

令和 6 年 6 月 5 日現在

機関番号：16401

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2021～2023

課題番号：21K10472

研究課題名（和文）8歳児における握力及び四肢筋量と動脈硬化危険因子との関連

研究課題名（英文）Relationship between grip strength and appendicular muscle mass and risk factors for atherosclerosis in 8-year-old children

研究代表者

幸 篤武 (Yuki, Atsumu)

高知大学・教育研究部人文社会科学系教育学部門・准教授

研究者番号：00623224

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,100,000円

研究成果の概要（和文）：握力については、中性脂肪、LDLとの関連は認められなかったものの、HDLと有意な正の関連が認められた。上肢の骨格筋量で除して相対値化した握力との関連についても検討した結果についても同様の傾向が示された。また握力と腹囲の交互作用の影響を検討した結果、有意性が認められなかった。四肢筋量については、中性脂肪、HDLとの関連は認められなかったものの、LDLと有意な負の関連が認められた。また四肢筋量と腹囲の交互作用の影響を検討した結果、中性脂肪、HDLとの間に有意性が認められた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

学童期の生活習慣改善の機会の提供：本研究は筋力及び筋量と動脈硬化の危険因子との関連性を示した。特に握力は学校の体力テストでも広く実施されている。これらの非侵襲性の指標を用いることで、ライフステージの早期にあたる学童期から生活習慣の見直しをはかることができる可能性がある。  
運動処方プログラムの選択肢が増える：本研究では肥満であっても筋力や筋量が高ければ動脈硬化の危険因子の状態が良好であることを限定的ではあるが示しており、短時間で実施可能なレジスタンス運動も選択可能となると考えられる。これにより個人の嗜好にあった運動プログラムを設定できるようになり、運動の習慣化につなげることができる可能性がある。

研究成果の概要（英文）：Grip strength was positively associated with HDL, although it was not associated with triglycerides or LDL. Similar relationships were observed when grip strength was divided by the skeletal muscle mass of the upper limb. The interaction between grip strength and abdominal circumference was not associated with triglycerides, LDL or HDL. Appendicular muscle mass was negatively associated with LDL, although it was not associated with triglycerides or HDL. The interaction between appendicular muscle mass and abdominal circumference was significant with triglycerides and HDL.

研究分野：体力科学

キーワード：動脈硬化

1. 研究開始当初の背景

我が国の死因の多数を占める循環器疾患(人口動態統計, 2018)の原因のひとつが動脈硬化である。この動脈硬化の初期徴候は小児期に既に認められることが報告されており(McGill Jr 2000)、学童期から動脈硬化やその危険因子である血圧、血糖、血中脂質、そして肥満に対して注意をはらう必要がある。しかしながら、成人では健康診断で血液検査や血圧測定が行われることが一般的であるが、学童期には成人のように動脈硬化の危険因子の状態を定期的に把握する機会はない。採血などの医学検査によらない学童に対して適応可能な動脈硬化の危険因子の代理的指標を基として、生活習慣の改善や良好な生活習慣の確保をはかることができれば、動脈硬化の進行や循環器疾患の発症の抑制へつなげると考えられる。

近年では小児における筋力と動脈硬化の危険因子との関連が示唆されており、とりわけ握力を指標とした研究が多くみられる。海外の研究では、握力と収縮期血圧、糖代謝、血中コレステロール性状との関連が報告されている(Li 2018; Agostinis-Sobrinho 2018 など)。しかしながら、日本人の小児を対象に握力と動脈硬化の危険因子との関連を検討した報告は、脂質性状との関連を報告した1編のみであり(城所 2017)、我が国の学童における握力と動脈硬化危険因子との関連については依然として不明な点が多い。また筋力発揮の基盤である骨格筋の量についても、血圧、糖代謝、血中脂質と関連することが報告されている(Hou 2015; Zaniqueli 2020 など)。しかしながら我が国の学童を対象に筋量とこれらの動脈硬化危険因子との関連を検討した研究は、涉猟しえた限りでは見当たらない。

さらに肥満は血圧や血糖、血中脂質とともに動脈硬化の独立した危険因子の1つであるが、一方で肥満は血圧や血糖、血中脂質とも関連している。興味深いことに、過体重や体脂肪率が高くとも全身持久力や総合的な体力が高ければ、血中脂質や血圧は良好な状態を示すことが報告されている(Sasayama 2015; 城所 2017 など)。しかしながら、筋力単一や筋量についても同様の結果が得られるかについては明らかとなっていない。

