

- and characterization of biallelic mutations and genotype-phenotype correlations in 35 Japanese patients. *J Clin Endocrinol Metab* 94 (5) : 1723-31, 2009.
- 7) 花木啓一, 西村直子, 遠藤有里, 南前恵子, 田中敏章, 堀川玲子, 有阪治, 神崎晋低身長児の心理的側面 新しい対面式身長イメージ評価尺度の開発 成長科学協会研究年報 33:35-45,2010.
- 8) 遠藤有里, 櫻井由美, 木村真司, 石原千絵子, 鈴木康江, 南前恵子, 長石純一, 神崎晋, 花木啓一. 胎児期・新生児期の体重増加量と周産期指標の関連 小児保健研究 69 (3) 373-379,2010.
- 9) 鈴木康江, 前田隆子, 遠藤有里, 藤田小矢香, 池田智子, 南前恵子, 西村正子, 木村真司, 花木啓一. 出生時体重が母親の育児に及ぼす影響 0～12歳児を持つ保護者への調査 米子医学雑誌 61 (3) 93-99,2010
- 10) 花木啓一. メタボリックシンドロームの発症要因 (生活習慣). 小児科臨床ピクシス, 大関武彦編. pp116-119, 中山書店、東京、2009.
- 11) 花木啓一. 肥満の遺伝素因と遺伝性肥満. よくわかる子どもの肥満, 岡田知雄編. pp42-49, 永井書店, 東京, 2008.
- 12) 花木啓一. 小児のメタボリックシンドロームはなぜ生じるか:生活習慣. 小児のメタボリックシンドローム, 日本小児内分泌学会編. pp29-33, 診断と治療社, 東京, 2008.
- 13) 花木啓一. 卵巣の異常, 小児科学, 大関武彦・近藤直実編. Pp1541-1544, 医学書院、東京、2008.
- 14) 花木啓一. 幼児・学童・思春期の栄養, 小児科学, 大関武彦・近藤直実編. pp68-73, 医学書院、東京、2008.
- 15) 花木啓一. 肥満, 小児科学, 大関武彦・近藤直実編. Pp76-79, 医学書院、東京、2008.
- 16) 花木啓一. 卵巣の異常, 小児科学, 大関武彦・近藤直実編. Pp1541-1544, 医学書院、東京、2008.
- 17) 花木啓一. メタボリックシンドロームの現状. 小児科臨床ピクシス, 大関武彦編. pp22-23, 中山書店、東京, 2009.
- 18) 木村真司, 遠藤有里, 南前恵子, 鈴木康江, 西村直子, 谷本 弘子, 花木 啓一. 小児の食行動の特徴と肥満発症の関連－イラスト選択法と質問紙法を用いた食行動評価の試み－. 肥満研究 vol 17, No1, 印刷中、2011
2. 学会発表
- 1) Nagaishi J, Hanaki K, Kanzaki S, et al. Cord blood levels of adipocytokines in AGA infants and SGA infants. The 8th Joint Meeting of LWPEs-ESPE, New York City, Sept 9-12, 2009.
- 2) Kawashima, Y Miyahara N, Nishimura R, Hanaki K, Kanzaki S. IGF-1R mutation and IUGR. The 14th International Congress of Endocrinology, May 26-30. Kyoto, 2010.
- 3) Nishimura N, Endo Y, Minamimae K, Takanashi M, Arisaka O, Kanzaki S, Tanaka T, Hanaki K. Needs of mothers who has children with short stature medical referred. The 12th World Congress of the World Association for Infant Mental Health. Leipzig, Germany, June 29 - July 3, 2010
- 4) Kawashima Y, Okada S, Miyahara N, Nishimura R, Nagaishi J, Hanaki K, Kanzaki S, et al. Mutated IGF-I Receptor (D1105E) Extinguish Autophosphorylation: A Family of Short Stature Born Intrauterine Growth Retardation Bearing a Novel Missense Mutation of the IGF-I Receptor. The 92nd annual meeting of the Endocrine Society, 2010, Sandiego, USA.

- 5) 遠藤有里、櫻井由美、石原千絵子、鈴木康江、南前恵子、長石純一、神崎 晋、花木啓一、胎児期・新生児期の体重増加量と周産期指標の関連— 将来の生活習慣病発症予防に向けて —. 第 56 回日本小児保健学会総会. Oct 29-31, 大阪, 2009.
- 6) 木村 真司、石原 千絵子、遠藤有里、南前 恵子、谷本 弘子、黒沢 洋一、花木 啓一. 幼児期の生活習慣と身体発育に関する疫学調査 (第 2 報) — 親の生活リズムとの関連 —. 第 56 回日本小児保健学会総

会. Oct 29-31, 大阪, 2009.

- 7) 花木啓一. 小児肥満症治療の展望. 第 31 回日本肥満学会シンポジウム 4: 新たな肥満治療 (小児科分野) の夜明け. 2010 年 10 月 1 - 2 日, 群馬.

G. 知的財産権の出願・登録状況

1. 特許取得: なし
2. 実用新案登録 : なし
3. その他 : なし

健康カレンダー		日付	曜日	合計	合計
よく、わたしの目標達成者の方の目標	朝ごはんを食べる	○	×		
	テレビ・テレビゲームは1時間以内	×	×		
	夜ごはんのあとには何も食べない	×	○		
	おやつを守る	○	○		
	運動・スポーツ・体を動かすお手伝いをする	○	×		
	子どもと一緒に運動したり体を動かして遊ぶ	○	×		
	食事は食べる量を決めて一人分ずつ盛りつける	○	○		
	朝ごはんをつくる	○	×		
	夕食は子どもと一緒にゆっくり時間をかけて食べる(30分以上)	×	○		
	親子で健康カレンダーをつける	○	○		
合計		7	5		

体重(kg)		52.8	53.1
毎日同じ時間にはかろう	③ 毎日の体重を記入しよう		
体重は服をぬいではかろう			
毎日しるしをつけよう			

1週間の感想	
◆変わったところ	② 今週はどんな1週間だったかふりかえってみよう
◆良かったこと	③ ご家族の方に1週間の感想を記入してもらおう
◆ご家族の方から	
◆学生からアドバイス	

**記入例**

毎日することはこの3つ!

STEP1  
目標が守れたか○・×でチェック

STEP2  
○…1点 ×…0点  
今日の合計点を計算して記入

STEP3  
はかった体重を記入  
・数字を記入  
・体重のめもりを印をチェック

明日もがんばろう!

1週間ごとにすることはこの3つ!

STEP1  
1週間分(7日分)の合計点を計算して記入

STEP2  
今週はどんな1週間だったか「変わったところ」「良かったこと」「がんばってもできなかったところ」「よかったこと」をふりかえ

STEP3  
一緒にがんばったご家族の方に感想を記入してもら

来週もがんばろう!

この健康カレンダーは、1枚に2週間の記録をすることができます

2週間の健康カレンダーが完成!

