

# 原 著

## 上・下顎骨標準成長曲線の作成とそれを用いた 顎整形装置の顎骨成長に対する効果の評価

楠元桂子 佐藤亨至 三谷英夫

東北大学歯学部歯科矯正学講座

Keiko KUSUMOTO, Koshi SATO and Hideo MITANI

Department of Orthodontics, School of Dentistry, Tohoku University

キーワード：標準成長速度曲線，上顎骨前後径，下顎骨全体長，ヘッドギアー，チンキャップ

顎整形装置の顎骨成長に対する効果を評価する方法として側面頭部X線規格写真による重ね合わせや線・角度計測値の比較等が一般的に用いられているが、成長変化の様相を詳細に評価することは難しい。そこで、本研究では上・下顎骨各部の変化を客観的かつ視覚的に評価するため、上・下顎骨各部の標準成長および成長速度曲線を作成した。次に、上顎後方牽引装置（ヘッドギアー）および下顎後方牽引装置（チンキャップ）の顎骨成長に対する影響について評価を行った。

結果は以下の通りであった。

1. 9～17歳に至る女子の上顎骨前後径（A'-Ptm'）、下顎骨全体長（Cd-Gn）、下顎枝高（Cd-Go）および下顎骨体長（Go-Pog'）の標準成長曲線および成長速度曲線が作成された。

2. ヘッドギアー群では、上顎骨前後径のSDスコアは装置適用中は減少し、その後増加する傾向を示したが、標準曲線と有意差は認められなかった。

3. チンキャップ群では、下顎骨各部の成長速度は装置適用中有意に低下したが、その後成長は加速され、適用前と成長終了時のSDスコアに差は認められなかった。成長のピークは平均より約1年遅くなった。

以上のことから、顎整形装置は顎骨の成長様相に影響を与えることが示唆された。本研究で作成した上・下顎骨の標準成長曲線および成長速度曲線は顎整形装置の効果の評価法として有効であると考えられた。

（日矯歯誌 55(4)：311～321, 1996）

### The evaluation of the orthopedic appliances by using standard growth curves of maxilla and mandible

The purpose of this study was to evaluate growth

behavior with treatment of orthopedic appliances using the standard growth curves of maxilla and mandible. Materials consisted of longitudinal lateral cephalometric roentgenograms of 21 Class I females without any orthopedic treatment, 10 females with headgear treatment and 13 females with chin cap treatment.

The average growth curve and growth velocity of the patients treated by occipital pull headgear and chin cap appliance were drawn on standard growth curve.

Results were as follows :

1. The standard growth and velocity curves of maxillary length (A'-Ptm'), mandibular total length (Cd-Gn), ramus height (Cd-Go) and mandibular body length (Go-Pog') were made from 9 to 17 years of age.

2. The growth velocity of the maxillary length tended to decrease under the application of headgear, but increase after removing that. There were no significant differences between SD scores of initial stage and last stage.

3. The growth velocity of each parts of the mandible significantly decreased under the application of chin cap, but increased after removing that. There were no significant differences between SD scores of initial stage and last stage.

In summary, it is suggested that orthopedic appliances could influence growth of maxilla and mandible. The standard growth curves of maxilla and mandible made in this study were useful for evaluating the effects of orthopedic appliances.

(J. Jpn. Orthod. Soc. 55(4) : 311～321, 1996)

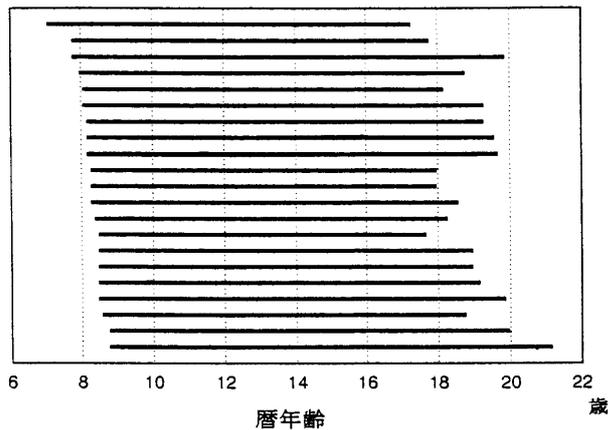


図1 標準成長曲線作成資料の観察期間 (n=21)

## 緒言

成長期にある患者に対して、上・下顎骨の骨格的不調和の改善を目的として顎整形装置が用いられている。しかし、その上・下顎骨の成長に対する効果の評価はさまざまである。評価法の1つとして側面頭部X線規格写真(以下、セファロと呼ぶ)の透写図を用いた重ね合わせやその角度・線計測値の変化を調べる方法が用いられることが多いが、成長変化様相についての詳細な評価は困難である。佐藤ら<sup>1)</sup>は、顎骨の成長変化様相を客観的に評価するために上・下顎骨標準成長曲線を用いる方法が有用であることを報告しているが、下顎骨の計測部位は全体長(Cd-Gn)のみであった。そこで本研究では、顎整形装置の効果を客観的に調べる目的で、まず女子を対象として、上顎骨前後径、下顎骨全体長に加えて、下顎枝高、下顎骨体長の標準成長曲線を作成し、さらにそれぞれ標準成長速度曲線を求めた。次に、成長期を通じて標準集団に対する顎骨の年齢相当相対値(SDスコア)は基本的に保持されることを利用し<sup>1)</sup>、顎整形装置である上顎後方牽引装置(以下、ヘッドギアと呼ぶ)および下顎後方牽引装置(以下、チンキャップと呼ぶ)の成長に対する影響について調べた。すなわち、これらを適用した症例の平均成長曲線および成長速度を求めて、標準曲線と比較を行うことにより、顎整形装置が顎骨の成長様相にどのような変化を引き起こすかについて検討を行うこととした。

## 資 料

上・下顎骨の標準成長曲線および成長速度曲線の作成資料として、東北大学歯学部附属病院矯正科の所蔵する資料の中から上・下顎骨の位置と大きさに不調和がない成長観察症例または顎整形力の適用がない矯正治療例の女子21名(以下、標準群と呼ぶ)の8歳より

表1 標準成長曲線作成資料の初検査時(平均8.4歳)における顎顔面各部の計測値 (n=21)

∠SNA (度)	82.6±3.37
∠SNB (度)	78.5±2.53
∠ANB (度)	4.1±1.85
S-N (mm)	63.7±2.32
A'-Ptm' (mm)	45.2±1.58
Cd-Go (mm)	49.0±3.07
Go-Pog' (mm)	67.8±2.62
Cd-Gn (mm)	103.9±3.49
Wits appraisal (mm)	-2.6±2.27

