

골격성 I급 부정교합자의
수완부 골성속도와 신장에 관한
누년적 연구

연세대학교 대학원
치 의 학 과
김 장 한

골격성 I급 부정교합자의
수완부 골성속도와 신장에 관한
누년적 연구

지도 김 경 호 교수

이 논문을 석사 학위논문으로 제출함

2007년 6월 일

연세대학교 대학원

치의학과

김 장 한

김장한의 석사 학위논문을 인준함

심사위원 김 경 호 인

심사위원 최 광 철 인

심사위원 이 기 준 인

연세대학교 대학원

2007년 6월 일

감사의 글

늦게라도 다시 배움에 길에 들어설 수 있었던 것은 저에게 큰 행운과 축복이었습니다. 많은 분들을 도움이 있었기에 이같은 행운과 축복이 저에게 있었으리라 생각합니다.

먼저 논문이 완성되기까지 아낌없는 지도와 조언을 해주신 김경호 교수님께 감사드리며 따뜻한 관심으로 지도해주신 최광철 교수님과 이기준 교수님께 깊은 감사를 드립니다. 또한 교정학에 입문하여 이제까지 배우고 익힐 수 있도록 많은 가르침을 주신 유영규 교수님, 손병화 교수님, 박영철 교수님, 백형선 교수님, 황충주 교수님, 유형석 교수님, 차정열 교수님, 정주령 교수님께도 깊은 감사의 마음을 전합니다. 그리고 영동 세브란스 치과병원에 계시는 여러 교수님께도 감사를 드립니다.

지난 4년간의 시간동안 저와 배움을 같이한 김인실 선생, 이지연 선생, 황순신 선생, 장정은 선생에게도 고마운 마음을 전합니다. 바쁜 외래 업무에도 항상 미소를 보여주었던 영동 교정과 외래 직원들에게도 감사드립니다.

지금까지 살아오면서 저에게 가장 큰 힘이 되어주신 부모님, 어려운 일이 있으면 항상 내 편이었던 누나 그리고 매형, 항상 신경써주시는 장인 어른, 장모님, 그리고 귀여운 우리 처제 혜민에게 깊은 감사를 드립니다. 끝으로 항상 옆에서 힘이 되어주고 저를 지켜봐주는 사랑하는 아내 혜선에게 이 논문을 바칩니다.

2006년 7월

김 장 한

차 례

그림 및 표 차례	iii
국문 요약	iv
I. 서론	1
II. 연구 대상 및 방법	4
가. 연구 대상	4
나. 연구 방법	5
1. 방사선사진의 촬영	5
2. 신장 계측치의 측정	5
3. 수완부 골성속도의 평가	5
4. 신장 계측치의 평가	7
5. 분석 및 통계 방법	7
III. 연구 결과	8
1. Skeletal Maturity Indicators(SMI) 단계별 연령	8
2. Skeletal Maturity Indicators(SMI) 단계별 신장	9
3. 신장 계측치의 평가	10
IV. 총괄 및 고찰	15
V. 결론	21

참고 문헌	22
영문 요약	26

그림 및 표 차례

Figure 1. Skeletal Maturity Indicators(SMI)	6
Figure 2. 신장의 SMI 단계별 성장완료율	11
Figure 3. 신장의 SMI 단계별 성장완료율의 증가율	11
Figure 4. 신장의 SMI 단계별 잔여성장량	11
Figure 5. 신장의 SMI 단계별 성장량	12
Figure 6. 신장의 SMI 단계별 성장 속도	14
Figure 7. 신장의 연령별 연간 성장량	15
Table 1. 초진 시 연구 대상의 ANB와 Wits 값	4
Table 2. 연구 대상의 관찰 기간	4
Table 3. Skeletal Maturity Indicators(SMI) 단계별 연령	8
Table 4. Skeletal Maturity Indicators(SMI) 단계별 신장	9
Table 5. 신장의 SMI 단계별 성장완료율과 잔여성장량	10
Table 6. 신장의 SMI 단계별 성장량	12
Table 7. 신장의 SMI 단계별 성장 속도	13
Table 8. SMI 단계별 신장 계측치의 평가	14

