栄養判定指数と骨発育成熟度との関連に関する研究

小 西 博 喜* 大 山 良 徳**

A STUDY ON THE RELATIONSHIP BETWEEN BONE MATURATION SCORES AND NUTRITION INDEXES

HIROKI KONISHI AND YOSHINORI OHYAMA

This study was to examine the relationship between bone maturation scores and the nutrition indexes, and to consider the estimated range for the evaluation of bone maturation scores. This study investigated the relationship between the bone maturation scores and the nutrition indexes of compound variables of height, body weight and sitting height, by the correlation coefficients in eleven items and used them as raw data for analysis.

The obtained results were as follows :

1. The correlation coefficients between the nutrition indexes and bone maturation scores (Middle Phalanges) showed that in the second sexual period boys were significance at the level 0.05 in all the Rohrer, Kaup and Kawahata indexes. Each of them were as follows : Rohrer index 0.325, Kaup index 0.415, Kawahata index 0.485. In the girls also the correlation coefficients showed significance between the Rohrer, Kaup, and Kawahata indexes of all three phalanges scores, especially in correlation with the Middle Phalanges scores : Rohrer index 0.458, Kaup index 0.540, Kawahata index 0.424.

2. If the bone maturation scores are evaluated by the three nutrition indexes, it may be estimated that the bone maturation scores are evaluated by the Middle Phalanges scores for both boys and girls.

Regression Equations and the Standard Error (S.E.) of estimate are as follows :

Rohrer Index ; Boys : $Y = 12.42 + 0.75X$, S.E. = ± 0.15

Girls : $Y = 10.00 + 1.55X$, S.E. = ± 0.38

Kaup Index ; Boys : $Y = 10.48 + 0.62X$, S.E. = ± 0.21

Girls : $Y = 8.23 + 1.13X$, S.E. = ± 0.35

Kawahata Index ; Boys : $Y = 10.47 + 1.82X$, S.E. = ± 0.21

Girls : $Y = 12.08 + 2.66X$, S.E. = ± 0.29

note : X (nutrition indexes) Y (bone maturation scores)

3. The S.E. of estimated scores in bone maturation scores which were obtained by using each the nutrition index scores of the estimate equations were very small and the results of t-Test in the means of estimated scores and the means of actual measurement showed hardly any significant difference at the level 0.01. According to these results the estimate equations used here were considered to be of higher reliability.

* 京都工芸繊維大学工業短期大学部 (京都市左京区松ヶ崎橋上町 〒606)
College of Technology, Kyoto Technical University, Sakyo-ku, Kyoto (606)

** 大阪大学健康体育部 (豊中市待兼山町 〒560)
Osaka University, Toyonaka, Osaka (560)

4. The bone maturation scores were compared with the two groups, good and poor, classified by the nutrition indexes. In the case of the boys there was no significant difference in the Rohrer index.

But according to the Kaup and Kawahata indexes there were significant differences in each part of the bone except for the Proximal Phalanges scores. In the girls there were equally significant differences in all three nutrition indexes of the good-poor groups.

From the results found in this study, the nutrition indexes may be considered as an index to estimate the bone maturation scores, at least, of junior high school students in growing period.

(J. Physical Fitness Japan 1982, 31 : 82~93)

結 言

栄養判定指数（以下栄養指数という）に関する研究報告^{1)~14)22)25)}はこれまでに数多くみられる。一般的に栄養指数は肥満度の判定に広く利用されているが、栄養指数の特性および指数とその他の生体现象との関連に関する研究は少ないようである。

筆者らは、これまで栄養指数の特性（栄養指数と栄養摂取量）および指数と生体现象（運動能力・運動機能¹¹⁾²¹⁾）との関連について明らかにしてきた。一方、骨発育成熟度と身体発育変量との関係は、大原がさきに小中学徒の身体の発育発達と骨成熟に関する研究^{17)~20)}の中で詳述しているが、これは骨発育成熟度と身体発育変量（身長・体重・胸囲・座高）との関係をそれぞれ独立に検討したものである。

