小学校低学年の比体表面積と身長最大の発育年齢時の 比体表面積との連関

三野 耕¹⁾ 成山 公一²⁾ 山本 忠志¹⁾

On the correlation of specific body surface area in early elementary school years and that of age at peak height velocity of stature

Tsutomu Mino¹, Koichi Nariyama² and Tadashi Yamamoto¹

abstract

The authors report few findings concerning estimation of specific body surface area (: s = body surface area/body weight) in early elementary school years and that of age at peak height velocity (: PHV) of stature that appears when assessing the standard values for longitudinal $1/s$ according to rate of maturity.

The subjects of the study were 81 boys for whom data concerning stature and weight measured in April each year from elementary school to high school was obtained. Those who participated in extracurricular sports less than 3 days per week for both high school and middle school were considered non-athletes.

Those who participated in extracurricular sports 5 days a week or more were considered athletes. The data included stature and weight measured in April each year from elementary school to high school for 74 subjects that participated in rugby beginning in junior high school and 56 who participated in boxing beginning in high school.

Standard charts according to longitudinal maturity type of $1/s$ were used for estimation of $1/s$.

As a result, rank correlation of $1/s$ in early elementary school years and that of age at PHV of stature in non-athletes was 0.634 ; a significant correlation of 1% level was observed.

The values of 0.805 for those participating in rugby and 0.826 for those participating in boxing were both higher than the rank correlation factor for non-athletes who were subjects of the study.

When examining longitudinal $1/s$ of individuals whose estimation for early elementary school years was below the 25 percentile curve and above the 75 percentile, it was observed to increase with age and a difference in $1/s$ was observed in individuals of the same age, with the value being higher for athletes than for non-athletes.

Key words : early elementary school years, specific body surface area, non-athletes, rugby, boxing

小学校低学年, 比体表面積, 非身体活動, ラグビー, ボクシング

1) 兵庫教育大学

2) 京都文教大学

¹ Hyogo University of Teacher Education

² Kyoto Bunkyo University

I はじめに

Vogler et al. (1985) は、出生時から8歳までの男女における大腿四頭筋、三角筋、腹直筋および横隔膜筋についてタイプI線維の割合を調べ、単位面積に対してタイプI線維の占める割合は男女間に差がなく、加齢による差もみられなかったと報告している。

Aherne et al. (1971) および Bowden et al. (1960) の資料を用いて上腕二頭筋、腓腹筋、三角筋および外側広筋の出生後から18歳までの筋線維の直径の平均について検討した Malina and Bouchard (1991) の報告では、加齢にしたがって増大し、その範囲は大きくなり個体差があることを指摘し、とくに骨格筋での筋組成には、個人間に大きなバラツキがあり、若い成人男子の外側広筋においてタイプI線維の割合は、平均で約50%であるが、その標準偏差は15%であり、個体差がみられることも報告している。

これらから、個々の骨格筋の組成において、思春期前からタイプI線維の占める割合に個体差があることは事実である。

Tanner (1978) によると思春期において筋力の増大速度がピークになる時期と身長最大発育年齢と密接な関係があり、体脂肪の増加速度も身長の最大発育年齢の発現する時期と関係のあることを報告している。

ところで、三野・成山 (2004) は、成熟別縦断型比体表面積基準チャートを用いて個々の縦断的な比体表面積(体表面積/体重)について検討し、比体表面積を s として、 s の逆数 ($1/s$) が75パーセンタイル以上に位置するものでは体脂肪量が多く、肥満的であり、25パーセンタイル未満に位置するものは体脂肪量が少なく、痩せ적であり、体脂肪量が正常範囲であっても25パーセンタイル未満、75パーセンタイル以上にもみられたこと、比体表面積と身体活動との関係において $1/s$ が75パーセンタイル以上90パーセンタイル未満では50m走、10パーセンタイル以上25パーセンタイル未満では持久走が優れていたことを報告している。