平均値±標準偏差

17歳以後までほぼ1年毎に撮影されたセファロ、計201枚を用いた(図1)。なお、長期にわたって顎間ゴムを使用した症例は含まれていない。表1に初検査時(平均8.4歳)における顎顔面各部の計測値の平均および標準偏差を、図2にその平均顔面骨格図形と日本人標準図形<sup>2)</sup>との重ね合わせを示した。なお、本研究で用いた資料は佐藤ら<sup>1)</sup>の報告で用いた資料と一部共通である。

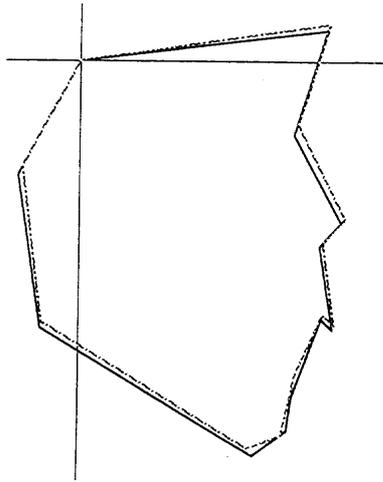
次に、顎整形装置適用群として、ヘッドギアを適用した女子10名(以下、ヘッドギア群と呼ぶ:平均適用期間9.6~11.6歳、一日平均適用時間13.8時間、図3)、およびチンキャップを適用した女子13名(以下、チンキャップ群と呼ぶ:平均適用期間9.6~12.2歳、一日平均適用時間12.8時間、図4)の経年的に撮影されたセファロ、おのおの82、103枚を用いた。なお、本研究で用いたヘッドギアはすべて後頭部固定型である。また、チンキャップの牽引方向はすべて下顎頭方向であり、牽引力は500~700g程度であった。図5に初検査時におけるヘッドギア群、チンキャップ群の平均顔面骨格図形と日本人標準図形<sup>2)</sup>との重ね合わせを示した。これによると、いずれも上顎骨の位置は標準的であり、ヘッドギア群では平均的に下顎が後方位を示し、またチンキャップ群では下顎が前方位を示していた。

本研究で用いた症例はいずれも全身的な疾患を有しない健康な女子であり、手骨X線写真より Tanner-Whitehouse 2 法<sup>3~5)</sup>に従って日本人標準化骨年齢を求め、暦年齢と骨年齢に差がないことを確認した(表2)。

なお、セファロ撮影の規格条件は、X線管焦点・被写体間距離2,400mm、被写体・フィルム間距離150mmであり、像の拡大率は1.0625倍となるが、計測値および図においてはすべて1.1倍に補正して表記した。

## 方 法

資料として用いたすべてのセファロの透写図を作成し、上顎骨および下顎骨について図6に示す計測点を



—— 標準成長曲線作成資料 (8.4歳)

----- 標準顔面骨格図形 (9.1歳)

図 2 本研究の標準成長曲線作成資料 (平均 8.4 歳) と標準顔面骨格図形<sup>2)</sup> (平均 9.1 歳) との比較  
S 点と FH 平面による重ね合わせ。

設定した。計測は上顎骨前後径 (A'-Ptm'), 下顎骨全体長 (Cd-Gn), 下顎枝高 (Cd-Go) および下顎骨体長 (Go-Pog') についてノギスを用いて行った。

標準成長曲線を作成するために、佐藤ら<sup>1)</sup>の方法に準じて以下の処理を行った。まず、各症例の各計測部位について実測値をもとに、暦年齢を基準とした平滑化 3 次スプライン曲線を描いた。次に、おのこの成長曲線から平均値および  $\pm 1SD, \pm 2SD$  を表す曲線を作成した。同様におのこの年間増加量を求め、平均成長速度曲線を作成した。これらをそれぞれ標準成長曲線、標準成長速度曲線と呼ぶこととした。

次に、ヘッドギア群、チンキャップ群についても同様の処理を行い、各群の平均成長曲線および平均成長速度を求めて標準曲線上に重ねて表示した。なお、成長速度については、年間増加量を求めて、階段状に表すこととした。これにより、それぞれの装置の適用前、撤去時、撤去後 3~4 年時の SD スコア ((実測値 - 平均値) / 標準偏差)<sup>1)</sup> を求め、各ステージ間で Student-t-test により検定を行った。さらに、成長速度については年間増加量を求め、標準群と差の検定を行った。

### 結 果

標準成長曲線および成長速度曲線を図 7~10 に示した。上顎骨前後径の成長のピークは 10~11 歳の間にあり、13 歳以後成長量は急速に減少し、15 歳以後の平均年間増加量は 0.5 mm 以下であった。下顎骨全体長の成長のピークは 11 歳前後にあり、その後成長量は

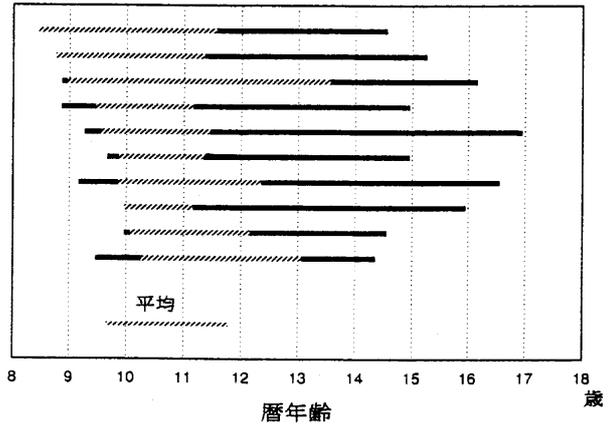


図 3 ヘッドギア群の観察期間 (n=10)  
図中の斜線部はヘッドギアの適用期間を表す。

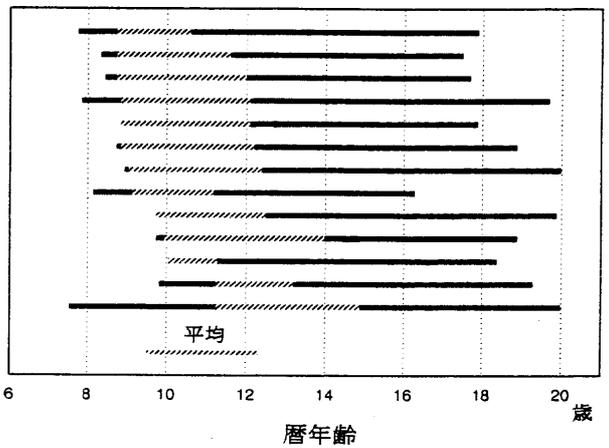


図 4 チンキャップ群の観察期間 (n=13)  
図中の斜線部はチンキャップの適用期間を表す。

徐々に減少し、15 歳以後の平均年間増加量は 1.0 mm 以下であった。下顎枝高の成長のピークは明確ではなく、10~12 歳で最も大きな成長を示し、その後次第に減少し、15 歳以後の平均年間増加量は 1.0 mm 以下であった。下顎骨体長の標準成長および速度曲線は下顎骨全体長のそれらに類似していた。