⇒ せんようのふうとうに入れて ゆうびんで送る

⇒ 学生からの応援メッセージと 次の週の健康カレンダーが届く

このコースは、2ヶ月間(4回のゆうびんのやりとり)で完了します

図 1. 健康カレンダー

表1. 親と子のチェックリスト

子ども用

- 朝ごはんを食べる
- テレビ・テレビゲームは1時間以内
- 夜ごはんのあとには何も食べない
- おやつの量を守る
- 運動・スポーツ・体を動かすお手伝いをする

保護者用

- 子どもと一緒に運動したり体を動かす(して遊ぶ)
- 食事は食べる量を決めて一人分ずつ盛りつける
- 朝ごはんをつくる
- 夕食は子どもと一緒にゆっくり時間をかけて食べる(30分以上)
- 親子で健康カレンダーをつける

## 体重の経過

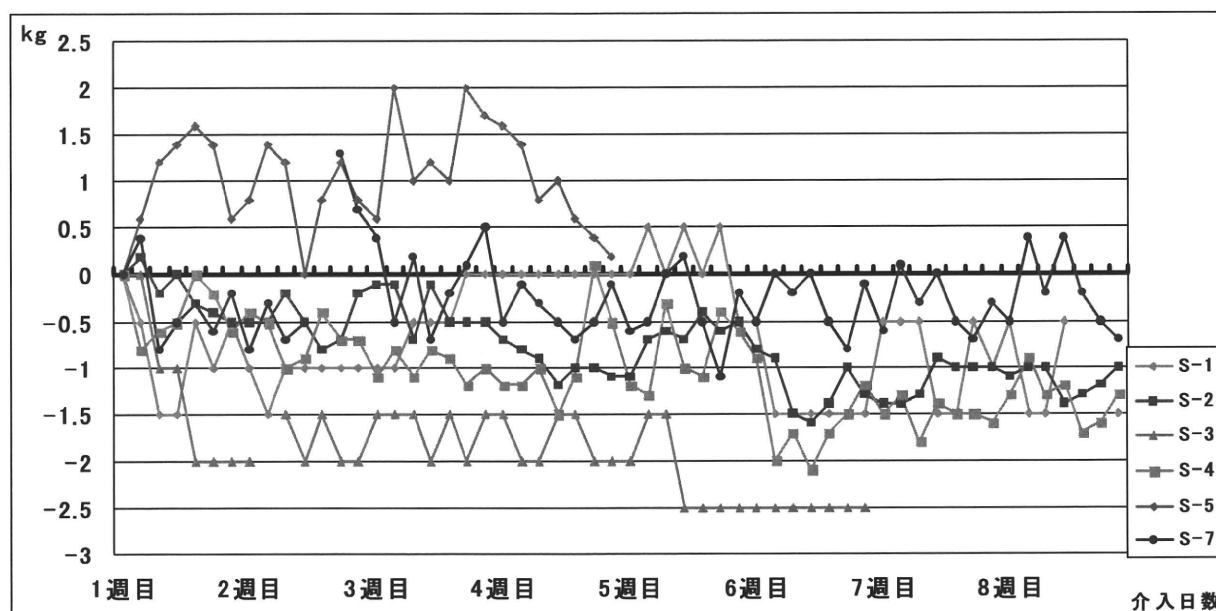


図2. 介入後の体重の経過

図 3. 親子の協調行動得点と児の肥満度の減少幅の比較

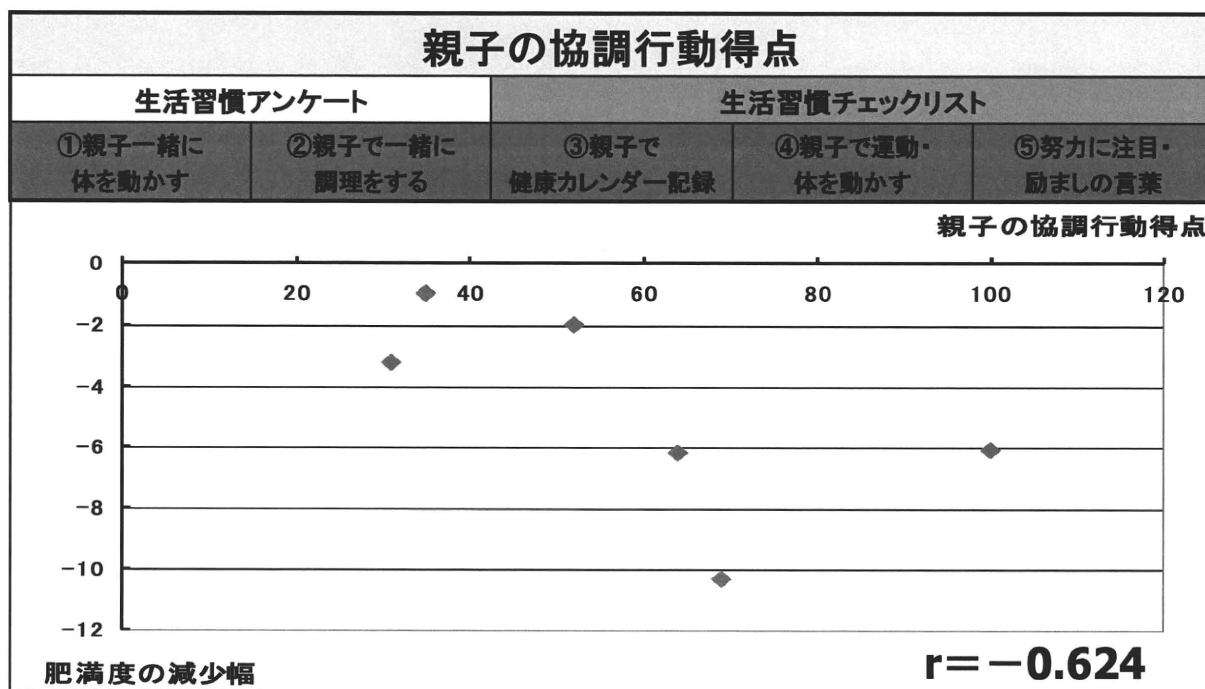


表 2. 患児と保護者の変化ステージの推移

	介入前	介入直後	介入後 1~2ヶ月
改善に取り組み 6ヶ月以上	2	2	2
改善に取り組み 6ヶ月未満	2	4	4
1ヶ月以内に 改善予定	2	2	5
6ヶ月以内に 改善予定	5	4	1
改善するつもり はない	1	0	0

(患児と保護者の対象者数の合計：人)

# 肥満小児に対する家庭内減量支援に関する検討

富樫 健二<sup>1</sup>、川田 裕樹<sup>2</sup>、花木 啓一<sup>3</sup>、木村 穰<sup>4</sup>、増田 英成<sup>5</sup>、井口 光正<sup>6</sup>

<sup>1</sup> 三重大学教育学部保健体育科、<sup>2</sup> 帝京科学大学 総合教育センター、<sup>3</sup> 鳥取大学医学部保健学科、

<sup>4</sup> 関西医科大学健康科学センター、<sup>5</sup> ますだこどもクリニック、<sup>6</sup> 三重病院小児科

## 研究要旨

本研究は小児における肥満・メタボリックシンドロームに対する効果的な介入方法に関する検討のうち、家庭をベースとした減量支援に関して以下の①～③について検討した。

① 家庭用エクササイズ支援ゲーム機 (Exergame) 実施時における肥満小児のエネルギー消費量

家庭用エクササイズ支援ゲーム機 (Exergame) が小児における肥満の改善や介入に有用なツールとなり得るか検討するため、ゲーム実施時の運動強度やエネルギー消費量、主観的運動強度を検討した。対象は平均年齢 10.2 歳、肥満度 39.5% の肥満小児 10 名とし、携帯型ゲーム機、ならびに Exergame 実施時、外遊び時の呼気ガス代謝測定、心拍数測定等を行った。携帯型ゲーム実施時の歩数、心拍数、酸素摂取量、エネルギー消費量は安静時と差は認められず携帯型ゲーム実施における不活動性が示唆された。一方、Exergame 実施時の歩数、心拍数、酸素摂取量、エネルギー消費量は安静時や携帯型ゲーム実施時より有意な高値を示し、また、保護者との外遊びを想定した活動時とほぼ同等な値を示したことから、使用方法により身体活動量を増やす有効な手段となり得ると考えられた。

② 運動系ゲーム機を用いた肥満小児の家庭内減量支援に関する検討

エクササイズ支援ゲーム機を用いた 3 ヶ月間にわたる介入を各家庭で実施した。対象は平均年齢  $10.1 \pm 2.0$  歳、肥満度  $37.0 \pm 17.2\%$  の肥満小児 8 名とした。運動系ゲームは 1 回 30 分、

週 4 回、3 ヶ月間行うよう指示し、家庭での運動量を評価するため学校から帰宅後ライフコーダ (スズケン) を装着した。介入の前後に形態、腹部脂肪分布、血液生化学検査を実施し、比較検討した。

