

## ベッド安静中の筋力トレーニングにおいて骨格筋と筋内に蓄積する脂肪の量的な変化は関係する

名古屋大学総合保健体育科学センターの秋間 広教授、名古屋大学大学院教育発達科学研究科の小川（矢部）まどか大学院生（当時、現日本体育大学助教）らの研究グループは、ドイツ・シャリテー・ベルリン医科大学のダニエル L ベラヴィ研究員（現オーストラリア・ディーキン大学准教授）らとの共同研究において、ベッド安静中に行った筋力トレーニングにより骨格筋量が維持され、筋内へ霜降り状に蓄積する脂肪（以下、筋内脂肪）が減少することを明らかにしました。

一般的に身体活動の減少によって骨格筋量は減少し、筋力トレーニングによりその量は増加します。一方、筋内脂肪は加齢や肥満によって増加します。これまで身体活動の減少や筋力トレーニングとの組合せが骨格筋や筋内脂肪へ与える影響は十分にわかっていませんでした。そこで本研究は、8週間のベッド安静中に行う筋力トレーニングの有無が太ももの骨格筋量や皮下脂肪量、筋内脂肪量へ与える影響を明らかにすることを目的としました。

健康な若齢男性を対象とし、8週間のベッド安静中に週3回の筋力トレーニングを行う筋トレ群とベッド安静のみを行う対照群に分けられました。実験前後に、太ももの骨格筋量と筋内脂肪量、皮下脂肪量を測定しました（図1）。その結果、筋トレ群の骨格筋量は維持され、対照群では実験後にその量が減少しました。両群の筋内脂肪量は実験後に減少しましたが、対照群の皮下脂肪量は増加し、筋トレ群ではその量が維持されました。さらに、筋トレ群の骨格筋と筋内脂肪の量的変化に有意な相関関係が認められました。

本研究の結果は、身体活動の減少や筋力トレーニングによる脂肪の適応が蓄積部位によって異なり、筋力トレーニングで生じる骨格筋と筋内脂肪の量的な変化に相互関係がみられることを示しています。本研究で観察された骨格筋や脂肪の適応と類似した変化が寝たきりや宇宙滞在後にも生じている可能性が考えられます。

本研究成果は、2020年9月19日付 Physiological Report 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（16J03648）、European Space Agency（14431/02/NL/SH2）、German Aerospace Center（50WB0720）の助成を受けています。

## 【ポイント】

- 健康な若齢者を対象に、太ももの骨格筋量、皮下脂肪量と筋内に霜降り状に蓄積する脂肪量（筋内脂肪量）を磁気共鳴映像法で評価し、8週間のベッド安静とその期間中の筋カトレーニングによる影響を検討した。
- ベッド安静により、太ももの骨格筋量と筋内脂肪量の減少がみられ、皮下脂肪量は増加した。
- ベッド安静中に筋カトレーニングを行うことで太ももの骨格筋量と皮下脂肪量が維持され、筋内脂肪量は減少した。
- 筋内脂肪と皮下脂肪の量的な変化に関連はみられず、ベッド安静中に筋カトレーニングを行なった場合、骨格筋と筋内脂肪の量的な変化に有意な相関関係がみられた。
- 本研究の結果は蓄積部位によって脂肪の適応が異なり、筋カトレーニングによる骨格筋と筋内脂肪の量的な変化の相互関係が明らかになった。

## 【研究背景と内容】

身体活動の減少がヒトの身体へ及ぼす影響は、健常者を対象に活動量を著しく減少させるベッドレスト<sup>(注1)</sup> 実験によって調べられています。ベッドレストにより骨格筋量は大幅に減少することが明らかにされています。また、ベッドレスト期間中に筋カトレーニングを行うと筋萎縮が抑制されることも知られています。一方で、ベッドレストのみあるいはベッドレストとその期間中に行う筋カトレーニングが、筋内脂肪や皮下脂肪へ与える影響は十分明らかになっていません。