ヘッドギア群の上顎骨前後径、下顎骨全体長の変化を図 11 および図 12 に、チンキャップ群の下顎骨各部の変化を図 13~15 に示した。装置の適用前、撤去時、撤去後 3~4 年時の SD スコアと、各ステージ間における差の検定結果を表 3 に示した。また、標準群と、ヘッドギア群およびチンキャップ群との成長速度を比較した結果を表 4 に示した。

ヘッドギア群の上顎骨前後径は装置適用中やや SD スコアが減少し、その後増加して初検査時のそれとほぼ同じとなった。成長速度は装置適用中は平均よりやや小さくなり、その後平均よりやや大きくなった。しかし、SD スコアの変化、および成長速度には有意差は認められなかった。下顎骨全体長は標準曲線とほぼ一致した増加様相を示していた。

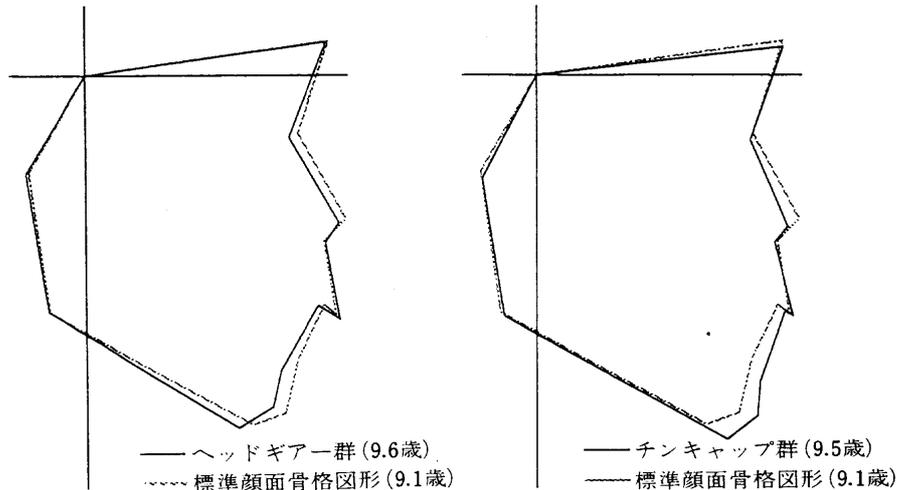


図5 ヘッドギアー群 (平均9.6歳) およびチンキャップ群 (平均9.5歳) と標準顔面骨格図形<sup>2)</sup> (平均9.1歳) との比較  
S点とFH平面による重ね合わせ

表2 初検査時における各群の暦年齢と骨年齢の比較  
いずれも暦年齢と骨年齢とは有意差は認められない。

	暦年齢 (歳)	骨年齢 (歳)
標準成長曲線作成資料	8.4±0.27	8.5±0.35
ヘッドギアー群	9.6±0.28	9.4±0.30
チンキャップ群	9.5±0.34	9.6±0.33

平均値±標準偏差

チンキャップ群の下顎骨全体長は装置適用中の初期には成長速度は有意に小さく、SDスコアも減少する傾向が認められた。しかし、撤去後はむしろ大きくなり、16.2歳時のSDスコアは装置適用前とほぼ一致していた。またチンキャップ群の成長のピークは11~12歳であり、標準と比較して約1年遅れていた。下顎枝高に関しては、装置適用の後期から成長速度が有意に大きくなり、16.2歳時のSDスコアは装置適用前より大きくなった。成長のピークは11~12歳であり、同様に約1年遅れていた。下顎骨体長に関しては、下顎骨全体長、下顎枝高ほど著明ではないが、標準曲線と比べて適用の初期に成長速度がやや小さく、撤去後はやや大きくなっていった。成長のピークは標準と比較して約1年遅れていた。しかし、SDスコアの変化、成長速度のいずれも有意差は認められなかった。

### 考 察

#### I. 標準成長曲線作成資料について

まず始めに、標準群が、標準的な上顎骨および下顎骨を有し、その全身および顎骨成長もまた標準的であることを確認する必要がある。

全身的な条件に関しては、本研究における17.2歳時の平均身長は158.3±5.2cmであり、1993年度の高校

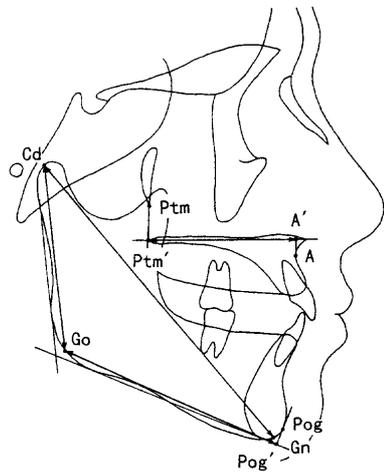


図6 セファロ透写図上の計測部位

- A'-Ptm' : 上顎骨前後径
- Cd-Gn : 下顎骨全体長
- Cd-Go : 下顎枝高
- Go-Pog' : 下顎骨体長

3年生 (17歳) の全国平均身長が158.0±5.2cmであることから<sup>6)</sup>、両群の間に明らかな差異は認められなかった。

顎顔面形態に関しては、日本人小児の標準値 (9.1歳)<sup>2)</sup> と本研究の資料における8.4歳時のものを比較すると、SNA角は2.4度、SNB角は2.2度大きく、ANB角は0.3度大きい値を示し、S-Nは2.1mm小さい値を示した。日本人標準顔面骨格図形<sup>2)</sup> と本研究の8.4歳時の平均図形の重ね合わせについては、明らかな差異はないものと判断した。日本人の顎骨増加量について三谷<sup>7)</sup> は9歳より15歳までの上顎骨前後径、下顎骨全体長、下顎枝高、下顎骨体長の平均変化量はそれぞれ3.1mm、12.1mm、7.5mm、9.4mmと報告している。本研究では基準計測点として三谷<sup>7)</sup> が用いた

