

原 著

## Tanner-Whitehouse 2法による日本人小児の骨年齢評価

東京女子医科大学第二病院 小児科 (部長: 草川三治教授)

タタラヒロコ ムラタ ミツノリ イタニ テルユキ  
多田羅裕子・村田 光範・伊谷 昭幸

(受付 昭和62年6月18日)

Bone Age Estimation of Japanese Children by  
Tanner-Whitehouse 2 Method

Hiroko TATARA, Mitsunori MURATA and Teruyuki ITANI

Department of Pediatrics (Director: Prof. Sanji KUSAKAWA)

Tokyo Women's Medical College Daini Hospital

The scoring method for evaluation of bone age is an objective method and reveals the extent of bone maturity, therefore it is a useful index for the diagnosis and treatment of endocrine disease in children. We evaluated bone age in Japanese children by a scoring method, Tanner-Whitehouse 2 method (TW2), in order to examine which of the 3 indices, 20 Bone, RUS and Carpal, is appropriate as the representative value. The subjects consisted of 65 males and 68 females aged between 9.2 and 10.2 years. To avoid the problem of complicated data processing which accompanies the scoring method, a computer was used. The bone age evaluated by RUS and Carpal tended to be greater and smaller, respectively, than the chronological age in both male and female children.

The difference between chronological age and the estimated bone age was the smallest in 20 Bone index. When the ratio of the bone age to the chronological age was classified into 3 groups of age estimation (normal, accelerated and delayed), the frequency which the ratio fell into the normal range is the largest for the 20 Bone index in both sexes. Although the original TW2 adopted RUS as the representative value in both males and females, we propose that 20 Bone reflects the chronological age most accurately at least in Japanese children aged between 9 and 10 years.

## 緒 言

小児の発育を考える際、骨年齢は発達年齢のひとつとして重要なものである。従来、日常診療で多く使われているのはアトラス方式<sup>1)2)</sup>とよばれるものである。これは簡便であるが化骨の形がアトラスとちがった場合や化骨順序が異なると判定が難しい。また客観性にも乏しい欠点がある。一方スコア方式<sup>3)4)</sup>といわれるものは客観性は高いが、骨年齢算出までの過程が煩雑である。我々はこの煩雑さを解消するためにマイクロコンピュータを導入し簡潔化をはかった<sup>5)</sup>。

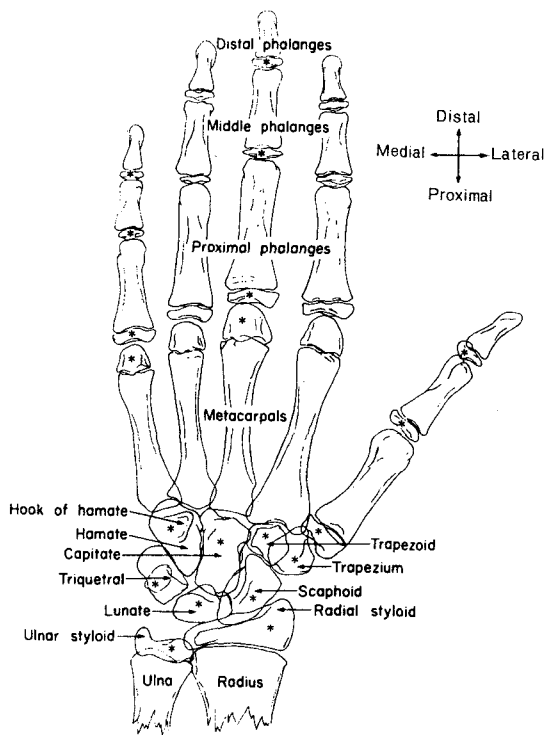
今回スコア方式のひとつである Tanner-Whitehouse 2法<sup>4)</sup>(以下 TW2法と略す)により小学校4年生の骨年齢を評価し、健康日本人小児における暦年齢との関係を検討した。

## 対象および方法

対象は東京都A区の某小学校4年生の男子65名、女子68名の計133名である。検診は昭和55年に行ない、明らかな基礎疾患のあるものは除外した。暦年齢は9.2歳から10.2歳までで平均は男子9.74±0.32歳、女子9.75±0.28歳である。

