

《原著》

10 代前半における各種肥満指標と血清 レプチン濃度の関係

柴田信行¹、高橋一平¹、戸塚学²、
秋元直樹¹、岩間孝暢³、高橋和幸⁴、
廣瀬かほる^{1,5}、金野潤^{1,6}、三宅良輔⁷、
中路重之¹

- 1 弘前大学大学院医学研究科社会医学講座
- 2 弘前大学教育学部保健体育
- 3 弘前医療福祉大学
- 4 弘前学院大学
- 5 防衛医科大学校
- 6 日本大学
- 7 日本体育大学体育学部体育学科運動方法 (体操)

キーワード

1. レプチン
2. BMI
3. 体脂肪率
4. 腹囲
5. 10 代前半

小児の肥満改善において血清レプチン濃度を活用する目的で、地域の中学生を対象に 3 種類の肥満指標 (BMI、体脂肪率、腹囲) と血清レプチン濃度の関係を検討した。対象は、2013 年度及び 2014 年度岩木健康増進プロジェクト健診・小中学生健康調査に参加した中学 1 年生と 3 年生、計 298 名 (男子 156 名、女子 142 名) であった。調査項目は生活習慣 (運動時間、睡眠時間)、身長、体重、腹囲、体脂肪率 (インピーダンス法)、血清レプチン濃度であった。その結果、BMI、体脂肪率、腹囲ともに血清レプチン濃度との間に正の相関関係がみられたが、体脂肪率が最も高い相関を示した。肥満に伴うレプチン値の上昇には学年による違いがあり、中学 1 年・3 年男子は体脂肪率 25% から、中学 1 年女子は 30% から、中学 3 年女子は 35% からレプチン値の上昇を示した。レプチン値の上昇を抑え、その後の健康障害を予防するためには、これら体脂肪率のボーダーライン値が参考になると考えられた。

体力・栄養・免疫学雑誌 第 26 巻 第 1 号 33-39 頁 2016 年

【背景】

我が国において、肥満傾向児は 2000 年以降ほぼ横ばいにあるものの、思春期の肥満者は増加傾向のままである¹⁾。また、学童期に肥満であった児童の 4 割が、思春期に肥満であった生徒の 7 割が成人肥満に移行し²⁾、将来の冠動脈疾患発症のリスクとなることが報告されている³⁾。加えて、近年では、小児でも肥満が原因の生活習慣病が増えている。たとえば、東京都における小児の 2 型糖尿病の疫学研究では 83.7% の児が肥満であり⁴⁾、小児の高血圧の約半数は肥満を合併していることが報告されている⁵⁾。このように、小児の肥満が増加している我が国において、将来の生活習慣病だけでなく、小児期の生活習慣病予防のためにも小児の肥満予防は喫緊な課題と考えられる。

肥満の主な原因はエネルギーのアンバランスである。食事からのエネルギーが多く、体内や運動で消費されるエネルギーが少ないと、余った分が体脂肪に蓄積することにより肥満となるが、このバランスには“食欲”という要素も関係している。“食欲”の観点からみた場合、近年、脂肪細胞から分泌されるレプチンが、脳の視床下部に作用して食欲を抑えることが明らかにされている⁶⁾。また、レプチンには交感神経系を介し

てエネルギー代謝 (消費) を増大させ体重の増加を抑制する作用もあることが知られている。食事による肥満改善プログラム後のリバウンドを調査した研究では、レプチン値の変化がリバウンドに関与することを報告している⁷⁾。また、小児における摂食制御不能による食べ過ぎでは、血清レプチン濃度が高いことが報告されている⁸⁾。すなわち、肥満の予防及び改善プログラムを作成する場合にはレプチン値を考慮することが重要であると考えられる。

加えて、近年の研究により、肥満に伴うレプチン上昇^{9,10)}は高血圧、血栓形成、動脈硬化症の発症および進展に関与する可能性が指摘されている¹¹⁻¹⁴⁾。Carlyle らは、レプチン投与で血圧が上昇するが、レプチン欠損マウスでは肥満であったとしても血圧が高くないことが示され¹¹⁾、また、肥満者におけるレプチン上昇は血小板凝集能を亢進させ¹²⁾、血管内皮障害を引き起こすことで心血管疾患発症のリスクとなる可能性が示されている¹³⁾。また、肥満度にかかわらずレプチン濃度は動脈硬化度の指標である PWV (pulse wave velocity) と相関することが報告されている¹⁴⁾。このため、近年、脳卒中や心血管疾患の発症の予測因子としてレプチン値が重要である可能性も指摘されている¹⁵⁻¹⁷⁾。すなわ