これらのことは、体脂肪量が正常範囲にあるにも関わらず $1/s$ が75パーセンタイル以上や25

パーセンタイル未満にあるのは、Malina and Bouchard (1991) の報告にみられたように若い成人男子では速筋線維と遅筋線維の割合に個体差があることと関係しているかも知れない。

とりわけ、前述したように筋組成の割合は思春期前から個体差があること、筋力の増大速度のピークの時期が身長の最大発育年齢の時期と密接な関係にあること、ならびに体脂肪量が正常範囲にあっても比体表面積に個体差があることから身長の最大発育年齢時における比体表面積の大きさは、思春期前であるテイク・オフ発現前後の比体表面積の大きさに影響していることを明らかにできればスポーツ選手育成にとってジュニア期の有効な指標となり、指導者にとって将来を見越した適切な指導ができる可能性がある。

そこで、非身体活動群と身体活動群について、小学校低学年の比体表面積と身長最大発育年齢時の比体表面積との関係を明らかにすることを本研究の目的とした。

II 方 法

1. 対象者と対象資料

対象者は、非身体活動群81名および身体活動群130名で、小学校1年から高校在籍時までの毎年4月に計測された身長および体重の資料が得られたものである。

非身体活動群は、中学および高校とも課外スポーツを実施していたのが週に3日未満であった男子である。

身体活動群は、中学および高校とも課外スポーツを週に5日以上実施していたもので、ラグビーを中学校から高校まで継続していたラグビー選手群(74名)、ボクシングを高校からしていたボクシング選手群(56名)である。

2. 体表面積および比体表面積の算出方法

体表面積は、藤本ほか (1968) による方法で、以下のとおりである。

$$S = W^{0.444} \times H^{0.663} \times 88.83$$

(S : 体表面積 (cm^2), W : 体重 (kg), H : 身長 (cm))

なお、比体表面積 (Funaki and Mino, 1974;

Funaki and Mino, 1976a; Funaki and Mino, 1976b) は、以下の式で算出された。

$$s = S/W, (s: \text{比体表面積 (cm}^2/\text{g)}, S: \text{体表面積 (cm}^2), W: \text{体重 (g)})$$

3. 最大発育年齢の算出と成熟度の判定

最大発育年齢は、PB1 法 (Preece and Baines, 1978) によって求められた。PB1 法の算出式は、以下のとおりである。

$$h = m1 - (2(m1 - m2)) / (\exp(m3(t - m5)) + \exp(m4(t - m5)))$$

h : t の時の身長

$m1$: 最終身長 (final or adult height)

$m2$: $t = m5$ の時の身長

$m3$ & $m4$: rate constant

$m5$: time constant

なお、身長の実測値と PB1 法で得られた理論値との差の標準偏差 (Residual Standard Deviation: RSD (Hauspie and Molinari, 2004), あるいは Standard Error of Estimate: SEE (Hauspie, 2002) とされている) を求め、RSD が 0.5 未満のものを採用し、そのときの発育速度の最大値の年齢を最大発育年齢とした。

成熟度 (Tanner et al., 1966a, 1966b) については、最大発育年齢が 11.75 歳未満を早熟型、11.75 歳以上 12.28 歳未満を早熟傾向型、12.28 歳以上 13.70 歳未満を平均型、13.70 歳以上 14.36 歳未満を晩熟傾向型、14.36 歳以上を晩熟型とした (三野, 1984)。なお、早熟型と早熟傾向型を早熟タイプ、平均型を平均タイプ、晩熟傾向型と晩熟型を晩熟タイプとした。

各群の身長発育平均曲線および発育速度平均曲線は、個人の縦断的な身長の実測値を PB1 法によって数学的パラメータを求め、それぞれの平均値を用いて PB1 法で求めた。

4. 比体表面積の評価

比体表面積の評価は、個人の最大発育年齢から判定された成熟度をもとに比体表面積の成熟別縦断型の基準チャート (三野・成山, 2004) によって小学校 1 年時および身長の最大発育年齢時におけるパーセンタイルの範囲とした。最大発育年齢時の比体表面積は、個々の縦断的な比体表面積

