

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 8 月 20 日現在

機関番号：32620

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2016

課題番号：26350920

研究課題名(和文)小児肥満症改善の統合研究 - 「生活環境病」の提唱と介入プログラムの開発を目指して -

研究課題名(英文)The integrated study of complications of obese children

研究代表者

田久保 憲行(TAKUBO, Noriyuki)

順天堂大学・医学部・准教授

研究者番号：20306583

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)：今回の検討で、小児肥満は長期休暇中に身体活動量が低下し、身長、体重の増加から一見肥満度の増加がなくても、体脂肪率の増加と筋肉量の低下が生じることが明らかとなった。活動量低下の要因は、本人の自己効力感の低下だけではなく、公園などの施設の減少や、周囲に友人が住んでいない、また両親が共働きによって日中は一人で過ごすなど、遊びの場や機会の減少にもある。特に長期休暇中の活動量低下の結果は、子ども達を取り巻く環境にも注視すべき結果であり、学校教育現場や行政との連携を図り解決すべき課題と考える。

運動療法では、運動の量だけでなく質にも着目し、身体特性に即した楽しみながら継続できる内容を検討すべきと考える。

研究成果の概要(英文)：The results of this study demonstrated a reduction in physical activity of obese children during a long vacation. It also revealed an increase in the percentage of body fat and a reduction in muscle mass. The reduction in physical activity may be caused by a decrease in space and opportunities for children to play; for example, a decrease in facilities like parks, lack of friends in the neighbourhood, children having to stay indoors by themselves during daytime because both parents are working, and a decrease in self-efficacy. The result of decreased physical activity during a long vacation led us to pay attention to the environment surrounding children. Thus, we believe that this issue should be resolved by cooperation between schools and the local government.

In exercise therapy, sustainable exercise programs should be established by focusing on the quality of exercises as well as volume based on obese children's physical characteristics, so that they can enjoy pursuing them.

研究分野：小児内分泌代謝・糖尿病学

キーワード：小児肥満症 筋力・バランス特性 身体活動量 運動機能 肥満解消介入プログラム 医療チームアプローチ

## 1. 研究開始当初の背景

本研究は、平成 23 年度に助成を受けた研究課題「小児肥満症の改善、予防の統合研究－基礎から実践へ、エビデンスある介入を目指して－」（学術研究助成基金助成金基盤研究(C) (23500853)、一般)の継続的な研究として位置づけられる。難渋することが報告されている小児重度肥満に対し、多職種チームアプローチにより小児肥満の筋力やバランス感覚など運動生理学的な特性に基づいた運動療法の開発と、本人の肥満改善に対する自己効力感や、食生活習慣、家族背景など複数の要因と合わせその有効性を検討し、肥満改善に繋がる要因と有効な介入法を明らかとすることを目的としてきた。

小児肥満の原因のひとつとして身体活動量の低下があり、小児肥満の身体特性に即した運動療法の開発が必要である。さらに、小児期の肥満は夏休みに始まるとの報告や、身体活動量は季節によって変化することが報告されており、長期休暇中に身体活動量が低下し、肥満を増悪させている可能性が考えられるが、その実態は明らかにされていない。また我々は、学童期肥満は非肥満児に比べて全身の筋力が有意に低下し、バランス能力も低下している可能性を報告した。小児肥満症マニュアルでは、ウォーキング、縄跳びなどが推奨され、身体活動量の向上に重点を置いたものが多い。しかし、小児肥満は全身の筋力やバランス能力が低下しているため、これら運動内容を継続できない、あるいは不得手であることを理由に運動療法を実践することが困難であり、身体活動量が低下している可能性が高い。

## 2. 研究の目的

研究の目的は、夏季および冬季の長期休暇中の身体活動量と体格・体組成の変化を明らかにすること、また小児肥満の身体特性に合わせた運動プログラムの考案と効果を多角的に検討することである。

