

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 5 月 1 日現在

機関番号：13901

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2011～2013

課題番号：23650432

研究課題名(和文) ヒト骨格筋に分布する筋内脂肪を超音波エコーを用いて非侵襲的に定量化する試み

研究課題名(英文) In vivo evaluation of intramuscular adipose tissue using ultrasonography

研究代表者

秋間 広 (Akima, Hiroshi)

名古屋大学・総合保健体育科学センター・教授

研究者番号：40292841

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,800,000円、(間接経費) 840,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は生活習慣病に関係する筋内脂肪に焦点を当てたものである。本研究では超音波エコーによるエコー強度とMRIおよびプロトンMRSから得られた筋内脂肪を反映しているのかについて検討した。実験1では、若齢者15名、高齢者15名の超音波エコーによる筋内脂肪指標とプロトンMRSによる筋細胞内脂肪・筋細胞外脂肪、MRIによる筋内脂肪との相関関係を求めた。その結果、各群別での検討では、エコー強度との間には有意な相関関係は認められなかった。一方、全被検者で検討したところエコー強度とプロトンMRSによる筋細胞外脂肪との間に有意な相関関係が認められ、またMRIによる筋内脂肪との間にも有意な相関関係が認められた。

研究成果の概要(英文)：This study assessed intramuscular fat (IMF), which is related to metabolic syndrome. IMF of vastus lateralis and biceps femoris was determined using ultrasonography, 1H-MRS and MRI. Fifteen young men and women and fifteen old men and women participated in this study. Ultrasonography, 1H-MRS and MRI were taken to determine IMF. There were no significant correlation coefficients between IMF by ultrasonography and IMF by 1H-MRS or MRI within each group evaluation. However, there were significant correlation coefficients between IMF by ultrasonography and IMF by 1H-MRS or MRI when expanded to all subjects. These results suggest that IMF by ultrasonography could be used for evaluation of IMF if relatively larger number of subjects.

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：応用健康科学

キーワード：筋内脂肪 超音波エコー プロトン磁気共鳴分光法 磁気共鳴映像法 高齢者

1. 研究開始当初の背景

身体不活動や加齢により骨格筋の内部に脂肪が蓄積することが報告されている。筋内脂肪はインスリン感受性と関係することから、糖尿病をはじめとした生活習慣病の危険因子の一つであると考えられている。筋内脂肪は筋の中で細かく散乱しているため、定量化するのが非常に困難である。磁気共鳴映像法 (MRI) やプロトン磁気共鳴分光法 ($^1\text{H-MRS}$) を用いることによって、この筋内脂肪を定量化することができるが、これらの方法は研究ベースで用いる装置であり、一般的ではない。そこで超音波エコーに注目した。これは比較的安価でこれまでの研究では筋内脂肪を評価できることが示されてきていたが、MRI や $^1\text{H-MRS}$ によって算出された筋内脂肪との関係性は明らかになっていない。

2. 研究の目的

本研究の目的は超音波エコーから求めた筋内脂肪が MRI や $^1\text{H-MRS}$ によって求めた筋内脂肪とどのような関係があるのかについて検討すること。そして、筋内脂肪が血液性状、身体活動、身体組成などによってどのように特徴づけることができるのかについて検討した。

3. 研究の方法

健康な高齢者 15 名、若齢者 15 名が実験に参加した。外側広筋と大腿二頭筋の超音波エコーを撮影した。撮影にはリニアプローブを用い、エコー強度に影響を与える可能性のある設定をなくし、全ての被検者に対してゲインを 80 に統一した。MRI はスピンエコー法 (繰り返し時間 604ms, エコー時間 11ms, FOV256x256) により、大腿中央部の撮影した。 $^1\text{H-MRS}$ は大腿中央部の外側広筋と大腿二頭筋に関心領域 (10x10x15mm) を設定し、PRESS 法 (繰り返し時間 3000ms, エコー時間 30ms, 積算回数 128 回) を用いてスペクトルを得た。

