

Rohrer指数の加齢変化と初経年齢に関する発育学的意味

Auxologic Meaning Regarding Age at Menarche and Change of Rohrer Index with Age

藤井勝紀
Katsunori Fujii

ABSTRACT The Rohrer index has been considered as an index of the obesity judgment at the school child period. However, the Rohrer index was not so used for instability in recent years. Then, to verify auxologic meaning of the Rohrer index, the relation to the age at menarche was analyzed. As a result, the general view of the Rohrer index was described from the wavelet interpolation method, and the dent point of the curve was specified. And, the construction to which the menarche occurred from the dent point about seven months later was shown.

緒言

Rohrer指数は、Rohrerが1908年に発表した身体充実指数といわれている指数であり、体重を身長³で割った数値である。この数値は肥満の判定にも適用されてきた経緯がある。高石¹⁾、Ishiko et al²⁾、船川等³⁾はこの指数による体型の検討を行ってきたが、近年ではBMI (Body Mass Index) が体型、特に肥満判定には国際的に認められてきているのであまり取り上げられていないのが現状である。

それはRohrer指数の有する指数としての安定性である。高石と大森⁴⁾はRohrer指数の年齢的推移に関する縦断的なアプローチを試み、その加齢変化のパターンを検討した。その中で彼らは平均的には下方に緩やかな凹状の曲線を示し、男子より女子の方が思春期以降の上昇が激しいと報告している。そして、個々に見ると変動は激しく、ほぼ平行に加齢推移しているパターンが約半分の割合を示したと報告している。このようなRohrer指数の加齢変化は肥満判定として有効であるかは疑問が指摘される。

このような疑問に対して水野⁵⁾は身長約1cmにつきRohrer指数の平均は1.1~1.2ほど減少し、身長が小となれば同様に指数は大となる傾向を説明しているが、これは指数が、3桁の数値である以上、身長、体重の僅かな変化が大なる指数の変動を示すことは当然の数値論理である。また、市村⁶⁾も単純にある特定の数値を肥満度の限界とするのは問題があると述べているように、Rohrer指数の体型評価についてはその加齢変化の不安定性から見ても問題が提起される。

しかしながら、BMIにおいては他の事象要因との関係が報告されているように、Rohrer指数についてもそのような関係が見出せるのではないかと考えた訳である。つまり、Rohrer指数の加齢変化を数学関数で表現できれば、その変化が敏感に投射され、高石と大森³⁾が指摘した平均的には下方に凹状の曲線が明確化され、さらにその凹状の変曲点が特定でき、生物学的なパラメーターとしての意味が見出せるのではないかと仮設したわけである⁷⁾。

そこで今回は数学関数として藤井⁸⁾⁹⁾¹⁰⁾、藤井ら¹¹⁾¹²⁾¹³⁾¹⁴⁾¹⁵⁾が近年提唱してきたウェーブレット補間法によって、Rohrer指数の6歳から17歳までの加齢現量値に対して適用する。そして、加齢変化における最凹点を特定し、特定された年齢と初経年齢及び身長³のMPV年

齢との関係を検討し、初経発来の予測における妥当性について議論するものである。

方法

1、対象

対象として、愛知県内の某女子短大1年生約100名を対象として、初潮年齢をアンケート方式によって調査した。また、発育状況として、健康診断票の小学1年から高校3年まで(1986年から1998年まで)の身長と体重の縦断的測定値を得た。そして、得られた縦断的資料の生年月日を調査した。さらに、得られた資料から完全に資料の揃ったもの、53名が抽出された。そして、53名の身長と体重の縦断的測定値から、小学1年から高校3年までの各学年ごとのRohrer指数を算出した。

2、アンケート調査方法

対象となった女子(53名)に対し、より正確な初経年齢を調査する。そのため、アンケート調査により小学、中学、高校時における運動実施状況、練習日数、運動成績についてアンケートに記入する方法で調査を行った。この調査は初経年齢前後において規則的なトレーニングが実施されているかどうかの調査である。規則的なトレーニングが実施されていればそれらの者は除外する必要があるからである。また初経年齢と初経がきてから次の月経がきた月、月経の周期が一定に定まるまで何ヶ月かかったかを記入してもらった。アンケート調査方法については先の報告⁷⁾で示してあるのでここでは省略する。