## 3. 研究の方法

### (1)対象

A 大学病院小児科に通院している児、もしくは B 市肥満検診において専門医の治療が必要と判断された児。長期休暇中の身体活動量と体格・体組成については、高度肥満 4 名、中等度肥満 4 名、軽度肥満 2 名、平均年齢  $9.0 \pm 2.3$  歳の計 10 名、運動プログラムの効果判定については、1 年間継続してプログラムに参加できた高度肥満 5 名、中等度肥満 1 名、軽度肥満 2 名、平均年齢  $9.0 \pm 2.1$  歳の計 8 名を対象とし、いずれも口頭と文書で研究内容を説明し、同意取得した。また、ヘルシンキ宣言により病院倫理委員会の承認を得た。

### (2)測定項目および測定方法

#### ①臨床的背景因子

年齢、性別は問診により調査し、身長、体重、体脂肪率は体組成計(DC250、タニタ社、東京)を用いて測定。測定値からローレル指数と肥満度を算出(表 1)。また、収縮期血圧を電子血圧計(ES-H55、TERUMO、東京)で測定。

#### 表 1 ローレル指数と肥満度の計算式

$$\text{ローレル指数} = \text{体重(kg)} + \text{身長(cm)}^2 \times 10^7$$

$$\text{肥満度} = \frac{\text{実測体重} - \text{標準体重}}{\text{標準体重}} \times 100(\%)$$

#### ②身体活動量

歩数、低強度(3 metabolic equivalents [METs] 未満)、中強度(3METs 以上 6METs 未満)、高強度(6METs)の身体活動時間、各

身体活動時間を合計した総身体活動時間を生活習慣記録機(Lifecorder GS/Me、スズケン社、名古屋)を用いて入浴を除く起床から就寝までを測定。測定期間は身体活動量の把握が可能されている 1-2 週間とした。生活習慣記録機の運動強度は4が3.6METs、7が6.1METsの強度に相当するため、先行研究に基づき 1-3 が低強度、4-6 が中強度、7-9 が高強度とした。すべての項目について小学生の生活行動上の特性から学校に行く月曜日から金曜日までの平日と、土曜日と日曜日の休日に分け、各々の1日あたりの平均値を算出した。なお、生活習慣記録機に記録したデータは、行動変容支援ソフトウェア(Lifelyzer05 personal、スズケン社、名古屋)を用いて管理した。

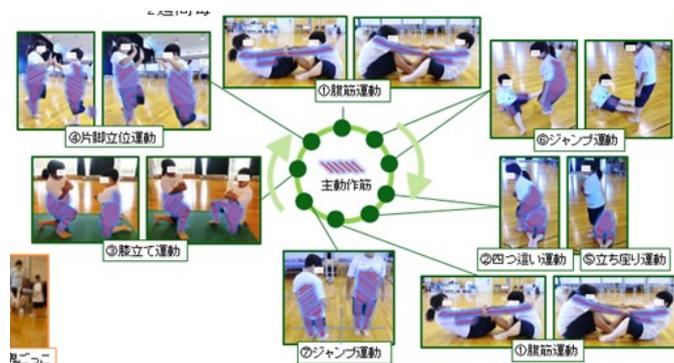
### ③身体機能

筋力は、全身の筋力の指標となる等尺性膝伸展筋力と握力を採用し、等尺性膝伸展筋力は Hand-Held Dynamometer( $\mu$ tas F-1、アニマ社、東京)を、握力は電子握力計(TKK5401、竹井機器工業、新潟)を用いて測定した。いずれの値も中尾らの報告した学年性別値で除した年齢性別比を算出した。バランス機能は、開眼片脚立位時間を採用し、60秒を最大時間として測定した。

### (3)運動プログラム

運動プログラムは、1回約45分の理学療法士が考案した運動を、月に2回、2週間毎に実施した。運動の種類は、ストレッチ、サーキット形式の運動、鬼ごっこや縄跳びなどの中強度の身体活動とした。サーキット形式の運動は、我々の調査によって明らかになった小児肥満の全身の筋

