

OS1-1

軽労化技術によって遅発性筋痛が抑制できればいいのにな

It will be useful if delayed onset muscle soreness can be prevented by the KEIROKA technology.

○瀧澤一騎 (北海道大学), 安藤翔太 (北海道大学), 奈良博之 (北海道大学), 田中孝之 (北海道大学)

Kazuki TAKIZAWA, Hokkaido University

Shota ANDO, Hokkaido University

Hiroyuki NARA, Hokkaido University

Takayuki TANAKA, Hokkaido University

Abstract: The aim of this study was to prevent delayed onset muscle soreness (DOMS) by the KEIROKA technology. Our hypothesis was DOMS may be attenuated by assisting eccentric contraction. Two subjects participated in this study. We compared two assist conditions at weight lifting work using biceps brachii muscle; the one arm was assisted eccentric contraction, the other arm was assisted concentric contraction. The work was consisted by the tenth concentric-eccentric contractions of elbow flexors using 5 kg weight from an elbow-flexed (90 degree) to an elbow-extended (120 degree) position. In the results, the muscle soreness measured by VAS were tiny and same level between two assist conditions. But DOMS was attenuated by assist concentric contractions at immediately after work in one subject, it may be reduced work load by assisting concentric contraction.

Key Words: power assist, eccentric contraction, concentric contraction, visual analogue scale

1. はじめに

運動後、1~2日後に引き起こされる痛み (いわゆる筋肉痛) は遅発性筋痛 (delayed onset muscle soreness: DOMS) と呼ばれ、伸張性収縮筋活動後に生じることが明らかとなっている (1)。伸張性収縮筋活動とは、筋が張力を発揮しながら引き伸ばされる筋収縮様式であり、筋が張力を発揮しながら短くなる短縮性収縮筋活動と比較してひとつの筋線維に対する負荷が大きいため DOMS を引き起こすと考えられている (1)。DOMS の痛みを軽減する方法について、冷却や加温、マッサージや運動など様々な手法が検討されているが、確実に痛みを取り除く方法は明らかではない (1)。

DOMS は痛みや不快感を生じさせると共に筋張力の低下も引き起こす (1)。これらの症状は作業能の低下を引き起こすため、人手が必要となる作業現場では DOMS 軽減によって作業効率の向上につながると考えられる。したがって、軽労化技術を用いたアシストをすることによって DOMS を抑制することができれば、作業能の向上につながるだろう。しかしながら、作業負荷全体を軽減すると身体の脱適応によって筋力低下が起こる可能性があるため、適切なアシストが必要となる。

先行研究によると、伸張性収縮筋活動と短縮性収縮筋活動それぞれのトレーニングを比較すると、そのどちらでも筋肥大への影響は変わらないと報告されている (2)。したがって、伸張性収縮筋活動時のみアシストを行い、短縮性収縮筋活動時にはアシストを行わないことで筋力低下を防ぎながら DOMS を予防することができるだろう。本稿では軽労化技術を利用し、伸張性収縮筋活動時の負荷を軽減して作業を行った場合の DOMS について、短縮性収縮筋活動時の負荷を軽減して作業を行った場合と比較する。我々は、伸張性収縮筋活動のアシストした場合は DOMS が抑制され、短縮性収縮筋活動のアシストした場合は DOMS が発症すると仮説を立てた。

2. 被験者と方法

2-1 被験者

健康な男女各 1 名

を対象に実験を行った。被験者には実験内容を説明し、同

意を得た上で実験を実施した。被験者は普段筋力トレーニングを行っていなかった。

2-2 実験プロトコル

被験者は、立位にて上半身を固定された状態で、片腕の上腕二頭筋を主動筋とする肘関節屈曲・伸展運動を 10 回連続して行う作業をした。運動はパワーアシストタワー (後述) に取り付けられた 5kg のプレートを、肘関節屈曲角 90° ~ 120° の範囲でそれぞれ 3 秒間かけて屈曲または伸展し、屈曲と伸展の間には 2 秒間そのままの角度 (90° または 120°) で保持した。運動は被験者の前にあるモニタにて上下するガイドにあわせてリズムを規定した。

