

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 30 年 6 月 25 日現在

機関番号：32620

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2016～2017

課題番号：16H07183

研究課題名(和文) 幼児における骨格筋の形態的発育過程と体力や身体活動との関連について

研究課題名(英文) An associations of process of the morphological development of muscle with physical fitness and physical activity in preschool children

研究代表者

トウ ホウウ (DENG, PENGYU)

順天堂大学・スポーツ健康科学研究科・助教

研究者番号：30784392

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,300,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、幼児における骨格筋の形態的な発育の性差、年齢差、ならびに体力テストの影響を捉えると同時に、それらに日常生活の身体活動(量および強度)の要因がどのように関連するのかを明らかにすることを目的とした。研究の結果、幼児期における筋厚および皮脂厚は年齢の増加に伴い有意に増加し、部位によって異なる可能性がある。運動能力では、幼児期において、すでに男児が女児より優れている。身体活動では、男女ともに平日の歩数および運動時間が週末より多いこと。さらに、縦断研究の結果により、走・跳・投能力および身体活動量が骨格筋に与える影響は身体部位によって異なる可能性が示唆する。

研究成果の概要(英文)：The present study aimed to determine the relationship in preschool children among physical activity, physical fitness and muscle thickness, in order to clarify the effects of morphological development of muscle as well as differences in these effects due to age and sex. The major finding of the present study, muscle thickness and skinfold thickness were significant increase with advancing age, there was the potential for an increase in skeletal muscle was vary at different sites between boys and girls in early childhood. Boys showed better physical fitness than girls even in preschool age. The boys and girls took significantly high steps and the time in physical activity on weekdays. Moreover, according the result of longitudinal study, the impact of ability in sprinting, jumping and throwing, and physical activity on skeletal muscle was vary at different sites in early childhood.

研究分野：社会科学

キーワード：発育発達 骨格筋 体力 身体活動 運動強度 幼児

1. 研究開始当初の背景

ヒトが生涯に渡って健康で活力ある生活を営むために、動きを生み出す唯一の組織である骨格筋を形態的・機能的維持することは非常に重要である。他の組織と同様、骨格筋も成長や加齢に伴いその形態や機能が変化する。この時期にある子どもの骨格筋の量的変化については、従来のレントゲン撮影による分析結果 (Maresh 1966, Tanner et al. 1981) に加え、近年では超音波法の活用による性差あるいは年齢差に関する知見が増えつつある (Hechmatt et al. 1988, Schmidt and Voit 1993, Scholton et al. 2003)。しかし、それらは、限定された年齢層を対象としており、また、各年齢の被験者の数が比較的少数であることに加え、上肢あるいは下肢の特定の筋群を分析の対象にしている。骨格筋量の加齢に伴う減少は「サルコペニア」と呼ばれ、この低下の開始時期や程度には部位特異性が存在する (Abe et al. 2014)。こうした形態的変化の明示が、そのメカニズムの解明や予防策の開発といった、その後の研究発展の契機となった。

一方、発育期における適度な身体活動の確保では、身体を構成する諸器官・組織および機能の正常な発育・発達を促進する上で極めて重要であると考えられている。これまで、幼児から小学生を対象に、日常生活の身体活動と身体組成や体力テストとの関係を検討した例が多い。しかし、先行研究では、骨格筋量への影響については、ほとんど明らかにされていない。また、骨格筋の量的発育における部位の差について、身体活動量との関連で検討した例はほとんどない。中高齢者を対象とした横断的研究により、中強度から高強度 (3Mets 以上) の身体活動量と下腿前面と後面との間に有意な相関関係があることを、大腿前面の筋厚は高強度 (6Mets 以上) の身体活動量とのみ有意な相関関係があることを示唆している (Abe et al. 2012, Ogawa et al.