対象児の左手手部X線写真について TW2法に

よる骨年齢評価を行なった。評価方法は図1に示す20個の骨核について成熟段階を定める (rating)。各骨核について A から H, 又は A から I までの rate があり, 各 rate について各骨核ごとに score がついている。score は後で述べる TW2法 3種の骨年齢それぞれで異なっており, 成熟した時点で総計1,000点となるよう配分されている。TW2法の骨年齢は20 Bone, RUS, Carpal に分けて評価している。RUS は radius, ulna, short bone の合計13個の骨核, Carpal は carpal bone の7個の骨核を用いたものである。20 Bone は RUS, Carpal の20個の骨核につき評価する。以下それぞれの骨年齢評価を20 Bone, RUS, Carpal とよぶ。各骨核についての rating はすべて多田羅が行なった。rate から score への変換, その合計および score の合計から骨年齢への換算はマイクロコンピュータ (Apple II) を使用した。ソフトプログラムは村田が作製した。氏名, 性, 生年月日,



骨核評価部位 (\*)

図1 Tanner-Whitehouse 2法における骨年齢評価部位<sup>4)</sup>

撮影年月日, 各骨核についての rating の結果をうちこむと, 暦年齢, TW2法 3種の骨年齢, 暦年齢に対する骨年齢の割合をうち出してくるようになっていく。

TW2法の判定可能な骨年齢の範囲は, 20 Bone は男子1.0~17.9歳, 女子1.0~15.9歳, RUS 男子1.0~18.1歳, 女子1.0~15.9歳, Carpal 男子2.4~14.9歳, 女子1.6~12.9歳である。

骨年齢異常の判定には諸説があるが, 我々は暦年齢に対する骨年齢の割合が120%以上を促進, 80~120%を正常範囲, 80%以下を遅延とする諏訪の判定基準<sup>5)</sup>を用いた。

## 結 果

### 1. TW2法と暦年齢の関係

暦年齢と骨年齢の関係を男子, 女子別に図2, 図3に示した。TW2法 3種の骨年齢, 20 Bone, RUS, Carpal を縦軸に, 暦年齢を横軸にとり各症例をプロットした。図中の横線は対象群の暦年齢平均である。TW2の各骨年齢につき平均とSDを出した。各骨年齢と暦年齢の差については各症例の絶対値から平均とSDを算出した。

男子 (図2) の20 Bone の平均±SD は9.35±1.24歳で, 暦年齢と20 Bone との差の絶対値の平均±SD は0.96±0.90歳であった。RUS の平均±SD は10.20±1.74歳, 暦年齢とRUS との差の絶対値の平均±SD は1.54±0.94歳である。Carpal の平均±SD は8.77±1.10歳, 暦年齢とCarpal との差の絶対値の平均±SD は1.11±0.97歳であった。

女子 (図3) の20 Bone の平均±SD は, 9.55±0.98歳, 暦年齢との差の絶対値の平均±SD は, 0.75±0.66歳であった。RUS の平均±SD は11.05±1.44歳, 暦年齢との差の絶対値の平均±SD は1.62±1.04歳であった。Carpal の平均±SD は8.71±0.77歳, 暦年齢との差の絶対値の平均±SD は1.11±0.68歳であった。

骨年齢と暦年齢の差はどの骨年齢の場合に小さいかを男女別に検討した。男子では20 Bone とRUS では危険率1% (t-test) で20 Boneの方が暦年齢との差が小さい。20 Bone, Carpal は有意差なく, RUS とCarpal の暦年齢との差は危険率

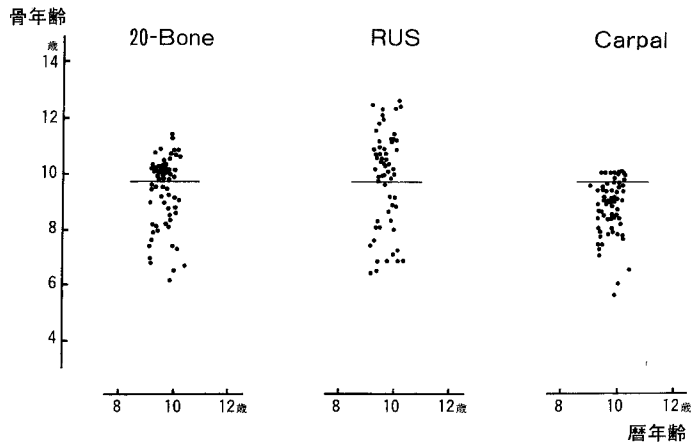


図2 骨年齢 (TW2) と暦年齢との関係 (男子)