をもとに最大発育年齢の前後に相当する年齢時の比体表面積から比例配分法によって求められている。また、個々の小学校 1 年時および最大発育年齢時の暦年齢、ならびに個々の成熟の程度が、異なることからパーセンタイルの範囲を点数化したもので順位相関を求めた。

各群の比体表面積発育曲線は、個人の縦断的な比体表面積の実測値から各年齢の 50 パーセンタイル値を用いて求め、比体表面積横断型基準チャートで評価した。

なお、比体表面積横断型基準チャートの縦軸は、比体表面積 (s) の逆数で表されていることから以下 $1/s$ で示している。

5. 統計的処理

平均値の差の検定は、等分散を仮定した 2 標本による t 検定を行い危険率 5% 未満を有意とした。

パーセンタイルによる有意差の検定は、中央値にもとづく比の差を検定するカイ自乗法で、危険率 5% 未満を有意とした。

III 結 果

図 1 は、非身体活動群および身体活動群について、小学 1 年時における $1/s$ のパーセンタイルの範囲と PHV 年齢における $1/s$ のパーセンタイルの範囲との順位相関をみたものである。

図中に示した $1/s$ におけるパーセンタイルの各範囲について、1 点から 8 点までの得点を与えて、小学校 1 年時 (G1) の $1/s$ および PHV 年齢時の $1/s$ を評価したもので、横軸が G1、縦軸が PHV 年齢で、数字は出現数を示している。

この時の、それぞれの順位相関係数は、非身体活動群で 0.634、身体活動群のラグビー選手群で 0.805、ボクシング選手群で 0.826 といずれも 1% 水準で有意な高い相関が認められた。

図 2 は、非身体活動群および身体活動群の G1 における $1/s$ のパーセンタイルの範囲をそれぞれ 25 パーセンタイル未満 (25%ile. 未満群)、25 パーセンタイル以上 75 パーセンタイル未満 (標準群)、75 パーセンタイル以上 (75%ile. 以上群) に区分して、それら各範囲について G1 に比べて

Non Athlete		G1: Score								
Score	%ile.	1	2	3	4	5	6	7	8	Total
8	97 $\leq$ 1/s					1			0	1
7	90 $\leq$ 1/s<97					3	1	1		5
6	75 $\leq$ 1/s<90		1			3	3	1		8
5	50 $\leq$ 1/s<75			1	3	13	3	1		21
4	25 $\leq$ 1/s<50		1	4	18	9	2			34
3	10 $\leq$ 1/s<25		2	4	3					9
2	3 $\leq$ 1/s<10		2							2
1	1/s< 3	0	1							1
Total		0	7	9	24	29	9	3	0	81
G1vs PHV r : 0.634(p<0.01)				16		53			12	

RUGBY		G1: Score								
Score	%ile.	1	2	3	4	5	6	7	8	Total
8	97 $\leq$ 1/s						4	6	9	19
7	90 $\leq$ 1/s<97					1	5	3	2	11
6	75 $\leq$ 1/s<90		1	1	1	3	5	0	1	12
5	50 $\leq$ 1/s<75		0	0	3	7	4	1		15
4	25 $\leq$ 1/s<50		1	0	6	3				10
3	10 $\leq$ 1/s<25		0	5	2					7
2	3 $\leq$ 1/s<10		0							0
1	1/s< 3	0								0
Total		0	2	6	12	14	18	10	12	74
G1vs PHV r : 0.805(p<0.01)				8		26			40	

BOXING		G1: Score								
Score	%ile.	1	2	3	4	5	6	7	8	Total
8	97 $\leq$ 1/s						1	2	0	3
7	90 $\leq$ 1/s<97				2	1	1	0	1	5
6	75 $\leq$ 1/s<90				0	3	6	1		10
5	50 $\leq$ 1/s<75				2	4	2			8
4	25 $\leq$ 1/s<50		1	2	10	4				17
3	10 $\leq$ 1/s<25		1	5	2					8
2	3 $\leq$ 1/s<10		0	2						2
1	1/s< 3	2	1							3
Total		2	3	9	16	12	10	3	1	56
G1vs PHV r : 0.826(p<0.01)				14		28			14	

