

原 著

## 身長の標準化成長速度曲線とその臨床応用

東京女子医科大学第二病院 小児科 (部長: 草川三治教授)

田 原 佳 子・村 田 光 範

(受付 昭和62年 6月19日)

**Standardized Height Growth Velocity Curve  
and its Clinical Application****Keiko TAHARA and Mitsunori MURATA**Department of Pediatrics (Director: Prof. Sanji KUSAKAWA)  
Tokyo Women's Medical College Daini Hospital

The physique of Japanese children, which rapidly improved after the World War II, has reached the peak, and secular trend of the adolescent growth acceleration phenomenon has been stabilized. This has necessitated the establishment of standardized height growth velocity curves in adolescence. Therefore, we produced standardized height velocity curves for Japanese children. Longitudinal personal data of height obtained at school were processed by a microcomputer using the cubic smoothing spline function, and standardized height growth velocity curves for males and females were obtained. In addition, indices of midgrowth spurt and take off age for Japanese children were obtained. These curves seemed to be useful also for early detection and evaluation of causes of height growth disorders in children as well as evaluation of therapeutic effects. Therefore, we report, in addition to the results of the data analysis, evaluation of patients with various height growth disorders such as pituitary dwarfism, Cushing syndrome, hypothyroidism and high or low stature of unknown etiology.

## 緒 言

日本の小児の体位の向上と、思春期発来年齢の若年化傾向という現象は、すでに安定化してきていると考えられる<sup>1)</sup>今日、思春期の発育に関する種々の問題の解析、特に、現代のほぼ至適な環境に生活していると思われる日本の小児の成長速度曲線の標準化が、是非とも必要な時期になったと思われる。しかしながら、これに関しては現在のところ、まだ報告はみうけられない。そこで、比較的計測しやすく、短期間に大きく変動することのない、身長についての男子と女子の標準化成長速度曲線の作成を試み、あわせて、思春期成長促進現象としての各パラメーターを求めた。その結果、臨床的に用い得る標準化成長速度曲線が得られたので、実際に、小児科外来を訪れる患児達の

成長速度曲線と比較してみることによって、病因の早期診断と早期治療に役立てられることを証明し、成長障害、特に低身長に悩む子供達にとっては、早期解決への道をひらく一助となると思われるので報告する。

## 対 象

## 1. 標準化成長速度曲線の作成

対象は、1963年~1964年に主に首都圏で生まれ、1981年度に高校3年生になっていた、男子110名、女子103名で、学校保健における個人の身長計測値の縦断的資料を用いた。

## 2. 臨床への応用例

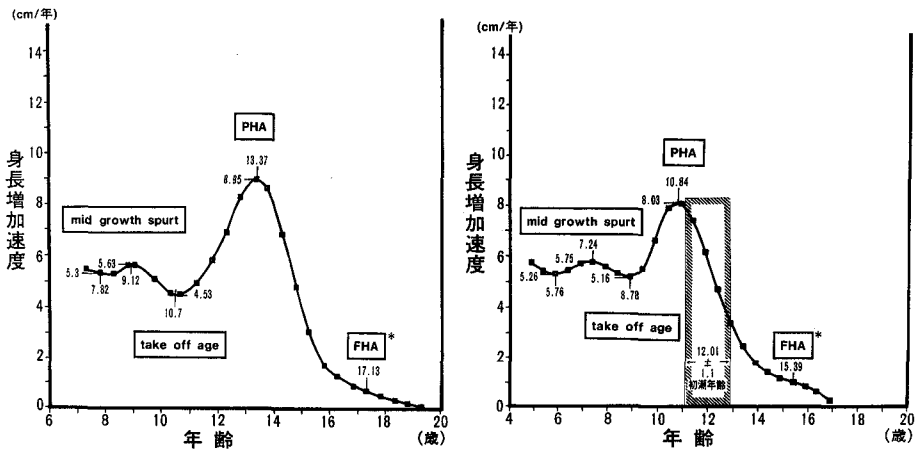
身長の成長障害を主訴に、当科外来を受診し、経過観察のできた症例から、代表的なものとして、下垂体性小人症の女兒、先天性異所性甲状腺腫に

よる甲状腺機能低下症の女児，クッシング症候群の男児，高身長をきたした女児，低身長の女児を選んだ。

方法

従来，コンピュータが普及するまでは，自在定規 (spline) を使って，by eye で各測定値を結んで描いていた曲線は，数学的には，spline の3次曲線に極めてよく近似することが知られている<sup>2)</sup>ので，平滑化スプラインによる成長曲線のあてはめを，Apple II コンピュータで行って，標準化成長

