

令和 5 年 6 月 30 日現在

機関番号：32620

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2020～2022

課題番号：20K23261

研究課題名（和文）運動歴は高齢期の骨格筋機能へ影響するか？ - 運動種目と実施年代に着目して -

研究課題名（英文）Do past exercise habits influence skeletal muscle function in older adults?  
Focus on exercise modalities and implementation periods.

研究代表者

田端 宏樹 (Tabata, Hiroki)

順天堂大学・大学院医学研究科・博士研究員

研究者番号：50876886

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）：高齢期の骨格筋量、筋力などの骨格筋機能の維持に有効な運動歴を明らかにするために、過去（青年期）および現在（高齢期）の運動習慣と高齢期の骨格筋機能との関連を検討した。骨格筋機能のピークを向上させる青年期と低下を抑える高齢期の両方の時期で運動習慣を有する高齢者では両時期で運動習慣を有さない高齢者に比べて骨格筋機能が高く、特に男性ではサルコペニアのリスクを低減できる可能性が示された。また、青年期にレジスタンス運動を実施した高齢女性では青年期に運動習慣を有さなかった高齢女性に比べて高齢期の握力や歩行速度が高くなる可能性が示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の成果として骨格筋機能のピークを高める青年期および低下を抑える高齢期の両時期での運動実施が高齢期の骨格筋機能の維持に有効であり、特に男性においてはサルコペニアのリスクと関連する可能性が示された。これまで、サルコペニアの予防策は骨格筋機能の顕著な低下が始まる50歳以降の中高齢者に対する運動施策に焦点が当てられてきた。しかし、本研究は高齢期の骨格筋機能の維持およびサルコペニアの予防には、中高年期からだけでなく、青年期の運動実施により骨格筋機能のピークを高めることが有用である可能性を示唆しており、今後の我が国の介護予防施策の確立に資する重要な知見である。

研究成果の概要（英文）：We investigated the relationship between past (adolescent) and current (elderly) exercise habits and skeletal muscle function in old age to elucidate the effectiveness of exercise history in maintaining skeletal muscle function, including skeletal muscle mass and muscle strength.

Older adults who had exercise habits during adolescence, leading to enhanced peak skeletal muscle function, and old age, mitigating its decline, exhibited higher skeletal muscle function compared to those without exercise habits in both periods, thereby suggesting a potential reduction in the risk of sarcopenia, particularly in men. Moreover, the findings implied that older women who engaged in resistance exercise during adolescence might have higher grip strength and walking speed in old age compared to their counterparts who did not have exercise habits during adolescence.

研究分野：応用健康科学

キーワード：サルコペニア 骨格筋機能 骨格筋量 筋力 運動歴 青年期

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

加齢や疾患により筋量、筋力、筋代謝などの骨格筋機能が著しく低下し、身体機能に障害を生じた状態はサルコペニアと定義されている(Cruz-Jentoft et al., 2019)。加齢に伴う骨格筋機能の変化には大きな個人差があり、サルコペニアになる人とならない人がいる(Sayer et al., 2008)。この個人差の要因を探る糸口として実施種目や実施年代による「運動歴」に着目した。

運動は骨格筋機能の維持・改善に有用である(Cartee et al., 2016)。骨格筋機能を改善する運動は2種類に大別され、レジスタンストレーニングは主に筋量や筋力を向上し(Mero et al., 2013)、持久性トレーニングは主にインスリン感受性すなわち筋の代謝能を改善する(Amador et al., 2020)。近年の研究で、運動の効果は骨格筋の遺伝子に記憶され、過去の運動歴が後年の骨格筋機能と関連すると示されている(Sharples et al., 2016)。しかし、レジスタンストレーニングと持久性トレーニングとで骨格筋への長期の影響は異なる可能性が示唆されており(Lindholm et al., 2016)、運動種目に応じて後年の骨格筋へ与える影響は異なるかもしれない。