力およびバランス能力の低下に対して考案したものであり、腹筋運動、ジャンプ運動、四つ這い運動、立ち座り運動、膝立て運動、片脚立位運動をサーキット形式に



したものを実施した(上図)。

### (4)統計学的解析

長期休暇中の身体活動量と体格・体組成について、収縮期血圧を除いた臨床的背景因子は、夏季と冬季それぞれの長期休暇開始前(休暇前)、長期休暇中(休暇中)、長期休暇後2週間後(休暇後)の測定値を採用し、身体活動量については、長期休暇前後はそれぞれ2週間の平均値、長期休暇中は長期休暇全日の平均値とした。これらについて、季節(夏季、冬季)と測定地点(休暇前、休暇中、休暇後)の影響があるかを、2要因の分散分析を用いて検討した。また、プログラムの効果判定について、臨床的背景因子および身体機能は実測定値を採用し、プログラム開始前(開始前)と12ヶ月後の比較を Wilcoxon の符号付き順位検定を用いて検討し、統計学的有意水準は危険率5%未満を有意差ありとし、5%以上10%未満を傾向ありとした。

## 4. 研究成果

### (1)臨床的背景因子

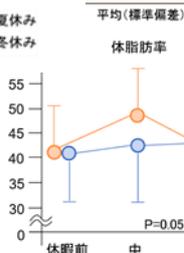
長期休暇中の体格・体組成の変化について、身長および体重は、夏季および冬季

のいずれの長期休暇においても有意に増加した(P<0.05、表2)。一方、肥満度については、夏季および冬季のいずれの長期休暇においても有意な変化は認められなかった(表2)。体脂肪率については、夏季および冬季のいずれの長期休暇においても休暇中に増大する傾向がみられ(P<0.1、

**表2 身長、体重、肥満度の値と分散分析による測定地点の主効果の結果**

	夏休み			冬休み			P値	F値
	前	中	後	前	中	後		
身長[cm]	137.4 (13.2)	138.8 (13.9)	139.7 (14.2)	133.8 (13.3)	135.7 (12.7)	134.6 (13.4)	<0.0001	14.5
体重[kg]	48.7 (10.5)	49.6 (10.8)	51.1 (11.1)	44.6 (11.7)	48.3 (7.2)	45.2 (11.7)	0.008	12.3
肥満度[%]	47.0 (20.6)	45.9 (21.0)	48.5 (20.5)	43.7 (14.5)	51.3 (16.2)	43.3 (15.4)	0.75	0.31

○夏休み  
●冬休み

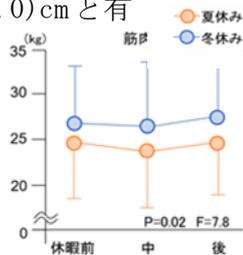


左図)、筋肉量は、夏季および冬季のいずれの長期休暇においても休暇中に有意に低下した(P<0.05、下図)。

プログラムの効果判定では、身長は、開始前の136.1(113.6-149.6)cm、に対して12ヶ月後は145.4(120.5-157.0)cmと有意に増加した

(P<0.05、表3)。体重の平均値(最小値-最大値)は、開始前の47.4(32.4-57.9)kg

に対して12ヶ月後は57.9(40.1-63.5)kgと有意に増加した(P<0.05、表3)。一方、肥満度の平均値(最小値-最大値)は、開始前の46.2(27.5-60.8)%に対して12ヶ月後は53.9(23.8-73.1)、体脂肪率の平均値(最小値-最大値)は開始前が43.0(31.1-51.1)、12ヶ月後は48.0(29.2-58.7)であり、いずれも有意な増加は認められなかった(表3)。筋肉量については、開始前



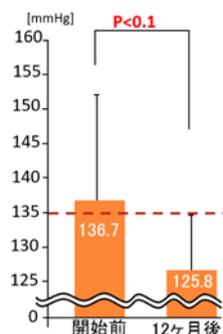
**表3 身長、体重、肥満度、体脂肪率、筋肉量の開始前と12ヶ月後の比較**

	開始前	12ヶ月後	P値
身長[cm]	136.1 (113.6-149.6)	145.4 (120.5-157.0)	<0.05
体重[kg]	47.4 (32.4-57.9)	57.9 (40.1-63.5)	<0.05
肥満度[%]	46.2 (27.5-60.8)	53.9 (23.8-73.1)	n.s.
体脂肪率[%]	43.0 (31.1-51.1)	48.0 (29.2-58.7)	n.s.
筋肉量[kg]	25.4 (16.0-33.2)	28.9 (16.5-38.9)	<0.05