2015)。このように日常身体活動の量や強度によって骨格筋の適応には部位差が認められる。さらに、幼児を対象に運動能力の年齢推移を検討した先行研究によると、幼児において運動能力には女児は男児より劣っており、肥満児は普通児より劣ることが指摘されている。しかし、その要因について、骨格筋量・皮脂量および身体活動量における性差との関連で包括的に検証した例はない。そこで、本研究では、幼児における骨格筋の形態的な発育に関する年齢推移、性差、ならびにそれらに対する体力テスト、日常生活の身体活動 (量および強度) の影響について検証するに至った。

2. 研究の目的

本研究では、幼児における骨格筋の形態的な発育、ならびに体力テストにおける性差、年齢差の影響を捉えると同時に、それらに日常生活の身体活動 (量および強度) の要因がどのように関連するのかを明らかにすることを目的として、以下の3項目について検討した。各項目の概要は次に示す通りである。

研究1 3歳から5歳までの幼児の骨格筋の形態の発育変化における性差の影響。

幼児期における筋厚・皮脂厚に関する部位が限られている箇所しか測定しておらず、その発育変化における部位差は不明な点が多い。そこで本研究では、3歳から5歳までの男女児を対象に、各部位の筋厚と皮脂厚を測定し、それらの年齢変化について、性差との関連で検討した。

研究2 幼児期における筋厚・皮脂厚と体力、日常の身体活動 (量および強度) との関係

幼児の男女を対象にした結果によると、6歳以前の段階において、身体組成には性差が存在し (Butte et al. 2000, Ellis et al. 2000)、走、跳、投能力の成績は男児が女児より優れている (Bloemen et al. 2015, Roriz et al

2014.)。さらに、普通体重の幼児ほど、運動能力が高い、日常の身体活動が多いことが示唆されている (Deng et al. 2016)。幼児期において、筋厚や皮脂厚に有意な性差が認められるならば、それらは運動能力、または日常の身体活動における性差を説明する要因になると考えられる。

研究 3 幼児期における骨格筋の発育過程および運動能力、身体活動 (量および強度) の縦断変化

幼児の体力や身体活動に関する研究報告は多い。しかし、筋厚を含めた骨格筋の発育過程における縦断変化を捉えた研究はかく、それらの関係性はまだ不明である。そこで、本研究では、同じ対象者に昨年度と同じ測定を実施し、一年間の日常身体活動の変化量と筋厚や体力テストの結果の変化量との関係を明らかにした。

3. 研究の方法

研究 1 3 歳から 5 歳までの幼児の骨格筋の形態の発育変化における性差の影響。

(1) 被験者

年齢 3-5 歳の男児 (5.2±1.0 歳) 392 名および女児 (5.0±0.9 歳) 402 名を対象者とした。測定の実施に先立ち、被験者の保護者および保育園関係者には、研究の目的および測定の安全性を説明し、測定参加の同意を得た。

(2) 測定項目

幼児の形態的な発育過程を評価するために、超音波診断装置 () を使用して、上腕、前腕、腹部、大腿および下腿の筋厚・皮脂厚を測定する。全身 7 箇所の測定部位は以下の通りとした。

前腕部 (前腕長近位 30% 部位の前部)

上腕前部 (上腕長近位 60% 部位の前部 上腕二頭筋上)

腹部 (腹直筋の上から 3 つ目の筋腹中央部位)

大腿前部 (大腿長近位 50% 部位の前部 大腿

直筋上)

大腿後部 (大腿長近位 50% 部位の後部 大腿二頭筋上)

下腿前部 (下腿長近位 30% 部位の前部 前頸骨筋上)

下腿後部 (下腿長近位 30% 部位の後部 腓腹筋 外側頭上)

得られた超音波画像に基づき、皮膚から皮下脂肪と筋との境界までの距離を筋厚および皮脂厚として測定した。また、男女間および年齢別の平均値の差について、二元配置分散分析法により検定し、ボンフェローニ補正により有意差を $p < 0.05$ とした。

研究 2

(1) 被験者

年齢 4-6 歳の男児 305 名 (5.8±0.6 歳) および女児 320 名 (5.8±0.6 歳) を対象者とした。

(2) 測定項目

身長・体重に加え、全身 7 ヶ所 (前腕前面、上腕前面、腹部、大腿部前面、大腿部後面、下腿部前面、下腿部後面) の筋厚と皮脂厚を超音波法により測定した。超音波画像の取得条件および分析条件は研究 1 と同一であった。また、運動能力では 25m 走、立ち幅跳びおよびソフトボール投げを実施した。さらに、日常の身体活動では、1 軸加速度計ライフコーダーを用いて、四日間連続に装着し、歩数および強度別の運動時間を評価した。なお、先行研究 (Adti M et al. 2005) を参考に、ライフコーダー強度 1-3 を低強度運動時間、4-9 を中高強度運動時間とし、総運動時間は低強度と中高強度時間の 2 つの運動時間の合計から算出した。

