

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 24 日現在

機関番号：17702

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2015

課題番号：25350766

研究課題名(和文)中高年の運動器不安定症(ロコモ)におけるプール内水中運動による骨・健康の増進対策

研究課題名(英文) Effects of underwater therapeutic exercise on middle-the aged patients with locomotive syndrome

研究代表者

赤嶺 卓哉 (AKAMINE, Takuya)

鹿屋体育大学・スポーツ生命科学系・教授

研究者番号：70175785

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,800,000円

研究成果の概要(和文)：運動器不安定症(運動器症候群〔略称ロコモ〕：腰痛疾患群、股・膝・肩関節症群、骨量減少群)の計のべ102名に対し、約6ヵ月間の水中運動療法を施行した。水中運動後には、体脂肪率の軽減、心肺機能の向上、体幹・上下肢の筋力・柔軟性の増強、症状の改善、全身バランス能力・基礎代謝量・筋肉量の増加などが、それぞれ統計学的に有意に認められた。また全身・腰椎骨密度測定において、第4腰椎骨密度・対同性ピーク値比、第4・第2～4腰椎対同性同年齢平均値比の増強もそれぞれ有意に観察され、水中運動療法の有益性が示唆された。

研究成果の概要(英文)：We investigated the effects of underwater therapeutic exercise on middle-the aged patients with locomotive syndrome (lumbago, coxarthrosis, gonarthrosis, omalgia and osteopenia, 102 people, mean 62.4 years old). We have opened underwater therapeutic class twice a week for about 6.0 months. We had done various physical examinations, Japan Orthopaedic Association (JOA) evaluation before and after exercise, respectively. Several findings have been obtained as follows.

(1) In the groups of several disease, the obesity, function of respiration and circulation, elasticity and muscle power of a trunk and extremities, JOA evaluation score were improved significantly after the underwater exercise period ( $p < 0.05$ ).

(2) Good effects for lumbar bone mineral density, basal metabolism, and muscle amount were significantly observed after underwater exercise period. It was revealed that underwater therapeutic exercise provided excellent benefits for the patients with locomotive syndrome.

研究分野：スポーツ整形外科

キーワード：障害者スポーツ

## 1. 研究開始当初の背景

(1) 未曾有の高齢化社会を迎えた我が国においては、「健やかに老いる」ことは国民の願望である。近年、肥満・運動不足・高齢化などにより、中高年のロコモティブシンドローム（運動器症候群〔運動器不安定症〕；腰部脊椎管狭窄症、変形性関節症、骨粗鬆症などを含む）に悩む人々の数は激増している。我々はこれらの症例に対し、温水プールを使用し、基礎的水中運動を重視した新しい水中運動療法を指導し、症状軽減と再発防止を計り、明るい健康社会づくりに寄与することを目的として本研究を遂行する。

(2) 我々は、重篤な全身合併症や麻痺などを認めない腰痛症、上・下肢関節症、関節リウマチ、骨量減少症例などに対し、平成3年度より鹿屋体育大学内のプール施設を利用し、水中運動教室（大学公開講座）を実施し指導してきた。その結果、非常な高率で受講者の満足を得ることができ、検査結果・成績については多数の学会・論文で報告している。今回の研究ではさらに、温水プールを用い、基礎的水中運動（PNF；固有受容性神経筋促通法を多用）を重視した新種の水中運動を実施し、これらの運動療法の施行前後の測定・検査結果を比較検討する。そして、それらの新しい形態の水中運動が、従来の水中運動効果と比較していかなる付加的影響を与えるのかを明らかにする。また、これまでの測定・検査手技に骨密度測定（dual energy X-ray bone absorptiometry；DXA 使用）体組成測定、ファンクショナルリーチ試験などを加えて実施し、温水プールを用いた新種の水中運動の人間の健康、身体機能に寄与する効果について明白とする。特に、骨密度・体組成・全身バランス能力の水中運動による変化についても探求したい。

## 2. 研究の目的

(1) 空前の高齢化社会を迎えたわが国にとり、暴騰する医療費の削減を計ることも急務である。また、単なる病院通いや点滴滴けの寝たきり生活で平均寿命を伸ばしても意味が少ない以上、「いくつになっても健康的な生活を楽しむ」施策が重要である。その点、誰にもいつかは訪れるであろうロコモティブシンドローム（運動器症候群〔運動器不安定症〕；腰痛・関節症や筋・骨の弱体化）を新手法を用いた明るく健康的な水中エクササイズにより軽減・予防できれば、医療費削減、生きがいのある社会づくりの両面より、独創的かつ望ましい。