3、解析手法

ウェーブレット補間法(Wavelet Interpolation Method: WIM)に関する理論的背景やその有効性については、先行研究(藤井^{7) 8) 9)}、藤井等^{10) 11) 12) 13) 14)})ですでに述べてあるので、ここではウェーブレット補間法を適用した手続きについて述べておく。

- 1) 身長と体重の断的発育現量値に対してウェーブレット補間法を適用し、発育現量値および速度曲線を描き、描かれた速度曲線からそれぞれのMPV年齢を特定した。
- 2) 各年齢における身長と体重値からRohrer指数を算出し、算出されたRohrer指数値の6歳から17歳までの現量値に対して個々にウェーブレット補間法を適用する。
- 3) ウェーブレット補間法によって描かれたRohrer指数の加齢現量値曲線から、下方に湾曲している曲線の最凹点を検出し、個々に最凹点年齢を特定する。
- 4) Rohrer指数の最凹点年齢および身長MPV年齢の正規

性を正規分布関数から検討し、両年齢の差(interval)について検討する。

- 5) Rohrer指数の最凹点年齢と初経年齢の差(interval)における正規性を検討し、両年齢の差(interval)について検討する。

結果

1、Rohrer指数の平均加齢変化

Fig 1はウェーブレット補間法によって描かれたRohrer指数の平均値の加齢変化である。この図から分かるように、下方に湾曲した最凹点を有する曲線として描かれている。ちなみにこの最凹点を特定すると11.0歳であった。つまり平均的に判断すれば11.5歳で明らかに体型の変局点が存在することになる。また、平均の身長発育についてウェーブレット補間法で描くと、Fig 2のようになり、Fig 2のグラフから発育速度曲線におけるMPV年齢を特定すると11.0となり、Rohrer指数の平均加齢変化とほとんど重なる結果となる。もともと身長MPV年齢(思春期ピーク年齢)は体内分泌濃度の変換期を示す生物学的パラメーターとしての意味を有することからRohrer指数の加齢変化における最凹点は体型の変局点を意味付けるには十分妥当性があるだろう。(しかしこれはあくまでも平均的な結果であるので個々のデータについて解析する必要がある。)

2、個々のRohrer指数の加齢変化と身長MPV年齢との関係

Fig 3は53名の女子のサンプルグラフである。これらのサンプルグラフは個々のRohrer指数の加齢変化にウェーブレット補間法を適用して描かれたものであるが、平均加齢変化ほど明確に滑らかな下方に湾曲したグラフではないが、最凹点は十分に判断できる。もちろんデータの中には波動の著しいグラフはあるが、最凹点が特定できないデータは割愛してあることに留意されたい。最凹点が特定されたデータにおいてその年齢の統計値を算出すると、最凹点年齢は11.51歳(SD=1.14)、その時点におけるRohrer指数は114.1(SD=10.9)となり、個々に導かれた身長MPV年齢を集計した結果、11.04歳(SD=0.95)となり、あまり差がないことが示された。そこでこのことを明確にするために、Rohrer指数の最凹点年齢と身長MPV年齢の正規性を検討し、さらにRohrer指数の最凹点と身長MPV年齢の差(interval)を個々に算出し、その差(interval)の正規性を検討した。その結果、Rohrer指数の最凹点の正規分布関数を以下に示すと、

Table 1 Statistics

	Age				Rohrer index		
	Minimum dent point of Rohrer index, years	Menarche, years	MPV height, years	Interval between age at Minimum dent point of Rohrer index and age at MPV of height, years	Minimum dent point of Rohrer index	Menarche	MPV of height
Mean	11.51	12.16	11.04	0.47	114.10	119.80	121.15
SD	1.14	0.93	0.95	1.04	10.90	12.10	13.20

