

青年女性のLBMと1歳までの体重との関連性、 並びにLBMが現在の体力に及ぼす影響について

Relationship of Lean Body Mass with Body Weight until One Year of Age and Current Physical Fitness in Young Women

宮元章次

本研究では、青年女性のlean body mass (LBM) に及ぼす要因を検討するために、1歳までの体重と現在のLBMとの関連性を評価した。併行して、LBMが現在の体力にどのような影響を及ぼすかについて検討することを目的とした。青年女性443名を対象にして、出生時から1歳までの体重、体重変動値、授乳方法、体格指数、身体組成、体型と生活習慣に関するアンケートおよび体力について中央値（比率）、及び2.5～97.5パーセンタイル値を求めた。LBM 36.7 kg未満をlow LBM (n=139) として、LBM 36.7 kg以上をnon-low LBM (n=303) に分類した。LBMの多寡が体力にどのような影響を及ぼすかについては主成分分析と重回帰分析を用いて調べた。得られた結果は以下の通りである。low LBMはnon-low LBMに比べて現在の体力の総合評価指数を有意に下げることが認められた。また、運動習慣が全くないことは体力の総合評価指数を下げることを認められた。出生体重の変動によるグループ別にlow LBMとnon-low LBMの頻度に差があるかどうかをFisherの正確検定を行った結果、有意な差が認められた ($p < 0.05$)。このように、LBMの低下を特徴とする青年女性の痩身は体力を低下させていて、体力は生活習慣並びに出生体重の増量とも関連することが明らかになった。

キーワード：生活習慣病、成人病胎児期発症説、出生時体重、痩身

目次

- I はじめに
- II 方法
- III 結果
- IV 考察
- V 結論

I はじめに

生活習慣病に関するアジアのコホート研究では、肥満と生活習慣病との関係ばかりでなく、痩身がその発症割合を増加させる傾向にあることが観察され、現在痩身が及ぼす生活習慣病への影響についても注目を浴びている (21, 27)。情報の氾濫や価値観の多様化などに伴い若年女性の痩身願望が強くなってきており (9)、青年女性の痩身の頻度は肥満よりも3倍ほど高い値を示している (15)。痩身は、骨や筋肉などの脂肪以外の要素をも減少させ、それが基礎代謝量の低下などを導き (低体温症)、日常の身体活動に支障をきたすことが知られている (1)。

そして、次世代を担う子供の健康を考える上で、女性が出産する過程においてもマイナスの影響を及ぼしていることが知られている。過度な痩身状態の妊婦から生まれてくる子どもは出生体重が低下していることやその後の発育不良を誘発するなどの生物学的な負の影響が示されている (2, 22)。身体的属性としての発育現量値は、両親から引き継がれる遺伝的に決定された生物学的要因に作用され、さらに、母親の栄養状態に伴う低出生体重などの非遺伝的な生物学的要因が発達に決定的な役割を果たすことがある (28)。わが国の出生体重は、1980年の3100 g台が2000年には2900 g台まで減少して現在までその状態が保たれており、早産を含めた低出生体重児の頻度は10%を超えようとしていることは憂慮すべき状況と考えられる (19)。

しかしながら、どのようなライフスタイルが筋肉などを含むLBM (lean body mass) を減量させるのか、1歳までの発育との関連並びに体力に及ぼす影響については必ずしも明らかにされていない。そこで本研究では、1歳までの体重の発育量と生活習慣と体力に着目し、青年女性のLBMに影響を及ぼす要因を検討した。

II 方法

調査対象および調査期間

調査対象は中核的都市機能を備えたM市に在住している年齢19.0歳 (18.0~20.0) (2.5~97.5パーセンタイル値) の女子大学生で、健康診断を受けた健康な443名であった。調査は2005年から2008年までのそれぞれの大学入学時の4月に公立の健康づくりセンターで行われた。

乳児期の体重と授乳方法

出生から1歳までの体重の現量値については、母子手帳の体重の欄を参照にし、出生時、出生3日目、7日目、120日目、1歳時の5箇所を調査した。体重変動値については、出生体重を基準にして3日目、7日目、120日目、1歳時とのそれぞれの変動を算出した。また、120日目までの授乳方法 (人工乳・混合、母乳) を調べた。

