

令和 6 年 5 月 23 日現在

機関番号：12602

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2019～2023

課題番号：19K11462

研究課題名（和文）ハンマロピクスエクササイズの運動特徴の解明

研究課題名（英文）The Characteristics of Hammerobics Exercise

研究代表者

室伏 広治（Murofushi, Koji）

東京医科歯科大学・スポーツサイエンス機構・非常勤講師

研究者番号：30609300

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：ハンマロピクス運動は、繰り返し運動から生じる慢性的な疲労の回避するため、また全身の姿勢コントロールや、筋のバランスやコーディネーションを向上させるために開発された、神経筋コントロールにアプローチする姿勢制御系の運動である。12名の健常者を対象に、スクワット姿勢でのハンマロピクス運動と、従来のスタティックな姿勢でのスクワット運動中の筋活動を比較した。結果、ハンマロピクス運動において下肢体幹筋の筋活動が有意に高まった。更に極端に軽い負荷でのハンマロピクス運動において、重量のある運動と比べ筋活動に差はなく、軽い負荷での有効性も示唆された。これらの成果は学会発表及び論文公表にて広く周知した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

ハンマロピクス運動において下肢体幹筋の筋活動が有意に高まり、且つ軽い重さのものでも重量のあるものと同等の活動量が認められた。このことからハンマロピクス運動が、アスリート、ノンアスリートに関わらず、バランス能力向上、また腰痛予防の新たなエクササイズとして効果が期待される。

研究成果の概要（英文）：The Hammerobics is a postural control exercise that approaches neuromuscular control, developed to prevent chronic fatigue resulting from repetitive exercise and to improve overall posture control, muscle balance, and coordination. A study comparing muscle activity during the Hammerobics squat and traditional static squat was conducted on healthy individuals. The results showed a significant increase in muscle activity of the lower limb and trunk muscles during the Hammerobics squat. Furthermore, in the Hammerobics exercises with extremely light loads, there was no difference in muscle activity compared to exercises with heavier loads, suggesting the effectiveness of light load Hammerobics. These findings have been widely disseminated through conference presentations and published papers.

研究分野：スポーツ科学

キーワード：ハンマロピクス ランダム運動 筋活動 下肢体幹筋 神経筋コントロール

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、研究者個人に帰属します。

## 様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

股関節の可動域や安定性の制限により、膝関節、腰椎、股関節などの傷害が引き起こされるという報告は多い。著者もハンマー投げの選手として世界のアスリートと戦うなかで様々な怪我に悩まされた一人である。競技そのものに加えて、身体の決まった部位に高い負荷をかけ続ける点で筋力トレーニングも身体に過剰な負担となっていると考えた。そこで身体への負担軽減のためにハンマーを使った振り子運動を活かしたトレーニング、「ハンマロビクスエクササイズ (以下ハンマロビクス)」を考案した。



図1(写真左ハンマロビクス左右交互, 中: ハンマロビクス前後, 写真内の○はエクササイズ中のハンマーの位置を示す。 右: ハンマーのセットアップ)

ハンマロビクスは、シャフトの両端に取り付けたハンマーを前後もしくは左右交互に揺らす振り子運動によって行われる (図1)。運動中バーベルの重さが変動し、しかもハンマーの揺れは必ずしも真っ直ぐな軌道を描くとは限らないことから、その瞬間瞬間即興でバランスを取るために対応する必要がある。このように常に変化する動きに対応することで様々な筋肉の反応を同時に引き起こすため、繰り返し運動による同じ身体部位の慢性疲労の回避、股関節周囲のモビリティ (可動性) とスタビリティ (安定性) の強化、リズムやタイミングの強化ができると考え開発された。著者は従来のトレーニング法に代わり、この新しいアプローチによって40歳を超えるまで現役を続けられたと考えている。そこで、ハンマロビクスにより身体にどのような運動力学的変化や電気生理学的変化が生じているのかを解明する事が多くのアスリートの傷害を予防し競技人生の継続に寄与すると考えた。