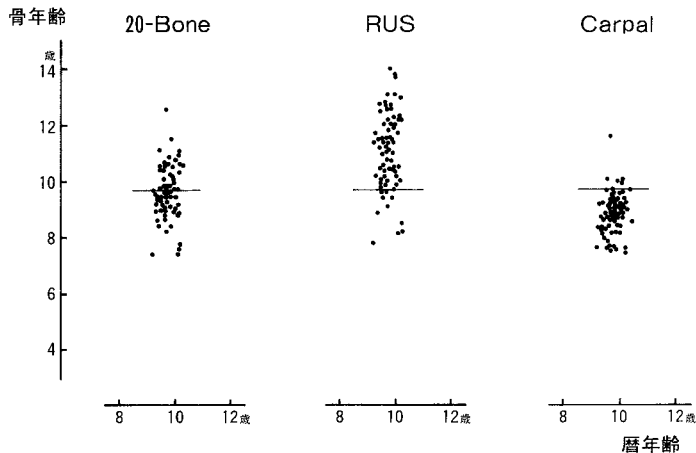


図3 骨年齢 (TW2) と暦年齢との関係 (女子)

5%で暦年齢とCarpalの差の方がRUSを用いるより小さかった。女子では骨年齢と暦年齢の差が20Bone, RUSの場合, 20 Bone, Carpalの場合, Carpal, RUSの場合も危険率1%で有意差があった。以上より三者の中で暦年齢との差が小さいのは20 Boneであった。

## 2. 暦年齢に対する骨年齢の比較

各症例につき骨年齢/暦年齢×100%を求め暦年齢に対し骨年齢が, 正常範囲, 促進, 遅延の症例の割合を検討した。

男子では, 20 Boneの正常範囲のもの86.2%, 促進1.5%, 遅延12.3%, RUSの正常64.7%, 促進23.0%, 遅延12.3%, Carpalは正常78.5%, 促進

1.5%, 遅延20.0%である。

女子では, 20 Bone正常94.2%, 促進1.4%, 遅延4.4%, RUSの正常は57.4%, 促進41.2%, 遅延1.4%, Carpalは正常89.7%, 促進0%, 遅延10.3%であった。

正常範囲に入る症例数が多いのは, 男女とも20 Boneであった。

## 考 察

骨年齢評価の方法は大きく分けて, 計数方式(numerical method)<sup>7)</sup>, 形態学的方式(qualitative method)<sup>1)~4)8)</sup>, 計測方式(mesurement method)<sup>9)</sup>がある。これらの評価手段, 長所, 短所を表1<sup>10)</sup>にあげた。現在この中で一般に用いられているのは

表1 骨年齢評価方式<sup>10)</sup>

方 式	評 価 手 段	長 所	短 所
計数方式* <sup>1</sup>	出現した骨核数を数える* <sup>2</sup>	簡単に誤差が少ない	多くの関節を用いないと不正確。このためX線被曝量と費用が多くなる
形態学的方式			
1. atlas方式			
a) 絵合わせ方式	標準図譜との比較	簡便	主観的評価になりやすい。atlasとの不一致例が多い。骨成熟率が分らない
b) 骨核個別方式	骨核ごとに骨年齢を出し、算術平均する	客観性が増す	時間がかかり面倒
2. スコア方式	骨核ごとに発育段階を区分し、それに点数をつけ、点数の合計で骨年齢を出す	客観的 骨成熟率の評価も可能	時間がかかる。 スコアの生物学的根拠が不明
計測方式* <sup>3</sup>	骨核の面積や縦軸、横軸の比などを測定する	短期間の骨成熟の評価ができる	測定手技が複雑、標準化が困難

\*<sup>1</sup> この方式はほとんど使われていない。

\*<sup>2</sup> 手根部骨核数を数え歳に直す簡便法が教科書に記載されているが、これはきわめて不正確である。

\*<sup>3</sup> この方式の意義については、Fendel, H: Radiologie, 11:269, 1971(Budliger, H: Rundtischgesprach über des Knochenalter)を参照のこと。

形態学的方式である。この中で日常診療に多く使われてきたのはアトラス方式、特に絵合わせ方式<sup>1)</sup>であった。この方法は簡便であるが、アトラスと異なった化骨形式をとった場合は判定が難しい。