平均値(最小値-最大値)

25.4(16.0-33.2)kg に対して12ヶ月後は28.9(16.5-38.9)kg であり有意な増加を認めた(P<0.05、表3)。

収縮期血圧の平均値(最小値-最大値)は、開始前136.7(117-161)mmHg に対して12ヶ月後は125.8(114-138)mmHg と低下傾向が認められ(P<0.1)、小児の高血圧基準値よりも低下した(左図、表4)。



**表4 小児の高血圧基準値**

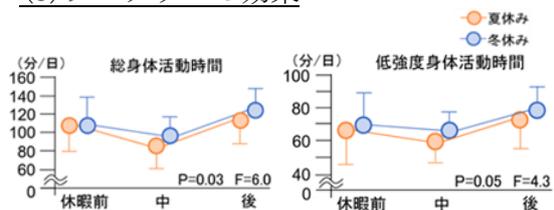
低学年	収縮期血圧130mmHg≤
高学年	収縮期血圧135mmHg≤

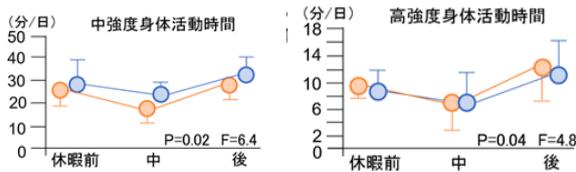
(日本高血圧学会高血圧治療ガイドライン2014)

## (2) 身体活動量

長期休暇中の身体活動量について、歩数は、夏季および冬季の長期休暇において、休暇中に有意に低下した(P<0.05)。低強度の身体活動時間は、夏季および冬季の長期休暇において、休暇中に低下する傾向がみられ(P<0.1、下図)、中強度および高強度の身体活動時間と総身体活動時間は、夏季および冬季の長期休暇においても有意に低下した(P<0.05、下図)。

## (3) プログラムの効果





等尺性膝伸展筋力の平均値(最小値-最大値)は、開始前 21.8(10.8-35.2)kgf に対して 12 ヶ月後は 28.7(13.7-45.9)kgf であり、有意な増加があり(P<0.05)、また年齢性別比についても増加する傾向がみられた(P<0.1)。握力の平均値(最小値-最大値)は、開始前の 14.5(0-22.8)kg に対して 12 ヶ月後は 21.3(10.0-35.0)kg と有意に増加し(P<0.05)、また年齢性別比においても有意に増加した(P<0.05)。開眼片脚立位時間の平均値(最小値-最大値)は、開始前が 51.2(7.4-60)秒、12 ヶ月後が 51.2(7.1-60)秒で有意差はなかった。

#### (4) 考察

今回の我々の検討から、小児肥満の長期休暇中の身体活動と体格・体組成の変化については、長期休暇中の身体活動量は、歩数、総身体活動時間、各強度の身体活動時間のいずれの指標においても低下がみられ、それと同時に体脂肪率の増大と筋肉量の低下がみられた。身体活動量は筋力と関係し、中強度の身体活動は脂肪量を減少させることが報告されている。長期休暇中は、学校への通学や部活、体育の時間がなくなり身体活動量が低下し、それによって筋力が維持できないことにより筋肉量が低下してエネルギー消費が減少し、体脂肪率が増大したものと考えられる。以上のことから、小児肥満は長期休暇中に身体活動量が低下し、身長、体重の増加から一見肥満度の上昇がなくても、体脂肪率の増加と筋肉量の低下が生じていることが明らかとなった。

活動量の低下の要因は、我々のQOL調査から自己効力感の低下に加え親の肥満に対する理解度の低さがあり、さらに公園等の施設の減少や、周囲に友人が住んでいない、また両親の共働きによって日中は一人で過ごすなど、遊びの場や機会の減少も示唆された。今回の長期休暇中の身体活動量低下の結果は、個人としての「生活習慣」のみならず、子ども達を取り巻く環境にも注視すべき結果である。長期休暇中の身体活動の向上に対しては家庭のみならず、学校教育や行政との連携を図り「生活環境病」としての側面からも解決すべき課題と考える。