研究 3

(1) 被験者

年齢 5-6 歳の男児 35 名 (6.0±0.3 歳) および女児 45 名 (5.9±0.3 歳) を対象者とした。

(2) 測定項目

1 年間の間隔をおき、身長、体重に加え、全身 7 ヶ所 (前腕前面、上腕前面、腹部、大

腿部前面、大腿部後面、下腿部前面、下腿部後面)の筋厚と皮脂厚を超音波法により測定した。超音波画像の取得条件および分析条件は研究1と同一であった。また、運動能力では、25m走、立ち幅跳びおよびソフトボール投げの測定を実施し、昨年度の結果より、1年間の変化量を計算した。さらに、日常の身体活動では、1軸加速度計ライフコーダーを用いて、四日間連続に装着し、歩数および強度別の運動時間を評価した。なお、1年間に渡って、平日および週末の変化量を計算した。

4. 研究成果

研究1 3歳から5歳までの幼児の骨格筋の形態の発育変化における性差の影響

幼児の身体組成を表1に示した。また、形態の測定項目について、表2・3に示した通り、筋厚では、上腕前面、前腕前面、腹部、下腿前面・後面において、男児が女児より優位に高値を示し(p<0.05)、年齢の増加に伴い厚くなった(p<0.05)。さらに、皮脂厚には、全ての部位において、女児が男児より有意に高値が見られ(p<0.05)、年齢の増加に伴い薄くなった(p<0.05)。

幼児における筋厚・皮脂厚の発育変化およびその部位差に、性差による影響が大きいことが示唆された。

表1. 身体組成

	男児			女児		
	身長	体重	BMI	身長	体重	BMI
	cm	kg	kg/m ²	cm	kg	kg/m ²
3.5-3.9歳	98.0±3.1	14.9±1.6	15.4±1.1	97.0±4.0	14.6±1.8	15.5±1.2
4.0-4.4歳	101.1±4.5	15.9±2.1	15.5±1.2	99.9±3.5	15.4±1.6	15.4±1.1
4.5-4.9歳	103.9±3.4	16.7±1.7	15.4±1.2	103.5±4.3	16.6±2.1	15.5±1.2
5.0-5.4歳	107.2±4.0	17.7±2.1	15.4±1.4	106.9±4.4	17.7±2.7	15.4±1.5
5.5-5.9歳	110.4±4.9	18.6±2.7	15.2±1.4	110.6±4.0	18.5±2.8	15.1±1.8
6.0-6.4歳	113.6±6.1	19.6±2.3	15.2±1.2	112.8±4.6	19.3±2.4	15.1±1.1
6.5-6.9歳	117.0±4.5	21.5±3.6	15.7±1.9	115.4±4.6	20.5±3.1	15.4±2.0

