

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 6 年 6 月 10 日現在

機関番号：16401

研究種目：若手研究

研究期間：2019～2023

課題番号：19K19868

研究課題名（和文）痛み由来の神経学的筋力抑制に対抗する新規治療法の確立

研究課題名（英文）Establishment a new strategy for attenuating arthrogenic muscle

研究代表者

小田 翔太（Oda, Shota）

高知大学・医学部附属病院・理学療法士

研究者番号：60795053

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,500,000円

研究成果の概要（和文）：足部に持続的に痛みが持続するヒト実験的疼痛モデルを作成し、痛みによる筋力抑制（Arthrogenic muscle inhibition; AMI）に対抗するリハビリテーション方法について運動神経興奮性の指標（H/M比）と筋力・筋活動を評価項目に検討した。全ての評価項目で痛みによる抑制が生じたが、足部を動かす運動イメージを行うことで改善を認めた。このアプローチは、ほとんどの運動器リハビリテーションにすぐに応用できる点で、非常に有用である。運動イメージによる長期的な効果については今後の検討課題であるが、AMIに対する新規治療戦略の手がかりになると期待している。

研究成果の学術的意義や社会的意義

高張食塩水をヒトの筋、腱、靭帯などに投与して作成するヒト実験的疼痛モデルは、特定の構造物由来の痛みの強さや広がり、その痛みによって二次的に生じる運動機能変化などが評価可能である。患者を対象とした臨床研究では、各患者にみられる病態の不均一性によって、純粋に痛みそのものによる影響を検証することが困難であるが、本モデルではこの問題を克服可能であり、痛みによる筋力抑制に対するアプローチを科学的に検証できたことに意義があり、場所を問わず簡便に応用できる点で、非常に有用である。運動イメージによる長期的な効果については今後の検討課題であるが、AMIに対する新規治療戦略の手がかりになると期待している。

研究成果の概要（英文）：The purpose of this study was to verify the efficacy of visually-assisted motor imagery against Arthrogenic muscle inhibition (AMI) using a human experimental pain model. Experimental ankle pain was induced by hypertonic saline infusion into unilateral Kager's fat pad. Subjects were instructed to imagine while watching a movie in which repetitive motion of their own ankle was shown. H-reflex normalized by the motor response (H/M ratio) on soleus muscle, maximal voluntary contraction (MVC) force of ankle flexion, and contractile activities of the calf muscles during MVC were recorded. In response to pain, there were significant decreases in the H/M ratio, MVC and contractile activities, all of which were successfully reversed after the ankle motion imagery. Visually-assisted motor imagery improved the pain-induced AMI. This investigation possibly shows the potential of a novel and versatile approach against AMI for patients with musculoskeletal pain.

研究分野：運動器疼痛

キーワード：運動器疼痛 関節因性筋抑制 運動イメージ ヒト実験的疼痛モデル

様式 C - 19、F - 19 - 1 (共通)

1. 研究開始当初の背景

痛みを主訴とする患者は非常に多く、本邦でも身体に痛みを有する慢性痛患者は約 4000 万人以上とされている。痛みは筋力低下や立位バランスの低下などの身体機能の低下を引き起こすことが明らかとなっており、これらは痛みの程度と関係すると報告されている。この筋力低下は Arthrogenic muscle inhibition (AMI) と提唱され、メカニズムが徐々に明らかになっている。しかし、AMI に対する効果的なりハビリテーションについての報告は未だ少なく、またそのほとんどが特殊な機器を用いた研究であるため汎用性が低い。

高張食塩水をヒトの筋、腱、靭帯などに少量注射すると、局所の感覚神経に活動電位を発生させ、一時的に疼痛状態ができる。この痛みモデルの手法は、本邦では我々の研究グループのみが確立しており、安全性も確認している。このヒト実験痛モデルを用いると、患者を対象とした臨床研究では、各患者にみられる病態の不均一性によって、純粋に痛みそのものによる影響を検証することが困難であるが、本モデルではこの問題を克服可能であり、AMI に対する効果的なりハビリテーション方法の確立を科学的に立証できると考えた。

