



配布先: 文部科学記者会、科学記者会、名古屋教育記者会

2026 年 8 月 18 日

報道機関 各位

高齢者の血清で筋細胞の加齢変化を培養下で再現、 機能性成分の評価利用へ ～ケルセチンが加齢による筋力低下を軽減する可能性～

【本研究のポイント】

- ・健康な高齢者の血清^{注1)}をヒト骨格筋細胞に加え、筋管面積の減少と筋組織の収縮力低下を同時に示す in vitro^{注2)}加齢性筋萎縮モデルを構築した。
- ・高齢者血清では NF- κ B^{注3)}を中心とした炎症反応が活性化し、ステロイド性筋萎縮モデルとは異なる仕組みが示された。
- ・ケルセチン^{注4)}は NF- κ B 活性化を抑え、筋萎縮と筋収縮力の低下を軽減した。
- ・本モデルは筋肉の加齢変化を予防・抑制する機能性成分の探索への活用が期待される。

【研究概要】

名古屋大学大学院工学研究科の清水 一憲 准教授の研究グループは、サントリーウエルネス株式会社生命科学研究所との共同研究で、健康な高齢者の血清を初代ヒト骨格筋細胞に添加し、加齢に伴う筋萎縮と収縮力低下を in vitro で再現しました。

高齢者由来の血清は、筋管面積の低下を示し、独自のマイクロデバイス^{注5)}を用いた三次元培養では筋収縮力が低下することを見出しました。また、遺伝子・タンパク質解析から高齢者由来の血清は、炎症反応を調節する NF- κ B 経路の活性化を促進することを示しました。さらに、玉ねぎやブロッコリーなどに含まれ、多様な生理活性が報告されているケルセチンは NF- κ B 活性化を抑え、これらの低下を軽減しました。

本成果は、ヒト細胞で加齢に伴う筋機能低下を評価し、予防・抑制に役立つ成分を探索する新たな研究基盤となることが期待されます。さらに、食経験豊富なケルセチンが高齢者由来の血清で誘導される筋萎縮を抑制したことから、ケルセチンがサルコペニア^{注6)}をはじめとする筋肉の機能低下の抑制に寄与することが期待されます。

本研究成果は、2026 年 8 月 12 日付で国際学術誌『npj Aging』に掲載されました。

【研究背景と内容】

骨格筋の量や力は加齢とともに低下し、サルコペニアやフレイル、転倒リスクの増加、生活の質(QOL)の低下につながります。加齢に伴う筋機能低下を防ぐ食品成分等を効率よく探索するためには、ヒトの筋肉で起こる変化を培養下で再現し、筋肉の量と力の両方を評価できるモデルが有用です。

本研究では、健康な若齢者(30歳未満)または高齢者(65歳超)の血清を初代ヒト骨格筋細胞に添加し、平面培養で筋管細胞の面積と、独自の3次元培養モデルで筋収縮力を測定しました。その結果、高齢者血清によって筋管細胞の面積が減少し、筋収縮力が低下することが分かりました。さらに、一般的に *in vitro* 筋萎縮モデルとして用いられるデキサメタゾン^{注7)}添加によるステロイド性筋萎縮モデルとの比較を行い、高齢者血清の作用の特徴を解析しました。さらに、ケルセチンがこれらの変化を抑える効果と、その作用機序を調べました(図1)。

