

平成2年度 日本体育協会スポーツ医・科学研究報告

No. IV 日本人青少年のTW II 骨年齢の標準化に関する研究
—陸上競技ジュニア選手の体力に関する日中共同研究より—

財団法人 日本体育協会
財団法人 日本オリンピック委員会

平成2年度 日本体育協会スポーツ医・科学研究報告

No.IV 日本人青少年の TW II 骨年齢の標準化に関する研究
—陸上競技ジュニア選手の体力に関する日中共同研究より—

報告者 (財)日本オリンピック委員会

研究プロジェクトチーム・日中共同研究—骨年齢標準化班—

班長 村田光範 (東京女子医科大学)

班員 浅見俊雄 (東京大学) 芦沢玖美 (大妻女子大学)

大槻文夫 (東京農工大学) 田中敏章 (国立小児病院)

松尾宣武 (慶應義塾大学)

担当研究員 塚越克己 (日本体育協会)

目次

1. 日本人の青少年の骨年齢標準化に関する研究—その目的と意義—	2
2. 本研究の調査対象について	4
3. TW II法による骨年齢評価の実際	9
4. TW II法による骨年齢読影における定量化の検討	16
5. TW II法による日本人青少年の骨年齢の標準化	25
6. ジュニア選手の骨年齢と運動能力	40

1. 日本人青少年の骨年齢標準化に関する研究—その目的と意義—

村田 光 範, 多田羅 裕 子

1 研究の発端

ここで検討された日本人小児の骨年齢に関する研究のための手部 X 線フィルムは、昭和61年度の本体育協会スポーツ医・科学研究報告のNo. IV 青少年の体力に関する日中共同研究の資料である。

このとき、7歳から18歳までの男女各約100名を目安に手部 X 線フィルムが集められ、多田羅裕子が担当して、TW II方式による骨年齢評価を行った。この結果については、日本体育協会スポーツ科学委員会からの報告書を参照していただきたいが、この時から主にイギリスの小児を対象にして開発された TW II方式は、日本あるいは中国の小児にそのまま当てはめるには問題があり、日本人あるいは中国人小児に関して標準化された TW II法の検討の必要性が痛感されていたのである。このため、昭和62年度の日中共同研究においては、骨年齢評価の標準化の試みが、筆者らによってなされた。

しかし、2000枚（中国のも合わせると4000枚を越える）以上のフィルムを2～3カ月といった短い期間に1人で評価しなければならなかったという、文字どおり殺人的な作業であったことなどから、このフィルムの評価の再検討と、複数の研究者による共同作業による TW II法の日本人小児についての標準化作業が期待されていたのである。幸いにも、平成2年度の日本オリンピック委員会の事業として、この研究が現実のものとなったのである。

2 研究班の構成

この研究班員、及び研究協力者の構成は次の通りである。

研究班員

浅見 俊雄	東京大学教授，日本体育協会スポーツ科学委員会委員
芦澤 玖美	大妻女子大学教授
大槻 文夫	東京農工大学教授
田中 敏章	国立小児病院研究室長
松尾 宣武	慶応義塾大学助教授
村田 光範	東京女子医科大学教授，日本体育協会スポーツ科学委員会委員

研究協力者

安藏 慎	慶応義塾大学
多田羅裕子	東京女子医科大学
松下 葉子	国立小児病院

3 目 的

骨年齢は小児の生理的な発達段階を評価するものである。小児期は成長過程にあるのが大きな特徴であるが、思春期にはいると、身体的な発育には大きな個人差が見られるようになり、単に暦年齢を基準にしたのでは、正しい成長過程の評価ができなくなる。

最近では、スポーツにいろいろなかたちで関わる小児の年齢が次第に低年齢化しており、また、思春期の発来する年齢が若年齢化してきているので、小児期の適切なスポーツの指導には、骨年齢などを用いた正しい発育段階の評価がぜひとも必要である。

日本人小児の発育段階を正しく評価するために、TW II法を日本人小児に対して標準化するのが目的である。

4 TW II法の標準化の意義

日本人小児の骨成熟過程は、特に思春期では TW II原法とかなり異なったパターンをとることが分かっており、TW II原法そのものによる骨年齢評価では正しい日本人小児の骨年齢評価ができ

東京女子医科大学附属第二病院小児科

ない。この詳細については、本報告書の芦澤の論文を参照していただきたい。TW II法による日本人小児の骨年齢評価にとって、その標準化はぜひとも必要であり、この標準化がなされてはじめて、小児の発育段階別の体力、運動能力などの正しい評価ができるのである。

5 TW II法による骨年齢評価の問題点

a 各骨の発達段階評価の問題点

TW II法による骨年齢評価の長所は、手部 X 線フィルムを用い、手部の各骨の発達段階を客観的に評価し、それらの形態の本科を基準とした発達段階に区分をつけていることである。しかし、連続的に変化する手部骨格の形態的变化を区分することは、いってみれば、アナログ的变化をデジタル的变化としてとらえることであり、当然のことながら、各骨の発育区分の評価が常に明確、かつ確実に行えるものではない。そこで、今回の研究においては、できる限り原法に忠実に各骨の発達段階を分かりやすく解説し、それでも各骨の発育の段階区分の判定に迷うことがあった場合には、各骨の指定された部位を計測することによって解決をつけることにした。これらのことについては、松尾らと田中らの論文を参照していただきたい。

b 日本人小児についての標準化の方法論に関する問題点

いかなる方法論に基づいて日本人小児の TW II法の標準化をするかがもっとも重要な問題であるが、これに関してはコンピュータを利用して多角的に検討する必要がある、今回十分に検討する予算的余裕がなかった。平成3年度以降の研究計画としてぜひとも検討したいと考えている。

6 青少年に関するスポーツ科学における骨年齢評価の応用と今後の課題

これに関しては、大槻の報告を参照していただきたい。これからの小児期のスポーツ科学は暦年齢ではなく、体がどこまで発育しているのかを正しく評価した上で、この発達年齢（骨年齢）に基づいて、適切な方法論を展開しなくてはならないであろう。このためにも正しい日本人小児の骨年齢評価に対する認識の高まることを願うものである。

文 献

- 1) 日本体育協会スポーツ科学委員会：昭和61年度日本体育協会スポーツ医・科学研究報告。No.IV 青少年の体力に関する日中共同研究，第1報，1986。
- 2) 日本体育協会スポーツ科学委員会：昭和62年度日本体育協会スポーツ医・科学研究報告。No.IV 青少年の体力に関する日中共同研究，第2報，1987。

2. 「青少年の体力に関する日中共同研究」の日本側研究対象について

大槻文夫¹⁾、浅見俊雄²⁾

本研究で用いた資料の出所等についてはすでに村田、多田羅が「日本人青少年の骨年齢標準化に関する研究—その目的と意義」の項でまた、芦沢が「TW II法による日本人青少年の骨年齢の標準化」の項でそれぞれ言及しているので省略する。

日中共同研究の対象および方法の詳細（統計処理方法を含む）は昭和61年度日本体育協会スポーツ医・科学研究報告No.IV「青少年の体力に関する日中共同研究」の第1報（1986）および第2報（1987）を参照されたい。

本稿ではその「青少年の体力に関する日中共同研究」の被験者となり、今回の骨年齢標準化のための研究において抽出された関東地方の小学校、中学校および高等学校の児童や生徒の体格がわが国の同年齢のそれを代表する集団とみなしうるか否かを若干検討したのでその結果を報告する。

具体的にはこの研究の対象となった男女の児童、生徒の身長と体重を同じ年に測定された文部省資料（学校保健調査統計報告書）の全国平均値と比較した。日中共同研究における測定年は1986年であり、比較のために用いた文部省の資料は「昭和61年度学校保健統計調査報告書」である。

Tables 1と2はそれぞれ男子の身長と体重について、この研究の集団 Present series の平均値と全国から抽出された集団 Control group の平均値を比較したものである。また、Tables 3と4ではそれぞれ女子の身長と体重について前述の二つの資料の間で比較した。文部省の対象群の各年齢における観察数は記載されておらず、小学生は270,720人、中学生は225,600人、そして高校生は126,900人と記してあるだけである。単純に言えばこれをそれぞれの学年数で除して一学年の概数を算出することができるが、いずれにしてもt-検定ではn

が非常に大きい数になるので問題はないものと思われる。

さて、男子の身長をみると両群の間で1%水準の有意差が観察されるのは7歳においてのみで、10歳と16歳では5%水準となっている（Table 1）。両群の平均値がきわめて近似していることはFig. 1からもうかがえよう。一方、両群の体重を比較すると身長におけるよりも有意な差が多く年齢群で検出され、8歳、13歳、15歳でそれぞれ1%、11歳と17歳で5%の水準で有意差が認められる（Table 2）。このことはFig. 2における二つの曲線の開きをみると明瞭であろう。

また、女子の身長を比較すると7歳と14歳で5%水準の有意差が検出されたのみで、他の年齢では差がない（Table 3）。このことはFig. 3でいっそう明瞭であろう。しかし、体重においては男子と同様に有意差が多く観察され、11歳、12歳、15歳および16歳で1%水準、9歳と17歳で5%水準となっている（Table 4）。両群の開きはFig. 4にも示されている。

なお、男女とも体重における有意差では全国平均の方が優位に大きい値を示しており、東京を中心とする関東から抽出された児童、生徒がいわゆる都市型のスリムな体格の持ち主であることを意味していると考えられる。

このように体重でみる限りは両群の差は明らかに認められるが、身長においては男女ともにほとんど差異がなく、殊に発育段階の遅促を問題とする骨年齢の標準化の研究における標本の抽出を行うという点では、今回の資料が十分に全国的な母集団を代表するとみなして差しつかえなからう。

1)東京農工大学 2)東京大学

Table 1 Comparison of stature between two series (male), cm

Age, yrs	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Present series														
Number	137	179	165	161	167	161	156	155	144	169	137	166	158	152
Mean	123.7	127.4	133.0	137.0	143.6	150.6	157.9	164.2	167.8	170.2	170.2	170.7	170.6	170.7
SD	4.72	5.30	5.58	5.62	6.14	6.99	7.03	6.44	4.89	5.28	5.08	5.14	5.05	4.69
Control group [※]														
Number														
Mean	122.2	127.7	132.9	137.9	143.6	150.2	157.7	163.9	167.6	169.4	170.3			
SD	5.03	5.27	5.49	5.85	6.70	7.77	7.82	6.92	5.84	5.67	5.64			
T-Value	3.732**	0.754	0.229	2.023*	0.000	0.723	0.354	0.577	0.488	1.960*	0.229			

※ Cited from Statistical Report on School Health and Hygiene (1986). No description about the numbers of the subjects for each age group in this series is appeared, however, the total numbers surveyed are 270,720 in elementary school, 225,600 in junior high school and 126,900 in senior high school, respectively.

* , Statistically significant at the level of .05 or more.

** , Statistically significant at the level of .01 or more.

Table 2 Comparison of weight between two series (male), kg

Age, yrs	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Present series														
N	139	175	162	159	168	160	155	153	144	166	137	164	155	151
X	24.2	25.9	29.4	32.4	35.9	41.4	46.3	52.8	56.6	59.8	60.5	62.1	62.5	61.3
SD	3.20	3.51	4.30	5.34	6.26	7.01	6.81	7.44	7.28	6.64	6.98	6.48	6.56	6.16
Control group [※]														
N														
X	23.8	26.7	29.7	33.1	37.0	42.2	47.7	53.3	58.3	60.4	61.8			
SD	3.77	4.58	5.52	6.44	7.53	8.73	9.20	9.52	9.65	9.08	8.98			
T-Value	1.467	2.993**	0.882	1.643	2.264*	1.435	2.542**	0.826	2.785**	1.155	2.168*			

Table 3 Comparison of stature between two series (female), cm

Age, yrs	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Present series														
N	146	162	187	156	147	150	148	156	132	145	155	143	152	145
X	122.3	127.0	132.6	138.5	145.2	150.5	155.1	157.1	156.8	157.9	158.0	158.1	158.0	158.0
SD	4.09	4.25	5.47	6.16	5.97	5.62	4.83	4.91	5.04	4.74	5.01	4.89	4.63	5.29
Control group [※]														
N														
X	121.5	127.1	132.8	138.9	145.6	151.0	154.4	156.3	157.1	157.5	157.7			
SD	5.02	5.40	5.85	6.50	6.68	6.01	5.34	5.05	5.10	4.98	4.99			
T-Value	2.351*	0.298	0.497	0.808	0.809	1.085	1.755	2.027*	0.682	1.012	0.743			

Table 4 Comparison of weight between two series (female), kg

Age, yrs	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Present series														
N	145	162	185	154	145	150	147	157	129	143	152	145	153	145
X	23.2	25.8	28.8	32.4	36.9	41.8	47.1	49.4	50.4	51.5	51.8	51.1	51.8	51.8
SD	2.37	3.22	4.01	5.37	5.73	6.41	6.15	5.86	5.15	5.30	5.20	5.69	5.44	5.23
Control group*														
N														
X	23.3	26.2	29.4	33.3	38.2	43.4	47.1	50.0	52.1	52.8	52.8			
SD	3.67	4.40	5.26	6.29	7.30	7.73	7.36	7.00	7.44	6.98	6.65			
T-Value	0.504	1.569	2.019*	2.069*	2.716**	3.041**	0.000	1.276	3.724**	2.915**	2.356*			

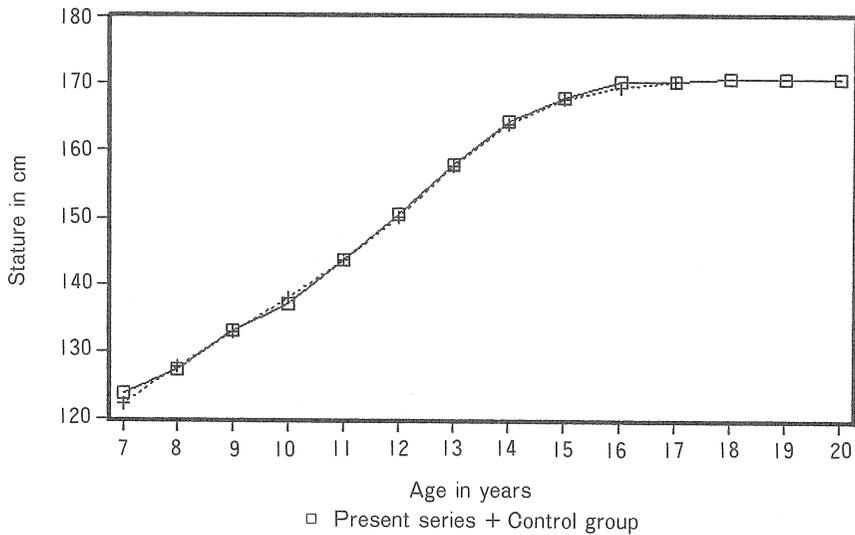


Fig. 1 Comparison of stature between two series (male).

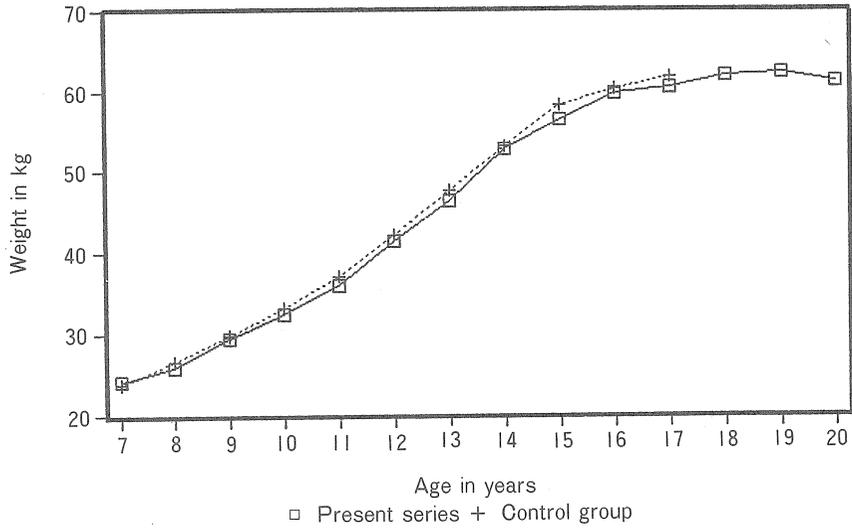


Fig. 2 Comparison of weight between two series (male).

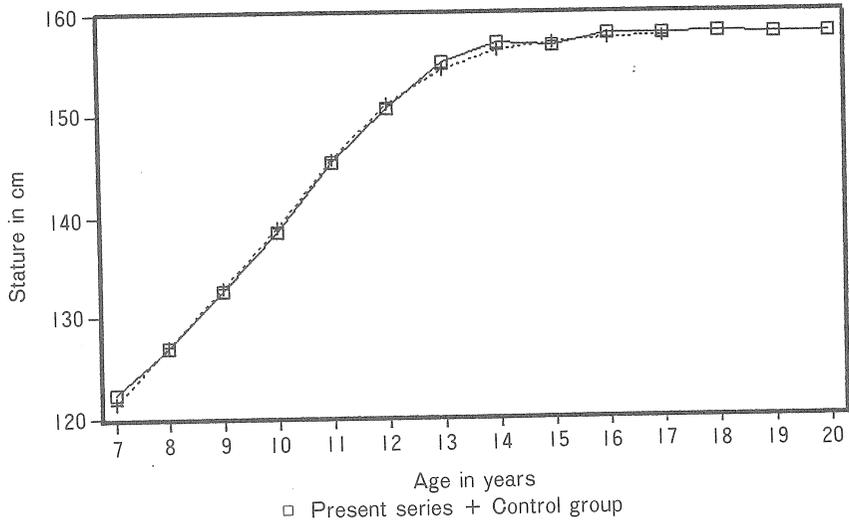


Fig. 3 Comparison of stature between two series (female).

