

경추골 성숙지표와 하악골 성장

배진희¹⁾ · 박효상²⁾ · 성재현³⁾

하악골의 성장은 골격적 요인이 동반된 III급 부정교합자의 치료의 결과, 예후에 중대한 영향을 미칠 수 있으며, 특히 성장기 환자의 경우 성장의 조절을 통하여 효과적인 치료를 기할 수 있으므로 개개인의 성장양상을 평가하기 위한 여러 방법들에 관하여 선학들의 많은 연구가 있어왔다. 본 연구에서는 하악골 성장예측의 지표로 경추골 성숙도를 이용한 골령평가법이 유용한 지를 알아보기 위해 1972년 Lamparski 에 의해 제안된 표준 경추골 성숙단계를 이용하여 정상교합자 남자 18명, 여자 14명의 8.5세에서 18.5세까지 매 2년 간격으로 촬영한 측모두부방사선 규격사진 192매에 나타난 경추골 성숙도와 하악골 및 신장의 성장간의 관련성을 분석하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 8.5세에서 14.5세까지는 동일한 연령군에서 여자가 남자보다 높은 경추골 성숙단계를 나타내었다.
2. 동일한 경추골 성숙단계에 도달하는 평균연령은 일반적으로 여자가 남자보다 이른 나이를 보였다.
3. 일반적으로 경추골 성숙단계 3-4단계간에 하악골 및 신장의 최대성장이 일어났다.
4. 경추골 성숙도와 하악골의 성장간에는 일정한 관련성이 있어 경추골 성숙도를 하악골 성장예측의 지표로 사용하는 것이 가능할 것으로 생각된다.

(주요단어 : 하악골 성장, 경추골 성숙단계)

1. 서 론

III급 부정교합은 서구인에 비하여 동양인에서 높은 발생빈도를 보인다고 알려져왔으며, 특히 국내에서 교정치료를 위해 내원하는 환자중에서 III급 부정교합자의 비율이 높아 III급 부정교합의 치료는 중요한 과제중의 하나이다. 골격적 요인이 동반된 III급 부정교합 환자에 있어서 하악골의 성장은 치료의 결과, 예후에 중대한 영향을 미칠 수 있는데, 성장기 환자의 경우 성장의 조절을 통하여 보다 조화로운 안모를 얻을 수 있으며, 성장억제 또는 촉진에 성장이 왕성한 시기에 시행할수록 더 효과적이므로¹⁾ 적절한 치료시기를 결정하기 위해서는 두개 안면부의 부위별 성장

속도, 최대성장기, 그리고, 잔존성장량의 예측이 필수적이다.

하악골의 성장양상을 평가하는 것은 진단과 치료에 있어서 중요한 고려사항중의 하나인데, 두개안면골의 성장에 있어서 두개저와 상악골은 하악골보다 비교적 조기에 성장이 완료되므로 주로 하악골에 의해 안면의 수직적 성장이 이루어지고^{3,31,33,34)}, 하악골의 형태와 위치에 따라 악골의 수평적 부조화가 초래되기 때문이다. 하악골의 성장은 일반 성장곡선을 따른다고 알려져 있으며²⁶⁾, Bambha⁵⁾, Nanda²⁸⁾, Harris¹⁸⁾, Harvold¹⁹⁾ 등은 하악골의 성장에 관한 누년적 연구를 시행한 바 있고, Johnston 등²³⁾은 개인의 골성숙도와 하악골 성장과의 밀접한 관련성을 보고하였다. 사춘기 성장의 또 다른 중요한 지표인 신장과의 관계에 대하여 Bambha⁵⁾, Nanda²⁸⁾ 등은 하악골의 최대성장이 신장의 최대성장기보다 늦게 나타난다고 한 반면, 성²⁾, Hunter²²⁾, Tofani³⁷⁾ 등은 하악골과 신장의

¹⁾ 경북대학교 치과대학 교정학교실, 대학원생

²⁾ 계명대학교 의과대학 치과학교실, 조교수

³⁾ 경북대학교 치과대학 교정학교실, 교수

최대성장기가 거의 일치한다고 주장하였다. 사춘기 성장기의 신체발육과정은 개인간에 비슷한 과정을 따르지만, 동일한 성숙단계에 도달하는 연령에는 많은 차이를 보이므로, 개인의 성숙도를 평가하는 것이 필요하며, 사춘기 성장을 평가하기 위해서는 신장, 체중 등의 신체적성숙도^{5,9,10,15,22,24,27,32)} 이외에도 이차성징의 발현유무를 조사하는 방법^{1,16,35)}이 사용되어 왔고, 또한 전신성장을 평가하는 방법으로 연령¹¹⁾, 치령^{6,13)}, 골령^{7,12,14,17,21,30,36)} 등이 있으나, 각 개인의 고유한 성숙도를 평가하기 위해 가장 널리 이용되는 것이 골령이며, 교정분야에서는 일반적으로 수완부골의 방사선사진상에 나타난 골석회화정도를 통해 골성숙도를 판정해 왔다.