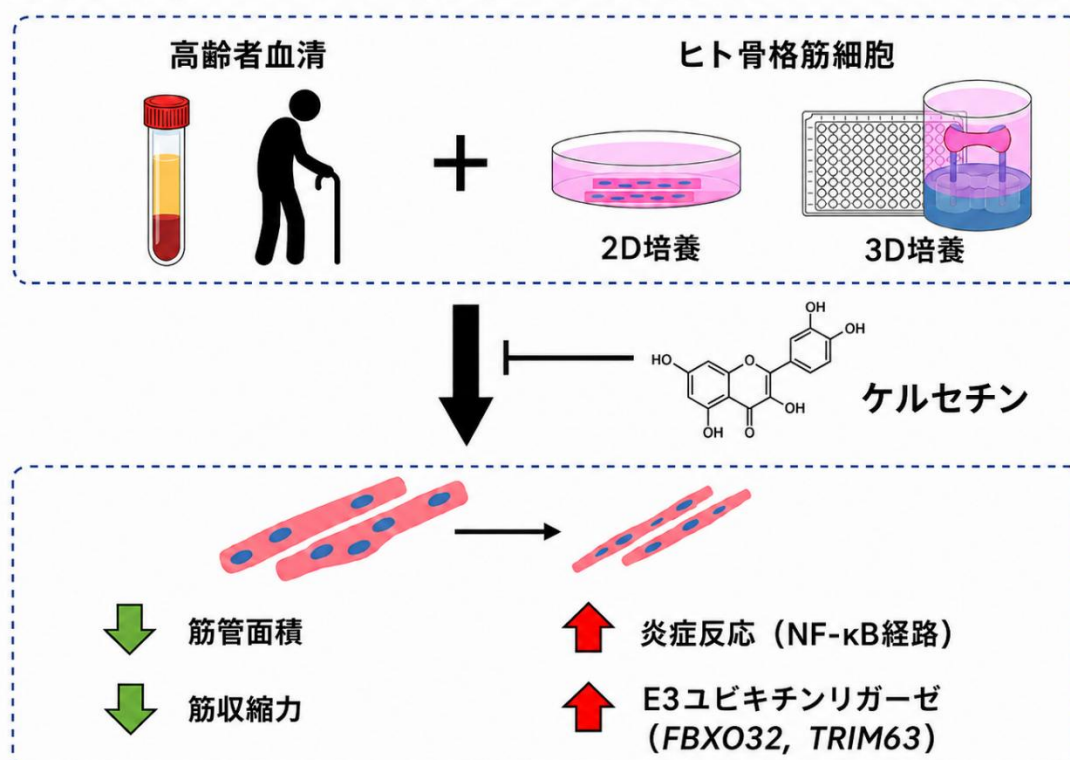


図1. 研究の概要

若年者または高齢者の血清をヒト骨格筋細胞に加え、平面培養で筋管面積を、3次元培養で筋収縮力を評価した。さらに、高齢者血清による変化の仕組みと、ケルセチンによる抑制効果を調査した。

1. 高齢者血清により、筋管面積と筋収縮力が低下

高齢者血清を加えた条件では、デキサメタゾンを加えた条件と同様に緑色に染色された筋管が減少しました(図2A)。また、筋管の面積も有意に減少しました(図2B)。さらに、3次元培養したヒト筋組織では、電気刺激に応答して発揮する筋収縮力が有意に低下し