本研究では、できれば数多くの身体発育変量を組み合わせて評価した値を単独変量として用いた方が妥当性の高い関係を解明しようという立場から、2つの変量（複合変量）すなわち、身長・体重または座高を組み合わせて栄養指数として用いた。したがって、本研究は複合変量を用いて評価する Rohrer, Kaup, Kawahata 指数の3つの栄養指数と骨発育成熟度との関連を考察し、さらに、骨発育成熟度評価のための推定の範囲を明らかにすることである。同時に、また栄養指数が骨発育成熟度を推定する1つの指標となるかについても検討した。

なお、ここでいう Rohrer, Kaup, Kawahata 指数の各指数は、一般に栄養状態と肥満・やせとの関係を示す指数として採用されているという理由により栄養指数とよぶことにする。すなわち、

Rohrer, Kaup, Kawahata Index を用いて栄養状態を推測する1つの便法としたわけである。

研 究 方 法

標本は京都市内にある S 中学校 2 年生男子 37 名、女子 45 名、合計 82 名を対象とした。

測定項目として、1) 栄養指数は Rohrer 指数（体重／（身長）³×10⁵）、Kaup 指数（体重／（身長）²×10³）、Kawahata 指数（体重／（座高）²×10³）の3指数をそれぞれ個人別に算出した。

2) 骨発育成熟度は下記に述べる左前腕骨以外の骨部位を X 線直接撮影によって評価した。

すなわち、前腕骨 Forearm Bones, 手根骨 Carpal Bones, 中手骨 Metacarpal Bones, 手指の基節骨 Proximal Phalanges, 中節骨 Middle Phalanges, 末節骨 Distal Phalanges の三節骨合計 Three Phalanges total および総骨評点 All Bone Scores の8項目を中沢式骨年令評点法¹⁶⁾と大原式評点法¹⁷⁾を併用し、さらに、その他の身体発育にともなう骨発育成熟に関する研究報告¹⁵⁾²⁶⁾²⁷⁾を参考にして骨端核の発育状態をもとに骨発育成熟の程度を評価した。

評価方法は、今回採用した大原式評点法¹⁷⁾と中沢式骨年令評点法¹⁶⁾による骨発育成熟度の評価尺度を採用した。その内容は次の通りである。

管状骨の評価（大原法）

1) 管状骨（橈骨、尺骨、中手骨、指骨）については 0～9 の10段階に分類して評価した。

0 点 骨核はまだ現われない。

1 点 小円形のボンヤリした骨核の陰影が現われる。

2 点 円形はやや大となり輪郭が明瞭となる。

3 点 骨核はさらに大となり輪郭に凹凸を生ず

る。

- 4 点 輪郭の凹凸はさらに明瞭となるが骨核の幅は骨幹の幅より小さい。
- 5 点 骨格の幅と骨幹の幅とが一致する。
- 6 点 骨幹に対する骨核の縁がたれ下り (capping), 両者の間に空隙を残す。
- 7 点 骨核と骨幹の癒合が始まる。
- 8 点 癒合はほとんど完成しているが, 癒合部に連続した横線を認める。
- 9 点 癒合は完了して横線は消失する。

手根骨の評価 (中沢法に同じ)

- 2) 手根骨は以下に示す評価基準により 0~5 の 6 段階に成熟度を分類して評価した。

- 0 点 骨格はまだ現われない。
- 1 点 小円形のボンヤリした陰影を認める。
- 2 点 陰影は増大したが, いまだ滑らかな円形を示す。
- 3 点 核固有の形態を示しはじめ, 凹凸が生じてくる。
- 4 点 核固有の分化がさらに進み, 隣接骨との関節面が明瞭となる。
- 5 点 成熟が完了し, 核の周辺部は互いに重なり合ったように見える。

3) X線撮影のフィルムは四つ切り判を使用した。この四つ切り判の使用によって末節骨も明瞭に陰影を認めたので中沢法と異なり, 指骨, 末節骨も評価の対象として採点に加えた。

