

2014/2025A

厚生労働科学研究費補助金  
循環器疾患・糖尿病等生活習慣病対策総合研究事業  
循環器疾患・糖尿病等生活習慣病対策実用化研究事業

未成年者、特に幼児、小・中学生の糖尿病等の  
生活習慣病予防のための総合検診のあり方に関する研究

平成26年度 総括・分担研究報告書

研究代表者 吉永 正夫

(国立病院機構鹿児島医療センター小児科)

平成27(2015)年5月

## 目 次

I. 総括研究報告	
未成年者、特に幼児、小・中学生の糖尿病等の生活習慣病予防のための 総合検診のあり方に関する研究	吉永正夫 ----- 1
II. 分担研究報告	
1. 行動療法（生活習慣改善）による小学生の肥満予防と治療に関する研究	研究代表者、分担研究者全員、研究協力者 ----- 10
2. Latent class growth model による小児期肥満出現時期の検討	研究代表者、分担研究者全員、研究協力者 ----- 23
(資料 1) 生活習慣病検診受診票（小学生用）	
(資料 2) 介入試験記録用紙	
3. 富山県 T 市近郊の小学生肥満児 30 名に対する 3 か月間介入効果の検討	宮崎あゆみ、吉永正夫、小栗絢子、荻野千鶴子 ----- 37
4. 総社市における小児ボランティアを対象とした小児生活習慣病検診からみた 肥満の検討	浦山建治、久保俊英、吉永正夫、吉備医師会 ----- 46
5. 兵庫県 A 市における肥満児と尿酸値との関係に関する調査	徳田正邦、吉永正夫 ----- 54
6. 中学生の生活習慣（早寝・早起き・朝ごはん）と自尊感情	篠宮正樹、佐藤郁子、栗林伸一、内田大学、柳堀朗子、 宮崎あゆみ、青木真智子、濱島崇、長嶋正實、堀米仁志、 高橋秀人、緒方裕光、伊藤善也、徳田正邦、久保俊英、 立川俱子、原光彦、郡山暢之、吉永正夫 ----- 59
7. 肥満児の重心動揺性に関する検討	伊藤善也、山本憲志、尾山とし子、山本美紀、吉田理恵、前田陽子 ----- 75

8. 肥満小児における血清エイコサペンタエン酸アラキドン酸比 (EPA/AA) と 早期動脈硬化の関係について	原 光彦、斉藤恵美子、高橋昌里 ----- 86
III. 研究成果の刊行に関する一覧表	----- 91
IV. 研究成果の刊行物・別刷	----- 92

## 未成年者、特に幼児、小・中学生の糖尿病等の生活習慣病予防のための 総合検診のあり方に関する研究

研究代表者 吉永正夫 国立病院機構鹿児島医療センター小児科

### 研究要旨

平成 24～25 年度に収集された生活習慣病に関する包括的データに基づき、肥満頻度の増加が続いている小学生に対し、行動療法（生活習慣改善）による肥満予防と治療に関する介入試験を行った。その結果を中心に、分担研究報告の要旨をまとめた。

1. UMIN に登録（介入試験 ID; UMIN000014896）後、並行群間比較、ランダム化、オープン試験方式によって介入試験を行った。休日に一万歩歩くという軽度の運動によりコントロール群より肥満度は有意に減少し、心血管危険因子も有意に改善していた。今後のガイドライン作成に寄与すると考えられる。軽度の運動とスクリーンタイム制限の同時介入による効果の検討が必要である。
2. 生活習慣病検診を受診した 1,843 名の乳幼児健診時、小・中学校各学年時の縦断的データと Latent class growth model を用いて、日本人小児における肥満形成時期を検討した。肥満形成時期は乳児期～幼児期前半と幼児期後半～小学校低・中学年と予測される。介入はこれらの時期を考慮に入れて行う必要がある。
3. 富山県 T 市近郊において 30 名に対して行った介入試験結果を検討した。小学生肥満児に対する休日 1 万歩歩行や平日休日スクリーンタイム制限の介入は、肥満改善に有効である。介入目標達成群ほど有意に肥満は改善する。
4. 岡山県 S 市の小児ボランティア 189 名（男子 97 名、女子 92 名）に対して行った生活習慣病検診データと他地域で行われたデータの比較を行った。生活習慣においては他地域との大きな差は認めなかったが、肥満男子の登校時間が特に遅い傾向にあった。
5. 兵庫県 A 市で行われた小児生活習慣病調査の結果を検討した。男女ともに、体格検査値及び血液検査値と尿酸値の間には有意な相関が認められた。今後、非肥満児や幼児における体格検査値と尿酸値の関係についても検討が必要と思われた。
6. 本研究におけるボランティア集団における調査と千葉県 S 市における悉皆調査を用いて、自尊感情について検討した。早寝・早起き・朝ごはんのなかでも朝食を摂ることがもっとも自尊感情に影響すると考えられた。朝食を摂っている者では、早寝が大切と推測された。
7. 北海道 K 市において、肥満児童の体格度と重心同様について検討した。肥満児の身長と体重は重心動揺性に影響を与えていた。また介入により筋肉量が増すほど重心動揺を調整する機能が高まることが推察された。
8. 肥満小児の EPA や n3/n6、EPA/AA は低値であり、n3/n6 や EPA/AA 低値と頸動脈硬化との間には相関が認められた。肥満小児の将来の心血管病発症予防には、EPA の豊富な青魚などの摂取を推奨する必要がある。

## 【研究分担者氏名】

吉永 正夫 国立病院機構鹿児島医療センター 小児科部長  
堀米 仁志 筑波大学附属病院 茨城県小児地域医療教育ステーション 教授  
高橋 秀人 福島県立医科大学医学部 放射線医学県民健康管理センター 情報管理・統計室 教授  
長嶋 正實 愛知県済生会リハビリテーション病院 院長  
篠宮 正樹 医療法人社団 西船内科 千葉県医師会 理事  
宮崎あゆみ 地域医療機能推進機構高岡ふしき病院 小児科学 小児科部長  
青木真智子 青木内科循環器科小児科クリニック 副院長  
緒方 裕光 国立保健医療科学院 研究情報支援研究センター センター長  
伊藤 善也 日本赤十字北海道看護大学臨床医学学領域 小児科学 教授  
徳田 正邦 徳田こどもクリニック 院長  
久保 俊英 国立病院機構岡山医療センター小児科 成育医療推進室 診療部長  
立川 俱子 鹿児島県栄養士会 名誉会長  
郡山 暢之 国立病院機構鹿児島医療センター 糖尿病・内分泌内科 医長  
濱島 崇 あいち小児保健医療総合センター 内分泌代謝科 医長  
原 光彦 東京都立広尾病院小児科 小児科部長  
岩本真理 横浜市立大学附属病院小児科学 准教授

### A. 研究目的

平成 24～25 年度に本研究で幼児、小・中学生を対象に包括的なデータ収集を行い、糖尿病を含めた生活習慣病予防を目的にした総合検診のあり方を決定するためのエビデンスを蓄積した。その結果、運動指標（1 日平均歩数、運動系部活への参加、1 日平均運動時間）の増加は、高学年になるほど、肥満指標（肥満度、BMI、腹囲）改善や心血管危険因子改善の独立した因子であること、スクリーンタイムの増加は幼児期から肥満指標または心血管危険因子値悪化の

独立した因子であること、父親、母親の高い BMI 値は児童生徒の肥満指標悪化の独立した因子であること、参加者の運動時間とスクリーンタイムは休日において有意な逆相関があること、がわかった。

そこで、最終年度は肥満頻度の増加が続いている小学生に対し、行動療法（生活習慣改善）による肥満予防と治療に関する介入試験を行った。同時に分担研究者において個々に行われた研究をまとめた。

### B. 研究方法

#### 1. 行動療法（生活習慣改善）による小学生の肥満予防と治療に関する研究

UMIN に登録（介入試験 ID; UMIN000014896）後、並行群間比較、ランダム化、オープン試験方式によって行った。行動療法（生活習慣改善）による小児肥満治療が有効かを、介入開始から 3～6 か月後の肥満度の減少を主要アウトカム、介入開始から 3～6 か月後の心血管危険因子値の変化を副次アウトカムとした。試験デザインは A 群: 休日に 1 万歩歩く、B 群: スクリーンタイムを制限する（平日 90 分、休日 150 分）、C 群: コントロール群（歩数とスクリーンタイムの記録のみを行う）とした。選択基準は小学生で肥満度 20%以上、除外基準は医療機関で肥満の治療や指導を受けたことがある児童とした。

#### 2. Latent class growth model による小児期肥満出現時期の検討

参加者計 1,843 名（男子 907 名、女子 936 名）から、出生時、各乳幼児健診時（1 か月、3-4 か月、6-7 か月、9-10 か月、1 歳、1 歳 6 か月、3 歳）、小学校入学後は各学年 1 学期時の身長、体重の縦断的データを収集し、BMI と Z score を算出した。Latent class growth model は統計学的ソフトウェア "proc traj" を用いて作成した。