循環器疾患の抑制には動脈硬化の予防が不可欠であり、その危険因子である血圧や糖代謝、脂質代謝についてもライフステージのより早期にあたる学童期から注意をはらう必要がある。2型糖尿病は8歳以降増加する(小児慢性特定疾患治療研究事業)。また高血圧や脂質異常症の基盤となる肥満の頻度は、男子は6歳で4.5%、11歳で10.0%、女子も同等とされている(平成30年度 学校保健統計調査)。小児の糖尿病や肥満の多くは成人へ移行するとされており、学童期に動脈硬化の危険因子の状態を把握し、生活習慣改善の機会を確保することは極めて重要といえる。しかしながら、小児期に動脈硬化の危険因子の状態を把握する機会ほとんど無いことが問題となる。動脈硬化やその危険因子は自覚症状が乏しく、また小児糖尿病患者でも肥満を必ずしも合併するわけではないことから(Sugihara 2008)、学童期において肥満などの外見的問題が見受けられない場合には糖代謝や脂質代謝異常に気づかない場合が多々あると考えた。実際に2019年の高知UCにおけるエコチル調査の8歳児学童期検査より、少なくない数で医師による何らかの所見がおり(未発表データ)、糖代謝異常や脂質代謝異常などが潜在化している可能性がうかがえる結果を得た。以上のことから、学童期から動脈硬化の予防をはかる上で「医学的検査によらない動脈硬化の危険因子のスクリーニング指標を探索し、確立する必要がある」と着想するに至った。

以上を踏まえ、本研究では次の Research Question (RQ) を設定して、その解明を目指すこととする。

- RQ1. 筋力は動脈硬化の危険因子やその異常と関連するか
- RQ2. 骨格筋量は動脈硬化の危険因子やその異常と関連するか
- RQ3. 筋力や骨格筋量が高ければ肥満であっても動脈硬化危険因子は良好であるか

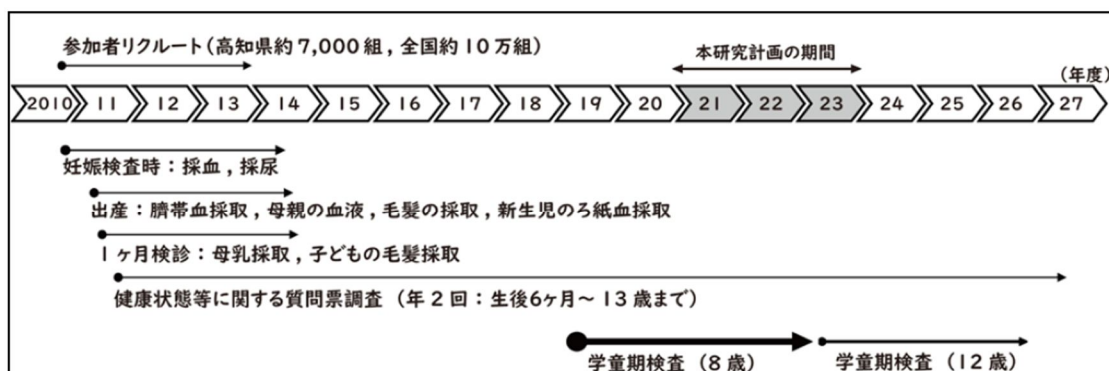


図1. エコチル調査ロードマップ

## 2. 研究の目的

2019年から開始されているエコチル調査の学童期検査に参加する学童約2,000名の8歳時点のデータを用い、筋力及び筋量と動脈硬化危険因子と関連するか明らかにすることを第一の目的とした。また筋力及び筋量と動脈硬化危険因子との関連に対して肥満が及ぼす影響について明らかにすることを第二の目的とした。

## 3. 研究の方法

8歳時学童期検査参加者2,192名のうち、選択除外基準に照らし合わせた665名分のデータを用い、握力及び生体インピーダンス法による骨格筋量と血中の動脈硬化の危険因子である血中脂質（中性脂肪、LDL: Low Density Lipoprotein、HDL: High Density Lipoprotein）との関連について、一般線形モデルなどを用いた検討を行った。また筋力及び筋量の多寡と動脈硬化の危険因子との関連に対する肥満の交絡についても検討を行うため、握力ならびに四肢筋量と内臓脂肪量指標である腹囲との交互作用項を投入した一般線形モデルを用いた検討を行った。

## 4. 研究成果

握力については、中性脂肪、LDLとの関連は認められなかったものの、HDLと有意な正の関連が認められた ( $F=4.88$ ,  $p<0.05$ )。また上肢の骨格筋量で除して相対値化した握力との関連について検討した結果についても同様の傾向が示され、中性脂肪、LDLとの関連は認められなかったものの、HDLと有意な正の関連が認められた ( $F=4.63$ ,  $p<0.05$ )。