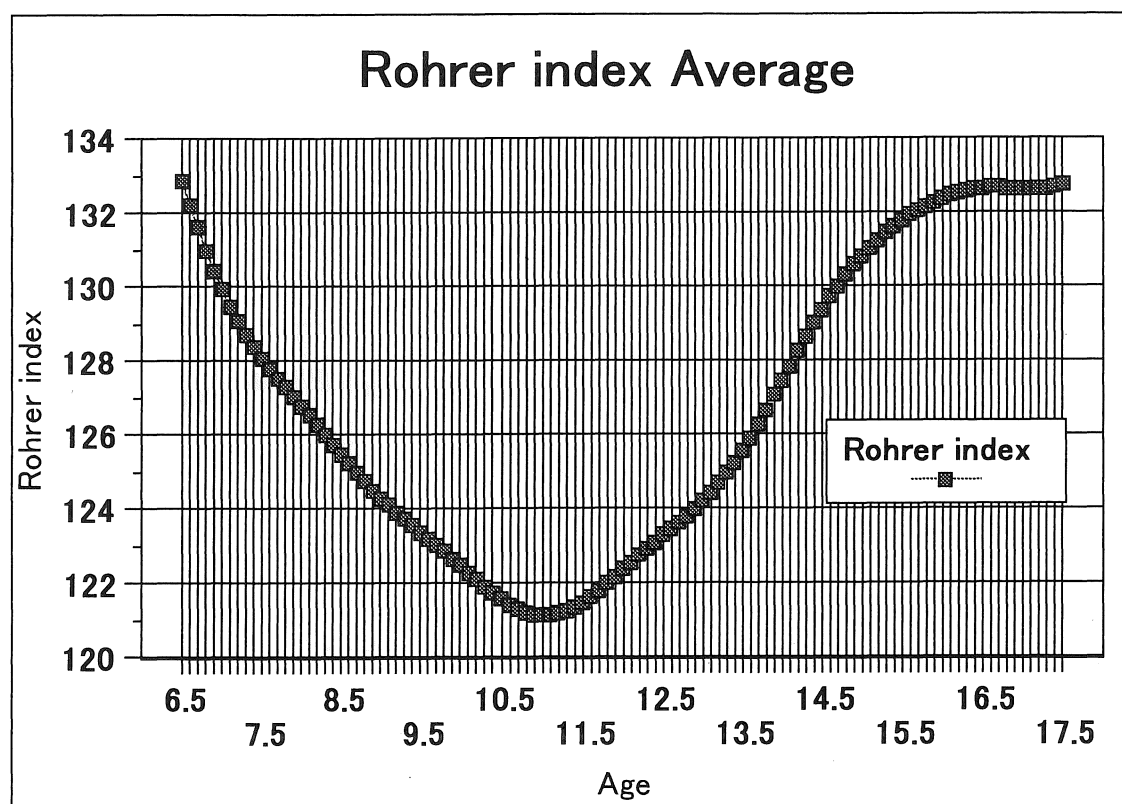


Fig 1 Average distance curve in change of Rohrer index with age

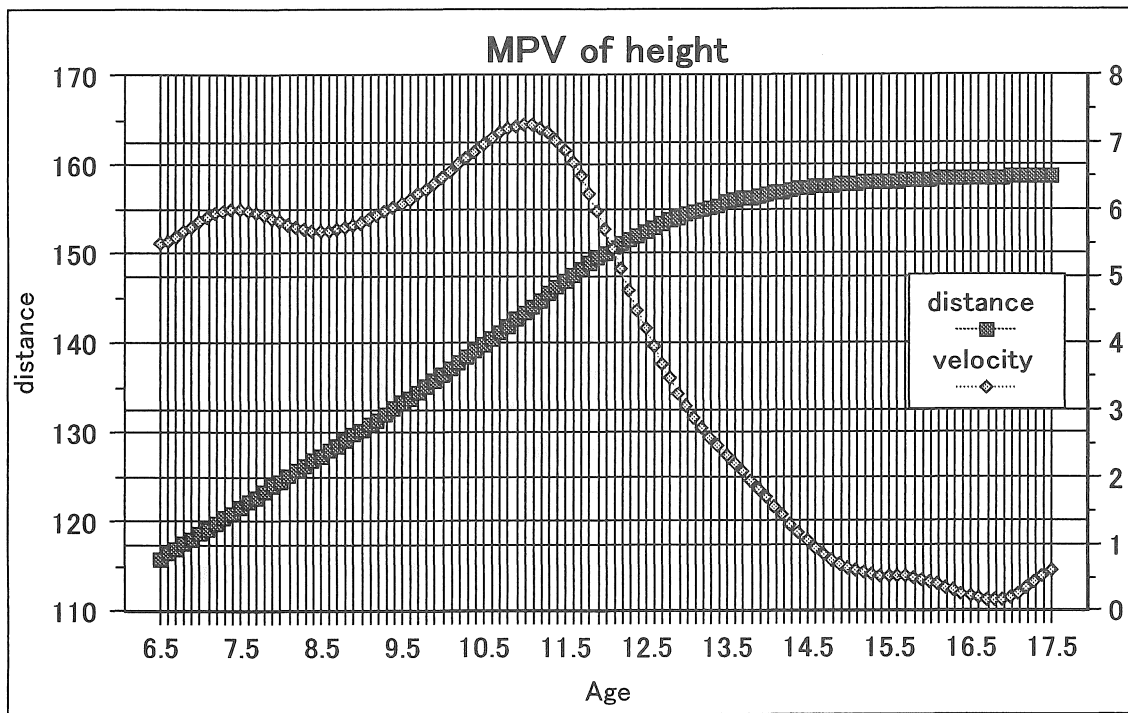


Fig 2 Average height growth distance and velocity curves described by wavelet interpolation method