介入期間中運動系ゲームを行った頻度は  $3.6 \pm 1.9$  回/週であった。配布したライフコーダより求めた家庭内における運動系ゲーム実施時の歩数は 30 分間で  $2027 \pm 631$  歩であった。身長は有意に増加し、体重は低下したものの有意差は認めなかった。身長の増加に伴い肥満度は有意に低下した。内臓脂肪面積に変化は認められなかったが、皮下脂肪面積は  $199.8 \pm 51.7 \text{cm}^2$  から  $169.1 \pm 45.3 \text{cm}^2$  へと有意に低下し、血液生化学の面では LDL-C が  $120.1 \pm 28.2 \text{mg/dl}$  から  $104.1 \pm 25.6 \text{mg/dl}$  へと有意に低下した。

様々な理由により屋外で十分な活動量が確保できない場合には、In house で行える運動系ゲームの活用も肥満改善にとって有用となりうる可能性が示唆された。

③ 小児期のメタボリックシンドロームに対する効果的な介入方法に関する研究

肥満小児 16 名 (男児 9 名、女児 4 名) およびその保護者に対して郵送・電話・電子メールを用いて行動変容を目的とした小児肥満改善のための通信プログラムを 1 クール 4 週間、合計 3 クール実施し、プログラム前後での形態・体組成、血圧、歩数、血液生化学値の比較を行った。また、プログラム後に保護者から感想を聴取した。

通信プログラムを最後まで継続できた家族

は11組（男児9名。女児2名）であった。通信プログラムにともない、身長が有意に増加し、肥満度および体脂肪率は有意に減少した。GOT、GPT、LDL-Cは通信プログラム前後で有意に減少した。通信プログラム後における保護者へのアンケート調査より、通信プログラムを継続して行うことによって、実際の生活習慣を改善することができ、また、子どもおよび保護者の生活習慣に対する意識が高まった様子が見えてきた。

肥満小児およびその保護者に対する通信プログラムは子どもと保護者の生活習慣を改善させることで体重の急激な増加を防止し、その結果、肥満度を減少させることが示唆された。

これらの結果より、家庭における身体活動量を増加させる方法としてExergameは一つの有効な手段となり得ること、また、郵便や電話を用いた各家庭に対する遠隔からの減量支援は保護者のモチベーションを維持し、子どもの肥満進展防止に貢献できる可能性が示唆された。

## ①家庭用エクササイズ支援ゲーム機(Exergame)

### 実施時における肥満小児のエネルギー消費量

#### A. 研究目的

本研究は肥満小児を対象に、家庭用エクササイズ支援ゲーム機(Exergame)を使っている時の運動強度やエネルギー消費量等の生理的応答を詳細に把握することによりExergameが肥満小児の減量に対して有用となりうるかを検討することを目的とした。

#### B. 研究方法

##### 1) 対象

対象は平均年齢 $10.2 \pm 2.1$ 歳、肥満度 $39.5 \pm 22.9\%$ の小児10名とした(表1)。

研究の遂行においては、対象児およびその保護者に対して実験の内容について事前に口頭お

よび文書で説明を行い、全員から書面の同意書を得た後、測定を行った。

##### 2) 形態測定

形態面として、身長、体重、体脂肪率、除脂肪量、肥満度、腹囲を測定・算出した。

##### 3) 測定プロトコル

測定は10分間の椅座位安静後、座位にて指先のみ用いる携帯型ゲームを15分間実施した。その後、3分間の安静をはさみ、Exergameである2種類のゲームをそれぞれ15分間実施した(図1、2)。Exergameはゲームの進行に応じて上半身を大きく動かしたり、軽くジャンプする、その場足踏みをするなどの動作や音楽・画面に合わせて左右方向へのステップ運動を行うものであった。次に、保護者との外遊びを想定し、屋外もしくは体育館内でサッカーボールを用いたパスおよびフライングディスクのスロー・キャッチを計15分間行った。

##### 4) 測定項目

携帯型呼気ガス分析器を用いて各活動時における呼気ガスを連続的に採取し、呼吸数(RR)、分時換気量( $\dot{V}_E$ )、酸素摂取量( $\dot{V}_{O_2}$ )、二酸化炭素排泄量( $\dot{V}_{CO_2}$ )、呼吸交換比(R)を測定した。また、ハートレートモニタを用いて心拍数(HR)を測定し、ライフコーダを用いて歩数の測定を行った。

##### 5) 統計処理

各測定項目における「椅座位安静時(Rest)」、「携帯型ゲーム実施時:PGM」、「Exergame1:FT」、「Exergame2:AS」、「サッカーボールおよびフライングディスクを用いた外遊び実施時:PO」間の比較には反復測定分散分析を用い、Post-hocテストにはScheffeを用いた。有意水準はいずれの検定においても $p < 0.05$ をもって

有意とした。

### C. 結果・考察

肥満小児における身体活動量不足を補うため、家庭内で安全に楽しく、かつ効果的に実施できる家庭用エクササイズ支援ゲーム機 (Exergame) を用いた運動プログラムが一つの選択肢として開発されれば、肥満改善や将来のメタボリックシンドローム予防に貢献できる可能性がある。そこで本研究では肥満小児を対象に、Exergame を行っているときの運動強度やエネルギー消費量等を把握することで、Exergame が子どもの身体活動量やエネルギー消費量を増加させ、肥満を解消する活動の一つとなりうるか検討することを目的とした。

携帯型ゲーム (PGM) 15 分間の実施における歩数は安静時と同様、ほぼ 0 歩であったのに対し、Exergame (FT、AS) 15 分間や外遊び (PO) の 15 分間ではおよそ 1,000 歩を示していた (表 2)。小学校体育授業 (40 分間) における平均歩数は 3,000 歩程度であることから、同時間の Exergame の実施がほぼ体育授業 1 回分の歩数に相当すると考えられた。

心拍数、呼吸数、分時換気量は、携帯型ゲーム実施時よりも Exergame 実施時で有意に増加しており、また外遊び実施時と差は認められなかった (表 2)。Exergame 実施時の平均心拍数はどちらの Exergame とも 140 拍/分程度であり、肥満小児における  $50\% \dot{V}O_{2\max}$  時の心拍数が約 120 拍/分程度であることを考慮すると各対象児の  $60 \sim 70\% \dot{V}O_{2\max}$  程度の運動強度であったと考えられる。

体重あたりの酸素摂取量やエネルギー消費量

においても携帯型ゲーム実施時は安静時とほぼ変わらないのに対し、Exergame の実施、もしくは外遊び実施時には安静時の約 3 倍の値を示した (図 3、4)。

本研究の結果から、Exergame の実施は安静時や座位での携帯型ゲームに比べて身体活動量が高く、酸素摂取量およびエネルギー消費量を 2～3 倍に増加させうると考えられた。今後、他の Exergame についても検討を進め、子どものゲームに対する興味の持ち方やゲーム内における個々の運動のエネルギー消費量などについて明らかにし、いくつかの Exergame の中から至適なものを選択できるようなプログラム作りが必要であると考えられた。

### D. 結論

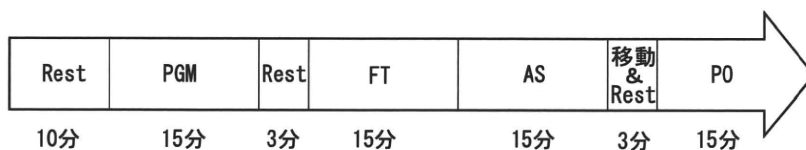
肥満小児に対する家庭用エクササイズ支援ゲーム機 (Exergame) の実施は、携帯型のゲーム機に比べ身体活動量やエネルギー消費量を増加させ、運動強度的にみても脂肪量減少に有効な有酸素運動となることが示唆された。今後、より多人数の肥満小児を対象とし、Exergame を用いた介入が実際に肥満改善にとって有効なのか検討することや、ゲームメーカーとの共同により、子どもがより興味を持って行える Exergame やインターネットなどとも融合した Exergame の開発が期待される。一方で、ゲーム機による運動はあくまでもバーチャルなものであり、やむを得ない場合のみ利用すべきであることを理解し、少しでも早く人との関わり合いのある運動・スポーツへ移行させていくことが重要であると考えられた。