体型と生活習慣に関するアンケート

アンケートはStettlerら (25) の調査を参考にし、①体型に関する項目において、体型への意識

青年女性のLBMと1歳までの体重との関連性、並びにLBMが現在の体力に及ぼす影響について (宮元章次)

として痩せやすい (太りやすい、痩せやすい、普通) に対する該当の有無、及び母親の若いころの体型として痩せ気味である (太り気味である、痩せ気味である、普通) に対する該当の有無、②生活習慣に関する項目において、朝食の習慣として毎日取る (毎日取る、時々欠かす、全く取らない) に対する該当の有無、栄養のバランスとしてバランスがある (バランスがある、アンバランス、普通) に対する該当の有無、及び運動の習慣あり (あり、時々する、全くない) に対する該当の有無とした (Table 1)。

Table 1 Body weight from birth until 1 year of age, body weight changes, feeding method, physique index, body composition, medians (proportion) of parameters of questionnaire concerning body type and lifestyle, and percentiles (2.5-97.5)

N=443	Median or proportion	2.5 to 97.5 percentile	
Subjects in infancy			
Birth weight, kg	3.1	2.2	3.9
Weight at 3 days old, kg	3.0	2.2	3.8
Weight at 7 days old, kg	3.1	2.3	3.9
Weight at 120 days old, kg	6.5	4.7	8.3
Weight at 1 year old, kg	9.2	7.5	12.0
Absolute weight gain from birth to 3 days, kg	-0.1	-0.3	0.1
Absolute weight gain from birth to 7 days, kg	0.0	-0.3	0.3
Absolute weight gain from birth to 120 days, kg	3.4	1.9	4.9
Absolute weight gain from birth to 1 year, kg	6.1	4.4	8.8
Subjects in adulthood			
Age, y	19.0	18.0	20.0
Weight, kg	50.6	39.7	67.3
BMI, kg/m ²	20.0	16.2	26.1
Body fat rate, %	24.1	16.0	35.7
Fat mass, kg	12.2	6.3	22.3
Lean body mass, kg	38.4	31.7	48.0
Constitution to lose weight	21.9		NA
Thinness of mother, %	24.1		NA
Breakfasting habit, %	73.8		NA
Balanced meals, %	84.9		NA
Exercise habit, %	22.8		NA

体格指数・身体組成

現在の体重と身長は健康診断にて計測したものを使用した。体格指数としては体重 (kg) を身長 (m) で除したBMI (kg/m²) を、そして身体組成は体脂肪率、脂肪量、LBMを用いた。体脂肪率 (%) と脂肪量 (kg) はインピーダンス法 (TANITA; BF-220) を用いて測定し、LBM (kg) は体重から脂肪量を減じた値として用いた。

Low LBM

本研究では調査対象者をlow LBMとnon-low LBMに分類した。その分類には、我々の先行研究、20歳女性の標準的な身体的特性“female reference body”のLBMが 39.6 ± 2.9 kgであったことを考慮し(10)、low LBM (n=139) は、その平均LBM値に1 SDを加味した36.7 kg未満(39.6 kg-2.9 kg)に、それ以上をnon-low LBM (n=303) とした。

体力テスト

身体運動能力の測定には体力テストとして、反復横とび、垂直とび、背筋力、握力、上体そらし、立位体前屈、踏み台昇降運動(14)を用いた。

解析方法及び解析の過程

基本統計量としての体重、体重変動値、授乳方法、体格指数・身体組成、体型と生活習慣に関するアンケート、及び体力について中央値(比率)、2.5~97.5パーセンタイル値を求めた。解析は主成分分析と重回帰分析によって行った。詳細は以下のとおりである。

出生体重増量群

近年の成年女性の痩身に及ぼす要因の解析の過程として、LBMは出生直後の発育状態に影響されることが推測されるので、出生体重に比べて生後3日目と7日目の体重の増減によってグループ分けを行った。グループ1 (g1) は生後3日目の体重が変動なしあるいは減量、7日目の体重が変動なしあるいは減量したものである。グループ2 (g2) は生後3日目の体重が変動なしあるいは減量、7日目の体重が増量したものである。グループ3 (g3) は生後3日目の体重が増量、7日目の体重が変動なしあるいは減量したものである。グループ4 (出生体重増量群: rapid weight gain group) は生後3日目の体重が増量、7日目の体重が増量したものである。

