

日本人とブラジル人高齢者の太ももの超音波横断画像

## 日本人とブラジル人の筋内脂肪指標はともに筋量と反比例する

国立大学法人東海国立大学機構 名古屋大学総合保健体育科学センターの秋間 広 教授、田中 憲子 准教授、中京大学の吉子 彰人 助教らの研究グループは、ブラジル・Federal University of Rio Grande do Sul の Ronei S. Pinto 准教授らとの二国間共同研究で、日本人とブラジル人の高齢者における筋内脂肪指標（筋内に脂肪や結合組織が含まれる割合の指標）には両国ともに筋量の指標である筋厚が最も強く関係し、さらに日本人では性別と年齢がブラジル人では皮下脂肪厚、除脂肪体重、体格指数（BMI）<sup>注1</sup>が筋内脂肪指標と関係することを明らかにしました。

加齢により骨格筋量や筋力が低下することはサルコペニアとしてよく知られています。また、筋内に霜降り状に脂肪（以下、筋内脂肪）が蓄積することが明らかにされています。筋内脂肪の蓄積は代謝性疾患の危険因子であり、また炎症等を引き起こすことで骨格筋の機能を低下させることが示唆されています。筋内脂肪に関しては日本人を含むアジア人と他の人種とを比較した研究は皆無であるため、日本人における筋内脂肪の特徴を探る目的のため、二国（日本とブラジル）の高齢者を対象に筋内脂肪に影響する因子に関する国際比較を行いました。

日本人とブラジル人の高齢男女計 84 名の太ももにおける超音波画像から筋内脂肪指標、筋厚を測定し、さらに身体組成、運動機能の測定を行いました。身長、体重、BMI、腹囲、体脂肪率、除脂肪体重は日本人がブラジル人と比較して有意に低値を示しました。運動機能では握力を除くそれ以外の 4 つの測定において、日本人はブラジル人より有意に優れていました。統計手法を用いて筋内脂肪指標に影響する因子を検索した結果、日本人では筋厚が、ブラジル人では筋厚と皮下脂肪厚が抽出され、追加の解析により日本人では性別と年齢が、ブラジル人では除脂肪体重と BMI が抽出されました。

本研究の興味深い点は、人種や国籍に関係なく筋内脂肪指標を説明する因子として筋量の指標である「筋厚」が抽出されたことです。また、追加の解析において、日本人で抽出された性別と年齢は自助努力では変えることができませんが、ブラジル人で抽出された除脂肪体重と BMI については、運動や食事などにより改善可能な因子であることがわかります。

本研究の結果は、年を重ねても筋肉を良好な状態に保つためには筋肉量が減らないよう少し負荷のかかる運動やバランスのとれた食事が重要であることを示唆しています。またブラジル人においては除脂肪体重や BMI に気を配る必要があることを示しています。

本研究成果は、2020 年 12 月 16 日付 PLoS One 誌電子版に掲載されました。また、この研究は日本学術振興会・二国間交流事業共同研究 (120189931)の助成を受けています。

## 【ポイント】

- 日本人とブラジル人の高齢者 84 名の太ももの超音波画像から筋内脂肪指標、筋厚、皮下脂肪厚を測定し、また身体組成、運動機能についても測定した。
- 日本人はブラジル人と比較して、身長、体重、体格指数 (BMI)、腹囲、体脂肪率、除脂肪体重で有意に低値を示し、椅子の座り立ちテストや歩行能力などの身体機能テストにおいて良い結果を示した。
- 超音波画像から求めた筋内脂肪指標と筋厚には、日本人とブラジル人で有意な差は見られなかったが、皮下脂肪厚は日本人が有意に低値を示した。
- 筋内脂肪指標に関係する因子を調べた結果、関係の強い順に日本人では、1) 筋厚、2) 性別、3) 年齢、ブラジル人では、1) 筋厚、2) 皮下脂肪厚、3) 除脂肪体重、4) BMI が選ばれた。
- これらの結果は国籍や人種に関係なく、筋量を示す筋厚が筋内脂肪指標に強く影響することが明らかとなった。その他の因子については日本人では自助努力によって改善することができないが、ブラジル人では自助努力で改善できるものであった。

## 【研究背景と内容】

加齢によって骨格筋の量や筋力が低下することは“サルコペニア<sup>注2)</sup>”と呼ばれ、比較的よく知られています。一方、加齢によって筋内に脂肪が霜降り状に蓄積（以下、筋内脂肪）し、その結果、骨格筋の“質”<sup>注3)</sup>も低下しますが、これについてはサルコペニアほど注目されていません。しかしながら、筋内脂肪や結合組織が増えることにより筋の質が低下し、代謝的・機能的変化が引き起こされます。例えば、筋内脂肪の増加は高齢者における筋機能や運動機能の低下と関連し、さらには糖代謝能を低下させることが示唆されています。