速度曲線を作成した．次に，各症例の患児の，学校保健法における身長の記録と，外来受診時の身長計測値から，1年間毎の身長の伸びを，従来からの成長曲線にプロットし，さらにそれらのデータを，マイクロコンピュータを使って平滑化スプライン関数にあてはめ，得られた各個人の成長速度曲線を描き，前述した標準化成長速度曲線のパターンと比較してみた．標準化成長速度曲線の作成方法の詳細については，別の論文<sup>3)4)</sup>を参照されたい．



\*高石らの定義(1年間の身長の伸びが，1cm以下になった年齢)

図1 身長の標準成長速度曲線(左図：男子，右図：女子)

表1 平滑化スプライン関数により，標準化した成長速度曲線(身長)の解析結果

対象：1963年～1964年生  
 男子：110例  
 女子：103例

		mid-growth spurtの期間(歳)	take off age(歳)	take off ageからPHAまで	PHA(歳)	PHV(cm/年)	PAH(CM)	MA(歳)	PHAからFHAまで	FHA(歳)	FH(CM)
男	標準化した値	7.82 9.12	10.70	2.67	13.37	8.95	153.52	/	3.76	17.13	169.7
女	標準化した値	5.76 7.24	8.78	2.06	10.84	8.03	140.46	12.01	4.55	15.39	158.01

mid-growth spurt (中間期成長促進現象)  
 take off age (思春期スパートの立ち上り年齢)  
 PHV : Peak Height Velocity (身長最大の発育量，最大成長速度)  
 PHA : Age When Reached Peak Height Velocity (身長最大の発育量を示す時の年齢)  
 PAH : Height When Reached Peak Height Velocity (身長最大の発育量を示す時の身長)  
 MA : Menarche Age (初潮年齢)  
 FHB : Final Height Age (最終身長時の年齢)  
 FH : Final Height (最終身長)

## 結 果

### 1. 身長標準化成長速度曲線の作成

図1の如く、充分実用性があると思われる現代の日本人の男子と女子の、各々の身長標準化成長速度曲線が得られた。併せて、従来は明確ではなかった、日本の小児の mid growth spurt, take off age などの、思春期成長促進現象に関する各パラメーターをも、この標準化成長速度曲線を解析することによって、得ることができた。それらの男女の各パラメーターは、表1にまとめて表示し、用いる用語に関しては、表1の下に記入した。さらに各パラメーターの平均値と標準偏差については、表2に、他の報告例<sup>5)~7)</sup>と比較したものを示し

ておいた。

### 2. 臨床への応用

症例1は、低身長を主訴に、11歳で当科を初診し検査の結果、下垂体性小人症と診断された症例である。成長ホルモン投与を開始したところ、急速に身長が伸びはじめたが、ずっと、 $-3SD \sim -2.5SD$  で経過してきた成長曲線の上からは、治療後の年月が浅いために、治療後の伸びがはっきりとはわかりにくい。成長速度曲線の方では、急激な立ち上りが明確に認められ、治療効果の判定に役立つことを示している(図2)。

症例2は、生後1歳8カ月で当科を初診し甲状腺機能低下症を診断され、即、甲状腺ホルモンの

表2 身長成長速度曲線の各指標の平均値と標準偏差の比較

指標	研究者	村田・田原ら 1963~1964	村田ら 1962~1963	高石ら 1941~45, 1946~50	Largoら 1955~1976	Preece 1948~1972
take off age (歳)	男	10.70±1.19	—	10.9±0.94	11.0±1.2	10.71±0.85
	女	8.78±1.14	—	9.4±0.81	9.6±1.1	8.96±0.71
PHA (歳)	男	13.37±1.09	12.73±0.88	13.3±0.79	13.9±0.8	14.96±0.91
	女	10.84±1.49	10.72±0.98	11.6±0.82	12.2±1.0	11.8±0.74
PHV (cm/年)	男	8.95±0.94	9.41±1.24	10.9±1.46	9.0±1.1	8.23±1.17
	女	8.03±1.17	8.15±0.87	8.8±1.37	7.1±1.0	7.47±0.76
FHA (歳)	男	17.13±0.84	17.37±0.94	17.1±0.80	—	—
	女	15.39±1.1	15.55±0.85	14.7±0.69	—	—
FH (cm)	男	169.7±5.41	170.3 ±5.49	168.0±6.13	177.4±6.2	174.6±6.0
	女	158.01±4.43	156.3 ±5.21	156.0±4.71	164.8±5.7	163.4±5.1