超音波エコーからはエコー強度を計測し、MRI からは先行研究をもとに大腿四頭筋、ハムストリング、内転筋群の筋内脂肪、筋組織断面積を算出した。また、 $^1\text{H-MRS}$ からは筋細胞内脂肪と筋細胞外脂肪を求めた。

全ての被検者から血液を採取し、血中脂質、グルコース、アディポネクチンなどを算出した。

4. 研究成果

エコー強度から算出した筋内脂肪指標と MRI および $^1\text{H-MRS}$ から算出した筋内脂肪との相関関係を高齢者群および若齢者群で比較したところ、いずれも有意な相関関係は認められなかった。そこで、全ての被検者を一つの群と考え、上記の関係について検討したところ、エコー強度と MRI (外側広筋, $r = 0.404$, $p < 0.05$; 大腿二頭筋, $r = 0.493$,

$p < 0.01$), エコー強度と筋細胞外脂肪 (外側広筋, $r = 0.485$, $p < 0.01$; 大腿二頭筋, $r = 0.648$, $p < 0.01$) との間に有意な相関関係が認められた。しかしながら、両筋ともにエコー強度と筋内細胞内脂肪との間には有意な相関関係は認められなかった。

以上のことからエコー強度による筋内脂肪指標は被検者数が比較的多くなった場合においては、筋内脂肪指標として用いることができるのではないかと判断した。

次に、筋内脂肪がどのような因子に影響を受けているのかについて、ステップワイズ重回帰分析を用いて検討した。ステップワイズ重回帰に投入した独立変数は血中脂質や身体組成などの複数の項目であった。その結果、超音波エコーのエコー強度による筋内脂肪指標では以下の式が得られた：

筋内脂肪指標 (外側広筋)

$$= 10.64 * (\text{HbA1c}) + 4.59 \quad (R=0.520, P<0.01)$$

筋内脂肪指標 (大腿二頭筋)

$$= -40.90 * (\text{筋組織断面積}) - 16.78 * (\text{皮下脂肪}) + 159.26 \quad (R=0.768, P<0.001)$$

一方、MRI による筋内脂肪では以下の関係式が得られた：

筋内脂肪 (大腿四頭筋)

$$= -2.68 * (\text{筋組織断面積}) + 0.03 * (\text{トリグリセリド}) + 0.17 * (\text{アディポネクチン}) + 3.67 \quad (R=0.783, P<0.001)$$

筋内脂肪 (ハムストリング)

$$= -17.20 * (\text{筋組織断面積}) - 0.20 * (\text{HDL コレステロール}) - 0.02 * (\text{身体活動量}) + 60.29 \quad (R=0.832, P<0.001)$$

さらに $^1\text{H-MRS}$ による筋細胞外脂肪では以下の関係式が得られた：

筋細胞外脂肪 (外側広筋)

$$= -69.24 * (\text{筋組織断面積}) + 154.70 \quad (R=0.633, P<0.001)$$

筋内脂肪 (大腿二頭筋)

$$= -129.44 * (\text{筋組織断面積}) - 2.26 * (\text{HDL コレステロール}) + 0.06 * (\text{血中遊離脂肪酸}) + 410.02 \quad (R=0.885, P<0.001)$$

異なる三つの方法で算出した筋内脂肪からステップワイズ重回帰によって選ばれた独立変数は全て同一とはならなかったものの、共通する項目が認められた。エコー強度の大腿四頭筋以外では、全ての項目において大腿部の筋組織断面積が筋内脂肪に対して負の影響を及ぼしていたことを意味している。特にハムストリングでは、この関係がいずれの測定法においても認められた。このことは脂肪を消費する筋組織量が多いほど、筋内脂

筋が少ないことを意味していること、およびハムストリングは余剰脂肪を蓄積場所となっている可能性が高いことを意味している。今後、これが真実であるのかどうかをトレーニング実験などを行うことによって明らかにしていきたいと考えている。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 2 件)

日置麻也, 島岡 清, 柴田優子, 秋間 広: 中高年女性における筋内脂肪指標と筋機能および筋形態との関係. トレーニング科学 24: 261-269, 2012.