국문 요약

골격성 I급 부정교합자의 수완부 골성속도와 신장에 관한 5년적 연구

성장기 환자의 교정치료에서 각 개인의 성장을 평가하는 것은 매우 중요하며 이를 위해 발육연령을 이용하는 것이 바람직하다. 발육연령을 평가하는 방법에는 성적 성숙도, 치아의 성숙도, 신체의 성숙도, 골성속도를 이용하는 것이 있는데 이중 신체의 성숙도와 골성속도는 교정 영역에서 널리 이용되는 방법이다. 국내에서의 성장에 관한 연구는 골성속도에 대한 연구가 주를 이루고 있어 임상적으로 성장 단계에 대한 평가는 가능하였으나 잔여성장량에 대한 평가는 불가능하였다. 이에 본 연구에서는 수완부 골성숙 단계에 따른 신장의 계측치를 평가하여 특정 시기의 성장 속도와 잔여성장량에 대한 평가를 가능하게 하고자 한다.

연세대학교 영동세브란스치과병원 치과 교정과에 내원한 I급 골격관계를 갖는 대상자 중 약 6개월 간격으로 수완부골방사선사진을 촬영하고 신장을 측정된 남자 22명, 여자 22명의 수완부 골성속도와 신장에 관한 5년적 연구를 시행하였다. 수완부 골성속도는 Fishman (1982)의 Skeletal Maturity Indicators(SMI)를 이용하여 평가하였으며 이에 따른 신장의 계측치에 대한 평가를 시행하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. SMI 단계별 남, 녀의 평균 신장을 구하였으며 성장완료 시점인 SMI 11 단계에서의 평균 신장은 남자는 $174.3\pm 6.6\text{cm}$, 여자는 $162.0\pm 5.9\text{cm}$ 로 나타났다.
2. 남, 녀에서 신장의 SMI 단계별 성장완료율과 잔여성장량의 평균과 표준편차를 구하였다.
3. 남, 녀에서 신장의 SMI 단계별 성장량의 평균과 표준편차를 구하였다.
4. 신장의 SMI 단계별 성장 속도(growth velocity)는 남, 녀 모두에서 SMI 4-7 단계에서 큰 성장 속도를 보였다.

본 연구 결과 수완부 골성속도를 이용한 신장의 성장완료율과 잔여성장량의 평가가 가능하였다.

핵심 되는 말 : 수완부 골성속도, 신장, 성장

골격성 I급 부정교합자의 수완부 골성속도와 신장에 관한 5년적 연구

연세대학교 대학원 치의학과

(지도 김 경 호 교수)

김 장 한

I. 서론

성장기 환자의 교정치료에 있어서 각 개인의 성장과 발육을 평가하는 것은 매우 중요하다. 성장과 발육에 대한 정확한 평가와 이해는 치료계획 수립 시 뿐만 아니라 치료 후 유지기간 동안의 예후에도 많은 영향을 미친다. 특히 상악과 하악 골의 부조화에 의해 발생하는 골격성 부정교합 환자를 치료하는 경우에는 환자의 성장을 예측함으로써 악정형 장치 또는 기능성 장치의 사용여부를 결정할 수 있다.

연대연령은 시간과 관련된 개인의 성장의 다양성을 반영하지 못하므로 개인의 성장평가에 대한 좋은 기준이 되지 못하여 연대연령보다는 발육연령 또는 생리적 성숙도를 측정하는 방법이 더욱 널리 사용되고 있다 (Fishman, 1979). 발육연령을

측정하는 방법에는 변성기나 초경 등 2차 성징을 이용한 성적 성숙도, 치아의 발육정도, 맹출 순서, 맹출 시기에 의한 치아의 성숙도, 신장이나 체중에 의한 신체의 성숙도, 골의 골화 정도에 의한 골성숙도 등이 있다. 성적 성숙도는 판단 기준이 명확하지 않으며 관찰하기 어려운 경우가 많다. 치아는 골격이나 신체와는 달리 기원이 외배엽성이며 Gray와 Lamons (1959)는 외부 요인에 의해 영향을 받아 많은 변이가 존재한다고 하였다.