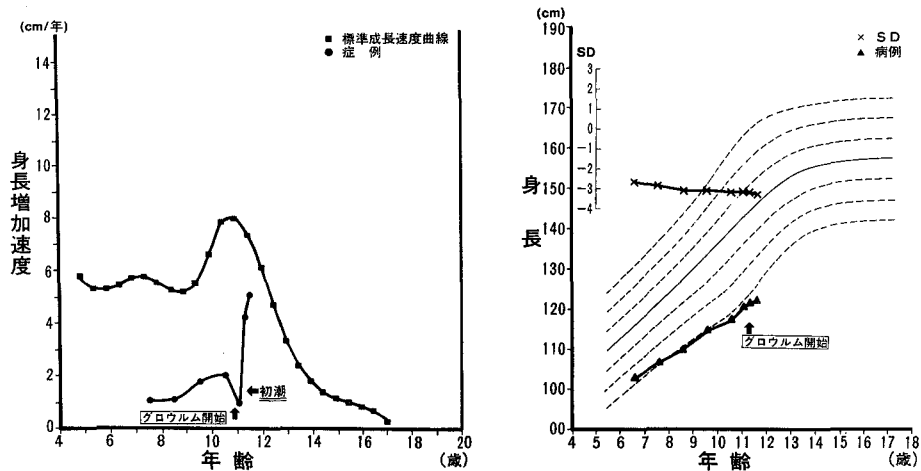


図2 (症例1) 下垂体性小人症, 50.9.25生, 女。

投与を開始した例である。治療後、2歳から4歳にかけて急速な伸びがあって、その後は標準曲線に一致してくるパターンは catch up growth を示すものであり、早期に適切な治療を開始すれば、以後の成長は、殆んど正常なパターンをとることができることを示している (図3)。

症例3は、12歳11カ月で当科を初診してきたが、毎年の学校健診のデータを、もっと注意深く分析してさえいれば、より早期に、身長成長障害に気付いて、治療を開始することができたと思われる症例である。従来の成長曲線の方からは、11歳を過ぎるまでは、はっきりとした成長の遅れには気付くにくいだが、成長速度曲線を描いてみると、

本来あるはずの mid growth spurt が認められず、9歳頃からは、明らかに、正常パターンとは異った成長速度の遅れを示していることがわかる。精査の結果、下垂体腺腫によるクッシング症候群と判明し、摘出手術を施行され、以後は急速な伸びを示している (図4)。

症例4は、高身長を主訴に、12歳11カ月で初診した症例である。成長曲線の方からみると、確かに身長は+3SDを越える伸びを示しているが、成長速度曲線の方を検討してみると、成長速度が正常と比較して異常に大きいということではなくて、PHAに達してから、そのレベルの成長速度を維持し続ける期間が長いために、結果的に高身

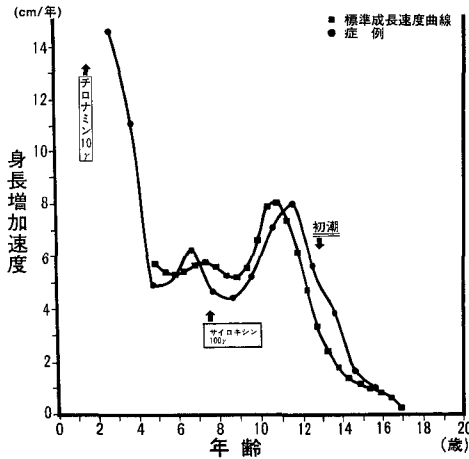


図3 (症例2) 甲状腺機能低下症, 44, 11, 1生, 女.

