

夕食・夜食のタイミングが中学生の身長増加に及ぼす影響

小須田 翼*・中村 真知子**・直原 幹***・池川 茂樹***

(平成28年9月7日受付；平成28年12月5日受理)

要 旨

【目的】睡眠と睡眠前の食事が、身長やBMIといった体型に及ぼす影響を検討した。【方法】中学生111名（男子47名、女子64名）の身長および体重を、4月と9月の2回測定し、5か月間の体型の変化を記録した。また、生活習慣の指標として、1週間の入眠時刻、起床時刻、入眠直近の食事（夕食または夜食）の時刻を記録し、その平均時刻を算出した。これらのデータを正準相関分析および重回帰分析にかけて、有意な重回帰式を検討した。【結果】男子生徒においては、 Y_i （身長増加量：cm/5か月） $= 8.849 - 0.783 X_1$ （学年） $- 0.185 X_2$ （BMI：kg/m²） $- 0.004 X_3$ （入眠直近の食事の時刻と入眠時刻の差：分）、女子生徒においては、 Y_i （身長増加量：cm/5か月） $= 2.177 - 0.818 X_1$ （学年） $+ 0.135 X_2$ （4月のBMIと標準BMIとの差：kg/m²）という重回帰式が得られた。一方、男女ともBMI増加に影響する生活習慣に関する有意な重回帰式は、得られなかった。【結論】本研究では、中学生男子生徒においてのみ、入眠直近の食事のタイミングが、身長増加に影響している可能性が示唆された。

KEY WORDS

中学生 Junior High-school Student 身長 Body Height 食事のタイミング Timing of Food Intake
入眠 Onset of Sleep

1 はじめに

思春期が到来する中学生期前後では、身長や体つきが大きく変化する。この変化は、成長ホルモンや性ホルモンの分泌バランスの変化によるところが大きい。この中で特に、成長ホルモンの分泌は、促進性または抑制性の刺激によって増強または抑制されることが知られており⁽¹⁾、生活習慣の影響を受けやすい。しかし、具体的にどのような生活習慣が、成長ホルモンを介した思春期の子どもの体型の変化に影響を与えているのか、十分に検証されていない。

一方、成長ホルモンは数時間ごとのパルス状に分泌されており⁽²⁾、特に入眠1時間後には、多量に分泌されることが知られている⁽³⁾。この成長ホルモンの分泌は、血糖値の上昇により抑制されると言われている一方で^(1,4)、血糖値が上昇した時に分泌されるインスリンが成長ホルモンの促進刺激となるという事実も報告されている⁽⁵⁾。この一見、矛盾しているように見える事実は、性別、年齢、体質、生活習慣など様々な条件で、食事が成長ホルモン分泌に与える影響が異なることを意味している。

そこで我々は、最も睡眠時の成長ホルモン分泌に影響を与えていると考えられる、夕食・夜食のタイミングと睡眠が、身長や体つきの変化に大きく影響するという仮説を持つに至り、本研究を計画した。

2 方法

2.1 研究対象

本研究では、新潟県内の中学校1校を選定し、その中学校の特別な支援等を要する生徒を除いた全校生徒111名（男子47名、女子64名）を対象とした。同校の中学校区には小学校が1校しか存在せず、さらに同地区では小・中学校合同で一貫した保健教育を実施しているため、他校に比べて、比較的、生徒の生活習慣のばらつきが少ない地区である。また、同校校長および各対象者とその保護者から、インフォームドコンセントを得た上で本研究を実施した。対象者の身体的特性は、表1に示した通りであった。

*長野県川上村立第二小学校 **新潟県上越市立八千浦小学校 ***芸術・体育教育学系

表1. 本研究対象者の身体的特性

	男子生徒	女子生徒
被験者数 (人)	47	64
年齢 (歳)	13.1 ± 0.8	13.1 ± 0.8
身長 (cm)	160.9 ± 8.3	155.6 ± 5.5
体重 (kg)	49.1 ± 9.9	48.9 ± 9.0
BMI (kg/m ²)	18.8 ± 2.8	20.1 ± 3.0
	平均値 ± 標準偏差	