実験は片方の腕を伸展アシスト条件として屈曲時 0%アシスト (=5 kg)、伸展時 80%アシスト (=1 kg) で行い、逆の腕は屈曲アシスト条件として屈曲時 80%アシスト (=1 kg)、伸展時 0%アシスト (=1 kg) にて行った。被験者 A は利き腕である右腕を伸展アシスト条件、左腕を屈曲アシスト条件で行い、被験者 B は利き腕である右腕を屈曲アシスト条件、左腕を伸展アシスト条件で行った。

運動前と運動直後、運動終了から 1 日~5 日目まで、上腕二頭筋に生じた DOMS の痛みについて評価した。

2-3 パワーアシストタワー

今回の実験ではアシスト装置として、パワーアシストタワーを用いた (Fig. 1)。構造の詳しい解説、及び動作原理は Rosendo (3) によって報告されている。

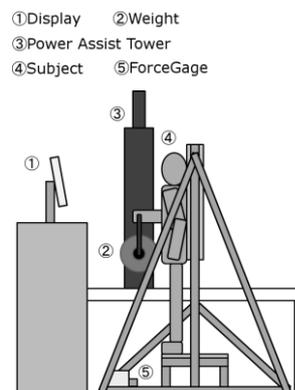


Fig. 1. The scheme of power assist tower.

このパワーアシストタワーは、ハンドル部を鉛直方向に上げ下げする作業をアクチュエーターとスプリングによりアシストするものである。ウェイトを装着したハンドル部には位置センサと歪みセンサが内蔵されており、位置情報とハンドルにかかる力の情報をリアルタイムでPCに入力し、アクチュエーターを制御する。また、パワーアシストタワーはアシスト率を自由に設定できる。

本研究では、主に被験者の上腕二頭筋を対象としたため、被験者の上体を固定して行った。被験者は上体を2本のベルトにより固定し、さらに肘が背面の板から浮かないように肘関節の上をベルトで固定した。ここで、この固定台に固定された被験者は肘を中心とした円周上の点において力を発揮することが可能であるが、今回用いるパワーアシストタワーは鉛直方向にのみ可動なため、両者には大きなギャップが生じる。そこで、被験者の手先とパワーアシストタワーのハンドルをワイヤーでつなぐことにより、両者のギャップを緩和させた。

2-4 測定項目

実験前と伸張性収縮運動直後、1日後～5日後まで毎日DOMSの程度の指標として肘関節の屈曲痛、伸展痛と上腕二頭筋筋腹の圧痛を測定した。それぞれの痛みについては10cmのVisual analog scale (VAS)を用いて測定した。VASは、描かれた10cmの直線上にある向かって左側の一端を「全く痛くない」、右側の一端を「耐えられないくらい痛い」として、主観的な痛みの程度を被験者にマークしてもらった。結果についてはミリメートル単位で計測し、屈曲痛、伸展痛、圧痛の総和で評価した。

3. 結果

Fig. 2に屈曲アシスト条件での痛みの推移を、Fig. 3に伸展アシスト条件での痛みの推移を示す。

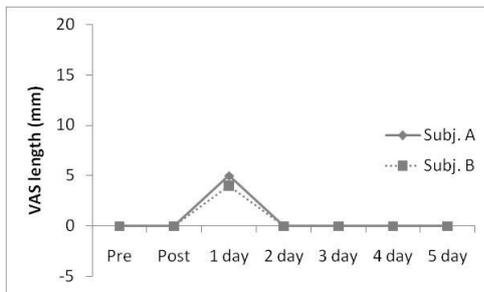


Fig. 2. Changes in muscle soreness (VAS scale) before (Pre), immediately after (Post), and 1-5 days following work with concentric assistance.