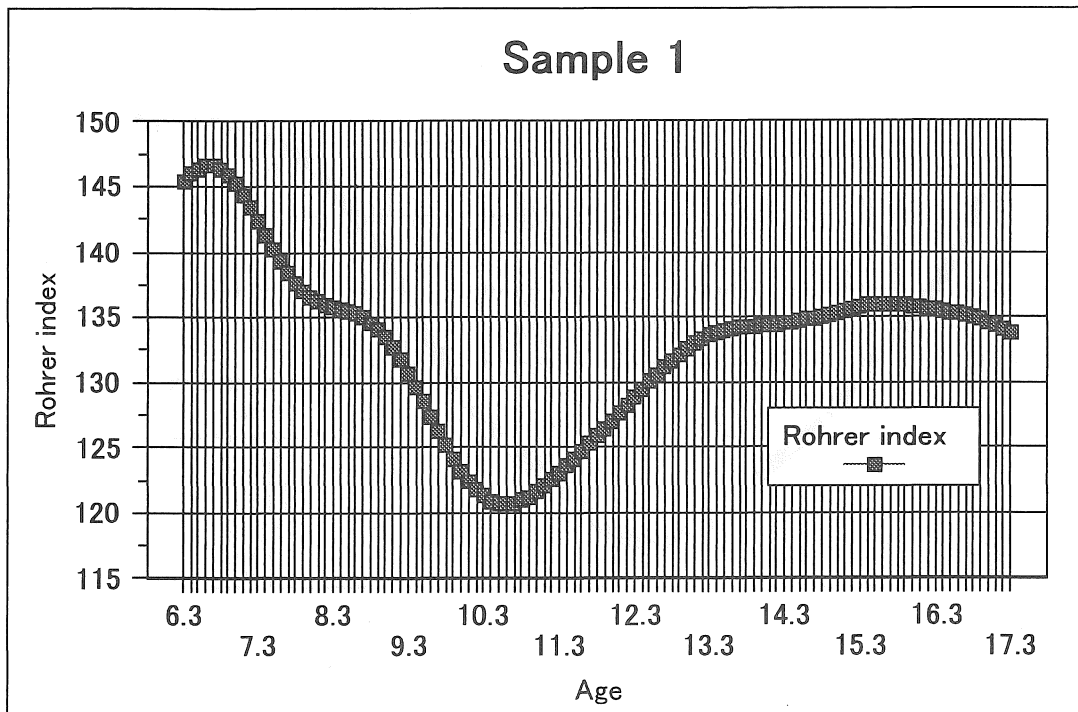


Fig 3 Sample graph in change of Rohrer index with age

$$f(xi) = \frac{0.3 \times 53}{\sqrt{2\pi} \times 1.1533} e^{-\frac{(xi - 11.508)^2}{2(1.1533)^2}} \quad xi: \text{級間値}$$