#### 3. 富山県 T 市近郊の小学生肥満児 30 名に対する 3 か月間介入効果の検討

富山県 T 市とその近郊のボランティア小学生肥満児 30 名（男/女 18/12 名、肥満度  $33.3 \pm 14.7\%$ 、年齢  $9.3 \pm 1.5$  才）に、平成 26 年 8 月 30 日および 11 月 30 日の 2 回、小児生活習慣病検診を実施し、身体計測、

血圧測定および採血、内臓脂肪測定、生活習慣・食習慣調査等を行った。全員を休日1万歩歩行のA群、平日休日スクリーンタイム制限のB群、記録のみのC群に区分し、両検診間3か月の実行を促した。その結果、群を問わずAのみ達成をa群、A、Bとも達成をab群、Bのみ達成をb群、いずれも達成せずをc群として検討を加え、さらに肥満度が3%以上減少した改善群とそれ以外の非改善群で比較検討した。

#### 4. 総社市における小児ボランティアを対象とした小児生活習慣病検診からみた肥満の検討

2013年12月15日に岡山県総社市において、ボランティアを募り、男子97名、女子92名の健康な幼児、小学生、中学生を対象に生活習慣病検診を実施した。受診者のデータは①身体計測、血圧、②血液生化学測定値、③食習慣・生活習慣データ、④出生から受診時までの縦断的な身長・体重値、⑤内臓脂肪測定、⑥血管硬化度を測定した。これらのうち、主に血液生化学データと現在の肥満度、さらに生活習慣との関連について検討を行った。また、先に行われた他地域の結果と比較した。

#### 5. 兵庫県A市における肥満児と尿酸値との関係に関する調査

兵庫県A市では、学校検診で肥満度30%以上を指摘された者に対して小児生活習慣病調査が行われている。この調査の参加者を後方視的に抽出し、6～15歳の男子1068名/女子718の合計1786名を対象として、体格検査値と血液検査値について尿酸値を中心に検討を加えた。

#### 6. 中学生の生活習慣（早寝・早起き・朝ごはん）と自尊心

2012年4月から2014年3月までに、鹿児島、福岡、北九州、岡山、愛知、富山、千葉で行った生活習慣病検診にボランティアとして参加した中学生を対象に、本人の食習慣・生活習慣、保護者の生活習慣に関するアンケート調査を行った。早寝とは、23:29までに就寝するものと定義した。早起きとは、6:29までに起床するものと定義した。これを2010年に千葉県匝瑳市の中学生に行われた同じ質問項目の

アンケート（回収率99.5%である悉皆調査）の結果と比較した。

#### 7. 肥満児の重心動揺性に関する検討

北見市で実施した生活習慣病検診に参加した児童22名を対象に立位姿勢における重心動揺の軌跡を重心動揺計（GP-5000, ANIMA. TOKYO）を用いて測定し、重心動揺の指標（総軌跡長、単位軌跡長と単位面積軌跡長）を算出した。次にそれらの指標と体格指標や歩数、テレビ視聴時間などの生活習慣との関連を分析した。

#### 8. 肥満小児における血清エイコサペンタエン酸アラキドン酸比（EPA/AA）と早期動脈硬化の関係について

単純性肥満小児103名を対象に、身体計測、血圧測定、血液検査（糖代謝指標、血清脂質、全脂肪酸分析を行った。うち31名に、頸動脈エコーを行い、EPA/AAと各種早期動脈硬化指標との相関について検討した。

#### （倫理面への配慮）

本研究で行われる研究は、全て書面をもって説明を行い、同意を得た場合のみ、かつ各研究施設の倫理委員会で許可を得た場合でのみ行った。

#### C. 研究成果

##### 1. 行動療法（生活習慣改善）による小学生の肥満予防と治療に関する研究

全国7地域で平成27年4月現在177名が終了し、drop out者はなかった。介入条件はA群、B群ともに順守されていた。肥満度はA群、B群ともに介入前後で有意に減少していた。介入前後の肥満度差の比較では、A群はC群に比し有意に減少していた。心血管危険因子については、A群では介入後に拡張期血圧、総コレステロール、LDLコレステロール、non HDLコレステロール、Ln (ALT)、尿酸が有意に低下していた。B群ではHDLコレステロールが有意に増加し、尿酸が有意に低下していた。A群においては全ての肥満指標（肥満度、BMI、腹囲）の変化は内臓脂肪面積の変化と有意な正の関係があり、内

臓脂肪面積の変化は皮下脂肪面積の変化より強い関係にあった。内臓脂肪面積の変化は、肥満指標の中でも腹囲の変化に最も強く影響していた。

## 2. Latent class growth model による小児期肥満出現時期の検討

4群に分類し検討した場合、男女とも同様の trajectory を示した。肥満に向かう群は乳児期後半から Z score 値が高値を示しその後も高値が続く群と、3歳以降緩やかな上昇を続け、小学校入学後も上昇が続く群であった。

## 3. 富山県 T 市近郊の小学生肥満児 30 名に対する 3 か月間介入効果の検討

対象者全体では、3 か月間で肥満度平  $33.3 \pm 14.7\%$  から  $30.8 \pm 14.0\%$  ( $p=0.245$ ) への減少傾向が見られ、トリグリセリド ( $p=0.015$ )、HDL コレステロール ( $p=0.029$ ) が有意に改善した。A、B、C の 3 群間では改善に有意差がなかったが、何らかの目標を達成した a+ab+b 群と c 群の間には有意差を認めた ( $-4.0 \pm 3.8\%$  vs  $-0.1 \pm 3.1\%$ ,  $p=0.007$ )。肥満度の改善群と非改善群では、目標達成度 ( $p=0.021$ )、レプチン ( $p=0.043$ )、皮下脂肪面積 ( $p=0.019$ )、休日歩数 ( $p=0.029$ ) で有意差が認められた。

## 4. 総社市における小児ボランティアを対象とした小児生活習慣病検診からみた肥満の検討

肥満度と正の相関関係が明らかなのは、男女ともレプチンのみであった。生活習慣では有意なもののみられなかったが、肥満男子の登校時間が特に遅い傾向にあった。また他の地域との大きな差は見られなかった。

## 5. 兵庫県 A 市における肥満児と尿酸値との関係に関する調査

小・中学生、男子 1068 名/女子 718 名について男女差を検討したところ、男女ともに小学生に比して中学生で尿酸値は高値であった。尿酸値と体格検査値では、男子では年齢、身長、体重及び肥満度、女子では年齢、身長、体重と尿酸値の間で相関を認めた。また血液生化学との関連では、男子では AST、

ALT、TC、TG と、女子では IRI と有意な相関が認められた。

## 6. 中学生の生活習慣（早寝・早起き・朝ごはん）と自尊感情

匝瑳市の中学生では、早寝・早起き・朝ごはんの有無と、朝すっきり目覚める、朝夕のあいさつをする、家の手伝いをする、学校が楽しいと思える、自分に良いところがあると思えるという点について相関を認めた。今回の対象では、早寝と早起きは相関していた。早寝・早起き・朝ごはんの有無と朝すっきり目覚めることに相関がみられた。朝夕のあいさつをするか、学校が楽しいと思えるか、自分に良い点があると思えるかという点については相関を認めないものがあった。今回の対象は呼びかけに応じて受診したボランティアであり、ほとんどが毎日朝食を摂っていた（今回の対象の達成率 99.4%、一方匝瑳市の中学生では 81.7%）。そのような集団でも、就寝時間を 30 分遅くして検討すると、遅く寝る者で自尊感情の低下が見られた。

## 7. 肥満児の重心動揺性に関する検討

重心動揺性は対象児の身体属性のうち身長、体重、身長 SDS、肥満度、腹囲、体脂肪率と筋肉量に相関した。これらは片足立位時、特に閉眼のときに相関が強くなった。総じて身長・体重が大きいくほど総軌跡長と単位軌跡長は短くなったが、単位面積軌跡長はそれらとは逆に肥満の指標が大きくなるほど増加した。介入前後において肥満に関する指標と重心動揺性の指標の変化の間に有意な関連を認めなかったが、介入により筋肉量が増すほど単位面積軌跡長は短くなった。

## 8. 肥満小児における血清エイコサペンタエン酸アラキドン酸比 (EPA/AA) と早期動脈硬化の関係について

対象の平均年齢は  $11.2 \pm 2.7$  歳。平均肥満度は  $+44.6 \pm 18.5\%$ 。血中 EPA と AA の重量パーセントは各々、 $1.22 \pm 0.68$ 、 $6.20 \pm 1.43$ 、 $n3/n6$  は  $0.16 \pm 0.55$ 、EPA/AA は  $0.20 \pm 0.11$  で、EPA や  $n3/n6$ 、EPA/AA は低値であった。早期動脈硬化指標の  $Stiffness\beta$  は  $5.5 \pm 2.4$  と比