ち、米国の大規模研究では、レプチン値が高値な者は低値な者に比べ心筋梗塞および脳卒中になる確率が男性で 2.41 倍、女性で 4.26 倍であることを報告している¹⁶⁾。したがって、肥満に伴うレプチン値の推移を調査することは、将来の心血管疾患等のリスクを把握するためにも重要と考えられる。

レプチン値は、成人においても小児においても、男女ともに体脂肪量に比例して上昇し¹⁸⁾、内臓脂肪よりも皮下脂肪の方がレプチンの分泌量が多く^{19,20)}、女性は男性よりもレプチン値が高いこと^{18,21)}が報告されている。しかし、これまでの小児を対象にした上記調査は、希望者、肥満検診や肥満外来の受診者を対象にした調査がほとんどであった。

したがって、地域の小児を対象として肥満レベルとレプチン動態の詳細な検討により、レプチン上昇が始まる肥満度のカットオフ値を明らかにすることは重要と考える。これにより、食欲を考慮した肥満改善プログラムの作成および脳卒中や心血管疾患の予測因子としてレプチンの実践的な活用の可能性につき検討できる。レプチン値との関連をどのような肥満指標で評価することが適切なのか明らかにされていないため²²⁾、本研究では、地域の中学生を対象に 3 種類の肥満指標 (BMI (body mass index)、体脂肪率、腹囲) と血清レプチン濃度の詳細な関係を、男女別、学年別に調査検討した。

【対象及び方法】

1. 対象者及び調査期間

2013 年度及び 2014 年度岩木健康増進プロジェクト健診・小中学生健康調査に参加した中学 1 年生と 3 年生、計 363 名のうち、月経のない女子、調査項目に欠損項目がある生徒を除いた 298 名 (男子 156 名、女子 142 名) を対象とした。

2. アンケート及び身体計測

本研究ではアンケートにて性別、年齢、生活習慣として週当りの運動時間 (以下、運動時間)、睡眠時間 (就寝時間と起床時間より算出) を聴き取った。また、身体計測として身長、体重、腹囲を計測し、身長と体重より BMI (body mass index : kg/m^2) を算出した。

体脂肪率の測定は Tanita MC-190 body composition analyzer (Tanita Corp., Tokyo, Japan) を用い、生体電気インピーダンス法により測定を行った。本機器は 5kHz・50kHz・250kHz・500kHz の多周波数を用いており、同方法を用いた従来の他機器より高精度に体組成を測定するのに有効である。同測定法は、インピーダンス値と DXA 法による体組成値の強い相関関係も報告されている²³⁾。また、同測定法は小児にも利用されており、かつ簡易的に測定できるため有効であること

が示されている^{24,25)}。

3. 血清レプチン濃度測定

採血は早朝空腹時におこない、血清レプチン濃度は (株) LSI メディエンスに委託し、RIA 法 (Radioimmunoassay 法 ; 2 抗体法) により測定した。上記の身体計測等は採血後に食事を済ませた後、同会場で実施した。

4. 統計解析及び分析方法

対象を性別、学年別に分けて、各群において肥満指標と血清レプチン濃度の関係を調査した。肥満指標として、体格の評価指標である BMI、体脂肪の評価指標である体脂肪率、腹部肥満の評価指標である腹囲の 3 種類を用いた。

肥満指標と血清レプチン濃度の相関関係については、性別、学年別に分けて、レプチン濃度を従属変数とし、独立変数として各肥満指標および調整項目として運動時間、睡眠時間とした重回帰分析により評価・検討した。

これに加えて、各群を肥満度で 4 区分し、区分間の血清レプチン濃度の違いを共分散分析により評価し、Bonferroni 法により多重比較を実施した。肥満度の区分は、BMI (kg/m^2) では男女共に I: <19、II: 19 ≤, <22、III: 22 ≤, <25、IV: 25 ≤、体脂肪率 (%) では男子 I: <20、II: 20 ≤, <25、III: 25 ≤, <30、IV: 30 ≤、女子 I: <25、II: 25 ≤, <30、III: 30 ≤, <35、IV: 35 ≤、腹囲 (cm) では男女共 I: <70、II: 70 ≤, <75、III: 75 ≤, <80、IV: 80 ≤とした。この解析では、共変量に運動時間、睡眠時間を入れて、その影響を調整した。