図 1 非身体活動群と身体活動群における G1 時と PHV 時との順位相関図

PHV 年齢時の 1/s のパーセンタイルが減少した (G1>PHV), 同じであった (G1=PHV), 増大した (G1<PHV) ものの出現率を比較したものである。

非身体活動群は, 25%ile. 未満群 (16 名) では G1<PHV (56.3%) の方が G1=PHV (37.5%) および G1>PHV (6.3%) よりも有意に高い出現率が認められた。標準群 (53 名) では G1=PHV (58.5%) の方が G1>PHV (22.6%) および G1<PHV (18.9%) よりも有意に高い出現率が認められた。75%ile. 以上群 (12 名) では, G1>PHV (58.3%) の方が G1=PHV (33.3%) および G1<PHV (8.3%) よりも有意に高い出現率が認められた。

ラグビー選手群は, 25%ile. 未満群 (8 名) では G1=PHV (62.5%) の方が G1<PHV (37.5%) および G1>PHV (0%) よりも有意に高い出現率が認められた。標準群 (26 名) では G1=PHV (50.0%) の方が G1>PHV (19.2%) よりも有意に

高い出現率が認められたが, G1<PHV (30.8%) との間には差はみられなかった。75%ile. 以上群 (40 名) では, G1=PHV (42.5%) の方が G1>PHV (20.0%) よりも有意に高い出現率が認められたが, G1<PHV (37.5%) との間には差はみられなかった。

ボクシング選手群は, 25%ile. 未満群 (14 名) では G1=PHV (50.0%) の方が G1>PHV (21.4%) よりも有意に高い出現率が認められたが, G1<PHV (28.6%) との間には差はみられなかった。標準群 (28 名) では G1=PHV (50.0%) の方が G1>PHV (21.4%) よりも有意に高い出現率が認められたが, G1<PHV (28.6%) との間には差はみられなかった。75%ile. 以上群 (14 名) では, G1=PHV (42.9%), G1>PHV (28.6%), G1<PHV (28.6%) との間にはいずれも差はみられなかった。

図 3 は, 図 2 の非身体活動群における各パーセンタイル群の G1>PHV, G1=PHV, G1<PHV の

図 2 各群の G1 時と PHV 時のパーセンタイルの比較
*: p < 0.05, **: p < 0.01

出現率をそれぞれ 100 として身体活動群における各パーセンタイル群の G1>PHV, G1=PHV, G1<PHV の出現率をみたもので、100%であれば非身体活動群と同等であることを表している。

ラグビー選手群は、25%ile. 未満群では G1=PHV (166.7%) の出現率が非身体活動群よりも有意に多く、G1<PHV (66.6%) および G1>PHV (0%) の出現率が非身体活動群よりも有意に少ないものであった。標準群では G1<PHV (163.0%) の出現率が非身体活動群よりも有意に多く、G1=PHV (85.5%) および G1>PHV (85.0%) が非身体活動群よりも少ないものの有意なものではなかった。75%ile. 以上群では、G1<PHV (451.8%)

図 3 非身体活動群に対する身体活動群の G1 時と PHV 時のパーセンタイルの比較
*: p < 0.05, **: p < 0.01

および G1=PHV (127.6%) の出現率が非身体活動群よりも有意に多く、G1>PHV (34.3%) の出現率が非身体活動群よりも有意に少ないものであった。

ボクシング選手群は、25%ile. 未満群では G1>PHV (339.7%) および G1=PHV (133.3%) の出現率が非身体活動群よりも有意に多く、G1<PHV (50.8%) の出現率が非身体活動群よりも有意に少ないものであった。標準群では G1<PHV (151.3%) の出現率が非身体活動群よりも有意に多く、G1>PHV (94.7%) および G1=PHV (85.5%) の出現率が非身体活動群よりも少ないものの有意なものではなかった。75%ile. 以上群では、G1<PHV (344.6%) および G1=PHV (128.8%) の出現率が非身体活動群よりも有意に多く、G1>PHV (49.1%) の出現率が非身体活動群よりも有意に少ないものであった。