2.2 調査

2014年4月8日および9月12日または18日に、対象者の身長および体重を測定し、およそ5か月間の体型変化を記録した。また、対象者の普段の生活習慣を明らかにするために、11月25日から12月2日までの1週間の入眠時刻、起床時刻、入眠直近の食事（夕食または夜食）の時刻を記録し、その平均時刻を算出した。入眠時刻および起床時刻は、ねむり時計（HSL-002C：オムロン社製）を用いて記録した。入眠直近の食事の時刻については、各自、アンケートに記録させた。11月25日から12月2日の期間については、定期試験や運動会といった、睡眠に影響を与えるような学校行事や地域行事と重なることがなかった。

2.3 統計解析

学年（年生； X_1 ）、4月の身長（cm； X_2 ）、4月のBMI（kg/m²； X_3 ）、4月のBMIと標準BMIとの差（kg/m²； X_4 ）、平均入眠時刻（時； X_5 ）、平均入眠時刻と24時との時間差（分； X_6 ）、平均睡眠時間（分； X_7 ）、平均睡眠時間と6時間との時間差（分； X_8 ）、入眠直近の食事の時刻と入眠時刻の差（分； X_9 ）を算出して独立変数に設定し、4月から9月の間に伸びた身長（cm/5か月； Y_1 ）および4月から9月のBMIの変化（kg/m²/5か月； Y_2 ）に対する影響の程度について分析を行った。すなわち、最初に独立変数 $X_1 \sim X_9$ 及び従属変数 $Y_1 \cdot Y_2$ を全て含めた形で正準相関分析を行い、従属変数と独立変数の関連度を調べた。この内、BMIに関連する変数 X_3 と X_4 、入眠時刻に関連する変数 X_5 と X_6 、睡眠時間に関連する変数 X_7 と X_8 について関連度が低い方の変数を排したのち重回帰分析を行い、重回帰式を決定した。本研究では、 $P < 0.05$ となった場合、帰無仮説を棄却した。

3 結果

3.1 男子生徒についての解析結果

表2は、正準相関分析の結果得られた、男子生徒の正準相関係数と正準変量をまとめたものである。第1正準変量では正準相関係数が $r = 0.757$ ($P = 0.002$)で、 $X_1, X_2, X_3, X_9, X_4, X_8, X_7, X_5, X_6$ の順に Y_1 に高く影響していた。第2正準変量は正準相関係数が $r = 0.390$ で有意ではなかった ($P = 0.581$) ため、解釈しない。

表2. 正準相関係数と正準変量（男子生徒）

	第1正準変量	第2正準変量
X_1 : 学年	0.746	0.227
X_2 : 4月の身長	0.719	0.205
X_3 : 4月のBMI	0.654	-0.508
X_4 : 4月のBMIと標準BMIとの差	-0.370	0.539
X_5 : 平均入眠時刻	0.086	-0.285
X_6 : 平均入眠時刻と24時との差	-0.026	0.191
X_7 : 平均睡眠時間	0.163	0.132
X_8 : 平均睡眠時間と6時間との差	0.216	0.353
X_9 : 入眠直近の食事と入眠時刻との差	0.379	-0.088
Y_1 : 4月から9月の間に伸びた身長	-0.997	-0.997
Y_2 : 4月から9月の間に増えた体重	0.233	0.233
正準相関係数	$r = 0.757$ ($P = 0.002$)	$r = 0.390$ ($P = 0.581$)

正準相関分析から得られた第1正準変量の結果から、BMIに関連する変数のうち従属変数との関連性の低かった X_4 、入眠時刻に関連する変数のうち従属変数との関連性の低かった X_6 、睡眠時間に関連する変数のうち従属変数との関連性の低かった X_7 を排して、 Y_1 に関する重回帰分析を行った。