### 2. 研究の目的

ハンマー投げでは、ハンマー自体の質量が重いことと道具の特性上手元に働くトルクが小さいために、回転運動を直接駆動することは殆どできないという特徴がある。急激に速度ピークに到達させることは不可能である。そこで著者は、パラメータ励振というブランコの理論に着目し、ハンマー投げの加速のメカニズムを解明してきた (図2)。その後ハンマー投げのブランコの理論をそのままトレーニングの現場に応用することはできないかということと、1)反復運動させない、2)不規則な動き、3)身体を慣れさせない、4)感覚が常に内在する運動、5)即興的、をコンセプトに、この新しいトレーニン

グ方法を考案した。

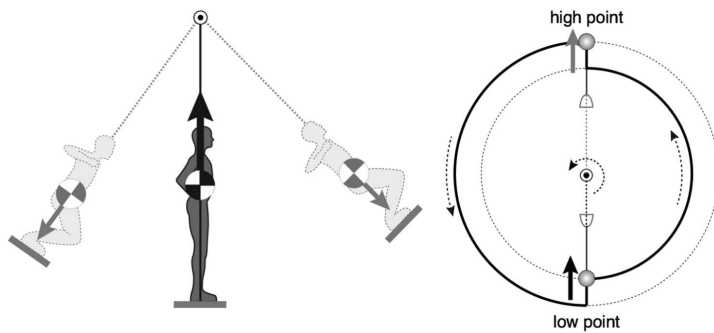


図2 (ブランコを例にしたパラメータ励振)

ハンマロビクスはエクササイズでは、ハンマーをバーベルの両端に取り付けた状態(図1右)でスクワット、ベンチプレス、ステップアップなどの標準的なエクササイズを含め行う。このような特徴を持つパラメータ励振をコンセプトとしたトレーニング方法は他に例がなく、高い独自性を有する。

### 3. 研究の方法

まず被験者がハンマロビクスを実際に行なっている運動中の筋活動と、その比較対象として「剛体」を用いた重心動揺、運動力学の観点からの身体の使い方の違いを表面筋電、3次元動作解析、フォースプレートを用いて検証(図3参照)を行う。剛体では単管パイプをクランプを用いて固定しているため、ハンマーのように揺れない。ハンマロビクスの力学メカニズムが解明された後に、トレーニングの効果検証を行なう。力学メカニズムとしては股関節周囲の活動の増加と重心位置の安定が見られ、それに伴い腰椎、膝関節、下腿にかかる負担の減少が推測される。

目的：ハンマロビクスエクササイズの運動特徴を解明すること。

対象：体重 60kg 以上の健常な成人男女 16 名。18 歳以上 40 歳未満で大学での競技経験、もしくはそれ以上の経験を持つアスリート。

方法：被験者は実験開始前に一度研究室にて、2 時間ほどハンマロビクスのトレーニング指導を受ける。ハンマロビクスでは左右に 7.26kg のハンマーをぶら下げたバーベルシャフトを担ぐ。予備テストでは他重量のものと比較したがより良い結果が見られたため男子競技規定である 7.26kg のハンマーを使用する事とした。シャフトとプレートの合計重量は被験者の体重の 60%となるように設定。規定のバーベルシャフトが 20kg、ハンマー2つと合わせると 34.52kg となるため、被験者は体重 60kg 以上である必要がある。実験で被験者はフォースプレート上で膝の角度 90 度の中腰の姿勢で自らハンマーを揺らし始め、動作解析システムによってモニタリングしながらハンマーが 40 度くらいの高さまで上がるところで 10 秒間ハンマーを揺らす(図3中左)。

計測方法：下記①に示す3種類の異なる動作条件をそれぞれのハンマー設定で行う。基本的に大腿骨が床と平行になるまで腰を落とした姿勢を保つ事を条件とするが、その姿勢を保持できない場合を失敗試技とし、最低3回の成功試技を記録する。

① 動作条件(各10秒間)：「静止スクワット」、「同位相」、「逆位相」

- ② トレーニング機器設定：「ハンマロビクス（7.26kg ハンマー, 50cm ワイヤ）」、「剛体（1m 単管パイプ x2, 5kg バーベルプレート x2）」（図 3 左、中左、および中右参照）
- ③ バーベル設定：どの実験も合計重量は被験者の体重の 60% で一定。



図 3(写真左:ハンマロビクス、中左:剛体、中右:剛体セットアップ、右:実験前後で下肢筋群の筋活動計測の一例。○はハンマーと剛体の位置を示す。)

