

令和 6 年 6 月 16 日現在

機関番号：33920

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2021～2023

課題番号：21K12634

研究課題名(和文)変形性膝関節症に対する水中運動による筋力強化は本当に有効か？

研究課題名(英文)Is aquatic exercise for muscle strength really effective for osteoarthritis of the knee?

研究代表者

出家 正隆(Deie, Masataka)

愛知医科大学・愛知医科大学・名誉教授

研究者番号：30363063

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,000,000円

研究成果の概要(和文)：水中での運動療法のエビデンスの証明と確立のために、表面筋電計を使用し、陸上と水中でのスクワット運動時の筋活動を測定した。結果として、陸上と水中で異なる筋活動が生じることが明らかとなった。膝伸展筋群は水中で筋活動が陸上での値より低値となり、体幹筋群は水中で筋活動が陸上の値より高値となることが分かった。自重でのスクワット運動は体重が負荷量となるが、水中では浮力により負荷が免除される。荷重負荷の軽減により陸上と比較して水中では膝伸展筋の筋活動が低下したと考えられる。一方で体幹筋は水中運動時に水の抵抗により筋活動が高くなったと推察される。

研究成果の学術的意義や社会的意義

同じ運動を行った場合でも水中と陸上では筋活動が異なることが明らかとなった。これは運動指導を行う上で根拠となる重要な成果である。水中と陸上それぞれの筋活動の特性を理解した上で対象者や目的に応じた根拠のある運動指導することでより効果的な運動が実施可能となる。リハビリテーションや健康増進の分野で応用可能な意義のある成果と考える。

研究成果の概要(英文)：To prove and establish evidence for exercise therapy in water, a surface electromyograph was used to measure muscle activity during squatting exercises on land and in water. Results showed that different muscle activities occur on land and in water. The knee extensor muscles showed lower muscle activity in the water than on land, while the trunk muscles showed higher muscle activity in the water than on land. In the squatting exercise with body weight, the body weight is the load, but in water, the load is unloaded due to buoyancy. It is thought that the reduced load reduces the muscle activity of knee extensors in water compared to land. On the other hand, the trunk muscles are presumably more active due to water resistance during exercise in water.

研究分野：膝関節

キーワード：水中運動 筋力トレーニング 表面筋電計

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

変形性膝関節症に対する保存療法として水中運動は広く用いられている。システマティックレビューにおいて水中運動は疼痛や Quality of life(QOL)の有意な改善を認める一方で、筋力増強に関しては有効性が示されなかった。この原因としては負荷強度の設定が不十分であった可能性が指摘されており、課題として水中での負荷強度の定量化が必要と結論付けられていた。そのため動作解析を用いて水中運動の運動学的エビデンスを確立することが重要である。

2. 研究の目的

水中運動の負荷強度を定量化するためには、まず水中での動きを詳細に捉えることができる評価方法の確立が必要であり、それらの結果を用いてエビデンスを構築し、最適な水中運動プログラムの立案が求められる。

水中でも使用可能な表面筋電計を用いて水中運動時の筋活動を明らかにし、陸上運動と水中運動での運動学的特徴の違いを調査することを目的とした。

3. 研究の方法

対象は運動器疾患を有さない20~30代の男性10名とした。

使用機器は防水仕様のワイヤレス筋電センサ mini Wave infinity(COMETA社製)、サンプリング周波数は2000Hzとした。

測定筋は腹直筋・大殿筋・中殿筋・大腿直筋・内側広筋・半腱様筋・前脛骨筋・腓腹筋内側頭の8筋とし、Surface Electro Myo Graphy for the Non-Invasive Assessment of Muscles(SENIAM)の推奨方法に従って貼付した。