主成分分析と重回帰分析

俊敏性を反復横とび、瞬発力を垂直とび、筋力を握力、柔軟性を立位体前屈、全身持久力を踏み台昇降運動で見ることにして、これらの変数、および上で取り上げた総合評価指数を目的変数とし、説明変数を次の通りとした。説明変数はlow LBM (1 (LBM<36.7), 0 (LBM>=36.7))、授乳方法 (1 (人工乳・混合乳), 0 (母乳))、体型への意識 (1 (太りやすい), 0 (その他))、体型への意識 (1 (痩せやすい), 0 (その他))、母の若い頃の体型 (1 (太り気味である), 0 (それ以外))、母の若い頃の体型 (1 (痩せ気味である), 0 (それ以外))、朝食 (1 (毎日取る), 0 (それ以外))、朝食 (1 (全く取らない), 0 (それ以外))、栄養のバランス (1 (バランスがある), 0 (それ以外))、栄養のバランス (1 (アンバランス), 0 (それ以外))、運動の習慣 (1 (あり), 0 (それ以外))、運動の習慣 (1 (全くない), 0 (それ以外)) の項目である。これらを説明変数として重回帰分析を行い、forward selectionで変数選択を行った上で、選ばれた変数について回帰係数の推定値、標準誤差、95%信頼限界を算出した。計算はSAS9.0で行い、有意水準は5%とした。

倫理的配慮

本研究計画は調査協力校において研究倫理に関わる学内の倫理機関(学務課)の承認を受け、その後調査を実施した。調査対象者には個人を特定しないこと、アンケートでは回答したくない場合には白紙でも構わない旨を文書と口頭で説明したうえで同意を得た。調査データの入力・解析を行う前にコード付けによる匿名化を行い、連結不可能な情報にして個人情報の保護を遵守した。

III 結果

Table 1 に出生時から1歳までの体重の現量値、体重変動値、授乳方法、体格指数、身体組成、体型と生活習慣に関するアンケートの中央値(比率)、及び2.5パーセンタイル値と97.5パーセンタイル値を示した。3日目の体重(パーセンタイル値)は3.0 kg (2.2~3.8)を示して出生体重よりも0.1 kg (-0.3~0.1 kg)減少して、7日目の体重は3.1 kg (2.3~3.9 kg)を示して出生体重に戻った。青年期の値(パーセンタイル値)は、体重50.6 kg (39.7~67.3 kg)、BMI20.0 kg/m² (16.2~26.1 kg/m²)、体脂肪率24.1% (16.0~35.7%)、脂肪量12.2 kg (6.3~22.3 kg)、およびLBM38.4 kg (31.7~48.0 kg)を示した。母親の若い頃の体型が痩せ気味は24.1%、朝食を毎日とるものが73.8%、栄養のバランスがとれているものが84.9%、運動の習慣があるものが22.8%であった。

Table 2 に反復横とび、垂直とび、背筋力、握力、上体そらし、立位体前屈、踏み台昇降運動の発達現量値を示した。全国の平均値と比較して握力、背筋力、上体そらしの項目が低下している。

Table 2 Agility, muscle power, strength, flexibility, cardio-respiratory endurance and total score of subjects in adulthood

N=443	Median or proportion	2.5 to percentile	97.5 percentile
Side step (agility)	40.0	31.0	47.0
Vertical jump (muscle power) (cm)	41.0	30.0	53.0
Back strength (muscle strength) (kg)	61.5	31.8	101.0
Grip strength (muscle strength) (kg)	23.3	16.0	31.7
Trunk extension (flexibility) (cm)	49.3	31.3	62.4
Standing trunk (flexibility) (cm)	14.2	-1.1	26.8
Step test (cardio-respiratory endurance)	56.2	43.0	85.0

Table 3 より明らかなように、累積寄与率が第4主成分まで取り上げても73.7%にしかならず、また各主成分の意味づけを与えることも難しかったため、主成分分析では第1主成分だけを総合評価指数として取り上げることにした。また、出生体重の変動によるグループ別にlow LBMとnon-low LBMの頻度に差があるかどうかをFisherの正確検定を行った結果、g1・g2・g3間には有