骨格筋の超音波画像の輝度 (=明るさ) を定量的に評価することにより、筋内脂肪や結合組織の量を“筋内脂肪指標”として評価することが可能となってきました。これまで筋内脂肪指標に関して、高齢男女での比較、前期高齢者と後期高齢者での比較、筋力発揮特性との関係などに注目した研究が行われてきました。また、黒人と白人の筋内脂肪について比較した研究も報告されています。しかしながら、日本人を含むアジア人と他の人種での筋内脂肪の特徴について比較した研究は皆無であり、明らかになっていない点が多いのが現状でした。

本研究では日本人とブラジル人の高齢者を用いて、超音波画像の筋内脂肪指標と筋厚、皮下脂肪厚、身体組成および運動機能との関係について検討して、「どのような因子が筋内脂肪指標に影響するのか」について二国間で比較検討することを目的としました。

## 【研究成果】

研究参加に同意の得られた日本人高齢者男女 42 名（平均年齢 70.4 歳）、ブラジル人高齢者男女 42 名（平均年齢 70.8 歳）が本研究の実験に参加しました。なおブラジル人は白人系 30 名、黒人系 6 名、多民族系 5 名、日系 1 名から構成されていました。太もも前面部・大腿四頭筋の超音波画像の筋エコー強度（画像の濃淡）を筋内脂

肪指標とし、筋厚、皮下脂肪厚を評価しました（図1参照）。研究対象者はインピーダンス法または二重エネルギーX線吸収法により全身の体脂肪量、体脂肪率、除脂肪体重<sup>注4)</sup>を測定し、運動機能測定として30秒間の上体起こし（回数）、床から立ち上がり（秒）、10回椅子座り立ち（秒）、5m最大速度歩行（秒）、握力（kg）の測定を行いました。

その結果、筋内脂肪指標と筋厚では、日本人とブラジル人で有意な差は認められませんでした。身長、体重、BMI、腹囲、体脂肪率、除脂肪体重は日本人がブラジル人と比較して有意に低値を示しました。運動機能では握力を除くそれ以外の4つの測定において、日本人はブラジル人より有意に優れていました。

握力を除く4つの運動機能テストと除脂肪体重との

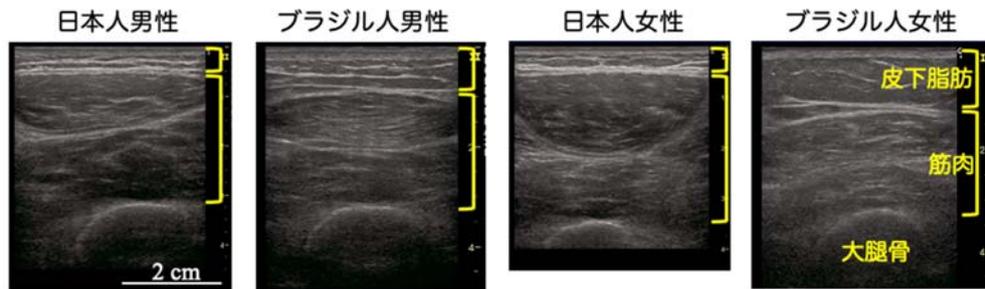


図1 日本人とブラジル人高齢者の太ももの超音波横断画像  
日本人の男性と女性ともに皮下脂肪が少ない傾向にある。筋肉の中の白いスジは脂肪や結合組織を反映している。

相関関係において、日本人では30秒間上体起こし ( $r = -0.475, P < 0.01$ )、10回椅子座り立ち ( $r = -0.480, P < 0.01$ )、5m最大速度歩行 ( $r = -0.492, P < 0.01$ )において、ブラジル人では床からの立ち上がり ( $r = 0.319, P < 0.05$ )、30秒間上体起こし ( $r = -0.462, P < 0.01$ )、10回椅子座り立ち ( $r = -0.475, P < 0.01$ )、5m最大速度歩行 ( $r = -0.546, P < 0.01$ )において有意な相関関係が認められました。

筋内脂肪指標については、日本人とブラジル人ともに大腿四頭筋の筋厚と有意な負の相関関係が見られました（日本人： $r = -0.651, P < 0.01$ 、ブラジル人： $r = -0.651, P < 0.01$ ）。

次に本研究で測定した様々なパラメータを用いて、筋内脂肪指標を説明できる因子について、ステップワイズ重回帰分析という統計手法を用いて検討しました。その結果、日本人では筋厚が、ブラジル人では筋厚と皮下脂肪厚がそれぞれ反比例の関係として抽出されました。次に最初の解析で選ばれた筋厚と皮下脂肪厚の2項目を除外して、同様の解析を行なったところ、日本人では性別と年齢が比例の関係として、ブラジル人では除脂肪体重とBMIが反比例の関係として抽出されました（図2参照）。