また、骨格筋機能は20歳代でピークを迎え、50歳前後から徐々に低下していくため(Faulkner et al., 2007)、同じ運動でも若年期の実施と中年期、高齢期での実施とでは得られる効果は異なると推察される。実際に75歳以上の後期高齢者ではレジスタンストレーニングを実施しても若年者と異なり筋量は増大しないという報告がある(Lee et al., 2019)。

よって、実施する「種目」や「年代」に応じて運動トレーニングが骨格筋機能へ与える影響は異なり、現在(高齢期)の運動だけでなく過去(若年期、中年期)の運動が、高齢期の骨格筋機能と関連すると推測される。しかし、「いつ」から「どのような」運動の実施が高齢期の骨格筋機能の維持に有効であるかは未だ不明である。

### 2. 研究の目的

高齢期の骨格筋機能の維持に有効な過去および現在の「運動歴」を明らかにすること

### 3. 研究の方法

本研究は文京区在住高齢者を対象とした観察型前向きコホート研究“文京ヘルススタディー”のベースライン測定データを用いて解析した。

文京ヘルススタディーは無作為に抽出された東京都文京区在住の65~84歳の高齢者1629名(男性687名、女性942名)を対象として、二重X線吸収法(dual energy X-ray absorptiometry: DEXA)による全身骨格筋量、骨量、体脂肪量の測定、多用筋機能評価運動装置による脚伸展筋力、脚屈曲筋力および握力の測定、簡易型自記式食事歴訪質問票(BDHQ)による食事調査、経口糖負荷試験によるインスリン感受性の測定などの各種測定を5年毎に実施し、10年以上に渡り追跡する観察型前向きコホート研究である。2015年~2018年に1回目のベースライン測定を実施し、2020年より2回目の5年後追跡測定を実施している。

本研究では骨格筋機能指標(骨格筋量、握力、脚伸展・屈曲筋力、最大歩行速度、血中マイオカイン濃度、Phase Angle)および質問紙を用いた運動習慣調査のデータが全て揃っており、ステロイドを服薬していない1607名(男性:679名、女性928名)のデータを用いて次の解析(1)、(2)を実施した。

#### 解析(1): 青年期および高齢期の運動習慣と高齢期の骨格筋機能との関連

骨格筋の筋量・筋力は20歳代でピークを迎え、50歳以降徐々に低下する。そのため、高齢期の運動だけでなくピークを高める青年期の運動も高齢期の骨格筋機能の維持に有効であると推測される。そこで青年期と高齢期の運動習慣の組み合わせと高齢期の骨格筋機能との関連を検討した。

中学・高校生期の運動習慣の有無と現在(高齢期)の運動習慣の有無との組み合わせにより、青年期なし-現在なし(None-None群)、青年期なし-現在あり(None-Active群)、青年期あり-現在なし(Active-None群)、青年期あり-現在あり(Active-Active群)の4群に分け、潜在的交絡因子を調整した上でNone-Noneを基準とした場合の他の群のサルコペニアの有病率、サルコペニアの診断要素の保有率の多変量調整オッズ比および95%信頼区間を男女別に算出した。サルコペニアの診断はAWGS2019の診断基準を参考に握力(男性<28 kg、女性<18 kg)、骨格筋量(男性<7.0 kg/m<sup>2</sup>、女性<5.4 kg/m<sup>2</sup>)、最大歩行速度(男性<1.46 m/sec、女性<1.36 m/sec)で診断した。また、共分散分析を用いて4群間の骨格筋機能指標(骨格筋量、握力、脚伸展・屈曲筋力、最大歩行速度、血中マイオカイン濃度)を比較した。潜在的交絡因子として年齢、BMI、教育年数、喫煙歴、たんぱく質摂取量、2型糖尿病の有無、心血管疾患の有無、骨粗鬆症の有無を調整変数とした。