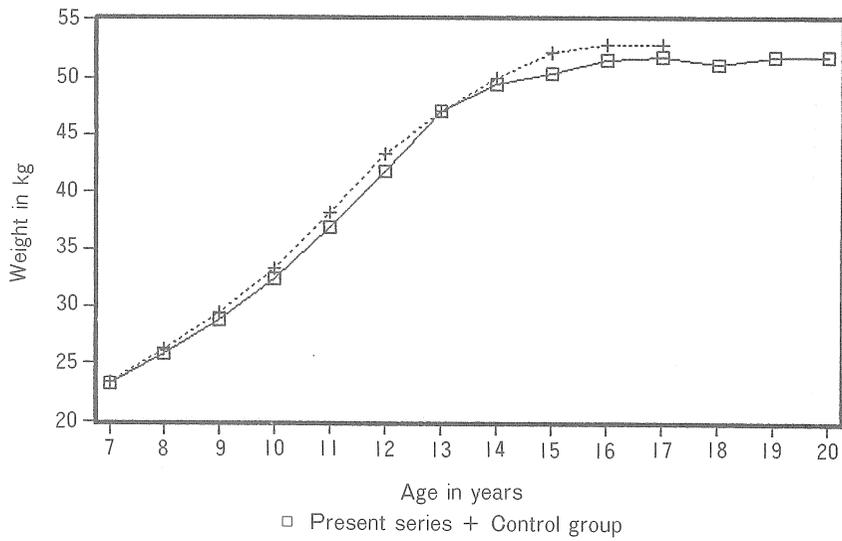


Fig. 4 Comparison of weight between two series (female).

引用文献

- 日本体育協会スポーツ科学委員会 (1986) 青少年の体力に関する日中共同研究-第1報-昭和61年度 日本体育協会スポーツ医・科学研究報告 No.IV。
- 日本体育協会スポーツ科学委員会 (1987) 青少年の体力に関する日中共同研究-第2報-昭和62年度 日本体育協会スポーツ医・科学研究報告 No.IV。

3. TW II法による骨年齢評価の実際

松尾宣武, 安蔵 慎

1. はじめに

われわれは、日中共同研究の一環として、日本人健常小児2,303例の骨年齢をTW II法により評価する機会を得た。本研究の目的は、骨年齢評価法として国際的評価の確立しているTW II法を日本人に適用する際の技術的問題点について検討を加えることである。以下、共同研究員相互の検討会及びLondon大学Preece教授・Cox博士との合同会議を通じて明らかにされた具体的事項を概説する。

2. TW II法の基本概念

TW II法は、個体の生物学的成熟度を骨成熟を指標として評価する方法の1つである。本法の特徴は、骨の計測に依存せず、形態・性状の変化により成熟レベルを評価することにある。本法には、TW II 20-bone score, RUS score, Carpal score という3つの骨成熟評価システムがある。しかし、この3つのシステムは、対象とする骨及びそれらの成熟スコア (maturity score) 以外は共通である。以下、TW II法 (20-bone) について述べる。

3. 評価の対象となる骨

TW II法 (20-bone) は、手及び手関節を構成する28個の骨のうち、以下の20個の骨を対象とする。

長管骨

橈骨 (radius)

尺骨 (ulna)

指骨

第I中手骨 (first (I) metacarpal)

第III中手骨 (third (III) metacarpal)

第V中手骨 (fifth (V) metacarpal)

第I基節骨 (proximal phalanx of the thumb)

第III基節骨 (proximal phalanx of the third (III) finger)

第V基節骨 (proximal phalanx of the fifth (V) finger)

第III中節骨 (middle phalanx of the third (III) finger)

第V中節骨 (middle phalanx of the fifth (V) finger)

第I末節骨 (distal phalanx of the thumb)

第III末節骨 (distal phalanx of the third (III) finger)

第V末節骨 (distal phalanx of the fifth (V) finger)

手根骨

有頭骨 (capitate)

有鉤骨 (hamate)

三角骨 (triquetral)

月状骨 (lunate)

舟状骨 (scaphoid)

大菱形骨 (trapezium)

小菱形骨 (trapezoid)

4. 成熟レベルの設定

原則として、上記の骨の成熟レベルを骨端骨及び手根骨の形態・レ線透過性の変化により、AからIまでの9段階に区分する。例外的に、尺骨・有頭骨・三角骨・月状骨・舟状骨・小菱形骨の成熟レベルは、AからHまでの8段階に区分する。

5. 成熟レベルの点数化

それぞれの骨の成熟レベルを点数化したものが成熟スコア (maturity score) である。成熟スコアは、以下の様に基本点数 (basic score) と生物学的重みづけ (biological weight) との積で表さ

れる。

(成熟スコア) = (基本点数) × (生物学的重みづけ)

基本点数 (basic score) は、TW II法の原著に十分な説明がなされていないが、それぞれの骨の成熟レベル毎に恣意的に与えられた数値である。しかし、恣意的とはいえ、基本点数は骨成熟が最も未熟な段階を0、成熟が完了した段階を10とする発想に基づいて設定されたと思われる。

生物学的重みづけ (biological weight) は、そ

ぞれの骨の情報価値を定量化するための係数である。1個あたりの情報価値が高い骨は生物学的重みづけが大で、1個あたりの情報価値が低い骨は生物学的重みづけが小である (表1参照)。

6. 成熟スコア (maturity score)

英国人の成熟スコアは上記のプロセスにより決定されている (表2・3参照)。しかし、この成熟スコアが英国人集団と同様に日本人集団に適合するか否かは明らかではない。

表1 生物学的重みづけ

骨名	生物学的重みづけ(20-bone)
橈骨	10.0
尺骨	10.0
中手骨I	3.4
基節骨I	3.3
末節骨I	3.3
中手骨II	0.0
基節骨II	0.0
中節骨II	0.0
末節骨II	0.0
中手骨III	2.5
基節骨III	2.5
中節骨III	2.5
末節骨III	2.5
中手骨IV	0.0
基節骨IV	0.0
中節骨IV	0.0
末節骨IV	0.0
中手骨V	2.5
基節骨V	2.5
中節骨V	2.5
末節骨V	2.5
有骨頭	7.1
有鈎骨	7.1
三角骨	7.1
月状骨	7.1
舟状骨	7.1
大菱形骨	7.1
小菱形骨	7.1

表2 TW 2 (20-bone) 成熟スコア (男)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
橈骨	0	15	17	21	27	48	77	96	106
尺骨	0	22	26	30	39	56	73	84	
中手骨I	0	4	5	11	19	24	28	30	32
III	0	3	4	6	10	16	22	23	25
V	0	3	3	6	12	17	21	23	25
基節骨I	0	4	5	8	15	23	28	30	32
III	0	3	4	6	13	20	23	24	26
V	0	3	3	6	13	19	22	23	25
中節骨III	0	3	4	7	13	19	22	23	25
V	0	4	4	8	14	19	21	22	23
末節骨I	0	4	4	7	14	23	30	31	33
III	0	3	4	6	10	16	21	22	24
V	0	3	4	7	11	16	20	21	23
有頭骨	0	60	62	65	71	79	89	116	
有鈎骨	0	42	44	49	59	70	81	92	106
三角骨	0	7	10	17	28	38	45	62	
月状骨	0	10	13	20	27	36	44	60	
舟状骨	0	14	18	23	30	35	42	58	
大菱形骨	0	12	15	21	28	34	39	47	59
小菱形骨	0	14	16	20	23	32	39	56	

表3 TW 2 (20-bone) 成熟スコア (女)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
橈骨	0	17	19	25	33	54	85	99	106
尺骨	0	22	26	30	39	60	73	80	
中手骨 I	0	5	6	11	18	24	29	31	33
III	0	3	5	7	11	17	23	24	26
V	0	3	4	7	12	18	22	24	25
基節骨 I	0	5	5	8	14	24	29	30	32
III	0	4	4	7	13	20	24	25	26
V	0	4	4	7	13	19	23	24	25
中節骨 III	0	4	4	7	13	20	23	24	25
V	0	4	5	8	14	20	22	22	23
末節骨 I	0	5	5	8	15	24	31	32	34
III	0	3	4	6	10	17	22	23	24
V	0	3	4	7	11	17	21	22	23
有頭骨	0	53	56	61	67	76	85	113	
有鈎骨	0	44	47	53	64	74	85	97	109
三角骨	0	8	12	19	28	36	46	63	
月状骨	0	10	14	20	27	35	46	60	
舟状骨	0	13	17	23	29	36	44	57	
大菱形骨	0	12	14	20	25	32	39	49	59
小菱形骨	0	13	16	20	24	31	40	57	

7. 骨年齢評価の実際

(A) レ線撮影法

TW II法は骨端骨及び手根骨の形状の変化を段階的・定量的に評価する方法である。従って客観的な骨年齢評価には、レ線撮影が一定の条件下で行なわれることが不可欠である。特に、X線投影方向のばらつきは骨端骨や手根骨の形状に無視しえない影響を与える。このアーチファクトを最小限にする注意が必要である。

1) 左手を用いる。

2) 手掌面はフィルムカセットに密着させる。(患者に軽く押しつけているように指示する。患者が低年齢で指示に従えない場合には、絆創膏やテープで押える。)

3) 手・前腕・上腕を同一平面上におく。

4) 第三指の長軸が前腕の長軸と一直線をなすようにする。

5) 第二指から第五指までは互に触合わない程度に自然に開く。第一指の長軸と第三指の長軸のなす角は約30°とする。

6) 管球の中心は第三中手骨骨端骨上、管球とフィルムとの距離は76cmとする。

(B) 判読の順序

TW II (20-bone) 法では、橈骨から小菱形骨まで下記の順序に従って判読することが推奨されている。

- 1) 橈骨
- 2) 尺骨
- 3) 第 I 中手骨
- 4) 第 III 中手骨
- 5) 第 V 中手骨
- 6) 第 I 基節骨
- 7) 第 III 基節骨
- 8) 第 V 基節骨
- 9) 第 III 中節骨
- 10) 第 V 中節骨
- 11) 第 I 末節骨
- 12) 第 III 末節骨
- 13) 第 V 末節骨
- 14) 有頭骨
- 15) 有鈎骨
- 16) 三角骨
- 17) 月状骨
- 18) 舟状骨
- 19) 大菱形骨
- 20) 小菱形骨

(C) 判読の基本原則

以下の3原則に基づき成熟レベルを判定する。

1) 骨端骨及び手根骨の大きさに比し、形態・性状を重視する。

2) 個々の骨の評価において他の骨の成熟段階を考慮しない。

3) 2つの成熟レベルの中間の骨は、より若い成熟レベルに判定する。

(D) 基本的用語

成熟レベルの判定の指標として“fusion” “hump” “capping” など種々の用語が使われているが、これらの用語は、必ずしも明確に定義されていない。われわれはCox博士らの協力を得て、

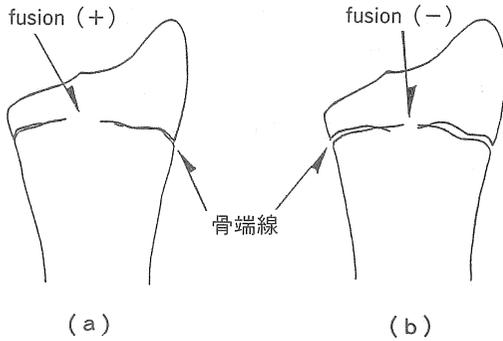


図 1

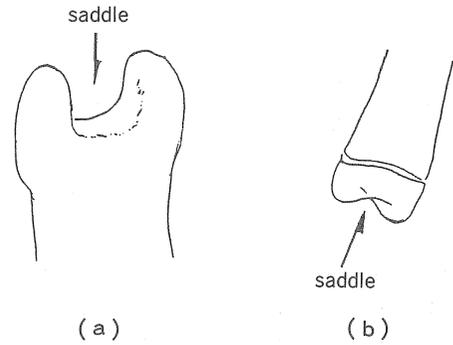


図 4

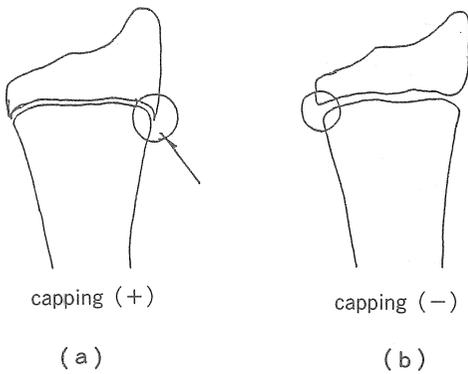


図 2

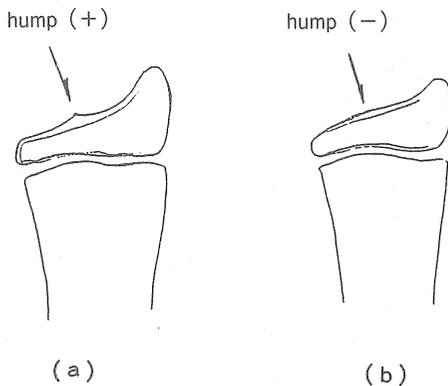


図 3

以下の様に定義した。

①骨端線閉鎖 (fusion)

骨端線閉鎖の開始とは、一部の骨端線が完全に消失した状態である(図 1 a)。しかし、X 線の透過方向により見かけ上骨端線の一部が消失することがある。真の骨端線閉鎖と見かけ上の骨端線閉鎖の鑑別には、前者では骨端線が全長にわたり著しく狭小、後者では骨端線の一部が明瞭に開存していることが有用である(図 1 b)。

骨端線閉鎖の完了とは、骨端線の全長にわたり骨端線が完全に消失した状態である。

②骨端骨のキャップ現象 (capping)

骨端骨は、成熟の進展に伴い、骨幹端の上から覆いかぶさる形態をとる。これをキャップ現象 (capping) と呼ぶ。キャップ現象の有無は骨幹端に覆いかぶさるような突起(図 2 a)の有無により判定する。明らかな突起が認められないときは、キャップ現象なしと判定する(図 2 b)。

③橈骨骨端骨の瘤状隆起 (hump)

瘤状隆起 (hump) とは骨端骨の一部が鋭角的に隆起した状態である(図 3 a)。単なるなだらかな隆起は瘤状隆起といわない(図 3 b)。この瘤状隆起は、橈骨骨端骨と月状骨、橈骨骨端骨と舟状骨の 2つの関節面が相接することにより形成される。

④鞍 (saddle)

鞍 (saddle) とは図 4 a に示す形状を指す。しかし、鞍の X 線投影像の形状は、X 線の透過方向により様々に変化し得る。一般的には、図 4 b に示す形態を呈することが多い。

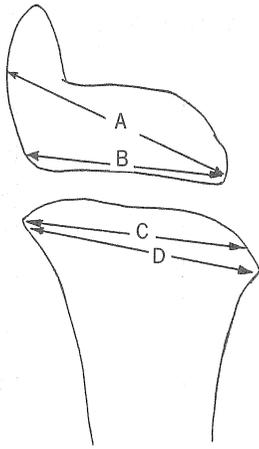


図 5

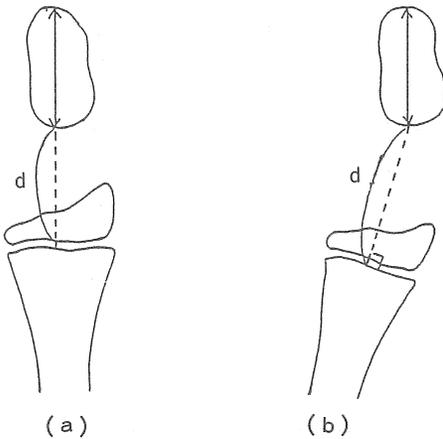


図 6

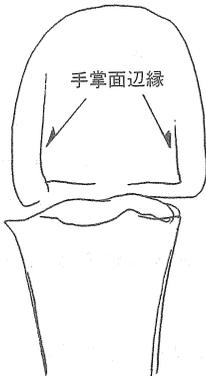


図 7

⑤骨端骨横径 (width of the epiphysis) 及び骨幹端横径 (width of the metaphysis)

骨端骨及び骨幹端の横径とは、骨端線に接したそれぞれの最大径を指す。図 5 に示す例では、B を骨端骨横径、C を骨幹端横径とする。

⑥計測に関する用語 (“as wide as”, “half”, “one-third”, “three-quarters”, “distance from its proximal border to the radial metaphysis”)

“A as wide as B” は、骨 A が骨 B と全く同じ幅であることを意味する。骨 A の幅が骨 B の幅の 99% であっても “as wide as” とはいわない。しかし “as wide as” の判定に骨幅を計測する必要はない。TW II 法では分割コンパス (dividers) を用いることを勧めている。

“half”, “one-third”, “three-quarters” という表現も、それぞれ正確に $1/2$, $1/3$, $3/4$ であることを意味している。“half or more”, “less than one-third”, “less than three-quarters” なども同様である。

有頭骨近位端と橈骨骨幹端との距離 (distance from its proximal border to the radial metaphysis) は手の肢位により影響を受ける。有頭骨と橈骨が同一方向にある場合は図 6 a, 同一方向にない場合は図 6 b に示す様に計測する。

⑦手掌面の出現 (palmar surfaces, whiteness)

手掌・手背面の形成の有無は、骨内部の白い線の有無で判定する。図 7 に第 III 中手骨の例を示す。

⑧内側、外側、近位、遠位 (medial, lateral, proximal, distal)

骨の方向 (内側、外側、近位、遠位) は、解剖学的肢位に基づく (図 8)。内側と外側を混同しない注意が必要である。

〔E〕成熟レベルの判定基準

判定基準は各成熟レベル毎に 1 ~ 3 個ずつ設定されている (詳細は文献 2 付録 1 参照)。複数の判定基準がある場合には、その過半数 (2 つあるときは 1 つ以上、3 つあるときは 2 つ以上) を満たし、かつその前段階の判定基準 (i) [(i) 以外の判定基準では不可] を満たすことが必要である。例えば、橈骨の stage F には (i) (ii) の 2 つの判定基準、stage G の判定には (i) (ii) (iii) の 3 つの判定基準がある。stage G の判定には、stage

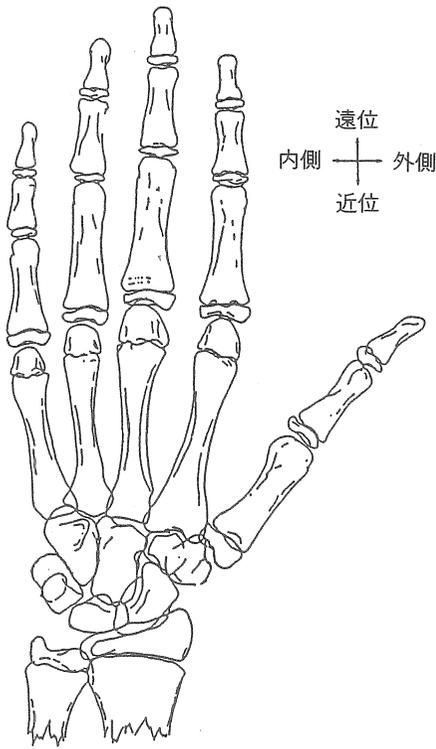


図8 左手及び手関節レ線像

表4 骨年齢の算出例 男(暦年齢9.0歳)