4) 以上の評価法によって骨発育成熟度を評価すれば, 完全成熟の成人においては指骨, 末節骨の合計点は45点, 中節骨36点, 基節骨45点, 中手骨45点, 手根骨40点, 前腕骨遠位端18点で総骨評点が229点になる。

測定方法と考察資料の作成法

1) 以上述べた Rohrer, Kaup, Kawahata 指数の3つの栄養指数と骨発育成熟度評価8項目相互間の相関係数を求め, 11×11の相関 Matrix を作成して関連度考察のための資料とした。

2) つぎに, 各栄養指数の平均値と標準偏差を基準に, 標本をそれぞれ2群(good - poor group)に分類して2群間の骨発育成熟度を比較検討した。すなわち, good group は各栄養指数の $X + 0.43\sigma$ 以上, poor group は $X - 0.43\sigma$ 以下に属する group である。したがって, good - poor

の各 group に所属する標本数は理論上全体の約33%となる。

3) X線撮影法としての装置には中央レントゲン会社製の携帯用 X 線装置 CR-20 MX (7 万 KVP; 20 MA) を使用した。投射距離は 100 cm, 露出時間は0.05秒で, このために電子タイマーを用いた。なお, 放射線量は微量ではあるが被検者の放射線防禦の立場から, 鉛延板によって散乱線量の防禦につとめたことを付記する。

結 果 と 考 察

表1は, Rohrer, Kaup, Kawahata 指数の各栄養指数値および骨発育成熟度の平均値と標準偏差, そして, 男女別平均値の有意差の結果をそれぞれ項目別に示したものである。

これによれば, 骨発育成熟度の各部位の平均値は男子に比較して女子の場合はいずれも高い値を示した。なお, 男女間における性差の有意性は, 各部位とも危険率5%以下の水準で有意差が認められた。これらのことは, 女子の骨発育成熟度が男子に比べて早熟化傾向にあることを意味しているものと考えられる。しかし, 3つの栄養指数のそれぞれの平均値についてみれば, いずれも男女間に有意差は認められなかった。

表2は, 3つの栄養指数と骨発育成熟度との相関係数を男女別に求めて示したものである。男子における Rohrer 指数では中節骨に, また Kaup 指数ではすべての骨部位に, そして, Kawahata 指数では指数値と手根骨, 中手骨, 中節骨, 三節骨合計および総骨評点との間に有意な相関が認められた。Rohrer 指数と中節骨との相関係数は0.325, Kaup 指数において最も高い相関を示した骨部位は中節骨で0.415, ついで三節骨合計の0.411であった。Kawahata 指数でも中節骨との相関係数は0.485と最も高い値を示し, ついで手根骨の0.410, 総骨評点0.397の順に有意な相関の値を示した。さきに大原は, 栄養摂取量と骨発育成熟度との関係において, 男子の総骨評点, 三節骨合計との間に有意性のあることを認めている。このことに関連して表2を考察すれば, Rohrer, Kaup, Kawahata 指数はいずれも中節骨との相関が高く, それ故, 3つの栄養指数は中節骨の骨発育成熟度を比較的高い信頼性をもって評価判定す

Table 1. Means of Bone Maturation Scores and Nutrition Indexes and t-Test for Sexual Difference

Grade	Item M. SD	Rohrer Index	Kaup Index	Kawahata Index	Forearm Bones	Carpal Bones	Metacarpal Bones	Proximal Phalanges	Middle Phalanges	Distal Phalanges	Three Phalanges total	All Bone scores
Junior High School Second Grade Boys (N=37)	mean	11.7	17.2	5.9	11.8	34.7	32.2	29.0	21.2	30.0	80.3	158.8
	SD	1.3	2.0	0.8	2.0	4.5	4.3	2.9	3.0	2.8	7.9	16.7
Junior High School Second Grade Girls (N=45)	mean	11.5	17.3	5.9	14.0	39.3	37.6	35.6	27.8	36.6	98.1	190.7
	SD	1.3	2.1	0.7	0.7	1.3	4.0	4.6	4.4	5.8	14.4	21.3
t		0.69	0.22	0.17	6.81*	6.48*	5.83*	7.51*	7.69*	6.28*	2.43*	7.37*

