可能性も示されている。筋損傷に対しては、酸化ストレスの影響だけではなく、抗酸化力の働きも考慮すべきであるが、未だ解決すべき問題として残されている。

以上のことから、温水や冷水による処置を用いる、または組み合わせることで、筋力トレーニング後の筋損傷・筋痛を軽減する/回復を促進することが示され、筋損傷・筋痛時における処置が自律神経活動や酸化ストレス・抗酸化力に対する影響を明らかにすることが出来れば、より効果的な回復方法を提案できると考えられる。

2. 研究の目的

本研究は、運動後に生じる筋損傷・筋痛を軽減する方法を明らかにするために、自律神経活動に着目したコンディショニング(温浴、水浴または交代浴)方法からのアプローチをする2実験を以下の目的でそれぞれ行った。

(1)温/冷却、および交代浴刺激における温度の違いが自律神経系に及ぼす影響を観察し、どの処置が自律神経活動に影響を与える処置を明らかにすること。

(2)実験(1)の結果を基にした処置が、伸張性収縮後の筋損傷・筋痛および自律神経系および酸化ストレスに与える影響を明らかにすること。

3. 研究の方法

(1) 一般成人男性の被験者7名が本研究に参加した。被験者は、浴槽に非利き腕の手から上腕二頭筋の筋腹が十分浸かる位置まで浸水させ、20分間の処置を受けた。温冷浴の処置条件は、15/20/25/30/35/40/45 および交替浴(45で4分間+10で1分間、4セット)の8条件であった。処置の影響を観察し、どの処置が自律神経活動に影響を与えるかを明らかにするため、上腕二頭筋の筋腹部分の皮膚温および深部温を処置の前から処置後30分まで測定した。自律神経活動(交感神経活動、副交感神経活動、自律神経機能全体の働きを示

す指標であるトータルパワー)は、指尖における加速度脈波測定装置を用いて、処置前、直後、および30分後に測定した。また、血中の酸化マーカー(d-ROMs)および抗酸化マーカー(BAP)は、処置前および30分後に測定された。

(2) 実験(1)の交代浴が自律神経活動を上げるという結果を受けて、実験(2)を行った。健康な一般成人男女10名が参加した。被験者は処置なし条件または交代浴処置条件に分けられ、上腕屈筋群に対する最大伸張性運動を(10回×3セット)を行った。被験者は、最大伸張性運動の前および直後、1、2、4日後に、自律神経活動、主観的筋痛の程度、上腕周径囲、肘関節可動域、最大等尺性筋力、血中CK活性、酸化・抗酸化マーカーの測定を受けた。交代浴処置条件の被験者は、伸張性運動後、1日および2日の測定後および3日に、交代浴による処置(約45度で4分間+約10度で1分間、4セット)を合計20分間受けた。処置する部位は、実験(1)と同様に、手から上腕二頭筋の筋腹が十分浸かる位置まで浸水させた。また、3日後において、交代浴条件の被験者は、処置の前後で自律神経活動を測定した。

4. 研究成果

(1) 皮膚および深部温は、処置温度に応じて変化した。30/35度および交代浴では前値と処置後および30分後に変化は認められなかった。しかしながら、自律神経活動において、交代浴処置条件で交感神経活動は前値と比較して有意に増加した。また、自律神経機能全体の働きを示す指標であるトータルパワーは、交代浴条件において前値と比較して30分後に有意に増加した。

本研究で用いた交代浴は、皮膚および深部温度の変化を生じさせないが、トータルパワーを増加させ、自律神経活動を増加させる可能性が示された。

また、本研究で用いた処置だけでは、酸化ストレスおよび抗酸化力が変化しなかったことから、安静時の身体に対して酸化ストレス度を増加、または抗酸化力を増加させる処置(負荷)ではないことが示された。

(2) 実験(1)の処置の結果を受けて、本研究で最大伸張性運動後に毎日、交代浴による処置を用いた結果、自律神経活動におけるトータルパワーは、前値と比較して両条件とも有意に低下後に徐々に回復したが、4日後で処置なし条件と比較して交代浴処置条件で高い傾向にあった。また、交代浴処置前後において、副交感神経活動が高くなる傾向にあった。筋損傷や炎症が生じている際には、副交感神経活動を低下させる可能性を示唆している報告もあることから、本研究で用いた交代浴による処置は副交感神経活動の低下を抑制する可能性があり、リカバリーの方法として有用なエビデンスとなる可能性が示された。

筋損傷の間接的指標である筋力、関節可動域および血中CK活性と筋痛において、処置による影響は観察されなかった。炎症反応を反映すると考えられる上腕周径囲は、処置なし条件で徐々に増加したが、交代浴処置条件は、直後からの有意な増加は認められず、悪化を抑制する可能性が示唆された。

酸化ストレス度の変化率は、両条件とも前値と比較して有意に増加して、処置なし条件の方が高い傾向であったが、条件間の差は認められなかった。しかしながら、潜在的抗酸化能(BAP/d-ROMs)の変化率は、処置なし条件のみ4日目で低下する傾向にあり、交代浴条件において低下は観察されなかった。

以上のことから、本研究における交代浴は、筋損傷・筋痛時における自律神経活動を回復に促すようなコントロールができ、潜在的抗酸化能を維持する可能性があり、炎症反応の悪化を抑制する可能性が示唆された。

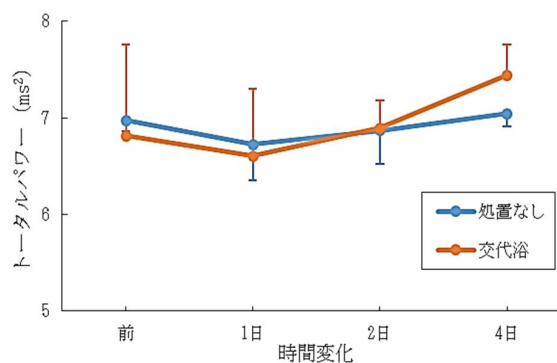


図. トータルパワーの経日変化

<引用文献>

Saga N, Katamoto S, and Naito H. Effect of heat preconditioning by microwave hyperthermia on human skeletal muscle after eccentric exercise. J. Sports Sci. Med. 7, pp176-183. 2008.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 0 件)

〔学会発表〕(計 1 件)

佐賀典生、温/冷浴および交代浴刺激が自律神経系に及ぼす影響、第 72 回日本体力医学会大会、2017 年 9 月

〔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。