全ての統計処理は統計ソフト SPSS 12.0 for Windows を用い、有意水準は 5%未満とした。全ての生徒および保護者、学校関係者には研究の目的と手順、途中で辞退できることを説明した上で、文書による調査参加の同意を得た。本研究は、弘前大学における倫理委員会の承認を得て実施した。

【結果】

表 1 は、対象者の特徴を示している。男女ともに身長と体重は中学 1 年生と比べて中学 3 年生で高値であった (いずれも $P < 0.01$)。一方、肥満指標である BMI、体脂肪率、腹囲については女子のみで中学 1 年生と比べて中学 3 年生で高値であった (いずれも $P < 0.01$)。血清レプチン濃度においても女子のみで中学 1 年生と比べて中学 3 年生で高値であった ($P < 0.01$)。睡眠時間および運動時間については、男女とも中学 1 年生と中学 3 年生で有意な差はみられなかった。

表 2 は、血清レプチン濃度と肥満指標の相関関係を示している。重回帰分析の結果、男女とも、中学 1 年生でも中学 3 年生でも血清レプチン濃度と肥満指標に

表1. 対象者の特徴

	男子 (N=156)		女子 (N=142)	
	1年生 (N=65)	3年生 (N=91)	1年生 (N=61)	3年生 (N=81)
身長 (cm)	159.0 ± 8.6	167.8 ± 6.6 **	154.8 ± 4.3 ††	158.2 ± 6.0 **††
体重 (kg)	50.6 ± 11.7	57.3 ± 12.2 **	48.0 ± 6.6	53.1 ± 9.0 **††
BMI (kg/m ²)	19.9 ± 3.6	20.3 ± 3.8	20.0 ± 2.6	21.2 ± 3.1 **
体脂肪率 (%)	18.6 ± 10.2	17.3 ± 8.0	26.5 ± 6.2 ††	30.9 ± 6.9 **††
腹囲 (cm)	69.8 ± 10.7	71.4 ± 9.6	66.5 ± 6.4 †	72.7 ± 8.5 **
leptin (ng/mL)	5.7 ± 5.8	4.5 ± 3.9	10.4 ± 5.2 ††	16.5 ± 9.9 **††
睡眠時間 (h/day)	7.6 ± 1.0	7.5 ± 0.9	6.8 ± 0.9	7.2 ± 1.0
運動時間 (h/week)	5.1 ± 13.6	7.1 ± 12.3	8.2 ± 7.5 ††	7.7 ± 5.1 ††

平均±標準偏差

検定 * : 1年生と3年生の比較, † : 男女の比較

* : p<0.05, ** : p<0.01

† : p<0.05, †† : p<0.01

表2-1. 男子における血清レプチン濃度と肥満指標との関連

	B	β	p値	partial R ²
中学1年				
BMI (kg/m ²)	1.28	0.79	<0.01	0.67
体脂肪率 (%)	0.51	0.89	<0.01	0.82
腹囲 (cm)	0.43	0.79	<0.01	0.67
中学3年				
BMI (kg/m ²)	0.84	0.82	<0.01	0.73
体脂肪率 (%)	0.42	0.87	<0.01	0.80
腹囲 (cm)	0.31	0.77	<0.01	0.63

B : 偏回帰係数, β : 標準偏回帰係数, p : 有意確率, partial R² : 自由度調整済み決定係数
調整項目 : 睡眠時間, 運動時間

表2-2. 女子における血清レプチン濃度と肥満度及び生活習慣の関連

	B	β	p値	partial R ²
中学1年				
BMI (kg/m ²)	1.19	0.60	<0.01	0.36
体脂肪率 (%)	0.57	0.67	<0.01	0.55
腹囲 (cm)	0.43	0.53	<0.01	0.28
中学3年				
BMI (kg/m ²)	2.35	0.75	<0.01	0.62
体脂肪率 (%)	1.16	0.81	<0.01	0.74
腹囲 (cm)	0.84	0.72	<0.01	0.58

