

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 30 年 5 月 25 日現在

機関番号：37111

研究種目：基盤研究 (A) (一般)

研究期間：平成 25 年度～平成 29 年度

課題番号：25242065

研究課題名 (和文)

健康寿命延伸と介護予防に寄与する運動プロトコルの開発とシステム構築

研究課題名 (英文)

Development and system construction of exercise protocol that contributes to health lifetime extension and elderly care prevention

研究代表者

田中 宏暁 (TANAKA, Hiroaki)

福岡大学・スポーツ科学部・教授

研究者番号：00078544

交付決定額 (研究期間全体) (直接経費)：35,900,000円

研究成果の概要 (和文)：本研究では、(1) 高齢者を対象とした軽強度の有酸素運動が筋量増加に及ぼす影響を検討し、高齢者の有酸素性作業能や筋量増加、下肢筋力の向上効果を認めた。

(2) 異なる強度の間欠式トレーニングが骨格筋PGC-1 $\alpha$ の遺伝子発現ならびに心負担に及ぼす影響を検証し、PGC-1 $\alpha$ の遺伝子発現は運動強度に依存する傾向を示したが、高強度の運動でも短時間の間欠式に行えば、心負担も少なく安全に実施できる可能性を示した。(3) 軽強度の有酸素運動による認知機能の改善効果、認知症非移行率について検討し、長期の運動継続は認知症発症の予防や医療費の抑制効果を有することを明らかにした。

研究成果の概要 (英文)：This study clarified as follows: (1) low-intensity aerobic exercise training is effective for increase in aerobic capacity, muscle mass and muscle strength in elderly; (2) mRNA expression of PGC-1 $\alpha$  showed a tendency to depend on the exercise intensity, but high-intensity short-term intermittent exercise may be safe with less burden on the heart; (3) a continued long-term exercise training has the effect of prevention of the incidence of dementia and inhibiting the increasing in medical expenses. These results suggest that our exercise program may contribute to the construction of a regional support system for the extension of health lifetime and elderly care prevention in elderly.

研究分野：医歯薬学

キーワード：健康寿命, 介護予防, 至適運動強度, 運動トレーニング

## 1. 研究開始当初の背景

超高齢化社会に突入した我が国では、高齢者の健康寿命の延伸が緊急課題である。健康寿命短縮の原因は加齢に伴う有酸素性作業能の低下とサルコペニア、脳機能の低下である。有酸素性作業能の低下は心血管病のリスクを高め、海馬容量の低下と関連するため、有酸素性作業能を高めることは認知症予防の観点から極めて重要である。一方、サルコペニアは肥満や糖尿病、骨粗鬆症、転倒などと直接的、間接的に関連することが知られている。これらの背景から「持久性トレーニングによる有酸素性作業能の向上」と「筋力トレーニングによる筋量や筋力の増加」の両方が推奨されているが、これら両方の改善には異なるトレーニング法が必要となる。手軽に負担も少なく、単一の運動様式でこれらを同時に改善させることができれば、慢性疾患の予防や改善にとっては極めて有用なものとなる。

これまで、運動トレーニングによりミトコンドリア機能が向上し、有酸素性作業能およびインスリン感受性の改善効果が明らかにされており、このような代謝適応は1回々のトレーニングにより誘導されるミトコンドリア蛋白質のmRNA増加により誘導される。PGC-1 $\alpha$ はミトコンドリア蛋白質のmRNA転写を誘導する鍵遺伝子であり、PGC-1 $\alpha$ の過剰発現マウスはミトコンドリア機能、有酸素性作業能、インスリン感受性の増加、神経-筋接合部が成長するとともに、本蛋白質は神経切断により筋萎縮を抑制することが報告されている。我々は、これまでに極めて短い運動時間と4分の長いインターバルによって構成される間欠式トレーニングで顕著なPGC-1 $\alpha$ 遺伝子の発現が誘導されることを明らかにした。すなわち、PGC-1 $\alpha$ の発現する有酸素運動は、有酸素性作業能とインスリン感受性を高め、筋萎縮を抑制できる可能性を示唆している。以上のことから、様々な様式の運動でPGC-1 $\alpha$ の遺伝子発現が増加するかを探索することができれば、短期間に最適な運動プロトコルを見出すことができるとの発想にいたった。