次に、身長MPV年齢の正規分布関数を以下に示すと、

$$f(xi) = \frac{0.3 \times 53}{\sqrt{2\pi} \times 0.956} e^{-\frac{(xi - 11.039)^2}{2(0.956)^2}} \quad xi: \text{級間値}$$

により、両年齢の X_0^2 値はRohrer指数の最凹点では51.71、身長MPV年齢では52.90となり正規性と妥当性は認められた。(Fig1 Fig2) またRohrer指数の最凹点と身長MPV年齢との差(interval)の正規分布関数は以下に示す通りである。

$$f(xi) = \frac{0.3 \times 53}{\sqrt{2\pi} \times 1.0373} e^{-\frac{(xi - 0.468)^2}{2(1.0373)^2}} \quad xi: \text{級間値}$$

これにより X_0^2 値は53.02となりその正規性の妥当性は認められた。Rohrer指数の最凹点、身長MPV年齢、Rohrer指数の最凹点年齢と身長MPV年齢との差(interval)の正規性が認められたことから、Rohrer指数の最凹点と身長MPV年齢との差(interval)は有意な差($P < 0.01$)が認められた事になる。

3、個々のRohrer指数の加齢変化と初経年齢との関係

女子53名における身長MPV年齢の統計値と同様に初経年齢の統計値もすでに先の研究で導かれているのでその統計値を使用すると初経年齢は、12.16歳(SD=0.93)、Rohrer指数の加齢曲線における最凹点は11.51歳(SD=1.14)で約0.7歳の差(interval)が示される。これは平均値としてみた単なる差であるのでこれを個々についてその差(interval)を算出し、その差(interval)の正規性を検討してみると、Rohrer指数の最凹点と初経年齢との差(interval)における正規分布関数は以下のように示される。

$$f(xi) = \frac{0.3 \times 53}{\sqrt{2\pi} \times 1.0924} e^{-\frac{(xi - 0.6526)^2}{2(1.0924)^2}} \quad xi: \text{級間値}$$

これにより X_0^2 値は53.02となりその正規性は認められたことになる。そこで、Rohrer指数の最凹点年齢と初経年齢の頻度分布図を参照すると、確かに初経年齢がRohrer指数の最凹点年齢より全体的に右方にズレていることが分かる。もちろんこの両年齢の差は当然有意差($P < 0.01$)が認められている事からRohrer指数の加齢変化における最凹点が訪れて約1年後(平均的には0.7年後)に初経が発来するケースが多いと判断できるのではないだろうか。

考 察

Rohrer指数は、本来は身体充実指数として提案された指数であるが、それが近年に到っては簡便な肥満判定の指数として適用されるようになってきた。しかし、最近ではBMIが肥満判定には有効であり、Rohrer指数はあまり使用されなくなったのが現状である。これはRohrer指数の有する学齢期の不安定さによるものと考えられる。高石と大森⁹⁾も9歳以降はある特定の安定性は認められると述べているが、個人差がかなり大きいと報告しているように学齢期の不安定さを示唆している。しかしながらRohrer指数は本質的には肥満判定というより身体充実度を評価する指数であれば、つまり学齢的においては身長と体重の2変量による身体評価の変化を簡便に示す意味を含んでいる。このような観点から、Rohrer指数の加齢変化についてウェーブレット補間法を適用してみると、Rohrer指数の現量値の加齢変化では、明らかに10歳から11歳にかけて凹状に落ち込んでいる様子がわかる。このような加齢変化の様子は従来までの報告にはない知見である。

今この凹状に落ち込んだ点を最凹点として、この最凹点の年齢を特定すると、Fig1に示された平均グラフでは11.0歳でRohrer指数114.1と導かれた。11.0歳はFig2に示されている女子における身長MPV年齢にあたる。この一致は決して偶然ではなく、身長MPV年齢は思春期における身長の発育速度のピークを示す年齢で、Tanner¹⁶⁾が指摘した成熟度としての意味も有するが、増山が指摘した体内濃度の変局点を示す年齢に相当するもので、つまり身体の内部環境がこの年齢を境に、大きく変化することを意味するパラメータでもある。このような意味を有する年齢とRohrer指数が有する意味とは異なることになる。それは単に身体の実度や肥満を評価するだけでなく、この最凹点年齢は生物学的なパラメータとしての意味を持つことになる。