Evaluation of Bone ; scores * Significant at the 5% level

Table 2. The Correlation Coefficient between Bone Maturation Scores and Nutrition Indexes

Grade	Item Index	Forearm Bones	Carpal Bones	Metacarpal Bones	Proximal Phalanges	Middle Phalanges	Distal Phalanges	Three Phalanges total	All Bone scores
Junior High School Second Grade Boys (N=37)	Rohrer	-0.069	-0.046	-0.086	-0.113	0.325*	0.079	0.262	-0.035
	Kaup	0.336*	0.378*	0.295*	0.303*	0.415*	0.356*	0.411*	0.408*
	Kawahata	0.292	0.410*	0.310*	0.212	0.485*	0.267	0.368*	0.397*
Junior High School Second Grade Girls (N=45)	Rohrer	0.144	-0.005	0.367*	0.321*	0.458*	0.405*	0.496*	0.439*
	Kaup	0.249	0.086	0.453*	0.404*	0.540*	0.509*	0.592*	0.538*
	Kawahata	0.180	0.083	0.343*	0.285*	0.424*	0.382*	0.490*	0.435*

* Significant at the 5% level

ることも可能と考えられる。なお、前腕骨の相関係数が他の骨部位に比較して小さかったことは、これからの骨部位の化骨が遅れていることを意味するものであろう。したがって、この時期における骨の発育成熟速度は、相対的にみて手根骨の方が早く、前腕骨以遠端において遅滞する傾向を示した。これらのことは、解剖学的骨癒合の知見と一致している。

一方、女子における3つの栄養指数値はすべて中手骨、末節骨、三節骨合計および総骨評点との間において有意な相関を示していた。このような性差の出現は、女子が男子に比べてこの時期における骨発育の成熟速度と骨端核の化骨速度が早く、またそれらの個人差が大きいと考えられる。このことは、とりまなお女子が男子に先んじて第2次性徴の完成期に近づいていることを意味しており、男子の骨発育成熟度が女子より約2年遅れていることを指摘した大原の説と合致していた。

以上述べたように、栄養指数と総骨評点との相関が有意に高い値を示したことの意味は、栄養指数を変量とする regression line から骨発育成熟度の評価範囲について、あとで述べる研究の限界内で推定できることを暗示している点にある。栄養指数と有意な相関を示した骨部位は、男子の場合、いずれも中節骨で、その相関の程度は、Rohrer 指数 : 0.325, Kaup 指数 : 0.415, Kawahata 指数 : 0.485であった。女子の場合は男子と異なり、3つの栄養指数 (Rohrer, Kaup, Kawahata) とともに3節合計において高く、それぞれの相関の程度は、0.496, 0.592, 0.490であった。したがって、栄養指数は骨発育成熟度をここに示したそれぞれの相関係数の程度に有意に関係していたと考えられる。しかし、この程度の相関からみれば、回帰方程式によって骨発育成熟度を推定する個人的診断評価および集団的診断評価としては、やや信頼度に欠ける点もあるが、一応の目安を知りうるという立場から、 $\hat{Y}$ 値の標準誤差を明示し、回帰方程式を求め、かつその信頼度について検討した。

図1～図3には信頼度95.5%における上限および下限ラインを設定することによって骨発育成熟度の推定範囲が示されている。また図中●印および○印は、各被検者の栄養指数に相応する骨発育

成熟度の実測値をプロットしたものである。なお、ここで骨発育成熟度の評価の指標は、当然生体全体の骨発育成熟度をあらわすものでなければならないが、本研究では骨全体の成熟度を栄養指数という間接的指標を用い、これと相関係数の最も高かった中節骨をもって骨発育成熟度の代表値としたこと。また身体の発育変量を組み合わせて評価する方法として測定対象を第2次性徴期の過程にある中学生男女を選び、栄養指数の変量のみで骨発育成熟度を推定する方程式を導いたことは本研究の限界として考慮に入れなければならないであろう。以下にそれぞれ栄養指数の骨年令の推定方程式と推定値の標準誤差を示した。