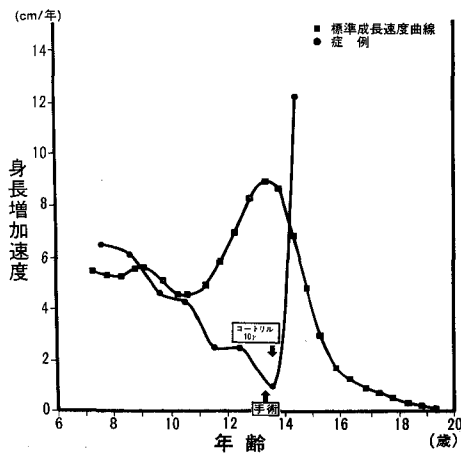
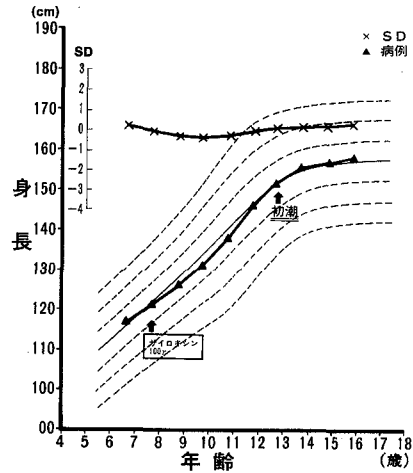
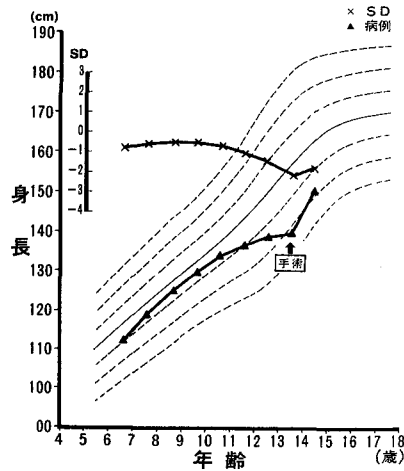


図4 (症例3) クッシング症候群, 46, 10, 29生, 男.



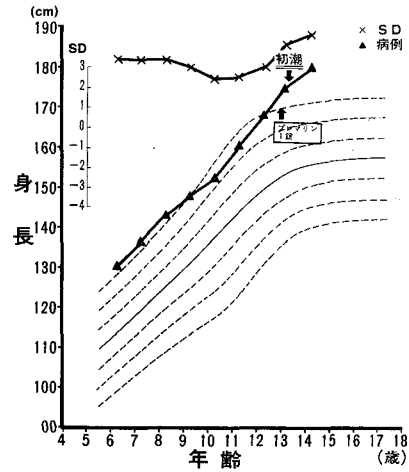
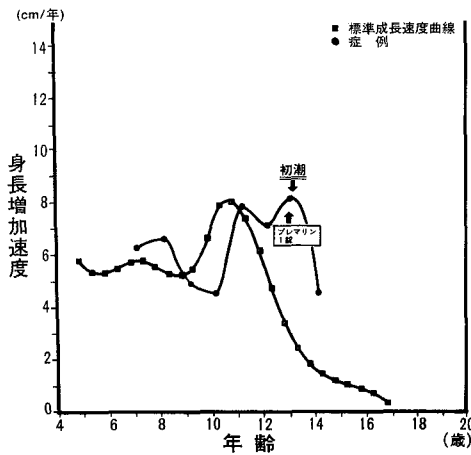


図5 (症例4) 高身長, 47.1.21生, 女.

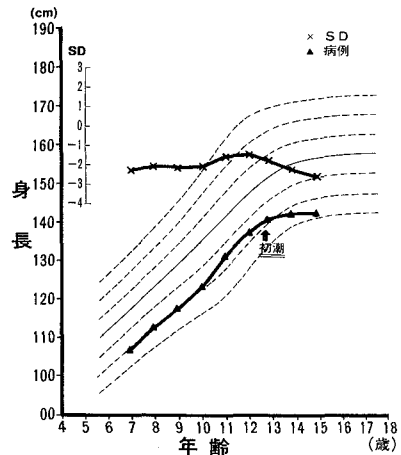
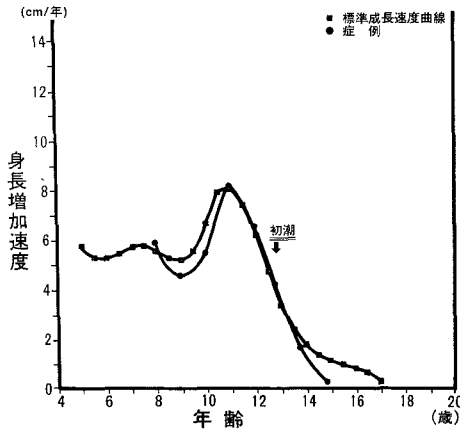


図6 (症例5) 低身長, 42.7.23生, 女.