2. 研究の目的

本研究では、AMI に対抗する手段として運動イメージに着目し、その効果をヒト実験的疼痛モデルを用いて検証することを目的とした。

3. 研究の方法

健康成人 10 名を対象に、痛みを誘発する高張食塩水を片側足関節の Kager's fat pad に持続投与し、痛みが持続するモデルを作成した (図 1)。

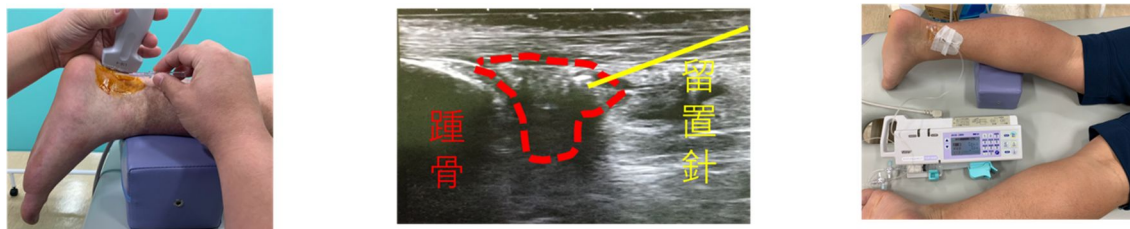


図 1. ヒト実験的疼痛モデルの作成

実験は A と B の二つのセッションに分けて実施し、実験 A ではヒラメ筋を被検筋として運動神経興奮性の指標である H/M 比、実験 B では足関節底屈の最大等尺性筋力および下腿三頭筋の筋活動量を評価項目とした。介入は、実験開始前に撮影した被験者自身の足関節底背屈運動の映像を提示し、3 分間実際の運動は行わずにイメージのみを促した。実験 A では、介入のコントロールとして手指の屈曲伸展運動 (離握手) の映像も提示し、部位の違いによる影響も検討した。評価は、ベースライン (食塩水投与前) 介入前 (食塩水投与後で、痛みの強度が一定となった状態) 介入後 (3 分間の運動イメージを行った後) 痛みが完全に消失して 10 分後の 4 点で行った (図 2)。

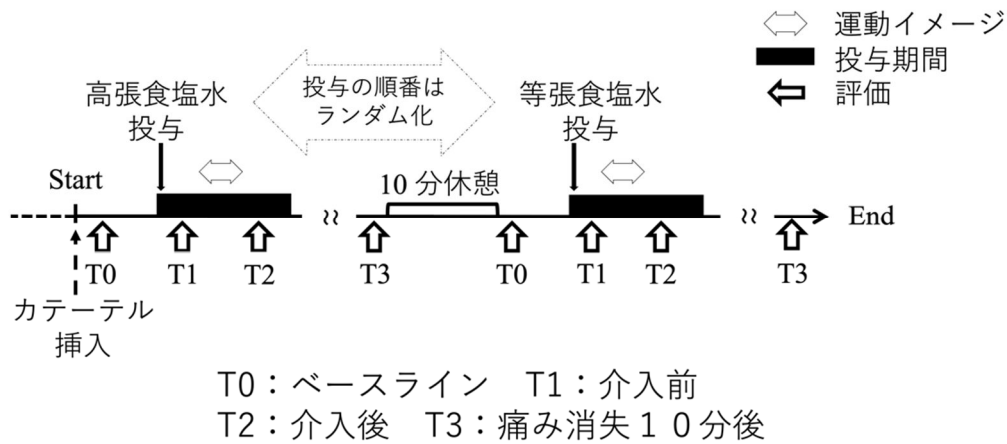
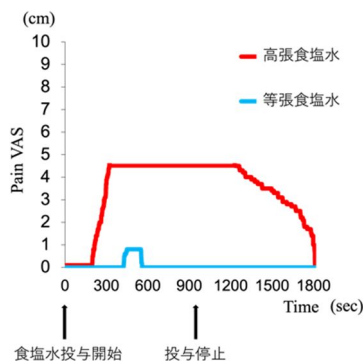