Rohrer Index の場合

推定方程式

$$\text{男子: } \hat{Y} = 12.42 + 0.75X$$

$$\text{女子: } \hat{Y} = 10.00 + 1.55X$$

推定値の標準誤差

$$\text{男子: } S.E. = \pm 0.15$$

$$\text{女子: } S.E. = \pm 0.38$$

Kaup Index の場合

推定方程式

$$\text{男子: } \hat{Y} = 10.48 + 0.62X$$

$$\text{女子: } \hat{Y} = 8.23 + 1.13X$$

推定値の標準誤差

$$\text{男子: } S.E. = \pm 0.21$$

$$\text{女子: } S.E. = \pm 0.35$$

Kawahata Index の場合

推定方程式

$$\text{男子: } \hat{Y} = 10.47 + 1.82X$$

$$\text{女子: } \hat{Y} = 12.08 + 2.66X$$

推定値の標準誤差

$$\text{男子: } S.E. = \pm 0.21$$

$$\text{女子: } S.E. = \pm 0.29$$

(注) X (栄養指数), $\hat{Y}$ (骨発育成熟度)

以上明示された各推定方程式に各個人の栄養指数値を代入して求めた骨発育成熟度の推定値 ($\hat{Y}$ 値) の標準誤差は0.15～0.38に分布していることがわかった。このように、標準誤差がきわめて小さかったことは、推定式によって算出された骨発育成熟度の score の散布度がきわめて小であったことを意味するから、母集団の真の骨発育成熟度の平均値をかなり高い精度 ($\pm 2 S.E.$) で推定し、

Fig. 1. Rohrer Index

Fig. 2. Kaup Index

その信頼区間を明示できたことの意義は大きいといえる。

さらに、表3に示すように推定式に代入して求められた骨発育成熟度の推定値の平均値と実測値の平均値との差は、いずれも危険率1%以下の水

準で有意性は認められなかった。

また表4に示されたように、中節骨の推定値と実測値との相関係数は、各指数いずれも危険率5%以下の水準で有意性が認められた。

以上の点からここに採用された推定式は、いず

Fig. 3. Kawahata Index

れも信頼度が高く、かつ個人的診断評価のほか集団的診断評価の目安として適用できることを明らかにすることができた。

表5は、男子のRohrer, Kaup, Kawahata 指数の3つの栄養指数における good-poor 群間の骨発育成熟度の有意差について検定した結果を骨部

位別に示したものである。表中の*印は危険率5%以下の水準で有意差の認められた項目である。すなわち、Rohrer 指数では、2群間に有意差は認められなかったが、Kaup, Kawahata 指数では基節骨を除き、他のすべての骨部位に有意差が認められた。

Table 3. t-Test of Difference between Measurement and Estimate Scores

Index	Sex	Item	means of measurement scores	means of estimate scores	t
Rohrer	Boys		21.2	21.2	0.00
	Girls		27.8	27.6	0.16
Kaup	Boys		21.2	21.2	0.20
	Girls		27.8	27.8	0.02
Kawahata	Boys		21.2	21.3	0.10
	Girls		27.8	27.8	0.04

Table 4. The Correlation Coefficients between Measurement and Estimate Scores of Middle Phalanges

Index	Sex	r	Correlation Coefficients
Rohrer	Boys		0.372*
	Girls		0.442*
Kaup	Boys		0.451*
	Girls		0.613*
Kawahata	Boys		0.437*
	Girls		0.560*

* Significant at the 5% level

Table 5. t-Test of the Difference between Bone Maturation Scores in Two Groups (Nutrition Indexes, good and poor) (Junior High School Second Grade Boys)