## 2. 研究の目的

本研究では、(1) 無作為化割付試験により有酸素運動で筋量が増大するとの仮説を検証する。(2) 持久性トレーニングと間欠式トレーニングで異なる運動強度、持続時間、休息時間、頻度による一過性運動時の骨格筋PGC-1 $\alpha$ の遺伝子発現の変化を検討し、それらの発現を運動習慣が形成しやすく安全性の高い運動条件を見出す。本研究より、高齢者のみならず、あらゆる世代にわたる健康体力を高めるテーラーメイドの効率良い運動トレーニング法を示すことができる。(3) 運動習慣が形成しやすい運動手法により、高齢者を対象とした介入研究を行い、有酸素性作業能や筋量、認知機能の改善効果を検証し、

健康寿命延伸、介護予防のための地域支援システムを構築することを目的とした。

## 3. 研究の方法

### (1) 軽強度有酸素運動が高齢者の筋量増加に寄与するかを検証する無作為化割付試験

<介入方法> 対象者を無作為に軽強度の有酸素運動を実施する群としない群に割付け、筋量や筋力、有酸素性作業能、身体活動量の変化について検討した。運動介入群は、運動教室を実施し、教室や自宅で処方された個人の体力に合わせた運動を実施した。ステップ運動とスロージョギングを組み合わせた運動で1週あたり180分を目標とした。

<評価項目> 有酸素性作業能は、心音を用いた二重積屈曲点強度ならびに換気性作業閾値(VT)強度時のメッツを用いて評価した。身体機能は握力、膝関節伸展力、椅子立ち上がりテスト、Functional reach test、垂直跳び、開眼片脚立ち、Timed-up & go test、10m最大歩行時間を測定した。身体活動量は、単軸加速度センサー付き生活習慣記録器を用いて、介入期間中の歩数、低～高強度活動時間を連続して測定した。

### (2) 骨格筋PGC-1 $\alpha$ の発現を誘導し、安全性が高く、運動習慣が形成しやすい運動条件の確立

<研究プロトコルならびに測定項目> 若年健常者を対象に高強度(最大酸素摂取量強度)、低強度(VT強度)、高強度と低強度の間(中等度)強度で間欠式トレーニングを実施した。各強度の運動時間は、高強度で1分間、セット間の休息は4分間とし計20セット実施した。低強度と中等度強度は、高強度運動と総エネルギー消費量が同程度となるように運動時間と休息時間を設定した。骨格筋におけるPGC-1 $\alpha$ のmRNA発現量を測定するため、安静時、運動直後、運動終了3時間後に筋生検を行い、筋サンプルを採取した。運動直後のリン酸化酵素の活性を定量化するため、Western blotting法を用いてタンパク定量的解析を行った。運動中の心負担は、心収縮力を反映する第一心音振幅と心拍数の二重積を用いて評価した。

### (3) 高齢者を対象とした介入研究による認知機能の改善効果の検証

<介入方法> 福岡県那珂川町在住の65～99歳の高齢者のうち、本研究への同意が得られ、介入前調査にて軽度認知機能障害(MCI)疑いと判定されたものを対象とした。無作為にステップ運動を実施する群とストレッチを行う群に割付け、有酸素性作業能や身体機能、身体活動量、認知機能の変化について検討した。ステップ運動を実施する群は、VT強度の運動を週に1回、1回あたり60分の教室を実施し、24週間行った。自宅でも運動ができるようにステップ台を貸与し、教室と自宅で1週あたり180分を目標とした。ストレッチ

ング群は、1週に1回、1回あたり60分のストレッチングを中心とした軽強度運動の教室を実施した。両群ともに、介入終了後も継続して追跡を行い、2年後の認知機能についても調査した。

<評価項目> 有酸素性作業能は、VT強度時のメッツを用いて評価した。認知機能は、精神状態短時間検査 (MMSE) を用いて評価した。両群ともに介入前と24週後にこれらの評価を実施した。脳MRI検査を行い、海馬周辺領域の萎縮度を測定するVSRAD®法を用いて脳萎縮度を評価した。