表 1. 対象児の身体的特性

n=10

年齢 (歳)	10.2±2.1
身長 (cm)	144.3±16.1
体重 (kg)	54.0±21.2
腹囲 (cm)	85.0±11.0
肥満度 (%)	39.5±22.9
体脂肪率 (%)	33.9±7.7
除脂肪量 (kg)	32.8±11.2

平均値 ± 標準偏差



Rest : 安静, PGM : 携帯型ゲーム, FT : ファミリートレーナー,  
AS : エアロステップ, P0 : サッカーボールおよびドッジビーを用いた運動

図 1. 測定プロトコル

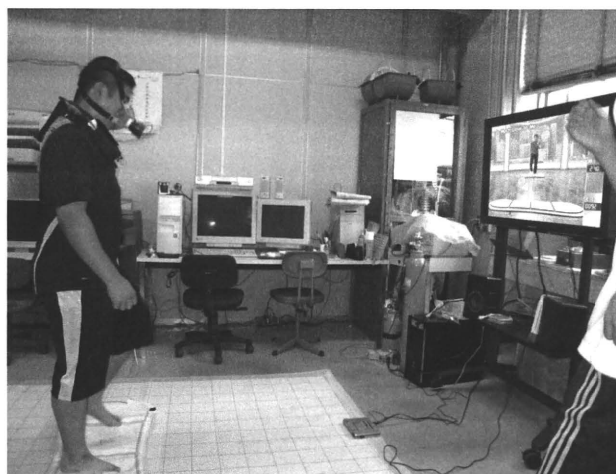


図 2. Exergame 実施風景



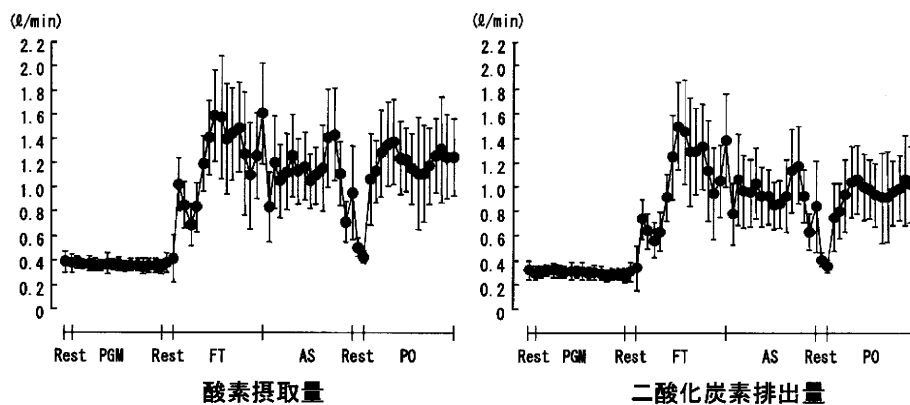
表 2. 各活動時における測定値の比較

	n	Rest	PGM	FT	AS	PO
歩数 (歩)	10	—	0.4±1.3	974.1±128.4 <sup>‡</sup>	1035.6±104.8 <sup>‡</sup>	1017.6±161.5 <sup>‡</sup>
心拍数 (拍/分)	10	85.5±9.7	86.9±9.1	137.4±13.2 <sup>**‡</sup>	143.7±12.0 <sup>**‡</sup>	139.4±14.2 <sup>**‡</sup>
呼吸数 (回/分)	8	19.1±3.7	24.0±3.4	45.1±9.8 <sup>**‡</sup>	44.5±7.0 <sup>**‡</sup>	42.1±7.9 <sup>**‡</sup>
分時換気量 (ℓ/分)	8	10.5±2.2	10.5±1.6	35.1±7.9 <sup>**‡</sup>	30.6±8.4 <sup>**‡</sup>	30.0±7.1 <sup>**‡</sup>
体重あたりの酸素摂取量 (ml/分/kg weight)	8	6.9±2.1	6.5±1.7	22.4±4.5 <sup>**‡</sup>	19.4±3.2 <sup>**‡</sup>	21.7±5.4 <sup>**‡</sup>
呼吸交換比 (CO <sub>2</sub> /O <sub>2</sub> )	8	0.79±0.04	0.82±0.03	0.85±0.02 <sup>**††</sup>	0.83±0.03 <sup>†</sup>	0.78±0.03

Means ± SD

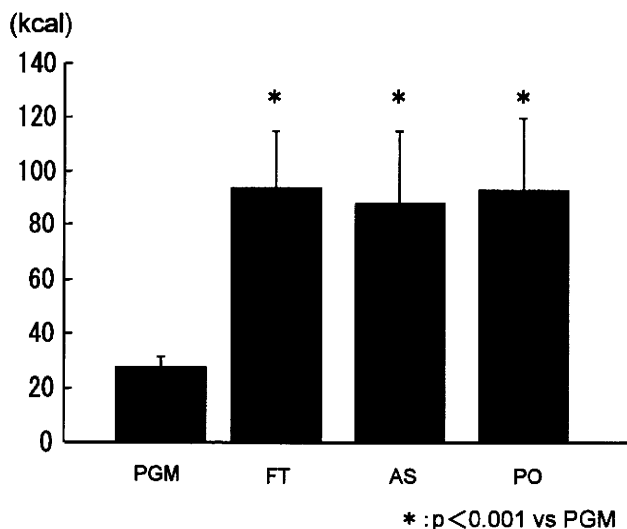
\* : p<0.01 vs Rest \* \* : p<0.001 vs Rest ‡ : p<0.001 vs PGM † : p<0.05 vs PO † † : p<0.001 vs PO

Rest: 安静, PGM: 携帯型ゲーム, FT: ファミリートレーナー,  
AS: エアロステップ, PO: サッカーボールおよびドッジビーを用いた外遊び



Rest: 安静, PGM: 携帯型ゲーム, FT: ファミリートレーナー,  
AS: エアロステップ, PO: サッカーボールおよびドッジビーを用いた外遊び

図 3. 各活動時における酸素摂取量および二酸化炭素排出量の変化



\* : p<0.001 vs PGM

Rest: 安静, PGM: 携帯型ゲーム, FT: ファミリートレーナー,  
AS: エアロステップ, PO: サッカーボールおよびドッジビーを用いた外遊び

図 4. 各活動時におけるエネルギー消費量の変化

## ②運動系ゲーム機 (Exergame) を用いた肥満小児の家庭内減量支援に関する検討

### A. 研究目的

前回までの検討で家庭用エクササイズ支援ゲーム機 (Exergame) の利用は子どもが楽しみながらエネルギー消費量を増大し、肥満進展予防に寄与できる可能性が示唆された。本研究では家庭での減量支援に対して Exergame の定期的な実施が体組成や体脂肪分布、血液生化学値等に与える影響について明らかにし、これらによる介入が小児期の肥満改善における1つの選択肢となりうるか検討する。

### B. 研究方法

#### 1. 対象

対象は、三重病院で開催された肥満教室に参加し、家庭での Exergame を用いた肥満改善に関する研究に同意した11家族 (男児5名、女児6名 平均年齢  $10.4 \pm 2.0$ 、平均肥満度  $40.3 \pm 15.1\%$ ) とした。