図 2.実験プロトコル

4. 研究成果

高張食塩水投与によって、足関節近傍に持続する一定強度の痛みが生じ、等張食塩水投与時に比べ有意に強かった (P=0.0005、図 3、表 1)。



	等張食塩水	高張食塩水
VAS peak (cm)	0 [0-0.8]	6.7 * [2.1-8.4]
VAS area (cm*sec)	0 [0-161.0]	6175.5 * [2010.5-13935.0]

図 3. 表 1.ヒト実験的疼痛モデルの痛みの推移

痛みが生じた高張食塩水投与時には、H/M 比、筋力および筋活動はいずれもベースラインと比較して有意に低下したが(H/M 比：75.3±2.6%、筋力：61.7±15.1%、筋活動：54.2±4.5%)、足関節の運動イメージを行うことで改善を認めた(H/M 比：114.7±2.4%、筋力：75.9±4.8%、筋活動：116.3±13.4%、P<0.05)。しかし、遠隔部位である手指の運動イメージでは改善を認めなかった(H/M 比：80.1±6.2%)。等張食塩水投与時の、H/M 比、筋力および筋活動はいずれもベースラインと比較して変化を認めなかったが、足関節の運動イメージを行うことで H/M 比および筋活動は有意に上昇した (図 4.5.6、P<0.05)。

