

令和 5 年 6 月 20 日現在

機関番号：32605

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2016～2022

課題番号：16K01601

研究課題名（和文）思春期の全身および部位別の脂肪量と骨格筋量の基礎資料づくりと推定式の開発

研究課題名（英文）Prediction and validation of total and regional fat and skeletal muscle mass in pubertal Japanese children

研究代表者

緑川 泰史（MIDORIKAWA, Taishi）

桜美林大学・健康福祉学群・准教授

研究者番号：50434345

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,800,000円

研究成果の概要（和文）：現段階でも、思春期の子どもの全身および部位別の脂肪量や骨格筋量のデータはほとんど蓄積されていない。本研究は、脂肪・骨格筋量のゴールドスタンダードであるDXA法（二重エネルギーX線吸収法）とMRI法（磁気共鳴映像法）を利用し、思春期の子ども18名の測定データを取得・分析した。思春期前の子どもを対象に開発した脂肪量と骨格筋量の推定式が、思春期の子どもへ適用可能かどうか検討した結果、皮下脂肪厚法と超音波Bモード法で有意差が認められるケースを確認した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

- ・思春期にある子どもの身体をターゲットとした研究をスタートするにあたり、脂肪や骨格筋の量や分布に関する情報は極めて貴重な基礎データとなる。
- ・脂肪や骨格筋の定量法として最も精度が高いDXA法とMRI法を基準として、子どもにも安全に使用できる簡易推定法を検討・開発している。皮下脂肪厚計や超音波装置を用いた推定式は、研究での使用のみならず、教育・医療現場においても利用を想定している。

研究成果の概要（英文）：Information about total and regional fat and skeletal muscle mass in pubertal children is limited. The mass and distribution of fat and skeletal muscle using DXA and MRI methods were analyzed in 18 pubertal boys and girls in this study. When applying prediction equations for estimating fat and skeletal muscle mass in prepubertal children to pubertal children, significant differences in several cases were found using skinfold caliper and B-mode ultrasonography.

研究分野：身体組成学

キーワード：身体組成 子ども 骨格筋量 脂肪量 推定式 MRI DXA

1. 研究開始当初の背景

(1) 子どもの身体組成を評価する意義 (緑川, 2012)

我々の身体は発育する過程で平均出生時体重である約 3000g から、出生時の 10 倍以上の体重まで大きく変化する。このような身体の中身 (身体組成) の変化は、成長や発育発達その他、日々の身体活動や栄養摂取状況といった要素に大きく影響を受ける。したがって、発育過程において身体組成を探ることができれば、その子どもの成長、また、それまで積み重ねてきた運動・栄養・休養といった生活習慣を総合的に評価することにもつながる。

(2) 脂肪量測定には DXA 法、骨格筋量測定には MRI 法がゴールドスタンダード

二重エネルギー X 線吸収 (Dual-energy X-ray absorptiometry: DXA) 法による測定は信頼性が高く、測定自体は安全で、短時間 (全身スキャンで約 3 分) で終了する。現在、DXA 法は水中体重秤量法に代わって、脂肪量測定のゴールドスタンダードとなっており、全身だけでなく任意の部位ごとに脂肪量を定量できる利点がある。

また、磁気共鳴映像 (Magnetic resonance imaging: MRI) 法は、器官・組織レベルの身体組成評価には欠かせず、骨格筋量の簡易推定式を作成する際の基準として利用されている。MR 装置の技術改良により、全身横断画像約 150 枚の撮像が短時間 (20 分程度) で可能となり、子どもにも安全にかつ負担が少なく測定が可能となった。実際、成人 (Sanada et al., 2006) に続き、子どもの全身骨格筋量においても高い精度で定量できることを報告している (Midorikawa et al., 2009)。

(3) 日本人の子どもを対象とした脂肪・骨格筋の定量と推定式開発の研究状況

子どもを対象に、特に MRI 法を利用して全身骨格筋量やその分布を調査した研究は国際的にも 2 編のみで (Hsu et al. 2003, Kim et al. 2006)、日本人の子どもを対象とした研究は皆無であった。このような国内外の研究動向の中、思春期前の子ども (6~12 歳) を対象に我々の研究グループは、皮下脂肪厚法を利用した全身脂肪量の推定式の作成 (Midorikawa et al., 2011a) また、超音波 B モード法を用いた全身および部位別脂肪量 (Midorikawa et al., 2011b) と骨格筋量 (Midorikawa et al., 2015) の推定式の開発を行った。しかし、現段階では、劇的に身体組成が変化する思春期の子どもの全身および部位別の脂肪量や骨格筋量のデータはほとんど蓄積されておらず、推定式の開発も進んでいない。