#### 2. 介入方法

介入の条件は家庭において①1日30分以上、週4回以上、3ヶ月間にわたり Exergame を行う、②食や栄養に関しては無理な制限をしない、③毎日体重・体脂肪率を測り記録する、④ライフコーダを平日は学校より帰宅後から就寝まで、休日は終日付けて歩数を記録する、⑤週に1度身長を測り肥満度判定曲線に記録する、⑥これらの記録と、Exergame 実施の有無・実施時間、ゲーム以外の運動時間を記録してもらった。なお、運動系ゲームは対象児の飽きを防ぐため1ヶ月ごとに別のものへ交換し、その際、肥満改善を意識するための資料も同梱した。また資料送付と送付の間 (1ヶ月に1度) には保護者へ電話連絡を入れ、実施状況の確認や継続に関する保護者のモチベーショ

ン維持に努めた。

#### 3. 形態・体脂肪分布

身長、体重、体脂肪率、腹囲、肥満度を3ヶ月間の介入前後で比較した。腹部脂肪分布の変化を検討するため、臍高部 CT 画像をもとに皮下脂肪面積、内臓脂肪面積の定量を行った。

#### 4. 血液生化学、血圧

採血および血圧測定は対象児が肥満教室に参加した時と介入終了後に三重病院にて行った。採血は空腹時採血とし、測定項目はリポ蛋白 (HDL-C、LDL-C)、中性脂肪 (TG)、ALT、AST、尿酸値 (UA) とした。

#### 5. 食事調査、アンケート

食・栄養に関する評価に関しては介入前から1ヶ月ごとに計4回、簡易型自記式食事歴法質問調査紙を用い栄養価計算を行った。また、3ヶ月間の Exergame を用いた介入を評価するため、保護者に対しアンケートを実施した。

#### 4. 統計処理

3ヶ月間の介入前後における平均値の差の検定は対応のある t 検定を用いた。4回にわたる BDHQ の結果と家庭における歩数の比較には反復測定による1元配置の分散分析を使用した。有意水準はいずれの検定においても  $p < 0.05$  をもって有意とした。

### C. 結果・考察

家庭における Exergame の実施頻度は週あたり4日の提示に対して  $3.6 \pm 1.9$  日とコンプライアンスが高かった。これはゲーム自体に子どもが高い興味を持ち、やらされている運動と感じないこと、飽きを防ぐために1ヶ月ごとに新しいゲームを導入したこと、2週間に1度の減量に関するアドバイス送付または電話連絡により

保護者や対象児のモチベーションが維持できたことなどによると考えられる。

Exergame における介入によって強度の高い身体活動量が増え、その分家庭内における座位での時間 (Sedentary Screen Time) を減少させることが明らかとなっている。本研究においても外遊びや運動系ゲームを行わなかった日における家庭内での平均歩数は 30 分あたり  $52 \pm 20$  歩であったのに対し、運動系ゲームを行っているときでは  $2,027 \pm 631$  歩を示していたことから家庭内においても運動系ゲームの実施により肥満小児の身体活動量を増加させることができると考えられた。

Exergame を用いた 3 ヶ月間にわたる介入により、身長は 1.9cm 増加、体重、肥満度はそれぞれ 1.9kg、9.3% 減少、ウエスト径、皮下脂肪面積もそれぞれ 2.9cm、 $30.7\text{cm}^2$  減少し、発育遅延のない理想的な減量が進んだと考えられる。内臓脂肪に関しては今回の対象児における介入前の値が  $34\text{cm}^2$  程度とそれほど高くなかったため介入後においても変化を認めなかったが、拡張期血圧や LDL-C において有意な低下が認められ、生活習慣病やメタボリックシンドロームのリスクが低減していた。

また、介入終了後に行ったアンケートでは全員が運動系ゲームにより家庭内での運動量が増えたと回答しており、「3 ヶ月間楽しくゲームを行いながら汗をかけた」、「ごろ寝をしながらテレビを見ている時間が運動系のゲームに一部置き換わった」、「家族で取り組めた」などの意見が聞かれた。一方、8 割以上の家庭で運動系ゲームは好意的に受け入れられたものの、「ゲー

ムに夢中になり夜遅くまで行うことがあった」などの弊害も認められた。

以上の結果より、Exergame を家庭において定期的実施することにより日常生活における身体活動量を増加させ、肥満やメタボリックシンドロームの改善に寄与できる可能性が示された。今後、Exergame を用いた介入方法をより進展させ、肥満小児の身体活動量増加に対する一つのアプローチとして位置づけることや、いずれは運動系ゲームから実際の運動・スポーツ活動へ移行していきけるようなプログラムを作成していくことが課題であると考えられた。

#### D. 結論

3 ヶ月間にわたる Exergame の実施は肥満小児の身体活動量を増やし、体重の増加を抑え、肥満度の改善に貢献した。脂肪量の減少に伴い、LDL コレステロールの低下が認められた。アンケートの結果より、肥満改善にとって運動系ゲームを用いることは比較的好意を持って受け入れられていた。

本来、小児肥満改善のためには外で元気に遊び、身体活動量を増やすことが望ましいが、様々な理由により屋外で十分な活動量が確保できない場合には、家庭内で行える運動系ゲームの活用も有効となりうる可能性が示唆された。今後、より長期的な検討を行うことや運動系ゲームが座業系ゲームの入り口とならないよう注意すること、ゲーム内での仮想的 (バーチャル) な活動から実際に外で遊ぶ (リアル) ような活動へ移行していくことが必要であると考えられた。

表 1. 家庭での運動系ゲーム、外遊び実施状況

n=11		
頻度 (日/週)	運動系ゲーム	3.6 ± 1.9
	外遊び	2.7 ± 1.5
	活動なし	1.8 ± 1.1
30分あたりの 歩数(歩)	運動系ゲーム	2027 ± 631
	外遊び	2052 ± 836
	活動なし	52 ± 20

表 2. 一日当たりの栄養摂取量の比較

n=11

	介入前	1ヶ月後	2ヶ月後	3ヶ月後
エネルギー (kcal)	1,939 ± 523	1,866 ± 453	1,836 ± 300	2,038 ± 552
脂質 (g)	59.4 ± 14.8	60.5 ± 15.4	61.9 ± 13.1	61.3 ± 15.5
食塩 (g)	10.9 ± 2.1	10.3 ± 1.6	10.3 ± 1.4	11.0 ± 1.9
飽和脂肪酸 (g)	16.8 ± 5.5	17.6 ± 5.9	18.1 ± 4.6	17.9 ± 5.6
コレステロール (mg)	339 ± 110	329 ± 113	376 ± 145	331 ± 129
食物繊維 (g)	11.4 ± 2.2	10.6 ± 1.8	10.9 ± 1.5	12.2 ± 2.4
カリウム (g)	2.4 ± 0.5	2.4 ± 0.5	2.4 ± 0.4	2.5 ± 0.4
カルシウム (mg)	588 ± 157	614 ± 127	641 ± 149	618 ± 110

Mean±SD

表 3. 介入前後における形態、腹部脂肪分布の変化

n=11

	実施前	実施後	有意差
年齢 (yr)	10.4 ± 2.0		
身長 (cm)	145.0 ± 14.1	146.9 ± 14.3	***
体重 (kg)	52.8 ± 16.0	50.9 ± 14.2	P=0.07
肥満度 (%)	40.3 ± 15.1	31.0 ± 16.7	***
体脂肪率 (%)	37.0 ± 8.6	33.7 ± 6.6	*
ウエスト径 (cm)	82.7 ± 8.8	79.8 ± 7.8	*
皮下脂肪面積 (cm <sup>2</sup> )	199.8 ± 51.7	169.1 ± 45.3	*
内臓脂肪面積 (cm <sup>2</sup> )	34.0 ± 28.6	33.5 ± 28.2	