較的高く、 $n3/n6$  や EPA/AA と  $Stiffness\beta$  の間に有意な負の相関が認められた ( $r = -0.38, P < 0.05, r = -0.43, p < 0.05$ )。

#### D. 考察

##### 1. 行動療法 (生活習慣改善) による小学生の肥満予防と治療に関する研究

活動時間の基準として、中等度から強度の運動 moderate-to-vigorous physical activity (MVPA) が推奨されてきた。しかし、推奨されている 1 日 60 分間の MVPA を守れるのは介入者の 15.2% に過ぎないこと、軽度の運動の方が MVPA よりバリアーが少なく、どのような運動でもエネルギー消費ができれば心血管危険因子を改善すること、成人期においても軽度な運動により全脂肪量、内臓脂肪量が改善すること、がわかってきた。本研究において、休日みの軽度の運動 (散歩) によっても、肥満指標の有意な減少と、総コレステロール、LDL コレステロール、non HDL コレステロール、ALT、尿酸値の有意な低下が得られることがわかった。小児期において散歩という軽度な運動による肥満指標の減少、心血管危険因子値の改善の報告は初めてと考えられる。

A 群においては、肥満指標全ての増減と内臓脂肪量の変化に有意な正の関係を認めており、肥満指標の減少は内臓脂肪量の減少によるものであった。肥満指標の中でも腹囲との関係が最も強く、過去の報告と一致していた。

##### 2. Latent class growth model による小児期肥満出現時期の検討

多数例および多数回の健診データと Latent class growth model を用いて、日本人小児の体格値の trajectory を作成したのは本研究が初めてと考えられる。

本研究からは、肥満のスクリーニングを目的とする場合、1 歳 6 か月健診時に 7~8% 前後の幼児はスクリーニング可能であることを窺わせる。健常児を含め、少なくとも 3 歳児健診時には何らかの生活指導、食事指導の機会を作る必要があると考えられる。特に女兒のうち 1 歳 6 か月健診から 3 歳児健診までの間に Z score が急速に上昇する場合 high risk である

と考えられる。

もう一つの肥満形成時期は幼児期後半から小学校低・中学年の時期と予測される。中学生以降の肥満の一次、二次予防のためには小学校中学年 (3~4 年生) までに介入を行う必要があると考えられる。

小児期の肥満形成時期は従来、胎児期、adiposity rebound を示す 4~6 歳、思春期と言われて来た<sup>9)</sup>。日本においては乳児期後半~幼児期前半、小学生低・中学年も肥満形成時期であることがわかった。

##### 3. 富山県 T 市近郊の小学生肥満児 30 名に対する 3 か月間介入効果の検討

富山県では T 市とその近郊のボランティア小学生肥満児 30 名に対し介入を試みたところ、1 回目検診に比べ 3 か月後の 2 回目検診では肥満度の減少傾向を認め、トリグリセリド低下、HDL コレステロール増加、尿酸、ALT の低下傾向など代謝の改善が示唆される結果となり、今回の介入全体での有効性が確認された。設定目標別では、A 群で実際に A の目標を達成したのが 80% 以上だったのに対し、B 群で B を達成したのは 40% にとどまり、スクリーンタイム制限は子ども達にとって難しい目標であることが示唆された。A、B、C 群いずれにも肥満度の改善傾向が見られたが、これはこの検診への参加自体が介入効果となり、たとえば C 群に区分されても実際には A 群の目標を達成する対象が少なくなかったりしたためと考えられた。

介入目標のうち、休日 1 万歩と平日休日スクリーンタイム制限のどちらが有効かは、今回の検討では対象数が少ないため検討できなかったが、肥満度改善群と非改善群で分けて比較すると、休日歩数は改善群で有意に大となったものの、スクリーンタイムにはあまり差がなかったことより、休日 1 万歩歩行の方がより有効である可能性が示唆された。

##### 4. 総社市における小児ボランティアを対象とした小児生活習慣病検診からみた肥満の検討

総社市と他地域との比較でみると、身長・体重については他地域と大きく変わらないにもかかわらず、肥満度については異なる傾向となった。低年齢階層では他地域よりも肥満度が高く、高年齢階層では他

地域よりも低くなった。成人における生活習慣病予防、肥満度の抑制という点を考えると、幼児期よりも中学生の時点で肥満度が低い方が、成人期においてより良い結果を得ると考えられる。総社市の傾向は、成人における生活習慣予防に有益である、と考えられる。

血液生化学検査値については、中性脂肪が他地域の平均よりも低い傾向があった。肥満度と相関する血液生化学検査はレプチンのみであった。レプチンが肥満度と正の相関にあることは、既に報告があるが、今回当地域の小児にも当てはまることが分かった。

食生活・生活習慣については、特に目立った差異を見いだせなかったが、総社においては肥満の男児において登校時間が特に遅いという傾向があった。

## 5. 兵庫県 A 市における肥満児と尿酸値との関係に関する調査

尿酸値は年齢とともに上昇すること、また 13～15 歳では男女差が現れることが報告されており、今回の検討でも小学生に比べると中学生は有意に高いことが確認されたが、性差は認められなかった。男子では尿酸値と年齢、身長、体重、肥満度で、また女子では年齢、身長、体重で有意な相関を認めていることから、肥満と尿酸値との間には相関があると考えられる。今回の中学生の対象者では尿酸値に性差は認められなかった。この原因としては、対象者は男女ともに肥満度が 30%以上で高インスリン血症を認めていることから、ある意味で中学生は男女とも均一な集団であったために性差が出なかった可能性がある。今後の検討が必要である。

尿酸値は腹囲、中性脂肪と正の、HDL コレステロールと負の相関を認めた報告がある。今後、非肥満、肥満者を含めて、幅広い年齢層で、小児生活習慣病の危険因子との関係を検討する必要があると思われる。

## 6. 中学生の生活習慣（早寝・早起き・朝ごはん）と自尊感情

ストレスによってテロメアが短縮する。ストレスによって分子生物学的にエピジェニックな変化がおこること、それを改善してストレスへの耐性

(resilience) を高められる可能性も指摘されている。自尊感情は、大きな災害や環境の変化などのライフイベントを乗り越えるのに必要な resilience を高める。生活習慣病の予防には、疾病回避行動が必要であり、自尊感情を高めることが重要である。肥満と自尊感情との関連も検討されている。

この班研究の既報でも、今回の 464 名の検討でも、早寝・早起き・朝ごはんが、朝の目覚めや、他の生活習慣のみではなく、自尊感情にも関連していることを明らかにした。早寝と早起きに相関がみられた。早起きが、朝食を摂る時間的余裕を持てることにつながると思われる。悉皆調査との検討から、朝食を摂ることの重要性が再度指摘できた。

今回の対象者は、呼びかけに応じて受診したボランティアであり、自尊感情の高い集団であることが強く示唆された。

就寝時間が遅いことは、自尊感情の低下を招く可能性が今回の検討で指摘できた。他の観点からも就寝時間が遅いことは好ましくないと指摘されている。我国においては 20-30 歳代の若年男性で、朝食を摂取しない者が多いと指摘されている。

スクリーンタイムは平日でも休日でもかなり長かった。この時間を短縮することは自尊感情の点からも重要と考えられる。このために保護者への啓発が必要である。

## 7. 肥満児の重心動揺性に関する検討

小児においては乳児期から幼児期、そして学童期とバランス能力を含めた運動機能が劇的に発達し、平衡機能については学童期までにほぼ完成すると言われている。しかしながら、生活習慣や体格などがその発達にどのような影響を及ぼすかについてはまだ十分に検討されていない。そこで本研究では肥満児の重心動揺性について肥満改善を目指した介入前後において検討した。

開眼と閉眼における重心の動揺性を比較すると閉眼の方が身体属性との関連が強く現れている。特に片足でその傾向が強い。たとえば身長、体重、身長 SDS、肥満度、腹囲、体脂肪率と筋肉量で有意な相関を認めた。すなわち体躯が大きくなるほど重心は安定しており、これらは筋肉量とも相関していた。

しかしながら肥満度、腹囲と体脂肪率は大きくなるほど単位面積軌跡長が増加していた。単位面積軌跡長は重心が動く範囲内での動揺の大きさを示している。すなわち、肥満は重心の動きは少ないがそのなかで比較的大きく動いていることが示唆される。

一方、3か月間の介入により運動量が増えた群において筋肉量が増加したが、その筋肉量の増加に比例して単位面積軌跡長が低下した。筋肉量の増加により重心の安定性が増したと考えられる。

以上より肥満と体重の減量は体重や筋肉量の変化を通じて平衡機能に一定の影響を及ぼしていることが推察された。

## 8. 肥満小児における血清エイコサペンタエン酸アラキドン酸比 (EPA/AA) と早期動脈硬化の関係について

単純性肥満小児を対象として血清中の  $n3/n6$  や EPA/AA を検討した。その結果  $n3/n6$  は  $0.16 \pm 0.05$ 、EPA/AA は  $0.20 \pm 0.11$  と低いことが明らかになった。 $n3/n6$  や EPA/AA は食習慣を反映するため、年齢によって大きく値が異なる。魚食を好む傾向がある高齢者では高く、肉や植物性油脂を摂取する機会が多い若年者では低値である。35歳未満の日本人若年成人の血清  $n3/n6$  の平均値が  $0.67 \pm 0.25$  であることを考慮すると、今回対象とした肥満小児の  $n3/n6$  は極めて低値であった。