そこでこのことをさらに検討するために、平均Rohrer指数の平均加齢現量値曲線だけでは不十分であるため、個々におけるRohrer指数の加齢現量値について検討するとTable1に示されているように、Rohrer指数の最凹点年齢は平均で11.51(SD=1.14)、その時のRohrer指数値は114.1(SD=10.9)で、身長MPV年齢における統計値11.04(SD=0.95)と比べるとRohrer指数の最凹点年齢が若干遅いことが示された。この差は有意差($p < 0.01$)が認められており、身長MPV年齢の後にこの最凹点年齢が生起することになる。

この意義は非常に大きく、つまり、身長MPV年齢である思春期ピーク年齢はその時点で判断することは難しいが、Rohrer指数の最凹点はその時点での身長と体重の現量値がわかっていれば、すぐ導かれる簡便さが

ある。現に、最凹点年齢時のRohrer指数の平均年齢がわかれば、それを基準に求めていけば現時点での最凹点は導かれることになる。さらに、Rohrer指数の最凹点と初経年齢との差は個々にその平均をみると0.7歳(SD=1.00)で、Rohrer指数の最凹点を迎えてから約0.7歳で初経の発来が生起することになる。この意義が本研究で求められる論議の根幹であり、つまり、Rohrer指数が最も落ち込む年齢から約7~9ヶ月後に初経を迎える構図を描く事になるわけである。

参考文献

- 1)高石昌弘：肥満児の判定基準について、健康教室208集：11-18, 1968.
- 2)Ishiko, T. et al : **Obese children in Japan, Research J. of Physical Education, 12(3):168-174, 1968.**
- 3)船川幡夫、高石昌弘、藤村京子：いわゆる肥満児に関する研究(第2報)ローレル指数をもととした判別基準について、学校保健研究、11:565-567, 1969.
- 4)高石昌弘、大森世都子：ローレル指数の年齢的推移に関する縦断的研究、学校保健研究、12:460-464, 1970.
- 5)水野忠史：青少年体力標準表、東大出版会、1968.
- 6)市村操一：各身長段階におけるローレル指数の分布の推定法、体育学研究、14:44-51, 1969.
- 7)藤井勝紀：日本女子スポーツ選手における初経遅延の検証—ウェーブレット補間法による解析—、体育学研究、48:523-539, 2003.
- 8)Fujii, K. : **A comparative interpolation method of W I M and a cubic spline function to longitudinal height data during adolescence in boys. Nagoya Journal of Health, Physical Fitness and Sports. 19:9-17, 1996**
- 9)藤井勝紀：身体的発育現象におけるphase difference effectの検証. 東海保健体育科学 20:75-84, 1998.
- 10)藤井勝紀：Wavelet を用いた成長曲線の当てはめ. 日本人類学会 Auxology 分科会 Auxology 8:1-16, 1998.
- 11)藤井勝紀・川波憲一・長谷川泰洋・山本浩：Wavelet 解析による身長発育の時系列分析、発育発達研究 22:21-28, 1994.
- 12)藤井勝紀・山本浩：身長の成熟別発育速度曲線の解析、体力科学、44:431-438, 1995.
- 13)藤井勝紀・松浦義行：男子体格の平均発育曲線から導き出される速度曲線の解析、体育学研究、41:247-260, 1996.
- 14)Fujii, K. and Kawanami, K. : **An Analysis in regard to Relationship between Age at MPV of Height and Weight, and Its Sex Difference. Japanese Journal of School Health. 40:317-331, 1998.**
- 15)Fujii, K. and Matsuura, Y. : **Analysis of the Growth Velocity Curve for Height by the Wavelet Interpolation Method in Children Classified by Maturity Rate. American Journal of Human Biology. 11:13-30, 1999.**
- 16) Tanner, J. M. : **Growth at Adolescent. Blackwell Scientific Publication. Oxford, 1962.**

(受理 平成16年3月19日)