Bones Name	M. SD	Index Group	Rohrer			Kaup			Kawahata		
			good	poor	t	good	poor	t	good	poor	t
Forearm Bones	mean		11.8	12.4	0.77	13.3	11.6	2.55*	13.3	11.1	2.75*
	SD		2.4	1.3		1.5	1.6		1.5	1.7	
Carpal Bones	mean		34.3	35.7	0.75	38.2	34.4	2.62*	38.1	31.6	3.07*
	SD		6.1	2.6		2.5	3.8		2.6	5.4	
Metacarpal Bones	mean		31.5	32.9	0.92	35.4	31.7	2.51*	35.3	30.6	2.48*
	SD		5.1	1.8		3.9	3.2		3.9	3.7	
Proximal Phalanges	mean		28.5	29.5	0.99	31.1	28.8	2.02	31.1	28.1	1.94
	SD		3.5	0.9		3.9	1.7		3.9	2.0	
Middle Phalanges	mean		21.8	21.1	0.61	23.7	20.6	2.54*	23.7	20.0	2.45*
	SD		3.0	2.5		2.6	3.0		2.6	3.4	
Distal Phalanges	mean		30.5	29.7	0.81	32.2	29.1	2.46*	32.2	28.7	3.76*
	SD		3.2	1.4		4.2	2.0		4.2	2.0	
Three Phalanges total	mean		81.1	80.3	0.30	87.3	78.5	2.78*	87.3	76.8	2.52*
	SD		8.8	3.8		9.9	5.7		9.9	6.4	
All Bone scores	mean		158.5	161.4	0.48	174.0	156.2	2.97*	173.8	150.0	3.06*
	SD		20.2	7.5		16.3	12.7		16.5	14.6	

* Significant at the 5% level

一方, 表6に示した女子の Rohrer 指数ではさきに述べた男子の結果とは異なり, 中節骨, 末節骨, 三節骨合計および総骨評点において2群間に有意差を認めた。また Kaup 指数では手根骨を除き, Kawahata 指数では前腕骨, 手根骨を除く

その他の骨部位に有意差が認められた。

以上の分析結果から, 栄養指数が大となる傾向のものは, 総骨評点も大となることを意味しており, 骨発育成熟度が促進しているものと解釈される。このように, 栄養指数は骨発育成熟度との関

Table 6. t-Test of the Difference between Bone Maturation Scores in Two Groups (Nutrition Indexes, good and poor) (Junior High School Second Grade Girls)

Bones Name	M. SD	Index Group	Rohrer			Kaup			Kawahata		
			good	poor	t	good	poor	t	good	poor	t
Forearm Bones	mean		14.0	13.8	0.87	14.3	13.7	2.73*	14.1	13.7	2.00
	SD		0.4	0.7		0.5	0.7		0.5	0.7	
Carpal Bones	mean		39.7	39.5	0.68	39.7	39.4	1.09	39.6	39.2	1.29
	SD		0.7	0.8		0.7	0.8		0.9	1.0	
Metacarpal Bones	mean		39.2	36.6	1.97	40.5	36.4	3.42*	39.8	36.2	3.10*
	SD		4.1	2.8		3.9	2.8		4.5	2.6	
Phoximal Phalanges	mean		37.0	34.1	1.84	38.0	34.3	2.57*	36.9	34.0	2.16*
	SD		4.4	3.8		4.6	3.5		4.8	3.5	
Middle Phalanges	mean		29.9	25.7	2.87*	31.1	25.7	4.11*	29.9	25.7	3.50*
	SD		4.8	2.8		4.6	2.7		4.7	2.6	
Distal Phalanges	mean		39.5	34.3	2.76*	41.1	34.0	4.55*	39.8	34.1	3.57*
	SD		5.4	4.4		4.6	4.1		5.3	4.6	
Three Phalanges total	mean		105.8	89.7	3.69*	110.2	90.8	5.19*	106.2	90.4	4.29*
	SD		14.9	7.2		13.2	7.6		14.7	7.6	
All Bone scores	mean		199.3	179.7	3.81*	204.7	179.8	5.39*	199.7	179.6	4.48*
	SD		17.6	8.7		16.8	8.7		18.0	9.1	