我々は、総頸動脈エコー検査を用いて肥満小児と非肥満小児の早期動脈硬化指標を比較し、肥満小児の総頸動脈には既に Stiffness の亢進が認められる事を報告している。今回、血液検査と同日に総頸動脈エコーを行った 31 例に対して、血清脂肪酸と早期動脈硬化指標との相関について検討したところ、 $n3/n6$  や EPA/AA と Stiffness $\beta$  に有意の負の相関が認められた。小児肥満診療の臨床アウトカムは動脈硬化性疾患や 2 型糖尿病発症の予防であり、今回の検討結果から、魚を主菜とした和食の推奨などの食事内容の指導によって、肥満小児に認められる早期動脈硬化への介入の可能性が示唆された。

## E. 結論

### 1. 行動療法 (生活習慣改善) による小学生の肥満予

## 防と治療に関する研究

休日に一万歩歩くという軽度の運動により肥満を含めた心血管危険因子は改善する。今後のガイドライン作成に寄与すると考えられる。軽度の運動とスクリーンタイム制限の同時介入による効果の検討が必要である。

### 2. Latent class growth model による小児期肥満出現時期の検討

日本人小児において、肥満形成時期は乳児期～幼児期前半と幼児期後半～小学校低・中学年と予測される。介入はこれらの時期を考慮に入れ行う必要があると考えられる。

### 3. 富山県 T 市近郊の小学生肥満児 30 名に対する 3 か月間介入効果の検討

小学生肥満児に対する休日 1 万歩歩行や平日休日スクリーンタイム制限の介入は、肥満改善に有効である。

### 4. 総社市における小児ボランティアを対象とした小児生活習慣病検診からみた肥満の検討

岡山県総社市の小児ボランティアにおいて生活習慣病検診を行った。他地域との大きな差は認めなかったが、肥満男子の登校時間が特に遅い傾向にあった。

### 5. 兵庫県 A 市における肥満児と尿酸値との関係に関する調査

男女ともに、体格検査値及び血液検査値と尿酸値の間には有意な相関が認められたが、今回の対象者は肥満小児のみが対象であるため、非肥満児や幼児における体格検査値と尿酸値の関係についても検討が必要と思われた。

### 6. 中学生の生活習慣 (早寝・早起き・朝ごはん) と自尊心

悉皆調査との比較から、早寝・早起き・朝ごはんのなかでも朝食を摂ることがもっとも自尊心に影響すると考えられた。朝食を摂っている者では、早寝が大切と推測された。中学生は、23:30 より前に寝

ることが望ましいと推測された。

## 7. 肥満児の重心動揺性に関する検討

肥満児の身長と体重は重心動揺性に影響を与えていた。また介入により筋肉量が増すほど重心動揺を調整する機能が高まることが推察された。

## 8. 肥満小児における血清エイコサペンタエン酸アラキドン酸比 (EPA/AA) と早期動脈硬化の関係について

肥満小児の EPA や n3/n6、EPA/AA は低値であり、n3/n6 や EPA/AA 低値と頸動脈硬化との間には相関が認められた。肥満小児の将来の心血管病発症予防には、EPA の豊富な青魚などの摂取を推奨する必要がある。

## F. 健康危険情報

研究の結果、得られた成果の中で健康危険情報 (国民の生命、健康に重大な影響を及ぼす情報) として厚生労働省に報告すべきものはなかった。

## G. 研究発表

### 1. 論文発表

- 1) Lin L, Horigome H, Kato Y, Kikuchi T, Nakahara S, Sumazaki R. Significant associations between hemostatic/fibrinolytic systems and accumulation of cardiovascular risk factors in Japanese elementary schoolchildren. **Blood Coagulation Fibrinolysis**. 2015;26:75-80.

### 2. 著書・総説

- 1) Yoshinaga M, Miyazaki A, Shinomiya M, Aoki M, Hamajima T, Nagashima M. Impact of gender and lifestyles of adolescents and their parents on obesity. In: Watson RR, editor. Nutrition in the prevention and treatment of abdominal obesity. London: **Academic Press**, 2014; 207-215.
- 2) 吉永正夫. 思春期 (高校生) の生活習慣病予防に関する提言. **Clinician**, 2014;625(61):100-108.
- 3) 吉永正夫. 小児の肥満・メタボリックシンドロームと運動. **日本臨床スポーツ医学会誌**, 2014;22(2): 224-227.
- 4) 吉永正夫. 児童生徒の生活習慣病に関する小児の基準値.

**日本医師会雑誌**, 2014;143(4):818-820.

- 5) 宮崎あゆみ. 児童生徒の生活習慣病検診-「たかおかキッズ健診」の実際. **日本医師会雑誌** 2014;143(4):p.821-823.
- 6) 篠宮正樹. 命の素晴らしさをつたえよう. ちばオペニオン. **千葉日報** 2014年10月5日
- 7) 篠宮正樹. 教育講演 自尊感情を育てて生活習慣病を予防する. **日本末病システム学会雑誌** 2014; 20:21-25.
- 8) 篠宮正樹. 自尊感情を育てて生活習慣病を予防する. 月刊「食生活」東京{(株)カザン} 2015;109(4): 52-56.
- 9) 尾辻真由美, 郡山暢之, 木ノ脇真弓, 赤尾綾子, 三反陽子, 養部町子, 藤崎夏子, 小林友里恵, 藤崎佑貴子, 後藤隆彦, 田上さとみ, 上別府昌子, 小木曾和磨, 竹下綾子, 西尾善彦. 糖尿病セルフケアに関する運動自己効力感尺度作成の試み. **糖尿病**. 2015;58(3):174-182.

## 3. 学会発表

### [国際学会]

- 1) Yoshinaga M, Miyazaki A, Aoki M, Ito Y, Kubo T, Hamajima T, Horigome H, Takahashi H, Iwamoto M, Ogata H, Tokuda M, Tachikawa T, Hara M, Shinomiya M, Nagashima M. Impact of lifestyles of children and their parents on cardiovascular risk factors in elementary school children. 48 th Annual Meeting of the Association for European Paediatric and Congenital Cardiology (**AEPC 2014**), Helsinki, 2014.5.22.
- 2) Yoshinaga M, Miyazaki A, Aoki M, Ito Y, Kubo T, Hamajima T, Horigome H, Takahashi H, Iwamoto M, Ogata H, Tokuda M, Tachikawa T, Hara M, Shinomiya M, Nagashima M. Effect of Lifestyles of Children and Their Parents on the Levels of Cardiovascular Risk Factors in Elementary School Children. Scientific Session 2013 American Heart Association (**AHA**), Chicago, 2014.11.19
- 3) Noriyuki Yamamoto, Yoshiya Ito, Sharon Hanley, Hitoshi Yanagi, Tadashi Wada, Fumiko Takenoya, Yukinori Shintaku : The Relationship Between Dynamic and Static Ability of Postural Stability and Body Composition in Japanese Obese Children, The XXV Congress of the International Society of Biomechanics (**ISB**), 2014.7.13, Glasgow