計測指標：

- 表面筋電：以下の筋活動を測定。
  - 前脛骨筋、後脛骨筋、腓腹筋、ヒラメ筋、中臀筋、大臀筋、内側広筋、外側広筋、大腿直筋、半腱様筋、大腿二頭筋
- 三次元動作解析：以下の指標の計測。
  - ハンマー軌跡、床反力、足圧中心、関節角度（特に股関節屈曲進展・内外転・内外旋/膝関節屈曲伸展/足関節底背屈）、関節トルク・パワー（股関節屈曲伸展/膝関節屈曲伸展/足関節底背屈）

平成 31 年度は、これらの実験を行う前段階としてハンマロビクスの運動中のハンマーの動きと身体の運動の特徴を上記の計測指標を用いて分析する。平成 32 年度は、図 3 右にあるように被験者によるトレーニング前後での運動における効果の比較検証を表面筋電、また三次元動作解析システムを通して行う。平成 33 年度はラグビー、サッカー、バスケットボールなど大学レベル以上のチームに協力して頂き、ハンマロビクストレーニング群（100 名以上）と通常のトレーニングを行なった群（100 名以上）とでの障害発生率についての比較検証を行い、アスリートの障害予防への影響について検討したい。

#### 4. 研究成果

12 名の健常者を対象として、スクワット姿勢でのハンマロビクス運動と、従来のスタティックな姿勢でのスクワット運動中の筋活動を比較したところ、ハンマロビクス運動において下肢体幹筋の筋活動が有意に高まった。ハンマロビクス運動により、バランス能力向上、また腰痛予防のエクササイズとしても効果が期待される。

更に 15 名の健常者を対象として、極端に軽いプラスチックハンマーを使用したハンマロビクス運動と、重量のある通常のスタティックなスクワット、重量のあるハンマーを使用したハンマロビクス運動との筋活動を比較した。その結果、軽いプラスチックハンマーを使用したハンマロビクス運動において、他

の重量のある運動と比べ、筋活動に差はなかったことから、ハンマロビクス運動を一般化し、バランス能力向上させるための運動として普及できる可能性が見出せた。この研究結果は現在国際論文投稿中である。

その結果を国際論文 Scientific Reports, Strength Cond. J.に投稿、日本スポーツ理学療法学術大会、日本臨床スポーツ医学会学術集会、日本臨床スポーツ医学会学術集会、日本リハビリテーション医学会秋季学術集会、日本スポーツ心理学会、日本整形外科スポーツ医学会学術集会 等学会で発表した。

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 Murofushi Koji, Oshikawa Tomoki, Kaneoka Koji, Akuzawa Hiroshi, Yamaguchi Daisuke, Mitomo Sho, Furuya Hidetaka, Hirohata Kenji, Yagishita Kazuyoshi	4. 巻 12
2. 論文標題 Differences in trunk and lower extremity muscle activity during squatting exercise with and without hammer swing	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 1, 8
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1038/s41598-022-17653-7	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6件（うち招待講演 5件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 室伏広治
2. 発表標題 国民が心身ともに健康で安心安全にスポーツに参加できる仕組み - 感動していただけるスポーツ界へ
3. 学会等名 第33回日本臨床スポーツ医学会学術集会（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 室伏広治
2. 発表標題 スポーツが変わる．未来を創る
3. 学会等名 12回日本関節鏡・膝・スポーツ整形外科学会、第46回日本整形外科スポーツ医学会学術集会（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 室伏広治
2. 発表標題 健康にとってのスポーツ - 病気の予防 -
3. 学会等名 第30回日本医学会総会2019中部（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 室伏広治
2. 発表標題 スポーツが健康維持に寄与するための条件
3. 学会等名 第45回日本整形外科スポーツ医学会学術集会(招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 室伏広治
2. 発表標題 トップアスリートから見る運動と健康
3. 学会等名 東日本整形災害外科学会2019(招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Koji Murofushi
2. 発表標題 KOJI AWARENESS, the self-evaluation system for total body movement
3. 学会等名 IOC World Conference on Prevention of Injury & Illness in Sport(国際学会)
4. 発表年 2020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
研究 分担者	山口 大輔  (Yamaguchi Daisuke)  (30770713)	東京医科歯科大学・スポーツサイエンス機構・特任助教   (12602)	

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
---------	---------