1972년 Lamparski²⁵⁾는 10세에서 15세까지의 남녀 아동을 대상으로 한 누년적 통계연구에서 경추의 골성숙단계를 표준화하여 남녀아동의 골령을 제시하였는데, 경추는 교정치료시 일반적으로 촬영하는 측모 두부X-선 규격사진상에 기록이 되므로 적절히 활용될 경우, 추가적인 방사선 노출을 피할 수 있고, 경제적인 장점이 있다. Hassel과 Farman²⁰⁾, 이와 양⁴⁾ 등은 측모 두부X-선 규격사진상에 나타난 경추의 골성숙도를 평가하여 수완부골성숙도와 비교한 결과 높은 상관관계가 있음을 밝혔고, O Reilly와 Yaniello²⁰⁾, 김과 손¹⁾ 등은 하악골 성장과 경추골 성숙단계에 관한 연구를 시행한 바 있다. 그러나, 경추골 성숙도를 이용하여 골령을 평가하는 방법에 관한 연구는 국내외에 걸쳐 비교적 드문 편이며, 앞서 보고된 하악골 성장과의 관련성에 대한 연구는 성장기 소녀만을 대상으로 하여 이루어졌으므로 비교적 성장이 늦게까지 지속된다고 알려진 남자에서는 관련성을 알 수 없는 제한성이 있었다. 또한, 각 경추골 성숙단계의 평균연령을 산출한 국내의 연구는 일정한 시기에 내원한 골격형 III급 부정교합자에 대해 이루어진 것으로, 성장발육의 연구에 유용한 누년적 자료를 기초로 하여 정상교합자를 대상으로 이루어진 연구는 없었다.

따라서 저자들은 경북대학교 치과대학 치과교정학교실에 소장된 8세에서 18세까지 정상교합을 가진 남녀 32명의 누년적 자료를 통하여 사춘기 성장시기에 나타나는 경추골 성숙도와 하악골 및 신장 성장과의 상호관계를 밝혀 봄으로써 경추를 이용한 골령평가 방법의 하악골 성장예측의 지표로서의 사용가능성을 알아 보고자 한다.

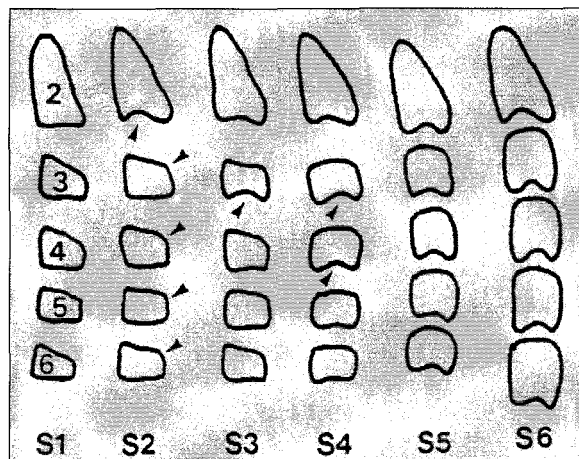


Fig. 1. Stages of cervical vertebral maturation.

II. 재료 및 방법

1. 연구자료

경북대학교 치과대학 치과교정학교실에서 한국인 안면골 성장에 관한 누년적 연구의 일환으로 촬영한 연속적 측모 두부X-선 규격사진을 재료로 하였다.

1983년 5월 당시 안모와 치열발육상태가 양호한 정상교합자를 선발하여 매 2년마다 측모두부X-선 규격사진을 촬영하였으며, 1993년 5월까지 모든 촬영에 참가한 32명 (남자 18명, 여자 14명) 으로부터 얻은 192매의 두부X-선 규격사진을 본 연구에 이용하였으며, 대상자의 평균연령은 자료채득 시작시 남녀 각 8.5세이고 종료시 18.5세이었다.

촬영에 이용된 두부X-선 규격사진의 피사체-초점간 거리(T.F.D.)는 5 feet, 피사체-필름간 거리(S.F.D.)는 14cm이었으며, 확대율은 8%이었다.

그리고, 두부X-선 규격사진촬영시 대상자의 신장을 1mm단위로 측정하여 수집한 자료를 본 연구에 이용하였다.

2. 방법

1) 경추의 골성숙단계의 평가

Lamparski²⁵⁾에 의한 여자의 연령별 경추의 표준 골성숙단계를 이용하여 Figure 1 과 같은 Cervical vertebral maturation stage (CVM Stage 1-6)를 확립하고 이를 이용하여 모든 측모 두부X-선 규격사진을 6단계로 분류하였다.

Table 1. Preevaluation test

I												
S	N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Agree- ment
1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	10/10
2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	10/10
3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	10/10
4	1	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	8/10
5	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	8/10
6	3	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	8/10
7	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	10/10
8	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	10/10
9	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	9/10
10	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	5	9/10
11	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	10/10
12	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	10/10

S : Number of sample

N : Enforcement number

Agreement : Number of agreement/ Total number of enforcement

I : $112/120 \times 100 = 93.3\%$ II : $111/120 \times 100 = 92.5\%$

II												
S	N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Agree- ment
1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	10/10
2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	10/10
3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	10/10
4	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	9/10
5	1	1	1	1	1	2	2	2	1	1	1	7/10
6	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	10/10
7	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	10/10
8	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	9/10
9	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	10/10
10	6	6	6	5	5	5	6	6	6	6	6	7/10
11	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	10/10
12	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	10/10

S1(Stage 1); All inferior borders of the bodies are flat. The superior borders are strongly tapered from posterior to anterior.

S2(Stage 2); A concavity has developed in the inferior border of the 2nd vertebra. The anterior vertical heights of the bodies have increased.

S3(Stage 3); A concavity has developed in the inferior border of the 3rd vertebra. The other inferior borders are still flat.

S4(Stage 4); All bodies are now rectangular in shape. The concavity of the 3rd vertebra has increased, and a distinct concavity has developed on the 4th vertebra. Concavities on 5 and 6 are just beginning to form.

S5(Stage 5); The bodies have become nearly square in shape, and the spaces between the bodies are visible smaller. Concavities are well defined on all 6 bodies.

S6(Stage 6); All bodies have increased in vertical height and are higher than they are wide. All

concavities have deepened.