我々の先行研究結果では、水の浮力と抵抗を利用した水中運動療法は、腰痛・関節リウマチ性疾患、骨量減少例に対し、肥満の軽減、心肺機能の向上、体幹・上下肢の筋力・柔軟性増強、症状改善などの有益な影響を与えている。予想される結果として、PNF 手技などを多用した新種の水中運動療法では、それら

の効果さをさらに増強させる可能性が極めて高い。また、骨密度・体組成・全身バランス能力と人間の健康との関わりについても考究する。増加を続ける中高年運動器症候群症例に対し、症状程度に応じた水中運動処方プログラムを確立することは、多くの同症者に対する啓蒙ともなり、意義の深い研究になり得ると考えられる。

(2) ロコモティブシンドローム（腰痛・関節症、骨量減少症例を含む）に対し、適切な水中運動療法を施行することは、治療体操の一環として有用であるといわれてきたが、それを科学的に実証した報告は従来までは少なかった。我々は様々な検査機器を用い、水中運動の腰痛・関節リウマチ性疾患、骨量減少症例に及ぼす影響について科学的な解明を続けてきた。今回は、PNF 手技など多用する基礎的水中運動を重視した運動処方という新手法を加えた運動療法を実施し、新規のDXA、体組成測定器、全身バランス能力測定器などを用いて研究を進める。従来法に比して、新水中運動処方法の有するさらなる健康回復・増進効果について攻究し、骨密度、神経・筋機能などに及ぼされる影響についても探求する。

## 3. 研究の方法

(1) 対象は腰痛疾患群 46 名（男性 20 名、女性 26 名、平均年齢  $63.3 \pm 6.2$  歳）、股関節症群 8 名（女性 8 名、平均年齢  $61.4 \pm 3.0$  歳）、膝関節症群 15 名（男性 4 名、女性 11 名、平均年齢  $61.2 \pm 9.1$  歳）、肩関節症群 25 名（男性 12 名、女性 13 名、平均年齢  $63.4 \pm 4.8$  歳）、骨量減少症群 8 名（女性 8 名、平均年齢  $57.4 \pm 4.5$  歳）の計のべ 102 名（一部に重複例を含む）である。

(2) 水中運動実施期間は、毎年 5 月～11 月、毎週水曜日 1.5 時間、土曜日 2 時間の計週約 3.5 時間で、計約 26 週間である。

(3) 実施方法として、受講者に対し週 1 回、医師（研究代表者）が、運動器症候群に関する基礎教育と日常生活指導を行った。また、症状・能力に応じた個別的な運動療法としての水中運動指導が、医師〔研究代表者〕（赤嶺卓哉；水中運動を全般的に担当）、水泳指導者〔研究分担者〕（田口信教；泳法指導を担当、萬久博敏；応用的水中運動を担当、高田大；基礎的水中運動を一部担当）の教示と監督のもとに行われた。水中運動施行中の万一の傷害発生に対しては、事前に全員に対し傷害保険へのご加入を頂く事、などによって対処した。なお 5 月、8 月、11 月の計 3 回、(4)、(5)、(6)で述べる身体・体力測定、検査、調査を行い、種々の水中運動の各疾患に対する効果について検討した。水中運動・測定・検査などは、医師の監督下に十分安全面に配慮して行われ、体調良好で実施可能な方々に対

してのみ施行した。

なお、プール施設は既存の大学内実験プールを使用した。また、X線骨密度測定装置・体組成測定器などについては大学内の設備を活用した。

(4) 測定項目としては、以下の4種を施行した。

体格測定

身長、体重、体脂肪率、ローレル指数など。

呼吸・循環器系計測

最大酸素摂取量、無酸素性作業能力、肺活量など。

筋機能（柔軟性）測定

立位体前屈、上体そらしなど。

全身バランス能力計測

ファンクショナルリーチ試験

(5) 検査項目としては、以下の3種を実施した。

筋力測定

背筋力、体幹伸展・屈曲力、膝伸展・屈曲力、肩屈曲・外転力など。

体組成測定器による全身・部位別体組成測定

体脂肪量、筋肉量、基礎代謝量、インピーダンス（生体電気抵抗）など。

デュアルX線骨密度測定(DXA)