## 解析(2)：青年期の運動様式と高齢期の骨格筋機能との関連

レジスタンストレーニングと持久性トレーニングとで骨格筋の遺伝子修飾が異なる可能性が示唆されており(Lindholm et al., 2016)、実施した運動様式に応じて後年の骨格筋へ与える影響は異なるかもしれない。しかしながら、50年以上前の運動様式の違いが高齢期の骨格筋機能へ影響するかは不明なままである。そこで、青年期の運動様式の違いが高齢期の骨格筋機能へ与える影響を検討した。

中学・高校時代に実施していた運動部活動の種目をアメリカ心臓病学会の指針(Levine et al., 2015)を参考にレジスタンス運動レベル3段階、有酸素運動レベル3段階の9つのカテゴリーに分類した。レジスタンス運動レベル3かつ有酸素運動レベル1の運動種目の実施者(レジスタンス運動群：男性65名、女性32名)、レジスタンス運動レベル1かつ有酸素運動レベル3の運動種目の実施者(有酸素運動群：男性65名、女性34名)と中学・高校時代に運動習慣を有さなかった非運動群(男性：252名、女性493名)の3群に分け、共分散分析を用いて3群間の骨格筋機能指標(骨格筋量、握力、脚伸展・屈曲筋力、最大歩行速度)を比較した。潜在的交絡因子として年齢、BMI、教育年数、喫煙歴、たんぱく質摂取量、現在の運動習慣の有無、レジスタンス運動・有酸素運動以外の運動の実施有無、2型糖尿病の有無、心血管疾患の有無、骨粗鬆症の有無を調整変数とした。

## 4. 研究成果

### <研究の主な成果>

本研究の解析に用いた文京区在住高齢者1607名ではサルコペニアの保有者数は男性45名、女性16名であった。また、サルコペニアの診断要素である筋量低下の保有者数は男性97名、女性48名、筋力・身体機能低下の保有者数は男性174名、女性182名であった。

### 解析(1)の主な結果

男性ではNone-None群に対してNone-Active群、Active-None群では有意な差はなかったが、Active-Active群でサルコペニア(OR: 0.29, 95%CI: 0.09-0.95, P = 0.041)、筋量低下(OR: 0.21, 95%CI: 0.09-0.52, P = 0.001)、筋力・身体機能低下(OR: 0.53, 95%CI: 0.28-0.97, P = 0.038)のオッズ比が有意に低かった。女性でもNone-None群に対してNA群、AN群で有意な差はなかったが、AA群では筋力・身体機能低下(OR: 0.48, 95%CI: 0.27-0.84, P = 0.010)のオッズ比が有意に低かった。