* 신뢰도 검사

· 사전평가

평가방법에 숙달되기 위하여 우선 각 평균연령군 (8.5세에서 18.5세까지 총 6 군) 으로부터 2매씩 무작위로 선택한 총 12매의 두부방사선규격사진을 시간 차이를 두고 반복평가하여 총 10회의 평가간 오차율이 10%이내일 때 본격적인 평가를 시행하기로 하고 평가자 2인이 각각 93.3%, 92.5%의 동일한 결과를 얻었다 (Table 1).

· Intraoperative and Interoperative evaluation

그 후 두 평가자가 본격적인 연구자료의 평가를 시행하였고 평가 A, B), 1주일후에 재평가를 시행하여 얻은 결과(평가 A', B')를 이용하여, Intraoperative evaluation test I (A-A') 과 II (B-B'), 그리고, Interoperative evaluation test I (A-B), II (A-B'), III (A' -B), IV (A' -B') 를 시행, 각 결과간의 상관계수 및 Kendall' s Tau B 값을 구함으로써 평가의 일치경향으로 신뢰성을 검증하였다 (Table 2).

Table 2. The result of intraoperative and inter-operative evaluation test

Group	Agreement (%)	r	K-Tb
A-A'	169/192(88.02)	. 981 *	. 951 *
B-B'	174/192(90.63)	. 985 *	. 956 *
A-B	169/192(88.02)	. 981 *	. 951 *
A-B'	182/192(95.05)	. 992 *	. 978 *
A' -B	162/192(84.37)	. 976 *	. 933 *
A' -B'	173/192(90.10)	. 984 *	. 959 *

A-A' : Intraoperative evaluation test I

B-B' : Intraoperative evaluation test II

A-B : Interoperative evaluation test I

A-B' : Interoperative evaluation test II

A' -B : Interoperative evaluation test III

A' -B' : Interoperative evaluation test IV

Agreement (%) :

(Number of agreement/Total number of sample) x 100

r : Correlation coefficient

K-Tb : Kendall' s Tau B

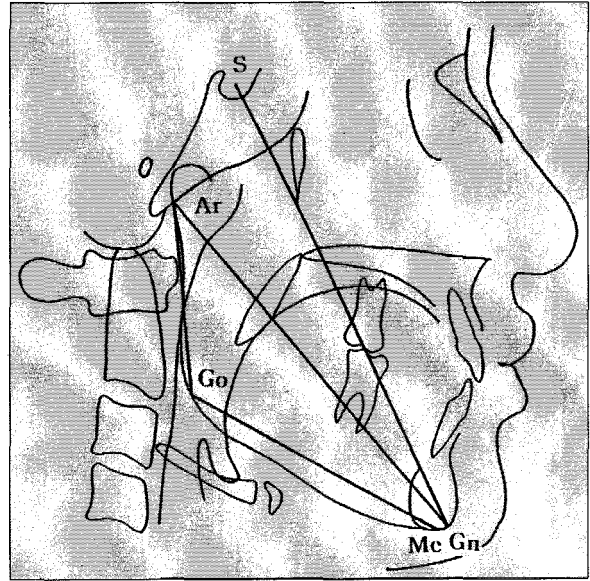
* : Statistically significant at the level of $P < 0.05$

2) 하악골 계측

투사도는 통법대로 작성하였으며, 작성시 정확성을 위하여 동일인이 각 누년적 자료를 중첩하여가면서 트레이싱하였고, 좌우의 상이 일치하지 않는 경우에는 양측의 중앙점으로 하였다. 작성된 투사도를 digitizer (SUMMAGRAPHICS II, Summagraphics Co., U.S.A.)를 이용하여 IBM 호환기종의 컴퓨터에 입력하였고, 분석프로그램을 이용하여 0.01mm까지 계측하였다. 하악골의 길이를 나타내는 4개의 계측항목을 계측하였다.

가. 계측점

- S (Sella) : The center of sella turcica.
- Ar (Articulare) : The point of intersection of the inferior cranial base surface and the posterior surface of the mandibular condyle.
- Go (Gonion) : The point on the jaw angle which is the most inferiorly, posteriorly, and outwardly direction.
- Gn (Gnathion) : A bony point by bisecting line of angle which formed by Pog and Me on the

**Fig. 2.** Linear measurement on mandibular lengths used in this study.

contour of chin.

- Me (menton) : The most inferior point on the symphyseal outline.

나. 계측항목

- S-Gn : Sella turcica to Gnathion
- Ar-Gn : Articulare to Gnathion
- Ar-Go : Articulare to Gonion (Anatomical point)
- Go-Me : Gonion to Menton

3) 통계

- ① 각 연령군에 해당하는 경추골 성숙단계의 평균치, 표준편차, 범위, 중간값 및 분포를 남녀 별로 구하였다.
- ② 각 연령군간 경추골 성숙단계의 차이를 검증하기 위하여 one-way ANOVA 와 Duncan' s multiple range test를 시행하였고, 남녀간의 차이를 검증하기 위하여 t-test를 시행하였다.
- ③ 각 경추골 성숙단계에 해당하는 연령과 하악골 및 신장 계측치의 남녀별 평균치 및 표준편차를 구하였다.
- ④ 각 경추골 성숙단계간 연령, 하악골 및 신장 계측치의 차이를 검증하기 위하여 one-way ANOVA 와 Duncan' s multiple range test를 시행하였고, 남녀간의 차이를 검증하기 위하여 t-test를 시행하였다.