#### 4. 研究成果

##### (1) 軽強度有酸素運動が高齢者の筋量増加に寄与するかを検証する無作為化割付試験

山口県柳井市の高齢者を対象に長期 (1年間) にわたるステップ運動とスロージョギングを組み合わせた有酸素運動を実施した結果、高齢者の身体活動量、特に高強度活動時間が有意に増加した。また、運動介入を実施した高齢者のうち、ベースライン時の有酸素性作業能や下肢筋力が低いものほど、二重積屈曲点強度時のメッツ、Timed-up & go test、椅子立ち上がりテストの改善効果が大きかった。また、福岡県那珂川町の高齢者を対象に短時間のスロージョギングと歩行を組み合わせた間欠式ジョギングによる運動介入が有酸素性作業能ならびに筋量に対する効果について検討した結果、運動介入群でVT強度時のメッツや骨格筋量の指標である細胞内液量、膝関節伸展力の改善が認められた。これらの結果より、ステップ運動とスロージョギングの併用や1分間の間欠式ジョギングによる運動介入により、高齢者の有酸素性作業能や筋量増加、下肢筋力の向上が期待できることを明らかにした (図1)。

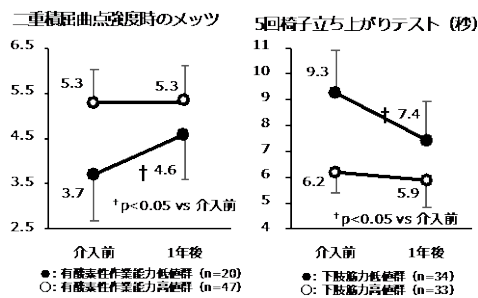


図1. 長期 (1年間) にわたるベンチステップ運動とスロージョギングを組み合わせた有酸素運動の効果  
ベースライン時の有酸素性作業能や下肢筋力が低いものほど、二重積屈曲点強度時のメッツや椅子立ち上がりテストの改善効果が大きかった

##### (2) 骨格筋PGC-1αの発現を誘導し、安全性が高く、運動習慣が形成しやすい運動条件の確立

若年健常男性9名を対象に、異なる強度の間欠式トレーニングが骨格筋PGC-1αの遺伝子発現ならびに心負担に及ぼす影響について検証した結果、運動終了3時間後のPGC-1αのmRNA発現量は、安静時に比べて低強度で2.8倍、中等度強度で2.5倍、高強度

で6.3倍まで有意に増加した。低強度と中等度強度の間に有意な交互作用は認められず、高強度は低強度や中等度強度と比較してPGC-1αのmRNAの発現が高い傾向を示した。AMPKの活性化に関連するACCのリン酸化についても検討したところ、安静時に比べて運動直後は低強度で2.1倍、中等度強度で3.1倍、高強度で3.9倍まで有意に増加したが、有意な交互作用は認められなかった。すなわち、ACCのリン酸化が全ての運動強度で確認されたことから、いずれの強度の運動でもAMPKが活性化され、PGC-1αの発現を誘導した可能性が考えられる。さらに、心負担の指標である第一心音振幅と心拍数の二重積は、安静時に比べて運動中の平均が低強度で2.7倍、中等度強度で2.8倍、高強度で4.6倍であり、高強度は低強度より高い傾向を示したが、有意な交互作用は認められなかった (図2)。本研究の結果より、骨格筋PGC-1αの遺伝子発現は運動強度に依存する傾向を示したが、高強度の運動でも短時間に間欠式に行えば、心負担も少なく安全に実施できるうえ、AMPKの活性化とPGC-1αを誘導するうえで十分な刺激となる可能性が示唆された。

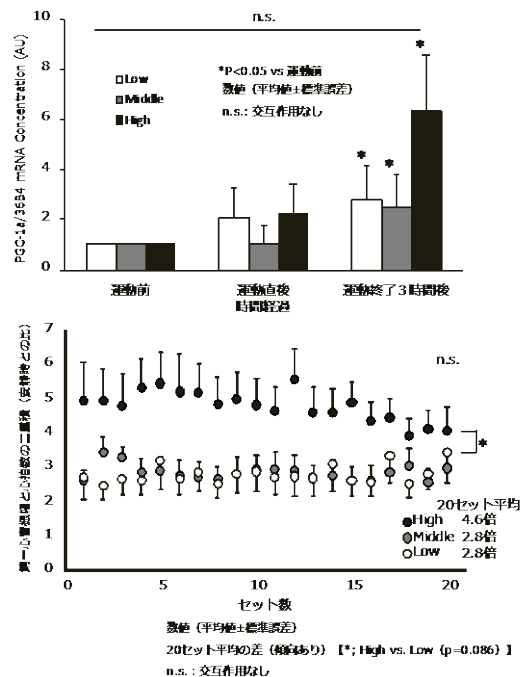


図2. 異なる強度の間欠式トレーニングが骨格筋PGC-1αの遺伝子発現ならびに心負担に及ぼす影響  
骨格筋PGC-1αの遺伝子発現は運動強度に依存する傾向を示したが、高強度の運動でも短時間に間欠式に行えば、心負担も少なく安全に実施