신체의 성숙도는 편의상 널리 사용되는 방법으로 교정치료 영역에서도 많이 사용되고 있다. Björk (1972)는 부정교합의 치료시기 선택에 있어서 신장의 누년적 계측치 사용을 추천하였으며 많은 다른 연구에서도 신장의 최대 성장기를 이용하여 성장을 평가 하였다. 악골의 성장과 신장의 최대 성장기의 연관성에 대해서도 많은 연구가 있어왔다. Hunter (1966), Bergesen (1972) 그리고 Tompson과 Popovich (1973)는 악골의 성장과 신장의 최대 성장기는 일치한다고 보고하였다. Nanda (1955), Bambha (1961), Tofani (1972) 그리고 Fishman (1982)은 신장의 최대 성장기가 보다 늦게 나타난다고 하였다. 위의 많은 연구들은 악골과 신장의 성장이 강한 연관성을 가짐을 보여주었다. 즉 신장의 누년적 계측치를 이용하여 악골의 성장을 평가할 수 있다는 것이다. 그러나 특정 시기에서의 신장의 계측치 만으로는 정확한 성장에 대한 평가가 어려우며 성적 성숙도, 골성숙도 등 추가적인 정보를 필요로 한다. Hägg와 Taranger (1980)는 신장의 계측치 만으로는 임상적으로 어느 한 시점에서 개인의 성장 평가가 어려우며 누년적인 신장 측정의 어려움을 지적하였다. Stütze 등(1976)은 여자의 33% 남자의 2%에서 사춘기 최대 성장량이 20mm 이하여서 임상적으로 사춘기 최대 성장기를 평가하기 어렵다고 하였다.

골성숙도는 교정 분야에서 널리 이용되는 방법으로 특정골의 초기 출현과 그 후에 일어나는 화골현상(ossification events)에 있어 골의 형태와 크기 변화를 관찰하여 개인의 성숙 정도를 판단하는 방법이다. 원칙적으로 신체 내 모든 골격이 이용될 수 있지만 수완부골방사선사진을 이용하는 것이 가장 편리하며, 출생 18개월부터 채득하여 평가에 이용할 수 있다. 임상 교정 영역에서는 대개의 경우 사춘기 최대 성장기를 평가하는 것이 중요하므로 수완부골방사선사진은 유용한 임상

적 지표로 사용된다. 골성속도를 평가하는 방법은 Todd (1937)에 의해 처음 소개되었으며 그 후 Greulich와 Pyle (1959)는 남, 녀 각각 30가지 단계의 수완부골방사선사진으로 나누어 표준도해(atlas)를 작성하였으며 Tanner 등 (1975)은 수완부의 20부위에서 골성속 형태의 특성을 나누어 각각에 점수를 부여한 후 합산한 수치를 이용하는 점수화(scoring)방법을 고안하였으며 Fishman (1982)은 Skeletal Maturity Indicators(SMI) 방법을 제시하였다. Skeletal Maturity Indicators(SMI)는 모지(first finger), 중지(third finger), 약지(fifth finger)와 요골(radius)에서 6개의 해부학적 부위를 선정하여 각각의 골단의 골화도와 골융합의 여부 등을 평가하여 모두 11단계의 골성속 단계를 평가하는 방법이다. 수완부에서 나타나는 골성속도는 신체의 성숙도, 성적 성숙도와 밀접한 관련이 있으며 많은 연구에서 신장의 성장과의 높은 연관성이 보고 되었다. 실제 임상에서는 어느 한 시점에서 성장에 대한 평가가 이루어지므로 신장의 누년적 계측치보다 수완부골방사선사진을 이용한 평가가 흔히 이용되고 있다. 그러나 수완부골방사선사진만을 이용한 성장평가는 특정 시기의 성장 단계에 대한 평가만 가능할 뿐 성장에 대한 양적인 평가에 있어서는 정확한 정보를 제공할 수 없다는 단점을 가지고 있다.