\*\*\*: p<0.001, \*: p<0.05

Mean±SD

表 4. 介入前後における生活習慣病危険因子の変化

n=11

	実施前	実施後	有意差
BPs mmHg	110.2 ± 15.6	109.5 ± 12.7	
BPd mmHg	71.1 ± 11.0	62.6 ± 12.0	*
ALT (IU/L)	32.3 ± 19.3	26.1 ± 19.2	
AST (IU/L)	45.9 ± 64.2	27.3 ± 14.5	
UA (mg/dl)	5.6 ± 1.3	5.3 ± 1.5	
TG (mg/dl)	125.4 ± 82.3	116.0 ± 43.7	
LDL-C (mg/dl)	120.1 ± 28.2	104.1 ± 25.6	*
HDL-C (mg/dl)	53.5 ± 14.6	52.2 ± 13.6	

\*: p<0.05

Mean±SD

### ③小児期のメタボリックシンドロームに対する効果的な介入方法に関する研究

#### A. 研究目的

本研究では、家庭内で簡便に行える生活習慣改善・肥満進展予防のためのツールとして通信プログラムによる指導法に着目し、肥満小児とその保護者に対するその有効性を検討することを目的とした。

#### B. 研究方法

対象は、三重病院で開催された肥満教室に参加し、本研究の通信プログラムへ参加を希望した家族 16 組とした。倫理的配慮として機関内倫理委員会に申請し、承認手続きを得た後に施行した。

本研究では、肥満小児に対して郵送・電話・電子メールによる肥満改善プログラムを 12 週間実施した。対象児およびその保護者が自宅にて実施した通信プログラムは概ね以下の通りであった。

①介入開始時に生活習慣・行動変容に関する資料（小冊子）を配布するとともに、目標行動が書かれた用紙、セルフモニタリングシートなどの記録用紙一式、ライフコーダを対象児の家庭に郵送した。

②対象児はライフコーダを起床から就寝まで毎日装着するとともに、形態・体組成、歩数、食行動・運動習慣など約 20 項目からなるセルフモニタリングシートを毎日記録した。また、親子の協調行動を促すねらいから、保護者も子どもの生活習慣改善を支援するためのチェックシートを毎日記入させた。

③各クールの開始時から 2 週間経過時に、対象児の保護者に電話による進捗状況の確認および相談の受け付け（フォローアップ）を行った。また、4 週間経過後、ライフコーダ、セルフモニタリングシートなどを郵送してもらい、それ

に対する助言指導、次のクールの目標行動などを返信した。なお、歩数は毎月の歩数の結果を元に次のつきの歩数を約 1000 歩増加させることを目標とした歩数を設定した。

介入前後に形態・体組成測定、ライフコーダによる歩数の測定、血液生化学検査値（総蛋白、GOT、GPT、尿酸、血糖、TG、T-Cho、LDL-C、HDL-C）の評価を行い、通信プログラム前後で比較した。また、対象児の保護者に対してアンケート調査を行い、通信プログラムの感想を聴取した。

#### C. 結果・考察

##### 1. 通信プログラムにともなう形態、体組成、歩数、歩数の変化

本研究における通信プログラムを最後まで継続できた家族は 16 組中 11 組であった。

通信プログラム前後の形態、体組成、歩数、歩数の変化を表 1 に示した。身長はプログラム前で  $141.0 \pm 8.2\text{cm}$  であったのに対し、プログラム後では  $143.1 \pm 8.0$  と約 2cm 増加した ( $p < 0.001$ )。一方、体重はプログラム前後でそれぞれ  $49.8 \pm 10.7\text{kg}$  から  $48.6 \pm 9.0$  と減少したものの、有意な変化は認められなかった。肥満度はプログラム前後で  $41.5 \pm 20.2\%$  から  $33.1 \pm 17.8\%$  へ、約 8% の有意な減少を示した ( $p < 0.01$ )。また、体脂肪率も  $36.4 \pm 11.9\%$  から  $28.3 \pm 6.0$  へ約 8%、有意に減少した（ともに  $p < 0.01$ ）。収縮期血圧、拡張期血圧、歩数に有意な変化は認められなかった。

身長はプログラム前後で増加したにもかかわらず、体重はプログラム期間を通して増大することなく維持することができたことから、本研究の通信プログラムは小児の身長発育を活かしながら、肥満の進展予防に貢献し得ると考えられた。

##### 2. 通信プログラム前後における血液生化学値

の変化

通信プログラム前後の血液生化学値の変化を表2に示した。通信プログラムにともない、GOTは $28.8 \pm 9.3$  IU/l から  $24.5 \pm 7.3$  IU/l へ、GPTは $35.3 \pm 25.0$  IU/l から  $25.6 \pm 16.2$  IU/l へ、LDL-Cは $129.1 \pm 30.5$  mg/dl から  $110.3 \pm 28.0$  mg/dl へ、それぞれ有意に低下した(全て  $p < 0.05$ )。一方、尿酸値は $5.2 \pm 1.3$  mg/dl から  $5.7 \pm 1.5$  mg/dl へ有意に上昇した。総蛋白、血糖、TG、T-Cho、HDL-Cは通信プログラム前後で有意差は認められなかった。

通信手段を用いたプログラムの実施によって相対的に負のエネルギーバランスが生じ、体脂肪量、体脂肪率が減少した結果、GOT、GPT、LDL-Cなどの肝機能、脂質代謝といった血液生化学プロフィールが改善したと考えられた。

### 3. アンケートによる通信プログラム終了後の保護者の感想

通信プログラムの終了後、対象児の保護者に対して感想を聴取した。その結果、「だらだらしていた生活も、早寝早起きができるようになった」、「最初はジュースが飲めないことに苛立ちを見せたりしたが、今までは無理を言ってジュースを要求しなくなった」、「プログラム終了後に子どもが万歩計の購入を要求した」、「体重・歩数を記録する習慣ができた」、「スポーツ

少年団に入り運動量が増えた」など、通信プログラムにより子どもおよび保護者の生活習慣に対する意識が高まり、生活習慣の改善につながったことがうかがえた。

一方、「運動の習慣をつけること、食事の量を減らすことがこれほど難しいとは思いませんでした」、「子どもだけでは無理なので、私の継続する努力が必要で、頑張るしかないのだと感じています」といった感想もあり、「親のサポートが必要」ということは認識しつつも「体重を毎日測る」といった比較的小さな目標でさえ継続できない家庭もあったことから、このような家族に対し、今後どのような支援を行っていくべきか検討することが必要であると考えられた。

### D. 結論

本研究で行った通信プログラムにより、身長増加は妨げず、肥満度および体脂肪率を減少させることができた。また、GOT、GPT、LDL-Cといった肝機能、脂質代謝に関わるマーカーがプログラムにより改善した。さらに、保護者からの感想からは、プログラムへの参加によって生活習慣改善に関する意識が高まったことがうかがえた。よって、本研究で実施した通信プログラムは、小児肥満進展予防・改善のための有効な手段となりうると考えられた。

表 1. 通信プログラム前後における対象児の形態・体組成、血圧、歩数の比較

n=11 (男児9名、女児2名)			
	プログラム前	プログラム後	有意性
身長 (cm)	141.0± 8.2	143.1± 8.0	$p<0.001$
体重 (kg)	49.8±10.7	48.6± 9.0	n. s.
肥満度 (%)	41.5±20.2	33.1±17.8	$p<0.01$
体脂肪率 (%)	36.4±11.9	28.3± 6.0	$p<0.01$
収縮期血圧 (mmHg)	114.1±11.3	106.8±11.8	$p=0.053$
拡張期血圧 (mmHg)	72.0±12.7	62.3±10.6	n. s.
歩数* (歩)	13518±1955	13800±1606	n. s.