図 4 は、非身体活動群について白丸の 25%ile. 未満群と黒丸の 75%ile. 以上群の身長発育 (図 4 左) および比体表面積発育 (図 4 右) をそれぞれ

図4 非身体活動群の1/sにおける各パーセンタイル群の身長と比体表面積の縦断的变化について

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

の発育基準チャートにプロットしたものである。身長発育における現量値の丸印は平均値で上下の幅は標準偏差を表し、黒丸の上限域は+1SD、白丸の下限域は-1SDを示し、比体表面積の丸印は50%ile. 値、上限域は75%ile. 値、下限域は25%ile. 値を示している。図中のアスタリスクは、両群間の有意差の程度を示したものである。

身長発育の現量値では、7歳から10歳までは75%ile. 以上群のものの方が25%ile. 未満群のものよりも明らかに高いものであったが、11歳以降の両群に差がみられなかった。また、身長の発育速度曲線に差はみられなかった。比体表面積発育では、6.5歳から15.5歳まで全域において75%ile. 以上群のものの方が25%ile. 未満群のものよりも有意に大きいものであった。

図5は、ラグビー選手群でG1時の1/sが25%ile. 未満群のものは8例のため50パーセンタイル未満のもの(20名)を50%ile. 未満群として白丸で、75%ile. 以上群として黒丸で示したものと比較している。なお、参考として25%ile. 未満群の身長発育および比体表面積発育を黒三角で示した。

身長発育では7歳から12歳まで75%ile. 以上

群のものの方が50%ile. 未満群のものよりも明らかに背が高いものであったが、発育速度曲線には差はみられなかった。比体表面積発育では、6.5歳から16.5歳まで75%ile. 以上群のものの方が50%ile. 未満群のものよりも有意に大きいものであった。

図6は、ボクシング選手群について、白丸の25%ile. 未満群のものと黒丸の75%ile. 以上群のものの身長発育と比体表面積発育を比較したものである。

身長発育曲線は、7歳から17歳までいずれも75%ile. 以上群のものの方が25%ile. 未満群のものよりも有意に背が高いものであったが、身長発育速度曲線は両群に差はみられなかった。比体表面積発育では、6.5歳から15.5歳まで75%ile. 以上群のものの方が25%ile. 未満群のものよりも有意に大きいものであった。

IV 考 察

三野・成山(2004)は、学齢期の比体表面積基準チャートを作成し、その際に有酸素性能力の高

図5 ラグビー選手群の1/sにおける各パーセンタイル群の身長と比体表面積の縦断的变化について
*: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$

図6 ボクシング選手群の1/sにおける各パーセンタイル群の身長と比体表面積の縦断的变化について
*: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$

いと考えられる持久走能力が優れたものは男女とも成熟別の比体表面積基準チャートの10パーセンタイル以上25パーセンタイル未満に多く、無酸素性能力が高いと考えられる短距離走能力の優れたものは、75パーセンタイル以上90パーセンタイル未満に多いことを報告している。

本研究では、小学校1年時(G1)の比体表面積が25%ile. 未満, 75%ile. 以上に区分して、若い成人男子の外側広筋においてタイプI線維の割合に個体差がみられる(Malina and Bouchard, 1991)ことからPHVの時期での比体表面積との関連を検討したものである。

図1にみられたようにG1時の1/sとPHV年齢の1/sとの間に高い相関関係がみられ、小学校1年時の1/sの大きさがPHV年齢時の1/sに影響している。その影響は、身体活動群の方が非身体活動群よりも相関係数が大きく、しかも課外活動が比較的活動的であったものの方がその傾向が大きいものであった。