全身、腰椎、左大腿骨など。

(6) アンケート調査（運動器症候群程度判定）

日本整形外科学会（以下日整会）腰痛疾患・股関節機能・変形性膝関節症・肩関節疾患判定など。

#### 4. 研究成果

(1) 腰痛疾患群における水中運動療法の効果

水中運動実施後では実施前に比して、肥満の軽減（体重、体脂肪率、ローレル指数）、心肺機能の改善（最大酸素摂取量、無酸素性作業能力、肺活量）、体幹・下肢の筋力・柔軟性の向上（背筋力、体幹伸展・屈曲力、膝伸展・屈曲力、立位体前屈、上体そらし）、全身バランス能力の改善（ファンクショナルリーチ試験）、日整会治療成績判定における向上（自覚症状、他覚所見、日常生活動作、総点）がそれぞれ統計学的に有意に認められた（ $p < 0.05$ ）。

(2) 股関節症群に及ぼす水中運動の影響

水中運動後には、肥満の軽減（体脂肪率）、心肺機能の増強（肺活量）、体幹・下肢の柔軟性の向上（立位体前屈）、日整会股関節機能判定上の改善（疼痛、日常生活動作、総点）が、それぞれ観察された。

(3) 膝関節症群に対する水中運動療法の効果  
水中運動教室実施後では実施前に比し、肥

満の軽減（体重、体脂肪率、ローレル指数）、心肺機能の改善（最大酸素摂取量、無酸素性作業能力、肺活量）、体幹・下肢の筋力増強（背筋力、膝伸展・屈曲力）、体幹・下肢の柔軟性の向上（立位体前屈、上体そらし）、日整会成績判定上の改善（疼痛歩行能、疼痛階段昇降能、屈曲角度、総点）が、それぞれ有意に認められた（ $p < 0.05$ ）。

(4) 肩関節症群に及ぼす水中運動の影響

水中運動後には、肥満の軽減（体重、体脂肪率）、呼吸循環機能の改善（最大酸素摂取量、肺活量）、上肢筋力の増強（肩屈曲・外転力）、体幹・上肢柔軟性の向上（立位体前屈、上体そらし）、体組成上の改善（体脂肪率、筋肉量、全身インピーダンス）、日整会治療成績判定における改善（疼痛、日常生活動作、可動域、総点）が、それぞれ有意に観察された（ $p < 0.05$ ）。

(5) 骨量減少症群における水中運動の効果

同意を頂いた女性8名（平均 $57.4 \pm 4.5$ 歳）の骨密度測定において、水中運動後では運動前に比し、第4腰椎の骨密度・対日本人同性平均ピーク値比（%PR）・対日本人同性同年齢平均値比（%AM）、第2~4腰椎の対日本人同性同年齢平均値比（%AM）に、それぞれ統計学的に有意な向上が認められた（ $p < 0.05$ ）。

(6) 水中運動療法による全身・部位別体組成の変化

同意を頂いた腰痛疾患群13名（男性5名、女性8名、平均 $60.6 \pm 8.0$ 歳）に対し、水中運動実施前、実施平均2.6ヵ月後に計2回、全身・部位別体組成測定（生体電気インピーダンス法；BIA法）を施行した。水中運動後の体組成測定結果においては、運動前に比し、全身的には体脂肪量・BMI・インピーダンスの軽減と、除脂肪量・筋肉量・基礎代謝量の増加がそれぞれ有意に観察された（ $p < 0.05$ ）。また部位別には、下肢・上肢・体幹の体脂肪率の減少と、下肢筋肉量の増加がそれぞれ有意に認められた。

以上の総合的な結果より、中高年の運動器症候群（ロコモ）における水中運動は、極めて有益であることが示唆された。

(7) 研究成果の公開と今後の展望

これらの研究成果は、研究期間内に計20数件の国内学会発表・雑誌等掲載により、社会・国民に公表された。なお、中高年の運動器症候群（ロコモ）におけるプール内水中運動に関する研究は、「健康増進対策とその映像化」に的を絞り、2016年度以降も継続される予定である。