Table 3 Results of principal component analysis

	Eigenvector			
	Prin 1	Prin 2	Prin 3	Prin 4
Eigenvalue	2.264	1.105	1.007	0.782
Contribution	0.323	0.158	0.144	0.112
Cumulative contribution	0.323	0.481	0.625	0.737
Side step	0.409	-0.073	0.408	-0.375
Vertical jump	0.417	-0.312	0.032	-0.576
Back strength	0.456	-0.225	-0.192	0.475
Grip strength	0.445	-0.348	-0.224	0.343
Trunk extension	0.298	0.628	-0.237	0.035
Standing trunk	0.338	0.510	-0.273	-0.200
Step test	0.217	0.264	0.783	0.375

意な差は認められなかった ($p=0.698$)。そこで、 $g1 \cdot g2 \cdot g3$ を合併して、これに対する出生体重増量群の効果についてFisherの正確検定を行ったところ有意な差が認められた ($p<0.05$)。

Table 4 に俊敏性、瞬発力、筋力、柔軟性、全身持久力、総合評価指数の6つを目的変数、LBM及びその他の変数を説明変数として行った重回帰分析の結果を与えた。俊敏性に対してlow LBMはnon-low LBMに比べて、反復横とびの回数が1.39回有意に減少していることが分かる ($p<0.05$)。一方、俊敏性を高める因子としては人工混合の授乳 ($p<0.05$)、毎日の朝食の摂取 ($p<0.05$)、運動習慣があげられた。逆に、運動習慣が全くない場合には俊敏性を下げることが分かる ($p<0.05$)。瞬発力に対してlow LBMはnon-low LBMに比べて、垂直とびを1.58 cm少なくすることが分かる ($p<0.05$)。また、瞬発力を下げる因子として栄養のアンバランス ($p<0.05$) と母親が太っていることが挙げられた ($p<0.05$)。一方、瞬発力を高める因子としては人工混合の授乳 ($p<0.05$) が認められた。筋力に対してlow LBMはnon-low LBMに比べて、握力を3.3 kg下げることが分かる ($p<0.05$)。筋力を低下させる因子としては、朝食の習慣がないこと ($p<0.05$)、運動習慣が全くないことである ($p<0.05$)。柔軟性に対してlow LBMはnon-low LBMに比べて、立位体前屈を2.49cm低下させることが認められる ($p<0.05$)。運動習慣が全くないことが柔軟性を低下させていた ($p<0.05$)。全身持久力 (踏み台昇降運動) に対してlow LBMとnon-low LBMとの関連は認められなかった ($p=0.209$)。また、全身持久力を低下させる因子として、人工混合の授乳 ($p<0.05$)、運動習慣が全くないこと ($p<0.05$) が挙げられた。逆に、全身持久力を増やす因子として運動習慣があること ($p<0.05$)、太りやすいと体型を意識していること ($p<0.05$) が認められた。最後に、総合評価指数に関して、low LBMはnon-low LBMに比べて現在の体力の総合評価指数を有意に下げることが認められた ($p<0.05$)。また、運動習慣のあることは体力の総合評価指数を上げ ($p<0.05$)、運動習慣が全くないことは体力の総合評価指数を下げる ($p<0.05$) が認められた ($p<0.05$)。

Table 4 Results of multiple regression analysis regarding agility, muscle power, strength, flexibility, cardiorespiratory endurance, and general evaluation (1st principal component) as dependent variables and LBM and other variables as explanatory variables