非身体活動群においてG1時とPHV年齢での1/sのパーセンタイルの範囲における変化(図2上)を比較したところ25%ile. 未満群ではG1<PHV, 75%ile. 以上群ではG1>PHV, それぞれの出現率が明らかに高いものであった。時系列的にみた身長発育(図4左)は、10歳頃まで75%ile. 以上群の方が25%ile. 未満群よりも有意に高いものであったが、それ以後になると差はみられなかった。時系列的にみた比体表面積発育(図4右)は、6.5歳から15.5歳まで全ての年齢で75%ile. 以上群の方が25%ile. 未満群よりも有意に大きかった。しかし、75%ile. 以上群の11.5歳以降の50%ile. 値は75パーセンタイル曲線未満へ移動していた。一方、25%ile. 未満群の9.5歳以降の50%ile. 値は25パーセンタイル曲線以上へと移動していた。

身体活動群での1/sのパーセンタイルの範囲における変化(図3)は、非身体活動群に比べて25%ile. 未満群ではG1<PHVであったものは明らかに少なく、75%ile. 以上群ではG1<PHVであったものが明らかに多くみられた。

また、ラグビー選手群の時系列的にみた身長発育(図5左)は、12歳頃まで75%ile. 以上群の方が25%ile. 未満群よりも現量値は有意に大きいも

のであったが、それ以後になると現量値の差はみられなかった。時系列的にみた比体表面積発育(図5右)は、全ての年齢で75%ile. 以上群の方が50%ile. 未満群よりも有意に大きいものであったものの、75%ile. 以上群での50%ile. 値は90パーセンタイル曲線以上に、50%ile. 未満群での50%ile. 値は50パーセンタイル曲線以上に移動し、小学校低学年での1/sが比較的大きいものは比較的小さいものよりも大きくなることを窺わせた。

ボクシング選手群では、身長発育(図6左)および比体表面積発育(図6右)、いずれも全ての年齢で75%ile. 以上群の方が25%ile. 未満群よりも有意に大きいものであったが、PHV年齢時の1/sは、ラグビー選手群よりも小さいものであった。

ところで、ラグビー選手やボクシング選手の多くは、高校期、すなわちPHVの発現以降から本格的なスポーツトレーニングを始めたもので、中学校期に多くのものが発現するPHV年齢時の1/sに本格的なスポーツトレーニングが影響を及ぼしているとは言えない。それよりも中学から週5日以上運動を実施していたことの影響の方が大きく関与していたものと考えられ、そのことにより身体活動群のPHV年齢時の1/sの方が非身体活動群のPHV年齢時の1/sよりも高値を示したものと見えるかも知れない。

また、前述したように非身体活動群の1/sがPHV年齢以降に増大していたもののパーセンタイル曲線で評価すると75パーセンタイル曲線から50パーセンタイル曲線へと減少傾向にあった。

このことは、75%ile. 以上群のものであっても身体活動を日常的に実施していないものでは1/sの増大の割合が少ないことを示すものであった。

これらから、Malina and Bouchard (1991)が示した上腕二頭筋、腓腹筋、三角筋および外側広筋の出生後から18歳までの筋線維の直径の平均値が加齢的に増大し、加齢にしたがって分布範囲が大きくなっていたことやヒトの筋組成、とくに骨格筋での筋組成には、個人間に大きなバラツキがあり、若い成人男子の外側広筋においてタイプI線維に個体差がみられたのは個々の身体活動の差

異等が $1/s$ の増大の差に関係していたものと考えられる。

また, Tanner (1978) が報告しているように思春期において筋力の増大速度が PHV 年齢と密接な関係があり, 体脂肪の増加速度が PHV 年齢と関係のあることから PHV 年齢が発現する時期からの $1/s$ の増大に差が生じたものと考えられる。

V まとめ

本研究は, 週に3日未満しか課外活動をしていなかった非身体活動群と週に5日以上 of 課外活動をしていた身体活動群であるラグビー選手群およびボクシング選手群について, 小学校低学年の比体表面積と身長 of 最大発育年齢時の比体表面積との関係を検討した。

対象者は, 非身体活動群 81 名および身体活動群 130 名で小学校 1 年から高校在籍時までの毎年 4 月に計測された身長および体重の資料が得られたものである。