B : 偏回帰係数, β : 標準偏回帰係数, p : 有意確率, partial R² : 自由度調整済み決定係数
調整項目 : 睡眠時間, 運動時間

は正の相関関係がみられた (すべて P<0.01)。

図 1-1, 2 は、肥満区分別の血清レプチン濃度の比較結果を示している。

男子の BMI においては、中学 1 年生では I と比べて III、IV のレプチン値が有意に高値であり (P<0.05)、さらに II、III と比べても IV は有意に高値であった (P<0.01)。中学 3 年生では、I、II、III と比べて IV は有

意に高値であった (P<0.01)。女子の BMI においては、中学 1 年生では I と比べて II、III、IV のレプチン値が有意に高値であり (P<0.05)、さらに II、III と比べても IV は有意に高値であった (P<0.01)。中学 3 年生では、I と比べて III、IV のレプチン値が有意に高値であり (P<0.01)、さらに II、III と比べても IV は有意に高値であった (P<0.01)。

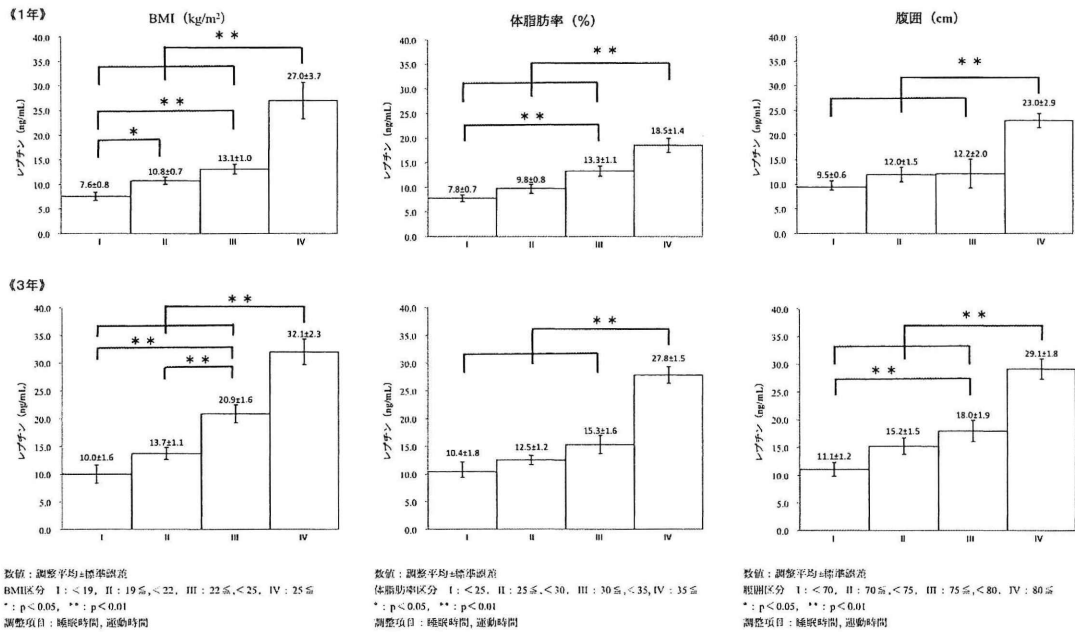


図 1-1. 男子における肥満指標別血清レプチン濃度

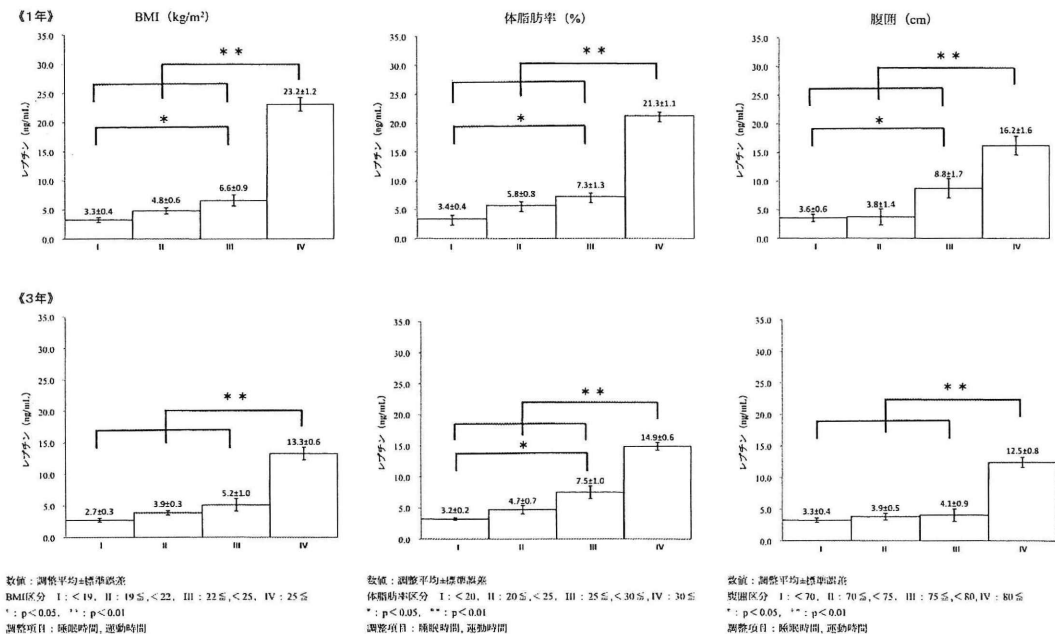


図 1-2. 女子における肥満指標別血清レプチン濃度

男子の体脂肪率においては、中学1年生ではIと比べてIII、IVのレプチン値が有意に高値であり ($P<0.05$)、さらにII、IIIと比べてもIVは有意に高値であった ($P<0.01$)。中学3年生では、Iと比べてIII、IVのレプチン値が有意に高値であり ($P<0.05$)、さらにII、IIIと比べてもIVは有意に高値であった ($P<0.01$)。女子の体脂肪率においては、中学1年生ではIと比べてIII、IVのレプチン値が有意に高値であり ($P<0.01$)、さらにII、IIIと比べてもIVは有意に高値であった ($P<0.01$)。中学3年生では、I、II、IIIと比べてIVは有意に高値であった ($P<0.01$)。

男子の腹囲においては、中学1年生ではIと比べて