* Significant at the 5% level

連を知る1つの指標となりうるものと考察されよう。

それ故、骨発育成熟度の評価法の立場から中学生の骨発育成熟度を栄養指数から間接的に求める推定式が考案されたことは意義あるものと考えられる。

さらに、骨発育成熟度の評価におけるより妥当性の高い推定範囲を求めるためには、小学生・高校生をも含めた多数標本の測定を行なうこと、さらには総骨評点と栄養指数およびその他の予測変量との重相関係数を求め、多変量による重回帰方程式から、骨発育成熟度を推定し評価することなどが今後の課題である。

要約および結論

骨発育成熟度と初潮年令、あるいは、身体発育変量などの関係については、井上、清水⁹⁾や高

石、藤村²⁴⁾、木村¹²⁾らの業績がある。これらの研究は、いずれも骨発育成熟度と身体発育との関係を単独変量相互間の関係によって明らかにされている。そこで、本研究は身長・体重・座高を複合変量とする栄養指数と骨発育成熟度との関係を11項目相互間の相関係数によって考察し、栄養指数による骨発育成熟度評価のための推定の範囲とその関連を明らかにした。そして、レントゲンによる骨発育成熟度評価を用いなくて、栄養指数値から直接骨発育成熟度を推定する方程式と95.5%の信頼度における評価範囲を明示しようと試みた。また個体別栄養指数を good-poor の各 group に分類して差の検定を行ない栄養指数が骨発育成熟度を知る1指標となるか否かについても言及した。

1) 第2次性徴期にある男子の栄養指数と骨発育成熟度(中節骨)との相関係数についてみると、

Rohrer 指数 ($r=0.325$), Kaup 指数 ($r=0.415$), Kawahata 指数 ($r=0.485$) で各指数ともに有意な相関が認められた。また女子についても, Rohrer, Kaup, Kawahata 指数の3つの栄養指数は, 前腕骨, 手根骨を除きその他の骨部位とはいずれも有意な相関を示すといった特徴が認められた。

とくに, 三節骨合計ないし中節骨との相関が高かった。ちなみに, 男女共通の変量として考えられた中節骨と各指数とのそれぞれの相関係数は, Rohrer 指数: 0.458, Kaup 指数: 0.540, Kawahata 指数: 0.424 であった。

2) したがって, 上記の考察結果より骨発育成熟度を評価しようとするれば, 女子の場合, やや精度は低下するが, 実用性ないしは共通性という立場から考察すると, 男女とも中節骨によって骨発育成熟度を推定することができるであろう。

3) 栄養指数から骨発育成熟度を推定する式と推定範囲を本研究の限界内で本文中に示した。いずれも推定式に代入して求められた推定値の平均値と, 実測値との差に有意性が認められなかったこと, また推定値と実測値との相関係数において各指数いずれも高い有意性を認めたこと, さらに, 推定値の標準誤差がきわめて小であったことなどから, 個人的診断評価および集団的診断評価の目安として, ここに明示された推定式はいずれも信頼度が高く適用できると考えられる。

4) 栄養指数によって区分された2群間における骨発育成熟度差を比較した場合, 男子 Rohrer 指数では骨発育成熟度に有意性は認められなかったが, Kaup, Kawahata 指数はともに基節骨を除き, その他のすべての骨部位では有意性が認められた。

一方, 女子では3指数とも骨発育成熟度は2群間に有意差が認められた。

したがって, 発育段階にある中学生の栄養指数から骨発育成熟度を評価する場合, 栄養指数は骨発育成熟度を推定する1つの指標になりうるであろう。

稿を終るに当たり, ご協力をいただいた京都産業大学名誉教授大原純吉先生ならびに京都女子大学三宅義信教授に深甚なる謝意を表します。

(本稿の要旨は, 日本体育学会第24回大会, 第28回日本学校保健学会において発表した。)

(受付 昭和56年8月1日)