BMI: 体格係数

表2. 筋厚に関する測定結果

年齢	男児						
	UA*	FA*	AB*	AT*	AL	PT*	PL*
	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm
3.5-3.9歳	22.2±1.5	13.5±1.0	4.2±0.6	22.9±2.3	28.6±6.4	15.1±7.5	34.9±2.8
4.0-4.4歳	22.4±1.5	13.9±1.1	4.4±0.7	23.5±2.2	24.1±9.8	21.4±9.9	35.9±2.4
4.5-4.9歳	22.8±1.9	14.2±1.2	4.6±0.7	23.8±2.8	19.0±9.2	27.5±10.3	36.6±2.4
5.0-5.4歳	23.4±1.7	14.8±1.2	4.7±0.7	24.1±2.4	16.5±7.5	31.3±8.0	37.9±2.7
5.5-5.9歳	23.9±1.8	15.2±1.5	5.0±0.7	23.6±3.0	14.5±4.5	34.4±5.1	38.5±3.2
6.0-6.4歳	24.4±1.7	15.5±1.1	5.3±0.8	24.2±2.5	18.2±8.6	31.7±9.1	39.6±3.0
6.5-6.9歳	25.1±2.0	15.9±1.6	5.4±0.8	24.9±3.3	15.6±4.9	36.9±6.1	41.8±3.3
女児							
3.5-3.9歳	21.5±1.3	13.0±1.1	4.3±0.6	23.4±2.5	26.3±7.5	16.0±8.6	34.3±2.7
4.0-4.4歳	21.8±1.5	13.4±1.1	4.5±0.7	23.3±2.5	23.4±9.5	20.6±10.1	34.9±2.6
4.5-4.9歳	22.8±1.7	13.9±1.2	4.9±0.7	24.3±2.6	17.8±9.0	28.1±8.7	36.8±2.8
5.0-5.4歳	23.4±1.7	14.3±1.2	5.1±0.8	24.2±2.7	16.5±8.0	30.1±8.5	37.5±2.6
5.5-5.9歳	23.6±1.5	14.4±1.1	5.2±0.7	23.9±2.9	18.7±9.4	29.0±9.8	37.7±2.8
6.0-6.4歳	24.2±1.9	14.7±1.5	5.4±0.9	24.7±2.7	18.8±9.1	29.4±9.4	38.8±2.8
6.5-6.9歳	24.9±1.8	15.3±1.5	5.3±0.7	24.8±3.1	15.9±6.0	33.5±7.5	39.6±3.3

UA: 上腕前面, FA: 前腕前面, AB: 腹部, AT: 大腿前面中央, AL: 下腿前面, PT: 大腿後面外側, PL: 下腿後面外側

* vs. 女児, p<0.05

表3. 皮脂厚に関する測定結果

年齢	男児						
	UA*	FA*	AB*	AT*	AL*	PT*	PL*
	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm
3.5-3.9歳	6.4±1.1	5.1±1.0	8.7±3.0	8.5±1.5	7.2±1.8	6.3±1.5	7.1±1.2
4.0-4.4歳	6.0±1.3	5.1±1.2	8.1±3.0	8.3±1.6	6.7±1.8	6.7±1.7	7.2±1.2
4.5-4.9歳	5.7±1.2	4.8±1.0	8.1±3.1	8.3±1.7	6.1±1.6	7.2±2.0	7.3±1.4
5.0-5.4歳	5.4±1.4	4.5±1.2	7.8±3.7	7.8±1.8	5.3±1.2	6.7±2.4	6.9±1.1
5.5-5.9歳	5.3±1.5	4.3±1.4	8.1±4.8	8.3±2.1	5.4±1.2	7.3±2.4	7.0±1.3
6.0-6.4歳	5.2±1.5	4.0±1.2	7.3±3.3	7.6±1.6	5.3±1.6	6.0±1.6	6.7±1.3
6.5-6.9歳	5.5±1.8	4.6±1.7	9.0±6.0	8.3±2.5	5.6±1.4	7.7±3.0	7.3±1.7
女児							
3.5-3.9歳	7.2±1.4	6.0±1.2	10.7±3.5	10.1±1.6	8.1±1.9	7.0±1.6	8.0±1.2
4.0-4.4歳	6.5±1.4	5.5±1.4	9.9±3.3	9.7±1.6	7.3±1.5	7.1±1.9	7.6±1.3
4.5-4.9歳	6.2±1.2	5.2±1.3	9.5±3.2	9.5±1.7	6.7±1.8	7.8±1.9	7.6±1.3
5.0-5.4歳	5.9±1.6	4.9±1.3	9.3±4.3	9.2±2.2	6.2±1.6	7.5±2.1	7.3±1.3
5.5-5.9歳	5.6±1.4	4.6±1.3	9.4±5.0	8.8±2.0	5.9±1.3	7.3±2.0	7.4±1.3
6.0-6.4歳	5.7±1.5	4.7±1.1	9.8±4.5	9.0±1.9	6.4±2.1	7.5±2.0	7.6±1.4
6.5-6.9歳	5.7±1.3	4.7±1.7	9.7±5.0	8.9±2.0	5.5±1.3	7.6±2.2	7.6±1.7