III、IVのレプチン値が有意に高値であり ($P<0.05$)、さらにII、IIIと比べてもIVは有意に高値であった ($P<0.01$)。中学3年生では、I、II、IIIと比べてIVは有意に高値であった ($P<0.01$)。女子の腹囲においては、中学1年生ではI、II、IIIと比べて、IVのレプチン値が有意に高値であった ($P<0.01$)。中学3年生では、Iと比べてIII、IVのレプチン値が有意に高値であり ($P<0.01$)、さらにI、II、IIIと比べてもIVは有意に高値であった ($P<0.01$)。

したがって、中学1年男子では、BMIは22kg/m²から、体脂肪率は25%から、腹囲は75cmからレプチンの有意な上昇がみられた。中学1年女子では、BMIは

19kg/m²から、体脂肪率は30%から、腹囲は80cmからレプチン値の有意な上昇がみられた。

また、中学3年男子では、BMIは25kg/m²から、体脂肪率は25%から、腹囲は80cmからレプチン値の有意な上昇がみられた。中学3年女子では、BMIは22kg/m²から、体脂肪率は35%から、腹囲は75cmからレプチン値の有意な上昇がみられた。

【考察】

我々は中学生を対象に、肥満度と血清レプチン濃度の関係を男女別に調査した。

まず、中学1年生、3年生ともに、女子のレプチン値が男子より有意に高かった。このような傾向は多くの研究により報告されている。この性差の要因としては、男子と比べて女子の方が体脂肪率が高く、さらにその分布において内臓脂肪と比べてレプチン分泌量の多い皮下脂肪の比率が高いこと^{19,20)}、また女性ホルモンによる脂肪細胞のレプチン産生亢進^{26,27)}が関与する可能性が考えられている。

一方、レプチン値は、女子では中学1年生に比べて中学3年生で有意に高値であったが、男子においては中学1年生と中学3年生で有意差はみられなかった。この要因としては、女子では中学1年生と比べて中学3年生は体重も体脂肪率も高く、体脂肪量が増加したためと考えられた¹⁸⁾。男子において差がみられなかったのは、中学1年生と比べて中学3年生の体重の方が高値であったが体脂肪率はむしろ低かったため、成長による体格の増大はあったが肥満度は上がっていなかったためと考えられた。