重回帰分析を行うために、事前に変数の正規性をShapiro-Wilk検定、分布の形状をヒストグラムにより確認したところ、著しく正規分布から逸脱した変数や頻度の偏りのある変数は存在しなかった。従って、ダミー変数化や変数変換は行わなかった。また、相関行列表を観察したが、 $|r| = 0.9$ となるような変数は存在しなかったため、正準相関分析から得られた全ての変数を重回帰分析の対象とした。変数増減法による重回帰分析の結果は、表3のようになった。

表3. 重回帰分析の結果 (男子生徒)

	偏回帰係数	標準 偏回帰係数	P値	95%信頼区間	
				下限	上限
定数	8.849		< 0.001	6.660	11.037
X_1 : 学年	-0.783	-0.428	< 0.001	-1.199	-0.366
X_3 : 4月のBMI	-0.185	-0.374	0.002	-0.298	0.072
X_9 : 入眠直近の食事と入眠時刻との差	-0.004	-0.248	0.026	-0.008	0.000

重回帰式の予測精度: $R^2 = 0.501$ ($P < 0.001$)

分散分析の結果は有意で ($P = 0.001$)、 R^2 は0.501であったため、適合度は高いと評価した。Durbin-Watson比は1.888で問題なく、実測値に対して予測値が ± 3 SDを超えるような外れ値も存在しなかった。

以上の結果から、男子生徒における夕食・夜食および入眠時刻が体型に及ぼす影響の程度を表す重回帰式が求められた(式1)。

$$Y_1 \text{ (cm/5 か月)} = 8.849 - 0.783 X_1 \text{ (学年)} - 0.185 X_3 \text{ (kg/m}^2\text{)} - 0.004 X_9 \text{ (分)} \quad \dots \text{式1}$$

3.2 女子生徒についての解析結果

表4は、正準相関分析の結果得られた、女子生徒の正準相関係数と正準変量をまとめたものである。第1正準変量では正準相関係数が $r = 0.753$ ($P < 0.001$)で、 X_1 、 X_4 、 X_3 、 X_2 、 X_9 、 X_6 、 X_8 、 X_7 、 X_5 の順に Y_1 に高く影響していた。第2正準変量は正準相関係数が $r = 0.477$ ($P = 0.064$)と有意傾向を示し、 X_4 、 X_6 、 X_1 、 X_9 、 X_5 、 X_3 、 X_2 、 X_8 、 X_7 の順に Y_2 に高く影響していた。

表4. 正準相関係数と正準変量 (女子生徒)

	第1正準変量	第2正準変量
X_1 : 学年	0.932	0.256
X_2 : 4月の身長	0.437	-0.068
X_3 : 4月のBMI	0.455	-0.107
X_4 : 4月のBMIと標準BMIとの差	-0.541	0.763
X_5 : 平均入眠時刻	0.010	0.122
X_6 : 平均入眠時刻と24時との差	-0.279	0.358
X_7 : 平均睡眠時間	-0.132	0.043
X_8 : 平均睡眠時間と6時間との差	-0.238	0.010
X_9 : 入眠直近の食事と入眠時刻との差	0.290	0.198
Y_1 : 4月から9月の間に伸びた身長	-1.000	0.002
Y_2 : 4月から9月の間に増えた体重	0.061	0.998
正準相関係数	$r = 0.753$ ($P < 0.001$)	$r = 0.477$ ($P < 0.064$)

正準相関分析から得られた第1正準変量の結果から、BMIに関連する変数のうち従属変数との関連性の低かった X_3 、入眠時刻に関連する変数のうち従属変数との関連性の低かった X_5 、睡眠時間に関連する変数のうち従属変数との関連性の低かった X_7 を排して、 Y_1 に関する重回帰分析を行った。

重回帰分析を行うために、事前に変数の正規性をShapiro-Wilk検定、分布の形状をヒストグラムにより確認したところ、著しく正規分布から逸脱した変数や頻度の偏りのある変数は存在しなかった。従って、ダミー変数化や変数変換は行わなかった。