국외에서는 골성속도와 신장의 누년적 계측치를 이용한 연구가 있었으나 국내에서의 성장에 관한 연구는 골성속도에 관한 연구가 주를 이루고 있어 성장 단계에 대한 평가만 가능할 뿐 성장의 양적인 평가 및 잔여성장량의 추정은 불가능하여 임상적 적용에 한계가 있었다. 잔여성장량을 통하여 환자의 성장 잠재력을 평가하는 것은 치료계획 수립 시 임상적으로 유용한 기준으로 사용할 수 있으며 특히 골격적 부조화를 해소하기 위한 치료에 많은 도움을 줄 것이다. 이에 본 연구에서는 누년적으로 촬영한 수완부골방사선사진과 신장 계측치를 이용한 연구를 통하여 서로 다른 두 가지의 평가방법의 단점을 서로 보완하여 보다 정확한 성장에 대한 평가를 가능하게 하고자 한다. Skeletal Maturity Indicators(SMI)를 이용하여 특정 시점에서의 성장 단계 즉 성장 속도를 평가하였으며 임상적으로 측정이 용이한 신장을 이용하여 잔여성장량을 평가하였다. 이번 연구 결과는 치료계획 수립 시 임상적으로 유용한 자료로 사용될 수 있을 것이다.

II. 연구 대상 및 방법

가. 연구 대상

연세대학교 영동세브란스치과병원 치과 교정과에서 약 6개월 간격으로 수완부 골방사선사진을 촬영하고 신장 계측치를 측정한 골격성 I급 부정교합자 중 Skeletal Maturity Indicators(SMI) 판독결과 1-11 단계까지 존재하는 남자 22명, 여자 22명을 대상으로 하였으며, 초진 시 ANB를 기준으로 0.0° 이상 4.0° 이하를 골격성 I급 부정교합자로 선택하였다 (Table 1). 연구 대상의 관찰기간은 다음과 같았다 (Table 2).

Table 1. 초진 시 연구 대상의 ANB($^\circ$)와 Wits값(mm)

	ANB		Wits	
	Mean	SD	Mean	SD
남자(n=22)	2.89	0.77	-1.72	2.35
여자(n=22)	2.73	0.93	-2.49	2.40

Table 2. 연구 대상의 관찰 기간(years)

	시작 연령		종료 연령		관찰 기간	
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
남자(n=22)	9.24	1.41	18.72	0.81	9.48	1.02
여자(n=22)	7.81	1.40	17.94	0.97	10.13	1.29

나. 연구 방법

1. 방사선사진의 촬영

연세대학교 영동세브란스치과병원에 설치된 두부계측 방사선사진 촬영기 (Orthopos[®], Simens, Germany)에 이중 증감지가 들어있는 8"×10" X-ray 카세트 (Kodak[®], New York, U.S.A.)와 필름을 사용하여 60KVp, 10mA, 0.12 sec의 노출 조건으로 수완부골방사선사진 사진을 촬영하였다.

2. 신장 계측치의 측정

방사선사진 촬영 시 신장 계측치를 0.1mm 단위로 측정하였다.

3. 수완부 골성숙도의 평가 (Skeletal Maturity Indicators)

Fishman (1982)의 수완부 골성숙도 평가방법에 따라 모지(first finger), 중지(third finger), 약지(fifth finger)와 요골(radius)에서 6개의 해부학적 부위를 선정하여 각각의 골단의 골화정도와 골융합의 여부 등을 평가하여 모두 11 단계의 골성숙 단계를 평가하였으며 각 골성숙 지수의 판정기준은 다음과 같다 (Figure 1).

SMI 1: 중지의 근위지절의 골단과 골간의 폭이 같은 경우

SMI 2: 중지의 중간지절의 골단과 골간의 폭이 같은 경우

SMI 3: 약지의 중간지절의 골단과 골간의 폭이 같은 경우

SMI 4: 척골의 종자골 출현

SMI 5: 중지의 원위지절 골단의 등근 측면 가장자리가 골간부를 향해 첨단화 되는 capping현상

SMI 6: 중지의 중간지절 골단의 등근 측면 가장자리가 골간부를 향해 첨단화 되는 capping현상

SMI 7: 약지의 중간지절 골단의 등근 측면 가장자리가 골간부를 향해 첨단화 되는 capping현상

- SMI 8: 중지의 원위지절의 골단과 골간의 융합
- SMI 9: 중지의 근위지절의 골단과 골간의 융합
- SMI 10: 중지의 중간지절의 골단과 골간의 융합
- SMI 11: 요골의 융합