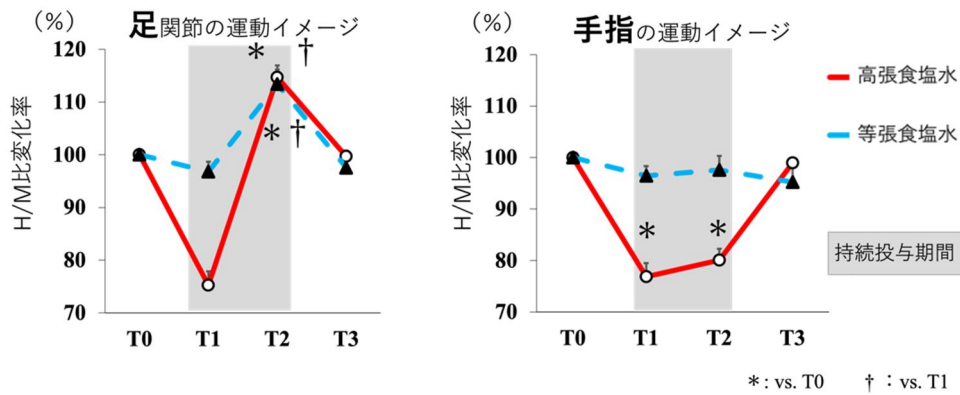


図 4.運動イメージによるヒラメ筋 H/M 比の変化

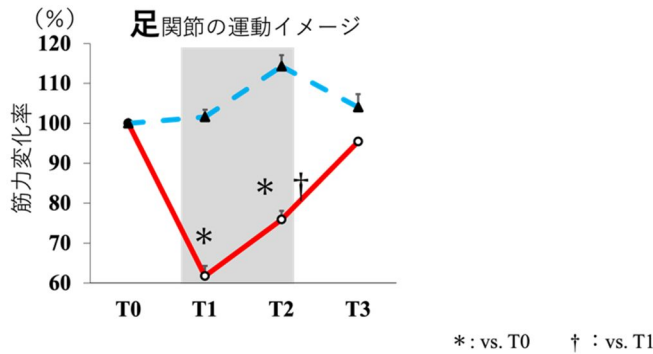


図 5.運動イメージによる足関節底屈筋力の変化

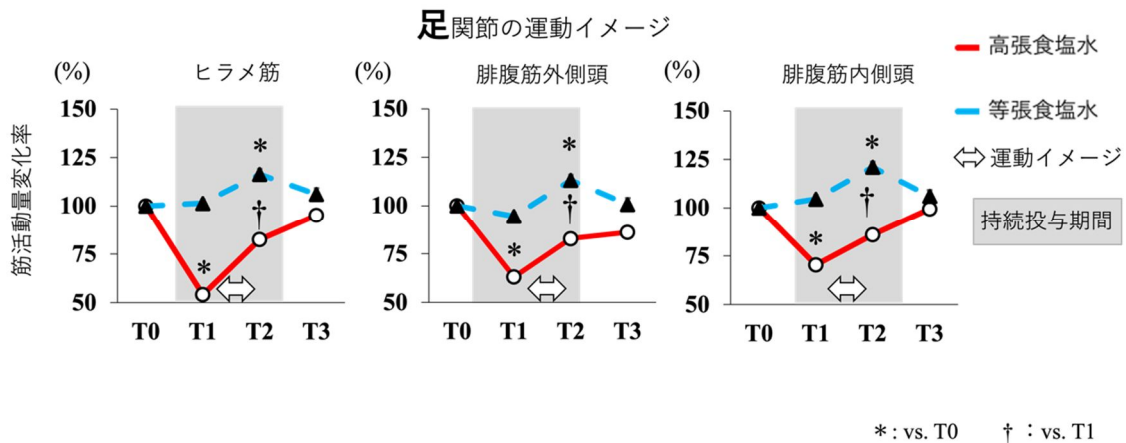


図 6.運動イメージによる下腿三頭筋筋活動の変化

本研究では、高張食塩水を持続投与することで、一定の痛み強度が持続する実験的足痛モデルを開発し、AMI に対する運動イメージの即時効果を明らかにした。このモデルは過去に報告されているヒト実験的膝痛モデルと同様に、痛みによって H/M 比、筋力および筋活動が大幅に低下した。これまで AMI を評価する H/M 比の測定は、膝伸展筋を被検筋として実施されてきたが、測定の技術的な困難さが課題となっていた。しかし、本研究で実施したヒラメ筋の H/M 比の測定は簡便で再現性が高いことが報告されており、痛みに関連する AMI を評価するモデルとしてより有用であると考えられる。提示する映像によって H/M 比に対する効果が異なることは興味深く、治療を行う際には標的とする関節運動のイメージを提示する事の重要性が示された。また、等張食塩水投与時においても運動イメージは H/M 比および筋活動を上昇させたことから、運動イメージを用いた介入は痛みの有無に関わらず有用な手段であると考えられる。

このアプローチは、高価な機器やマンパワーを必要とせず、ほとんどの運動器リハビリテーションにすぐに応用できる点で、非常に有用である。運動イメージによる長期的な効果については今後の検討課題であるが、AMI に対する新規治療戦略の手がかりになると期待している。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件/うち国際共著 1件/うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Oda S, Izumi M, Takaya S, Tadokoro N, Aso K, Petersen K K, Ikeuchi M	4. 巻 Volume 14
2. 論文標題 Promising Effect of Visually-Assisted Motor Imagery Against Arthrogenic Muscle Inhibition ? A Human Experimental Pain Study	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Pain Research	6. 最初と最後の頁 285 ~ 295
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.2147/jpr.s282736	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 該当する

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件/うち国際学会 1件）

1. 発表者名 小田翔太
2. 発表標題 Efficacy of visually assisted motor imagery for attenuating arthrogenic muscle inhibition due to pain
3. 学会等名 13th International Society of Physical and Rehabilitation Medicine World Congress（国際学会）
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

6. 研究組織

氏名 （ローマ字氏名） （研究者番号）	所属研究機関・部局・職 （機関番号）	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------