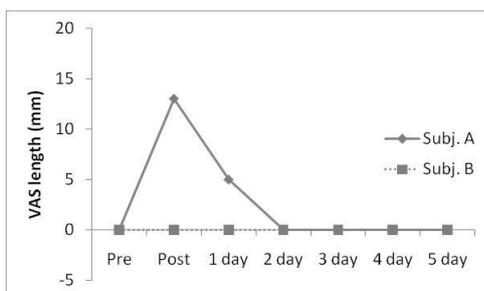


Fig. 3. Changes in muscle soreness (VAS scale) before (Pre), immediately after (Post), and 1-5 days following work with eccentric assistance.

屈曲アシスト条件については、両被験者とも作業1日後に痛みが生じているが、作業直前直後、または2日後以降の痛みは生じていなかった。伸展アシスト条件では、被験者Aについては作業直後と作業1日後に痛みを訴えているが、被験者Bについては期間を通じて痛みが認められなかった。被験者Aについても痛みは作業1日後までであり、2日後以降痛み消失していた。

4. 考察

本研究では、伸展アシスト条件ではDOMSが抑制され、屈曲アシスト条件ではDOMSが発症すると仮説を立てていた。しかし、伸展アシスト条件で1名の被験者に作業直後の痛みがあり、両条件ともに作業後1日に微弱的な痛みが発生しすぐに消失した。したがって、仮説通りの結果が得られたとは言えない。しかしながら、屈曲アシスト条件では全ての被験者に作業1日後の痛みが認められたものの、伸展アシスト条件では1名の被験者は全く痛みを訴えていない。このことから、被験者数を増やすことで何らかの傾向が見られる可能性はある。

本研究の作業負荷はDOMSを引き起こすのに十分な強度ではなかったと考えられる。DOMSは運動後24～48時間後にピークとなる痛みである(1)。本研究では作業後1～2日後は屈曲アシスト、伸展アシストの両条件共に10mmのVASで5mm程度のかかなり弱い痛みしか発症しなかった。本研究ではパワーアシストタワーのスプリング強度とアクチュエーターの長さから、5kgの負荷で肘関節屈曲角度90°～120°の可動域にて作業を行った。この運動を10回行う作業では、負荷・可動域ともに控えめであったために酷い痛みを引き起こす程度までDOMSを発症させることができなかった。今回の実験結果をもとにパワーアシストタワーの性能を改良して、さらに大きな可動域と負荷で再度検討を行う必要がある。

DOMSとは関係のない急性の軽労化効果としては、短縮性収縮筋活動をアシストする効果があることが示唆された。1名の被験者において、伸展アシスト条件では作業直後に痛みがあり、屈曲アシスト条件では見られなかったためである。DOMS軽減効果については明確な結果は得られなかったが、急性の効果として今後検討に値するだろう。

結論として、5kgの負荷で肘関節屈曲角度90°～120°の可動域における10回の肘関節屈曲・伸展運動については、伸展・屈曲の何れかをアシストしてもDOMS軽減効果が明確とはならなかった。原因としては作業の負荷が軽かったことがあげられる。しかし、屈曲時にアシストすることで伸展時にアシストするよりも作業直後の痛みが抑えられた被験者がいたため、屈曲アシストは急性の軽労化効果があることが示唆された。

参考文献

- (1) Cheung, K., Hume, P. A., Maxwell, L. Delayed onset muscle soreness: treatment strategies and performance factors. *Sports Medicine*, 33, 145-164, 2003.
- (2) Jones, D. A., Rutherford, O. M. Human muscle strength training: the effect of three different regimes and the nature of the resistant changes. *Journal of Physiology*, 391, 1-11, 1987.
- (3) Rosendo, A. L. Design of controller for a Semi-Active Assist Mechanism considering Low-Powered Actuator Limitation, *ROBOMECH 2010*, 1A1-F25, 2010.