その結果, 次のことが明らかにされた。

1. 小学校 1 年時と身長 of 最大発育年齢時との $1/s$ の順位相関係数は, 非身体活動群で 0.634, 身体活動群であるラグビー選手群で 0.805, ボクシング選手群で 0.826 といずれも 1%水準で有意な高い相関が認められ, 身体活動群の方が非身体活動群よりも相関の程度は, 強かった。
2. 非身体活動群において小学校 1 年時と身長最大発育年齢時での $1/s$ のパーセンタイルの範囲は変わらないものが多く, 身体活動群では小学校 1 年時よりも身長 of 最大発育年齢時の方が $1/s$ のパーセンタイルの範囲は大きくなるものが多くみられた。とくに, $1/s$ が小学校 1 年時に 75 パーセンタイル以上であったものの身長 of 最大発育年齢以後の $1/s$ は, 明らかに大きくなっていた。

文 献

- Aherne, W., Ayyar, D. R., Clarke, P. A. and Walton, J. N. (1971) Muscle fibre size in normal infants, children and adolescents: An autopsy study, *J. Neurol. Sci.*, 14, 171-182
- Bowden, D. H. and Goyer, R. A. (1960) The size of muscle fibers in infants and children, *Arch. Pathol.*, 68, 188-189
- 藤本薫喜, 渡辺 孟, 坂本 淳, 湯川幸一, 森本和枝 (1968) 日本人の体表面積に関する研究 第 18 篇—3 期にまとめた算出式—, *日衛誌*, 23, 443-459
- Funaki, H. and Mino, T. (1974) Maximum oxygen intake and specific body surface area, *京府医大誌*, 83, 779-784
- Funaki, H. and Mino, T. (1976a) Specific (body) surface area and motor ability (Preliminary Report), *京府医大誌*, 85, 73-77
- Funaki, H. and Mino, T. (1976b) Metabolic rate and specific body surface area, *京府医大誌*, 85, 749-756
- Hauspie, R. C. (2002) Adolescence: somatic growth and sex differences, In: Cameron, N. Ed. *Human Growth and Development*, Academic Press, pp.45-63
- Hauspie, R. C. and Molinari, L. (2004) Parametric models for postnatal growth, In: Hauspie, R. C., Cameron, N. and Molinari, L. Eds, *Method in Human Growth Research*, Cambridge University Press, pp.205-233.
- Malina, R. M. and Bouchard, C. (1991) Growth, Maturation, and Physical Activity, *Human Kinetics Books*, pp. 115-132
- 三野 耕 (1984) 学齢期における身長発育の評価基準についての研究, *和歌山医学*, 35, 427-443
- 三野 耕, 成山公一 (2004) 学齢期の比体表面積基準チャートの作成とその利用について, *学校保健研究*, 46, 29-43
- Preece, M. A. and Baines, M. J. (1978) A new family of mathematical models describing the human growth curve, *Ann. Hum. Biol.*, 5, 1-24
- Tanner, J. M. (1978) *Foetus into Man: Physical growth from conception to maturity*, Open Books, pp. 60-77
- Tanner, J. M., Whitehouse, R. H. and Takaishi, M. (1966a) Standards from birth to maturity for height, weight, height velocity, and weight velocity: British children, 1965, I, *Arch. Dis. Childh.*, 41, 454-471
- Tanner, J. M., Whitehouse, R. H. and Takaishi, M. (1966b) Standards from birth to maturity for height, weight, height velocity, and weight velocity

Aherne, W., Ayyar, D. R., Clarke, P. A. and Walton, J. N. (1971) Muscle fibre size in normal infants, children and adolescents: An autopsy study, *J.*

ty : British children, 1965, II, Arch. Dis. Childh.,
41, 613-635

Vogler, G. and Bove, K. E. (1985) Morphology of skele-

tal muscle in children, Arch. Pathol. Lab. Med.,
109, 238-242

(受付 : 2007 年 6 月 13 日 受理 : 2007 年 10 月 24 日)