骨	成熟レベル	成熟スコア (20-bone)
橈骨	F	48
尺骨	E	39
中手骨 I	E	19
III	F	16
V	F	17
基筋骨 I	F	15
III	E	13
V	E	13
中筋骨 III	E	13
V	E	14
末筋骨 I	E	14
III	F	16
V	F	16
有頭骨	H	116
有鈎骨	G	81
三角骨	G	45
月状骨	F	36
舟状骨	E	30
大菱形骨	E	28
小菱形骨	F	32
総和		621
パーセンタイル値		85
骨年齢		10.2

Gの3つの判定基準のいずれか2つ及びstage Fの判定基準の(i)が満たされることが必要である。

〔F〕骨年齢の算出例

表4に9歳男児例を示す。コンピュータプログラムにより20個の骨の成熟スコアの総和、そのパーセンタイル値、骨年齢が算出される。

〔G〕形状変化の個人差 (normal variation)

骨端骨及び手根骨の成熟による形状の変化には個人差がある。特に形状変化の個人差が多いとされている箇所を以下に列挙する。

①尺骨の莖状突起

莖状突起の大きさには著明な個人差が存在する。莖状突起の形成が不良な症例では、stage D及びstage Eの判定が困難である。この場合、莖状突起部 (styloid process) と尺骨頭部 (head of the

ulna) の白さを比較し、後者のみ明らかに白い例をstage Eと判定する。

②有鈎骨の鈎

③月状骨

④第I指末節骨 (円錐形骨端骨)

⑤第V指中節骨

第V指中節骨はしばしば他の指骨に比し早期に癒合する。この場合は、第V指中節骨は第III指中節骨と同じ成熟段階にあると見做す。

8. TW II法の日本人に対する適用

〔A〕対象

対象は、日本人健常小児2,303例(7~18歳, 男1,167例, 女1,136例)である。全例、手及び手関節のレ線フィルムが得られた。これらのフィルム

は、すべて1986年5月から6月にかけて撮影された。

〔B〕成績及び考察

今回日本人正常集団のレ線フィルムの検討により明らかになった問題点は下記の通りである。

①思春期年齢において、日本人の骨成熟は英国人に比し有意に早い。従来英国人においても、思春期以降においては、20-bone score に比し RUS score がより優れた指標となることが指摘されている。従って、日本人においては、思春期年齢以前 20-bone score, 思春期年齢以降 RUS score という使い分けがより重要となる可能性がある。今後詳細な検討が必要である。

②レ線撮影条件に問題のあるフィルム、特に尺骨遠位端が90°回外した例が散見された。TW II法では尺骨に比較的高い成熟スコアを付与しているため、尺骨の不適切な肢位は茎状突起と尺骨頭の解析を妨げ、骨成熟評価を困難にさせる。尺骨の回外は、手・前腕・上腕の長軸を同一方向・同一平面上に置くことにより防止できる。

③手を構成する各骨の成熟の順番 (sequence) が、全ての点で英国人・日本人に共通であるか否

かは明らかではない。日本人において第III指骨が第V指骨に比しより早く成熟する傾向がある。第V中節骨の早期癒合が認められる場合、成熟レベルを過大評価する可能性がある。

9. おわりに

日本人青少年の骨年齢評価に TW II法を適用するためには、本法の原理、細則に通暁することが必要不可欠である。しかし、本法の原著の記載は多くの点で曖昧で、特に英語を母国語としない研究者にとっては、理解困難である点が少なくない。今回われわれは、それらの曖昧な点を列挙し、より明瞭に記述することに努めた。その成否は大方の批判に待ちたいが、TW II法を日本人に適用する際に有効に活用されることを期待したい。

10. 文 献

- 1) L.A.Cox, M.A. Preece. 私信
- 2) J.M. Tanner, P.H. Whitehouse, N. Cameron, W.A. Marshall, M.J.R. Healy, H. Goldstein. Assessment of skeletal maturity and prediction of adult height (TW2 Method), second edition, Academic Press, London, 1983.

4. TW II法による骨年齢読影における定量化の検討

田中敏章¹⁾、松下葉子¹⁾

骨年齢の測定は、低身長小児を扱う臨床の場にとっては不可欠なものである。しかし Greulich-pyle 法は、主観的要素が強く、またより客観的と考えられる TW II法においても、熟練した医師の間でさえ必ずしも一致した骨年齢値がでないため、論文には必ず用いられているにも関わらず、その信頼性はまだ低いといわざるをえない。

私たちは、TW II法において、より客観的データを得るために、その測定の一部において、定量化の検討を行なった。

方 法

5カ所の施設において、TW II法の読影につき標準化した正常小児の手根骨 X-P20枚と、日中共同研究による日本の正常小児の約400枚の手根骨 X-Pの読影結果をもとにした。

測定法は、以下の通りである。

1) 橈骨 (Radius)

骨幹端の最大径： W_R

(骨軸に垂直な直線で骨幹端の最大距離)

Radius の最大径：

R_{w1} (Radial 側の骨幹端に近い角より、ulnar 側の1番遠い点までの距離)

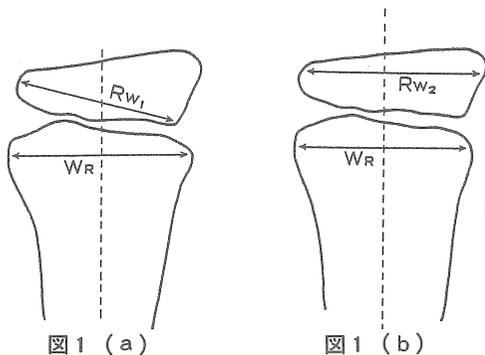


図 1 (a)

図 1 (b)

1) 国立小児病院

R_{w2} (骨軸に垂直な直線で、Radius の最大距離…Fels method)

$$R \% = \frac{R_w}{W_R} \times 100$$

2) 尺骨 (Ulna)

骨幹端の最大半径： W_U

(骨軸に垂直な直線で、骨幹端の最大距離)

Ulna の最大径： U_w

(骨軸に垂直な直線で、Ulna の最大径)

$$U \% = \frac{U_w}{W_U} \times 100$$

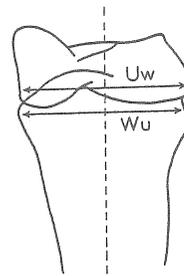


図 2

3) 指骨

骨幹端の最大径： W_M

(骨軸に垂直な直線で、骨幹端の最大距離)

指骨の最大径 D_w

(骨軸に垂直な直線で、指骨の最大径)

$$D \% = \frac{D_w}{W_M} \times 100$$

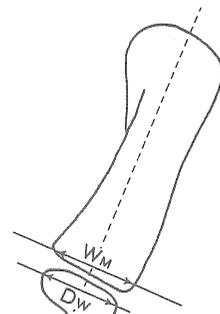


図 3

4) 月状骨 (Lunate)

Lunate の最大径 (長径) : L_D

(ほぼ中心を通る直線で、最大の幅)

Ulna の骨幹端の最大径 : W_U

(骨軸に垂直な直線で、骨幹端の最大距離)

$$L\% = \frac{L_D}{W_U} \times 100$$

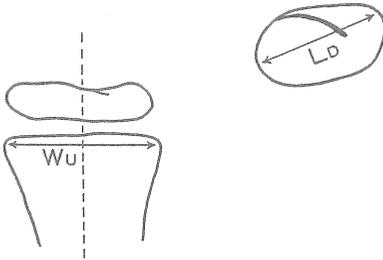


図 4

5) 三角骨 (Triquetral)

Triquetral の最大径 (長径) : TRI_D

(ほぼ中心を通る直線で、最大の幅)

Ulna の骨幹端の最大径 : W_U

(骨軸に垂直な直線で、骨幹端の最大距離)

$$TRI_w = \frac{TRI_D}{W_U} \times 100$$

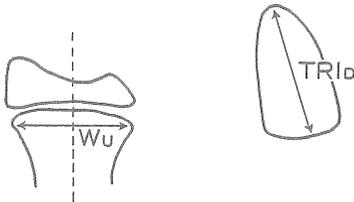


図 5

6) 大菱形骨 (Trapezium)

Trapezium の最大径 (長径) : TRI_D

(ほぼ中心を通る直線で、最大の幅)

第 1 中手骨の骨幹端の最大径 : W_{MET1}

(骨軸に垂直な直線で、骨幹端の最大距離)

第 2 中手骨骨基底までの距離 : D_{MET2}

$$TRA_w = \frac{TRA_D}{W_{MET1}} \times 100$$

$$TRA_D = \frac{D_{MET2}}{TRA_D} \times 100$$

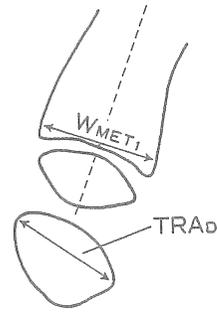


図 6

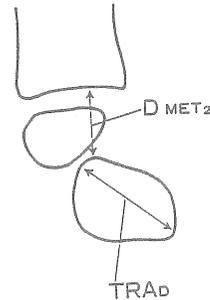


図 7

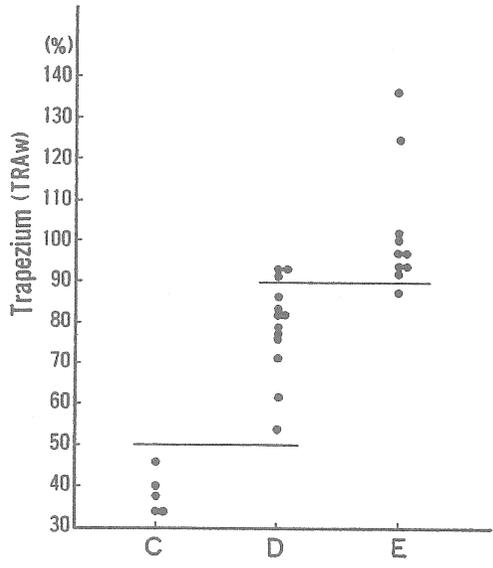
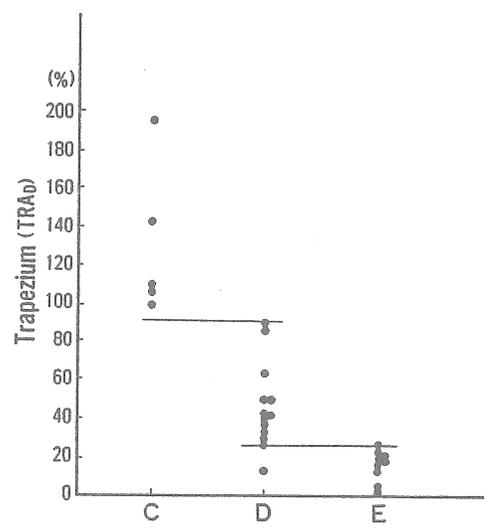
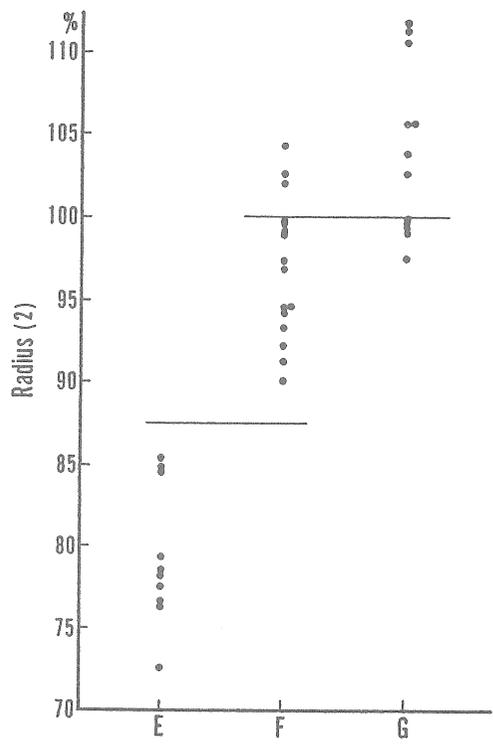
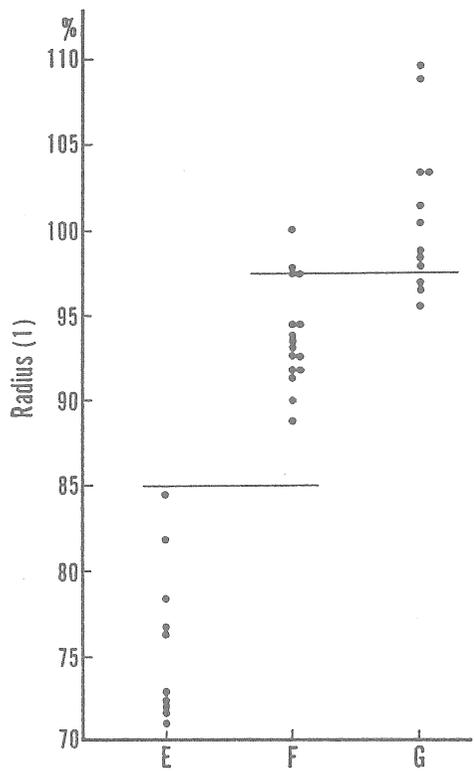
結 論

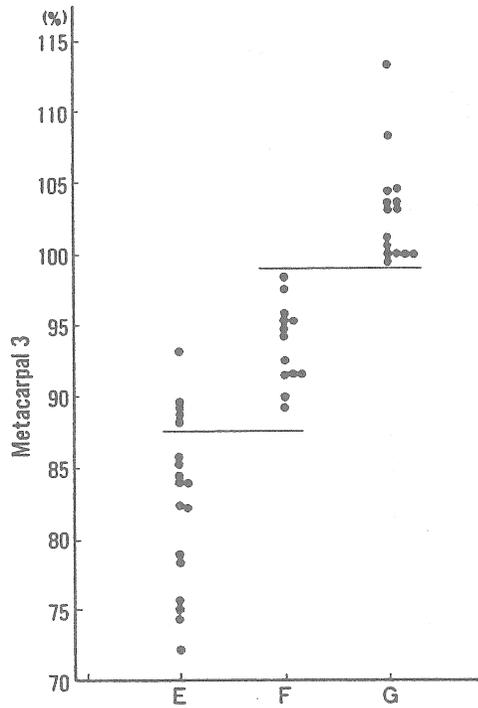
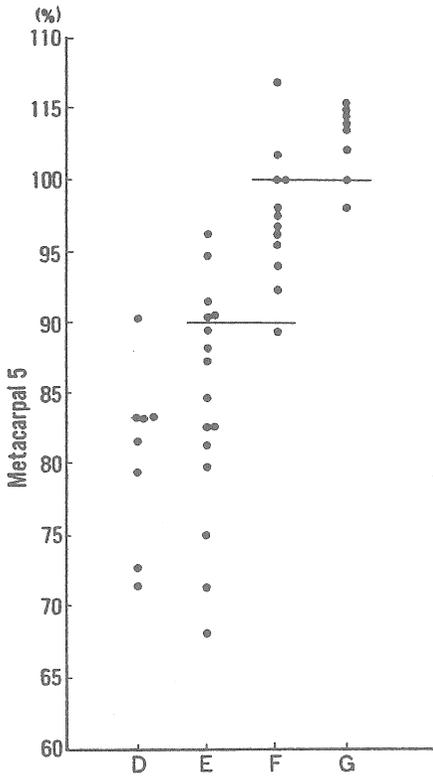
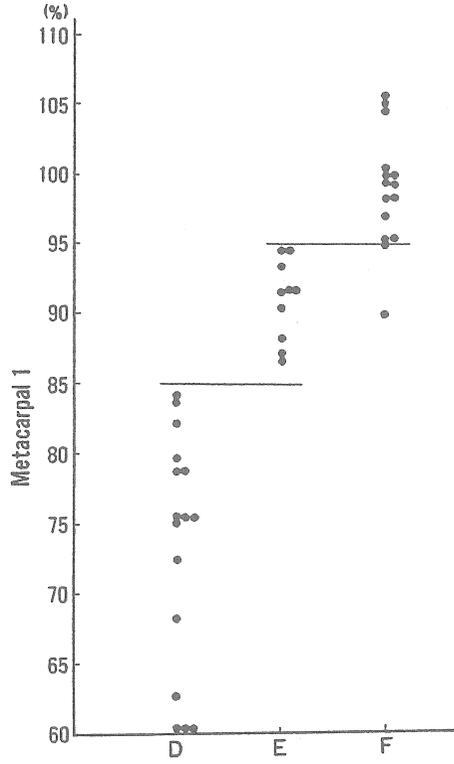
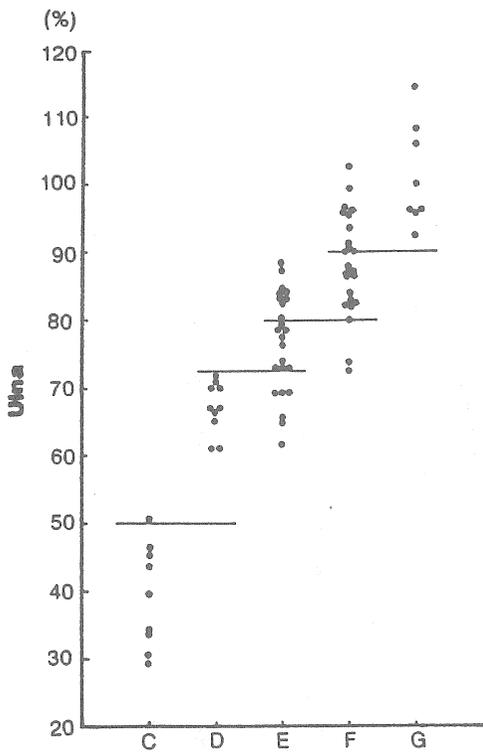
各測定結果を、図に示した。