換は行わなかった。また、相関行列表を観察したが、 $|r| = 0.9$ となるような変数は存在しなかったため、正準相関分析から得られた全ての変数を重回帰分析の対象とした。変数増減法による重回帰分析の結果は、表5のようになった。

表5. 重回帰分析の結果 (女子生徒)

	偏回帰係数	標準 偏回帰係数	P値	95%信頼区間	
				下限	上限
定数	2.177		< 0.001	1.521	2.833
X_1 : 学年	-0.818	-0.638	< 0.001	-1.048	-0.588
X_4 : 4月のBMIと標準BMIとの差	0.135	0.238	0.010	0.033	0.236

重回帰式の予測精度: $R^2 = 0.545$ ($P < 0.001$)

分散分析の結果は有意で ($P < 0.001$), R^2 は0.545であったため、適合度は高いと評価した。また、実測値に対して予測値が3D.S.以上下回ってしまう対象者が1名存在したが、実測値と予測値の残差はこの1名を除くと正規分布しており、Durbin-Watson比も2.226となり問題なかったため、この予測式は利用可能であると判断した。

以上の結果から、女子生徒における夕食・夜食および入眠時刻が体型に及ぼす影響の程度を表す重回帰式が求められた(式2)。

$$Y_1 (\text{cm}/5 \text{ か月}) = 2.177 - 0.818 X_1 (\text{学年}) + 0.135 X_4 (\text{kg}/\text{m}^2) \quad \dots \text{式 2}$$

一方、正準相関分析で有意傾向が見られた第2正準変量の結果から、BMIに関連する変数のうち従属変数との関連性の低かった X_3 、入眠時刻に関連する変数のうち従属変数との関連性の低かった X_5 、睡眠時間に関連する変数のうち従属変数との関連性の低かった X_8 を排して、 Y_2 に関する重回帰分析を行った結果、適合度の高い重回帰式は得られなかった。

4 考察

本研究では、男子生徒においては、 $Y_1 (\text{cm}/5 \text{ か月}) = 8.849 - 0.783 X_1 (\text{学年}) - 0.185 X_3 (\text{kg}/\text{m}^2) - 0.004 X_9 (\text{分})$ 、女子生徒においては、 $Y_1 (\text{cm}/5 \text{ か月}) = 2.177 - 0.818 X_1 (\text{学年}) + 0.135 X_4 (\text{kg}/\text{m}^2)$ という重回帰式が得られた。一方、男女ともBMI増加に影響する有意な重回帰式は、得られなかった。

4.1 式1についての解釈

中学生男子生徒の5か月間の身長増加は、 $Y_1 = 8.849 - 0.783 X_1 - 0.185 X_3 - 0.004 X_9$ という重回帰式で推定することができることがわかった。これは、学年が上がるにつれて、BMIが高くなるにつれて、食事から入眠までの時間が長くなるにつれて、身長増加が抑えられることを表している。

まず、学年が身長増加に及ぼす影響について考察する。二次性徴時の身長増加にはピークが存在することが知られているが⁽⁶⁾、そのピークは男性の場合、我が国の2010年の調査では11-12歳に現れることが報告されている⁽⁷⁾。11-12歳は、小学6年生から中学1年生にあたる年齢であることから、中学生を対象としている本研究の場合、学年が上がるにつれて中学生男子生徒の身長増加が小さくなるのは、十分妥当な結果であると言える。

次にBMIが身長増加に及ぼす影響について考察する。BMIは、血中アディポネクチン濃度と負の相関を示すことが知られている⁽⁸⁾。アディポネクチンは、インスリン感受性を減弱させるため⁽⁹⁾、タンパク質合成能が劣化して身長増加効果を減少させてしまうことが考えられる。また、BMIが身長増加のピークを引き起こす二次性徴の発来時期に影響を与えることが知られていることから^(10,11)、BMIが高くなるに従って中学生男子生徒の身長増加が小さくなることは、十分信頼できる結果であると言える。