### [国内学会]

- 1) 林立申, 堀米仁志, 菊池敏弘, 西上奈緒子, 中原智子, 鈴木直美, 須磨崎亮. 肥満小児に対する生活介入が炎症

マーカーやアディポカインに与える影響. 第117回日本小児科学会学術集会、名古屋、平成26年4月12日

- 2) 菊池敏弘、林立申、西上奈緒子、鈴木直美、中原智子、堀米仁志. 肥満小児に対する外来運動療法の効果. 第117回日本小児科学会学術集会、名古屋、平成26年4月12日
- 3) 宮崎あゆみ、小栗絢子、長谷田祐一、市田藤子. 小児生活習慣病健診におけるnon-HDL コレステロールの有用性. 第117回日本小児科学会学術集会、名古屋、平成26年4月13日
- 4) 伊藤善也. 小児期からの肥満予防、シンポジウム 肥満を予防するための社会的戦略、第68回日本栄養・食糧学会大会、札幌市、平成26年5月31日
- 5) 伊藤善也. 小児期からの肥満予防、シンポジウム 肥満を予防するための社会的戦略、第68回日本栄養・食糧学会大会、札幌市、平成26年5月31日
- 6) 宮崎あゆみ、吉永正夫、長嶋正實、濱島 崇、青木真智子、篠宮正樹、伊藤善也、徳田正邦、久保俊英、堀米仁志、岩本眞理. 小児におけるデュアルインピーダンス法による内臓脂肪、皮下脂肪面積測定と心血管危険因子との関係. 第50回日本小児循環器学会総会・学術集会、岡山市、平成26年7月4日
- 7) 宮崎あゆみ、青木真智子、伊藤善也、久保俊英、篠宮正樹、徳田正邦、長嶋正實、濱島 崇、吉永正夫: 小児におけるデュアルインピーダンス法による内臓脂肪面積測定の有用性. 2014. 第50回日本小児循環器学会総会・学術集会、岡山市、平成26年7月3-5日
- 8) 宮崎あゆみ、吉永正夫、長嶋正實、濱島崇、青木真智子、篠宮正樹、伊藤善也、徳田正邦、久保俊英、堀米仁志、岩本眞理、原光彦. 小児におけるデュアルインピーダンス法による内臓脂肪、皮下脂肪面積測定と心血管危険因子との関係. 第2回Dual BIA 研究会、京都、平成26年9月6日
- 9) 浦山建治、久保俊英、他. 岡山県総社市における小児ボランティアを対象とした小児生活習慣病検診からみた肥満の検討. 第35回日本肥満学会、宮崎市、平成26年10月24日
- 10) 宮崎あゆみ、吉永正夫、長嶋正實、濱島崇、青木真智子、篠宮正樹、伊藤善也、徳田正邦、久保俊英、堀米仁志、岩本眞理、原光彦、高橋秀人、緒方裕光、郡山暢之、立川俱子. デュアルインピーダンス法による小児内臓脂肪、

皮下脂肪面積測定と心血管危険因子との関係. 第35回日本肥満学会、宮崎、平成26年10月24-25日

- 11) 吉永正夫、宮崎あゆみ、青木真智子、濱島 崇、長嶋正實、堀米仁志、高橋秀人、篠宮正樹、緒方裕光、伊藤善也、徳田正邦、久保俊英、立川俱子、郡山暢之、原光彦、岩本眞理. 幼児、小・中学生の個々の生活習慣病の基準値作成に関する研究. 第35回日本肥満学会、宮崎、平成26年10月24-25日
- 12) 吉永正夫、宮崎あゆみ、青木真智子、濱島 崇、長嶋正實、堀米仁志、高橋秀人、篠宮正樹、緒方裕光、伊藤善也、徳田正邦、久保俊英、立川俱子、郡山暢之、原光彦、岩本眞理. 幼児、小・中学生の心血管危険因子値と本人、保護者の生活習慣との関係. 第35回日本肥満学会、宮崎、平成26年10月25日
- 13) 宮崎あゆみ、五十嵐登、小栗絢子、長谷田祐一、三川正人、島田一彦、村上美也子、馬瀬大助. 全小4、中1を対象とした高岡市および富山市小児生活習慣病健診における食後脂質値の検討. 第45回全国学校保健・学校医大会、金沢、平成26年11月8日
- 14) 篠宮正樹. 自尊感情を育てて生活習慣病を予防する. 第18回千葉県学校保健学会・会長講演、千葉県、平成26年12月7日
- 15) 篠宮正樹、内田大学、NPO 小象の会. 「千葉県学校保健学会報告」千葉大学細胞治療内科学例会 平成27年2月11日

## H. 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 |

## 行動療法（生活習慣改善）による小学生の肥満予防と治療に関する研究

研究代表者 吉永正夫<sup>1)</sup>、  
分担研究者 宮崎あゆみ<sup>2)</sup>、青木真智子<sup>3)</sup>、濱島 崇<sup>4)</sup>、長嶋正實<sup>5)</sup>、堀米仁志<sup>6)</sup>、高橋秀人<sup>7)</sup>、  
篠宮正樹<sup>8)</sup>、緒方裕光<sup>9)</sup>、伊藤善也<sup>10)</sup>、徳田正邦<sup>11)</sup>、久保俊英<sup>12)</sup>、立川俱子<sup>13)</sup>、  
郡山暢之<sup>1)</sup>、原 光彦<sup>14)</sup>、岩本眞理<sup>15)</sup>  
研究協力者 林 立申<sup>6)</sup>  
所 属 国立病院機構鹿児島医療センター<sup>1)</sup>、地域医療機能推進機構高岡ふしき病院<sup>2)</sup>、青木内科循環  
器科小児科クリニック<sup>3)</sup>、あいち小児保健医療総合センター<sup>4)</sup>、愛知県済生会リハビリテーショ  
ン病院<sup>5)</sup>、筑波大学附属病院、茨城県小児地域医療教育ステーション<sup>6)</sup>、福島県立医科大学医学  
部放射線医学県民健康管理センター情報管理・統計室<sup>7)</sup>、医療法人社団西船内科<sup>8)</sup>、国立保健  
医療科学院<sup>9)</sup>、日本赤十字北海道看護大学臨床医学領域<sup>10)</sup>、徳田こどもクリニック<sup>11)</sup>、国立病  
院機構岡山医療センター<sup>12)</sup>、鹿児島県栄養士会<sup>13)</sup>、東京都立広尾病院<sup>14)</sup>、横浜市立大学附属病  
院<sup>15)</sup>

### 研究要旨

【目的】平成 24～25 年度に収集された生活習慣病に関する包括的データに基づき、肥満頻度の増加が続いて  
いる小学生に対し、行動療法（生活習慣改善）による肥満予防と治療に関する介入試験を行うこと。【対象と  
方法】UMIN に登録（介入試験 ID: UMIN000014896）後、並行群間比較、ランダム化、オープン試験方式によ  
って行った。行動療法（生活習慣改善）による小児肥満治療が有効かを、介入開始から 3～6 か月後の肥満度  
の減少を主要アウトカム、介入開始から 3～6 か月後の心血管危険因子値の変化を副次アウトカムとした。試  
験デザインは A 群: 休日に 1 万歩歩く、B 群: スクリーンタイムを制限する（平日 90 分、休日 150 分）、C 群:  
コントロール群（歩数とスクリーンタイムの記録のみを行う）とした。選択基準は小学生で肥満度 20%以上、  
除外基準は現在までに医療機関で肥満の治療や指導を受けたことがある児童とした。【結果】全国 7 地域で平  
成 27 年 4 月現在 177 名が終了し、drop out 者はなかった。介入条件は A 群、B 群ともに順守されていた。肥満  
度は A 群、B 群ともに介入前後で有意に減少していた。介入前後の肥満度差を比較では、A 群は C 群に比し  
有意に減少していた。心血管危険因子については、A 群では介入後に拡張期血圧、総コレステロール、LDL コ  
レステロール、non HDL コレステロール、Ln (ALT)、尿酸が有意に低下していた。B 群では HDL コレステ  
ロールが有意に増加し、尿酸が有意に低下していた。A 群においては全ての肥満指標（肥満度、BMI、腹囲）の  
変化は内臓脂肪面積の変化と有意な正の関係があり、内臓脂肪面積の変化は皮下脂肪面積の変化より強い  
関係にあった。内臓脂肪面積の変化は、肥満指標の中でも腹囲の変化に強く影響していた。【結論】休日に 1  
万歩歩くという軽度の運動により肥満を含めた心血管危険因子は改善する。今後のガイドライン作成に寄与す  
ると考えられる。軽度の運動とスクリーンタイム制限の同時介入による効果の検討が必要である。

### A. 研究目的

平成 24～25 年度に本研究で幼児、小・中学生を対  
象に包括的なデータ収集を行い、糖尿病を含めた生

活習慣病予防を目的にした総合検診のあり方を決定  
するためのエビデンスを蓄積した。その結果、運動  
指標（1 日平均歩数、運動系部活への参加、1 日平均

運動時間)の増加は、高学年になるほど、肥満指標(肥満度、BMI、腹囲)改善や心血管危険因子改善の独立した因子であること、スクリーンタイムの増加は幼児期から肥満指標または心血管危険因子値悪化の独立した因子であること、父親、母親の高いBMI値は児童生徒の肥満指標悪化の独立した因子であること、参加者の運動時間とスクリーンタイムは休日において有意な逆相関があること、がわかった。

そこで、最終年度は肥満頻度の増加が続いている小学生に対し、行動療法(生活習慣改善)による肥満予防と治療に関する介入試験を行った。

## B. 研究方法

### 1. 介入試験の概要

介入試験 ID: UMIN000014896

試験名: 未成年者、特に幼児、小・中学生の糖尿病等の生活習慣病予防のための総合検診のあり方に関する研究(行動療法(生活習慣改善)による小学生の肥満予防と治療に関する研究)

目的(1): 行動療法(生活習慣改善)による小学生の肥満予防と治療

目的(2): 行動療法による小児肥満治療の有効性の検討

主要アウトカム: 介入開始から3~6か月後の**肥満度の減少**

副次アウトカム: 介入開始から3~6か月後の**心血管危険因子値の変化**

試験デザイン: 並行群間比較、地区毎のランダム化、オープン試験

介入の種類: 行動・習慣への介入

介入(A群): 休日に1万歩歩く

介入(B群): スクリーンタイムを制限する(平日90分、休日150分)<sup>注1)</sup>

介入(C群): コントロール群(歩数とスクリーンタイムの記録のみを行う)