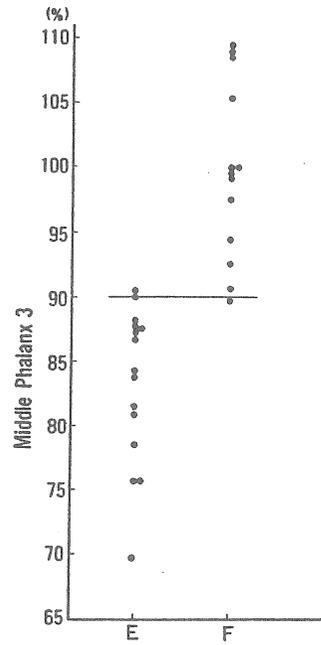
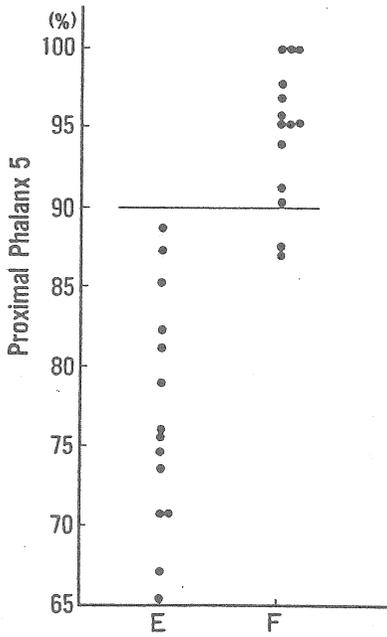
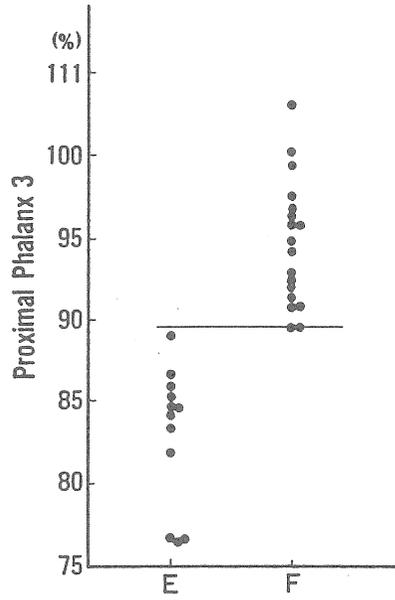
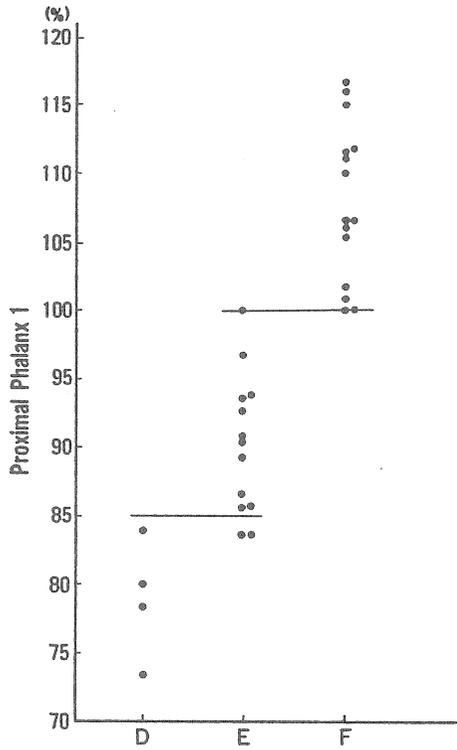
また、cut-off point をさだめてそれぞれの値について、sensitivity, specificity, predictive value につき検討し、表に示した。

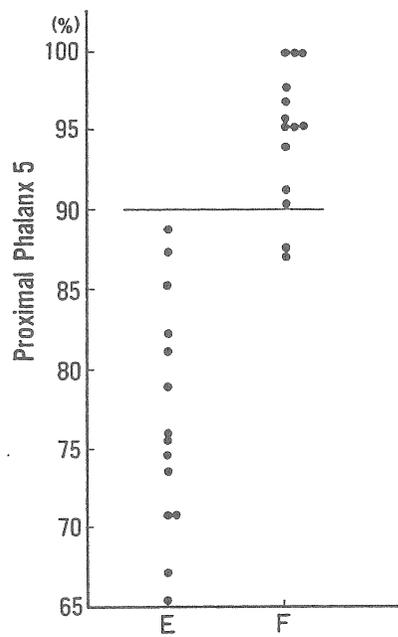
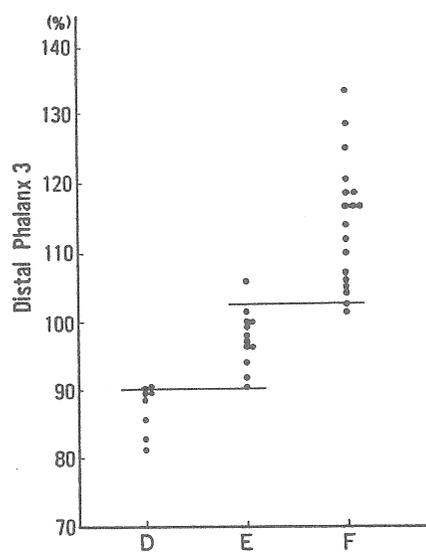
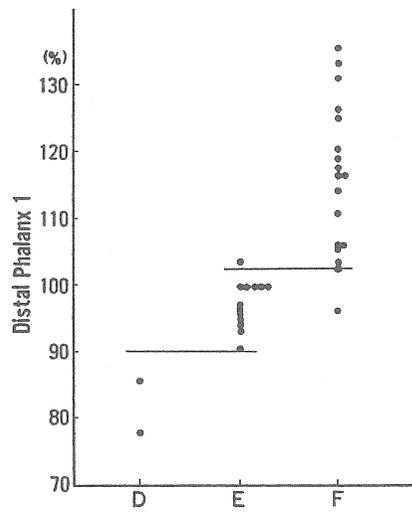
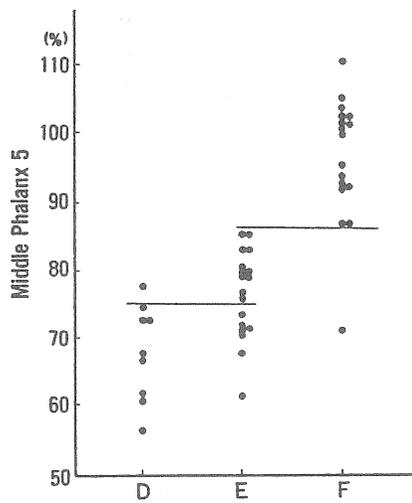
考 案

TW II 法の読影上有用と思われる cut-off point を検討した。この cut-off point により、ほぼ両者が確実に分けられる場合 (radius E/F, Metacarpal 1 D/E など)、片方の診断には非常に有用な場合 (ulna D/E, Met1 E/F など)、false negative, false positive が10%前後存在する場合など、各骨によってその信頼性が異なる。また、評価した数が少なく、信頼性が十分でない点もある。しかしどの point も、ほぼ80%以上の信頼性は認められるので、参考値としては、有用と考えられる。TW II 法の読影は、その manual に従うのが正しい方法であり、この定量法による cut-off point はあくまでも参考値で、絶対的なものではない。しかし、manual に従っていても判断に迷う場合が少なからずあり、そのような場合には、参考にするとうい。









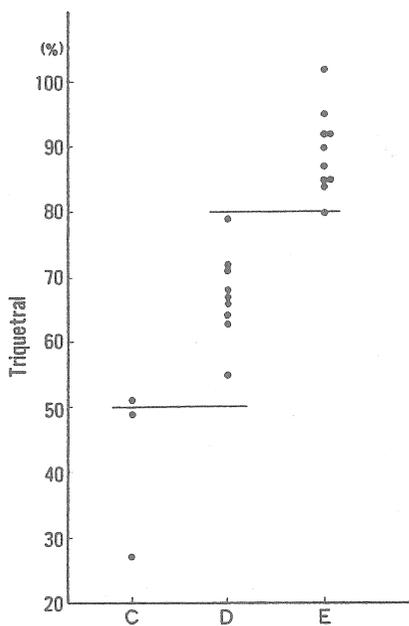
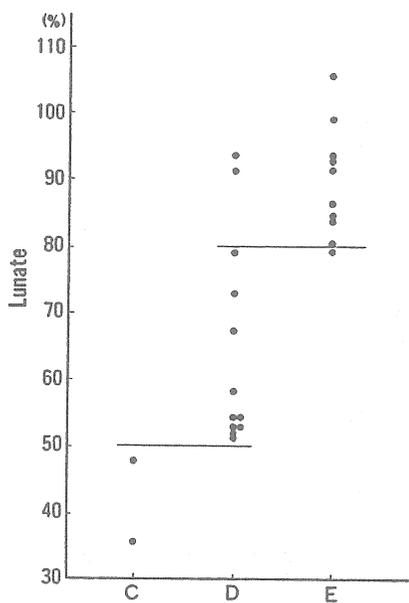


Table 1 (a)

B O N E	score	cut-off (%)	sensitivity	specificity	predict. val.
Radius (1)	E/F	85	100/100	100/100	100/100
	F/G	97.5	88/75	75/88	82/82
Radius (2)	E/F	85	100/100	100/100	100/100
	F/G	100	81/64	64/81	72/70
Ulna	C/D	50	90/100	100/90	100/91
	D/E	72.5	100/75	75/100	63/100
	F/G	90	58/100	100/58	100/44
Met 1	D/E	85	100/100	100/100	100/100
	E/F	95	100/87	87/100	84/100
Met 3	E/F	87.2	72/100	100/72	100/72
	F/G	98.5	100/100	100/100	100/100
Met 5	E/F	90	69/92	92/62	92/69
	F/G	100	83/88	88/83	83/64
ProPha 1	D/E	85	100/85	85/100	67/100
	E/F	100	100/100	100/100	87/94
ProPha 3	E/F	98.5	100/100	100/100	100/100
ProPha 5	E/F	90	100/86	86/100	88/100

E: as wide as

F: wider than

Table 1 (b)

B O N E		score	cut-off (%)	sensitivity	specificity	predict. val.
MidPha 3		E/ \bar{E}	90	93/93	93/93	93/93
MidPha 5		D/E	75	89/61	61/89	53/92
		E/ \bar{E}	90	100/94	94/100	95/100
DisPha 1		D/ \bar{D}	90	100/100	100/100	100/100
		\bar{E}/\bar{F}	102.5	93/94	94/93	93/94
DisPha 3		D/ \bar{E}	90	75/100	100/75	100/85
		\bar{E}/F	102.5	92/94	94/92	85/94
DisPha 5		D/ \bar{D}	90	100/100	100/100	100/100
		\bar{E}/F	100	100/100	100/100	78/75
Lunate		C/D	50	100/100	100/100	100/100
		D/E	80	83/90	90/83	91/82
Trique -tral		C/D	50	67/100	100/67	100/90
		D/E	80	100/90	90/100	90/100
T r a p z i	TRA _D	C/D	50	100/100	100/100	100/100
		D/E	90	77/90	90/77	91/75
	TRA _W	C/D	90	100/100	100/100	100/100
		D/E	25	92/100	100/92	92/83

\bar{E} : as wide as \bar{E} : wider than

5. TW II法による日本人青少年の骨年齢の標準化

芦澤 玖美

現在国際的に広く使われている TW II法(TANNER et al., 1984)の前身である Tanner-Whitehouse法(TANNER and WHITEHOUSE, 1959; TANNER et al., 1959、便宜的に TW I法とよぶ)によって行われた日本の正常な子どもの骨成熟の最初の研究は、1968年から69年に撮影された東京都区内の6歳から18歳までの男女計963名の資料である(ASHIZAWA, 1970)。このとき著者は同じシリーズを独立に3回評価し、各骨の成熟段階の一致度をみて4回目にその骨の評価を最終決定するという方法を用いた。この過程で得られた intra-observer error の程度は骨によって、また同じ骨でも成熟段階によって異なることが明らかにされた(ASHIZAWA, 1974)。

その後 TW I法でなされた日本人の研究には以下のものがある。すなわち、江藤(1971)は1969年に撮影された東京都の4-12歳の男女計652名の右手について、また川島ら(1972)は鹿児島県近辺の1-22歳の男女計517名(ただし撮影年および左右いづれの手であるかは不詳)について、TW I法による評価と杉浦・中沢法による評価を比較した。江藤によると杉浦・中沢法は4-8歳の男児と8-12歳の女児に、TW I法は9-12歳の男児と4-7歳の女児によく適合し(つまり適合する年齢層が男女で逆になっている)、川島らによると TW I法は8歳未満では適合するが12歳以上では杉浦・中沢法より偏差が大きいとしている。また木村(1972)は1959年に札幌で撮影された6-18歳の男女計266名の右ないし左手のシリーズを TW I法とオックスフォード法で比較し、いずれも一長一短ありとしている。同じ木村(1976)は1971年に沖縄で撮影された男女計264名の右ないし左手を TW I法で評価し、沖縄児は東京や札幌の子ど

もに比べ骨成熟が速く進むとしている。

この TW I法によって世界各地で研究が進められ(EVELETH and TANNER, 1976)、評価法に関して改良されたものが現在の TW II法である。TW II法による日本人の骨成熟の研究には以下のシリーズがある。すなわち、木村(1977 a, b)の同じ著者がすでに TW I法で評価した札幌の横断資料と東京の双生児の縦断資料を合わせて TW II法で読み直した日本人のシリーズ、高井・穉吉(1983)の1978年から79年に撮影された長崎県の4-15歳の男女計985名の資料、高井ら(1984)の1978年に撮影された奄美大島の7-16歳の男女計723名の資料、同じく高井ら(1990)の1979年より約10年間かけて収集された佐賀県の6-18歳の男女のべ8,807名の縦断資料、そして江藤ら(1990)の1969年から15年間かけて収集された東京都の5-18歳の女子のみ124名の縦断資料である。ただしいずれのシリーズも横断的に処理されている。

しかし現在の日本人の骨成熟の標準となるシリーズを上記の中から見いだすことはできない。地域性、被験者数、左手 X線写真であることなどで、TW Iで評価された最初のシリーズ(ASHIZAWA, 1970)を TW IIに読み直して使うことも可能であるが、被験者が日本経済の高度成長とともに成長した子どもたちであるため、その後の経済安定期に成長している現在の子どもの基準となりうるか疑問である。またこの間青少年の身長伸び(時代傾向)も指摘されているので、古い資料をそのまま現在に当てはめることもできない。そこで今回われわれは最近撮影された左手 X線写真を TW II法によって評価し、日本人青少年の骨年齢の標準化の第一歩となる結果を得たので報告する。

資 料

大妻女子大学人間生活科学研究部 形態成長研究部門

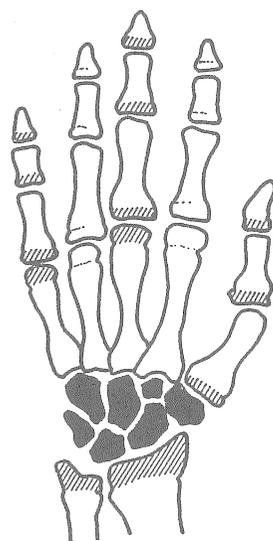
日中共同研究の一環として、日本体育協会スポ

ーツ科学委員会によって1986年4月1日より7月15日の間に撮影された関東地方の小学校、中学校、高等学校に在籍する学生、生徒の左手および左手根部のX線フィルムと、これと同時に計測された身長、体重のデータを資料とした。全被験者の身長、体重の平均値は、同じ年に測られた文部省資料（全国値、東京値）の平均値と比較して有意な差が認められなかった。したがって、本研究の被験者集団は現在の日本人の青少年を代表すると見なすことができる。

さて、本研究では骨年齢の標準化が目的であるため、被験者の中から身長と体重が共に各暦年齢グループにおける平均値±2 SDの範囲にある個体のみを採り、標準集団とした。その結果男子1,163名のうち956名が、女子1,132名のうち867名が解析対象となった。被験者全員からなる集団とこの標準集団を比較すると、男女とも暦年齢の平均値は少数以下2桁目の、身長は5 mm以内の、体重は1 kg以内の差異であり、これらの差はもちろん統計的に有意ではない。ただし標準集団には、体重の特に重いものが全員集団から除外された傾向がみられる。

方 法

資料としたX線フィルムは、左手掌面を下方にして、中指を通る手の軸と上腕の軸が平面で一直線につながるように、手を自然に開いた状態でフィルムカセット上に置き撮影された。撮影に際し、焦点は第3中手骨遠位端に当て、フィルムカセットとX線管の間の距離は80cm以上離してある。このX線フィルムを用い、TW II法によって図1に示す20個の骨の成熟段階を評価した。各骨の具体的な評価方法は原著（Tanner et al., 1984）を参照されたい。骨成熟度の判定は、日中共同研究骨年齢班の5名の判読者が各年齢群の被験者を均等に分担して行った。これに先立ち、判定基準の統一を計るために、アトランダムに抽出した20枚の同じX線フィルムを独立に評価した後、判定者による一致、不一致を議論し、判定者間のエラーを最小限にとどめるよう努めた。その議論の過程で生じた問題点と結果は、田中、松下および松尾、安蔵によって本報告書中にまとめられている。



▨ RUS bones ■ Carpal bones

図1 TW II法によって成熟段階が評価される左手、手根部の骨（Ashizawa, 1970を改変）

結果および考案

表1 a, bに標準集団1歳年齢グループごとの、また表2 a, bに同じく0.5歳（6ヶ月）年齢グループごとの身長、体重、RUSスコア、Carpalスコア、20-Boneスコアとそれぞれの骨年齢の平均値、標準偏差を示す。

(1) TW II基準と本標準集団の比較

図2 a-1, -2, -3, b-1-2-3にTW II基準チャート上に描いた1歳年齢グループごとの3種のスコア曲線を示す。0.5歳年齢グループごとの点をプロットすると、この1歳年齢グループごとの曲線上に重なってしまうため図示しなかった。またこれらのスコア曲線は、各点を自在定規で結んでスプライン曲線に近い曲線に平滑化してある。