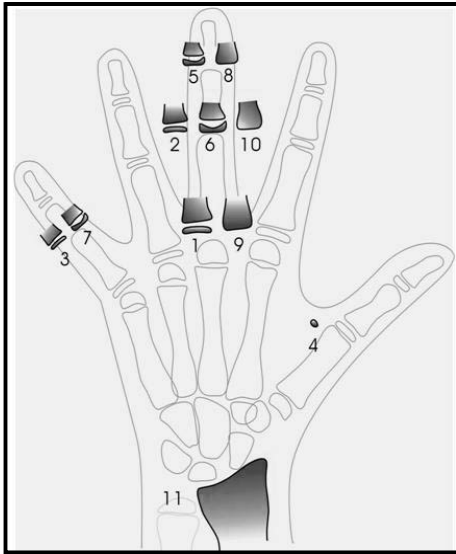


Figure 1. Skeletal Maturity Indicators(SMI)

SMI 1-3: Width of epiphysis as wide as diaphysis

SMI 4: Ossification of sesamoid bone

SMI 5-7: Capping of epiphysis

SMI 8-11: Fusion of epiphysis and diaphysis

4. 신장 계측치의 평가

누년적 신장 계측치를 이용하여 다음 항목을 평가하였다.

- A. 신장의 SMI 단계별 성장완료율 (각 단계의 신장 / SMI 11 단계의 신장×100)
Skeletal Maturity Indicators(SMI) 11 단계의 신장을 성장의 완료 시점으로 보았을 때 각각의 수완부 골성숙 단계에서의 신장 계측치의 비율(%)
- B. 신장의 SMI 단계별 잔여성장량 (SMI 11 단계의 신장 - 각 단계의 신장)
Skeletal Maturity Indicators(SMI) 11 단계의 신장을 성장의 완료 시점으로 보았을 때 각각의 수완부 골성숙 단계에서의 신장과의 차이(cm)
- C. 신장의 SMI 단계별 성장량
단계 간 신장의 성장량(cm)
- D. 신장의 SMI 단계별 성장 속도
단계 간 신장의 성장량(cm) / 단계 간 기간(year)

5. 분석 및 통계방법

Skeletal Maturity Indicators(SMI) 판독의 오차를 줄이기 위하여 모든 수완부 골방사선사진의 판독은 동일인에 의해 2주 간격으로 2회 시행되었다. 계측된 자료를 이용하여 남, 녀에서 다음 항목을 통계처리 하였다.

- A. SMI 단계별 연령과 신장의 평균과 표준편차
- B. 신장 계측치 평가항목의 평균과 표준편차

III. 연구 결과

1. Skeletal Maturity Indicators(SMI) 단계별 연령

Skeletal Maturity Indicators(SMI) 단계별 연령의 남, 녀 차이는 평균 1.97년으로 나타났으며 수완부 골성숙의 후반 단계로 갈수록 그 차이는 감소하는 양상을 보여 SMI 11 단계에서 1.06년으로 최소를 나타냈다. SMI 10-11 단계를 제외한 단계별 기간의 평균은 남자는 0.58년 여자는 0.60년으로 여자에서 약간 크게 나타났으며 SMI 10-11 단계의 기간은 남자는 2.58년, 여자는 3.42년으로 여자에서 보다 크게 나타났다. SMI 1-11 단계의 기간은 남자는 7.84년, 여자는 8.80년으로 여자에서 길게 나타났다 (Table 3).