#### 5. 主な発表論文等

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者に

は下線)

〔雑誌論文〕(計 13 件)

赤嶺卓哉、高田 大、萬久博敏、藤井康成、添嶋裕嗣、田口信教、膝関節症例の身体機能に対する水中運動の効果 全身・部位別体組成測定を含めて、整形外科と災害外科、査読有、65 巻、2016、(印刷中)

赤嶺卓哉、高田 大、藤井康成、添嶋裕嗣、田口信教、腰痛症例の身体機能に対する水中運動の効果 全身・腰椎骨密度測定を含めて、整形外科と災害外科、査読有、64 巻、2015、185 - 188

藤井康成、泉 俊彦、梶 博則、赤嶺卓哉、小倉 雅、東郷泰久、永浜良太、肩前方不安定症の病態評価におけるテーブルテスト(脱臼不安定の定量評価法)の有用性 relocation の有無によるテーブル角の変化の特徴 -、臨床スポーツ医学、査読有、32 巻、2015、691 - 696

黒川 剛、高田 大、松村 勲、吉田剛一郎、添嶋裕嗣、藤井康成、田口信教、赤嶺卓哉、若年女性スポーツ選手における種目別の骨密度についての研究 低荷重性競技を中心に、九州・山口スポーツ医・科学研究会誌、査読有、27 巻、2015、22 - 25

赤嶺卓哉、小山田和行、下川美佳、前阪茂樹、坂中美郷、木葉一総、長島未央子、藤井康成、大学生女性スポーツ選手における種目別の骨密度についての研究 高荷重性競技を中心に、九州・山口スポーツ医・科学研究会誌、査読有、27 巻、2015、26 - 29

赤嶺卓哉、吉田剛一郎、高田 大、小山田和行、木葉一総、松村 勲、長島未央子、田口信教、体育大学生女子スポーツ選手における種目別の骨密度と身体組成についての調査研究、整形外科と災害外科、査読有、63 巻、2014、484 - 487

藤井康成、泉 俊彦、梶 博則、赤嶺卓哉、小倉 雅、東郷泰久、永浜良太、テーブルテスト 肩前方不安定症における脱臼不安定の定量評価法、臨床スポーツ医学、査読有、31 巻、2014、479 - 482

高田 大、田口信教、藤井康成、赤嶺卓哉、中高年の肩関節症例に対する水中運動の効果 全身・部位別体組成測定を含めて、九州・山口スポーツ医・科学研究会誌、査読有、26 巻、2014、1 - 5

赤嶺卓哉、高田 大、松村 勲、吉田剛一郎、藤井康成、田口信教、各種の運動形態の及ぼす女性の身体組成・骨密度への影響について、九州・山口スポーツ医・科学研究会誌、査読有、26 巻、2014、20 - 23

赤嶺卓哉、高田 大、松村 勲、小山田和行、坂中美郷、木葉一総、長島未央子、吉田剛一郎、添嶋裕嗣、体育大学女性スポーツ選手における競技種目別・部位別の骨密度についての調査研究、鹿屋体育大学学術研究紀要、査読有、48 巻、2014、1 - 9

赤嶺卓哉、吉田剛一郎、高田 大、小山田和行、坂中美郷、濱田幸二、長島未央子、田口信教、大学女性スポーツ選手における種目別の身体組成と骨密度に関する研究、整形外科と災害外科、査読有、62 巻、2013、694 - 696

赤嶺卓哉、吉田剛一郎、高田 大、小山田和行、坂中美郷、濱田幸二、木葉一総、長島未央子、藤井康成、田口信教、大学生女性スポーツ選手における競技種目別の全身身体組成・骨密度についての研究、九州・山口スポーツ医・科学研究会誌、査読有、25 巻、2013、59 - 62

高田 大、田口信教、藤井康成、赤嶺卓哉、腰痛症例の身体機能に与える水中運動の効果 全身・部位別体組成測定を中心に、九州・山口スポーツ医・科学研究会誌、査読有、25 巻、2013、14 - 17

〔学会発表〕(計 11 件)