Table 3. Mean & Median values of cervical vertebral stage at each age

Age	Sex	CVM stage		Range		Median	Significant difference between male and female
		Mean	SD	Min	Max		
8.5	M	1.6	0.7	1.0	3.0	1.0	NS
	F	1.9	0.7	1.0	3.0	2.0	
10.5	M	2.2	0.9	1.0	4.0	2.0	*
	F	3.0	1.1	1.0	4.0	3.0	
12.5	M	3.3	0.8	2.0	4.0	3.0	NS
	F	3.8	1.6	1.0	6.0	4.0	
14.5	M	4.6	0.7	4.0	6.0	4.5	*
	F	5.2	0.8	4.0	6.0	5.0	
16.5	M	5.7	0.5	5.0	6.0	6.0	NS
	F	5.5	0.7	4.0	6.0	6.0	
18.5	M	5.9	0.3	5.0	6.0	6.0	NS
	F	5.8	0.4	5.0	6.0	6.0	

* : Statistically significant at the level of $P < 0.05$.

NS : Not significant

CVM stage : Cervical vertebral maturation stage

Table 4. Cervical vertebral maturation stage differences between age group

(Male)

(Female)

Age	8.5	10.5	12.5	14.5	16.5	18.5
8.5						
10.5	*					
12.5	*	*				
14.5	*	*	*			
16.5	*	*	*			
18.5	*	*	*			

Age	8.5	10.5	12.5	14.5	16.5	18.5
8.5						
10.5	*					
12.5	*	*				
14.5	*	*	*			
16.5	*	*	*	*		
18.5	*	*	*	*	*	

* : Statistically significant at the level of $P < 0.05$

III. 성 적

평균연령과 경추골 성숙도

- 각 연령군의 경추골 성숙단계의 평균치, 표준편차, 범위와 중간값을 남녀별로 Table 3 에 제시하였다. 8.5세에서 14.5세까지는 전반적으로 동일한 연령군의 여자에서 경추골 성숙단계가 높았고, 10.5세와 14.5세에서 통계학적으로 유의한 남녀간 차이가 인정되었다 ($P < 0.05$) (Table 3).
- 남자 16.5세이후, 여자 14.5세이후에는 통계학적으로 유의한 경추골 성숙단계의 차이가 인정되지 않

았다 ($P > 0.05$) (Table 4).

경추골 성숙도와 연령

- 각 경추골 성숙단계별 남녀의 실제연령 평균치 및 표준편차를 Table 5 에 제시하였다. 경추골 성숙단계 1단계를 제외한 모든 단계에서 여자가 동일한 경추골 성숙단계에 도달하는 연령이 빠른 것으로 나타났으나, 남녀간에 연령차이의 유의성은 통계학적으로 인정되지 않았다 ($P > 0.05$) (Table 5).
- 남자에서는 2와 3단계 사이, 그리고 여자에서는 1과 2 단계 및 2와 3 단계사이를 제외한 모든 경추골

Table 5. Mean age and S.D. of each cervical vertebral maturation stage

CVM Stage	Sex	Age		No. of sample (N=192)	Significant difference between male and female
		Mean	SD		
1	M	9.3	1.1	15	NS
	F	10.4	1.9	8	
2	M	10.5	1.6	14	NS
	F	9.7	1.4	10	
3	M	11.4	1.6	16	NS
	F	10.3	1.4	9	
4	M	13.7	1.3	18	NS
	F	12.7	2.0	13	
5	M	16.2	1.7	15	NS
	F	15.3	2.0	18	
6	M	17.6	1.2	30	NS
	F	17.2	1.7	26	

NS : Statistically not significant at the level of $P > 0.05$ **Table 6.** Age differences between Cervical vertebral maturation stage

<Male>

Stage	1	2	3	4	5	6
1						
2	*					
3	*					
4	*	*	*			
5	*	*	*	*		
6	*	*	*	*		

<Female>

Stage	1	2	3	4	5	6
1						
2						
3						
4	*	*	*			
5	*	*	*	*		
6	*	*	*	*	*	

* : Statistically significant at the level of $P < 0.05$

성숙단계간에 통계학적으로 유의한 연령의 차이가 있었다 ($P < 0.05$) (Table 6).

경추골 성숙도와 하악골 및 신장의 성장

- 각 경추골 성숙단계별 남녀의 하악골 및 신장 계측치의 평균치와 표준편차를 Table 7 에 제시하였다. 전반적으로 동일한 경추골 성숙단계에서 신장 및 하악골계측치는 남자가 여자에 비하여 큰 값을 나타냈으며, 특히 5단계에서는 Go-Me를 제외한 모든 하악골 계측항목 및 신장이, 6단계에서는 신장 및 하악골의 모든 계측항목에서 남녀간에 통계학적으로 유의한 차이가 인정되었다 ($P < 0.05$) (

Table 7).

- 남자에서는 Ar-Gn의 3-4단계간, Ar-Go의 4-5단계간, 여자에서는 S-Gn와 Ar-Gn의 3-4단계간에서 통계학적으로 유의한 성장이 일어났다 ($P < 0.05$) (Table 8).
- 남녀의 신장은 경추골 성숙단계 3-4단계간에 통계학적으로 유의한 성장이 일어났다 ($P < 0.05$) (Table 9).
- 하악골 및 신장계측치의 평균 성장변화량과 경추골 성숙단계와의 관계를 Figure 3, 4에서 제시하였다.