Table 3. Skeletal Maturity Indicators(SMI) 단계별 연령(years)

SMI	남자(n=22)		여자(n=22)		남/녀 차이	
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
1	10.60	0.86	8.58	0.95	2.02	0.91
2	11.26	0.86	9.06	0.99	2.20	0.93
3	11.94	0.67	9.61	0.96	2.33	0.83
4	12.61	0.68	10.33	1.04	2.28	0.88
5	13.09	0.74	10.94	1.03	2.15	0.90
6	13.61	0.80	11.49	1.00	2.12	0.91
7	14.09	0.81	12.06	0.99	2.03	0.91
8	14.69	0.79	12.88	1.08	1.81	0.95
9	15.14	0.83	13.40	1.08	1.75	0.98
10	15.86	0.94	13.96	1.16	1.90	1.06
11	18.44	0.70	17.38	1.12	1.06	0.93

2. Skeletal Maturity Indicators(SMI) 단계별 신장

Skeletal Maturity Indicators(SMI) 단계별 신장의 평균과 표준편차를 구하였다. SMI 단계별 신장의 남, 녀 차이는 평균 11.95cm(최소 10.9cm, 최대 13.0cm)로 나타났으며 SMI 초반 단계에서 중반 단계로 갈수록 차이는 약간 증가하였으며 SMI 11 단계를 제외한 후반 단계에서는 다시 감소하는 양상을 나타냈다. 성장완료 시점인 SMI 11 단계에서의 평균 신장은 남자는 174.3cm 여자는 162.0cm로 나타났다 (Table 4).

Table 4. Skeletal Maturity Indicators(SMI) 단계별 신장(cm)

SMI	남자(n=22)		여자(n=22)		남/녀 차이	
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
1	140.4	5.8	129.6	5.4	10.9	5.6
2	143.6	6.6	132.5	5.4	11.1	6.0
3	147.7	6.2	135.8	4.8	12.0	5.6
4	152.0	6.1	140.3	5.1	11.7	5.6
5	156.7	6.4	144.5	4.9	12.2	5.7
6	161.3	6.5	148.5	4.2	12.8	5.4
7	165.7	6.8	152.8	4.5	13.0	5.7
8	168.8	7.0	157.1	5.2	11.7	6.1
9	170.7	7.1	158.8	5.5	11.9	6.3
10	171.5	6.5	159.6	5.4	11.9	6.0
11	174.3	6.6	162.0	5.9	12.3	6.2

3. 신장 계측치 평가

누년적으로 계측한 신장 계측치를 이용하여 다음 항목을 평가하였다.

1) 신장의 Skeletal Maturity Indicators(SMI) 단계별 성장완료율과 잔여성장량

Skeletal Maturity Indicators(SMI) 단계별 성장완료율과 잔여성장량의 평균과 표준편차는 다음과 같았다 (Table 5). 성장완료율은 SMI 1-7 단계에서는 남자가 큰 값을 나타냈으나 SMI 8 단계 이후에는 여자가 큰 값을 나타냈다. SMI 1 단계에서는 약 80%, SMI 7 단계에서는 약 95%의 성장완료율을 나타냈다 (Figure 2). SMI 1 단계의 잔여성장량의 평균은 남자가 33.8cm 여자가 32.4cm 였으며 남, 녀 모두에서 SMI 7 단계의 잔여성장량의 평균은 10cm 미만으로 나타났다 (Figure 4). 성장완료율의 증가율은 남자는 SMI 4-5 단계에서 2.7%로 최대로 나타났으며 여자는 SMI 3-4, 4-5, 7-8 단계에서 2.7%로 최대로 나타나 남자에 비해 광범위한 양상을 보였다 (Figure 3).

Table 5. 신장의 SMI 단계별 성장완료율(%)과 잔여성장량(cm)

SMI	성장완료율				잔여성장량			
	남자(n=22)		여자(n=22)		남자(n=22)		여자(n=22)	
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
1	80.6	1.9	80.0	2.0	33.8	3.7	32.4	3.4
2	82.4	2.1	81.8	1.9	30.7	3.8	29.5	3.3
3	84.8	1.8	83.9	2.2	26.5	3.3	26.2	4.1
4	87.3	1.8	86.6	1.9	22.2	3.2	21.7	3.4
5	90.0	2.0	89.3	1.8	17.5	3.7	17.4	3.1
6	92.6	1.9	91.7	2.1	13.0	3.4	13.5	3.7
7	95.1	1.3	94.3	1.5	8.5	2.3	9.2	2.7
8	96.8	0.9	97.0	0.7	5.6	1.6	4.8	1.3
9	97.7	1.0	98.0	0.6	4.0	1.7	3.2	1.1
10	98.5	0.7	98.6	0.5	2.6	1.2	2.4	0.9
11	100.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