課題動作はスクワット、歩行、垂直ジャンプ、段差昇降とし、水深は剣状突起と臍部の中点の高さとした。

各筋に対して等尺性最大随意収縮(Maximal Voluntary Contraction:MVC)を測定し、陸上・水中の順に各6施行ずつ測定した。

測定データは全波整流処理後にMVCで正規化し、%MVCを算出、下腿の筋電センサに内蔵された加速度センサのX軸成分を用いて屈曲・伸展フェーズに分割した。

屈曲・伸展フェーズそれぞれにおける各筋の積分値を算出し、陸上と水中の平均値を比較した。

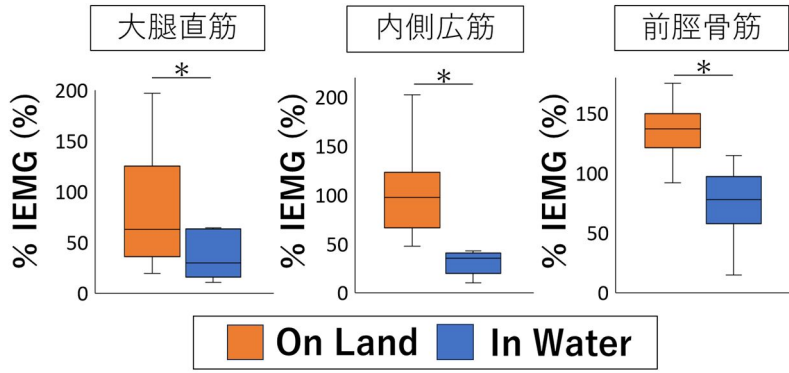
4. 研究成果

スクワット動作に関して解析を行った結果、屈曲期で大腿直筋(陸上: $84 \pm 58\%$ MVC、水中: $44 \pm 39\%$ MVC)、内側広筋(陸上: $103 \pm 42\%$ MVC、水中: $37 \pm 23\%$ MVC)、前脛骨筋(陸上: $130 \pm 34\%$ MVC、水中: $74 \pm 29\%$ MVC)の積分値が陸上より水中で有意に低値であった。

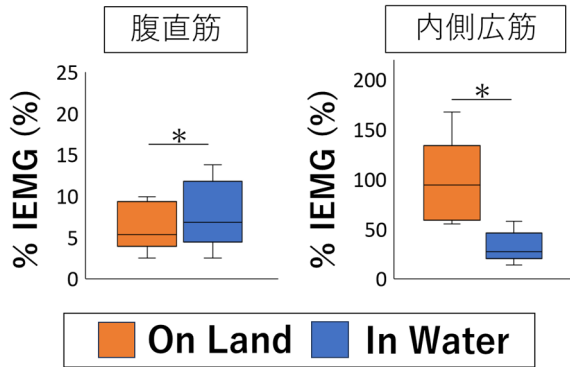
伸展期では内側広筋(陸上: $98 \pm 42\%$ MVC、水中: $32 \pm 15\%$ MVC)が陸上より水中で有意に低値である一方で、腹直筋(陸上: $7 \pm 5\%$ MVC、水中: $16 \pm 28\%$ MVC)が陸上より水中で有意に高値であった。

水中でのスクワット動作は陸上と異なる筋活動が生じる。筋活動の特性を理解した上で運動指導することでより効果的なトレーニングにつながる可能性がある。

屈曲フェーズ



伸展フェーズ



5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計6件（うち査読付論文 6件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Okamoto T, Yamanashi Y, Ikemoto T, Miyagawa H, Ishida T, Akao M, Takata T, Kato T, Kobayakawa K, Deie M	4. 巻 0
2. 論文標題 Risk factors for contralateral total knee arthroplasty after unilateral total knee arthroplasty	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Orthopaedic Science	6. 最初と最後の頁 1-6
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.jos.2022.09.010	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Takuya Okamoto, Tatsunori Ikemoto, Hirofumi Miyagawa, Tomohiro Ishida, Machiko Akao, Takuya Takata, Kyosuke Kobayakawa, Yuki Yamanashi, Masayuki Inoue, Yuichiro Nakaso, Takahiro Ushida, and Masataka Deie	4. 巻 9
2. 論文標題 The Cut-off Value of Physical Activity for Undergoing Total Knee Arthroplasty in Patients with Knee Osteoarthritis	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Hearthcare	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	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 -