2. 研究の目的

(1) 思春期の子どもの全身および部位別 (腕部・体幹部・大腿部・下腿部) の骨格筋量を観察し、各部位の量的発育の特徴を捉え、基礎資料づくりを行う。過去の研究で収集した思春期前までの身体組成データと組み合わせることで、発育期における体系的な基礎資料の作成を目指す。

(2) 思春期前の子どもたちを対象に皮下脂肪厚計・超音波装置・DXA 装置を用いて開発した推定式が、思春期の子どもたちに適用可能かどうかを検討する。その結果、測定精度を高める必要がある場合は、DXA 法と MRI 法で測定した脂肪量と骨格筋量を基準として、各道具・機器から得られる生体に関するパラメータを用い、学校や病院等の現場でも活用できる思春期の子どもに特化した推定式を作成する。

3. 研究の方法

思春期にある中学生 (12~15 歳) の男女を対象に測定を実施した。全身および部位別の脂肪量と骨格筋の定量には、DXA 法 (全身レントゲン画像を撮影・分析) と MRI 法 (1cm 刻みの全身連続横断画像を撮像し、解析ソフトで計測) を用いた。また、皮下脂肪厚法により、上腕後部と肩甲骨下部の脂肪厚を測定した。さらに、超音波 B モード法により、全身 9 カ所 (前腕前、上腕前後、腹部、肩甲骨下部、大腿前後、下腿前後) の脂肪厚と筋厚を評価した。

4. 研究成果

(1) 思春期の子どもの骨格筋量

新型コロナウイルスの影響で測定を実施できる期間が限定されたが、これまでに中学生男子 9 名 (年齢 13.6 歳、身長 165.6cm、体重 54.7kg、値は平均値、以降括弧内は同様) 女子 9 名 (年齢 13.3 歳、身長 157.2cm、体重 47.2kg) の測定を実施した。貴重な思春期の子どもの骨格筋量 (男子: 全身 18.7kg、腕 1.9kg、体幹 6.7kg、大腿 7.7kg、下腿 2.4kg; 女子: 全身 14.1kg、腕 1.4kg、体幹 5.1kg、大腿 5.7kg、下腿 1.9kg) に関する情報を蓄積することができた。今後対象者を増やし、思春期の子どもにおける全身および部位別骨格筋量の基礎資料作りを進める。

(2) 思春期前の子どもを対象に開発した脂肪量推定式の思春期の子どもへの適用可能性

皮下脂肪厚計で測定した上腕後部と肩甲骨下部の皮脂厚をパラメータとした式 (Midorikawa et al., 2011a) を用いた場合、12~14 歳の男子 (n = 9) の全身脂肪量の推定値と実測値との間に有意差は認められなかったが、12~15 歳の女子 (n = 11) においては過小評価した。

また、超音波 B モード法で測定した全身 9 部位 (腕: 前腕・上腕前後、体幹: 腹部・肩甲骨下部、脚: 大腿前後・下腿前後) の皮脂厚をパラメータとした思春期前の子どもを対象とした式

(Midorikawa et al., 2011b) の適用可能性を検討した。その結果、12~14歳の男子 (n=9)・女子 (n=11) とともに全身脂肪量は実測値と比較して推定値が有意に低い値を示したが、体幹と脚といった部位別の脂肪量は推定値と実測値との間に有意差は観察されなかった。

皮下脂肪厚法と超音波 B モード法による推定結果に一貫した傾向が認められないため、思春期にある子どものデータを増やし、再度思春期前の子どもから作成した推定式が適用可能かどうか検討を進める。

(3) 思春期前の子どもを対象に開発した骨格筋量推定式の思春期の子どもへの適用可能性

超音波 B モード法で測定した全身 9 部位 (腕: 前腕・上腕前後、体幹: 腹部・肩甲骨下部、大腿: 大腿前後、下腿: 下腿前後) の筋厚をパラメータとした思春期前の子どもを対象とした式 (Midorikawa et al., 2015) を用いた場合、12~14歳の男子 (n=9) においては、全身および部位別 (腕、体幹、大腿、下腿) の骨格筋体積が過小評価された。また、12歳~15歳の女子 (n=9) においても、下腿部の骨格筋体積を除いて、実測値よりも推定値が有意に低い値を示した。このことから、測定部位の筋厚とその部位の骨格筋体積との関係が思春期前と思春期で異なることが予想され、思春期の子どもに特化した推定式の開発が必要と推察される。