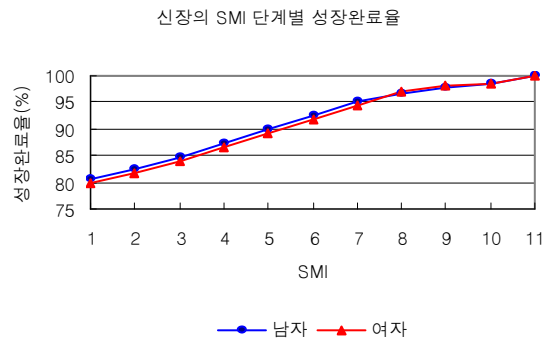


Figure 2. 신장의 SMI 단계별 성장완료율

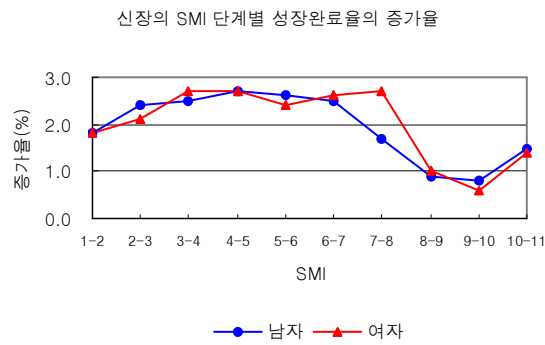


Figure 3. 신장의 SMI 단계별 성장완료율의 증가율

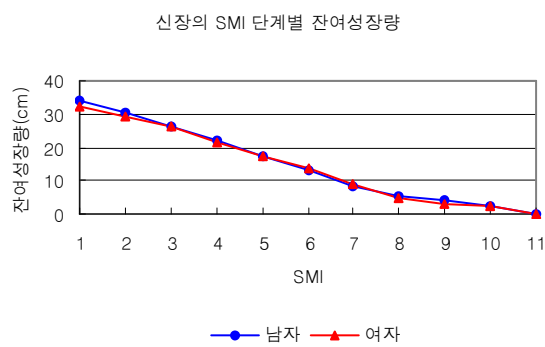


Figure 4. 신장의 SMI 단계별 잔여성장량

3) 신장의 Skeletal Maturity Indicators(SMI) 단계별 성장량

신장의 SMI 단계별 성장량은 남자는 SMI 4-5 단계에서 4.7cm, 여자는 SMI 3-4 단계에서 4.5cm로 최대로 나타났다. SMI 3-4, 7-8 단계를 제외한 모든 단계에서 남자가 큰 값을 보였다. 남, 녀 모두에서 단계별 성장량이 최소인 시기는 SMI 9-10 단계로 나타났다 (Table 6, Figure 5).

Table 6. 신장의 SMI 단계별 성장량(cm)

SMI	남자(n=22)		여자(n=22)	
	Mean	SD	Mean	SD
1-2	3.1	1.9	2.9	1.0
2-3	4.1	2.4	3.3	2.0
3-4	4.3	2.3	4.5	2.0
4-5	4.7	2.0	4.2	1.6
5-6	4.6	2.5	4.0	2.2
6-7	4.6	2.0	4.3	1.6
7-8	3.0	1.7	4.4	2.2
8-9	2.1	1.1	1.7	0.6
9-10	1.5	1.4	0.8	0.5
10-11	2.7	1.3	2.4	0.9