	Parameter	Estimate	Standard error	p-value
Agility	Intercept	39.80	0.53	<.0001
	LBM reduction	-1.39	0.43	0.001
	Formula type, artificial milk	0.81	0.39	0.039
	Constitution to gain weight	-0.47	0.40	0.240
	Breakfasting habit	0.96	0.44	0.031
	Exercise habit	1.32	0.48	0.007
	No exercise	-1.13	0.47	0.016
Muscle power	Intercept	41.27	0.74	<.0001
	LBM reduction	-1.58	0.58	0.007
	Formula type, artificial milk	1.24	0.53	0.019
	Constitution to gain weight	-0.38	0.55	0.494
	Breakfasting habit	0.92	0.61	0.132
	No breakfast	-4.78	5.57	0.391
	Overweight mother	-1.47	0.74	0.047
	Unbalanced meals	-1.72	0.76	0.025
Muscle strength	Habitual exercise	0.86	0.66	0.189
	No exercise	-1.01	0.65	0.121
	Intercept	24.64	0.37	<.0001
	LBM reduction	-3.27	0.39	<.0001
	Formula type, artificial milk	0.61	0.36	0.091
	Constitution to gain weight	0.48	0.38	0.199
	No breakfast	-7.64	3.80	0.045
	Overweight mother	-0.86	0.50	0.087
Flexibility	Unbalanced meals	-0.70	0.52	0.181
	No exercise	-1.31	0.42	0.002
	Intercept	15.57	0.66	<.0001
	LBM reduction	-2.49	0.74	0.001
	Formula type, artificial milk	-1.30	0.67	0.052
	Constitution to lose weight	-1.34	0.86	0.118
	Balanced meals	1.96	1.05	0.064
	Unbalanced meals	1.38	0.98	0.161
Cardio-respiratory endurance	Habitual exercise	0.86	0.84	0.303
	No exercise	-1.99	0.83	0.017
	Intercept	58.42	1.38	<.0001
	LBM reduction	-1.48	1.18	0.209
	Formula type, artificial milk	-2.86	1.07	0.008
	Constitution to lose weight	2.52	1.32	0.057
	Constitution to gain weight	4.07	1.62	0.012
	Overweight mother	-1.87	1.50	0.215
General evaluation (princomp 1)	Thin mother	2.54	1.71	0.139
	Habitual exercise	3.37	1.33	0.012
	No exercise	-2.82	1.31	0.032
	Intercept	0.43	0.11	<.0001
	LBM reduction	-1.08	0.14	<.0001
	No breakfast	-1.95	1.37	0.156
	Overweight mother	-0.26	0.18	0.149
	Balanced meals	0.22	0.20	0.280
General evaluation (princomp 1)	Habitual exercise	0.47	0.16	0.004
	No exercise	-0.63	0.16	<.0001

IV 考察

体格指数にBMIを用いて、痩身による生活習慣病の発症率に関する数多くの報告がなされている(11, 13, 20)。先行研究によると、わが国において痩身女性(BMI 18.4)の生活習慣病の発症率が標準体重の女性(BMI 22.0)に比較して1.24倍となることが明らかにされている(26)。本研究では痩身の程度を量定するためにLBMを用いた。これは体格指数としてのBMIは、身長と体重からのみ算出するため、痩身の程度の量定が困難と判断したためである(6, 23)。身体は脂肪量とLBMとの2成分モデルで表す事ができるので、LBMは痩身の程度を反映する適切な指標といえる(7)。

Ikai & Fukunaga (1969) は、年齢18-21才、体重52.9 kg、BMI 21.8 kg/m²の日本の青年女性11名を対象にして密度法を用いて身体組成を算出した結果、体脂肪率24.1%、脂肪量12.8 kg、LBM 40.1 kgを求めた(12)。同様に、Sato (1975) は、平均年齢20.1±1.1才、体重52.7 kg、BMI 21.6 kg/m²の日本の青年女性24名を対象にして、体脂肪率24.1%、脂肪量13.1 kg、LBM 39.6 kgを得た(24)。本研究では値(2.5~97.5パーセントイル)は、年齢19.0歳(18.0~20.0)、体重50.6 kg(39.7~67.3 kg)、BMI 20.0 kg/m²(16.2~26.1 kg/m²)の健常な青年女性443名を対象として、体脂肪率24.1%(16.0~35.7%)、脂肪量12.2 kg(6.3~22.3 kg)及びLBM 38.4 kg(31.7~48.0 kg)を得た。

一般人では、体格指数である体重やBMIは身体組成を示す体脂肪率やLBMと相関を示しているが(7)、痩身者の身体組成は標準体重の者よりも多くの体脂肪量が減量しているために体脂肪率が低くなる(3, 17)。密度差の部分(減量部分や増量部分)(obesity tissue)に占めるLBMの割合は27.0~29.0%であって(3, 17)、運動を取り入れたウェイトコントロールではLBMが維持・増量して、脂肪のみが減少している(18)。本研究と先行研究との差から日本人女性の体重減少部分2.1~2.3 kgに占めるLBMの割合は75.9%であった。日本の児童・青少年は形態的に大型化を続ける中で、青年女性の体格は痩身傾向を示しつつも、身体組成における体脂肪率24.1%は不変のままLBM低下が生じる、というように予想に反した結果を示し、このことは非常に深刻な問題を含んでいると考えている。