UA: 上腕前面, FA: 前腕前面, AB: 腹部, AT: 大腿前面中央, AL: 下腿前面,

PT: 大腿後面外側, PL: 下腿後面外側

* vs. 女児, p<0.05

研究2 幼児期における筋厚・皮脂厚と体力、日常の身体活動(量および強度)との関係

男女別に各部位の筋厚・皮脂厚と体力テストの結果および身体活動(量および強度)との関係を検討した結果、男児の筋厚において、大腿前面は週末の歩数、低強度運動時間、総運動時間との間に有意(p<0.05)な正の相関関係があり、大腿後面は、週末の歩行時間との間に有意(p<0.05)な正の相関関係にあった。また、男児の皮脂厚において、下腿後面は、週末の歩数と総運動時間との間に有意(p<0.05)な負の相関関係があった。

女児の筋厚において、大腿前面は平日の高強度運動時間と走行時間との間に正の相関関係があり、下腿前面は、平日の歩行時間との間に正の相関関係があった。女児の皮脂厚において、腹部は週末の高強度運動時間と走行時間との間に有意(p<0.05)な負の相関関係があり、大腿前面・後面および下腿後面は、週末の歩数、総運動時間、歩行時間および走行時間との間に有意(p<0.05)な負の相関関係

係があった。

男女別に各部位の筋厚・皮脂厚と体力テストの結果との関係を検討した結果、男児の筋厚において、腹部は 25m 走、立ち幅跳びおよびボール投げとの間に有意 ($p<0.05$) な相関関係があり、大体後面と下腿前面は 25m 走との間に有意 ($p<0.05$) な負の相関関係があった。また、男児の皮脂厚において、腹部、大体前面・後面、下腿前面・後面は 25m 走と有意な ($p<0.05$) 負の相関関係があり、立ち幅跳びと有意 ($p<0.05$) な正の相関関係があった。

女児の筋厚において、腹部、大腿前面・後面および下腿前面・後面は 25m 走との間に有意 ($p<0.05$) な負の相関関係があり、立ち幅跳びとボール投げとの間に有意 ($p<0.05$) な正の相関関係があった。女児の皮脂厚において、腹部、大体後面および下腿後面は、25m 走との間に有意 ($p<0.05$) な正の相関関係があり、立ち幅跳びとの間に有意 ($p<0.05$) な負の相関関係があった。

幼児期における下肢の骨格筋では、男女ともに歩数や運動時間が多いほど、筋厚が厚く、皮脂厚が薄い傾向にある。将来、児童の肥満を防ぐために、日常生活における身体活動が重要な因子になることが示唆される。

研究 3 幼児期における骨格筋の発育過程および運動能力、身体活動 (量および強度) の縦断変化

年間歩数では、平日について、男児が 13962±2604 歩から 17934±3149 歩まで有意 ($p<0.05$) に増加し、女児が 12000±2416 歩から 15448±3145 歩まで有意 ($p<0.05$) に増加した。週末について、男児が 12084±4299 歩から 10426±4026 歩まで減少し、女児が 11165±3761 歩から 10324±3953 歩まで減少した。男女ともに平日の歩数は有意に増加したが、週末の歩数は減少する傾向にあった。

年間総運動時間では、平日について、男児が 144.3±26.7 分から 179.1±30.3 分まで有意

($p<0.05$) に増加し、女児が 125.0±23.2 分から 152.9±32.1 分まで有意 ($p<0.05$) に増加した。週末について、男児が 126.3±40.6 分から 107.8±37.9 分に減少し、女児が 116.0±38.2 分から 105.9±40.0 分に減少した。男女ともに平日の運動時間は有意に増加したが、週末の運動時間も減少する傾向にあった。

筋厚・皮脂厚の各項目の年間変化量と体力結果の年間変化量との関係を検討した。男児では、ボール投げや立ち幅跳びが長く、25m 走が早くなる幼児ほど大腿前面の筋厚が有意に増加し、腹部の皮脂厚が有意 ($r=0.31-0.62$, $p<0.05$) に減少する。また、女児では、ボール投げや立ち幅跳びが長く、25m 走が早くなる幼児ほど大腿前面・後面の筋厚が有意に増加し、大腿後面および下腿前面の皮脂厚が有意 ($r=0.31-0.48$, $p<0.05$) に減少する。