参 考 文 献

- 1) Baldwin, A.L. (1967): Theories of Child Development. John Wiley and Sons, Inc. New York. 497-504.
- 2) Breckenridge, M.E. and Vincent, E.L. (1966): Child Development, Physiological Growth through Adolescence, W.B. Saunders Company, Philadelphia. 495-533.
- 3) Briggs, G.M. (1979): Nutrition and Physical Fitness. 10th Ed., W.B. Saunders Company, Philadelphia. 3-20.
- 4) Elkind, D. and Weiner, I.B. (1978): Development of the Child. John Wiley and Sons, Inc. New York. 155-161.
- 5) Grinder, R.E. (1973): Adolescence, John Wiley and Sons, Inc. New York. 49-85.
- 6) Grinder, R.E. (1978): Adolescence. 2th Ed., John Wiley and Sons, Inc. New York. 48-79.
- 7) 日比逸郎 (1968): 肥満判定基準について, 健康教室, 208, 25-27.
- 8) 井上 俊 (1961): 栄養判定の意義と方法に対する批判, 学校保健研究, 12, 2-8.
- 9) Inoue, T. and Shimizu, M. (1965): Physical and skeletal growth and development of Japanese Children, The Japan Society for the promotion of Science.
- 10) 川畑愛義 (1968): 学童期の栄養学, 第5版, 医歯薬出版KK, 東京, 109-112.
- 11) Kawahata, A., Matsuura, Y. and Konishi, H. (1970): A Study on the Nutrition Indices. Jap. J. Phys. Educ., 14, 149-154.
- 12) Kimura, K. (1972): Skeletal maturation in Japanese A new analytical method. J. Anthropol. Soc. Nippon, 80, 319-336.
- 13) 小西博喜, 大山良徳 (1973): 栄養指数の判別領域に関する検討 (1) 栄養指数と運動能力・機能との関係, 学校保健研究, 15, 452-456.
- 14) 小西博喜, 川畑愛義, 大山良徳, 三宅義信, 三木直之 (1971): 栄養判定基準に関する研究, 体育学研究, 15, 117-123.
- 15) 円山模雄, 松田彦治, 大脇達雄, 佐藤絢子 (1953): 手の骨の発育に関する研究, 第23回日本衛生学会総会号, 8, 60.
- 16) 中沢 修 (1959): 骨年令評価法, 日本整形外

- 科学会誌, **33**, 839-863.
- 17) 大原純吉 (1971) : 小中学徒の身体の発育発達と骨成熟に関する研究, 学校保健研究, **13**, 109-120.
- 18) 大原純吉 (1971) : 小中学徒の身体の発育発達と骨成熟に関する研究, 第1篇, 第2篇, 学校保健研究, **13**, 167-174.
- 19) 大原純吉 (1971) : 小中学徒の身体の発育発達と骨成熟に関する研究, 第3篇, 学校保健研究, **13**, 212-216.
- 20) 大原純吉 (1971) : 小中学徒の身体の発育発達と骨成熟に関する研究, 第4篇, 学校保健研究, **13**, 373-379.
- 21) 大山良徳 (1970) : 体力づくりと身体柔軟性, 不昧堂, 東京, 104-199.
- 22) 高石昌弘 (1968) : 肥満判定基準について, 健康教室, **208**, 11-18.
- 23) 高石昌弘, 藤村京子 (1975) : 思春期発育に関する縦断的研究—骨年齢による身長年間増加量および初潮年齢の検討, 小児科学年鑑 (1975-79年度版), 180-184.
- 24) Tanner, J. M. (1962) : Growth at Adolescence, 2nd Ed., Blackwell Scientific Publications Ltd. London. 121-130.
- 25) 吉岡文雄, 川畑愛義, 松浦義行, 大原純吉 (1968) : 骨成熟を制約する諸要因, 第38回日本衛生学会総会号, **23**, 55.
- 26) 吉岡文雄, 川畑愛義, 松浦義行, 大山良徳, 八木 保, 大原純吉 (1969) : 骨成熟度判定に関する簡便法, 第39回日本衛生学会総会号, **24**, 103.