##### (3) 高齢者を対象とした介入研究による認知機能の改善効果

横断調査では、本研究に参加した高齢者1,073名の身体機能を測定し、身体機能低下者では認知機能が低下していることを確認した。そのうち脳MRIの測定が可能であった80名において、身体機能低下がある高齢者では、脳萎縮度が進行していることを明らかにした。

介入研究では、MCIの高齢者20名を対象に、無作為にステップ運動群とストレッチング群に割り付けて24週の運動プログラムを実施した。その結果、認知機能（MMSE）に関しては両群ともに向上し、群間差は認められなかったものの、換気性作業閾値強度時のメッツはステップ運動群で有意に向上した。さらに、両群ともに介入終了後も長期に運動を継続してもらい、2年後の脳萎縮度を測定した結果、運動を継続したものでは認知機能が正常に保たれていた（図3）。これまで、MCIの高齢者を3年間追跡した研究では、約70%が認知症に移行したと報告しており、本研究でも運動介入非参加者ののうち12.8%（6名/47名）は新規に認知症を発症していた。本研究の結果より、MRIによる海馬周辺の脳萎縮は認められず、長期の運動継続により認知症発症の予防に貢献できる可能性が示唆された。

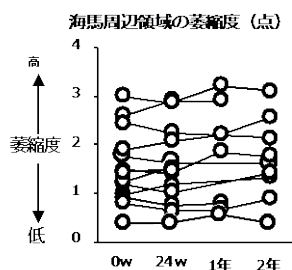


図3. 海馬周辺領域の脳萎縮度の長期変化  
運動継続群での2年間での認知症発症はなく、運動によって認知症の発症を予防または遅延できる可能性が示唆された。

##### 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕（計 15 件）

- Sagayama H, Shizuma K, Toguchi M, Mizuhara H, Machida Y, Yamada Y, Ebine N, Higaki Y, Tanaka H. Effect of health tourism weight loss program on body composition and health outcomes in healthy and excess-weight adults. *Br J Nutr* 2018; 119: 1133-1141.
- 下山寛之, 渡口慎子, 安方惇, 山崎郁美, 嶋田康平, 廣田貴也, 山田陽介, 海老根直之, 布目寛幸, 清永明, 桧垣靖樹, 田中宏暁. 短期間減量プログラムにおける運動介入と高たんぱく質に設定した低炭水化物食または高炭水化物食による食事制限が身体組成に与える影響. *日本スポーツ栄養研究誌* 2018; 11: 16-24.
- Sakamoto M, Tanaka H. Running at 'Pace with a smile' exceeds intensity of lactate threshold in elderly people. *J Exerc Sports Orthop* 2017; 4: 1-5.
- Hatamoto Y, Goya R, Yamada Y, Yoshimura E, Nishimura S, Higaki Y, Tanaka H. Effect of exercise timing on elevated postprandial glucose levels. *J Appl Physiol* 2017; 123: 278-284.
- Araki M, Hatamoto Y, Higaki Y, Tanaka H. "Slow walking with turns" increases quadriceps and erector spinae muscle activity. *J Ther Sci* 2017; 29: 419-424.
- Araki M, Hatamoto Y, Takae R, Jackowska M, Tanaka H. Turns in jogging increase energy expenditure: Proposed home exercise for sedentary people. *J Nov Physiother* 2017; 7: 1-6.
- Tanaka H, Aoyagi R, Ueno S, Hatamoto Y, Juckowska M, Shiose K, Higaki Y. Easily performed interval exercise induces to increase in skeletal muscle PGC-1 $\alpha$  gene expression. *Integr Mol Med* 2017; 4: 1-4.
- Ikenaga M, Yamada Y, Kose Y, Morimura K, Higaki Y, Kiyonaga A, Tanaka H; Nakagawa Study Group. Effects of a 12-week, short-interval, intermittent, low-intensity, slow-jogging program on skeletal muscle, fat infiltration, and fitness in older adults: randomized controlled trial. *Eur J Appl Physiol* 2017; 117: 7-15.
- Kose Y, Ikenaga M, Yamada Y, Morimura K, Takeda N, Ouma S, Tsuboi Y, Yamada T, Kimura M, Kiyonaga A, Higaki Y, Tanaka H; Nakagawa Study Group. Timed Up and Go test, atrophy of medial temporal areas and cognitive functions in community-dwelling older adults with normal cognition and mild cognitive impairment. *Exp Gerontol* 2016; 85: 81-87.
- 木室ゆかり, 古瀬裕次郎, 畑本陽一, 池永昌弘, 田中宏暁, 桧垣靖樹. 地域在住高齢者における身体機能評価を用いた認知機能低下者抽出方法の検討. *体力科学* 2017; 66: 143-151.
- 古瀬裕次郎, 池永昌弘, 山田陽介, 森村和浩, 武田典子, 町田由紀子, 栗山緑, 木村みさか, 清永明, 桧垣靖樹, 田中宏暁. 運動器不安定症の運動機能評価基準該当者における身体機能及び認知機能特性 -福岡那珂川研究-. *体力科学* 2016; 65: 521-531.
- 荒木真由美, 畑本陽一, 松田拓朗, 桧垣靖樹, 清永明, 田中宏暁. 心疾患患者のホームエクササイズ提案～Slow Walking & Turn の検討～. *心臓リハビリテーション* 2015; 20: 242-246.
- 北嶋康雄, 佐々木唯香, 田中宏暁. スロージョギングの有効性に関する研究—低速走行と歩行の生理学的データの比較から—. *ランニング学研究* 2014; 25: 19-27.
- Yamada Y, Ikenaga M, Takeda N, Morimura K, Miyoshi N, Kiyonaga A, Kimura M, Higaki Y, Tanaka H; Nakagawa Study. Estimation of thigh muscle cross-sectional area by single- and multifrequency segmental