近年、皮下脂肪と内臓脂肪に加え、“第三の脂肪”と呼ばれる異所性脂肪<sup>(注2)</sup> が注目されています。異所性脂肪とは、本来、脂肪が蓄積しない臓器や部位（膵臓、筋肉、肝臓など）に蓄積する脂肪のことを示しています。筋内に蓄積する脂肪は「筋内脂肪」と呼ばれ、2型糖尿病の原因となるインスリン抵抗性<sup>(注3)</sup> を引き起こす可能性や筋機能に悪影響をもたらす可能性が示されています。この筋内脂肪は、加齢や肥満によって増えることが知られており、先行研究では身体活動の減少によっても筋内脂肪の増加が引き起こされることが示されています。そこで本研究では、健康な若齢者を対象に8週間のベッドレストとその期間中の筋カトレーニングが太ももの骨格筋量と脂肪量へ与える影響について検討しました。

ベッドレストは、寝たきりや宇宙滞在で生じる身体適応をシミュレーションするモデルとされています。そのため、本研究で明らかになる骨格筋や脂肪

の変化は寝たきりの高齢者や長期宇宙滞在時の健康の維持・増進方法の確立へ繋がると考えられます。

## 【研究成果】

本研究は健康な若齢男性 20 名を対象に実験を行いました。対象者は、8 週間のベッドレストのみを行うコントロール群とその期間のベッドレストに加えて筋カトレーニングを行う筋トレ群へランダムに分けられました。筋トレ群は、ベッドレスト期間中に週 3 回のレジスタンス運動（スクワット、ヒールレイズ、トゥレイズ等）を行いました。ベッドレストの前後に磁気共鳴画像法で太ももの連続横断画像を撮影しました（図 1）。撮影した画像を詳細に画像分析し、骨格筋量と筋内脂肪量、皮下脂肪量を評価しました。なお、ベッドレスト期間中は両群とも規定食を摂取しました。