もう1つの形態学的方式であるスコア方式<sup>2)</sup>は客観的であり骨成熟の度合も判定できる。欠点とされていた score から骨年齢の換算などのデータ処理の煩雑さは近年のマイクロコンピュータの普及により簡便化されうる。スコア方式は客観性が高いこと、骨成熟度もわかることから、今後内分泌疾患患児の診断、治療経過の指標に用いられることが多くなると思われる。

TW2法と暦年齢の検討は、RUSは男子、女子ともに平均が暦年齢平均を上まわっており暦年齢より大きく評価される例が多い。暦年齢との差の絶対値についての t-test では、20 Bone, RUS で危険率1%、RUS, Carpal で5%の危険率で有意差があった。20 Bone, Carpal の間で骨年齢と暦年齢の差について有意差はみられなかった。しかし Carpal に比べ、骨年齢の判定可能な範囲が広いこと、判読する骨核が多いことから20 Boneの方が Carpal より実用的であろう。女子では危険率1%で暦年齢との差が小さいのは20 Boneであった。

暦年齢に対する骨年齢の比は、今回の対象が正

常健康小児であるので、促進、遅延の症例は少ないはずである。RUSは促進の例が多く、特に女子の41.2%が促進であった。Carpalは遅延を示す例が多く、その割合は男子の20.0%、女子の10.3%であった。

TW2法3種の骨年齢のどれが一番適切であるかについて Tanner らは RUS で代表させるのが良いとしている<sup>4)</sup>。しかし少なくとも、9~10歳の日本人小児の場合、暦年齢との差が少なく、暦年齢に対する骨年齢の比についても正常範囲を示す例が多い20 Bone で代表させるのが良いと考える。また20 Boneは骨年齢の判定可能な範囲が、男子1.0~17.9歳、女子1.0~15.9歳と広いことも良い点のひとつであろう。

今回の対象は健康小児であるが、内分泌疾患患児や体位異常の例は、TW2法3種の骨年齢が種々の異常を示すことが多い。このような症例では20 Boneのみでなく、RUS, Carpalの結果も記し、基礎疾患がある旨を明記するのが良いと考える。

今回の対象集団はその後とも身体測定、骨年齢の経過をおってみているので、その結果も含め多田羅が原著として改めて報告の予定である。

#### ま と め

9~10歳の男女133名の骨年齢をTW2法で評価した。TW2法の3種の骨年齢のうち暦年齢との

差が少なく，暦年齢に対する骨年齢の比が正常範囲を示す例が多いのは20 Boneであった。

日本人小児についてTW2法で骨年齢を評価する際，骨年齢判定可能な範囲も広いので20 Boneを代表値とするのが良いと考える。

稿を終わるにあたり，御校閲いただいた，草川三治教授に深謝致します。なお本稿の要旨は第14回日本小児内分泌研究会において発表した。

#### 文 献

- 1) 村田光範：骨年齢。現代小児科学大系，年刊追補1974-a, pp209-231, 中島書店，東京（1974）
- 2) Greulich WW, Pyle SI: Radiographic Atlas of Skeletal Development of the Hand and Wrist. Stanford University Press, Stanford (1959)
- 3) Tanner JM, Whitehouse RH, Healy MJR: A New System for Estimating Skeletal Maturity from the Hand and Wrist, with Standards Derived from a Study of 2600 Healthy British

Children. International Children's Centre, Paris (1962)

- 4) Tanner JM, Whitehouse RH, Marshall WA et al: Assessment of Skeletal Maturity and Prediction of Adult Height (TW 2 Method). Academic Press, London (1975)
- 5) 多田羅裕子, 村田光範, 伊谷昭幸: 骨年齢の評価法—atlas方式とTanner-Whitehouse 2法との比較一。小児科 27:107-109, 1986
- 6) 諏訪城三: 四肢骨端レントゲン像と年齢。綜合臨床 16:229-241, 1967
- 7) Sontag LW, Snell D, Anderson M: Rate of appearance of ossification centers from birth to the age of five years. Am J Dis Child 58:949-956, 1939
- 8) 杉浦保夫, 中沢 修: 骨年齢, 骨格発育のX線診断。中外医学社, 東京（1968）
- 9) Schmid F, Moll H: Atlas der Normalen und Pathologischen Hand Skeltenentwicklung. Springer, Berlin (1960)
- 10) 村田光範: 骨年齢評価法。小児科 18:239-248, 1977