様々な肥満指標とレプチンの関係が研究されているが、血清レプチン濃度と最もよく関係する肥満指標については明らかになっていない。大人においてはBMIがレプチン値と正の相関関係を示すことが数多くの研究により示されている。しかし、Peltzらは体脂肪率が男性のレプチン指標として^{22,28)}、女性では腹囲と体脂肪率がレプチン値を反映する指標として適切としている²⁸⁾。このため、本研究では肥満指標としてBMI、体脂肪率、腹囲の3種類を用いた。小児においても、血清レプチン濃度と各肥満指標には正の相関関係があることが報告されている^{20,22)}。本結果においても、男女とも、中学1年生においても中学3年生においても、BMI、体脂肪率、腹囲とレプチン濃度は正の相関関係を示した。しかし、これらの肥満指標のうち最もPartial R²値が高かったのは体脂肪率であり、中学生における血清レプチン濃度の評価指標としては体脂肪率をもっとも適していると考えられた。

さらに、本研究ではレプチン値の急激な上昇が始まる肥満度レベルを共分散分析により検討した。肥満に

伴うレプチン上昇には性差があり、男子と比べて女子の方が体脂肪率や腹囲の大きい数値から始まる傾向があった。これは、レプチン値の急激な上昇において、女子が男子より肥満度(体脂肪率)の影響を受けにくいことを示唆していた^{18,22)}。一方、BMIについては男子と比べて女子の方がレプチン上昇は小さい数値から始まっていた。この時期はすでに同じBMIであっても女子の方が体脂肪率が高く、女子ではBMIの増加は脂肪量の増加を反映する一方、男子ではBMIの増加は除脂肪量の増加を反映するためと考えられた^{18,22,29)}。

本研究では小児の肥満度と血清レプチン濃度の関係を調査した。レプチン濃度の指標としては体脂肪率が適しており、さらにこの関係が直線的ではなく、性、年齢別に一定の肥満度から、すなわち中学1年・3年男子は体脂肪率25%から、中学1年女子は30%から、中学3年女子は35%から上昇を示す可能性が示唆された。レプチン値の上昇を抑え、その後の健康障害からの予防を企図する場合、これら体脂肪率のボーダーラインが参考になると考えられた^{29,31)}。

一方、肥満に伴うレプチン上昇には学年による違いがあり、中学1年生に比べて中学3年生の方が各肥満指標の高い数値から始まる傾向があった。したがって、より若い世代からの予防が効率的であると考えた場合、中学1年の時点で、男子25%、女子30%を上回らないような生活指導の重要性が示唆された。

(受稿 2015/12/1 受理 2015/12/24)

【謝辞】

本研究にご協力頂きました弘前市立津軽中学校の生徒及び職員の方々、弘前大学大学院医学研究科社会医学講座の諸先生方に心より感謝申し上げます。

【文献】

- 1) 文科省平成 26 年度学校保健統計調査 (http://www.mext.go.jp/b_menu/toukei/chousa05/hoken/kekka/k_detail/1356102.htm)最終アクセス日 2015 年 12 月 1 日(last access on 1 December 2015)
- 2) Singh AS, Mulder C, Twisk J W, Van Mechelen W, Chinapaw MJ: Tracking of childhood overweight into adulthood: a systematic review of the literature. *Obesity reviews* 2008;9:474-88.
- 3) Baker JL, Olsen LW, Sørensen TI: Childhood body-mass index and the risk of coronary heart disease in adulthood. *New England journal of medicine* 2007;357:2329-37.
- 4) 浦上達彦: 我が国における糖尿病の疫学。諸外国との比較 若年 2 型糖尿病の疫学的動向(新時代