また、DXA 法で測定した四肢や体幹の除脂肪軟組織量 (全重量から脂肪量と骨塩量を除いた量) をパラメータとした思春期前の子どもを対象とした式 (Midorikawa et al., 2017) が、思春期の子どもに適用可能かについても確認した。その結果、12~14歳の男子 (n=9) の体幹部と 12~15歳女子 (n=9) の腕部に過大・過小評価される傾向が観察されたものの、その他の脚を含む部位および全身骨格筋量には有意差が認められなかった。思春期の子どもにおいても、DXA 装置による骨格筋量の推定が可能と考えられるが、装置自体へのアクセスが限定される。比較的使用が簡単な器具を使用した骨格筋量推定式の作成も望まれる。

(4) 思春期前の子どもを対象に、皮下脂肪厚法を利用した骨格筋体積推定式の作成

思春期前 (6~12歳) の男子 86 名と女子 56 名を対象に、周囲径と皮脂厚から求めた筋骨横断面積をパラメータとした全身および部位別 (腕部、体幹部、大腿部、下腿部) の骨格筋体積を推定する式の開発を行った (Midorikawa et al., 2022)。その結果、腕部と下腿部に系統誤差が認められたものの、比較的高い精度で骨格筋体積を推定できた。したがって、思春期にある子どもの骨格筋量推定式の開発時にも、筋骨横断面積はパラメータとして利用可能であると推測される。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計4件（うち査読付論文 4件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 Ohta Megumi, Midorikawa Taishi, Hikiyara Yuki, Sakamoto Shizuo, Kawakami Yasuo, Fukunaga Tetsuo, Kanehisa Hiroaki	4. 巻 12
2. 論文標題 Body mass-to-waist ratio strongly correlates with skeletal muscle volume in children	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 PLOS ONE	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1371/journal.pone.0177155	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 Ohta Megumi, Midorikawa Taishi, Hikiyara Yuki, Masuo Yoshihisa, Sakamoto Shizuo, Torii Suguru, Kawakami Yasuo, Fukunaga Tetsuo, Kanehisa Hiroaki	4. 巻 42
2. 論文標題 Validity of segmental bioelectrical impedance analysis for estimating fat-free mass in children including overweight individuals	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism	6. 最初と最後の頁 157 ~ 165
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1139/apnm-2016-0137	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 Midorikawa Taishi, Hikiyara Yuki, Ohta Megumi, Ando Takafumi, Torii Suguru, Sakamoto Shizuo, Tanaka Shigeo	4. 巻 73
2. 論文標題 The relationship between organ-tissue body composition and resting energy expenditure in prepubertal children	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 European Journal of Clinical Nutrition	6. 最初と最後の頁 1149 ~ 1154
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1038/s41430-018-0344-2	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 Midorikawa Taishi, Ohta Megumi, Hikiyara Yuki, Torii Suguru, Sakamoto Shizuo	4. 巻 -
2. 論文標題 Prediction and validation of total and regional skeletal muscle volume by using anthropometric measurements in prepubertal Japanese children	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 British Journal of Nutrition	6. 最初と最後の頁 1~7
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1017/S0007114522003269	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 -

〔学会発表〕 計4件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 4件）

1. 発表者名 Midorikawa T, Hikihara Y, Ohta M, Ando T, Torii S, Sakamoto S, Tanaka S.
2. 発表標題 Organ-tissue resting metabolic rate in Japanese prepubertal children versus adults.
3. 学会等名 4th international conference on Recent Advances and Controversies in Measuring Energy Metabolism (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Midorikawa T, Hikihara Y, Ohta M, Ando T, Torii S, Sakamoto S, Tanaka S.
2. 発表標題 The relationship between organ-tissue of body composition and resting energy expenditure in prepubertal children.
3. 学会等名 11th International Symposium on IN VIVO BODY COMPOSITION STUDIES (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Midorikawa T, Ohta M, Hikihara Y, Torii S, Sakamoto S.
2. 発表標題 Predicting whole body and appendicular skeletal muscle volume using limb circumferences in Japanese prepubertal boys.
3. 学会等名 25th Annual Congress of the European College of Sports Science (国際学会)
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

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
---------	---------------------------	-----------------------	----

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
---------	---------