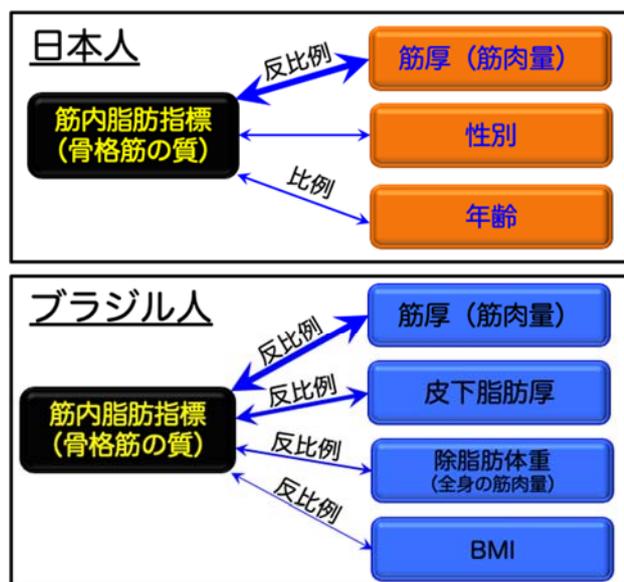


図2 筋内脂肪指標に影響する因子の相関図  
矢印の太さが因子間の関係性の強さを大まかに示す

本研究の結果から、体格や肥満度が大きく異なる日本人とブラジル人において、筋内脂肪指標を説明する因子として共に筋厚が選ばれました。これは高齢になっても筋量を多く持つことで筋内脂肪の増加を予防できる可能性を示しています。特にブラジル人では筋内脂肪指標が、除脂肪体重や BMI といった全身性の筋量や脂肪の割合との因子とも強く関係しており、生活・運動・食習慣が筋内脂肪指標に大きく影響していることが示唆されました。

### 【成果の意義】

筋内脂肪や結合組織を反映する筋内脂肪指標が、日本人とブラジル人という異なる人種においても筋厚という共通の因子によって説明できることが分かりました。また、日本人では性別や年齢の因子が、一方、ブラジル人では皮下脂肪厚、除脂肪体重や BMI といった運動・食習慣で改善可能な因子によって説明できることも明らかとなりました。このように筋内脂肪指標に影響する因子の二国間比較の結果、両国の高齢者で共通する因子とそうでない因子が抽出されたことは、大変に興味深い結果であると考えます。特に筋厚については、我々の日本人高齢者の男女を比較した先行研究においても、あるいは前期高齢者と後期高齢者での比較においても同様な結果が得られています。本研究の結果から、超音波画像から得られる筋内脂肪指標は筋量と反比例の関係であることが確認されました。このことは筋量が低下すると筋内脂肪が増加することを示唆しますが、そこに環境や遺伝的要因が異なる二国で違いがみられないことも示しています。さらに、筋内脂肪指標に影響する他の要因については、日本人の場合は性別や年齢という自助努力で変化させることができない因子でしたが、ブラジル人では皮下脂肪厚、除脂肪体重や BMI といった自助努力で改善可能な因子でした。これらの知見は日本をはじめ世界の国々の高齢者の健康増進や効果的な運動処方確立に貢献することが期待されます。

### 【用語説明】

- 注 1) 体格指数：肥満度を表す指標で体重を身長 (m)の二乗で除した値。BMI としても知られている。
- 注 2) サルコペニア：加齢や疾患に伴い筋量が減少することで、握力などの筋力が低下すること。
- 注 3) 骨格筋の質：骨格筋の質とは筋組織内に含まれる脂肪や結合組織によって判断される。脂肪や結合組織が含まれる割合が少ない場合は筋の質は良く、多い場合は筋の質は悪いと判断される。
- 注 4) 除脂肪体重：除脂肪体重とは身体を脂肪組織と脂肪以外の組織に分類する方法で、脂肪以外の組織の量を示す指標のこと。除脂肪体重は全身の筋量を反映する指標であると考えられている。

## 【論文情報】

掲載雑誌: PLoS One (2020) Volume 15, Issue 12, e0243589

論文名: Comparison of muscle quality and functional capacity between Japanese and Brazilian older individuals

著者: Hiroshi AKIMA<sup>1,2</sup>, Akito YOSHIKO<sup>3</sup>, Régis RADAELLI<sup>4</sup>, Madoka OGAWA<sup>5</sup>, Kaori SHIMIZU<sup>2</sup>, Aya TOMITA<sup>3</sup>, Hisashi MAEDA<sup>6</sup>, Rodrigo NESKE<sup>4</sup>, Juliana TEODORO<sup>4</sup>, Kazuhiro MAEDA<sup>2</sup>, Noriko TANAKA<sup>1,2</sup>, Ronei S. PINTO<sup>4</sup>

1. Research Center of Health, Physical Fitness and Sports, Nagoya University
2. Graduate School of Education & Human Development, Nagoya University
3. School of International Liberal Studies, Chukyo University
4. Exercise Research Laboratory, Federal University of Rio Grande do Sul, Brazil
5. Faculty of Sport Science, Nippon Sport Science University
6. Graduate School of Medicine, Nagoya University

公開日 : 2020 年 12 月 16 日

DOI: 10.1371/journal.pone.0243589