1) RUS成熟

男子では7歳から10歳位まではTW II基準の50パーセンタイル曲線に沿っているが、その後本標準集団の成熟は急速に進行し、14歳で97パーセンタイル値に達する。その後は速度がやや緩み、18歳で成熟はほぼ完了するが、全員が完熟しているわけではない。

表1 a 標準集団男子の1歳年齢グループごとの身長, 体重, および3種の骨成熟度スコアと骨年齢の平均値, 標準偏差

年齢グループ	人数	暦年齢 (歳)	身長 (cm)	体重 (kg)	RUS		Carpal		20-Bones	
					スコア	骨年齢	スコア	骨年齢	スコア	骨年齢
7歳	34	7.34 (0.10)	121.6 (2.91)	23.5 (2.45)	226 (28.3)	7.38 (1.03)	436 (117.9)	6.84 (1.38)	424 (70.6)	7.13 (1.15)
8歳	98	7.95 (0.28)	125.1 (4.84)	24.9 (3.14)	245 (30.0)	8.04 (1.07)	513 (98.5)	7.74 (1.08)	473 (62.3)	7.92 (0.99)
9歳	81	8.98 (0.31)	129.5 (4.60)	27.3 (3.47)	267 (30.5)	8.82 (1.06)	584 (98.2)	8.51 (1.05)	521 (62.5)	8.69 (0.97)
10歳	83	10.04 (0.26)	136.1 (5.19)	31.7 (4.65)	307 (38.3)	10.17 (1.25)	674 (104.0)	9.50 (1.15)	596 (70.2)	9.82 (1.03)
11歳	71	11.01 (0.28)	138.6 (4.11)	32.8 (3.55)	345 (52.0)	11.30 (1.42)	747 (112.4)	10.35 (1.32)	660 (78.3)	10.75 (1.15)
12歳	72	11.96 (0.29)	145.7 (5.42)	37.9 (5.80)	405 (79.4)	12.61 (1.43)	830 (87.8)	11.39 (1.23)	736 (83.0)	11.86 (1.24)
13歳	96	12.98 (0.28)	153.6 (6.41)	42.7 (6.02)	521 (112.3)	14.21 (1.20)	937 (66.3)	13.22 (1.35)	858 (77.8)	13.79 (1.30)
14歳	89	13.97 (0.28)	161.3 (5.95)	49.2 (6.56)	717 (149.3)	15.80 (1.04)	984 (26.8)	14.33 (0.85)	940 (43.6)	15.38 (1.03)
15歳	95	14.99 (0.28)	166.0 (5.28)	54.7 (6.46)	859 (129.2)	16.84 (1.04)	990 (22.5)	14.54 (0.73)	970 (33.2)	16.26 (1.00)
16歳	88	16.03 (0.28)	168.9 (4.76)	58.2 (7.49)	925 (120.5)	17.48 (1.00)	995 (9.6)	14.70 (0.51)	983 (22.7)	16.98 (1.06)
17歳	91	16.97 (0.26)	170.3 (4.61)	60.0 (5.89)	980 (59.7)	17.96 (0.57)	995 (9.5)	14.72 (0.51)	989 (27.0)	17.37 (1.00)
18歳	58	17.89 (0.19)	170.2 (5.30)	60.3 (7.71)	989 (48.9)	18.08 (0.45)	991 (21.2)	14.62 (0.71)	990 (21.4)	17.41 (0.99)

表1 b 標準集団女子の1歳年齢グループごとの身長, 体重, および3種の骨成熟度スコアと骨年齢の平均値, 標準偏差

年齢グループ	人数	暦年齢 (歳)	身長 (cm)	体重 (kg)	RUS		Carpal		20-Bones	
					スコア	骨年齢	スコア	骨年齢	スコア	骨年齢
7歳	31	7.35 (0.09)	122.2 (2.88)	23.2 (1.67)	336 (34.1)	7.88 (0.93)	593 (64.7)	7.39 (0.67)	540 (48.1)	7.46 (0.73)
8歳	92	7.98 (0.28)	123.4 (4.51)	23.9 (2.77)	363 (45.9)	8.52 (1.05)	645 (96.8)	7.91 (0.95)	585 (68.9)	8.08 (0.90)
9歳	70	8.95 (0.28)	129.4 (4.25)	27.3 (3.68)	398 (56.1)	9.26 (1.07)	739 (88.0)	8.81 (0.84)	651 (72.2)	8.94 (0.81)
10歳	85	9.96 (0.32)	135.4 (5.47)	30.4 (4.57)	474 (78.2)	10.53 (1.15)	838 (89.6)	9.77 (0.93)	751 (87.9)	10.02 (0.97)
11歳	62	11.04 (0.27)	141.5 (6.48)	34.6 (5.57)	607 (108.3)	12.19 (1.23)	933 (74.0)	11.12 (1.16)	871 (78.1)	11.60 (1.16)
12歳	67	11.92 (0.28)	147.4 (4.70)	38.4 (4.90)	701 (104.4)	13.24 (1.07)	968 (39.6)	11.84 (1.02)	926 (52.9)	12.60 (1.02)
13歳	86	12.97 (0.28)	153.1 (5.38)	43.1 (5.15)	844 (118.6)	14.51 (1.11)	982 (25.6)	12.15 (0.84)	960 (37.4)	13.52 (1.07)
14歳	102	13.97 (0.28)	156.8 (4.02)	48.9 (5.61)	939 (80.8)	15.37 (0.73)	984 (87.6)	12.52 (0.64)	978 (64.7)	14.47 (1.42)
15歳	43	14.96 (0.16)	156.4 (4.65)	48.6 (4.34)	976 (50.9)	15.74 (0.48)	996 (9.7)	12.77 (0.52)	993 (13.3)	15.33 (0.96)
16歳	48	16.01 (0.14)	157.3 (4.16)	50.0 (4.14)	999 (8.3)	15.98 (0.10)	993 (14.8)	12.62 (0.66)	994 (11.5)	15.42 (0.94)
17歳	89	17.00 (0.29)	158.0 (4.56)	51.9 (4.92)	999 (8.2)	15.98 (0.10)	993 (13.0)	12.59 (0.62)	994 (10.4)	15.38 (0.91)
18歳	92	17.86 (0.19)	157.9 (5.02)	51.3 (5.42)	1000 (0.0)	16.00 (0.00)	992 (12.9)	12.55 (0.65)	993 (10.9)	15.33 (0.96)

表 2 a 標準集団男子の0.5歳年齢グループごとの身長, 体重, および3種の骨成熟度スコアと骨年齢の平均値, 標準偏差

年齢グループ	人数	暦年齢 (歳)	身長 (cm)	体重 (kg)	RUS		Carpal		20-Bones	
					スコア	骨年齢	スコア	骨年齢	スコア	骨年齢
7.0歳	8	7.21 (0.02)	119.2 (2.77)	21.8 (2.04)	211 (18.6)	6.81 (0.69)	352 (77.9)	5.86 (1.09)	373 (49.0)	6.31 (0.83)
7.5歳	54	7.51 (0.14)	123.2 (3.38)	24.0 (2.29)	233 (31.3)	7.61 (1.12)	471 (114.7)	7.26 (1.28)	444 (68.3)	7.46 (1.10)
8.0歳	46	7.98 (0.16)	124.9 (4.97)	24.8 (3.52)	250 (23.7)	8.24 (0.84)	530 (84.6)	7.93 (0.92)	484 (50.9)	8.11 (0.81)
8.5歳	26	8.63 (0.07)	127.6 (4.92)	26.1 (3.22)	258 (28.3)	8.50 (0.99)	558 (92.3)	8.23 (0.99)	502 (58.3)	8.39 (0.92)
9.0歳	34	8.98 (0.14)	131.2 (4.08)	28.4 (3.37)	269 (31.8)	8.92 (1.10)	600 (104.0)	8.67 (1.12)	530 (63.3)	8.83 (0.97)
9.5歳	35	9.49 (0.14)	131.5 (5.25)	28.4 (4.02)	282 (31.5)	9.37 (1.08)	611 (77.4)	8.80 (0.82)	546 (55.1)	9.07 (0.83)
10.0歳	47	9.98 (0.15)	136.2 (5.11)	31.8 (4.18)	302 (39.1)	10.02 (1.26)	672 (104.3)	9.47 (1.14)	590 (69.5)	9.73 (1.03)
10.5歳	41	10.48 (0.16)	136.5 (4.37)	31.8 (4.28)	323 (32.2)	10.73 (1.07)	698 (102.1)	9.76 (1.15)	623 (64.4)	10.21 (0.94)
11.0歳	37	11.00 (0.15)	139.5 (3.80)	33.9 (3.74)	350 (54.3)	11.45 (1.46)	775 (111.4)	10.67 (1.34)	679 (80.7)	11.02 (1.18)
11.5歳	41	11.50 (0.14)	141.0 (5.39)	34.3 (4.89)	366 (60.2)	11.81 (1.57)	782 (101.2)	10.77 (1.25)	686 (83.5)	11.13 (1.20)
12.0歳	32	12.03 (0.12)	145.8 (3.83)	37.9 (5.40)	397 (61.9)	12.54 (1.21)	828 (75.0)	11.32 (1.02)	733 (68.6)	11.81 (1.00)
12.5歳	39	12.49 (0.14)	150.9 (5.90)	41.5 (6.95)	471 (95.2)	13.68 (1.15)	902 (70.5)	12.57 (1.38)	814 (79.4)	13.07 (1.28)
13.0歳	54	12.97 (0.13)	154.5 (5.92)	42.7 (5.51)	532 (105.0)	14.39 (1.01)	948 (49.6)	13.39 (1.16)	872 (59.1)	13.98 (1.05)
13.5歳	43	13.53 (0.14)	158.2 (5.66)	46.1 (5.61)	642 (146.5)	15.24 (1.18)	975 (37.7)	14.06 (1.00)	916 (58.8)	14.90 (1.20)
14.0歳	42	13.96 (0.14)	161.2 (5.66)	49.4 (6.56)	739 (141.9)	15.97 (0.95)	986 (21.0)	14.40 (0.79)	947 (34.8)	15.54 (0.93)
14.5歳	44	14.51 (0.14)	164.3 (6.21)	52.4 (6.87)	776 (160.9)	16.21 (1.35)	985 (34.0)	14.41 (0.89)	951 (54.1)	15.73 (1.21)
15.0歳	50	14.99 (0.15)	165.9 (5.22)	54.8 (5.71)	851 (130.1)	16.76 (1.08)	987 (27.4)	14.47 (0.82)	966 (39.9)	16.15 (1.04)
15.5歳	42	15.49 (0.14)	167.5 (4.84)	56.2 (7.89)	872 (141.2)	16.98 (1.08)	994 (11.3)	14.63 (0.56)	973 (27.2)	16.49 (1.09)
16.0歳	45	16.03 (0.15)	168.0 (4.58)	57.1 (6.87)	932 (105.4)	17.50 (0.90)	994 (11.6)	14.63 (0.57)	983 (20.7)	16.92 (0.99)
16.5歳	46	16.52 (0.20)	172.2 (4.77)	60.2 (6.34)	979 (67.9)	17.96 (0.60)	996 (9.2)	14.74 (0.49)	991 (16.6)	17.40 (0.86)
17.0歳	61	16.98 (0.14)	169.8 (5.12)	60.0 (5.69)	979 (63.9)	17.96 (0.59)	996 (8.9)	14.75 (0.49)	990 (28.5)	17.43 (1.00)
17.5歳	16	17.56 (0.11)	168.0 (4.89)	55.3 (5.09)	988 (43.6)	18.04 (0.44)	992 (10.6)	14.54 (0.59)	987 (24.3)	17.24 (1.05)
18.0歳	44	17.96 (0.14)	170.7 (5.32)	60.4 (7.17)	985 (55.6)	18.04 (0.51)	991 (23.6)	14.61 (0.75)	989 (23.7)	17.38 (1.05)

表 2 b 標準集団女子の0.5歳年齢グループごとの身長, 体重, および3種の骨成熟度スコアと骨年齢の平均値, 標準偏差

年齢グループ	人数	暦年齢 (歳)	身長 (cm)	体重 (kg)	RUS		Carpal		20-Bones	
					スコア	骨年齢	スコア	骨年齢	スコア	骨年齢
7.5歳	54	7.48 (0.14)	122.2 (3.81)	23.2 (2.06)	345 (39.1)	8.08 (0.99)	615 (76.8)	7.61 (0.78)	557 (55.0)	7.71 (0.80)
8.0歳	48	7.99 (0.16)	123.7 (3.91)	24.0 (2.59)	364 (46.9)	8.58 (0.98)	643 (101.4)	7.88 (0.99)	585 (72.3)	8.08 (0.92)
8.5歳	39	8.50 (0.15)	126.9 (4.53)	25.8 (2.86)	377 (38.8)	8.91 (0.88)	712 (93.7)	8.56 (0.86)	624 (64.1)	8.62 (0.78)
9.0歳	31	8.95 (0.14)	128.8 (3.48)	27.2 (3.70)	410 (68.7)	9.46 (1.16)	738 (90.8)	8.80 (0.84)	658 (79.0)	9.01 (0.87)
9.5歳	44	9.53 (0.15)	133.3 (5.21)	29.2 (4.24)	443 (76.9)	10.03 (1.21)	795 (82.7)	9.33 (0.77)	707 (79.3)	9.55 (0.88)
10.0歳	30	9.94 (0.14)	136.8 (5.51)	31.3 (5.61)	471 (76.6)	10.49 (1.15)	833 (96.5)	9.76 (1.02)	749 (95.3)	10.01 (1.07)
10.5歳	38	10.45 (0.14)	136.5 (5.49)	31.1 (4.31)	529 (94.1)	11.27 (1.22)	878 (78.1)	10.25 (1.03)	803 (80.2)	10.64 (1.02)
11.0歳	36	11.01 (0.15)	141.7 (6.62)	35.6 (5.89)	614 (116.5)	12.27 (1.29)	943 (67.7)	11.24 (1.07)	878 (74.1)	11.71 (1.15)
11.5歳	40	11.53 (0.14)	145.8 (4.41)	37.8 (5.34)	673 (96.4)	12.94 (1.00)	963 (44.2)	11.62 (0.99)	915 (53.9)	12.30 (0.91)
12.0歳	28	11.96 (0.14)	146.8 (5.10)	37.7 (4.38)	665 (107.8)	12.94 (1.21)	968 (35.7)	11.80 (0.99)	914 (56.4)	12.41 (1.09)
12.5歳	40	12.51 (0.16)	151.0 (5.42)	41.6 (6.70)	797 (118.0)	14.10 (1.05)	979 (35.0)	12.13 (0.93)	951 (41.9)	13.22 (1.02)
13.0歳	44	13.01 (0.12)	152.2 (5.40)	42.2 (4.56)	826 (118.6)	14.35 (1.17)	980 (27.1)	12.09 (0.88)	955 (40.7)	13.36 (1.09)
13.5歳	42	13.53 (0.12)	155.9 (3.19)	46.8 (4.73)	915 (93.8)	15.14 (0.84)	970 (134.6)	12.42 (0.66)	965 (97.9)	14.02 (1.78)
14.0歳	56	14.02 (0.13)	156.8 (4.33)	49.1 (5.88)	952 (62.7)	15.49 (0.57)	992 (12.0)	12.50 (0.64)	986 (13.2)	14.64 (0.97)
14.5歳	38	14.52 (0.16)	157.7 (4.41)	49.3 (5.34)	953 (78.2)	15.52 (0.71)	994 (11.0)	12.65 (0.60)	988 (16.0)	14.94 (1.10)
15.0歳	43	14.97 (0.16)	155.8 (4.56)	47.8 (4.26)	972 (53.6)	15.70 (0.51)	995 (12.8)	12.73 (0.59)	991 (16.1)	15.27 (1.05)
15.5歳	39	15.57 (0.13)	157.4 (4.41)	52.4 (4.73)	994 (23.7)	15.94 (0.23)	992 (18.0)	12.60 (0.73)	992 (15.8)	15.36 (1.06)
16.0歳	49	16.00 (0.14)	156.7 (4.33)	49.7 (4.01)	999 (8.3)	15.98 (0.10)	993 (14.7)	12.59 (0.67)	993 (11.4)	15.37 (0.95)
16.5歳	39	16.52 (0.16)	158.7 (3.79)	52.7 (3.30)	1000 (2.7)	15.99 (0.05)	994 (11.7)	12.67 (0.59)	995 (10.7)	15.49 (0.89)
17.0歳	46	16.99 (0.14)	156.6 (5.12)	50.7 (4.69)	998 (11.2)	15.97 (0.14)	995 (8.1)	12.61 (0.55)	995 (7.6)	15.40 (0.83)
17.5歳	49	17.54 (0.14)	158.7 (4.00)	52.0 (4.86)	1000 (0.0)	16.0 (0.00)	992 (15.3)	12.56 (0.67)	993 (11.8)	15.35 (0.97)
18.0歳	64	17.97 (0.12)	158.2 (5.56)	51.3 (5.83)	1000 (0.0)	16.0 (0.00)	992 (13.8)	12.52 (0.67)	993 (11.4)	15.28 (0.97)