bioelectrical impedance analysis in the elderly. *J Appl Physiol* 2014; 116: 176-182.

15. Ikenaga M, Yamada Y, Takeda N, Kimura M, Higaki Y, Tanaka H, Kiyonaga A. Dynapenia, gait speed and daily physical activity measured using triaxial accelerometer in older Japanese men. *J Phys Fitness Sports Med* 2014; 3: 147-154.

〔学会発表〕（計 36 件）

1. 高江理恵, 畑本陽一, 古瀬裕次郎, 小見山高明, 安方惇, 上原吉就, 檜垣靖樹, 田中宏暁. 高齢者のスロージョギングによる運動介入が身体活動量に及ぼす影響~福岡アイランドシティ Study~. 第 72 回日本体力医学会大会, 2017 年 9 月.
2. 木室ゆかり, 古瀬裕次郎, 畑本陽一, 池永昌弘, 檜垣靖樹, 田中宏暁. 地域在住高齢者の睡眠障害と身体能力及び身体活動の関係. 第 72 回日本体力医学会大会, 2017 年 9 月.
3. 古瀬裕次郎, 池永昌弘, 山田陽介, 武田典子, 森村和浩, 木村みさか, 清永明, 田中宏暁, 檜垣靖樹. 地域高齢者における車の運転習慣, 身体機能及び身体活動量の関係. 第 72 回日本体力医学会大会, 2017 年 9 月.
4. 山本泰暉, 檜崎兼司, 畑本陽一, 青柳遼, 田上友季也, 中島志穂子, 上原吉就, 檜垣靖樹, 田中宏暁. 一過性の間欠式スロージョギングは血中アナボリックホルモンを上昇させる. 第 72 回日本体力医学会大会, 2017 年 9 月.
5. 田上友季也, 小見山高明, 上原吉就, 檜垣靖樹, 田中宏暁. 主観的にこっこペースのジョギングは認知機能を向上させる. 第 72 回日本体力医学会大会, 2017 年 9 月.
6. 高江理恵, 畑本陽一, 古瀬裕次郎, 小見山高明, 釘本郁美, 安方惇, 栗山緑, 佐藤紀子, 静間佳代子, 中島志穂子, 上原吉就, 檜垣靖樹, 田中宏暁. 2 泊 3 日の短期減量は体重、身体組成の改善に寄与するか. 第 25 回西日本肥満研究会, 2017 年 7 月.
7. Takae R, Kishita K, Hatamoto Y, Yamamoto T, Yamaguchi M, Tanaka H. Effects of rapid weight loss on performance in runners. The 22<sup>th</sup> Annual Congress of the European College of Sports Science, July, 2017.
8. Sakamoto M, Inoue M, Sumitani K, Tanaka H. Running at 'pace with a smile' and at lactate threshold in elderly people. The 22<sup>th</sup> Annual Congress of the European College of Sports Science, July, 2017.
9. Narazaki K, Tanoue Y, Hatamoto Y,

Higaki Y, Tanaka H. IGF-1 Response in Middle-aged and Older Men during Continuous and Intermittent Cycling at lactate threshold. The 64<sup>nd</sup> American College of Sports Medicine Annual Meeting, June, 2017.