本研究では、青年女性の体力の発達現量値とLBMとの関連について検討を行った。Table 4から明らかなように、青年女性のLBM低下は現在の体力の総合評価指数(第1主成分)を下げる事が認められた(p<0.05)。先行研究の解剖の5例をもとに、LBMに占める筋量と骨量の割合を算出すると70.0 ± 7.4%となることから(4, 16)、本研究における筋量と骨量は先行研究(12, 24)に比較して0.8~1.2 kgの減量となった。LBMはその多くの部分が筋と骨とから構成されていることからみても、青年女性の体力を高めるためにはLBMの値が重要といえる。また別の観点から考えると、LBMは脂肪量以外の骨格を形成する要素、特に筋量を大きく反映していることから、幼少年期から成人に至るまでの間の運動習慣の有無と関係深いことは明らかであり、本研究から得られた結果もこれを支持するものであった(Table 4)。しかしながら、本研究では発育期の運動経験の有

青年女性のLBMと1歳までの体重との関連性、並びにLBMが現在の体力に及ぼす影響について(宮元章次)

無や本人および母親の喫煙経験やその年数については検討を行っていないため、より詳細な考察を行うことは困難であった。これらについては今後の検討課題として取り扱いたい。

また、本研究の重回帰分析から得られた体力を低下させる因子として、「栄養のアンバランス」、「朝食の不摂取」、「運動習慣がないこと」、及び「母親が太っていること」があげられた。「栄養のアンバランス」や「朝食の不摂取」は、栄養不足に伴う免疫機能の低下や抗酸化物質の不足などが病気の罹患率を高めることを示唆しており(1, 10)、そして「運動習慣がないこと」は、身体活動量不足を表しており体力の低下と直結することは間違いないと思われる。また、「母親が太っていること」は、その肥満を司る遺伝的要因をそのまま引き継いでいる可能性が示唆されるが、このような遺伝的な要因を変えうることは困難といえるが、生活の改善がLBMの獲得には必要であり、改善されない状況では青年女性の体力低下は将来ともに続くと推測される。一方、今回の調査では、人工乳の授乳が俊敏性と瞬発力に代表されるパワーの発揮と関連していた。パワーは体重に比例して大きくなること、及び母乳と比較して人工乳が乳児の体重を増加させることも分かっているが(25)、それが青年期にまで反映しているのかどうかについては本研究の結果からだけでは判断できなかった。また、俊敏性との関係については、その理由については全く分からなかった。

新生児期や乳児期の発育状態は高血圧や心筋梗塞などの生活習慣病発症と関連している(5, 8, 21)。乳児期までに発育が低下していたものが、その後大きく成長した場合には、体の成長に伴って肝臓や心臓などの器官が大きく発達しないため、血糖値の調節や循環機能など各種システムの機能の負担になるからであろう。生活習慣病は、過食や運動不足などの生活習慣の乱れがあると、その乱れがドミノ倒しの駒を倒す引き金になっている。しかしながら、大きなLBMをもった母親が丈夫な子どもを産み、育てることがドミノ倒しの駒を倒さない基本であることが推察される。つまり、生まれてくる子どもを将来においてたくましい身体にするためには、青年女性が大きなLBMを獲得することが有意義な対策であることが示唆された。

V 結論

本研究では、1歳までの体重と青年女性のLBMとの関連性、並びにLBMが現在の体力に及ぼす影響について検討した。得られた結果は、以下の通りである。low LBMはnon-low LBMに比べて、現在の体力の総合評価指数(第1主成分)を低下させた。LBMの低下を特徴とする青年女性の痩身は全身持久力を除く体力を下降させることが明らかとなった。体力は生活習慣、および出生体重の増量と関連していた。