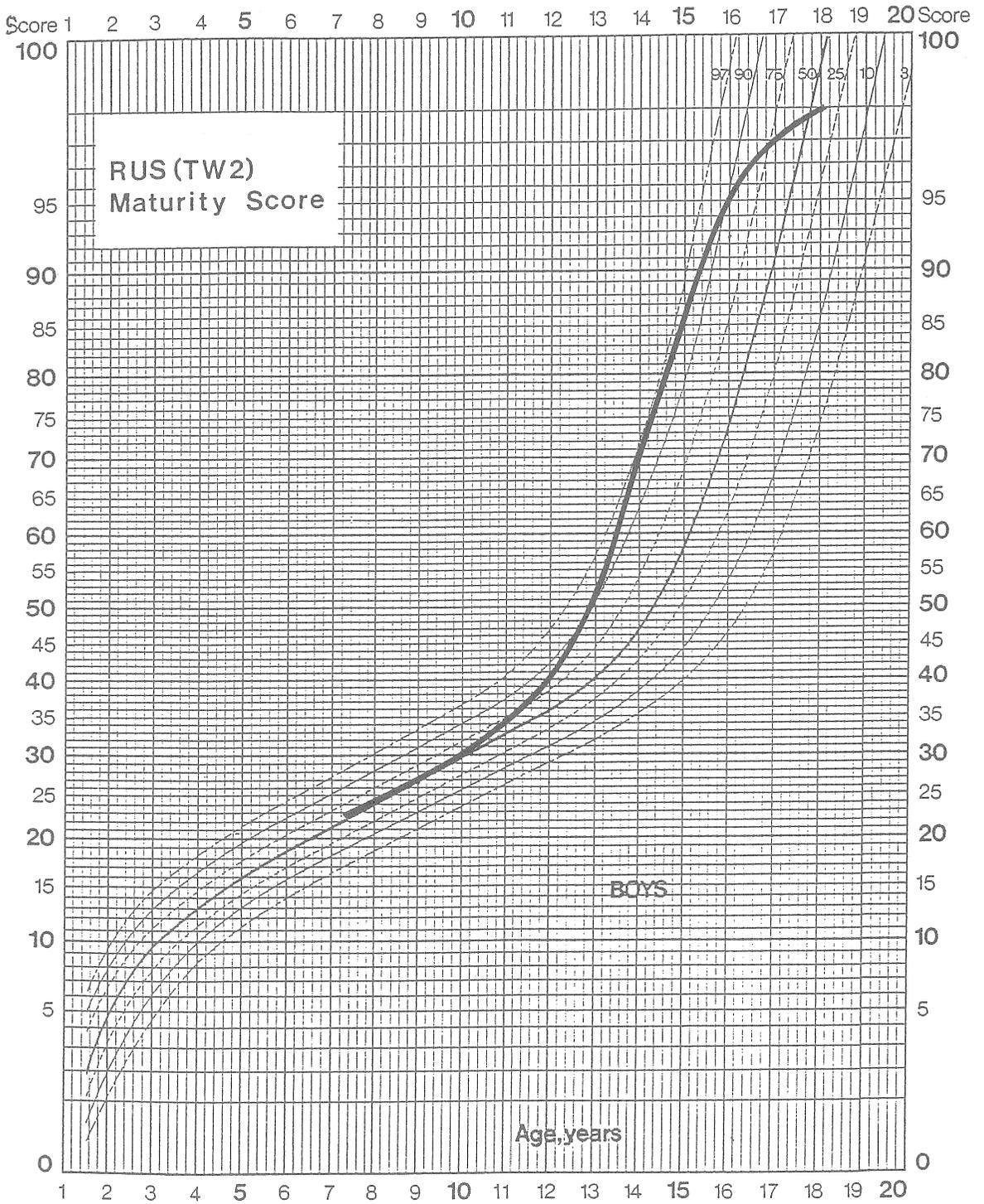


図2 a-1 男子 RUS 基準チャート上の RUS スコア曲線

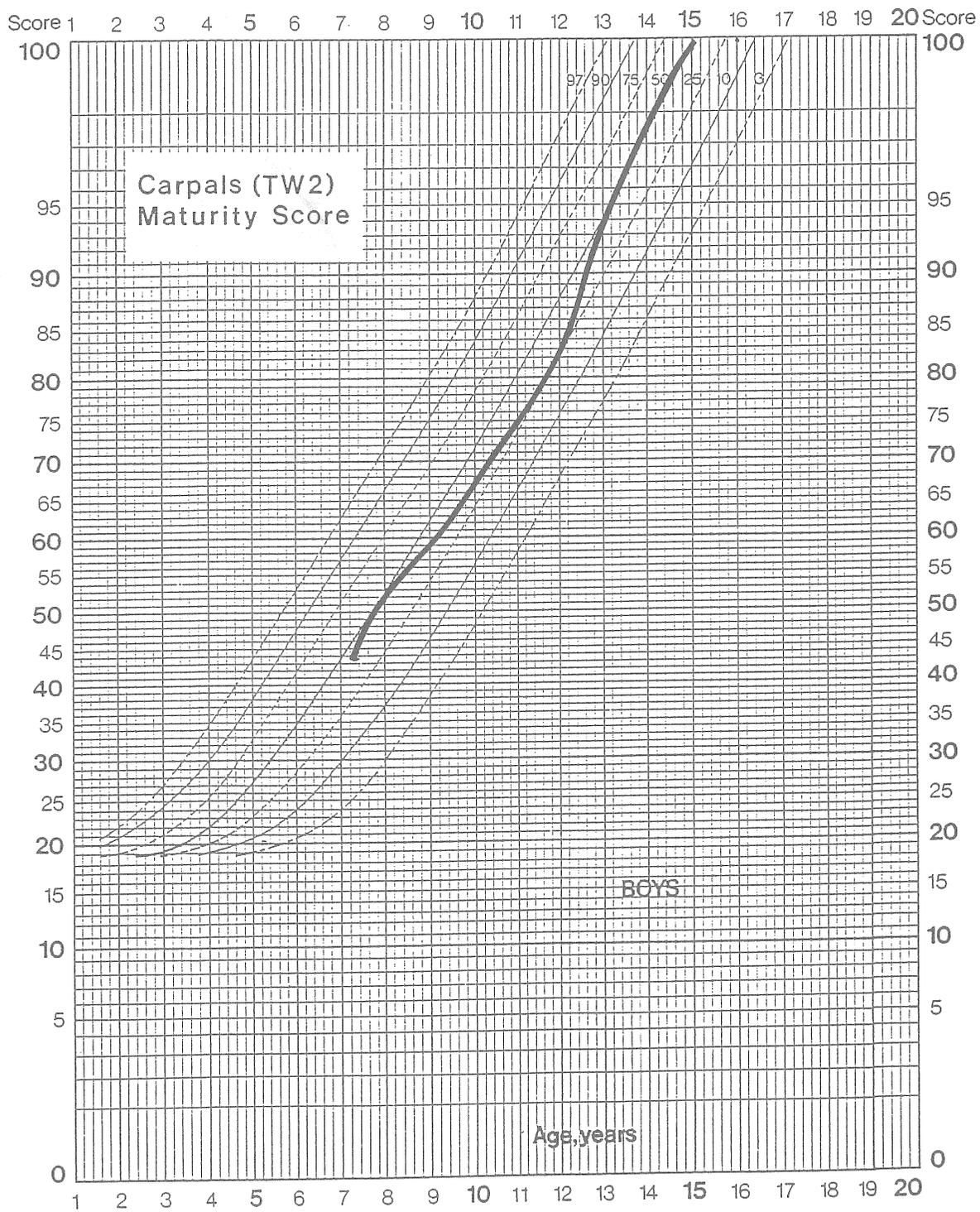


図 2 a - 2 男子 Carpal 基準チャート上の Carpal スコア曲線

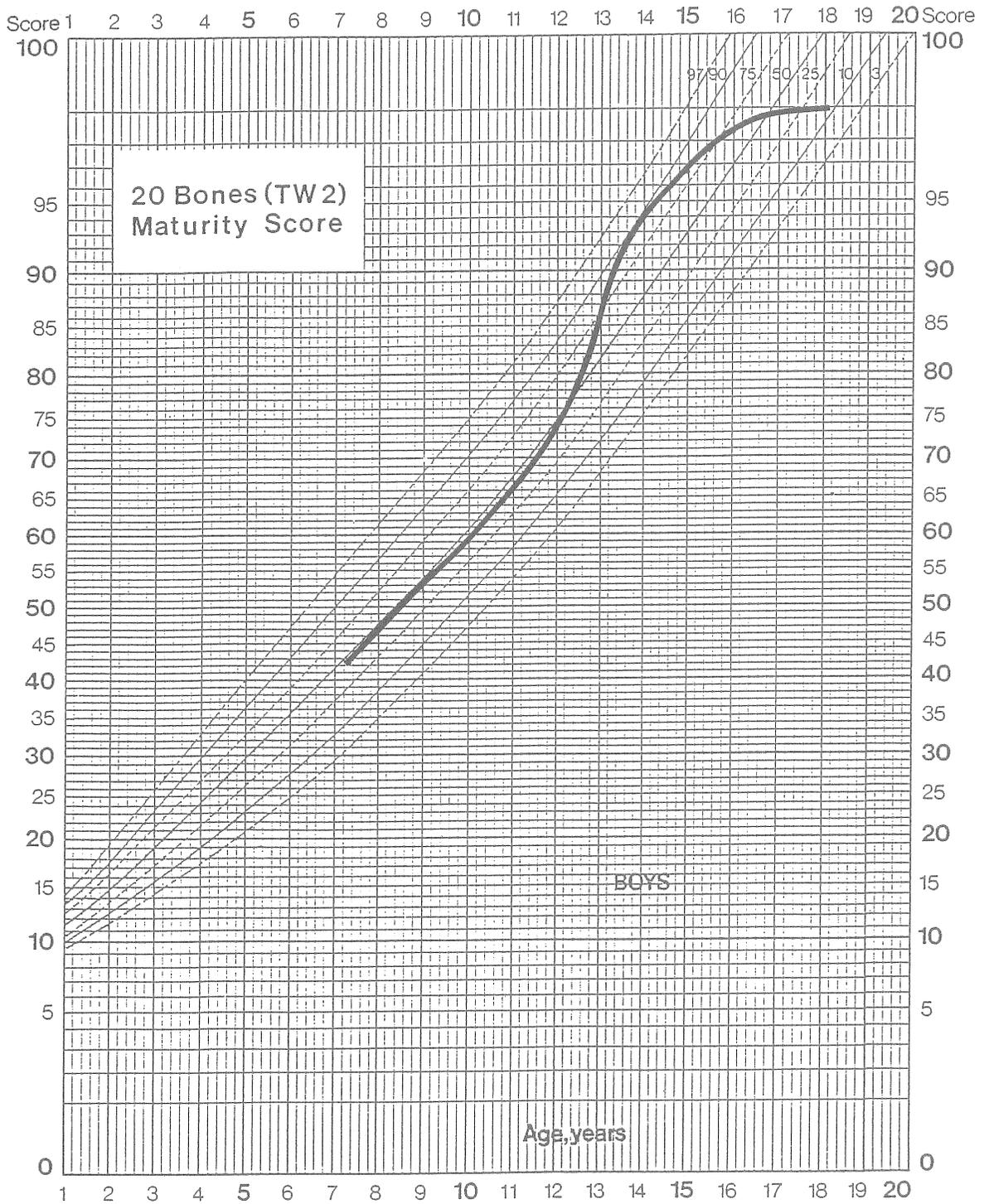


図 2 a - 3 男子20-Bone 基準チャート上の20-Bone スコア曲線

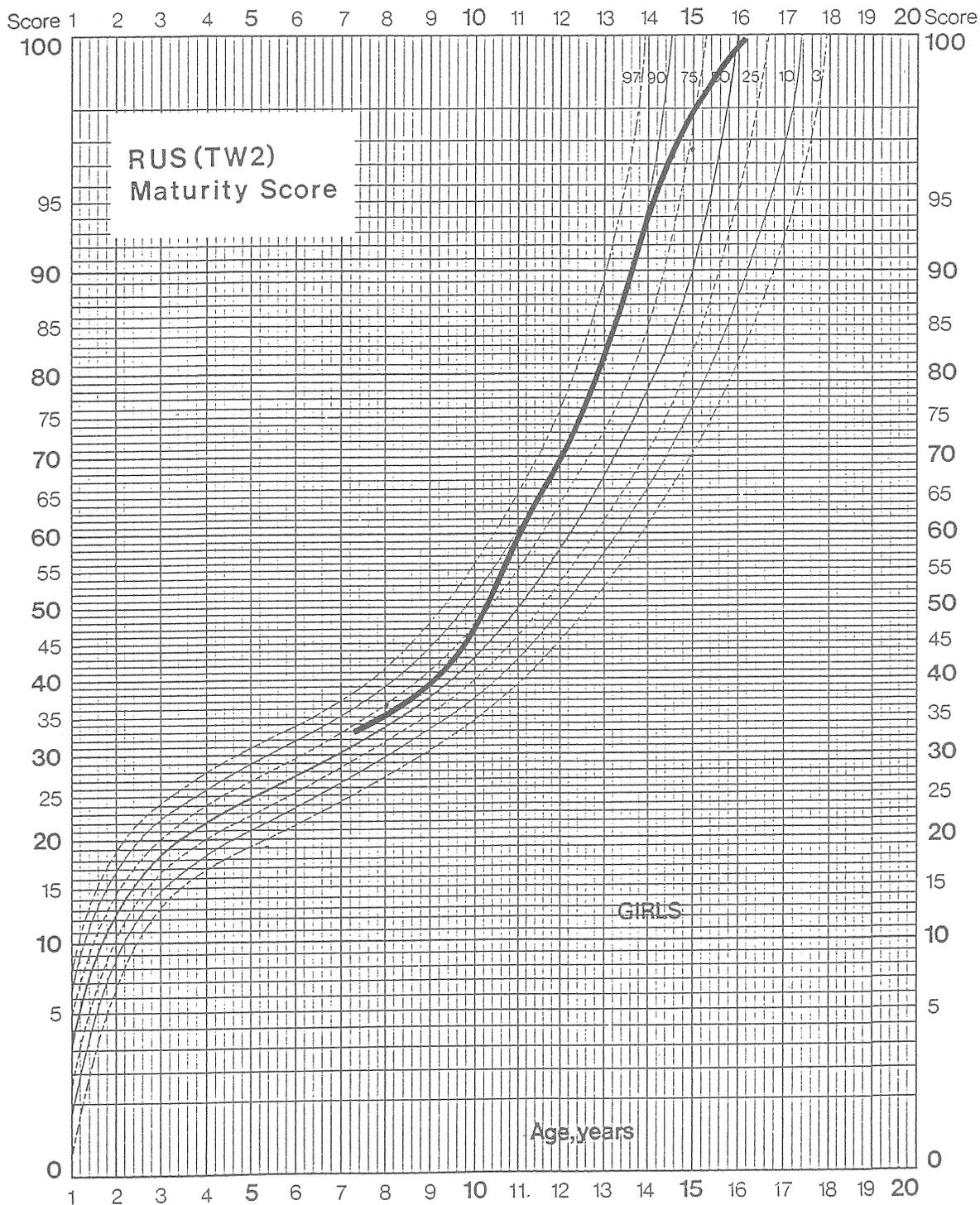


図 2 b-1 女子 RUS 基準チャート上の RUS スコア曲線

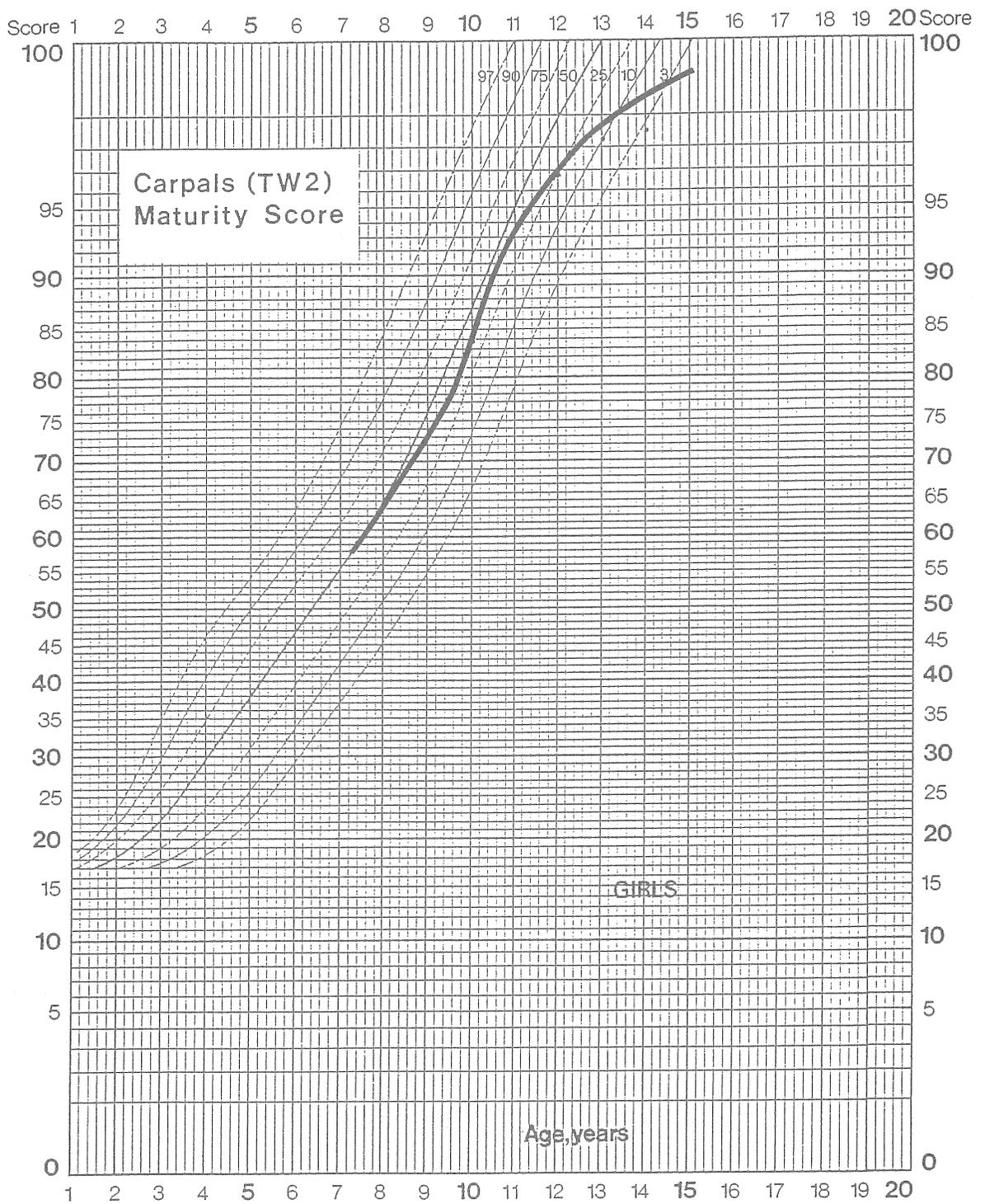


図 2 b-2 女子 Carpal 基準チャート上の Carpal スコア曲線

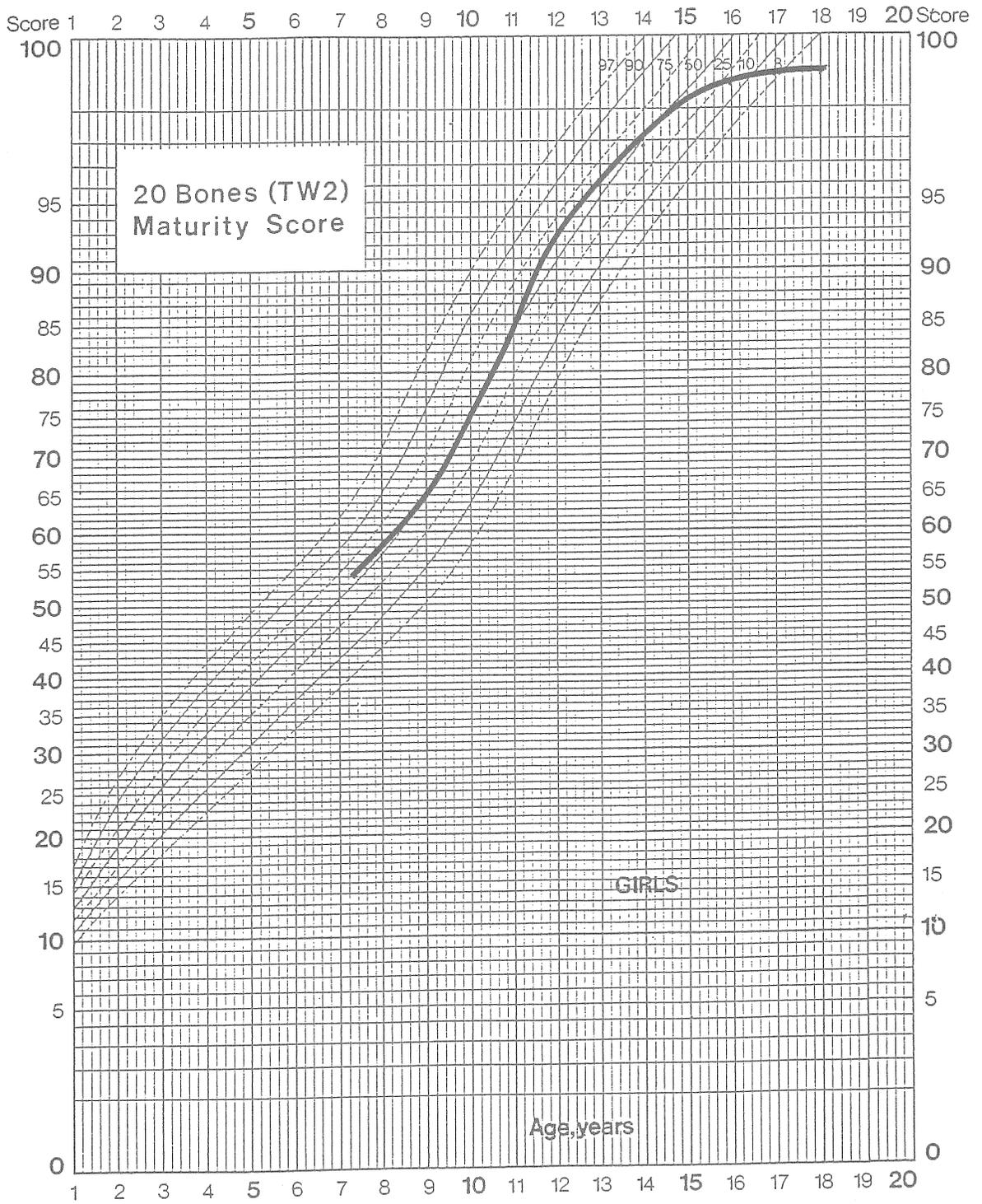


図 2 b-3 女子 20-Bone 基準チャート上の 20-Bone スコア 曲線

女子は7-9歳ですでに75-50パーセンタイルのゾーンに位置し、その後は男子ほど急速ではないがやはり成熟の速度を速め75パーセンタイル曲線に一致して進行する。TW II基準と同じく16歳で全員が完熟する。

2) Carpal 成熟

男子は7、8歳でTW II基準の50パーセンタイルに位置するが、その後成熟の速度がやや低下して数年間25-50パーセンタイルのゾーンにあり、13歳頃再度50パーセンタイル曲線に接近する。以降はこの曲線に一致して成熟し、15歳で全員が完熟する。

女子は当初50パーセンタイル曲線と一致しているが、その後成熟のスピードがやや緩み、15歳でも全員が完熟するわけではない。

3) 20-Bone 成熟

男子では12歳すぎまでTW II基準の50パーセンタイル曲線に一致して成熟する。その後ほぼ2年間は成熟が急進し、14歳位で90パーセンタイル値に接近する。その後、その速度は減少し、18歳になってもなお本標準集団の全員が完熟しているわけではない。

女子も11歳頃まで50パーセンタイル曲線に一致して成熟し、その後成熟の速度がやや上がるが、

男子とは異なり75-50パーセンタイルのゾーンを走行した後、速度が緩む。ただしTW II基準で成熟終了となる16歳を越えてもなお全員が完熟しているわけではない。

4) 骨年齢と暦年齢の関係

図3 a, bに3種の骨年齢と暦年齢の関係を示す。

男子ではRUS年齢は10歳まで暦年齢とほぼ一致するが、その後急速に骨年齢が暦年齢を上回り、TW II基準より1年早く17歳で骨成熟が終了する。Carpal年齢は暦年齢とほぼ一致しているが、15歳の時点でCarpal年齢の方が約0.4歳若い。20-Bone年齢は12歳まで暦年齢とほぼ一致し、その後16歳までは1年以上の差で骨年齢が先行する。しかしその後、骨年齢の進行速度は緩み、18歳では骨年齢の方が約0.5歳若い。

女子ではRUS年齢は常に暦年齢を上回り、とくに11歳から14歳の間では1.5歳も骨年齢が先行している。16歳では全員が完熟する。Carpal年齢は12歳まで暦年齢とほぼ一致している。ただし暦年齢13歳でCarpal年齢は0.8歳若い。20-Bone年齢は10歳までは暦年齢と一致しているが、その後は常に0.5歳ほど暦年齢より先行する。そして16歳以後も全員が完熟しているわけではない。

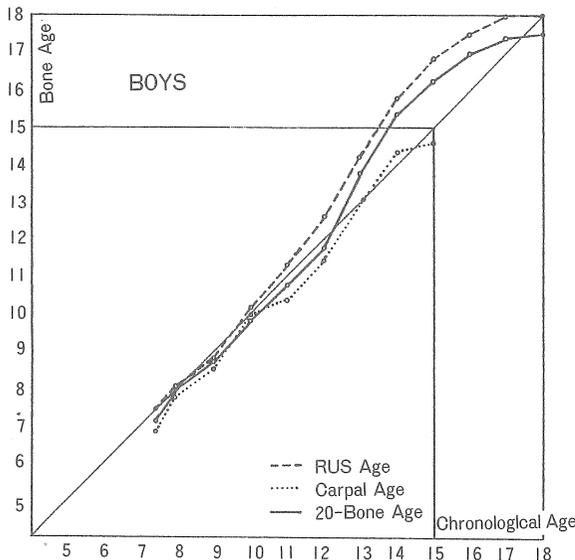


図3 a 男子標準集団の3種の骨年齢と暦年齢の関係

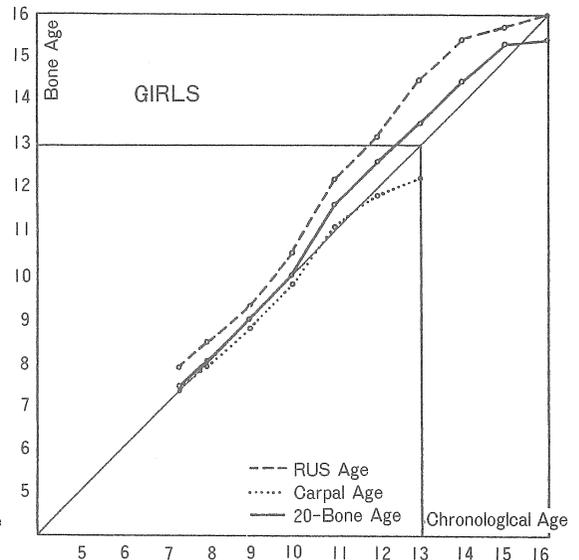


図3 b 女子標準集団の3種の骨年齢と暦年齢の関係

(2) 本標準集団と他の日本人集団との比較

比較に用いた日本人集団は高井、穉吉のシリーズ(1983)と江藤らのシリーズ(1990)である。前者は、長崎市の南西25kmに位置する野母崎という漁村で、1978年から79年にかけて撮影された4歳から15歳までの女子485名と男子500名で、骨成熟スコアと骨年齢はパーセンタイル値で示されている。また後者は、1969年から84年まで毎年継続して撮影された東京都の5歳から18歳までの女子のみ124名の資料(のべ1,213枚のフィルム)を半縦断的に処理したものである。

図4 aに男子の骨成熟スコアを示す。本標準集団のRUSスコア曲線は野母崎の子どもの50パーセンタイル値曲線より全年齢に渡って成熟が早い(成熟がほぼ1年先行している)。それに対しCarpalスコア曲線は本標準集団の子どものは当初野母崎児より成熟が進んでいるが、野母崎児の曲線の勾配が大きくなり、12.5歳で追い越されてしまう。20-Boneスコア曲線はやはり始めは野母崎の子どものスコアが低いですが、12歳頃から曲線の傾斜が大きくなり、13歳で本標準集団の曲線に追いつく。しかし以後傾斜は緩み、本標準集団を凌駕することはない。

図4 bに女子の骨成熟スコアを示す。本標準集団のRUSスコア曲線は8歳から11歳まで東京女子の成熟を下回るが、その後両曲線はほぼ重なり、14歳以後は本標準集団の方が早く成熟する。野母崎の子どもは14歳まで他の2つの集団よりRUSの成熟が遅れているが、その後急速に両者を追い越す。Carpalスコア曲線は10歳まで3者が混然となって基準チャートの50パーセンタイル曲線の近辺にあるが、以後野母崎児の曲線が急速に傾斜を強め、他より早く完熟する。20-Boneスコア曲線は東京女子が本標準集団より約半年成熟が進んでいるが、12-14歳では同じ成熟度になり、その後再び東京女子の成熟が加速する。野母崎児は7歳で他の2集団より約1年成熟が遅れているが、その後曲線の勾配が急になり、他の2集団を凌駕して、早く完熟に達する。