1. 著者名 Ishii Yosuke, Ishikawa Masakazu, Hayashi Seiju, Kanemitsu Munekazu, Omoto Takenori, Kurumadani Hiroshi, Kuwahara Wataru, Date Shota, Deie Masataka, Adachi Nobuo, Sunagawa Toru	4. 巻 28
2. 論文標題 The correlation between osteoarthritis stage and the effect of the lateral wedge insole for 3 months on medial meniscus extrusion in the knee joint	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 The Knee	6. 最初と最後の頁 110-116
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.knee.2020.11.016	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Kato Tomohiro, Motoyama Mitsuru, Adachi Nobuo, Deie Masataka	4. 巻 38
2. 論文標題 Cartilage assessment using preoperative planning MRI for femoral component rotational alignment	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 The Knee	6. 最初と最後の頁 107-116
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.knee.2022.07.005	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Lyman Stephen, Omori Go, Nakamura Norimasa, Takahashi Toshiaki, Tohyama Harukazu, Fukui Naoshi, Ikeda Hiroshi, Sasho Takahisa, Saito Tomoyuki, Hayashi Yasuhisa, Deie Masataka	4. 巻
2. 論文標題 Improved responsiveness for JK00S+ compared to K00S in Japanese patients undergoing total knee arthroplasty	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Journal of Orthopaedic Science	6. 最初と最後の頁
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jos.2023.08.021	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計35件 (うち招待講演 24件 / うち国際学会 5件)

1. 発表者名 岡本卓也, 山梨裕貴, 尾川貴洋, 出家正隆, 高橋伸典
2. 発表標題 TKA患者の身体活動量と運動機能の関係性
3. 学会等名 第1回日本スポーツ整形外科学会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 岡本卓也, 出家正隆, 高橋伸典, 尾川貴洋
2. 発表標題 片側TKA後に段階的両側TKAに至った患者の症状・運動機能の変化
3. 学会等名 第11回運動器理学療法学会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 岡本卓也, 緒方悠太, 丹村圭佑, 尾川貴洋, 出家正隆
2. 発表標題 水中におけるスクワット動作の筋活動の特徴
3. 学会等名 第50回臨床バイオメカニクス学会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 岡本卓也, 出家正隆, 山梨裕貴, 尾川貴洋, 高橋伸典
2. 発表標題 段階的両側TKA患者と片側TKA患者における術前および術後短期成績の違い
3. 学会等名 第1回日本膝関節学会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 岡本卓也, 緒方悠太, 丹村圭佑, 井上雅之, 中楚友一朗, 尾川貴洋, 出家正隆, 高橋伸典
2. 発表標題 陸上と水中におけるスクワット運動時の筋活動の違い
3. 学会等名 第28回基礎理学療法学会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 岡本卓也, 宮川博文, 井上雅之, 中楚友一朗, 牛田享宏, 出家正隆
2. 発表標題 人工膝関節全置換術前後の身体活動量変化と臨床症状・運動機能との関連
3. 学会等名 第30回愛知県理学療法学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 岡本卓也, 宮川博文, 石田朋大, 山梨裕貴, 加藤智弘, 赤尾真知子, 高田琢也, 小早川恭介, 森下侑亮, 池本竜則, 出家正隆
2. 発表標題 TKA前後の下肢筋力と症状・機能との関係
3. 学会等名 第14回日本関節鏡・膝・スポーツ整形外科学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 岡本卓也,井上雅之,中楚友一朗,尾川貴,池本竜則,出家正隆
2. 発表標題 TKA前後のロコモ度と膝伸展・屈曲筋力との関係性 -ロコモ度2とロコモ度3の差について-
3. 学会等名 第10回日本運動器理学療法学会学術大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 岡本卓也,石田朋大,池本竜則,赤尾真知子,高田琢也,小早川恭介,山梨裕貴,加藤智弘,宮川博文,牛田享宏,出家正隆
2. 発表標題 術後3ヶ月においてTKAによる身体機能の改善は身体活動量とは関連しない
3. 学会等名 第13回 日本関節鏡・膝・スポーツ整形外科学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 山梨裕貴,岡本卓也,赤尾真知子,加藤智弘,高田琢也,小早川恭介,出家正隆
2. 発表標題 TKA術後のスポーツ復帰のbreak through 当院における人工膝関節術前後のスポーツ活動に関する実情
3. 学会等名 第13回 日本関節鏡・膝・スポーツ整形外科学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Masataka DEIE
2. 発表標題 Distraction artheoplasty
3. 学会等名 KSSTA2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 出家正隆
2. 発表標題 国際シンポジウム 各国整形外科専門医育成システムと日整会の課題 日整会の現状と課題
3. 学会等名 第93回日本整形外科学会学術総会（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 出家正隆
2. 発表標題 一般整形外科医に必要な膝スポーツ障害
3. 学会等名 第93回日本整形外科学会学術総会（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 出家正隆
2. 発表標題 変形性膝関節症に対する治療介入前後のリハビリテーション治療
3. 学会等名 第58回日本リハビリテーション医学会学術集会（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 出家正隆
2. 発表標題 30年の膝関節治療の経験
3. 学会等名 JOSKASJOSSM2021（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 出家正隆
2. 発表標題 変形性膝関節症の最新の治療トレンド
3. 学会等名 変形性関節症WEBセミナー（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 出家正隆
2. 発表標題 中高年以降のスポーツ障害について 膝関節障害を中心に
3. 学会等名 横須賀市整形外科医会（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Masataka DEIE
2. 発表標題 Immature patellar dislocation How to treat
3. 学会等名 ISAKOS 2021 Global（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 出家正隆
2. 発表標題 膝OAの保存治療について
3. 学会等名 関節と痛みを考える会 in 愛知（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 出家正隆
2. 発表標題 変形性膝関節症に対する最近の知見
3. 学会等名 広島骨関節研究会（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 出家正隆
2. 発表標題 膝人工関節の適応と筋力回復
3. 学会等名 JOSKASJOSSM2022（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 出家正隆
2. 発表標題 膝関節のスポーツ障害
3. 学会等名 第71回東日本整形外科災害外科（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Masataka DEIE
2. 発表標題 Medial patellofemoral ligament reconstruction
3. 学会等名 Sports and Knee cadaveric workshop（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Masataka DEIE
2. 発表標題 My management of Discoid meniscus lesions
3. 学会等名 44th Annual scientific Meeting Sigapore Orthopaedic Association (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Masataka DEIE
2. 発表標題 My apporach to patellar instability
3. 学会等名 44th Annual scientific Meeting Sigapore Orthopaedic Association (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 出家正隆
2. 発表標題 変形性膝関節症の最新の保存療法と人工関節置換術の適応
3. 学会等名 第205回備後整形外科科学術講演会(招待講演)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 出家正隆
2. 発表標題 変形性膝関節症 ガイドラインに沿った治療を考える
3. 学会等名 第96回日本整形外科学会学術総会(招待講演)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 出家正隆
2. 発表標題 PF OA 治療戦略
3. 学会等名 第1回JSOA (招待講演)
4. 発表年 2023年