References

1. Abo T (2005) Progress of medicine: Mind and immunity. *Jpn J School Health* 46:589-592 (in Japanese)
2. Barker D J, Osmond C, Golding J, Kuh D, and Wadsworth M (1989) Growth in utero, blood pressure in childhood and adult life, and mortality from cardiovascular disease. *Br Med J* 298:564-567
3. Brozek J, Grande F, Anderson J T, and Keys A (1963) Densitometric analysis of body composition: Revision of some quantitative assumptions. *Annals New York Academy of Sciences* 110:113-140
4. Dobeln W (1956) Human standard and maximal metabolic rate in relation to fat free mass. *Acta Physiol. Scand.* 37: suppl 126
5. Eriksson J G, Forsen T, Tuomilehto J, Osmond C, and Barker D J (2001) Early growth and coronary heart disease in later life: longitudinal study. *BMJ* 322:949-953
6. Forbes G B, and Lewis A M (1956) Total sodium, potassium and chloride in adult men. *J Clin Invest* 35:596-600
7. Forbes G B (1987) Human body composition: Growth, aging, nutrition and activity. 207-266 Springer Verlag, New York
8. Forsen T J Eriksson J G, Osmond C, and Barker D J (2004) The infant growth of boys who later develop coronary heart disease. *Ann Med* 36:389-392
9. Funatogawa I, Funatogawa T, and Yano E (2007) Do overweight children necessarily make overweight adults? Repeated cross sectional annual nationwide survey of Japanese girls and women over nearly six decades. *BMJ* 15:277-282
10. Miyamoto S, Ishiko T, Takara H, and Mori S (1994) A modified formula to estimate body fat from body density in adult females. *Adv Exerc Sports Physiol* 1:13-17
11. Harris T, Cook E F, Garrison R, Higgins M, Kannel W, and Goldman L (1988) Body Mass Index and mortality among nonsmoking older persons: The Framingham heart study. *JAMA* 259:1520-1524
12. Ikai M, and Fukunaga T (1969) Studies on the body composition of the Japanese. *Bull Fac Educ Univ Tokyo* 11:1-29 (in Japanese)
13. Keys A, Fidanza F, Karvonen M J, and Kimura N (1972) Indices of relative weight and obesity. *J chronic Dis* 25:329-343
14. Labor Phys Educ Tokyo Metro Univ (1988) Physical fitness standards of Japanese people, 4th Ed., 98-229 Fumaido, Tokyo (in Japanese)
15. Ministry of Health, Labor and Welfare Jap (2006) The national health and nutrition survey in Japan, 2003. 320-321 (in Japanese)
16. Mitchell H H, Hamilton T S, Steggerda F R, and Bean H W (1945) The chemical composition of the adult human body and its bearing on the biochemistry of growth. *J Biol Chem* 258:625-637
17. Miyamoto S, Ishiko T, Takara H, and Mori S (1994) A modified formula to estimate body fat from body density in adult females. *Adv Exerc Sports Physiol* 1:13-17
18. Miyamoto S, and Ishiko T (2002) Is the Females body composition formula based on body density and body fat applicable to the case of weight control? *Adv Exerc Sports Physiol* 8:5-8
19. Mothers' and children's health & Welfare association (2006) Maternal and child health statistics of Japan. 44-102 (in Japanese)
20. NIH (1985) Health implications of obesity: National Institutes of Health Consensus Development Conference Statement. *Ann Intern Med* 103:1073-1077
21. Obesity (1997) Preventing and managing the global epidemic; Report of a WHO consultation on obesity Geneva. 3. Global prevalence and secular trends in obesity.
22. Osmond C, Barker D J, Winter P D, Fall C H D, and Simmonds S J (1993) Early growth and death from cardiovascular disease in women. *BMJ* 307:1519-1524
23. Pace N, and Rathbun E N (1945) The body water and chemically combined nitrogen content in relation to fat content. *J Biol Chem* 158:685-691
24. Sato K (1975) Studies on the body fat mass of the Japanese: on the body fat mass at adolescence. *Japan J Phys Fitness Sports Med* 24:134-150 (in Japanese)
25. Stettler N, Stallings V A, Troxel A B, Zhao J, Schinnar R, Nelson S E, Ziegler E E, and Strom B L (2005) Weight gain in the first week of life and overweight in adulthood: a cohort study of European American subjects fed infant formula. *Circulation* 111: 1897-1903
26. Tokunaga K, Matsuzawa Y, Kotani K, Keno Y, Kobatake T, Fujioka S, and Tarui S (1990) Ideal body weight estimated from the body mass index with the lowest morbidity. *Int J Obesity* 15:1-5
27. Tsugane S. (2007) A dietary habit and cancer : The evidence of an epidemiologic study. *J Clinical Sports Medicine* 24:321-329
28. Waddington C.H. (1961) Evolution, Allen G and Unwin B, The nature of life, 3rd. Ed., 69-95, Unwin Books, London