選択基準: 小学生で肥満度20%以上

除外基準: 現在までに医療機関で肥満の治療や指導を受けたことがある児童

注1: 平成25年度の包括的データ収集時は、スクリ

ンタイムについて実測値を収集した。平成25年度研究参加者のうち心血管危険因子を1個も持たない小学生の95%信頼限界下限値を使用した。心血管危険因子の基準値は参加者の90パーセンタイル値を用いた。

### 2. 介入試験におけるデータ収集:

介入前・後で下記データの収集を行った。

(1) 参加者の計測(身長、体重、血圧、腹囲)、血液学的検査、内臓脂肪、血管硬化度

(2) 保護者(両親)の計測(身長、体重)

(3) 参加者及び保護者の生活習慣: 運動時間、睡眠時間、スクリーンタイム

介入試験中、コントロール群を含め、全参加者は下記の記録を依頼した。介入試験開始2か月後に最初の2か月間の記録の郵送を依頼した。

(1) 休日、夏(冬)休み中の1日歩数

(歩数計での計測値)

(2) 金、土、日のスクリーンタイムの記録

(金曜日を平日の代表とする)

### 3. 各地域の介入内容の統一性の確保

各地域の介入内容を統一するため13分45秒のPromotion Videoを作成した。介入試験開始日に全参加者に視聴してもらい、質疑応答後、介入試験を開始した。Promotion Videoでは嘸むことの重要性を全員に指導した。また、保護者(両親)の協力が必要なことも指導した。

### 4. 計測値、検査項目の収集方法

#### (1) 計測値

検診日の身長、体重、腹囲、血圧、脈拍数を測定した。血圧は、全地区において同一機種{TM-2571, A&D(株), 東京}を用いて測定した。血圧、脈拍数は、座位で3回測定して2回目と3回目の測定値の平均を採用した。

#### (2) 血液データ

血液データは全て検査機関(SRL)において測定した。

#### 1) 一般生化学的検査

中性脂肪 (TG)、コレステロール値{総コレステロール (TC)、HDL-コレステロール (HDL-C)、LDL-コレステロール (LDL-C)}、Alanine aminotransferase (ALT)、尿酸 (UA)値を測定した。LDL-Cについては Friedewald の式  $\{(TC)-(HDL-C)-(TG)/5\}$ による換算値も求めた。高校生女子では中性脂肪値が 400 mg/dl 以上の値を示した例が 1 例あったため、当該例は換算値を使用しなかった。Non-HDL コレステロールは  $(TC)-(HDL-C)$  で求めた。

## 2) 糖代謝関連項目

空腹時血糖 (FBG)、インスリン、HbA1c 値を測定した。HbA1c 値は National Glycohemoglobin Standardization Procedure (NGSP) 値を用いた。Homeostasis model assessment of insulin resistance (HOMA-IR) を  $(FBG) \times (\text{インスリン}) / 405$  で算出し、インスリン抵抗性の surrogate marker とした。

## 3) アディポカイン、炎症性マーカー

レプチン、アディポネクチン、高感度 CRP を測定した。

## 4) 脂肪面積

内臓脂肪面積 visceral fat area (VFA)、皮下脂肪面積 subcutaneous fat area (SFA)を内臓脂肪測定装置 (HDS-2000, DUALSCAN, オムロン、東京) により測定した。

## 5. 統計学的検討

主要アウトカム、副次アウトカムについて統計学的検討を行った。対数正規分布をとる変数では対数変換後、統計学的解析を行った。baseline characteristicsのうちいくつかの変数については、介入(A)～(C)群間で有意差を認めた変数があったため、群間比較においては baseline characteristics で adjust した上で検討した。

統計学的解析には IBM<sup>®</sup>, SPSS<sup>®</sup> Statics, version 21.0 (IBM Japan, Tokyo) を用いた。

### (倫理面への配慮)

本研究で行われる研究は、全て書面をもって説明を行い、同意を得た場合のみ、かつ各研究施設の倫理委員会で許可を得た場合でのみ行った。

## C. 研究結果

### 1. 介入試験の進捗状況

平成 27 年 (2015 年)4 月現在、本研究における参加者募集は終了し、一部の地域で試験継続中である。本研究の進捗状況は下記のとおりである。

2014/8/20 UMIN に介入試験登録

2014/8/24 兵庫地区で介入試験開始。富山、北海道、福岡、鹿児島、愛知地区でも開始

2014/3/21 6 地域で終了 (終了者 177 名、Dropout 者 0 名)

2015/5 全介入試験終了予定 (試験継続者 13 名)

### 2. 介入試験結果

平成 27 年 4 月現在終了している 177 名について検討した。平均介入期間は  $98 \pm 9$  日であった。

#### (1) Baseline characteristics (表 1)

地区毎にランダム化したため、B 群の参加者数が少なくなっていた。また、A 群の肥満度、収縮期血圧、皮下脂肪値が B 群、C 群より有意に高かった。

#### (2) 各群における 1 日平均歩数と平均スクリーンタイム

休日の 1 日平均歩数 (平均値 $\pm$ 標準偏差) は A 群  $11,838 \pm 2,223$  歩、B 群  $9,031 \pm 2,707$  歩、C 群  $9,000 \pm 2,979$  歩であり A 群は B、C 群に比し、有意に多く歩いていた (いずれも  $P=0.000$ , 図 1)。A 群 60 名のうち、53 名 (88%) は 1 万歩以上あるいていた。

平日のスクリーンタイム (図 2-1) は A 群  $143 \pm 77$  分、B 群  $93 \pm 32$  分、C 群  $132 \pm 66$  分、休日のスクリーンタイム (図 2-1) は A 群  $176 \pm 79$  分、B 群  $134 \pm 36$  分、C 群  $191 \pm 100$  分であり、平日、休日ともに B 群は A、C 群に比し、有意にスクリーンタイムを制限していた (いずれも  $P=0.000$ )。B 群 57 名のうち、平日は 32 名 (56%)、休日は 46 名 (81%) がスクリーンタイムの制限を順守していた。

#### (3) 主要アウトカムの検討

主要アウトカムである肥満度の変化については、A 群、B 群ともに有意に減少していた (表 1、図 3)。C 群では減少していなかった。介入前後の肥満度差を比較すると、A 群は C 群に比し、有意に大きく減少していた。

BMIはA群のみが有意に減少しており、介入前後のBMIの差は、A群がC群に比し有意に大きく減少していた(図4)。

腹囲はA群、B群ともに有意に減少していた(表1)。介入前後の腹囲の差は、A群がC群に比し有意に大きく減少していた( $P=.003$ )。

#### (4) 副次アウトカムの検討(表2)

A群では介入前後で拡張期血圧、TC、LDL-C、non HDL-C(図5)、ALT(図6)、尿酸が有意に低下していた。B群ではHDL-Cが有意に増加し、尿酸が有意に低下していた。

A群、B群ではインスリン、HOMA-IR、HbA1cは有意に増加していた。

#### (5) 肥満指標の変化とVFA/SFAの変化との関係(表3)

内臓脂肪面積は各群とも介入前後で減少していなかった(表1)。しかし、A群、B群では肥満指標は有意に改善していたため、肥満指標を従属変数、VFAおよびSFAを独立変数としてVFA、SFAのどちらの変化が肥満指標の変化と関係しているか検討した。

A群においては全ての肥満指標においてVFAの変化と有意な関係があり、VFAの変化がSFAの変化より強い関係にあった。特にVFAの変化は、肥満指標の中でも腹囲の変化に強く影響していた。

B群においては腹囲の変化とVFAの変化に正の関係を認めたが、全ての肥満指標においてSFAの変化が強く関係していた。C群においてはSFAの変化のみが有意な関係にあった。

## D. 考察

本介入試験においては運動physical activity(PA)として“1万歩歩く”(A群)、sedentary styleの制限として“スクリーンタイムを制限する”(B群)、記録のみを行う“コントロール群”(C群)へのランダム化した。その結果、

1. A群、B群ともに介入により有意に主要アウトカム(肥満度減少)が達成でき、副次アウトカム(心血管危険因子値の変化)についても改善できること

2. A群の方がB群より改善の幅が大きいこと

## 3. 運動の奨励として中等度から強度の運動

moderate-to-vigorous activity(MVPA)だけでなく、散歩という軽度の運動light intensity PAでも効果が得られること、  
が分かった。

1970年代から1990年台に全世界で小児の肥満頻度は倍増していたが、2000年代後半から頻度がプラトーになりつつある<sup>1)</sup>。日本でも同様であるが、小学生時代の肥満は続いている<sup>2)</sup>。

肥満の一次、二次予防としての介入方法には、食事内容の改善、運動習慣の奨励、sedentary style、特にスクリーンタイムの制限、一部の年齢では睡眠時間の確保などがある<sup>14)</sup>。また介入手段としては小児のみへの介入、家族全体への介入family-based、学校での介入school-basedと分かれる<sup>14)</sup>。今回は家庭でできる方法として、