\* : 歩数は平日7:00~19:00の値を使用 (男児7名) 平均値 ± 標準偏差

表 2. 通信プログラム前後における対象児の血液生化学値の比較

n=11 (男児9名、女児2名)			
	プログラム前	プログラム後	有意性
総蛋白 (g/dl)	7.6± 0.4	7.3± 0.3	$p=0.080$
GOT (IU/l)	28.8± 9.3	24.5± 7.3	$p<0.05$
GPT (IU/l)	35.3±25.0	25.6±16.2	$p<0.05$
尿酸 (mg/dl)	5.2± 1.3	5.7± 1.5	$p<0.05$
血糖 (mg/dl)	88.2± 4.3	91.4± 5.9	$p=0.075$
TG (mg/dl)	111.1±59.1	131.7±80.8	n. s.
T-Cho (mg/dl)	196.9±33.0	182.5±34.3	n. s.
LDL-C (mg/dl)	129.1±30.5	110.3±28.0	$p<0.05$
HDL-C (mg/dl)	56.7±13.2	50.9±12.7	n. s.

平均値 ± 標準偏差

## 研究発表

### 1. 著書・論文・総説

- 1) 富樫健二; 肥満小児のための運動指導, 体育の科学, 58 (8), 549-553, (2008)
- 2) 大関武彦 編; 小児メタボリックシンドローム 8章 メタボリックシンドロームに対する運動療法. 中山書店, 166-169 (2009)
- 3) 宮村実晴 編; 身体トレーニング 第14章 肥満とアディポサイトカイン. 新興交易出版, 411-417 (2009)
- 4) 進藤宗洋 編; 健康づくりトレーニングハンドブック 第13章子ども(発育期)の健康づくり. 朝倉書店, 240-250 (2010)
- 5) 富樫健二, 木村 穰, 川田裕樹, 井口光正, 家庭用エクササイズ支援ゲーム機(Exergame)を用いた肥満小児の減量効果に関する研究. デサントスポーツ科学, 30,172-180 (2009)
- 6) 富樫健二, 増田英成, 井口光正, 肥満小児の腹部脂肪分布、インスリン抵抗性と出生時体重. 保健の科学, 52 (1), 32-36 (2009)
- 7) 富樫健二, 増田英成, 井口光正, 小児におけるメタボリックシンドロームへの介入 運動療法からのアプローチ. 小児科診療, 73 (2), 297-302 (2009)
- 8) Togashi, K., Masuda, H., Iguchi, K., Effect of Diet and Exercise Treatment for Obese Japanese Children on Abdominal Fat Distribution. Research in Sports Medicine, 18 (1), 62-70 (2010)
- 9) 山本順一郎 編; 運動生理学 第14章 運動療法. 化学同人, 167-200 (2010)
- 10) 小栗和雄, 星川佳広, 富樫健二, 春日晃章, 館 俊樹, 藤井勝紀, 松岡敏男; メタボリックシンドロームを合併した肥満小児における動脈硬化の危険性と体脂肪分布, 発育発達研究, 46, 1-10 (2010)

- 11) 富樫健二, 井口光正; 性差からみた肥満小児の腹部脂肪分布とインスリン抵抗性, 医学のあゆみ, 235 (8), 858-862 (2010)
- 12) 富樫健二; 子どもの身体組成, 体育の科学 (印刷中)

### 2. 学会発表

- 1) 井口光正, 増田英成, 富樫健二; 小児肥満症の行動療法, 第14回日本行動医学会学術総会 (2008)
- 2) 富樫健二; 肥満小児の腹部脂肪分布とアディポサイトカイン, 第16回日本運動生理学会シンポジウム (2008)
- 3) 池田絹代, 笠井ひろ子, 後藤満里, 田岡清美, 富樫健二; 肥満進展予防における効果的な介入方法に関する研究-個別面談および生活チェックシートの活用-, 第51回東海学校保健学会 (2008)
- 4) Togashi K; Intervention and initiatives for tackling and preventing childhood obesity, International Conference on Childhood Obesity 2008 (Invited) (2008)
- 5) 富樫健二, 川田裕樹; 肥満小児のインスリン抵抗性に対する出生時体重、減量前後における内臓脂肪量の影響, 第17回日本運動生理学会 (2009)
- 6) 川田裕樹, 富樫健二, 木村 穰; 家庭用エクササイズ支援ゲーム機(Exergame)実施時における肥満小児の生理・心理的応答, 第64回日本体力医学会 (2009)
- 7) 富樫健二, 川田裕樹, 木村 穰, 増田英成, 井口光正; 運動系ゲーム機を用いた肥満小児の家庭内減量支援に関する検討, 第30回日本肥満学会 (2009)
- 8) 富樫健二, 加藤正彦, 馬岡 晋, 橋上 裕, 松岡初文, 駒田幹彦, 酒徳浩之, 水谷健一, 井口光正; 生活習慣チェックシートを用いた児童・生徒の生活習慣病予防対策, 第40



回全国学校保健・学校医学会（2009）

- 9) 富樫健二；幼稚園児の身体活動量を規定する要因について－保護者の運動経験・認識、本人の生育歴・生活習慣からみて－，第61回日本体育学会（2010）
- 10) 富樫健二、増田英成、井口光正；肥満小児のインスリン抵抗性構築における内臓脂肪蓄積、胎児期環境の影響，第31回日本肥満学会（2010）

- 11) 小川友香、尾中真理、住田安弘、松井純、加藤貴也、富樫健二；地域で仲間と楽しく取り組むメタボ改善プログラム「くまのウエストメジャーリーグ」の効果と課題，第31回日本肥満学会（2010）
- 12) 富樫健二，肥満小児の腹部脂肪分布に対する食事＋運動療法の影響，第88回日本生理学会シンポジウム（2011）

# 小児肥満における新しい生化学指標（脳由来神経栄養因子） および腹囲の位置づけに関する研究

朝山光太郎<sup>1)</sup>、内田 則彦<sup>1)</sup>、小寺 浩司<sup>1)</sup>、荒木 俊介<sup>2)</sup>、山本 幸代<sup>2)</sup>  
東京家政学院大学健康栄養学科教授、山梨大学医学部小児科<sup>1)</sup>、産業医科大学小児科<sup>2)</sup>

## 研究要旨

外来通院中の肥満児 66 例および非肥満児 32 例における血中脳由来神経栄養因子（BDNF）を検討した。高度肥満児（n=36）で、非肥満および軽中等度肥満（n=30）より有意に低値であった。メタボリックシンドローム（Mets）児は 10 例で、血中 BDNF レベルはさらに低値であった。BDNF は小児肥満の発症・進展に重要な役割を演じている可能性が示唆される。

生活自己管理チェックリストを用いた肥満児行動療法を導入以来 15 年間、安定した治療成績が得られている。高度肥満児では 7 年間は腹囲自己測定を加えた強化チェックリストを用い、男女児とも治療成績に有意な改善が見られた。

小中学生 1048 例、若年成人男性（22 歳の 1295 例と 27 歳の 2099 例）および女性（22 歳の 951 例と 27 歳の 1063 例）の身長、体重、腹囲の測定値を解析して、非肥満者の腹囲とメタボリックシンドローム（Mets）の腹囲基準との関係を検討した。Mets の腹囲の基準は体型から判断すると、成人男性において最も厳しい基準であり、小児においては成人女性よりもさらに平均腹囲からの隔たりが大きかった。すなわち、肥満児で Mets の腹囲の基準を超える場合には、成人に比較して特別に重症と考えるべきであることが判明した。

## A. 研究目的

脳由来神経栄養因子（Brain-derived neurotrophic factor：BDNF）は神経細胞の生存や分化に関わる神経栄養因子の一つで、摂食抑制やエネルギー代謝亢進作用も有するが、肥満児における変動は明らかとなっていなかったため検討した。

生活自己管理チェックリストは小児肥満を改善させる行動療法である。200 日以上継続させると、良い効果が得られるが、高度肥満児では治療への反応が悪かった。腹囲を肥満児や家族に自己測定させ、体重とともに記録させて腹囲の変化を認識させることが肥満治療の上で有用かどうかを検討した。

メタボリックシンドローム（Mets）の成人と

小児における腹囲の基準は成人男性で 85cm、女性で 90cm、小学生で 75cm、中学生で 80cm と決定されているが、非肥満者の腹囲の値からどの程度隔たっているかは明らかでない。小児と若年成人における非肥満者の腹囲と腹囲基準との関係を明らかにすることを目的とした。