〔図書〕 計5件

1. 著者名 石橋恭之, 出家正隆	4. 発行年 2021年
2. 出版社 文光堂	5. 総ページ数 320
3. 書名 膝関節鏡視下手術	

1. 著者名 近藤英司, 松本秀男, 出家正隆	4. 発行年 2021年
2. 出版社 中山書店	5. 総ページ数 400
3. 書名 下肢のスポーツ外傷・障害 [大腿・膝関節・下腿・足関節・足部]	

1. 著者名 津村弘, 三浦裕正, 松田秀一, 岡崎賢, 出家正隆	4. 発行年 2021年
2. 出版社 南江堂	5. 総ページ数 524
3. 書名 膝関節外科学	

1. 著者名 土屋 弘行, 紺野 慎一, 田中 康仁, 田中 栄, 岩崎 倫政, 松田 秀一, 出家正隆	4. 発行年 2021年
2. 出版社 医学書院	5. 総ページ数 1000
3. 書名 今日の整形外科治療指針 第8版	

1. 著者名 池田浩, 高平尚伸, 出家正隆	4. 発行年 2022年
2. 出版社 文光堂	5. 総ページ数 412
3. 書名 PT・OTの整形外科学	

〔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	赤尾 真知子 (Akao Machiko) (20593891)	愛知医科大学・医学部・講師 (33920)	

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