Table 7. Mean values of mandibular length and body height at each cervical vertebral maturation stage

CVM Stage	Sex	Height		S-Gn		Ar-Gn		Ar-Go		Go-Me	
		Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
1	M	131.47	7.92	118.18	7.55	99.6	4.29	41.46	2.68	65.76	4.49
	F	129.68	6.78	113.13	4.71	98.61	4.85	40.70	3.53	65.30	3.87
2	M	136.42	7.78	117.05	6.71	99.40	4.91	40.25	3.28	66.20	3.86
	F	132.58	8.25	113.36	4.23	97.61	3.89	40.67	4.01	64.82	2.66
3	M	143.51	12.45	119.28	8.01	101.88	6.07	42.49	3.41	67.83	5.35
	F	137.13	8.39	113.5	5.60	98.17	5.34	39.88	3.33	66.72	5.07
4	M	156.731	0.79	127.75	7.21	108.85	5.46	145.84	4.30	72.07	4.12
	F	150.96	4.01	122.06	5.0	106.19	5.44	44.92	5.32	70.81	4.53
5	M	169.08*	5.88	134.92*	5.98	115.22*	4.31	50.85*	3.07	75.84	3.34
	F	158.09	3.91	125.59	4.23	109.20	9.02	46.42	3.96	73.16	3.56
6	M	170.82*	7.38	138.54*	5.50	119.15*	4.57	53.58*	4.20	78.77*	3.10
	F	161.64	4.07	129.02	4.65	112.88	5.52	48.47	4.37	74.42	3.86

* : Statistically significant at the level of the $P < 0.05$ **Table 8.** Mandibular length differences between Cervical vertebral maturation stage

S-Gn <Male>

Stage	1	2	3	4	5	6
1						
2						
3						
4	*	*				
5	*	*				
6	*	*	*			

S-Gn <Female>

Stage	1	2	3	4	5	6
1						
2						
3						
4	*	*	*			
5	*	*	*			
6	*	*	*	*		

Ar-Go <Male>

Stage	1	2	3	4	5	6
1						
2						
3						
4	*	*	*			
5	*	*	*	*		
6	*	*	*	*		

Ar-Go <Female>

Stage	1	2	3	4	5	6
1						
2						
3						
4		*	*			
5	*	*	*			
6	*	*	*	*		

Ar-Go <Male>

Stage	1	2	3	4	5	6
1						
2						
3						
4	*	*				
5	*	*	*	*		
6	*	*	*	*		

Ar-Go <Female>

Stage	1	2	3	4	5	6
1						
2						
3						
4						
5		*	*			
6	*	*	*			

Go-Me <Male>

Stage	1	2	3	4	5	6
1						
2						
3						
4	*	*				
5	*	*	*			
6	*	*	*	*		

Go-Me <Female>

Stage	1	2	3	4	5	6
1						
2						
3						
4		*				
5	*	*	*			
6	*	*	*			

* : Statistically significant at the level of $P < 0.05$

Table 9. Height differences between Cervical vertebral maturation stage

Height <Male>

Stage	1	2	3	4	5	6
1						
2						
3	*					
4	*	*	*			
5	*	*	*			
6	*	*	*	*		

Height <Female>

Stage	1	2	3	4	5	6
1						
2						
3						
4	*	*	*			
5	*	*	*			
6	*	*	*	*		

* : Statistically significant at the level of $P < 0.05$

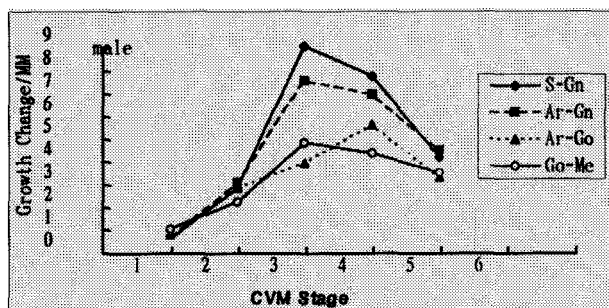
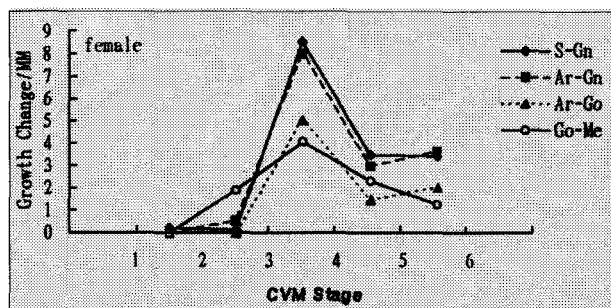


Fig.3. Average curves for mandibular growth changes with cervical vertebral maturation stages.

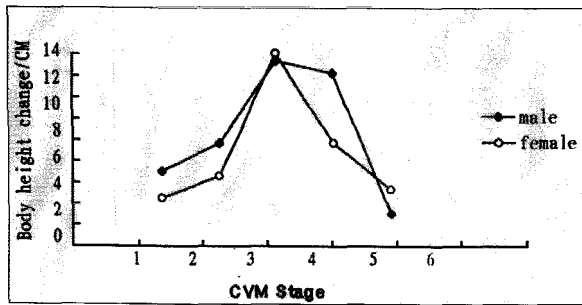


Fig. 4. Average curves for body height changes with cervical vertebral maturation stages.

IV 총괄 및 고안

사춘기 급성장시기에 개인의 성숙도를 평가하는 것은 부정교합의 조기예방과 차단, 치료의 결과와 예후의 판정에 있어 매우 유익하다. 특히 하악골 성장을 예측하는 것은 골격적 요인이 동반된 III급부정교합자의 진단과 치료에 필수적이다. 많은 선학들은 개인의 성숙도를 평가하기 위하여 연령¹¹⁾, 치령^{6,13)}, 골령^{7,12,14,17,21,30,36)}, 성적성숙도^{1,16,35)}, 신체적 성숙도^{5,9,10,15,22,24,27,32)} 등의 많은 지표들과 안면골성장과의 관계를 연구해왔으며, 수완부방사선사진을 이용한 골령의 평가^{7,12,14,17,21,30,36)}가 교정의학에 널리 이용되고 있다. 그러나, 수완부를 이용한 골령의 평가는 별도의 방사선 사진 촬영을 필요로 하므로 번거롭고 추가적 방사선 노출, 경제적 부담이 있는 반면, 경추를 이용한 골령의 평가법은 교정치료를 위해 일반적으로 촬영하는 측모 두부X-선 규격사진을 이용할 수 있다는 장점이 있다.