長をきたしたことがわかった。この症例には女性ホルモンの投与にて、成長速度の減少をはかった(図5)。

症例5は、14歳で低身長を主訴に来院した症例である。身長の記録を従来の成長曲線で見ると、身長は $-2SD \sim -1.5SD$ の範囲で経過しており、12.8歳頃からは、身長の伸びを殆んど示していない。病的原因の有無を検討するため、成長速度曲線を描いてみると、そのパターンは、殆んど正常であり、PHAに達したのが、通常より約1歳半程、早かったにすぎないことがわかる。結果的には、原発性低身長と考えられた(図6)。

## 考 察

PHAの異なる多くのカーブを標準化して図1に示したような、なめらかな標準化成長速度曲線を得られたことは、この平滑化スプラインによる解析方法が妥当であることを示していると思われる。本来、成長速度曲線は少なくとも3カ月毎に測定した資料によって描くのが理想的であるとはいえ、そのようなlongitudinal dataを集めるのには、莫大な時間と費用がかかる。幸い、我が国には、学校保健法があり、全国規模で年一回定期的にもしかも一定の時期(4月~6月)に、全児童・生徒の身体計測が行われている。この学校保健のデータは、少々正確さに欠けてはいるが、数が

多いという利点を生かして統計学的処理を加えれば、平均値あるいは標準値として十分に使用に耐え得ると考えられる。

今回得られた各パラメーターの数値が、以前の中間報告<sup>3)4)</sup>の値と一部異なるのは、PHAを中心にして、前後0.5年きざみで求めた各ポイントの成長速度をプロットした点について、平滑化スプライン関数で処理をしたために、わずかなズレが生じるためであり、今回は、平滑化スプライン処理後の値に統一して報告した。

ある小児の身長伸びの遅れが、個人差の範囲なのか、それとも、絶対的な意味のある病的な遅れであるのかを見分けるには、現量値成長曲線(distance curve)だけに頼っていたのでは、数年間の経過をみないと明確にはなっていない場合がある(例、症例3)。しかし、同じ身長のデータから、一年間の伸びの速度を計算して、その児の成長速度曲線を描き、標準化成長速度曲線を比較してみると、従来よりもかなり早期に明確に遅れと異常なパターンになっていることに気付くことができる。しかし、ある個人の身長成長速度を検討する際には、できるだけ多数の身長計測値があることが望ましいが、もし短期間で測定値に誤りがあった際には、1年間の成長速度に換算するときにその誤差が大変大きくなるので、できるだけ正確に(前回の値とも比較した上で)身長計測を行うように注意する必要がある。

### 結 論

現代の日本人の小児の、身長の標準化成長速度曲線を作成し、あわせて思春期成長促進現象の鈍化がみられるようになってからの資料では、明確にされていなかった、思春期成長促進現象に関する現代の日本人の小児の各パラメーターを得ることができた。さらに、個人の成長速度曲線を描い

て、標準化成長速度曲線と比較してみることによって、もっと早期に、患児のかかえている成長障害の種類と程度を明らかにすることが可能となり、あわせて、治療効果の判定にも役立つことを証明した。今後、この方法は、小児科の日常診療ばかりでなく、学校保健の場でも、大いに役立つであろうことを確信している。

御校閲をたまわりました、草川三治教授に深謝いたします。

本論文の要旨は、第60回日本内分泌学会において報告した。

### 文 献

- 1) 村田光範, 多田羅裕子, 田原佳子ほか: 身体計測値の変動係数を用いた思春期成長促進現象の若年化について. 第1編. 思春期成長促進現象の若年化の限界年齢とその速度の年次変化について. 日児誌 86: 2222-2226, 1982
- 2) 市田浩三, 吉本富士市 共著: スプライン関数とその応用. シリーズ新しい応用の数学, 20巻, 教育出版, 東京(1979)
- 3) 田原佳子, 多田羅裕子, 村田光範ほか: 思春期成長促進現象に関する数学的解析について—第1報—. 思春期学 4: 51-58, 1986
- 4) 田原佳子, 多田羅裕子, 村田光範ほか: 思春期成長促進現象に関する数学的解析について—第2報—. 思春期学 5: 185-190, 1987
- 5) Preece MA, Baines MJ: A new family of mathematical models describing the human growth curve. Ann Hum Biol 5: 1-24, 1978
- 6) Largo RH, Gasser TH, Prader A et al: Analysis of the adolescent growth spurt using smoothing spline functions. Ann Hum Biol 5: 421-434, 1978
- 7) 村田光範, 多田羅裕子, 高石昌弘ほか: 思春期身体発育評価における縦断的資料の活用について(第2報). 身長成長曲線の数学的解析. 日児誌 86: 1812-1813, 1982