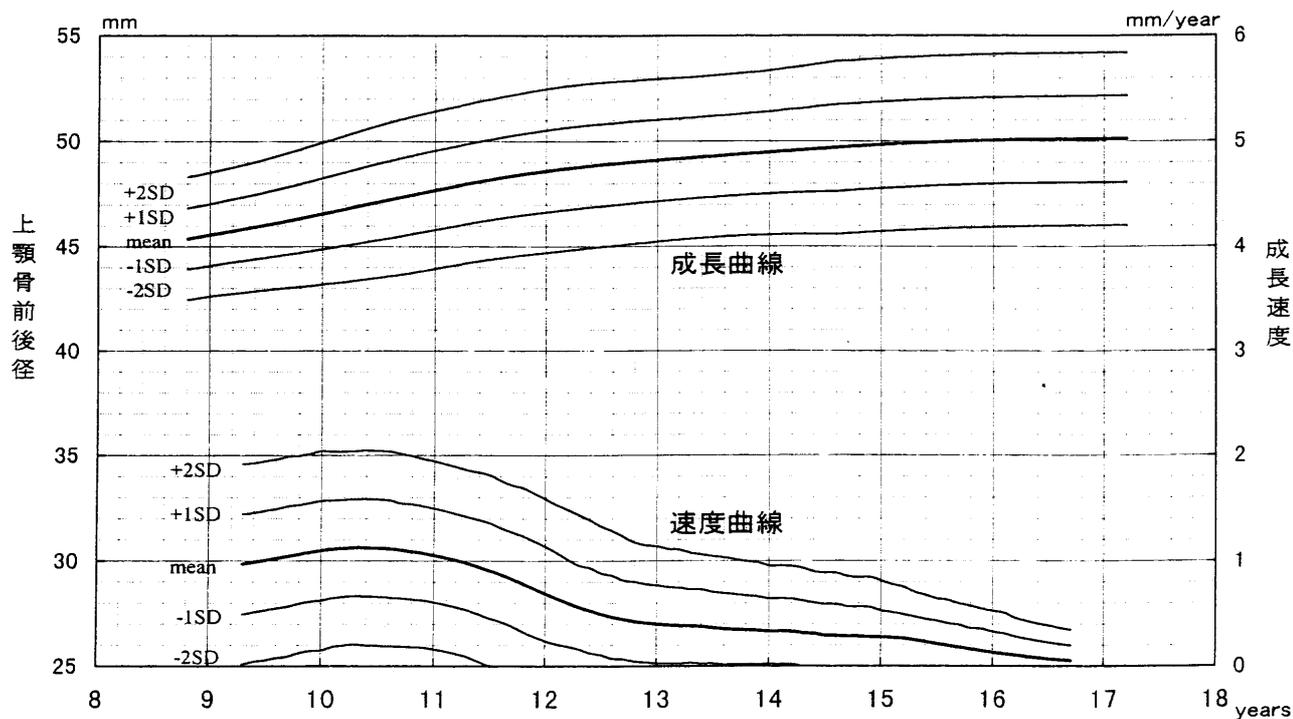


図 7 上顎骨前後径 (A'-Ptm') の標準成長曲線および成長速度曲線

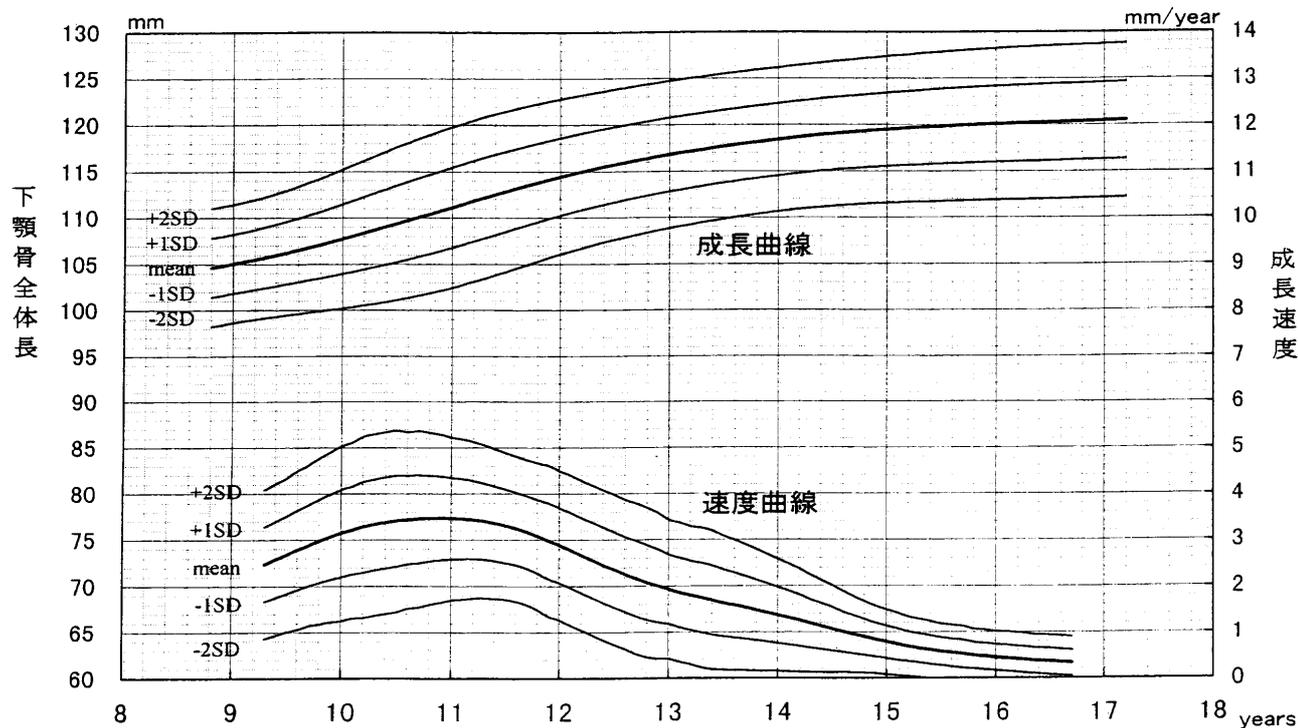


図 8 下顎骨全体長 (Cd-Gn) の標準成長曲線および成長速度曲線

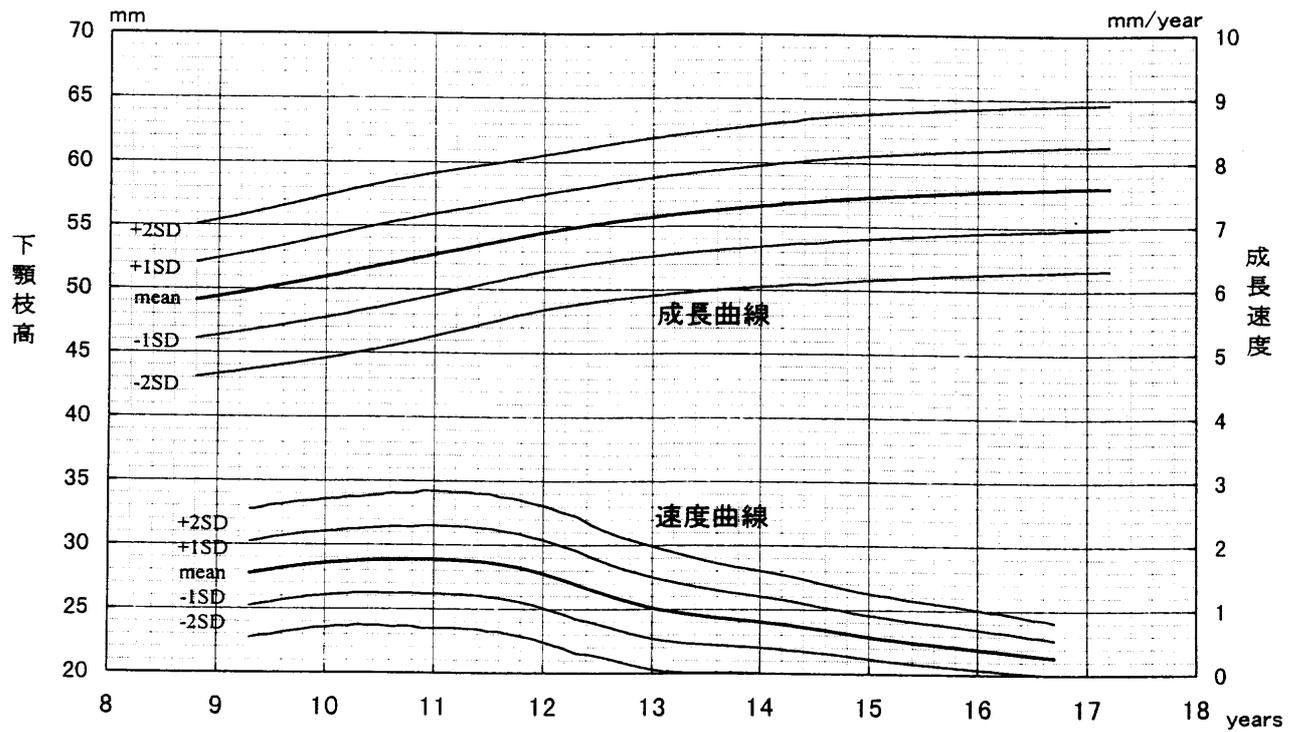