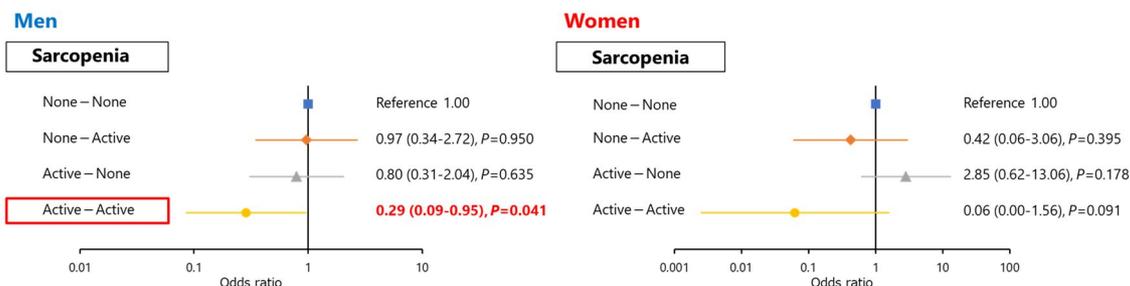


図1：4つの運動グループとサルコペニアの有病率の関連

\*年齢、BMI、教育年数、喫煙歴、たんぱく質摂取量、2型糖尿病の有無、心血管疾患の有無、骨粗鬆症の有無で調整

男性では青年期と高齢期(現在)の両方で運動習慣を持つ群で両方の時期に運動習慣を持たない群に比べて、サルコペニアのオッズ比が0.29倍と低かった。

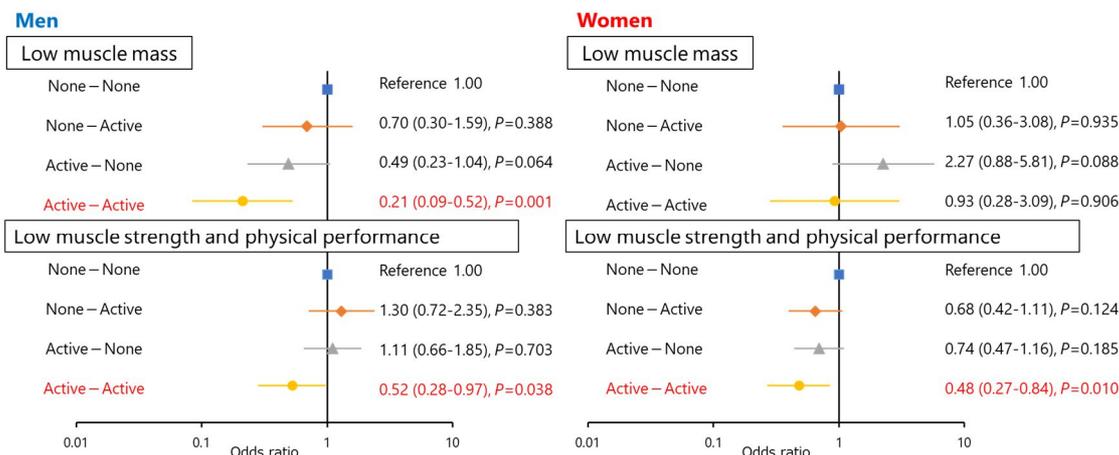


図2：4つの運動グループとサルコペニアの診断要素の保有率との関連

\*年齢、BMI、教育年数、喫煙歴、たんぱく質摂取量、2型糖尿病の有無、心血管疾患の有無、骨粗鬆症の有無で調整

青年期と高齢期(現在)の両方で運動習慣を持つ群で両方の時期に運動習慣を持たない群に比べて、男性では筋量低下の保有率のオッズ比が0.21倍、筋力・身体機能低下の保有率のオッズ比が0.52倍と低く、女性では筋力・身体機能低下の保有率のオッズ比が0.53倍と低かった。

また共分散分析の結果、男性では骨格筋量、握力、脚伸展筋力、脚屈曲筋力、歩行速度に4群間で有意な差はなかったが、筋質の指標である Phase Angle において Active-None 群に比べて Active-Active 群で有意に高かった(平均値 ± SE; Active-None 群: 5.02 ± 0.03 ° vs Active-Active 群: 5.22 ± 0.039 °, P < 0.001)。女性では None-None 群に比べて Active-Active 群で握力(平均値 ± SE; None-None 群: 20.8 ± 0.2 kg vs Active-Active 群: 21.9 ± 0.2 kg, P = 0.001)、歩行速度(平均値 ± SE; None-None 群: 1.79 ± 0.02 m/sec vs Active-Active 群: 1.90 ± 0.02 m/sec, P = 0.001)、脚屈曲筋力(平均値 ± SE; None-None 群: 0.56 ± 0.01 Nm/kg vs Active-Active 群: 0.61 ± 0.01 Nm/kg, P = 0.013)、Phase Angle(平均値 ± SE; Active-None 群: 4.48 ± 0.02 ° vs Active-Active 群: 4.60 ± 0.032 °, P < 0.001)が有意に高かった。また、脚屈曲筋力では Active-Active 群は Active-None 群に比べても有意に高かった(平均値 ± SE; Active-None 群: 0.56 ± 0.01 Nm/kg vs Active-Active 群: 0.61 ± 0.01 Nm/kg, P = 0.038)。