押田芳治, 秋間 広, 小池晃彦, 島岡 清, 日置麻也: 加齢により蓄積される筋内脂肪量と筋量との関係. デサントスポーツ科学 34: 132-138, 2013.

〔学会発表〕(計 11 件)

秋間 広: 加齢や身体不活動が骨格筋と筋内脂肪に及ぼす影響. 職業人向け講座, 2014 年 2 月 (愛知).

秋間 広: 招待講演: 健常者と疾患患者における骨格筋の機能と形態の非侵襲的評価. 札幌医科大学セミナー, 2014 年 2 月 (北海道).

秋間 広: 特別講演: 身体活動量の増減や加齢が骨格筋量と筋内脂肪に及ぼす影響. 第 17 回日本体力医学会東海地方会, 2013 年 3 月 (愛知).

日置麻也, 兼平奈奈, 島岡 清, 小池晃彦, 吉子彰人, 齋藤 輝, 榊原久孝, 高橋英幸, 押田芳治, 秋間 広: ¹H-MRS を用いた外側広筋および大腿二頭筋の筋細胞内脂質と血液成分との関係. 名古屋大学若手女性研究者サイエンスフォーラム 2012 年 8 月 (愛知).

日置麻也, 島岡 清, 柴田優子, 秋間 広: 加齢や不活動により蓄積される筋内脂肪と筋機能および筋形態との関係. 名古屋大学若手女性研究者サイエンスフォーラム, 2011 年 11 月 (愛知).

日置麻也, 齋藤 輝, 兼平奈奈, 島岡 清, 小池晃彦, 吉子彰人, 榊原久孝, 高橋英幸, 押田芳治, 秋間 広: 高齢者と若齢者における大腿四頭筋の筋細胞内脂質と最大随意筋力との関係. 第 68 回日本体力医学会大会, 2013 年 9 月 (東京).

吉子彰人, 日置麻也, 兼平奈奈, 島岡 清, 小池晃彦, 榊原久孝, 押田芳治, 秋間 広: 高齢者と若齢者における外側広筋と半腱様筋の筋内脂肪の比較. 第 68 回日本体力医学会大会, 2013 年 9 月 (東京).

Hioki, M., Kanehira, N., Shimaoka, K., Kioke, T., Yoshiko, A., Sakakibara, H., Takahashi, H., Oshida, Y., Akima, H.:

Comparison of intramyocellular lipid contents between antigravity and non-antigravity human skeletal muscles. The 60th American College of Sports Medicine (Indianapolis, IN, USA), May 28 to Jun 1, 2013.

Yoshiko, A., Hioki, M., Kanehira, N., Shimaoka, K., Kioke, T., Sakakibara, H., Oshida, Y., Akima, H.: Comparison of non-contractile tissue in individual muscles of quadriceps between young and old subjects. The 60th American College of Sports Medicine (Indianapolis, IN, USA), May 28 to Jun 1, 2013.

吉子彰人, 日置麻也, 兼平奈奈, 島岡 清, 齋藤 輝, 小池晃彦, 榊原久孝, 押田芳治, 秋間 広: 大腿部筋間における筋内脂肪の比較. 第 67 回日本体力医学会, 2012 年 9 月 (岐阜).

日置麻也, 吉子彰人, 兼平奈奈, 島岡 清, 齋藤 輝, 小池晃彦, 榊原久孝, 押田芳治, 秋間 広: ¹H-MRS による大腿四頭筋およびハムストリングの筋細胞内脂質と血液成分との関係. 第 67 回日本体力医学会, 2012 年 9 月 (岐阜).

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕
出願状況 (計 0 件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
出願年月日:
国内外の別:

取得状況 (計 0 件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
取得年月日:
国内外の別:

〔その他〕
ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者
秋間 広 (名古屋大学)

研究者番号: 40292841

(2) 研究分担者
押田芳治 (名古屋大学)

研究者番号：10169295

(3)研究分担者

小池晃彦（名古屋大学）

研究者番号：90262906

(4)連携研究者

島岡 清（東海学園大学）

研究者番号：60109361

(4)連携研究者

寺田恭子（名古屋短期大学）

研究者番号：20236996