図 9 下顎枝高 (Cd-Go) の標準成長曲線および成長速度曲線

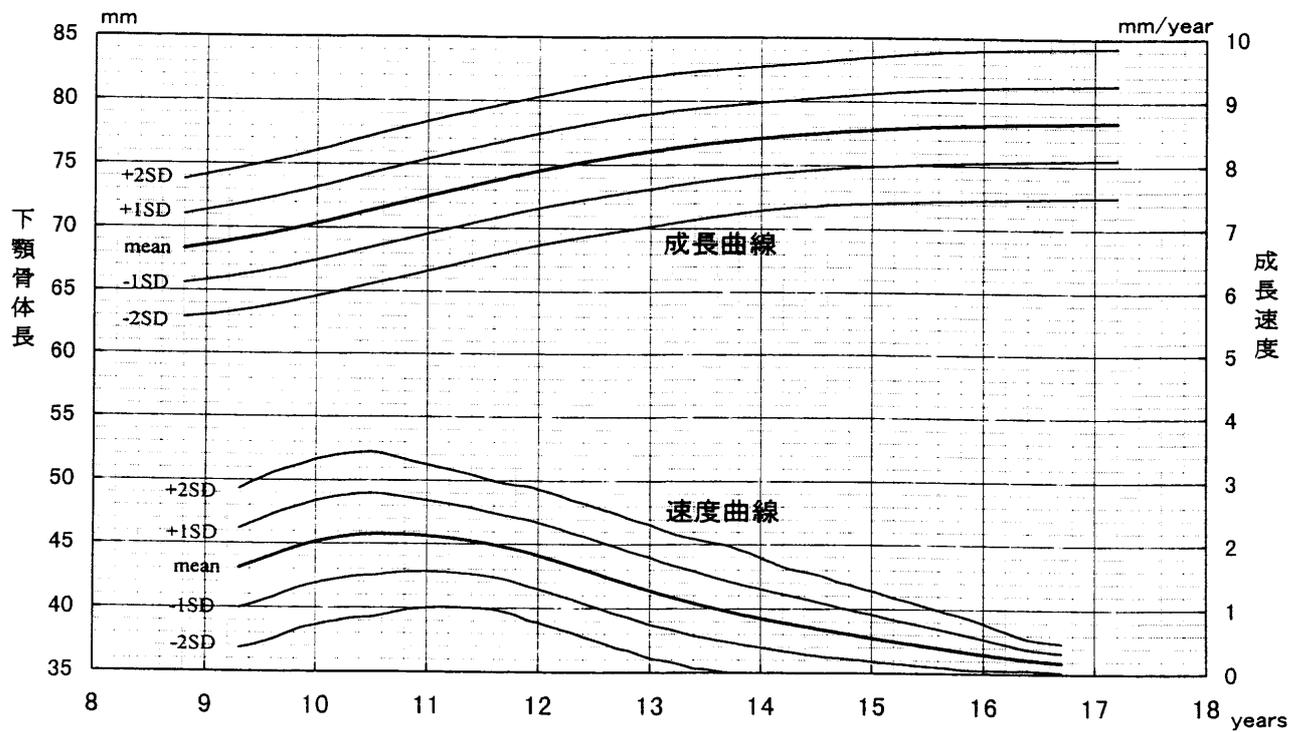


図 10 下顎骨体長 (Go-Pog') の標準成長曲線および成長速度曲線

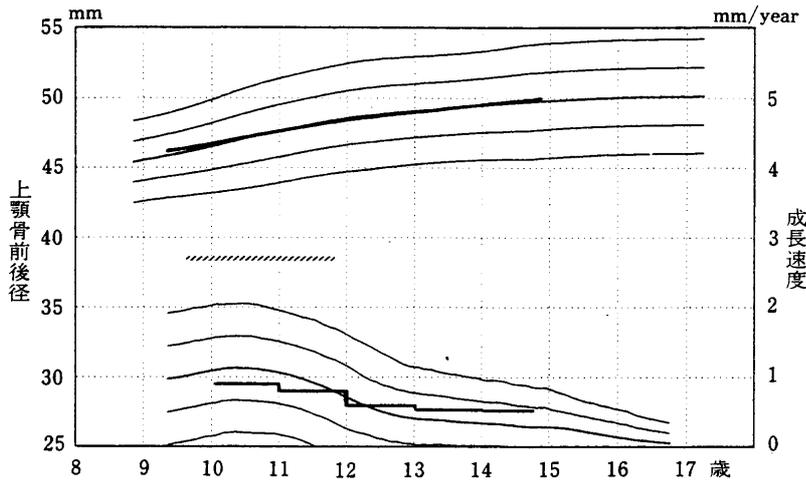


図 11 上顎骨前後径の変化様相 (ヘッドギア群)  
 図中の斜線部はヘッドギアの平均適用期間を表す.