四肢筋量については、中性脂肪、HDLとの関連は認められなかったものの、LDLと有意な負の関連が認められた ( $F=8.72$ ,  $p<0.01$ )。また四肢筋量と腹囲の交互作用の影響を検討した結果、中性脂肪 ( $F=4.51$ ,  $p<0.05$ )、HDL ( $F=13.83$ ,  $p<0.01$ )との間に有意性が認められた。さらに四肢筋量をBMIで除して相対値化した場合についても検討を行った。その結果は四肢筋量を相対値化しない場合と同様であり、中性脂肪、HDLとの関連は認められなかったものの、LDLと有意な負の関連が認められた ( $F=17.30$ ,  $p<0.0001$ )。一方で相対値化された四肢筋量と腹囲との交互作用は中性脂肪、LDL、HDLのいずれに対しても有意性を示さなかった。

成人では握力は循環器疾患のリスク指標とされており (Leong, Lancet, 2015)、小児でも同様の指摘がある (Ramírez-Vélez, J Pediatr, 2016)。小児期の握力は身体活動量と関連しており (笹山, 体力科学, 2009)、成人と同様に総合的な体力とよく関連する。小児期の握力と動脈硬化の危険因子との関連についての報告は海外に多く、血圧、総/HDLコレステロール比 (Artero, Pediatric Diabetes, 2011) についての報告がある (Fraser, Med Sci Sports Exerc, 2016)。一方、日本人小児を対象とした報告は、握力と脂質性状との関連を報告した横断研究があるが (城所, 体力科学, 2017)、握力と血中脂質との間に有意な関連を認めなかったことを報告しており、HDLと握力との間に関連を認めた本研究の結果とは異なるものであった。

筋量についても海外での報告が中心であり、小児期の筋量が多いほど血中脂質性状 (Dai, Clin Lipidol, 2011) は良好とされている。本邦学童を対象に筋量とこれらの動脈硬化の危険因子との関連を検討した研究は、渉猟した限りでは見当たらない。本研究では、四肢筋量とLDLとの間に有意な負の関連を認めており、四肢筋量が血中脂質の状態をある程度反映する指標となり得る可能性が推察される。一方で、四肢筋量と腹囲との交互作用の影響についての解析結果は分かれており、さらなる検討は必要と考えられた。

以上より、次の通りの回答を得た。

- RQ1. 筋力は動脈硬化の危険因子やその異常と関連するか
- RQ2. 骨格筋量は動脈硬化の危険因子やその異常と関連するか
- RQ3. 筋力や骨格筋量が高ければ肥満であっても動脈硬化危険因子は良好であるか

- A1. 握力が高いほど血中HDLの状態は良い可能性があること
- A2. 四肢の骨格筋量が多いほど血中LDLの状態は良い可能性があること
- A3. 腹囲が大きい場合でも筋力や骨格筋量が高いことで保護的に作用する可能性があること

本研究の社会的意義は次の通りである。

学童期の生活習慣改善の機会の提供：本研究は筋力及び筋量と動脈硬化の危険因子との関連性を示した。握力や筋量の測定は侵襲を伴わず、また握力は学校の体力テストでも広く実施されている。これらを指標とすることで、ライフステージのより早期にあたる学童期から生活習慣の見直しや良好な生活習慣の確保をはかることができる可能性があることが示唆された。