入眠直前の食事時間が身長増加に及ぼす影響については、以下のように考えられる。入眠後およそ1時間後に、成長促進作用を持つ成長ホルモンが分泌されることが知られているが⁽³⁾、この成長ホルモンは、食事による血糖値の上昇によって分泌が抑制される⁽¹⁾。しかし一方で、食事による血糖値増加により分泌されるインスリンは、成長ホルモンの分泌促進効果を持つことが報告されている⁽⁵⁾。中学生男子生徒では、インスリンの成長ホルモン促進効果が大きく影響しているのかもしれない。また、男性では、成長促進因子であるテストステロンの濃度が、夜間に高く維持さ

れることがわかっている⁽¹²⁾。これらの総合的な影響により、食事から入眠までの時間が短くなるほど身長増加がみられるのかもしれない。

また、式1の予測精度が $R^2 = 0.501$ であったことから、身長増加の50.1%が、学年、BMI、入眠直近の食事時間の影響によるものであることがわかった。

4.2 式2についての解釈

中学生女子生徒の5か月間の身長の増加は、 $Y_i = 2.177 - 0.818 X_i + 0.135 X_i^2$ という重回帰式で推定することができることがわかった。これは、学年が上がるにつれて、BMIが標準値の22に近づくにつれて、身長の増加が抑えられることを表している。

まず、学年が身長増加に及ぼす影響について考察する。二次性徴時の身長増加のピークは女性の場合、我が国の2010年の調査では9-10歳に現れることが報告されている⁽⁷⁾。9-10歳は、小学3年生から小学4年生にあたる年齢であることから、中学生を対象としている本研究の場合、学年が上がるにつれて中学生女子生徒の身長増加が小さくなるのは、十分妥当な結果であると言える。

次にBMIが身長増加に及ぼす影響について考察する。前述のとおり、BMIが高くなるにつれてインスリン感受性が減弱し、身長増加効果が減少することが考えられる。一方、皮下脂肪を蓄積させる効果を持つ女性ホルモンの1つであるエストロゲンには、成長ホルモンの分泌を増加させて、思春期の身長増加を促す働きがあることが知られている⁽¹⁾。すなわち、エストロゲンの影響で皮下脂肪が蓄積されやすい女子生徒は、身長も伸びやすい可能性が考えられる。以上のことから、BMIが高過ぎても、反対に低過ぎても、身長が増加しやすい可能性が考えられる。従って、BMIが標準値の22に近づくにつれて、中学生女子生徒の身長の増加が抑えられることは、十分考えられる結果であると言える。

また、式2の予測精度が $R^2 = 0.545$ であったことから、身長増加の54.5%が、学年およびBMIの影響によるものであることがわかった。

4.3 なぜ男女差が生じるのか

女子生徒の身長増加に関する重回帰式の切片は、男子生徒のそれに比べて1/4程度である。これは、一般的に男性に比べて女性の方が、身長増加のピークの到来が早い⁽⁶⁾ためと考えられる。すなわち、11-12歳に身長のピーク(7.4cm/年)が到来する男性⁽⁷⁾に比べて、9-10歳に身長増加のピーク(6.7cm/年)が到来する女性⁽⁷⁾の方が、ピーク時の身長増加量はより小さくなっていると考えられる。

また、男子生徒の身長増加に関する重回帰式で利用されるBMIの影響を表す項と、女子生徒の身長増加に関する重回帰式で利用されるBMIの影響を表す項で利用される変数が異なるが、これは、女性ホルモンの1つであるエストロゲンの影響が大きいと考えられる。すなわち、女性で多く分泌されるエストロゲンには、体重増加効果と身長増加効果があるため⁽¹⁾、BMIが高い女子生徒では身長が増加しやすいが、エストロゲン分泌量の少ない男性においては、その効果が見られないと考えられる。