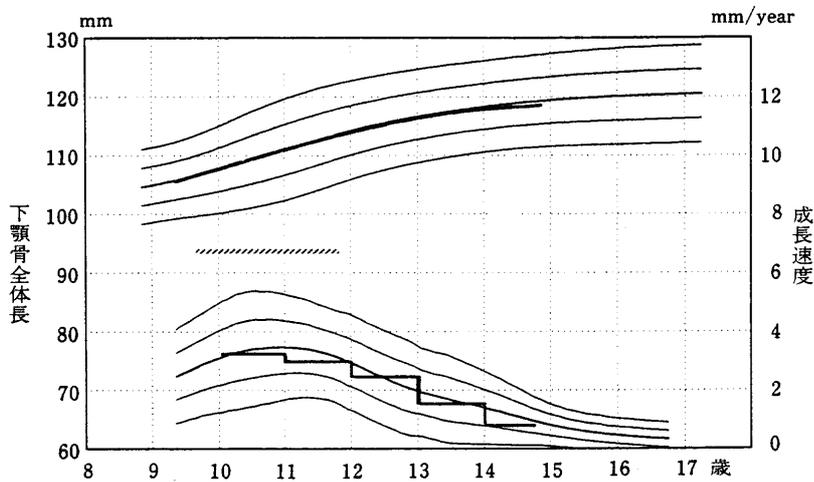


図 12 下顎骨全体長の変化様相 (ヘッドギア群)  
 図中の斜線部はヘッドギアの平均適用期間を表す.

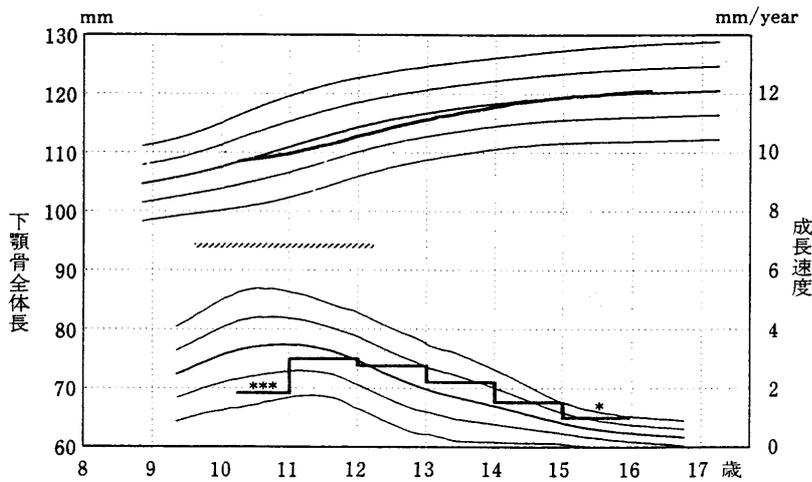


図 13 下顎骨全体長の変化様相 (チンキャップ群)  
 図中の斜線部はチンキャップの平均適用期間を表す.  
 \*\*\* :  $P < 0.001$ , \* :  $P < 0.05$