### 解析(2)の主な結果

男性では骨格筋量、握力、脚伸展筋力、脚屈曲筋力、歩行速度にレジスタンス運動群、有酸素運動群、非運動群の3群間で有意な差はなかったが、女性では非運動群に比べてレジスタンス運動群で握力(平均値 ± SE; レジスタンス運動群: 22.6 ± 0.6 kg vs 非運動群: 20.8 ± 0.1 kg, P = 0.011)と最大歩行速度(平均値 ± SE; レジスタンス運動群: 1.98 ± 0.05 m/sec vs 非運動群: 1.80 ± 0.01 m/sec, P = 0.003)が有意に高かった。

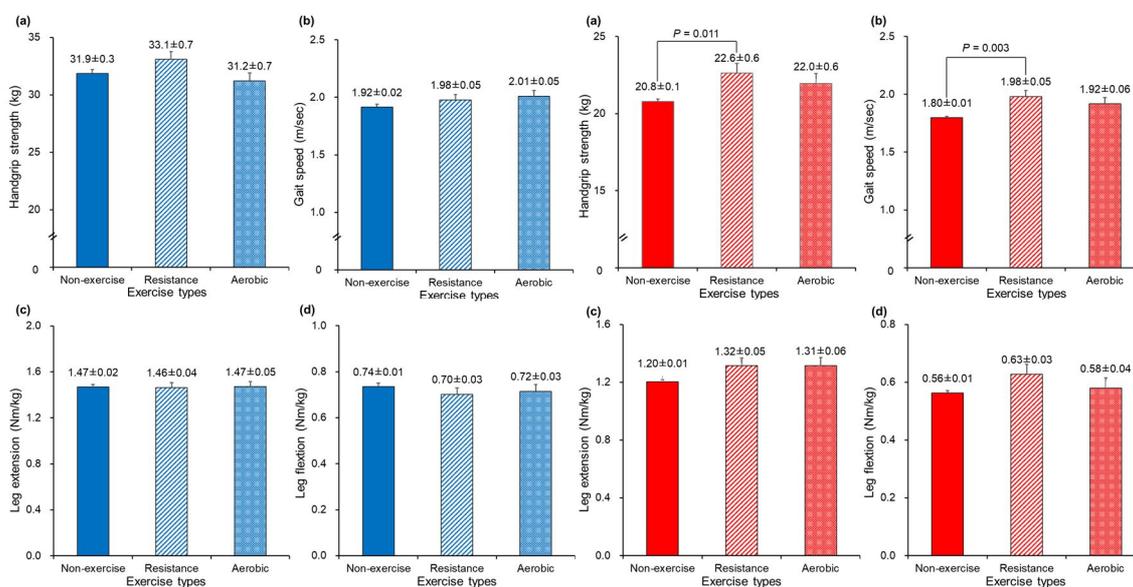


図3: 運動様式の違いと骨格筋機能との関連

\*年齢、BMI、教育年数、喫煙歴、たんばく質摂取量、現在の運動習慣の有無、他の運動種目の実施有無、2型糖尿病の有無、心血管疾患の有無、骨粗鬆症の有無で調整  
女性においてレジスタンス運動群で非運動群に比べて握力と歩行速度が有意に高かった。

### <得られた成果の国内外における位置づけとインパクト>

本研究の結果、骨格筋機能のピークを高める青年期および低下を抑える高齢期の両時期での運動実施が高齢期の骨格筋機能の維持に有効であり、特に男性においてはサルコペニアのリスクと関連する可能性が示された。