男子生徒でしか食事の時間の影響に関する項が見られないのは、思春期女性のインスリン感受性は低く抑えられる⁽¹³⁾ことに起因していると考えられる。入眠の1時間後に分泌される成長ホルモン⁽³⁾は、前述のとおり、高血糖により分泌抑制⁽¹⁾、インスリンにより分泌促進されるが⁽⁵⁾、インスリン感受性が血糖値とインスリン濃度のバランスを決定するため、成長ホルモンもインスリン感受性に影響されている可能性がある。すなわち、インスリン感受性の低い女子生徒は、食事による血糖値上昇効果が大きいいため、インスリンによる成長ホルモン分泌促進効果が男子ほどみられないものと推察される。

4.4 考えられるその他の要因について

本研究で得られた重回帰式の身長増加に対する寄与度は、男子生徒で50.1%、女子生徒で54.5%であり、男女とも身長増加の要因については、半分しか説明できていない。一方、本研究では検討できていない運動習慣^(14,15)や食事摂取量⁽¹⁴⁾、食事の内容⁽¹⁶⁾などは、身長増加に大きく影響する可能性も、以前より指摘されている。また、遺伝的要因についても、様々な議論がなされている⁽¹⁷⁾。おそらく、残り半分は、これらの影響によるものだと考えられる。

4.5 本研究の限界

中学校では、定期試験、体育大会、夏季や冬季の長期休暇など、季節ごとに様々な学校行事が存在する。しかし、本研究では、年間を通した身体特性や生活習慣のデータを収集できなかった。そのため、季節変動や学校行事に關

るバイアスがかかっている可能性がある。しかし、対象者全員のデータを、特定の学校行事を除外したほぼ同じ時期に収集することで、バイアスを最小限に抑えた。

5 結論

本研究では、中学生男子生徒においてのみ、入眠直近の食事の時間が、身長増加に大きく影響している可能性が示唆された。すなわち、思春期男子の身長を伸ばすためには、睡眠前に食事を摂るのが効果的である可能性がある。また、男女ともBMIを低く保つことが、思春期における身長増加にとって重要である可能性がある。