ました(図 2C)。これらの結果から、高齢者の血中に含まれる因子が、ヒト骨格筋細胞の萎縮と機能低下を引き起こすことが示されました。

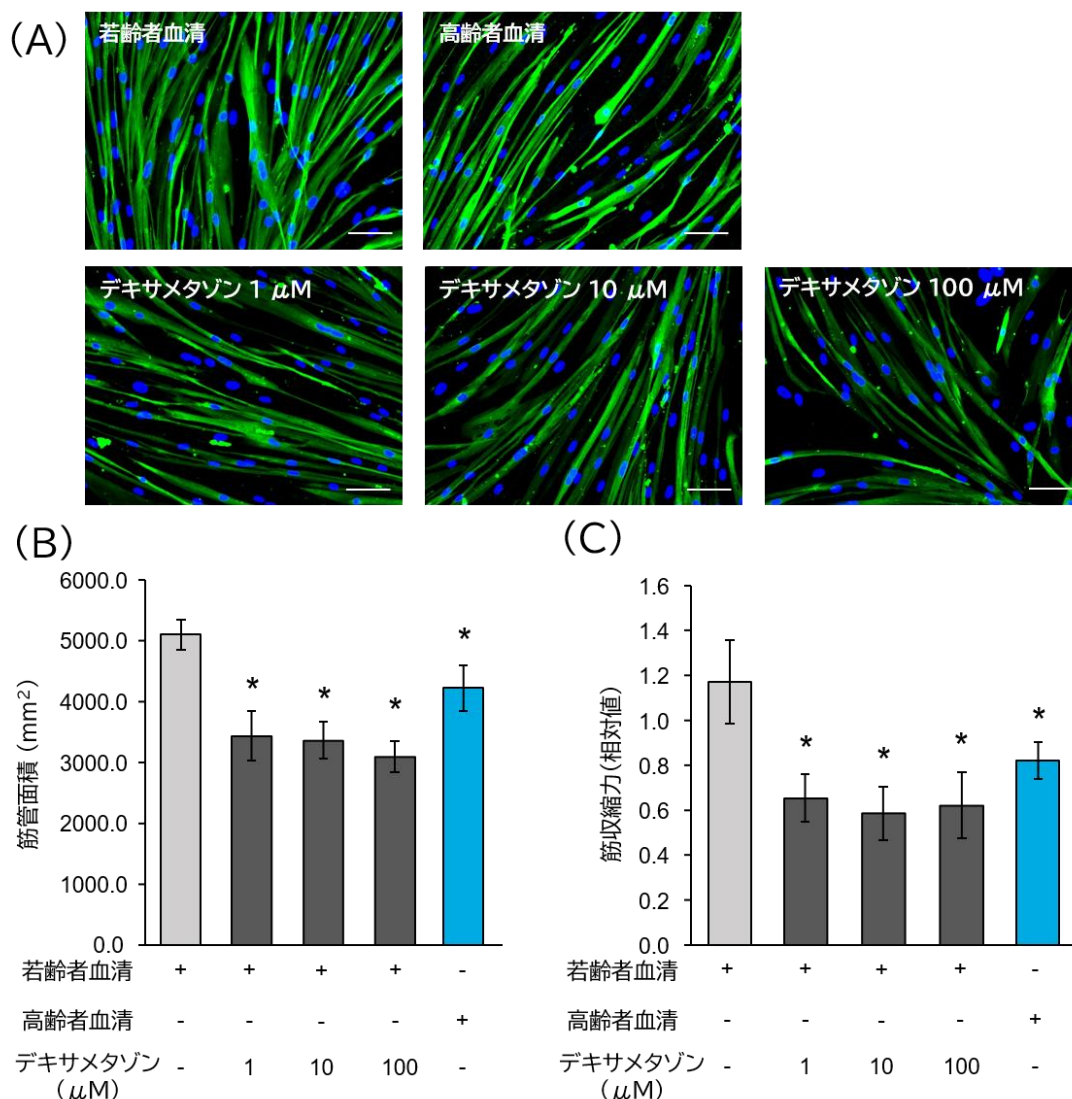


図 2. 高齢者血清がヒト筋細胞に及ぼす影響

A. 平面培養した筋管の代表的な免疫染色像。筋肉の収縮タンパク質を緑色、細胞核を青色で示している。

B. 筋管面積の定量結果。高齢者血清により減少した。

C. 3次元培養した筋組織の収縮力。高齢者血清により低下した。

2. 高齢者血清は、既存の筋萎縮モデルとは異なる仕組みで作用

筋細胞で働く遺伝子を網羅的に調べたところ、高齢者血清では炎症に関わる NF- κ B 経路が特徴的に活性化していました。一方、従来の筋萎縮モデルに用いられるデキサメタゾンでは、主に FoxO 経路が活性化していました。高齢者血清とデキサメタゾンは共に筋萎縮と筋収縮力低下を引き起こしますが、その仕組みが異なることが分かりました。さらに、高齢者血清では筋タンパク質の分解や炎症に関わる遺伝子の発現が増加していました。

3. ケルセチンが筋萎縮と筋収縮力の低下を軽減

高齢者血清を加えた筋細胞にケルセチンを添加しました。1 μ M のケルセチンは、高齢者血清による筋管面積の減少(図 3A)と筋収縮力の低下(図 3B)を軽減しました。また、高齢者血清で高まった NF- κ B の活性化も抑えました(図 3C)。以上から、ケルセチンは NF- κ B を介した炎症反応を抑えることで、筋萎縮や筋収縮力低下を抑制したと考えられます。