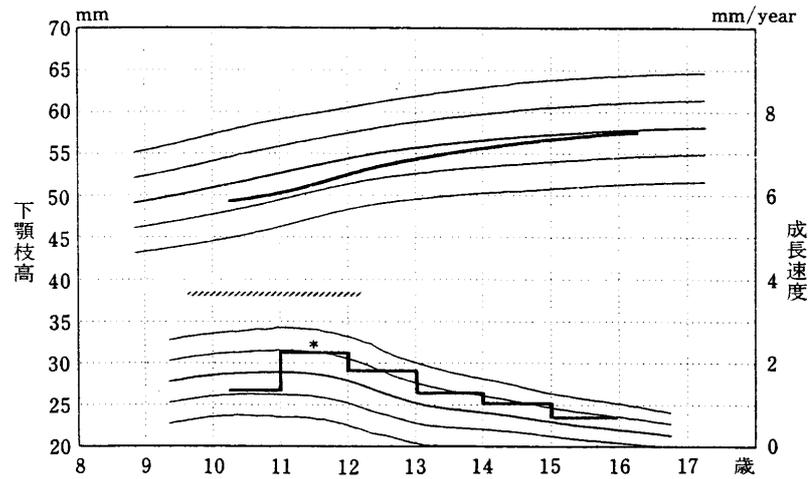


図 14 下顎枝高の変化様相 (チンキャップ群)  
 図中の斜線部はチンキャップの平均適用期間を表す。  
 \* :  $P < 0.05$

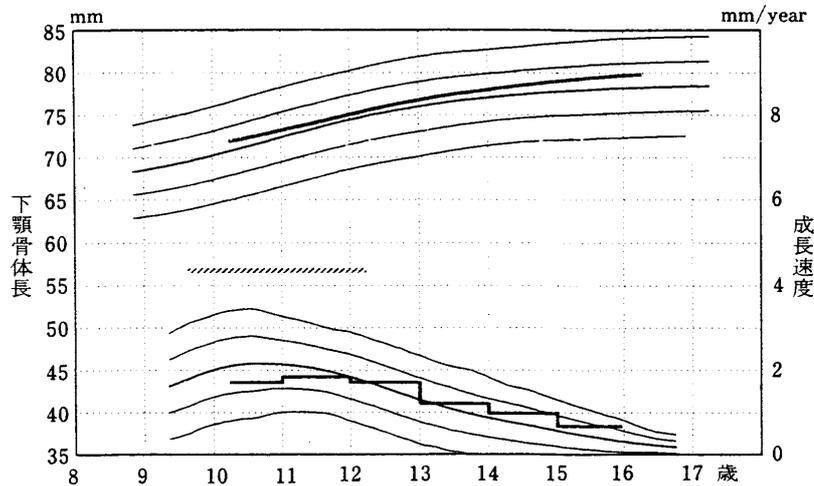


図 15 下顎骨体長の変化様相 (チンキャップ群)  
 図中の斜線部はチンキャップの平均適用期間を表す。

表 3 ヘッドギア一群およびチンキャップ群における顎骨各部の大きさの SD スコア

ステージ		適用前	撤去後	撤去後 3~4 年時
ヘッドギア一群	年齢 (歳)	9.6	11.8	15.4
	A'-Ptm'	0.20	-0.08	0.06
	Cd-Gn	0.01	-0.07	-0.15
	Cd-Go	-0.27	-0.25	-0.09
	Go-Pog'	0.21	0.24	0.09
チンキャップ群	年齢 (歳)	9.6	12.2	16.2
	A'-Ptm'	-0.73	-0.78	-0.75
	Cd-Gn	0.27	-0.36	0.07
	Cd-Go	-0.28	-0.54	-0.10
	Go-Pog'	0.56	0.24	0.52

単位 : SD スコア (各ステージ間でいづれの計測部位においても有意差なし)

表 4 標準群と、ヘッドギアー群およびチンキャップ群との顎骨各部の成長速度の比較

		年齢 (歳)	9.0-9.9	10.0-10.9	11.0-11.9	12.0-12.9	13.0-13.9	14.0-14.9	15.0-15.9
標準群	A'-Ptm'		1.00	1.12	0.91	0.49	0.37	0.29	0.21
	Cd-Gn		2.67	3.41	3.30	2.36	1.63	1.07	0.58
	Cd-Go		1.60	1.76	1.72	1.27	0.89	0.70	0.47
	Go-Pog'		1.74	2.15	2.02	1.55	1.03	0.69	0.42
ヘッドギアー群	A'-Ptm'		0.82	0.90	0.80	0.59	0.53	0.52	
	Cd-Gn		2.83	3.24	2.98	2.46	1.53	0.80	
	Cd-Go		1.59	1.77	1.72	1.49	0.83	0.55	
	Go-Pog'		2.04	2.22	1.88	1.40	0.89	0.57	
チンキャップ群	A'-Ptm'			1.01	1.02	0.56	0.27	0.27	0.31
	Cd-Gn			1.84***	2.99	2.76	2.21	1.52	0.99*
	Cd-Go			1.34	2.25*	1.81	1.28	1.04	0.69
	Go-Pog'			1.71	1.84	1.71	1.20	0.97	0.67

単位: mm/year

\*\*\*:  $p < 0.001$ , \*:  $p < 0.05$ 

Ar ではなく Cd を用い、かつ上顎骨前後径の基準平面として口蓋平面を用いていることから比較はあくまで参考値であるが、それぞれ 4.2 mm, 14.4 mm, 7.9 mm, 9.2 mm であり、成長量に大きな差はないものと考えられた。

## II. 標準成長速度曲線について

顎骨の標準成長曲線の意義についてはすでに佐藤ら<sup>1)</sup>によって報告されているが、成長様相のより詳細な変化を調べるため、成長速度曲線を新たに作成することとした。これにより顎整形装置の効果の有無をより客観的に評価することが可能になったと考えられる。

上顎骨前後径の成長のピークは 10~11 歳の間であり、12~13 歳という三谷<sup>7)</sup>の報告と比較して 2 年ほど早くなっている。下顎骨全体長のピークは 10~11 歳の間と 12~13 歳の間にもみられたと三谷<sup>7)</sup>は報告しているが、今回の結果では下顎骨体長同様 10~12 歳付近に存在していた。下顎枝高の成長のピークは明らかでなく、下顎骨体長、全体長と比較するとピークが顕著ではないという点では三谷<sup>7)</sup>の報告と一致するが、上顎骨前後径同様ピークが 1.5~2 年早くなっている。下顎骨体長のピークはやはり三谷<sup>7)</sup>の報告より約 1.5 年早くなっている。

以上のように、成長ピークが以前の報告に比べて 1.5~2 年早い結果となった。この理由としては 1970 年代から現在に至るまで、初経年齢が低くなるなど早熟傾向が認められるためではないかと考えられる<sup>8,9)</sup>。すでに現代人においては 1950 年代に報告されたものと比べて顎顔面形態に差異があることが報告されている<sup>10)</sup>。このことから、顎骨成長様相についても差異を生じていることが考えられ、今後詳細な検討が必要である。

## III. ヘッドギアーの適用が顎骨成長に及ぼす影響について

Firouz ら<sup>11)</sup>, O'Reilly ら<sup>12)</sup>はヘッドギアーの適用は

上顎骨の成長抑制に効果があると報告しているが、Wieslander ら<sup>13)</sup>は標準と差を認めないと述べている。本研究の結果では成長速度は装置適用中標準をやや下回っているが、その後やや上回っているため、成長抑制の効果は一時的なものであることが示唆された。下顎骨成長に及ぼす影響に関して、Baumrind ら<sup>14)</sup>は high-pull ヘッドギアーを適用した群では下顎骨全体長、下顎枝高、下顎骨体長のそれぞれで標準と差を認めなかったと報告している。本研究の結果もそれを支持するものであった。しかし、Baumrind ら<sup>14)</sup>は顎部固定型ヘッドギアーでは、下顎骨の成長に差異のあることを報告しており、さらに検討する必要がある。また、本研究では、上顎骨について計測を行った部位が前後径のみであったため、垂直的な変化については明らかとすることができなかった。今後計測項目を増やしてさらに検討を行いたい。