引用文献

- (1) 有田 順. 成長ホルモンとプロラクチン. In: 小澤 滯司, 福田 康一郎, 本間 研一, 大森 治紀, 大橋 俊夫 eds. 標準生理学 第6版. 医学書院 (東京): 882-9, 2005.
- (2) Hartman ML, Veldhuis JD, Vance ML, Faria AC, Furlanetto RW, Thorner MO. Somatotropin pulse frequency and basal concentrations are increased in acromegaly and are reduced by successful therapy. *J Clin Endocrinol Metab.* 70: 1375-84, 1990.
- (3) Sassin JF, Frantz AG, Weitzman ED, Kapen S. Human prolactin: 24-hour pattern with increased release during sleep. *Science.* 177: 1205-7, 1972.
- (4) Shibasaki T, Masuda A, Hotta M, Yamauchi N, Hizuka N, Takano K, Demura H, Shizume K. Effects of ingestion of glucose on GH and TSH secretion: evidence for stimulation of somatostatin release from the hypothalamus by acute hyperglycemia in normal man and its impairment in acromegalic patients. *Life Sci.* 44: 431-8, 1989.
- (5) Mendelson WB, Jacobs LS, Reichman JD, Othmer E, Cryer PE, Trivedi B, Daughaday WH. Suppression of sleep-related prolactin secretion and enhancement of sleep-related growth hormone secretion. *J Clin Invest.* 56: 690-7, 1975.
- (6) 黒島 晨汎. 性の発育-思春期. In: 小澤 滯司, 福田 康一郎, 本間 研一, 大森 治紀, 大橋 俊夫 eds. 標準生理学 第6版. 医学書院 (東京): 948-51, 2005.
- (7) 文部科学省: 平成22年度学校保健統計調査報告書, 2011.
- (8) Arita Y, Kihara S, Ouchi N, Takahashi M, Maeda K, Miyagawa J, Hotta K, Shimomura I, Nakamura T, Miyaoka K, Kuriyama H, Nishida M, Yamashita S, Okubo K, Matsubara K, Muraguchi M, Ohmoto Y, Funahashi T, Matsuzawa Y. Paradoxical decrease of an adipose-specific protein, adiponectin, in obesity. *Biochem Biophys Res Commun.* 257: 79-83, 1999.
- (9) Awazawa M, Ueki K, Inabe K, Yamauchi T, Kubota N, Kaneko K, Kobayashi M, Iwane A, Sasako T, Okazaki Y, Ohsugi M, Takamoto I, Yamashita S, Asahara H, Akira S, Kasuga M, Kadowaki T. Adiponectin enhances insulin sensitivity by increasing hepatic IRS-2 expression via a macrophage-derived IL-6-dependent pathway. *Cell Metab.* 13: 401-12, 2011.
- (10) Tomova A, Robeva R, Kumanov P. Influence of the body weight on the onset and progression of puberty in boys. *J Pediatr Endocrinol Metab.* 28: 859-65, 2015.
- (11) Lee JM, Kaciroti N, Appugliese D, Corwyn RF, Bradley RH, Lumeng JC. Body mass index and timing of pubertal initiation in boys. *Arch Pediatr Adolesc Med.* 164: 193-44, 2010.
- (12) 貴邑 富久子. ゴナドトロピン (性腺刺激ホルモン). In: 小澤 滯司, 福田 康一郎, 本間 研一, 大森 治紀, 大橋 俊夫 eds. 標準生理学 第6版. 医学書院 (東京): 903-11, 2005.
- (13) Morimoto S, Urakami T. Insulin Resistance during Puberty in Non-obese Japanese Children. *Clin Pediatr Endocrinol.* 20: 1-6, 2011.
- (14) Rogol AD, Clark PA, Roemmich JN. Growth and pubertal development in children and adolescents: effects of diet and physical activity. *Am J Clin Nutr.* 72: 521-8, 2000.
- (15) Lacey KA, Hewison A, Parkin JM. Exercise as a screening test for growth hormone deficiency in children. *Arch Dis Child.* 48: 508-12, 1973.
- (16) Nezami M, Segovia-Siapco G, Beeson WL, Sabate J. Associations between consumption of dairy foods and anthropometric indicators of health in adolescents. *Nutrients.* 8: E427, 2016.
- (17) Willemsen RH, Dunger DB. Normal Variation in Pubertal Timing: Genetic Determinants in Relation to Growth and Adiposity. *Endocr Dev.* 29: 17-35, 2016.

Effects of the Timing of Dinner on Increasing Body Height in Junior High-School Students

Tsubasa KOSUDA* · Machiko NAKAMURA** · Kan JIKIHARA*** · Shigeki IKEGAWA***

ABSTRACT

OBJECTIVE: We investigated the effects of sleep and meals before sleep on physical type, such as body height and BMI. **METHODS:** We examined changes in 111 junior high-school students' (47 boys and 64 girls) body heights and weights from April to September in 2014. Additionally, we recorded their sleep onset-times, awakening hours, and meal times before sleep for a week, as per their lifestyle index. Finally, we analyzed the data using canonical correlational analysis and multiple regression analysis, and we built up significant multiple regression models. **RESULTS:** We built Y_t (change of body height; cm/5 mo) = $8.849 - 0.783 X_t$ (grade) - $0.185 X_s$ (BMI; kg/m²) - $0.004 X_o$ (difference from meal time before sleep to sleep onset-time; min) for boys, and Y_t (the change of body height; cm/5 mo) = $2.177 - 0.818 X_t$ (grade) - $0.135 X_s$ (difference from standard BMI to BMI in April; kg/m²) for girls. We could not find any significant multiple regression models for BMI changes in boys and girls. **CONCLUSION:** Our results indicate that the timing of food intake before sleep might affect increases in body height in male junior high-school students.

* Kawakami Dai-Ni Elementary School, Nagano ** Yachiho Junior High-School, Niigata *** Music, Fine Arts and Physical Education