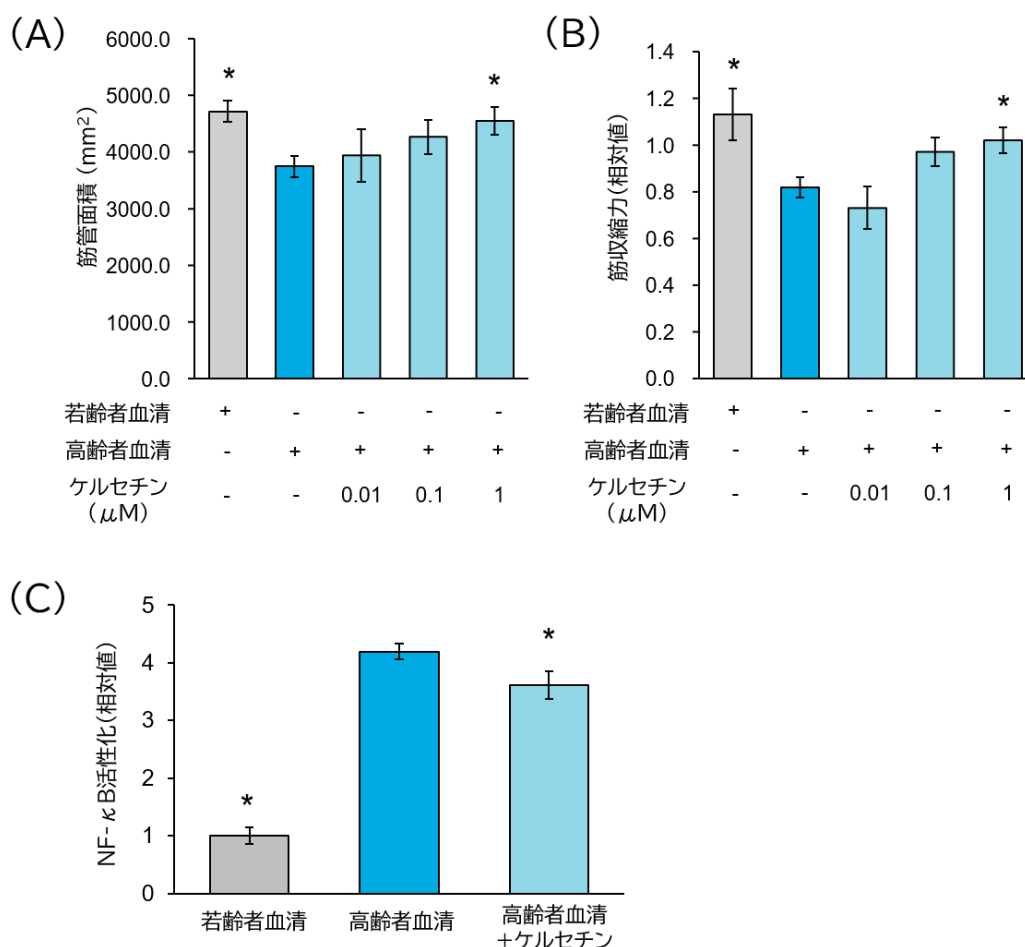


図 3. 高齢者血清による変化に対するケルセチンの効果

- A. 筋管面積。ケルセチンは、高齢者血清による減少を抑制した。
- B. 筋収縮力。ケルセチンは、高齢者血清による低下を抑制した。
- C. NF- κ B の活性化。ケルセチンは、高齢者血清による活性化を抑制した。

【成果の意義】

本研究では、初代ヒト骨格筋細胞、高齢者血清、筋収縮力を測定できる 3D マイクロデバイスを組み合わせることで、加齢に伴う筋萎縮と筋収縮力低下を細胞培養下で再現しました。形態だけでなく「筋肉が発揮する力」を測定できるため、候補成分が筋量と筋機能の両方に及ぼす影響を評価できます。

さらに、ステロイド性筋萎縮モデルとは異なり、高齢者の血中成分に由来する NF- κ B を中心とした炎症応答を捉えられることを示しました。加齢性の筋機能低下を対象とする

食品成分のスクリーニングやメカニズム解析に活用できる可能性があります。

ケルセチンが高齢者血清による筋萎縮と収縮力低下を軽減することを確認できたことは、本モデルが機能性成分の評価に利用できることを示す一例です。今後は、より多様な背景を持つ血清を用いた応用や、複数の細胞種を含む高度な骨格筋モデルの活用、ヒト介入試験による食品成分の有効性確認などが必要です。

本研究は、名古屋大学大学院工学研究科の清水 一憲 准教授とサントリーウエルネス株式会社 生命科学研究所との共同研究による成果です。

【用語説明】

注 1)血清:

血液を凝固させた後に得られる液体成分。ホルモン、成長因子、サイトカイン、代謝物など、多様な成分を含む。

注 2)in vitro:

「試験管内で」という意味。生体から取り出した細胞や組織を、培養皿やデバイス上で調べる実験を指す。

注 3)NF- κ B:

炎症や免疫応答に関わる遺伝子の働きを調節する転写因子。骨格筋では、過度な活性化が筋タンパク質の分解や筋萎縮に関与することが報告されている。

注 4)ケルセチン:

玉ねぎやブロッコリー、りんごなどに含まれるポリフェノールの一種。抗酸化作用や抗炎症作用など、さまざまな生理作用が研究されている。

注 5)マイクロデバイス:

微細加工技術を用いて細胞や組織の機能を再現・測定する装置。本研究の 3D 骨格筋モデルでは、筋組織を 2 本の支柱の間に形成し、電気刺激による支柱の変位から収縮力を算出する。

注 6)サルコペニア:

加齢などに伴って筋肉量が減少し、筋力や身体機能が低下した状態。

注 7)デキサメタゾン:

副腎皮質ステロイド薬の一種。筋細胞では筋萎縮を誘導するため、ステロイド性筋萎縮モデルの作製に用いられる。

【論文情報】

雑誌名:npj Aging

論文タイトル:Human in vitro Skeletal Muscle Models Recapitulate Age-Related Atrophy and Contractile Decline Induced by Aged Serum

著者:永井 研迅^{1,2}、得田 久敬¹、金田 喜久¹、出雲 貴幸¹、中尾 嘉宏¹、秋山 裕和²、本多 裕之²、清水 一憲^{2*}

1 サントリーウエルネス株式会社 生命科学研究所、2 名古屋大学大学院 工学研究科

DOI: 10.1038/s41514-026-00472-9

Press Release

URL: <https://doi.org/10.1038/s41514-026-00472-9>



東海国立大学機構は、岐阜大学と名古屋大学を運営する国立大学法人です。
国際的な競争力向上と地域創生への貢献を両輪とした発展を目指します。
東海国立大学機構 HP <https://www.thers.ac.jp/>