1. 休日に歩数計を用いて1万歩歩く、
2. スクリーンタイムを記録し、平日90分、休日150分に制限する、  
方法を選んだ。

活動時間の基準として、MVPAが推奨されてきた<sup>14)</sup>。ただ、推奨されている1日60分間のMVPAを守れるのは介入者の15.2%に過ぎないこと<sup>8)</sup>、軽度の運動の方がMVPAよりバリアーが少なく、どのような運動でもエネルギー消費ができれば心血管危険因子を改善すること<sup>9)</sup>、成人期においても軽度な運動により全脂肪量、内臓脂肪量が改善すること<sup>10)</sup>、などが報告されている。本研究では運動として1万歩の散歩を採用した。平成24~26年度の研究においても、過去の論文においても<sup>11)</sup>休日の運動量が大きく減少していることから、休日のみとした。その結果、休日みの軽度の運動(散歩)によっても、肥満指標の有意な減少と、TC、LDL-C、non HDL-C、ALT、尿酸値の有意な低下が得られることがわかった。小児期において散歩という軽度な運動による肥満指標の減少、心血管危険因子値の改善の報告は初めてと考えられる。

スクリーンタイムの制限としては1日2時間以内が推奨されている<sup>4)</sup>が、本研究では平成25年度にス

クリーンタイムを実測したデータのうち、心血管危険因子値が0であった児童生徒の90%信頼限界下限値に近い平日90分、休日120分とした。スクリーンタイムの制限は肥満指標（肥満度、腹囲）の有意な低下、HDL-Cの上昇、尿酸値の有意な低下を認めたが、A群の1万歩歩く群の改善より少なかった。

A群においては、肥満指標全ての増減と内臓脂肪量の変化に有意な正の関係を認めており、肥満指標の減少は内臓脂肪量の減少によるものであった。肥満指標の中でも腹囲との関係が最も強く、過去の報告と一致していた<sup>12)</sup>。

今回の介入試験のlimitationは期間が平均98±9日と短いこと、長期のfollow-upデータを伴っていないことである。ただ、家庭において行われた短期間の介入でも肥満指標、心血管危険因子の改善が図れたことは今後のガイドライン作成に大きく寄与するものと考えられる。

## E. 結論

休日に1万歩歩くという軽度の運動により介入後に肥満指標、心血管危険因子値の有意な改善がみられ、改善の程度は肥満指標、心血管危険因子値ともにコントロール群より有意であった。MVPAだけでなく、軽度の運動によっても内臓脂肪の減少が得られることがわかった。スクリーンタイムの制限は軽度の運動より改善の程度は低かったが、両者への同時介入運動により、より大きな改善が得られるか今後の検討が必要である。

### (注記)

本内容は、現在論文作成中であり、更に詳細な検討および考察を加え投稿予定である。本報告の内容に関しては、論文の方にpriorityがある。

## 文献

1. Han JC, Lawlor DA, Kimm SY. Childhood obesity. *Lancet*. 2010;375:1737-48.
2. Yoshinaga M, Ichiki T, Tanaka Y, et al. Prevalence of childhood obesity from 1978 to 2007 in Japan. *Pediatr Int*. 2010;52:213-217.

3. 崎向幸江, 吉永正夫. 日本人小児期・思春期の肥満頻度の横断的・縦断的研究. *肥満研究*, 2013;19:101-110.
4. Barlow SE; Expert Committee. Expert committee recommendations regarding the prevention, assessment, and treatment of child and adolescent overweight and obesity: summary report. *Pediatrics*. 2007;120 (Suppl 4):S164-92.
5. Collings PJ, Brage S, Ridgway CL, et al. Physical activity intensity, sedentary time, and body composition in preschoolers. *Am J Clin Nutr*. 2013;97:1020-8.
6. Savoye M, Shaw M, Dziura J, et al. Effects of a weight management program on body composition and metabolic parameters in overweight children: a randomized controlled trial. *JAMA*. 2007;297:2697-704.
7. Savoye M, Nowicka P, Shaw M, et al. Long-term results of an obesity program in an ethnically diverse pediatric population. *Pediatrics*. 2011;127:402-10.
8. Kovács E, Siani A, Konstabel K, et al. Adherence to the obesity-related lifestyle intervention targets in the IDEFICS study. *Int J Obes*. 2014;38 (Suppl 2):S144-51.
9. Smith L, Ekelund U, Hamer M. The potential yield of non-exercise physical activity energy expenditure in public health. *Sports Med*. 2015;45:449-52.
10. Smith HA, Storti KL, Arena VC, et al. Associations between accelerometer-derived physical activity and regional adiposity in young men and women. *Obesity*. 2013;21:1299-305.
11. Duncan MJ, Nevill A, Woodfield L, et al. The relationship between pedometer-determined physical activity, body mass index and lean body mass index in children. *Int J Pediatr Obes*. 2010;5:445-50.
12. Brambilla P, Bedogni G, Moreno LA, et al. Crossvalidation of anthropometry against magnetic resonance imaging for the assessment of visceral and subcutaneous adipose tissue in children. *Int J Obes*. 2006; 30: 23-30

## 図の説明

図1 介入条件の順守度 (1日歩数)

A, B, C群はそれぞれ、休日に1万歩歩く群、スクリーンタイムを制限する群、コントロール群 (記録だけをする群) を示す。図は平均値および標準誤差で示した。

図2 介入条件の順守度 (スクリーンタイム)

平日 (図2-1) および休日 (図2-2) のスクリーンタイム。

A, B, C 群はそれぞれ、休日に1万歩歩く群、スクリーンタイムを制限する群、コントロール群（記録だけをする群）を示す。図は平均値および標準誤差で示した。

#### 図3 介入前後の肥満度

各群における介入前後の肥満度（図3-1）と介入前後の肥満度の差（図3-2）を示した。

\*; A 群は B 群、C 群に比し、介入前の肥満度が有意に高かった（表1）ので、肥満度差の有意差検定には介入前の肥満度を adjust して解析を行った。

#### 図4 介入前後の BMI

各群における介入前後の BMI（図4-1）と介入前後の BMI の差（図4-2）を示した。

\*; A 群は C 群に比し、介入前の BMI が有意に高かった（表1）ので、BMI 差の有意差検定には介入前の BMI 値を adjust して解析を行った。

#### 図5 介入前後の non HDL-C

各群における介入前後の non HDL-C（図5-1）と介入前後の non HDL-C の差（図5-2）を示した。

#### 図6 介入前後の Ln (ALT)

各群における介入前後の Ln (ALT)（図6-1）と介入前後の Ln (ALT) の差（図6-2）を示した。

## F. 研究発表

### 1. 論文発表

1) Lin L, Horigome H, Kato Y, Kikuchi T, Nakahara S, Sumazaki R. Significant associations between hemostatic/fibrinolytic systems and accumulation of cardiovascular risk factors in Japanese elementary schoolchildren. **Blood Coagul Fibrinolysis**. 2015;26:75-80.

### 2. 著書・総説

- 1) Yoshinaga M, Miyazaki A, Shinomiya M, Aoki M, Hamajima T, Nagashima M. Impact of gender and lifestyles of adolescents and their parents on obesity. In: Watson RR, editor. Nutrition in the prevention and treatment of abdominal obesity. London: **Academic Press**, 2014; 207-215.
- 2) 吉永正夫. 思春期（高校生）の生活習慣病予防に関する提言. **Clinician**, 2014;625(61):100-108.
- 3) 吉永正夫. 小児の肥満・メタボリックシンドロームと運

動. **日本臨床スポーツ医学会誌**, 2014;22(2): 224-227.

- 4) 吉永正夫. 児童生徒の生活習慣病に関する小児の基準値. **日本医師会雑誌**, 2014;143(4):818-820.
- 5) 宮崎あゆみ. 児童生徒の生活習慣病検診—「たかおかキッズ健診」の実際. **日本医師会雑誌** 2014;143(4):p.821-823.
- 6) 篠宮正樹. 命の素晴らしさをつたえよう. ちばオピニオン. **千葉日報** 2014年10月5日
- 7) 篠宮正樹. 教育講演 自尊感情を育てて生活習慣病を予防する. **日本未病システム学会雑誌** 2014; 20:21-25.
- 8) 篠宮正樹. 自尊感情を育てて生活習慣病を予防する. 月刊「食生活」東京{(株)カザン} 2015;109(4): 52-56.
- 9) 尾辻真由美, 郡山暢之, 木ノ脇真弓, 赤尾綾子, 三反陽子, 菘部町子, 藤崎夏子, 小林友里恵, 藤崎佑貴子, 後藤隆彦, 田上さとみ, 上別府昌子, 小木曾和磨, 竹下綾子, 西尾善彦. 糖尿病セルフケアに関する運動自己効力感尺度作成の試み. **糖尿病**. 2015;58(3):174-182.