さらに、筋厚・皮脂厚の各項目の年間変化量と身体活動 (量および強度) の年間変化量との関係を検討した。その結果、男児では、歩数および運動時間の増加量の高い幼児ほど、下腿後面皮脂厚が有意に薄い増加量に見られた ($r=0.27-0.30$, $p<0.05$)。また、女児では、歩数および運動時間の増加量が高い幼児ほど、大腿前面・後面筋厚が有意 ($r=0.30-0.42$, $p<0.05$) に増加し、大腿前面および下腿後面皮脂厚が有意 ($r=0.29-0.41$, $p<0.05$) に減少した。

このような結果は、歩数や運動時間が多い女児ほど、下肢の皮脂厚が薄く、年齢の増加に伴い骨格筋の部位特異性が認められる。また、走・跳・投能力および身体活動量が骨格筋に与える影響は身体部位によって異なる可能性が示唆される。

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 件)

〔学会発表〕(計 9 件)

1. 鄧鵬宇, 陸大江, 鈴木宏哉, 内藤久土. An association of lifestyle, physical fitness and weight status for adolescents in East Asia. 2016 年中国全国運動体質および健康増進学術会議, 中国 上海, 2016 年 12 月 7 日

【招待講演】

2. 尾崎隼朗, 鄧鵬宇, 棗寿喜, 尾崎美那貴, 町田修一, 内藤久土. 幼児の全身各部位の筋厚・皮脂厚と身体活動量に関する研究. 第 15 回日本発育発達学会, 岐阜, 2017 年 3 月 17 日

【ポスター】

3. 宮田洋之, 鄧鵬宇, 陸大江, 鈴木宏哉. 日本と中国の幼児における体格および体力の発育発達の違い. 第 15 回日本発育発達学会, 岐阜, 2017 年 3 月 17 日 【ポスター】

4. 鄧鵬宇, 尾崎隼朗, 棗寿喜, 陸大江, 内藤久土. Correlates of preschool children's objectively measured physical activity, physical fitness levels and morphological development of muscle: a cross-sectional study. ヨーロッパスポーツ会議 (ECSS) 第 22 回大会, ドイツ エッセン, 2017 年 7 月 5 日 【口頭】

5. 鄧鵬宇, 尾崎隼朗, 棗寿喜, 近藤浩晃, 陸大江, 町田修一, 内藤久土. 日本と中国における 4 歳幼児の全身各部位の筋厚・皮脂厚と身体活動量に関する研究. 第 72 回日本体力医学会大会, 愛媛, 2017 年 9 月 18 日 【口頭】

6. 尾崎隼朗, 鄧鵬宇, 棗寿喜, 尾崎美那貴, 近藤浩晃, 町田修一, 内藤久土. 幼児における全身各部位の筋厚および皮脂厚の性差

と年齢差. 第 72 回日本体力医学会大会, 愛媛, 2017 年 9 月 18 日 【口頭】

7. 尾崎隼朗, トウホウウ, 棗寿喜, 近藤浩晃, 尾崎美那貴, 町田修一, 内藤久土. 幼児の筋厚に対する性・年齢・身体活動の影響に部位特異性は認められるか. 第 30 回日本トレーニング科学大会, 東京, 2017 年 10 月 7 日

【ポスター トレーニング科学研究賞大賞】

8. 鄧鵬宇, 王晓飛, 潘天帥, 劉慧然, 陸大江, 鈴木宏哉, 内藤久土. 中国の小学生における体型と体力の経年的変化. 日本発育発達学会第 16 回大会, 東京, 2018 年 3 月 11 日

【ポスター】

9. 尾崎隼朗, 鄧鵬宇, 棗寿喜, 近藤浩晃, 尾崎美那貴, 町田修一, 内藤久土. 幼児の筋厚に対する性・年齢の影響と身体活動および運動能力との関係性. 日本発育発達学会第 16 回大会, 東京, 2018 年 3 月 11 日 【ポスター】

6. 研究組織

(1) 研究代表者

鄧鵬宇 (Deng, Pengyu)

順天堂大学・スポーツ健康科学部 助教

研究者番号: 30784392