골령평가의 지표로 경추골 성숙도를 이용하는 방법의 유용성을 알기 위해, 우선 평가의 객관성, 반복성, 신뢰성을 검증하는 과정이 필요하다. 사전평가는 본격적인 연구자료의 평가에 앞서 2인의 평가자가 평가방법에 숙달되기 위하여 시행한 것으로, 각기 동일한 자료에 대하여 반복적으로 동일한 평가결과를 얻을 수 있었다 (A평가자 : 93.3%, B 평가자 : 92.5%) (Table 1). 그리고, 192매의 연구자료를 각 평가자가 1주일 간격으로 반복평가해 본 결과, A 평가자는 16매, B 평가자는 174매에서 동일한 결과를 얻었으며, A,B 평가자간의 이견은 10매에서 많게는 23매까지 나타났지만, 각 평가자의 상관관계수 및 Kendall's Tau B 값은 매우 높아 평가의 일치성이 통계학적으로 유의한 것으로 나타났다 (Table 2). 그러나 보다

Table 10. Mean age of each cervical vertebral stage

CVM stage	Sex	Age(Lee & Yang)		Age(Bae)	
		Mean	SD	Mean	SD
1	M	12.5	1.1	9.3	1.1
	F	10.4	1.1	10.4	1.9
2	M	11.8	0.8	10.5	1.6
	F	11.1	0.9	9.7	1.4
3	M	13.0	0.8	11.4	1.6
	F	11.2	0.8	10.3	1.4
4	M	13.3	1.0	13.7	1.3
	F	12.2	1.4	12.7	2.0
5	M	14.4	0.6	16.2	1.7
	F	13.3	1.3	15.3	2.0
6	M	15.5	1.7	17.6	1.2
	F	14.7	1.6	17.2	1.7

객관적인 평가의 일치성을 확인하기 위해서는 보다 다수의 평가자가 참여한 연구가 필요할 것으로 생각된다.

그리고, 제 3 경추골의 요면이 출현하지 않은 단계에서 제 2 경추골 하연 요면의 출현을 인정할 수 있는 기준이 모호하여 1, 2 단계간의 구별이 힘들었으며, 각 경추골의 수직길이를 기준으로 구분되어야 하는 5와 6단계에서 저명한 수직적 길이성장을 발견하기 힘들어 단계구분이 다소 모호하다는 의견이 있었으나, 하악골 및 신장의 주된 성장이 관찰된 경추골 성숙단계 2와 3, 3과 4, 4와 5단계 사이의 구별은 비교적 명확하였으므로, 하악골 및 신장의 성장 예측을 위한 임상적 이용 가능성을 갖게 하였다. Lamparski²⁵⁾에 의하면 일반적으로 경추골의 크기는 남자가 여자보다 큰 편이고 경추골 성장의 형태에 남녀간의 차이는 없다고 하였는데, 본 연구에 참여한 평가자들의 견해와 일치하였고, 경추골 성장에 영향을 미칠 수 있는 여러 요인들로 유전, 환경, 민족, 병적상태의 유무등을 언급하였는데, 향후 보다 광범위한 표본을 대상으로 연구를 시행하여 좀 더 세밀한 단계구분이 필요할 것으로 생각된다. 경추골 성숙도와 연령의 관계를 보면 정상교합자를 대상으로 한 본 연구와 골격형 III급 부정교합자를 대상으로 한 이와 양⁴⁾의 결과를 비교하여 볼 때, 본 연구에서 사춘기 성장이 가속되는 경추골 성숙단계 1, 2, 3의 평균연령이 더 어린 것으로 나타났는데, 이는 골성숙이 늦게 진행되는 사람에서 골성숙이 정상적이거나 빠른 사람에서보다 부정교합의

발생빈도가 더 높다는 Krogman²⁴⁾, Fishman¹²⁾ 등의 보고와 일치하는 양상을 따른 것으로 생각된다 (Table 10).

Hagg과 Taranger¹⁶⁾는 소녀가 소년보다 평균 2년, 개인에 따라서는 6년정도 사춘기 급성장의 시작기, 최대 성장기, 종말기가 앞선다는 보고를 한 바 있는데, 본 연구에서도 1단계를 제외한 모든 경추골 성숙 단계에서 소녀의 나이가 어린 것으로 나타나 이들의 보고와 일치하는 양상을 보였으나, 남녀간의 유의한 통계학적 차이는 없는 것으로 나타났는데, 여자표본에서 동일한 경추골 성숙단계를 나타내는 최소연령과 최대연령사이의 폭이 커 표준오차가 높아져서 생긴 결과인 것으로 생각된다 (Table 5).