- の糖尿病学 (2) 病因・診断・治療研究の進歩). (糖尿病の疫学・病態・診断学の進歩 糖尿病の疫学) 日本臨床 2008;66:21-5.
- 5) 菊池透, 長崎啓祐, 樋浦誠, 小川洋平, 田中幸恵, 内山聖: 小児肥満の疫学的アプローチ. 日本肥満学会誌 2004;10:12-7.
- 6) Friedman JM, Halaas JL: Leptin and the regulation of body weight in mammals. *Nature* 1998;395:763-70.
- 7) Crujeiras AB, Goyenechea E, Abete I, Lage M, Carreira MC, Martínez JA, Casanueva FF: Weight regain after a diet-induced loss is predicted by higher baseline leptin and lower ghrelin plasma levels. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism* 2010;95:5037-44.
- 8) Miller R, Tanofsky-Kraff M, Shomaker LB, Field SE, Hannallah L, Reina SA, Reynolds JC: Serum leptin and loss of control eating in children and adolescents. *International Journal of Obesity* 2014;38:397-403.
- 9) Enriori PJ, Evans AE, Sinnayah P, Jobst EE, Tonelli-Lemos L, Billes SK, Glavas MM, et al: Diet-induced obesity causes severe but reversible leptin resistance in arcuate melanocortin neurons. *Cell Metab* 2007;5:181-94.
- 10) Martin SS, Qasim A, Reilly MP: Leptin resistance: a possible interface of inflammation and metabolism in obesity-related cardiovascular disease. *J Am Coll Cardiol* 2008;52:1201-10.
- 11) Carlyle M, Jones OB, Kuo JJ, Hall JE: Chronic cardiovascular and renal actions of leptin role of adrenergic activity. *Hypertension* 2002;39:496-501.
- 12) Dellas C, Schäfer K, Rohm I, Lankeit M, Ellrott T, Faustin V, Rigert J, et al: Absence of leptin resistance in platelets from morbidly obese individuals may contribute to the increased thrombosis risk in obesity. *Thromb Haemost* 2008;100:1123-9.
- 13) Korda M, Kubant R, Patton S, Malinski T: Leptin-induced endothelial dysfunction in obesity. *American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology* 2008;295:1514-21.
- 14) Olszanecka A, Posnik-Urbanska A, Czamecka D, Kawecka-Jaszcz K: THE ASSOCIATION BETWEEN SERUM LEPTIN AND PULSE WAVE VELOCITY IN HYPERTENSIVE PERIMENOPAUSAL WOMEN. *Journal of Hypertension* 2010;28:e265.
- 15) Wallace AM, McMahon AD, Packard CJ, Kelly A, Shepherd J, Gaw A, Sattar N: Plasma leptin and the risk of cardiovascular disease in the west of Scotland coronary prevention study (WOSCOPS). *Circulation* 2001;104:3052-6.
- 16) Sierra-Johnson J, Romero-Corral A, Lopez-Jimenez F, Gami A S, Kuniyoshi FHS, Wolk R, Somers VK: Relation of increased leptin concentrations to history of myocardial infarction and stroke in the United States population. *The American journal of cardiology* 2007;100:234-9.
- 17) Liu J, Butler KR, Buxbaum SG, Sung JH, Campbell BW, Taylor HA: Leptinemia and its association with stroke and coronary heart disease in the Jackson Heart Study. *Clinical endocrinology* 2010;72:32-7.
- 18) Hassink SG, Sheslow DV, de Lancey E, Opentanova I, Considine RV, Caro JF: Serum leptin in children with obesity: relationship to gender and development. *Pediatrics* 1996;98:201-3.
- 19) Wajchenberg BL: Subcutaneous and visceral adipose tissue: their relation to the metabolic syndrome. *Endocrine reviews* 2000;21:697-738.
- 20) Nagy TR, Gower BA, Trowbridge CA, Dezenberg C, Shewchuk RM, Goran MI: Effects of Gender, Ethnicity, Body Composition, and Fat Distribution on Serum Leptin Concentrations in Children 1. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism* 1997;82:2148-52.
- 21) Nindl BC, Scoville CR, Sheehan KM, Leone CD, Mello RP: Gender differences in regional body composition and somatotrophic influences of IGF-I and leptin. *Journal of Applied Physiology* 2002;92:1611-8.
- 22) Zhan S, Liu X, Brickman WJ, Christoffel KK, Zimmerman D, Tsai HJ, Wang B, et al: Association of plasma leptin concentrations with adiposity measurements in rural Chinese adolescents. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism* 2009;94:3497-504.
- 23) Goss F, Robertson R, Williams A, Sward K, Abt K, Ladewig M, Timmer J, Dixon C: A comparison of skin folds and leg-to-leg bioelectrical impedance for the assessment of body composition in children. *Dyn Med* 2003;2:5
- 24) Kubo T, Suzuki K, Mimura Y, Furujo M, Shiraga H, Kanadani T, Mori S: Evaluation of partial body composition using bioelectrical impedance in Japanese children. *Asia Pacific journal of clinical nutrition* 2010;19:594-601.
- 25) Kudo U, Takahashi I, Matsuzaka M, Umeda T, Kitagawa N, Kudo H, Nakaji S: Influence of obesity on blood pressure and arterial stiffness in the early teens. *Obesity research & clinical practice* 2013;7:e211-7.
- 26) Geber S, Brandão A H, Sampaio M: Effects of estradiol