運動処方プログラムの選択肢が増える：一般に肥満の改善には比較的長時間の有酸素運動が課されるが、肥満者は長時間の運動を苦手とすることが多い。本研究では「肥満であっても筋力や筋量が高ければ動脈硬化の危険因子の状態が良好である」ことを限定的ではあるが示しており、短時間で実施可能なレジスタンス運動も選択可能となると考えられる。これにより個人の嗜好にあった運動プログラムを設定できるようになり、運動の継続、習慣化につながる可能性があることが示唆された。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計9件（うち査読付論文 9件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 J-P NA, Mitsuda N, Eitoku M, Yamasaki K, Maeda N, Fujieda M, Suganuma N; Japan Environment and Children's Study (JECS) Group	4. 巻 Online ahead of print
2. 論文標題 Influence of chest/head circumference ratio at birth on obstetric and neonatal outcomes: The Japan environment and children's study	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 American Journal of Human Biology	6. 最初と最後の頁 e23875
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/ajhb.23875	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 Mitsuda N, Eitoku M, Yamasaki K, J-P Naw Awn, Fujieda M, Suganuma N, Japan Environment and Children's Study (JECS) Group	4. 巻 128
2. 論文標題 Association between the ratio of placental weight to birthweight and the risk of neurodevelopmental delay in 3-year-Olds: The Japan environment and Children's study	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Placenta	6. 最初と最後の頁 49 ~ 56
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.placenta.2022.08.007	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 Minami M, J-P NA, Noguchi S, Eitoku M, Muchanga SMJ, Mitsuda N, Komori K, Yasumitsu-Lovell K, Maeda N, Fujieda M, Suganuma N; Japan Environment and Children's Study (JECS) Group	4. 巻 22
2. 論文標題 Gestational weight gain mediates the effects of energy intake on birth weight among singleton pregnancies in the Japan Environment and Children's Study	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 BMC Pregnancy and Childbirth	6. 最初と最後の頁 568
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s12884-022-04898-3	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 Yamasaki K, Mitsuda N, J-P NA, Eitoku M, Maeda N, Fujieda M, Suganuma N; Japan Environment and Children's Study Group (JECS Group)	4. 巻 205
2. 論文標題 Dose-response relationships between maternal urinary cotinine and placental weight and ratio of placental weight to birth weight: The Japan Environment and Children's Study	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Environmental Research	6. 最初と最後の頁 112470 ~ 112470
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.envres.2021.112470	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 Kunimi Yusuke, Minami Marina, Muchanga Sifa Marie Joelle, Eitoku Masamitsu, Hayashi Kazutoshi, Fujieda Mikiya, Suganuma Narufumi, Maeda Nagamasa	4. 巻 299
2. 論文標題 Exogenous oxytocin used to induce labor has no long-term adverse effect on maternal-infant bonding: Findings from the Japan Environment and Children's Study	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Affective Disorders	6. 最初と最後の頁 37 ~ 44
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jad.2021.11.058	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 Mitsuda Naomi, J-P Naw Awn, Hosokawa Takatoshi, Eitoku Masamitsu, Fujieda Mikiya, Suganuma Narufumi	4. 巻 44
2. 論文標題 Breastfeeding and risk of febrile seizures in the first 3 years of life: The Japan Environment and Children's Study	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Brain and Development	6. 最初と最後の頁 203 ~ 209
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.braindev.2021.10.008	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 Dinkler Lisa, Yasumitsu-Lovell Kahoko, Eitoku Masamitsu, Fujieda Mikiya, Suganuma Narufumi, Hatakenaka Yuhei, Hadjikhani Nouchine, Bryant-Waugh Rachel, R?stam Maria, Gillberg Christopher	4. 巻 168
2. 論文標題 Development of a parent-reported screening tool for avoidant/restrictive food intake disorder (ARFID): Initial validation and prevalence in 4-7-year-old Japanese children	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Appetite	6. 最初と最後の頁 105735
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.appet.2021.105735	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 J-P Naw Awn, the Japan Environment and Children's Study (JECS) Group, Minami Marina, Eitoku Masamitsu, Maeda Nagamasa, Fujieda Mikiya, Suganuma Narufumi	4. 巻 21
2. 論文標題 Lack of concern about body image and health during pregnancy linked to excessive gestational weight gain and small-for-gestational-age deliveries: the Japan Environment and Children's Study	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 BMC Pregnancy and Childbirth	6. 最初と最後の頁 396
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s12884-021-03827-0	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 Yasumitsu-Lovell Kahoko, Thompson Lucy, Fernell Elisabeth, Eitoku Masamitsu, Suganuma Narufumi, Gillberg Christopher, the Japan Environment and Children's Study Group	4. 巻 16
2. 論文標題 Birth month and infant gross motor development: Results from the Japan Environment and Children's Study (JECS)	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 PLOS ONE	6. 最初と最後の頁 e0251581
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1371/journal.pone.0251581	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1件(うち招待講演 0件/うち国際学会 0件)

1. 発表者名 安光 ラヴェル香保子, Lucy Thompson, Elisabeth Fernell, 栄徳 勝光, 菅沼 成文, Christopher Gillberg, and the Japan Environment and Children's Study Group
2. 発表標題 子どもの出生月と粗大運動発達に関連について
3. 学会等名 第92回日本衛生学会学術総会
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

こうちエコチル調査 <a href="https://kochi-ecochil.jp/">https://kochi-ecochil.jp/</a>
--

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	満田 直美  (Mitsuda Naomi)  (30611389)	高知大学・医学部・特任助教   (16401)	

6. 研究組織（つづき）

	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	栄徳 勝光  (Eitoku Masamitsu)  (50552733)	高知大学・教育研究部医療学系連携医学部門・講師     (16401)	

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