さて、各暦年齢における各骨の成熟段階は正規分布していないことを考えると、英国の基準チャートに照らしてある集団の特徴を観察したり、集団間の比較をする際には、スコアの平均値を用いることははなはだ疑問である。個体の骨成熟を時間的に追跡する場合には、基準チャートに成熟スコアをそのままプロットして何ら問題ないが、

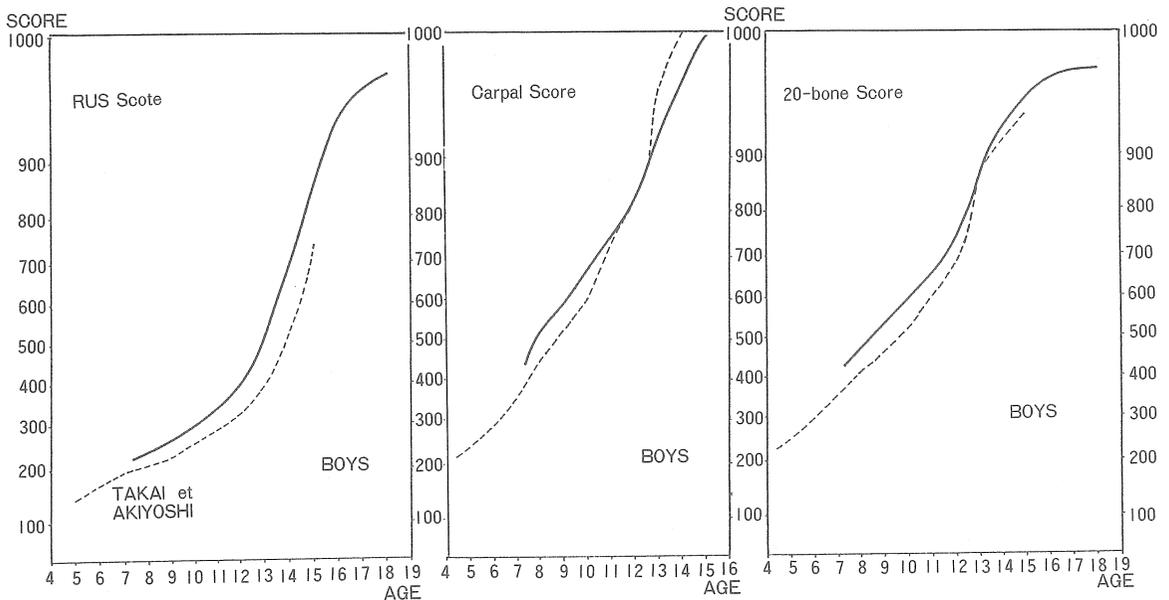


図4 a 男子標準集団と野母崎児(高井、穉吉)の骨成熟の比較

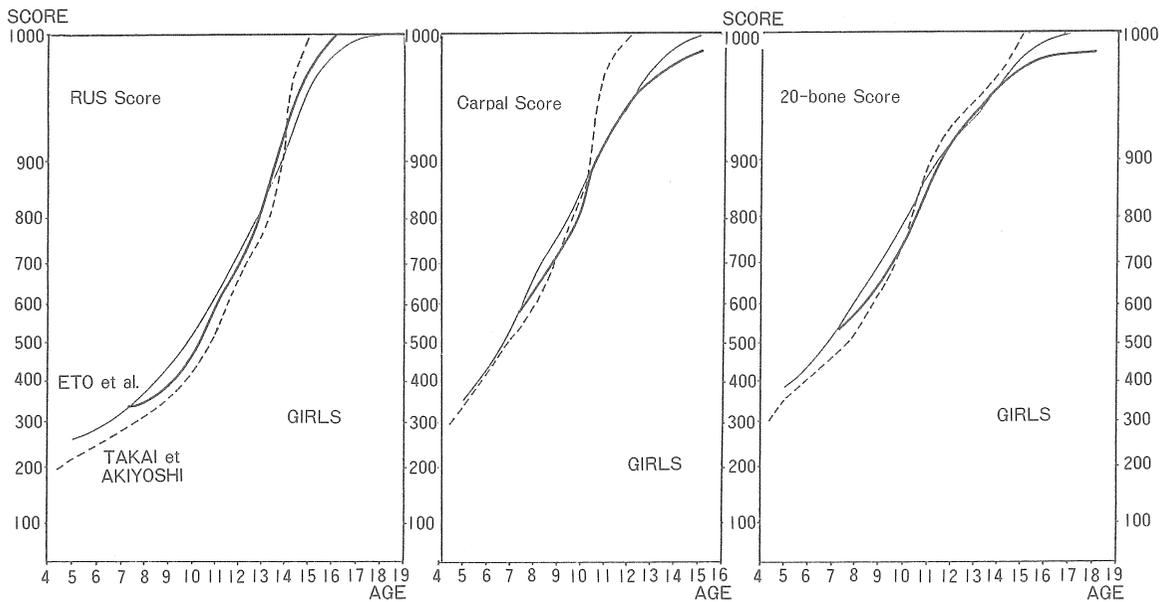


図4b 女子標準集団と野母崎児(高井, 穂吉), 東京児(江藤ら)の骨成熟の比較

集団の成熟スコアや骨年齢を比較する場合には、高井、穂吉が指摘するように50パーセントイル値(中央値)を用いるべきであろう。50パーセントイル曲線を描くことによって、完全に近い年齢グループでの不整合性はかなり是正されよう。したがって本研究の次のステップとして、標準集団の平滑化骨成熟スコアのパーセントイル曲線による基準チャートを作成する必要がある。

文 献

- ASHIZAWA, K. 1970 Maturation osseuse des enfants japonais de 6 a 18 ans, estimee par la methode de Tanner-Whitehouse. Bull. Mém. Soc. Anthropol. Paris, 6 (serie XII) : 265-280.
- ASHIZAWA, K. 1974 Les erreurs d'interpretation dans l'étude de l'estimation osseuse par un observateur utilisant la methode de Tanner-Whitehouse. Bull. Mem. Soc. Anthropol. Paris, 1 (serie XIII) : 335-350.
- 江藤盛治 1971 骨年齢から見た東京都児童の骨発育。日・英2方法の適用による比較研究。人類学雑誌, 79 : 9-20.
- 江藤盛治、高橋秀雄、芦澤玖美、加藤純代 TW II法による東京女児の骨成熟について(予報)。第44回日本人類学会日本民族学会連合大会、1990.11.13.川崎。
- EVELETH, P.B., TANNER, J.M. 1976 World-wide Variation in Human Growth. Cambridge University Press, Cambridge.
- 川島真人、南条文昭、佐倉 朔、太田伸一郎 1972 Tanner-Whitehouse & Healy 法による骨年齢の判定について。杉浦・中沢法との比較研究。臨床整形外科, 7 : 350-358.
- KIMURA, K. 1972 Skeletal maturation in Japanese as assessed by the Oxford and Tanner-Whitehouse methods. 解剖学雑誌, 47 : 358-372.
- KIMURA, K. 1976 Skeletal maturation of children in Okinawa. Annals of Human Biology, 3 : 149-155.
- KIMURA, K. 1977a Skeletal maturity of the hand and wrist in Japanese children by the TW II method. Annals of Human Biology, 4 : 353-356.
- KIMURA, K. 1977b Skeletal maturity of the hand and wrist in Japanese children in Sapporo by the TW II method. Annals of Human Biology, 5 : 449-453.
- TAKAI, S., AKIYOSHI, T. 1983 Skeletal maturity of Japanese children in western Kyushu. Am. J. Physical Anthropology, 62 : 199-204.
- TAKAI, S., AKIYOSHI, T., FUCHIGAMI, A. 1984 Skeletal maturity of Japanese children in Amami-Oshima Island Annals of Human Biology, 11 : 571-575.

高井省三 1990 Tanner-Whitehouse 2 (TW II 法) による平滑化骨成熟曲線とその応用、解剖学雑誌、65 : 436-447.

TANNER, J.M., WHITEHOUSE, R.H. 1959 Note of Present Status of Tanner-Whitehouse Standards of Bone-age. Centre International de l'Enfance, Paris.