本研究で興味深い点は、数十年前の運動が高齢期の骨格筋機能の維持に関連する可能性を示した点である。これまで、サルコペニアの予防策は骨格筋機能の顕著な低下が始まる50歳以降の中高齢者に対する運動施策に焦点が当てられて来た。しかし、本研究は高齢期の骨格筋機能の維持およびサルコペニアの予防には、中高年期からだけではなく、青年期の運動実施により骨格筋機能のピークを高めることが有用である可能性を示唆しており、今後の我が国の介護予防施策の確立に資する重要な知見である。

### <今後の展望>

本研究の結果、青年期と高齢期の両時期での運動実施が高齢期の骨格筋機能の維持およびサルコペニアの予防に有効である可能性が示されたが、不明な点が多く残されている。本研究では、青年期から高齢までの間の時期の運動について考慮をしていない。また、高齢期の運動種目やどのくらいの量の運動実施が有効であるかは不明である。よって、今後、運動の実施時期および運動種目や運動量など“運動の詳細”により着目したさらなる研究が求められる。

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 2件/うちオープンアクセス 6件）

1. 著者名 Tabata Hiroki, Otsuka Hikaru, Shi Huicong, Sugimoto Mari, Kaga Hideyoshi, Someya Yuki, Naito Hitoshi, Ito Naoaki, Abudurezake Abulaiti, Umemura Futaba, Kiya Mai, Tajima Tsubasa, Kakehi Saori, Yoshizawa Yasuyo, Kawamori Ryuzo, Watada Hirotaka, Tamura Yoshifumi	4. 巻 14
2. 論文標題 Effects of exercise habits in adolescence and older age on sarcopenia risk in older adults: the Bunkyo Health Study	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle	6. 最初と最後の頁 1299 ~ 1311
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/jcsm.13218	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 Otsuka Hikaru, Tabata Hiroki, Shi Huicong, Kaga Hideyoshi, Someya Yuki, Abulaiti Abudurezake, Naito Hitoshi, Umemura Futaba, Kakehi Saori, Ishijima Muneaki, Kawamori Ryuzo, Watada Hirotaka, Tamura Yoshifumi	4. 巻 10
2. 論文標題 Associations of Exercise Habits in Adolescence and Old Age with Risk of Osteoporosis in Older Adults: The Bunkyo Health Study	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Clinical Medicine	6. 最初と最後の頁 5968 ~ 5968
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/jcm10245968	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 -