次に、運動プログラムの効果判定について、プログラム開始前から12ヶ月後にかけて、身長および体重は有意に増加し、体脂肪率と肥満度は有意な増加を認めず、筋肉量が有意に増加した。また、握力および膝伸展筋力は有意に増加し、年齢性別比は握力のみ有意に増加した。我々は、運動プログラム開始後の身体活動の量だけでなく、遊びの要素を取り入れつつ運動の楽しさをも感じるよう付加価値をつけ、運動の質も改善する試みを報告しており、運動プログラムの実施と日常の身体活動量の向上によって全身の筋肉量、筋力が増加したものと考えられる。またきょうだいを含む家族にも一緒に参加してもらうことで、家族全体で日常の身体活動を増やす習慣作りを図ることが大切である。それによりエネルギー消費が増加し、肥満度と体脂肪率が維持され、一定の効果を認めたと考える。一方、収縮期血圧は、運動プログラム開始前は小児高血圧の基準値を超えていたが、12ヶ月後には基準値

より低下する傾向を認めた。西保らは下肢の筋ポンプ作用が血流量を増大させることを、Maedaらは血流量の増大によって、筋力が増加して、NOによる血管拡張が生じて血圧が低下することを報告している。これらのことから、下肢筋力を中心とした運動による筋ポンプ作用増大により収縮期血圧が低下したものとする。

バランス能力については、筋力の向上は得られたが、肥満体型の解消には至らず改善が得られなかったものとする。以上の検討から、肥満解消を目的とした運動療法においては、小児肥満の筋力やバランス等の身体特性を考慮せず、全員一律に同じ運動内容で実施しようとしても困難であるとする。また肥満の子どもは、運動を“やらない”のではなく、“やれない”可能性が高く、運動の楽しみも得られず継続が困難であるとする。運動の量だけでなく、運動の質にも着目し、小児肥満の身体特性に即した楽しみながら継続できる内容を検討すべきとする。

## 5. 主な発表論文等

〔学会発表〕（計6件）

①田久保 憲行, 他. 健康障害につながる肥満を持つ子どもと家族への介入の成果. 第62回日本小児保健学会, 長崎, 2015. 6. 18[発表形式: 口述]

②田久保 憲行, 他. 肥満の子どもとその家族へのチームアプローチによる肥満解消への介入の成果の検討. 第36回日本肥満学会, 名古屋, 2015. 10. 2[口述]

③伊東真理, 他. 長期休暇中の肥満児は身体活動量が低下し肥満度に変化がなくても筋肉量が低下する. 第2回日本小児理学療法学会学術集会, 神奈川, 2015. 10. 18[口述]

④横山美佐子, 他. 肥満を持つ子どもの身体特性

とエビデンスに基づく多職種チームアプローチの紹介. 第51回日本理学療法学会学術大会, 北海道, 2016. 5. 28[口述]

⑤伊東真理, 他. 肥満児の高血圧と筋力低下は肥満児の運動機能に即した運動プログラムにより改善する. 第63回日本小児保健協会学術集会, 埼玉, 2016. 6. 23 [口述]

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

田久保 憲行 (TAKUBO, Noriyuki)

順天堂大学・医学部・准教授

研究者番号: 20306583

### (2) 研究分担者

大津 成之 (OUTSU, Shigeyuki)

北里大学・医学部・助教

研究者番号: 60286341

橘田 一輝 (KITSUDA, Kazuteru)

北里大学・医学部・助教

研究者番号: 60406957

田久保 由美子 (TAKUBO, Yumiko)

昭和大学・保健医療学部・講師

研究者番号: 20385470

加藤 チイ (KATOU, Chii)

実践女子短期大学・食物栄養科・准教授

研究者番号: 40461785

横山 美佐子 (YOKOYAMA, Misako)

北里大学・医療衛生学部・講師

研究者番号: 70439149

### (3) 研究協力者

伊東 真理 (ITO, Mari)

田名老人保健施設光生・理学療法士

大津 良介 (OUTSU, Ryosuke)

北里大学医療衛生学部・大学生

恵濃 志保 (ENO, Shiho)

NPO法人Creative Movement & Dance ゆうゆう・ムーブメント教育・療法指導者