TANNER, J.M., WHITEHOUSE, R.H., HEALY, M.J.R. 1959 A New System for Estimating Skeletal Maturity from the Hand and Wrist,

with Standards Dedrived from a Study of 2600 Healthy British Children. Part II : The Scoring System. Centre International de l'Enfance, Paris.

TANNER, J.M., WHITEHOUSE, R.H., CAMERON, C., MARSHAL, W.A., HEALY, M.J.R., GOLDSTEIN, H. 1984 Assessment of Skeletal Maturity and Prediction of Adult Height (TW II Method). Academic Press, London.

6. ジュニア選手の骨年齢と運動能力について

大槻 文夫、百鬼 史訓、植竹 照雄、田中 幸夫、大森 肇

「青少年の体力に関する日中共同研究」(浅見俊雄班長)は1985年のパイロットスタディーの後1986年に本格的な測定が行われた。86年から87年にかけて第1報と第2報を刊行し青少年の研究には一応の区切りをつけ、その継続的発展として1988年に「陸上競技ジュニア選手の体力に関する日中共同研究」(松井秀治班長)が開始された。

この研究の目的は①日中が同一の科学的方法を用いてジュニア選手の体力の現状を把握し、その発育・発達過程等の特徴を捉える。②日中両国ジュニア選手の健全な発育・発達を目指し、相互にその科学的トレーニング方法等の交流を図る。③日中両国陸上競技の競技力向上を目指す。④本研究を通して、日中両国のスポーツ医・科学交流を図る、等であった。

わが国では1988年に福島県の郡山市で行われた第15回全日本中学校陸上競技選手権大会に参加した男子中学生(13歳から15歳)のうち短距離、長距離、走り幅跳び、砲丸投げを主な専門種目とする者33名を対象としてパイロット・スタディーが行われた。ここでは選手の生活時間、トレーニング時間等に関するアンケート、栄養摂取状況調査、心理学的調査、形態と骨年齢、高速VTRによるフォーム分析、機能等、多くの項目についての調査が行われた。これに続いて89年には本研究が担当した骨年齢の結果を中心にして骨年齢と運動能力に関する知見について紹介したい(大槻、1988：大槻、1989：大槻他、1990)。

尚、骨年齢の判定のための測定部位やX線の撮影条件等は先の日中共同研究の方法に記載されている通りであり、骨年齢の判定法もまたTW II法(Tanner et al., 1983)により、その20-Bone Maturity Scoreを用いた。

陸上競技ジュニア選手の体力に関する日中共同研究のパイロット・スタディーの結果から

先ず、Table 1はパイロット・スタディーの中から100m選手(No.1-9)および110mHの選手(No.10-12)についてその記録、身長、体重、骨年齢、暦年齢、ならびに暦年齢と骨年齢の差を示したものである。両種目とも選手数が少ないので統計学的に厳密な検討は加えにくい、それでも選手の記録や一般的な体格あるいは骨年齢の進行についての特徴については容易にわかるであろう。

100m選手の記録をみると10秒7から11秒2に分布し、身長は低い者で165.6cm、高い者で175.5cmである。低い者でもほぼ13歳の全国平均値に相当する値である。体重になると最も軽い者でも13歳の平均値よりは数キログラム重たい。ジュニア選手は特に筋の発達が著しい。

最も顕著な特徴は100m選手全員の骨年齢が18歳の成人に達しているということである。そして、彼らにおける暦年齢と骨年齢の差は小さい者で2.67歳、大きい者で3.72歳となっている。つまり、それだけ骨年齢が進行しているのである。

また、110mHの選手は僅かに3人であるが、やはり彼らの骨年齢もNo.10の選手を例外として暦年齢より2歳以上も進行している。

Table 1の中での12例中でNo.11だけは暦年齢より骨年齢が遅れているが、彼の身長をみると178.3cmとこの表の中では最も高い。当然のことながら今後の身長の伸びと発育にともなう記録の伸びも期待されることになる。

さて、100mで優れた記録を残している者は中学生といえども生物学的にはことごとく成人していることがこの研究で認められたが、同様のことは他の競技種目の選手にも該当するかもしれない。現在、わが国のジュニア選手は多種目において世界的に高い競技成績を収めている。一方、成人の

Table 1 陸上競技ジュニア選手 (100m, 110mH) の記録と身長, 体重および骨年齢

No.	記録(秒)	身長(cm)	体重(kg)	骨年齢	暦年齢	骨年齢-暦年齢
100m						
1	10.7	167.3	53.7	18.00	15.02	2.98
2	10.8	175.1	65.3	18.00	15.28	2.72
3	10.9	168.6	54.1	18.00	15.33	2.67
4	10.9	172.8	51.2	18.00	15.32	2.68
5	10.9	173.6	63.1	18.00	15.31	2.69
6	11.0	169.3	60.7	18.00	15.31	2.69
7	11.1	175.5	60.9	18.00	15.20	2.80
8	11.2	165.6	60.2	18.00	15.09	2.91
9	11.0	170.6	56.8	18.00	14.28	3.72
110mH						
10	14.6	178.3	68.1	15.30	15.38	-0.10
11	14.6	169.4	52.2	18.00	15.27	2.73
12	15.1	175.9	58.6	16.80	14.73	2.07

「陸上競技ジュニア選手の体力に関する日中共同研究パイロットスタディー」(1988)より

それは凋落の道を辿りつつあることを考える時に、発育の遅促やそのパターンと競技成績との関わりをわれわれに示しているように思われる。

しかし、骨年齢が比較的進行しているものは選手としての将来性が乏しいということをごここで主張するつもりはない。指導者はそれぞれの選手の生物学的な発育段階を正確に押さえておくことが必要であることをむしろ言いたいのである。生物学的に成人の域に達しているということは、その後の発育にともなういわゆる自然な記録の伸びを期待しにくいものの、成人同様の激しいトレーニングが可能であることを意味している。

発育段階とそれにみあった至適なトレーニングについては必ずしも一致した見解があるわけではないが、世界的にトレーニングそのものが早期化する傾向にあることは否めない。例えば、従来は思春期前の筋力トレーニングは反対が多かったにもかかわらず、アメリカでは最近その流れが変わ

りつつあるようだ。今から数年前になるが、「思春期の筋力トレーニング」に関する全米ストレングス&コンディショニング協会の声明書がわが国のトレーニングジャーナルにも紹介されている(編集部、1986)。そこでは主題となる動作を定義した上で、トレーニングに関する適切なガイドラインを示している。そして、結論をいえば筋力トレーニングはこども達に効果をもたらすというものである。

ともあれ、ジュニア選手の発育段階を正確に把握することは、発育段階との兼ね合いで現在の記録を判断したり、さらには選手のトレーニング計画を検討する上で欠かすことのできないものである。日中共同研究の一端としてJOCの科学委員会にサポートされ、この研究班で取り組んでいる日本人の骨年齢の標準化を進める研究の必要性はスポーツ界においてもまた十分に存在するといえよう。

陸上競技ジュニア選手の体力に関する日中共同研究の結果から

この主題に関する考察は日中共同研究の結果を通してさらに深めることが可能で、特に日中の骨年齢や身長などを比較すると多くの両国間の差異が明瞭になってくる(大槻他、1990)。しかし、パイロット・スタディーでは主として100m選手にしばって論じたので、ここでも男女の100m選手についてのみふれることにする。

男子の骨年齢を日中の間で比較すると、やはり日本側が進行しており、殊に13歳から17歳の研究対象の中では低年齢群で有意な差が認められることが多い。たとえば、男女が全年齢にわたって調査されている100m走についてみると中国側の骨年齢が大きいのは15歳の男子のみで、その他はいずれも日本側が大きく13歳では5%ながら有意差が検出されている(Fig. 1)。なお、100m走の男女の骨年齢を前回の日中共同研究の結果と比較してみたが、日中双方、男女ともに今回のジュニア選手の骨年齢が上回っている。つまり、優秀な記録を出している選手達は生物学的な年齢ではより成人に近づいた集団であるといえる(Figs. 1 & 2)。

これと似たような傾向は先のパイロット・スタディー(大槻、1988)にも報告されている。すなわち、青少年の体力に関する日中共同研究における日本人男子15歳の平均骨年齢は16.7歳であったのが、ジュニア選手の暦年齢は平均が14.90歳で骨年齢は17.28歳、暦年齢と骨年齢の差は平均で2.38歳開いていたのである。

種目別では、短距離選手の暦年齢は平均15.13歳であるのに骨年齢では全員が18歳の成人に達しており、骨年齢と暦年齢の差は少ないもので2.7歳、大きいものでは3.7歳というように骨年齢が極めて促進していた。

一方、長距離選手の暦年齢の平均は14.87歳で、骨年齢の平均は16.33歳。骨年齢は1.46歳促進しているものの、種目別では最も骨年齢促進の度合いが低い群であった。

骨年齢と形態や機能との関係については青木と高岡(1987)が先の青少年の体力に関する日中共同研究第2報で述べている。たとえば、骨年齢と身長の関係だが男子の骨年齢促進群は遅延群に比べると日中とも15歳まで有意に高い値を示す。また、体重は日中ともに7歳から15歳まで骨年齢の促進群、中間群および遅延群の順に高い値で、促

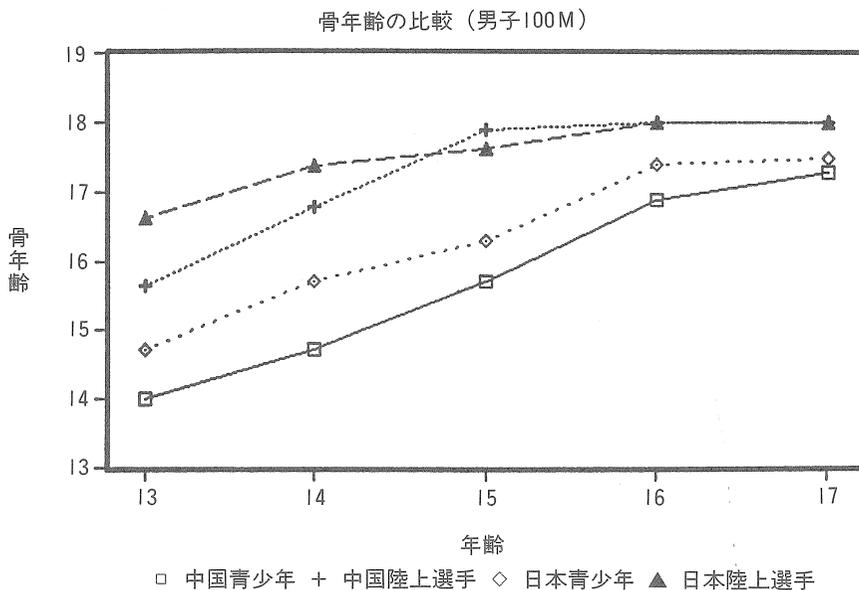


Fig. 1 日中青少年およびジュニア選手の骨年齢の比較 (男子100m選手)

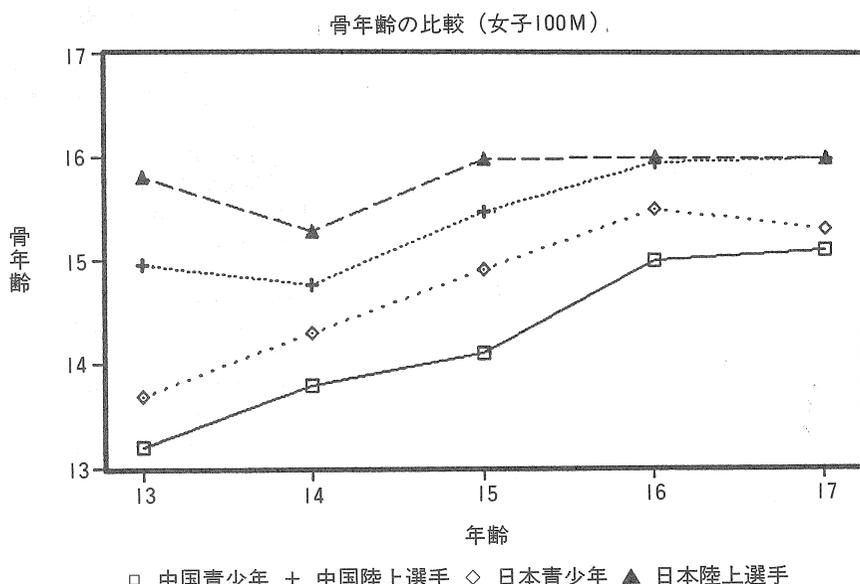


Fig. 2 日中青少年およびジュニア選手の骨年齢の比較 (女子100m 選手)

進群と中間群の差は有意であり、その他の量育や幅育についてもこのことは指摘されている。ちなみに、先の日中共同研究日本人男子における骨年齢と身長との相関係数は0.954、体重とでは0.898と報告されている。

このような骨年齢の遅延は機能項目の成績とも関わりがあり、骨年齢の遅延による筋力の差は男子は13歳から15歳の間で顕著であることが指摘されている。さらに、垂直とびや50m 走も男子は日中ともに12歳以後骨年齢促進群の方が有意に優れた値を示し、ハンドボール投げにおいても日本男子は7歳から16歳にで、中国男子は10歳から14歳で促進群が遅延群よりも有意に高く、シャトルランに対する骨年齢の遅延による影響もまた13-15歳で観察されている。男子の場合には筋力、瞬発力とも骨年齢の遅延による影響をうけており、13歳から15歳時が特に顕著なようで敏捷性もこの時期には特に骨年齢と記録の相関が大きい。

最後に、Fig. 3は1989年にカナダ水泳の強化拠点であるカルガリー大学のプールを訪ねた時にヘッドコーチのDeryk Shelling氏のアシスタントをつとめていた修士課程の女子学生のファイルの中に

Table 2 カナダの水泳選手のタレント発掘に用いられている項目とそれぞれの得点

INDEX	SCORE
1. Bouyancy and Balance	200
2. Strength and Weight	100
3. Reaction Time	100
4. Cardiac Function	100
5. Height and Weight	100
6. Area of Hand and Foot	100
7. Chest Width	300
8. 200 I.M. time	400
9. Skeletal Age	100
TOTAL	1500

あったものである。彼女がノートをめくるときにちらっと見えたので、頼んでコピーをとってもらった。カナダにおける水泳のタレント発掘に際して骨年齢が用いられていることを示すものである。

ま と め

①この研究の対象となったパイロット・スタディーの被験者(ここでは主として100mと110mHの選手について言及した。)や日中陸上競技ジュニア選手の骨年齢は、さきの青少年の体力についての日中共同研究で比較対象とした一般青少年のそれよりも進行していることが示唆された。

②そして、ジュニア選手の生物学的な年齢(骨年齢)を指導者が知ることは選手の記録との関わりにおいて欠かせないことであり、またトレーニング計画の立案等においても必要であることが述べられた。

③骨年齢と記録との相関について日中の男女で共通しているのは短・中距離で高く、長距離で低いことである。

引用文献

- 青木純一郎、高岡郁夫(1987) 骨年齢と形態および機能との関係、昭和62年度日本体育協会スポーツ医・科学研究報告 No.IV青少年の体力に関する日中共同研究-第2報-、pp. 112-119.
- 編集部(1986)「思春期前の筋力トレーニング」に関する全米ストレングス&コンデショニング協会の声明書。トレーニング・ジャーナル、8:60-64.
- 大槻文夫(1988) IV形態と骨年齢、昭和63年度日本体育協会スポーツ医・科学研究報告No.IV陸上競技ジュニア選手の体力に関する日中共同研究-パイロットスタディー-、pp. 18-26.
- 大槻文夫(1990) 骨年齢に関する結果と考察。日本体育協会スポーツ医・科学研究報告 No.III陸上競技ジュニア選手の体力に関する日中共同研究-第1報-、pp. 63-66.
- 大槻文夫、植竹照雄、大森 肇、宮本知次(1990) スポーツタレント発掘の手がかりとしての生物学的年齢。平成2年度日本体育協会スポーツ医・科学研究報告 No.Vスポーツタレントの発掘方法に関する研究、pp. 117-128.
- Tanner, J.M., R.H. Whitehouse, N. Cameron, W. A. Marshal, M.J.R. Healy and H. Goldstein (1983) Assessment of skeletal maturity and prediction of adult height (TW II Method), Academic Press, London.

(ここでとりあげた主題に関する外国の報告も多数あるが、いくつかの引用文献の稿末に記載されているので参照されたい)。

平成2年度 財団法人日本体育協会
スポーツ科学専門委員会

委員長 長沼 健 (東海大学)
委員 浅見 俊雄 (東京大学)
" 大山 喬史 (東京医科歯科大学)
" 小野 秀夫 (道議会議員)
" 加賀 秀夫 (お茶の水女子大学)
" 嘉戸 脩 (東京学芸大学)
" 川原 貴 (東京大学)
" 北田 韶彦 (日本体育大学)
" 武安 義光 (科学技術庁)
" 原 整郎 (イビデン)
" 本宿 尚 (藤田総合病院)
" 馬飼野正治 (日本体育会)
" 村田 光範 (東京女子医科大学)

平成2年度 財団法人日本オリンピック委員会
選手強化本部スポーツ科学委員会

委員長 黒田 善雄 (順天堂大学)
委員 青木純一郎 (順天堂大学)
" 浅見 俊雄 (東京大学)
" 石井 喜八 (日本体育大学)
" 猪俣 公宏 (上越教育大学)
" 加賀谷淳子 (日本女子体育大学)
" 勝田 茂 (筑波大学)
" 金子 公宥 (大阪体育大学)
" 川原 貴 (東京大学)
" 小林 修平 (国立健康・栄養研究所)
" 高沢 晴夫 (横浜市立港湾病院)
" 武藤 芳照 (東京大学)
" 渡部 和彦 (広島大学)

財団法人 日本体育協会 スポーツ科学研究所

塚越 克己 金子 敬二
雨宮 輝也 加藤 守
伊藤 静夫 原 孝子

平成2年度 財団法人 日本体育協会スポーツ医・科学研究報告集

編集代表者 長沼 健 黒田 善雄

発行者 戸村 敏雄

平成3年3月31日 発行

発行所 財団法人 日本体育協会

東京都渋谷区神南1-1-1

TEL (03) 3481-2240