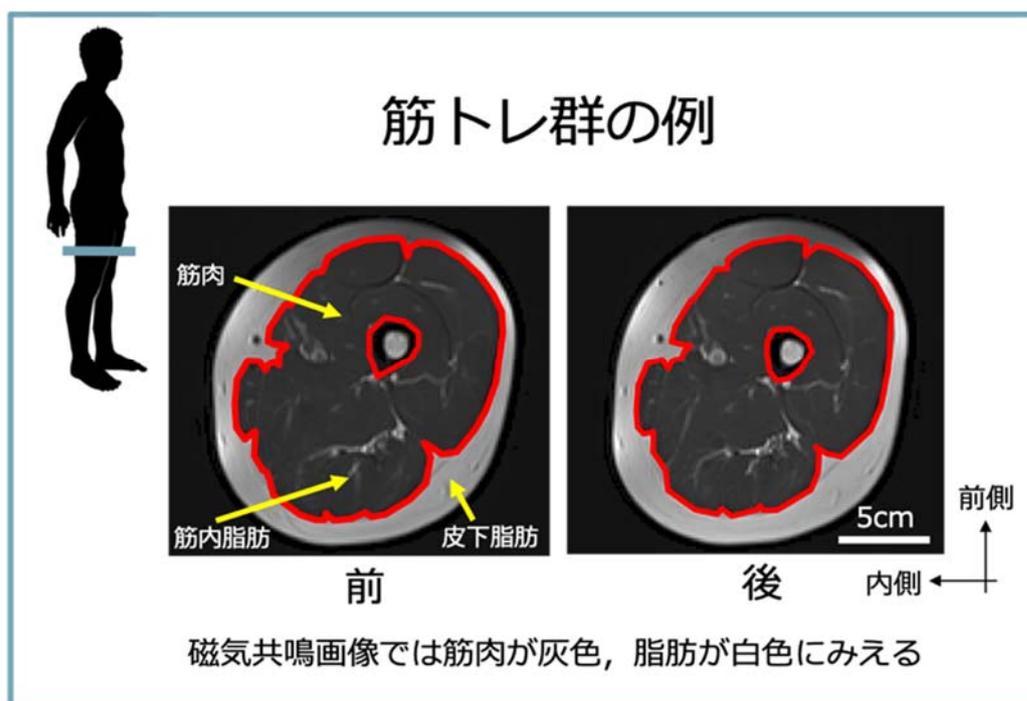


図 1. 実験前後の太もも中央の横断画像例

ベッドレスト後、筋トレ群の骨格筋量は維持されていました。一方、対照群の骨格筋量は大幅に減少しました。筋内脂肪量はベッドレスト後に両群で減少しました。対照群の皮下脂肪量はベッドレスト後に増加しましたが、筋トレ群ではその変化が観察されませんでした（図 2）。興味深いことに、同じ脂肪に属する筋内脂肪と皮下脂肪の量的

な変化には関連がみられませんでした。筋トレ群の骨格筋と筋内脂肪の量的な変化には反比例関係がみられました（図 3）。この結果は、筋力トレーニングで骨格筋量が増加している人ほど筋内脂肪量が減少していたことを示しています。