### 3. 学会発表

- 1) Yoshinaga M, Miyazaki A, Aoki M, Ito Y, Kubo T, Hamajima T, Horigome H, Takahashi H, Iwamoto M, Ogata H, Tokuda M, Tachikawa T, Hara M, Shinomiya M, Nagashima M. Impact of lifestyles of children and their parents on cardiovascular risk factors in elementary school children. 48 th Annual Meeting of the Association for European Paediatric and Congenital Cardiology (**AEPC 2014**), Helsinki, 2014.5.22.
- 2) Yoshinaga M, Miyazaki A, Aoki M, Ito Y, Kubo T, Hamajima T, Horigome H, Takahashi H, Iwamoto M, Ogata H, Tokuda M, Tachikawa T, Hara M, Shinomiya M, Nagashima M. Effect of Lifestyles of Children and Their Parents on the Levels of Cardiovascular Risk Factors in Elementary School Children. Scientific Session 2013 American Heart Association (**AHA**), Chicago, 2014.11.19
- 3) Noriyuki Yamamoto, Yoshiya Ito, Sharon Hanley, Hitoshi Yanagi, Tadashi Wada, Fumiko Takenoya, Yukinori Shintaku : The Relationship Between Dynamic and Static Ability of Postural Stability and Body Composition in Japanese Obese Children, The XXV Congress of the International Society of Biomechanics (**ISB**), 2014.7.13, Glasgow

## [国内学会]

- 1) 林立申、堀米仁志、菊池敏弘、西上奈緒子、中原智子、鈴木直美、須磨崎亮. 肥満小児に対する生活介入が炎症マーカーやアディポカインに与える影響. 第117回日本小児科学会学術集会、名古屋、平成26年4月12日
- 2) 菊池敏弘、林立申、西上奈緒子、鈴木直美、中原智子、堀米仁志. 肥満小児に対する外来運動療法の効果. 第117回日本小児科学会学術集会、名古屋、平成26年4月12日
- 3) 宮崎あゆみ、小栗絢子、長谷田祐一、市田蒔子. 小児生活習慣病健診における non-HDL コレステロールの有用性. 第117回日本小児科学会学術集会、名古屋、平成26年4月13日
- 4) 伊藤善也. 小児期からの肥満予防、シンポジウム 肥満を予防するための社会的戦略、第68回日本栄養・食糧学会大会、札幌市、平成26年5月31日
- 5) 伊藤善也. 小児期からの肥満予防、シンポジウム 肥満を予防するための社会的戦略、第68回日本栄養・食糧学会大会、札幌市、平成26年5月31日
- 6) 宮崎あゆみ、吉永正夫、長嶋正實、濱島 崇、青木真智子、篠宮正樹、伊藤善也、徳田正邦、久保俊英、堀米仁志、岩本眞理. 小児におけるデュアルインピーダンス法による内臓脂肪、皮下脂肪面積測定と心血管危険因子との関係. 第50回日本小児循環器学会総会・学術集会、岡山市、平成26年7月4日
- 7) 宮崎あゆみ、青木真智子、伊藤善也、久保俊英、篠宮正樹、徳田正邦、長嶋正實、濱島 崇、吉永正夫：小児におけるデュアルインピーダンス法による内臓脂肪面積測定と心血管危険因子との関係. 2014.第50回日本小児循環器学会総会・学術集会、岡山市、平成26年7月3-5日
- 8) 宮崎あゆみ、吉永正夫、長嶋正實、濱島崇、青木真智子、篠宮正樹、伊藤善也、徳田正邦、久保俊英、堀米仁志、岩本眞理、原光彦. 小児におけるデュアルインピーダンス法による内臓脂肪、皮下脂肪面積測定と心血管危険因子との関係. 第2回 Dual BIA 研究会、京都、平成26年9月6日
- 9) 浦山建治、久保俊英、他。岡山県総社市における小児ポランティアを対象とした小児生活習慣病検診からみた肥満の検討. 第35回日本肥満学会、宮崎市、平成26年10月24日
- 10) 宮崎あゆみ、吉永正夫、長嶋正實、濱島崇、青木真智子、篠宮正樹、伊藤善也、徳田正邦、久保俊英、堀米仁志、岩本眞理、原光彦、高橋秀人、緒方裕光、郡山暢之、立川俱子. デュアルインピーダンス法による小児内臓脂肪、皮下脂肪面積測定と心血管危険因子との関係. 第35回日本肥満学会、宮崎、平成26年10月24-25日
- 11) 吉永正夫、宮崎あゆみ、青木真智子、濱島 崇、長嶋正實、堀米仁志、高橋秀人、篠宮正樹、緒方裕光、伊藤善也、徳田正邦、久保俊英、立川俱子、郡山暢之、原光彦、岩本眞理. 幼児、小・中学生の個々の生活習慣病の基準値作成に関する研究. 第35回日本肥満学会、宮崎、平成26年10月24-25日
- 12) 吉永正夫、宮崎あゆみ、青木真智子、濱島 崇、長嶋正實、堀米仁志、高橋秀人、篠宮正樹、緒方裕光、伊藤善也、徳田正邦、久保俊英、立川俱子、郡山暢之、原光彦、岩本眞理. 幼児、小・中学生の心血管危険因子値と本人、保護者の生活習慣との関係. 第35回日本肥満学会、宮崎、平成26年10月25日
- 13) 宮崎あゆみ、五十嵐登、小栗絢子、長谷田祐一、三川正人、島田一彦、村上美也子、馬瀬大助. 全小4、中1を対象とした高岡市および富山市小児生活習慣病健診における食後脂質値の検討. 第45回全国学校保健・学校医大会、金沢、平成26年11月8日
- 14) 篠宮正樹. 自尊感情を育てて生活習慣病を予防する. 第18回千葉県学校保健学会・会長講演、千葉県、平成26年12月7日
- 15) 篠宮正樹、内田大学、NPO 小象の会. 「千葉県学校保健学会報告」千葉大学細胞治療内科学例会 平成27年2月11日

## 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 |

表 1 Baseline characteristics の比較

	A 群	B 群	C 群	A 群 vs B 群	A 群 vs C 群
例数	60	57	60		
身長 (cm)	138.4 ± 9.2	140.6 ± 11.5	137.8 ± 8.5	0.26	0.70
体重 (kg)	46.1 ± 10.3	46.0 ± 11.7	43.7 ± 10.1	0.97	0.19
肥満度 (%)	<b>36.2 ± 14.2</b>	<b>30.0 ± 11.3</b>	<b>30.5 ± 13.3</b>	<b>0.01</b>	<b>0.03</b>
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	<b>23.8 ± 2.9</b>	22.9 ± 2.6	<b>22.7 ± 2.9</b>	0.09	<b>0.045</b>
腹囲 (cm)	78.2 ± 9.5	76.0 ± 8.6	75.2 ± 9.1	0.19	0.07
収縮期血圧 (mmHg)	<b>107 ± 10</b>	<b>103 ± 11</b>	<b>103 ± 10</b>	<b>0.01</b>	<b>0.01</b>
拡張期血圧 (mmHg)	59 ± 8	58 ± 8	58 ± 9	0.44	0.42
中性脂肪* (mg/dl)	96 (81-110)	85 (70-101)	74 (65-83)	0.15	0.02
総コレステロール (TC) (mg/dl)	180 ± 29	177 ± 24	179 ± 34	0.46	0.80
HDL-C (mg/dl)	55 ± 12	55 ± 12	57 ± 12	0.99	0.33
LDL-C (mg/dl)	106 ± 24	105 ± 20	107 ± 29	0.71	0.88
Non-HDL-C (mg/dl)	125 ± 27	122 ± 23	122 ± 33	0.44	0.51
空腹時血糖 (mg/dl)	90 ± 6	89 ± 6	90 ± 5	0.52	0.79
Insulin (μIU/ml)	10.6 ± 4.7	9.0 ± 6.1	10.0 ± 6.2	0.12	0.57
HOMA-IR	2.3 ± 1.0	2.0 ± 1.4	2.2 ± 1.4	0.15	0.68
HbA1c (%)	5.3 ± 0.3	5.3 ± 0.2	5.3 ± 0.2	0.15	0.49
ALT* (U/L)	30 (23-36)	23 (18-28)	29 (18-39)	0.11	0.22
尿酸 (mg/dl)	5.0 ± 1.0	5.4 ± 1.0	5.0 ± 1.2	0.046	0.90
内臓脂肪 (cm <sup>2</sup> )	46 ± 19	47 ± 15	47 ± 18	0.81	0.85
皮下脂肪 (cm <sup>2</sup> )	<b>197 ± 65</b>	<b>164 ± 56</b>	<b>159 ± 60</b>	<b>0.01</b>	<b>0.003</b>

A 群：休日に一万歩歩く群、B 群：スクリーンタイム制限群、C 群：コントロール群。

結果は (平均値) ± (標準偏差) で表した。

\*; 対数正規分布する変数は平均値 (95%信頼限界) で表し、Ln 変換後、統計学的解析を行った。