〔学会発表〕 計9件（うち招待講演 0件/うち国際学会 2件）

1. 発表者名 Hiroki Tabata, Hikaru Otsuka, Huicong Shi, Hideyoshi Kaga, Hitoshi Naito, Abulaiti Abudurezake, Saori Kakehi, Yasuyo Yoshizawa, Ryuzo Kawamori, Yoshifumi Tamura
2. 発表標題 Associations of Exercise Habits in Adolescence and Old age with Phase Angle in Older Adults: the Bunkyo Health Study
3. 学会等名 16th International Conference of the Society on Sarcopenia, Cachexia, & Wasting Disorders (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Hiroki Tabata, Hikaru Otsuka, Huicong Shi, Mari Sugimoto, Hideyoshi Kaga, Yuki Someya, Hitoshi Naito, Abulaiti Abudurezake, Futaba Umemura, Saori Kakehi, Yasuyo Yoshizawa, Ryuzo Kawamori, Yoshifumi Tamura
2. 発表標題 Associations of Exercise Habits in Adolescence and Old age with Risk of Sarcopenia in Older Adults: the Bunkyo Health Study
3. 学会等名 The 8th ASIAN CONFERENCE for FRAILTY AND SARCOPENIA (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 田端宏樹、大塚光、石薺聡、杉本真理、染谷由希、加賀英義、寛佐織、アブドラザク アブラティ、梅村二葉、内藤仁嗣、木屋舞、田島翼、吉澤裕世、河盛隆造、田村好史
2. 発表標題 青年期および現高齢期の運動習慣の組み合わせとサルコペニア・ダイナペニアの有病率との関連 - Bunkyo Health Study -
3. 学会等名 第8回日本サルコペニア・フレイル学会大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 大塚光、田端宏樹、石薺聡、加賀英義、染谷由希、アブドラザク アブラティ、寛佐織、佐藤元律、山崎望、内藤仁嗣、梅村二葉、河盛隆造、田村好史
2. 発表標題 青年期と高齢期の運動習慣と高齢期の骨粗鬆症リスクの関連性 - Bunkyo Health Study -
3. 学会等名 第23回日本骨粗鬆症学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 大塚 光、田端 宏樹、石 薺聡、加賀 英義、染谷 由希、アブドラザク アブラティ、 寛 佐織、内藤 仁嗣、伊藤 直顕、木屋 舞、田島翼、吉澤 裕世、梅村 二葉、河盛 隆造、田村 好史
2. 発表標題 中学・高校時代の運動種目が高齢期の骨密度に与える影響 “ Bunkyo Health Study ”
3. 学会等名 第9回日本介護予防・健康づくり学会大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 石 薺聡、田端 宏樹、大塚 光、加賀 英義、染谷 由希、アブドラザク アブラティ、 寛 佐織、佐藤 元律、山崎 望、内藤 仁嗣、梅村 二葉、河盛 隆造、田村 好史
2. 発表標題 生涯の運動習慣が高齢期の認知機能に与える影響－Bunkyo Health Study－
3. 学会等名 第9回日本介護予防・健康づくり学会大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 田端宏樹, 大塚光, 石薺聡, 染谷由希, 加賀英義, 佐藤元律, 山崎望, 寛佐織, アブドラザク アブラディ, 梅村二葉, 内藤仁嗣, 木屋舞, 河盛隆造, 田村好史
2. 発表標題 青年期および現在の運動が骨格筋機能に与える影響 - Bunkyo Health Study -
3. 学会等名 第8回日本介護予防・健康づくり学会大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 大塚光, 田端宏樹, 石薺聡, 加賀英義, 染谷由希, アブドラザク アブラディ, 寛佐織, 佐藤元律, 山崎望, 内藤仁嗣, 梅村二葉, 河盛隆造, 田村好史
2. 発表標題 青年期と現在の運動習慣が骨密度に与える影響
3. 学会等名 第8回日本介護予防・健康づくり学会大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 石薺聡, 田端宏樹, 大塚光, 加賀英義, 染谷由希, アブドラザク アブラディ, 寛佐織, 佐藤元律, 山崎望, 内藤仁嗣, 梅村二葉, 河盛隆造, 田村好史
2. 発表標題 青年期および現在の運動習慣が高齢期の認知機能に与える影響
3. 学会等名 第8回日本介護予防・健康づくり学会大会
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

<p>中学・高校生期と高齢期の両方の運動習慣がサルコペニアリスクを低減  <a href="https://www.juntendo.ac.jp/news/13517.html">https://www.juntendo.ac.jp/news/13517.html</a></p> <p>Effect of exercise habits in adolescence and older age on the risk of sarcopenia in older adults  <a href="https://www.eurekalert.org/news-releases/987220">https://www.eurekalert.org/news-releases/987220</a></p> <p>中学・高校生期と高齢期の両方の運動習慣が女性の骨粗鬆症リスクを低減  <a href="https://www.juntendo.ac.jp/news/20220125-01.html">https://www.juntendo.ac.jp/news/20220125-01.html</a></p>
---

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
研究協力者	河盛 隆造  (Kawamori Ryuzo)  (00116021)	順天堂大学・大学院医学研究科・特任教授    (32620)	
研究協力者	田村 好史  (Tamura Yoshifumi)  (80420834)	順天堂大学・国際教養学部・教授    (32620)	
研究協力者	石 奮聡  (Shi Huicong)		
研究協力者	大塚 光  (Otsuka Hikaru)		

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