赤嶺卓哉、大学生ヨット競技部員における骨密度についての研究 スキッパー群とクルー群との比較を中心に、第 28 回九州・山口スポーツ医・科学研究会、2015 年 12 月 19 日、「福岡大学病院メディカルホール(福岡県・福岡市)」

榮樂洋光、高田 大(3 番目)、萬久博敏(4 番目)、田口信教(9 番目)、赤嶺卓哉(10 番目)、若年女性低体重スポーツ選手における種目別の骨密度についての研究 カヌー競技を中心に、第 28 回九州・山口スポーツ医・科学研究会、2015 年 12 月 19 日、「福岡大学病院メディカルホール(福岡県・福岡市)」

赤嶺卓哉、萬久博敏(2 番目)、高田 大(3 番目)、田口信教(6 番目)、膝関節症例の身体機能に及ぼす水中運動の影響 全身・部位別骨密度測定(DXA 法)を含めて、第 130 回西日本整形・災害外科学会学術集会、2015 年 11 月 15 日、「宮崎市民プラザ(宮崎県・宮崎市)」

赤嶺卓哉、萬久博敏(2 番目)、高田 大(3 番目)、田口信教(6 番目)、膝関節症例の身体機能に対する水中運動療法の効果 全身・部位別体組成分析を含めて、第 129 回西日本整形・災害外科学会学術集会、2015 年 6 月 14 日、「九州大学医学部百年講堂(福岡県・福岡市)」

赤嶺卓哉、大学生スポーツ選手における種目別の骨密度についての研究 高荷重性競技を中心に、第 27 回九州・山口スポーツ医・科学研究会、2014 年 12 月 20 日、「福岡大学病院メディカルホール(福岡県・福岡市)」

黒川 剛、高田 大(2 番目)、田口信教(7 番目)、赤嶺卓哉(8 番目)、若年スポーツ選手における種目別の骨密度についての研究 低荷重性競技を中心に、第 27 回九州・山口スポーツ医・科学研究会、2014 年 12 月 20 日、「福岡大学病院メディカル

ホール（福岡県・福岡市）」  
赤嶺卓哉、高田 大（2 番目）田口信教（5 番目）腰痛症例の身体機能に対する水中運動の効果 全身・腰椎骨密度測定を含めて、第 128 回西日本整形・災害外科学会学術集会、2014 年 11 月 23 日、「沖縄コンベンションセンター（沖縄県・宜野湾市）」  
赤嶺卓哉、高田 大（3 番目）田口信教（8 番目）体育大学生女子スポーツ選手における各種目別の骨密度と身体組成についての研究、第 22 回鹿児島スポーツ医学研究会、2014 年 2 月 15 日、「鹿児島県医師会館（鹿児島県・鹿児島市）」  
赤嶺卓哉、高田 大（2 番目）田口信教（6 番目）各種の運動形態が及ぼす女性の身体組成・骨密度への影響について、第 26 回九州・山口スポーツ医・科学研究会、2013 年 12 月 14 日、「福岡大学病院メディカルホール（福岡県・福岡市）」  
高田 大、田口信教（2 番目）赤嶺卓哉（4 番目）中高年の肩関節症例に対する水中運動の効果 全身・部位別体組成測定を含めて、第 26 回九州・山口スポーツ医・科学研究会、2013 年 12 月 14 日、「福岡大学病院メディカルホール（福岡県・福岡市）」  
赤嶺卓哉、高田 大（3 番目）田口信教（8 番目）体育大学生女子スポーツ選手における各種目別の骨密度と身体組成についての調査研究、第 126 回西日本整形・災害外科学会学術集会、2013 年 11 月 9 日、「ANA クラウンプラザ宇部（山口県・宇部市）」

## 6．研究組織

### (1)研究代表者

赤嶺 卓哉（AKAMINE TAKUYA）  
鹿屋体育大学・スポーツ生命科学系・教授  
研究者番号：70175785

### (2)研究分担者

田口 信教（TAGUCHI NOBUTAKA）  
鹿屋体育大学・スポーツ・武道実践科学系・教授  
研究者番号：10171597  
萬久 博敏（MANKYU HIROTOSHI）  
鹿屋体育大学・スポーツ・武道実践科学系・准教授  
研究者番号：50239167  
高田 大（TAKATA DAI）  
鹿屋体育大学・スポーツ・武道実践科学系・助教  
研究者番号：40404545