경추골 성숙단계와 하악골 성장의 관계를 알기 위하여 O Reilly와 Yaniello²⁹⁾는 하악골 길이 (Mandibular length, Ar-Pog)는 1-2, 2-3, 3-4단계간에, 하악체부 길이 (Corpus length, Go-Pog)는 1-2, 2-3단계간에, 그리고, 하악지 길이 (Ramus height, Ar-Go)는 1-2단계간에 통계학적으로 유의한 성장이 일어났다고 보고한 바 있다. 국내의 김과 손¹⁾은 경추골 성숙단계간에 하악골 계측치의 통계적으로 유의한 성장을 발견할 수 없었다고 하였는데, 본 연구에서는 남자의 Ar-Gn의 3-4단계간, Ar-Go의 4-5단계간, 그리고, 여자의 S-Gn와 Ar-Gn의 3-4단계간에서만 통계적으로 유의한 성장이 일어난 것으로 나타났다. 또한, O Reilly와 Yaniello²⁹⁾는 비록 개인간에 다양성은 있으나 일반적으로 하악골 계측치의 최대 성장이전에 1, 2, 3단계가 나타났으며, 최대성장 이후에 4, 5, 6단계가 나타났다고 하였는데, 본 연구결과와 일치하였다. 즉, 경추골 성숙단계 3과 4단계사이에서 대부분의 하악골 계측치의 최대성장이 일어났고, 최대성장 직전에 경추골 성숙단계 3단계가 나타났으나, 예외적으로 남자의 Ar-Go의 최대성장은 경추골 성숙단계 4와 5단계 사이로 나타났다 (Figure 3).

경추골 성숙도와 하악골 및 신장의 성장간에는 일정한 관련성이 나타나 경추골을 이용한 골령평가법으로 하악골 및 신장의 성장을 예측하는 것이 가능할 것으로 생각된다. 그러나, 본 연구는 격년간격으로 촬영한 X-선 사진을 연구자료로 하였으므로 사춘기 급성장기에 일어나는 경추골 성숙단계의 매 단계간 변화를 파악하기에는 부족한 감이 있었으므로, 향후 좀 더 짧은 간격으로 촬영한 X-선 사진의 누년적자료를 이용한 종단적 연구가 필요할 것으로 생각된다. 또한, 사춘기 급성장의 시작, 최대 성장기, 그리고, 종말

기에 이르는 전 시기를 규정할 수 있는 보다 세밀한 경추골 성숙 단계구분이 필요하며, 보다 다양하고 넓은 표본을 대상으로 한 반복적 연구가 이루어져야 할 것으로 생각된다.

V. 결 론

하악골 성장예측의 지표로 경추골 성숙도를 이용한 골령 평가법이 유용한 지를 알아보기 위하여 정상 교합자 32명의 8.5세에서 18.5세까지 매 2년마다 촬영한 측모 두부X-선 규격사진 192매를 이용, 경추골 성숙도와 하악골 및 신장의 성장간의 관련성을 연구하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 경추골 성숙도를 이용하여 골령을 평가하는 방법은 서로 다른 평가자간에 통계학적으로 유의한 수준의 일치된 결과를 얻을 수 있는 객관적이고 신뢰할만한 방법이다.
2. 8.5세에서 14.5세까지 동일한 연령군에서 여자가 남자보다 높은 경추골 성숙단계를 나타내었으며, 이중 통계적 유의성이 인정되는 연령은 10.5세와 14.5세이었다 ($P < 0.05$).
3. 동일한 경추골 성숙단계에 도달하는 평균연령은 일반적으로 여자가 남자보다 이른 나이를 보였지만, 통계적 유의성은 인정되지 않았다 ($P > 0.05$).
4. 하악골 계측치는 남자에서 Ar-Gn의 3-4단계간과 Ar-Go의 4-5단계간, 그리고, 여자에서 S-Gn와 Ar-Gn의 3-4단계간에 각각 통계학적으로 유의한 성장이 일어났다 ($P < 0.05$).
5. 남녀의 신장계측치는 경추골 성숙단계 3-4단계간에 통계학적으로 유의한 성장이 일어났다 ($P < 0.05$).
6. 일반적으로 경추골 성숙단계 3-4단계사이에서 하악골 및 신장의 최대성장이 일어났다.
7. 경추골 성숙과 하악골의 성장간에는 일정한 관련성이 있어 경추골 성숙도를 하악골 성장 예측의 지표로 사용하는 것이 가능할 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

1. 김영준, 손병화. 성장기 소녀에서의 하악골 성장변화와 발육 연령의 상호관계에 대한 누년적 연구. 대치교정지 1992;22(3):603-615.
2. 성재현. 혼합치열기 학동에서 신장 및 체중과 두개안면부 사