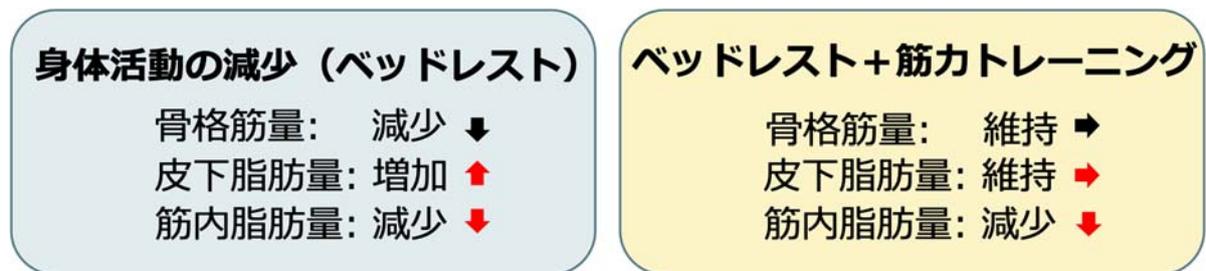


図 2. ベッドレストやベッドレスト+筋力トレーニングが骨格筋や脂肪へ与える影響のまとめ

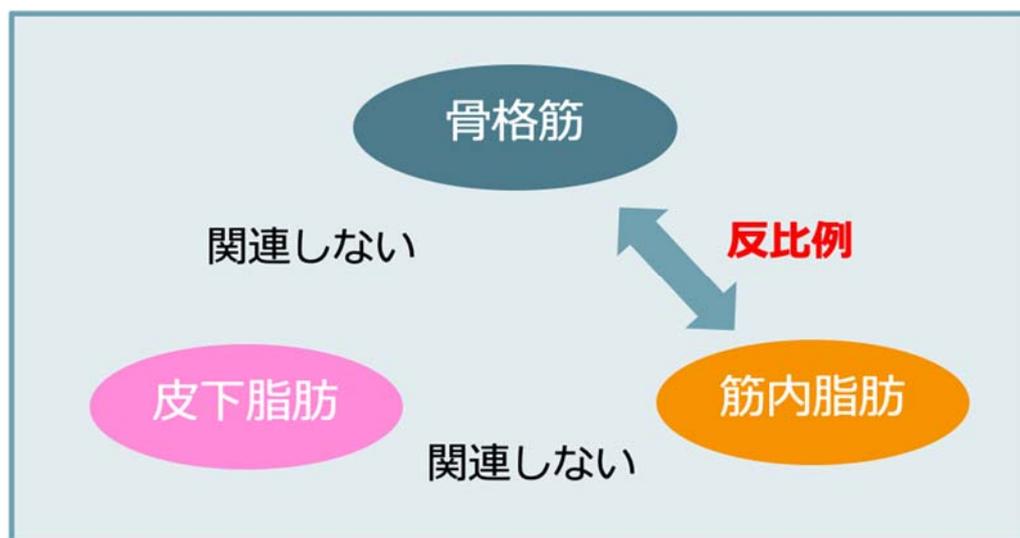


図 3. 骨格筋，皮下脂肪，筋内脂肪の量的な変化の相関図

本研究の結果から、身体活動の減少や筋力トレーニングによる脂肪の適応が蓄積部位によって異なり、骨格筋と筋内脂肪の量的な変化に相互関係がみられることが明らかになりました。

## 【成果の意義】

本研究において、筋力トレーニングで生じる骨格筋と筋内脂肪の量的な変化は密接に関係することが示されました。これまで身体活動の減少によって骨格筋量の減少が生じることはよく知られていましたが、それと同時に筋内脂肪量も減少し、皮下脂肪量の増加が生じることが明らかとなりました。これは加齢においても同様な変化が認められることが多くの研究で示されており、将来的に糖尿病や生活習慣病に罹患するリスクが高まる可能性を示しています。また、ベッドレスト期間中の筋力トレーニングによって、骨格筋量や皮下脂肪量が維持され、筋内脂肪量は減少することが示されました。これらの研究成果は、身体活動の減少や筋力トレーニングによって筋肉の量的な変化だけでなく、質的な変化が生じることを示しています。本研究の成果は、健康増進やそれを目的とした効果的な運動処方 の確立へ役立つことが期待されます。

## 【用語説明】

- 注1) ベッドレスト：健常者がベッド上で寝たきりの生活をして、身体活動の減少が身体へ及ぼす影響を調査するための実験モデルです。高齢者の寝たきりや宇宙滞在によって生じる身体適応のシミュレーションモデルとされています。
- 注2) 異所性脂肪：皮下脂肪と内臓脂肪に加えて、本来、脂肪がほとんど蓄積しない臓器（膵臓、筋肉、肝臓など）へ過剰に蓄積している脂肪のことを言います。本研究で測定した筋内脂肪は、筋細胞外にある脂肪を主に反映していることを他の研究で明らかにしています。脂肪の蓄積場所を同定することは、脂肪細胞から分泌されるホルモン様因子が他の組織や臓器へ及ぼす影響や脂肪の過度な蓄積によって生じる疾患を予防する運動処方の確立へ重要な知見となることが予想されます。
- 注3) インスリン抵抗性：インスリンは膵臓から分泌されるホルモンです。血糖値を低下させる役割を担います。インスリンが分泌されても血糖値が下がらない状態のことをインスリン抵抗性と言います。このような状態が続くと将来、糖尿病を発症する可能性が高まります。

**【論文情報】**

掲載雑誌: Physiological Report (2020) Volume 8, Issue 18, e14560

論文名: Effects of 8 weeks of bed rest with or without resistance exercise intervention on the volume of the muscle tissue and the adipose tissues of the thigh

著者: Madoka Ogawa<sup>1</sup>, Daniel L. Belavý<sup>2</sup>, Akito Yoshiko<sup>3</sup>, Gabriele Ambrecht<sup>2</sup>, Tanja Miokovic<sup>2</sup>, Dieter Felsenberg<sup>2</sup>, Hiroshi Akima<sup>1,4</sup>

1 Graduate School of Education and Human Development, Nagoya University

2 Charité-Universitätsmedizin Berlin

3 School of International Liberal Studies, Chukyo University

4 Research Center of Health, Physical Fitness and Sports, Nagoya University

公開日 : 2020 年 9 月 19 日

DOI: <https://doi.org/10.14814/phy2.14560>