10. 高江理恵, 畑本陽一, 古瀬裕次郎, 小見山高明, 檜垣靖樹, 田中宏暁. 高齢者のたんぱく質摂取量と身体組成の関係. 第 71 回日本栄養・食糧学会大会, 2017 年 5 月.
11. 木室ゆかり, 古瀬裕次郎, 畑本陽一, 池永昌弘, 田中宏暁, 檜垣靖樹. 地域在住高齢者における認知機能と身体機能, 身体活動及び体力の関係. 第 18 回日本健康支援学会年次学術大会, 2017 年 3 月.
12. 荒木真由美, 畑本陽一, 田中宏暁. 室内で簡単に行え, エネルギー消費量を増加させる運動 "Slow Jogging with Turn" の提案. 第 37 回日本肥満学会, 2016 年 10 月.
13. 池永昌弘, 渡邊裕也, 山田陽介, 佐藤弘明, 上原吉就, 檜垣靖樹, 田中宏暁. 筋萎縮を伴う高齢者の大腿部における各筋容積と形状の特徴. 第 71 回日本体力医学会大会, 2016 年 9 月.
14. 高江理恵, 畑本陽一, 古瀬裕次郎, 木室ゆかり, 池永昌弘, 安方惇, 静間佳代子, 上原吉就, 檜垣靖樹, 田中宏暁. 高齢者の身体活動量とエネルギーバランスの関係. 第 71 回日本体力医学会大会, 2016 年 9 月.
15. 木室ゆかり, 古瀬裕次郎, 畑本陽一, 池永昌弘, 清永明, 田中宏暁, 檜垣靖樹. 地域高齢者の認知機能, 身体機能及び耐糖能異常の関係. 第 71 回日本体力医学会大会, 2016 年 9 月.
16. Sakamoto M, Hatamoto Y, Higaki Y, Tanaka H. Perceived exertion is lower in running than walking at the same heart rate and lactate level. The 21<sup>th</sup> Annual Congress of the European College of Sports Science, July, 2016.
17. Narazaki K, Aoyagi R, Nakashima S, Hatamoto Y, Higaki Y, Tanaka H. Intermittent running at lactate threshold evokes a comparable insulin-like growth factor-1 response to its continuous counterpart. factor-1 response to its continuous counterpart. The 63<sup>rd</sup> American College of Sports Medicine Annual Meeting, June, 2016.
18. Toguchi M, Sagayama H, Shizuma K, Machida Y, Yamada Y, Ebine N, Mizuhara H, Higaki Y, Tanaka H. Effect of rapid weight loss based on energy balance on body composition in short-term. The 13<sup>th</sup> International Congress on Obesity, May, 2016.
19. Takae R, hatamoto Y, Goya R,