## IV. チンキャップの適用が顎骨成長に及ぼす影響について

チンキャップが下顎骨の成長に及ぼす影響についてはさまざまな結果が報告されている。Janzen ら<sup>15)</sup>, 松井<sup>16)</sup>, 野口<sup>17)</sup>は動物実験により下顎頭部の軟骨内骨形成が抑制されると報告している。臨床的には、下顎骨全体長に関しては鈴木<sup>18)</sup>, 沢<sup>19)</sup>は成長抑制効果を認め、三谷<sup>20)</sup>は促進または抑制に関して一定の傾向は認められないと報告している。下顎枝高に関しては Graber<sup>21)</sup>, 鈴木<sup>18)</sup>, 糠塚<sup>22)</sup>らは成長抑制が起こるとし、三谷<sup>20)</sup>はむしろ成長促進が認められたとしている。また、沢<sup>19)</sup>も本研究に相当する年齢群では三谷<sup>20)</sup>と同様の報告をしている。次に下顎骨体長に関しては鈴木<sup>18)</sup>, 三谷<sup>20)</sup>は成長量に抑制効果が認められたとし、沢<sup>19)</sup>はその効果を認めなかったと報告している。このように見解に相違が認められる理由は、チンキャップの適用方法 (力, 適用時期, 期間, 方向) や顎態による反応性の違いに加えて、その評価方法に差異があるためと考えられる。

本研究の結果では、下顎枝高は適用開始1~1.5年の間は標準と比べて成長が抑制されているが、その後成長速度がむしろ加速している。これらの増加ピークは標準より約1年遅れる傾向が認められ、適用前とほぼ成長が終了した16.2歳時の下顎骨各部の長さのSDスコアに差異は認められなかった。下顎骨全体長、下顎骨体長に関しても、下顎枝高ほど明らかではないが、同様の傾向が認められた。思春期後期において、Class I と未治療 Class III の顎骨成長量に差のないことが報告されていることから<sup>23)</sup>、チンキャップ撤去後の加速現象はいわゆるリバウンドと解釈することができよう。以上のことから、チンキャップは下顎骨の成長様相に影響を与えることがわかった。しかし、その下顎骨に対する成長抑制効果は一時的に認められるにすぎず、成長終了期までは保持されないことが示唆された。

本研究で作成した上顎骨および下顎骨各部の標準成長曲線および成長速度曲線は顎整形装置が顎骨の成長様相にどのような影響を与えるのかを、客観的かつ視覚的に評価する有効な手段になるものと考えられる。また、これらの曲線は顎整形装置の平均的な評価のみではなく、個体の成長の評価や成長予測にも有用と考えられる。今後、男子についても同様に標準成長曲線を作成し、併せてその臨床応用についてさらに検討してゆきたい。

本論文の要旨は、第54回日本矯正歯科学会(1995年10月5日、札幌)において発表した。

## 文 献

- 佐藤亨至, 阿部まちよ, 白土祥樹, 三谷英夫: 女子における上・下顎骨標準成長曲線の作成と標準化骨年齢(TW2法)を用いた成長予測法について, 日矯歯誌 54 : 28-36, 1995.
- 日本小児歯科学会: 日本人小児の頭部X線規格写真基準値に関する研究, 小児歯誌 33 : 659-696, 1995.
- Tanner, J. M., Whitehouse, R. H., Matshall, W. A., *et al.* : Assessment of skeletal maturity and prediction of adult height (TW2 method), London, 1975, Academic Press, 21-29.
- Tanner, J. M., Whitehouse, R. H., Cameron, N., *et al.* : Assessment of skeletal maturity and prediction of adult height (TW2 method), 2nd ed., London, 1983, Academic Press, 22-37.
- 村田光範, 松尾宣武, 田中敏章, 他: 日本人標準骨成熟アトラス, 東京, 1993, 金原出版.
- 文部省: 平成5年度学校保健統計調査報告書, 1994.
- 三谷英夫: 顎顔面頭蓋各部における年間成長量と成長率の追跡—7歳から15歳まで—第一報 年間成長量の追跡, 日矯歯誌 31 : 307-318, 1972.
- 日野林俊彦: 初経年齢—第8回全国初潮調査より—, Hormone Frontier 1 : 121-125, 1994.
- 緒方 勤, 松尾宣武: 成長・成熟の secular trend, 小児科診療 54 : 431-437, 1991.
- 山内 積, 石原勝利, 白土祥樹, 他: 最近の日本人正常咬合者の顎顔面形態について, 日矯歯誌 54 : 93-101, 1972.
- Firouz, M., Zernik, J. and Nanda, R. : Dental and orthopedic effects of high-pull headgear in treatment of Class II, division 1 malocclusion, Am J Orthod Dentofacial Orthop 102 : 197-205, 1990.
- O'Reilly, M. T., Nanda, S. K. and Close, J. : Cervical and oblique headgear : A comparison of treatment effects, Am J Orthod Dentofacial Orthop 103 : 504-509, 1993.
- Weislander, L. : The effect of force on the craniofacial development, Am J Orthod Dentofacial Orthop 65 : 531-538, 1974.
- Baumrind, S., Korn, E. L., Molthen, R. and West, E. E. : Changes in facial dimensions associated with the use of force to retract the maxilla, Am J Orthod Dentofacial Orthop 79 : 17-30, 1981.
- Janzen, E. K. and Bluher, J. A. : The cephalometric, anatomic, and histologic changes in Macaca mulatta after application of continuous acting retraction force on the mandible, Am J Orthod 51 : 823-855, 1965.
- 松井泰生: 顎外固定法(頤帽装置)が成長発育中の下顎骨に及ぼす影響に関する研究, 第I編 臨床的研究, 第II編 実験的研究, 日矯歯誌 24 : 165-181, 1965.
- 野口規久男: 外力を与えた際の幼若ラット下顎頭の研究, 口病誌 37 : 222-241, 1958.
- 鈴木信夫: 頭部X線規格写真による Chin cap の効果に関する臨床的観察, 日矯歯誌 31 : 64-74, 1972.
- 沢 秀一郎: 頭部X線規格写真による反対咬合の顎顔面頭蓋の成長に関する研究—半縦断的資料を用いて—, 日矯歯誌 37 : 237-268, 1978.
- 三谷英夫: 思春期下顎骨個成長に対する顎外力の影響について, 日矯歯誌 43 : 200-221, 1984.
- Graber, L. W. : Chin cup therapy for mandibular prognathism, Am J Orthod 72 : 23-41, 1977.
- 糠塚重徳: 顎外力(チンキャップ)による整形効果の時間的変遷に関する研究, 東北歯誌 1 : 1-17, 1982.
- 佐藤亨至, 菅原準二, 三谷英夫: 思春期後期にお

ける女子骨格型下顎前突症の顎顔面の平均成長様相—顎矯正外科治療の早期適用に向けて—, 日矯歯誌 48:21-28, 1989.

連絡先: 楠元桂子  
東北大学歯学部歯科矯正学講座  
〒980-77 仙台市青葉区星陵町4-1

主任: 三谷英夫 教授 1996年3月11日受付