- 이의 상호관계에 관한 연구. 대치교정지 1980;10(1):81-93.
3. 성재현, 권오원, 경희문, 박경덕. 한국인 두개 안면골 성장변화에 관한 누년적 연구 (8세에서 16세까지). 대치교정지 1992;22(3): 491-507.
 4. 이진형, 양원식. 골격형 III급부정교합자의 경추와 수완부 골성숙도에 관한 연구. 대치교정지 1990;20(1):157-168.
 5. Bambha JK. Longitudinal cephalometric roentgenographic study of face and cranium in relation to body height. J Am Dent Assoc 1961;63:776-779.
 6. Bambha JK, Natta PV. A longitudinal study of occlusion and tooth eruption in relation to skeletal maturation. Am J Orthod 1959;45:847-854.
 7. Baum RM, Buschang PH, Weinstein S. Stature head height and growth of the vertical face. Am J Orthod 1983;83: 477-484.
 8. Bench RM. Growth of the cervical vertebrae as related tongue, face, and the denture behavior. Am J Orthod 1963;49:183-214.
 9. Bergersen EO. The male adolescence facial growth spurt, its prediction and relation to skeletal maturation. Angle Orthod 1972;4: 87-104.
 10. Bjork A, Helm S. Prediction of the age of maximum pubertal growth in body height. Angle Orthod 1967;37: 134-143.
 11. Fishman LS. Chronologic versus skeletal age, an evaluation of craniofacial growth. Angle Orthod 1979;49:181-187.
 12. Fishman LS. Radiographic evaluation of skeletal maturation. Angle Orthod 1982;52:88-112.
 13. Gray SW, Lamons FP. Skeletal development and tooth eruption in Atlanta children. Am J Orthod 1959;45(4): 272-277.
 14. Grave KC, Brown T. Skeletal ossification of the adolescent growth spurt. Am J Orthod 1976;69:611-619.
 15. Green LJ. The interrelationship among height, weight, and chronological, dental & skeletal ages. Angle Orthod 1961: 62:189-197.
 16. Hagg U, Taranger J. Menarche and voice change and indicators of the pubertal growth spurt. Acta Odontol Scand 1980;38:176-186.
 17. Hagg U, Taranger J. Maturation indicators and the pubertal growth spurt. Am J Orthod 1982;82(4):299-309.
 18. Harris JE. Cephalometric analysis of mandibular growth rate. Am J Orthod 1962;48:161-174.
 19. Harvold DE. Some biologic aspect of orthodontic treatment in the transitional dentition. Am J Orthod 1963;49:1-14.
 20. Hassel BA, Farman AG. Skeletal maturation evaluation using cervical vertebrae. Am J Orthod 1968;38:63-73.
 21. Houston WJB, Miller J C, Tanner JM. Prediction of the timing of the adolescent growth spurt from ossification events in Hand-Wrist films. Br J Orthod 1979;6: 145-152.
 22. Hunter CJ. The correlation of facial growth with body height and skeletal maturation at adolescence. Angle Orthod 1966;36:44-54.
 23. Johnston FE, Huffman Jr HP, Moreschi AF, Terry GP. Skeletal maturation and cephalofacial development. Angle Orthod 1965;35:1-11.
 24. Krogman WD. The meaningful interpretation of growth and growth data by the clinician. Am J Orthod 1958;44: 411-432.
 25. Lamparski DG. Skeletal age assessment utilizing cervical vertebrae. Master Science Thesis, University of Pittsburg, 1972.
 26. Lewis AB, Roche AF, wagner B. Elongation of the mandible during pubescence. Angle Orthod 1982;52:325-342.
 27. Meredith HV. Relation between the eruption of selected mandibular permanent teeth and the circumpubertal acceleration in stature. J Dent Child 1959;26:75-79.
 28. Nanda RS. The rates of growth of several facial components measures from serial cephalometric roentgenograms. Am J Orthod 1975;41:658-673.
 29. O Reilly MT, Yaniello GJ. Mandibular growth changes and maturation of cervical vertebrae - A longitudinal cephalometric study. Angle Orthod 1988;58:179-184.
 30. Pileski RCA, Woodside DG, James GA. Relationship of the ulnar sesamoid bone and maximum mandibular growth velocity. Angle Orthod 1973;43(2):162-170.
 31. Richardson A. Skeletal factors in anterior openbite and deepbite. Am J Orthod 1969;56(2):114-127.
 32. Rose GJ. A Cross sectional study of the relationship of facial areas with several body dimensions. Angle Orthod 1960;30:6-13.
 33. Sakamoto T. A study on the developmental changes of dentofacial complex of Japanese with special reference to sella turcica. J Jpn Orthod 1959;18(1):1-17.
 34. Schudy FF. Vertical growth vs anteroposterior growth as related to function and treatment. Angle Orthod 1964: 34(2):75-94.
 35. Schuttleworth FK. Sexual maturation and the physical growth of the girls age 6 to 19. Monograph of the society for research in child development, 1937:2:253.
 36. Seide E. The relationship of dentofacial growth and skeletal maturation to malocclusion. Am J Orthod 1959;45: 801-816.
 37. Tofani M. Mandibular growth at puberty. Am J Orthod 1972;62:176-195.

- ABSTRACT -

Maturation of cervical vertebrae and Mandibular growth changes

*Jin-Hee Bae, D.D.S., M.S.D., **Hyo-Sang Pank, D.D.S., M.S.D. Ph.D.,

*Jae-Hyun Sung, D.D.S., M.S.D. Ph.D.,

**Dept. of orthodontics Dental school, Kyung Pook National University*

***Dept. of Dentistry, Medical School, Keimyung University*

In order to investigate the possibility of using a cervical vertebral maturation indicator as a mandibular growth indicator, the relationship of cervical vertebral maturation and mandibular & body height growth changes was assessed in biennial serial lateral cephalometric radiographs of eighteen korean male and fourteen korean female while they were 8.5 to 18.5 years old.

The following results were obtained.

1. It was a reliable method to evaluate skeletal maturation by using cervical vertebrae.
2. In general, cervical vertebral maturation stages of females were higher than those of males at the same age and there were significant differences in statistics at the age of 10.5, 14.5.
3. The age of a female at the same cervical vertebral maturation stage were earlier than that of a male.
4. In the case of males, significant Ar-Gn increases were found between stage 3 and 4, 5; Ar-Go increases between stage 4 and 5.
5. In the case of females, significant S-Gn and Ar-Gn increases were found between stage 3 and 4.
6. Significant body height increases were found between stage 3 and 4 in both sexes.
7. The peak velocity of body height and mandibular length was observed between cervical vertebral maturation stage 3 and 4 in both sexes.
8. The relationship between mandibular & body height changes and specific maturation stage of cervical vertebra was found, therefore using a cervical vertebral maturation indicator as mandibular growth indicator is quite within realms of possibility.

KOREA. J. ORTHOD. 1997 ; 27 : 481-492

※ Key words : Mandibular growth, Cervical vertebral maturation stage