- Kawanaka K, Higaki Y, Tanaka H. Physical activity level in relation to ad libitum energy intake and energy balance young men. The 13<sup>th</sup> International Congress on Obesity, May, 2016.
20. 田中宏暁, 森村和浩, 畑本陽一, 桧垣靖樹. CDを活用した1分間の間欠的スロージョギングの減量効果. 第36回日本肥満学会, 2015年10月.
21. 森村和浩, 佐藤紀子, 田中宏暁. 女性高齢者における要支援・要介護状態への移行リスクと有酸素性作業能の関係. 第22回日本未病システム学会学術総会, 2015年10月.
22. 鍵村昌範, 青柳遼, 中島志穂子, 桧垣靖樹, 清永明, 田中宏暁. 10秒間の短時間高強度間欠的運動がPGC-1 $\alpha$ 発現に及ぼす影響. 第70回日本体力医学会大会, 2015年9月.
23. 古瀬裕次郎, 池永昌弘, 森村和浩, 山田陽介, 武田典子, 三好伸幸, 清永明, 田中宏暁, 桧垣靖樹; The Nakagawa Study group. 地域高齢者の有酸素能と脳萎縮の関係. 第70回日本体力医学会大会, 2015年9月.
24. 檜崎兼司, 青柳遼, 中島志穂子, 桧垣靖樹, 田中宏暁. 間欠的運動による認知機能マーカーの一過性応答. 第70回日本体力医学会大会, 2015年9月.
25. 渡口慎子, 嶋田康平, 山崎郁美, 廣田貴也, 下山寛之, 布目寛幸, 桧垣靖樹, 田中宏暁. 短期間の急速減量プログラムはバレーボール選手の跳躍を向上させるか. 九州体育・スポーツ学会第64回大会, 2015年8月.
26. Aoyagi R, Higaki Y, Kiyonaga A, Tanaka H. PGC-1  $\alpha$  Gene expression induced by interval exercise at lactate threshold. The 20<sup>th</sup> Annual Congress of the European College of Sports Science, July, 2015.
27. Araki M, Hatamoto Y, Matsuda T, Higaki Y, Kiyonaga A, Tanaka H. 'Slow walking & turn' Training for health promotion of the elderly. The 20<sup>th</sup> Annual Congress of the European College of Sports Science, July, 2015.
28. 古瀬裕次郎, 池永昌弘, 森村和浩, 三好伸好, 栗山緑, 清永明, 田中宏暁, 桧垣靖樹; The Nakagawa Study Group. 認知機能低下者における運動介入の効果 - 福岡那珂川研究-. 第69回日本体力医学会大会, 2014年9月.
29. 田中宏暁, 下山寛之, 市川麻美子, 静間佳世子, 青柳遼, 安方惇, 西村紗奈, 畑本陽一, 清永明, 桧垣靖樹. 短期減量を目的としたヘルスツーリズム-肥満・糖尿病患者の事例報告-. 第22回西日本肥満研究会, 2014年7月.
30. Aoyagi R, Shiose K, Kiyonaga A, Higaki Y, Tanaka H. PGC-1 $\alpha$  gene expression induced by moderate intensity intermittent exercise. The 19<sup>th</sup> Annual Congress of the European College of Sports Science, July, 2014.
31. 荒木真由美, 畑本陽一, 桧垣靖樹, 清永明, 田中宏暁. 心疾患における家庭で行う運動の検討スロージャトルウォーキング (SSW) による運動負荷. 第49回日本理学療法学会, 2014年5月.
32. 池永昌弘, 山田陽介, 武田典子, 木村みさか, 桧垣靖樹, 田中宏暁, 清永明. 高齢者における筋力ならびに歩行速度と三軸加速度計による身体活動量の関係; 福岡・那珂川スタディ. 第56回日本老年医学会学術集会, 2014年5月.
33. 上野誠也, 塩瀬圭佑, 青柳遼, 松田拓朗, 桧垣靖樹, 清永明, 田中宏暁. 短時間であれば高強度運動中の心負担は軽減する. 第68回日本体力医学会大会, 2013年9月.
34. 池永昌弘, 田中宏暁, 森村和浩, 荒木裕佳, 古瀬裕次郎, 桧垣靖樹, 清永明. 1分間の間欠スロージョギングによる運動介入が高齢者の体力, 身体組成に及ぼす影響. 第68回日本体力医学会大会, 2013年9月.
35. 青柳遼, 塩瀬圭佑, 上野誠也, 清永明, 桧垣靖樹, 田中宏暁. 間欠式運動における運動強度の違いがPGC-1 $\alpha$ の発現量に与える影響. 第68回日本体力医学会大会, 2013年9月.
36. 古瀬裕次郎, 池永昌弘, 森村和浩, 山田陽介, 武田典子, 清永明, 田中宏暁, 桧垣靖樹; The Nakagawa study group. 運動器不安定症リスクを有する高齢者の身体的特性及び認知機能について. 第68回日本体力医学会大会, 2013年9月.

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

田中 宏暁 (TANAKA, Hiroaki)  
福岡大学・スポーツ科学部・教授  
研究者番号: 00078544

### (2) 研究分担者

桧垣 靖樹 (HIGAKI, Yasuki)  
福岡大学・スポーツ科学部・教授  
研究者番号: 10228702

上原 吉就 (UEHARA, Yoshinari)  
福岡大学・スポーツ科学部・教授  
研究者番号: 70373149

道下 竜馬 (MICHISHITA, Ryoma)  
産業医科大学・産業生態科学研究所・講師  
研究者番号: 10632028