- Obesity research & clinical practice 2013;7:e211-7.
- 26) Geber S, Brandão A H, Sampaio M: Effects of estradiol and FSH on leptin levels in women with suppressed pituitary. *Reprod Biol Endocrinol* 2012;10:45-9.
- 27) Shimizu H, Shimomura Y, Nakanishi Y, Futawatari A, Ohtani K, Sato N, Mori M: Estrogen increases in vivo leptin production in rats and human subjects. *Journal of Endocrinology* 1997;154:285-92.
- 28) Peltz G, Sanderson M, Pérez A, Sexton K, Casares DO, Fadden MK: Serum leptin concentration, adiposity, and body fat distribution in Mexican-Americans. *Archives of medical research* 2007;38:563-70.
- 29) 服部恒明: 発育期の Body Mass Index と身体組成. *体育学研究* 2006;51: 435-46.
- 30) 原光彦, 斉藤恵美子, 黒森由紀: 学童におけるメタボリックシンドロームの頻度と身体計測指標の関係について. 1992 年と 2002 年の小児生活習慣病予防検診結果の比較から. *肥満研究* 2005;11:38-45.
- 31) 縄田敬子, 石田裕美, 上西一弘, 工藤秀機: 健康な中学 1 年生, 高校 1 年生の血清レプチン濃度の検討. *日本栄養・食糧学会誌* 2007;60:199-205.

Association of Serum Leptin Concentrations with Adiposity Measurements in the Early Teens

Nobuyuki SHIBATA¹, Ippei TAKAHASHI¹, Manabu TOTSUKA², Naoki AKIMOTO¹, Takanobu IWAMA³, Kazuyuki TAKAHASHI⁴, Kaoru HIROSE^{1,5}, Jun KONNO^{1,6}, Ryouyuke MIYAKE⁷, Shigeyuki NAKAJI¹

- 1 Department of Social Medicine, Hirosaki University Graduate School of Medicine
- 2 Department of Health and Physical Education, Faculty of Education, Hirosaki University
- 3 Hirosaki University of Health and Welfare
- 4 Hirosaki Gakuin University
- 5 National Defense Medical College
- 6 Nihon University
- 7 Nippon Sport Science University

The relationship between serum leptin concentration and 3 adiposity indices (BMI, body fat percentage and waist circumference) were investigated in order to improve obesity among early teens. Subjects were 298 junior high school students (1st and 3rd graders, 156 boys and 142 girls) who participated in the Iwaki Health Promotion Project 2013-2014. Data on lifestyle (hours spent for physical exercise and sleeping hours), height, bodyweight, waist circumference, body fat percentage (using the impedance method) and serum leptin concentration were collected. As a result, serum leptin concentration was positively correlated with BMI, body fat percentage and waist circumference, with body fat percentage being the most correlated. The increase of serum leptin concentration that accompanies obesity varies at different age. The increase of serum leptin concentration was observed for boys in 1st and 3rd grades with body fat percentage of $\geq 25\%$, girls in 1st grade with body fat percentage of $\geq 30\%$, and girls in 3rd grade with body fat percentage of $\geq 35\%$. It was suggested that these borderline levels of body fat percentage could effectively be used to prevent increase of serum leptin level as well as to reduce the risk of possible health problems in the future.

Key words: leptin, BMI, %fat, waist circumference, early teens

別冊請求先: 高橋一平

〒036-8562 青森県弘前市在府町 5 弘前大学大学院医学研究科社会医学講座

TEL: 0172-39-5041

FAX: 0172-39-5038

e-mail: ippei@hirosaki-u.ac.jp