## B. 研究方法

肥満小児 66 名（男児 42 例、女児 24 例：軽・中等度肥満児 30 例、高度肥満児 36 例）および同年齢非肥満児 32 例（男児 17 例、女児 15 例）で早朝空腹時に採血し、血中 BDNF レベルを ELISA 法で測定した。1993 年から 15 年間に山梨大学医学部小児科肥満外来を受診し、生活

自己管理チェックリストを用いた治療を受けた男児 85 例、女児 59 例の治療成績を検討した。2001 年以降は肥満度が 50%以上の症例には腹囲の自己測定を加えた強化チェックリストを使用した。

Mets の腹囲基準値を検討した対象小児は、1994 年に山梨県の某小学校と中学校において、身長、体重、腹囲を同時測定した男児 503 例と女児 545 例である。対象とした若年成人は 2008 年度に神奈川県某検診施設の行った定期健康診断で身長、体重、腹囲の測定を実施した男性のうち 22 歳の 1295 例と 27 歳の 2099 例および女性のうち 22 歳の 951 例と 27 歳の 1063 例である。小児では肥満度 20%以上を肥満、-20%未満をやせ（瘦身）と定義した。成人においては body mass index (BMI) が 25 以上を肥満、18.5 未満をやせと定義した。

(倫理面への配慮)

倫理委員会による承認を得たプロジェクトであり、データを研究目的に利用することが可能となるようなかたちで本人からインフォームド・コンセント（小児では場合によりアセント）をとっている。なお、データの集計に際しては、データと個人情報とを連結不可能な形で処理しているため、個人情報の漏洩に関して十分な配慮がなされている。

### C. 研究結果

血中 BDNF レベルは、高度肥満児 ( $5.07 \pm 0.33$  ng/ml) で、非肥満 ( $6.26 \pm 0.46$  ng/ml) および軽中等度肥満 ( $6.21 \pm 0.35$  ng/ml) より有意に低値であった。Mets 児は 10 名で、血中 BDNF レベルは  $4.76 \pm 0.8$  ng/ml とさらに低値であった。血中 BDNF レベルは、単相関で、肥満度 ( $r=-0.303$ ) および血中ビスファチン ( $r=-0.262$ ) と有意な負相関、出生体重 ( $r=0.264$ ) と有意な正相関を認めた。

強化チェックリスト導入による治療成績導

入前で肥満が改善して治療を終了または肥満度として 10%以上改善したのは男児 26 例中 15 例 (57.7%) だったが、導入後は 12 例中 10 例 (83.3%) に、女児でも導入前 16 例中 7 例 (43.8%) から 10 例中 7 例 (70%) に増加していた。腹囲の実測値が減少したのは男児で導入前 26 例中 9 例 (34.6%) だったが、導入後は 12 例中 9 例 (75.0%) だった。女児ではそれぞれ 16 例中 6 例 (37.5%)、10 例中 4 例 (40.0%) だった。ALT、TG、TC、IRI の中での異常値の数を合併症数とした。合併症なし、もしくは減少する人数の割合は、導入前の男児 53.8%、女児 43.7% だったが、導入後は 75.0% および 50.0% に増加していた。

肥満児で身長 130cm 以下の場合には小学生相当と考えて基準値を 75cm、それ以上では 80cm とした。小児期全般で、基準腹囲は平均値の 130% 以上であった。肥満児において基準腹囲を超えないものの頻度をみると、男児では身長 130cm 以下では 92%、130cm 以上では 75% であった。女児では各々 100% と 91% であり、基準腹囲を超えるものは特に女児では 10% 以下であった。若年成人男性では、基準腹囲 (85cm) は平均腹囲の 109% ~ 117% であった。女性では基準腹囲 (90cm) は平均腹囲の 118% ~ 129% であり、小児の基準は成人の基準より明らかに平均腹囲からの隔たりが大きかった。成人肥満者において基準腹囲を超えないものの頻度をみると、男性では身長の低い群と高い群で明らかに異なり、175cm 以上の群では基準値を超えないものは 10% 未満であった。一方、女性では身長の範囲に関わらず、肥満者でも 60% 以上が基準値を超えていなかった。男児では身長 150cm 未満のもので 95 パーセントイルが約 75cm、150cm 以上では 95 パーセントイルが 80cm 以下となった。成人男性では 85 パーセントイルが約 85cm となった。女児と成人女性では 95 パーセントイルでも基準腹囲を

大きく下回っていた。

#### D. 考察

##### 血中 BDNF について

血中の BDNF は anorexia nervosa や bulimia nervosa などの食行動異常を呈する疾患では低値となることから、小児においても高度肥満への進展には BDNF が関与する食行動異常のメカニズムが存在する可能性も考えられる。さらに、体重減少に伴って、血中の BDNF が増加するとの報告もあり、肥満治療での認知行動療法による食行動異常の改善が BDNF レベルと関連するかについても今後の検討が必要である。BDNF はレプチンとは異なった経路で中枢神経において摂食抑制作用を示すと考えられる。血中 BDNF レベルは出生時体重と有意な負の相関を有し、低出生体重児が生活習慣病のリスクが高いとする DOHaDo (Developmental Origins of Health and Disease) 仮説を支持する結果となり得るかもしれない。

##### 強化チェックリストについて

高度肥満児での治療反応性を高める方法として、生活自己管理チェックリストの内容を強化して治療効果をみた。腹囲自己測定を導入したことで、男児では腹囲実測値、%過腹囲とも改善例の比率が増えたが、女児では有意な改善は見られなかった。しかし、男女児とも肥満が改善して治療を終了できたものと肥満度が 10% 以上改善したものを合わせた肥満改善例の割合でみると、有意に増加していた。また、男女とも合併症の改善例の割合が増加していた。腹囲を肥満児や家族に測定させ、体重とともに腹囲の変化を認識させることは、肥満治療への反応性が高めるのに有効と示唆される。

##### 小児と若年成人の腹囲の基準値について

小児における腹囲の基準値は成人男性や女性の基準に比べると明らかに大きく設定されている。肥満児で基準を超えるものが年長男児でも

25%、女児では 10% 以下であることは、Mets の基準値が小児の腹囲としては十分に大きな値であることを示している。これは、小児の内臓脂肪蓄積の基準値が  $60\text{cm}^2$  (腹囲 80cm に相当) と一般的な小児の内臓脂肪面積に比べてかなり大きな値であることによっていると考えられる。若年成人男性では腹囲の基準値は平均の 10~20% 増し以下であり、肥満者ではほとんどがこの基準を超えていて、全体としても 85 パーセンタイルであるので、特に高身長者ではこの基準は厳しすぎるかもしれない。回帰直線を見ると非肥満者では身長 10cm の増加に対して腹囲は 2~3cm の増加であるので、身長 160cm の人における 85cm の腹囲は、180cm の人でも 90cm 程度に相当すると考えられる。若年成人女性では腹囲の基準値は平均より 20% 以上大きくなるが、肥満者でも基準を超えるのが 3分の1 以下であり、全体としても 95 パーセンタイル値を遙かに超えているので、少なくとも体型から見る限りにおいては、この基準値は甘すぎるということになる。なお、成人女性の基準でも、小児における基準とくらべると平均腹囲の % 値からみれば、小さい値になっていることも考慮に入れるべきである。

#### E. 結論

血中 BDNF レベルは、小児においても肥満により変動し、特に高度肥満やメタボリックシンドロームを呈する児では低値であった。

高度肥満児ではこれまでの生活習慣自己管理チェックリストに加えて腹囲を定期的に測定させることで、肥満の改善に効果があり、肥満指標が改善しない場合においても合併症を減らすことに効果がある。

小児と若年成人における Mets の腹囲の基準を比較して、体型から判断すると、成人男性において最も厳しい基準であり、小児においては成人女性よりもさらに平均腹囲からの隔たりが