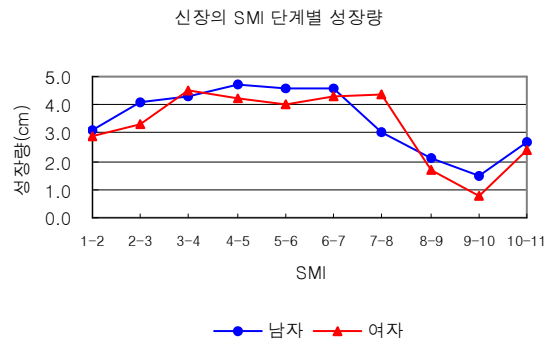


Figure 5. 신장의 SMI 단계별 성장량

4) 신장의 Skeletal Maturity Indicators(SMI) 단계별 성장 속도

신장의 SMI 단계별 성장 속도(연간 성장량)는 남자는 SMI 4-5 단계에서 9.7cm/year, 여자는 SMI 6-7 단계에서 7.5cm/year로 최대로 나타났다. 남자는 SMI 4-5 단계에서 뚜렷한 단계별 성장 속도의 최대치를 보였으나 여자는 SMI 4-5, 5-6, 6-7 단계의 성장 속도가 7.2, 7.4, 7.5cm/year로 비슷한 양상을 보였다. 남자에서 9cm/year, 여자에서 7cm/year 이상의 성장을 나타낸 단계는 SMI 4-7 단계로 나타났다. 남자는 SMI 7-8 단계에서 4.6cm/year의 성장 속도를 나타내 전 단계에 비해 뚜렷하게 감소되어 여자와 다른 양상을 보였다. SMI 1-2, 7-8 단계를 제외한 모든 단계에서 남자가 큰 값을 보였다. 단계별 성장 속도가 최소인 시기는 남, 녀 모두에서 SMI 10-11 단계로 나타났으며 남자에서는 1.0cm/year, 여자에서는 0.7cm/year의 성장 속도를 나타냈다 (Table 7, Figure 6).

Table 7. 신장의 SMI 단계별 성장 속도(cm/year)

SMI	남자(n=22)		여자(n=22)	
	Mean	SD	Mean	SD
1-2	4.7	1.9	6.1	1.2
2-3	6.5	2.4	5.9	2.5
3-4	6.9	2.3	6.5	2.2
4-5	9.7	2.3	7.2	2.7
5-6	9.0	1.9	7.4	2.3
6-7	9.2	2.1	7.5	1.8
7-8	4.6	1.7	5.3	1.4
8-9	4.2	2.0	3.4	1.6
9-10	2.1	1.3	1.5	1.1
10-11	1.0	0.4	0.7	0.3

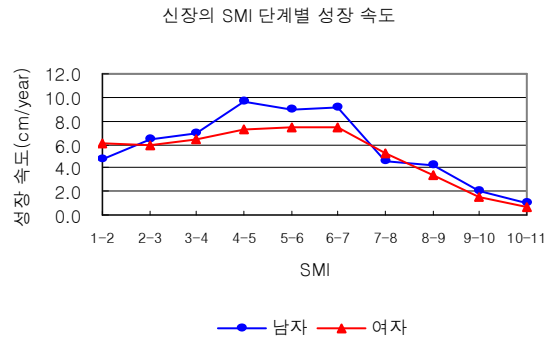


Figure 6. 신장의 SMI 단계별 성장 속도

Table 8. SMI 단계별 신장 계측치의 평가

SMI	남자			여자		
	연령	성장완료율	잔여성장량	연령	성장완료율	잔여성장량
	Mean	Mean	Mean	Mean	Mean	Mean
1	10.60	80.6	33.8	8.85	80.0	32.4
2	11.26	82.4	30.7	9.06	81.8	29.5
3	11.94	84.8	26.5	9.61	83.9	26.2
4	12.61	87.3	22.2	10.33	86.6	21.7
5	13.09	90.0	17.5	10.94	89.3	17.4
6	13.61	92.6	13.0	11.49	91.7	13.5
7	14.09	95.1	8.5	12.06	94.3	9.2
8	14.69	96.8	5.6	12.88	97.0	4.8
9	15.14	97.9	4.0	13.40	98.0	3.2
10	15.86	98.5	2.6	13.96	98.6	2.4
11	18.44	100.0	0.0	17.38	100.0	0.0

IV. 총괄 및 고찰

성장기 환자의 부정교합의 치료에 있어서 성장에 대한 이해는 필수적이다. 사춘기 성장의 변화는 교정치료에 많은 영향을 주기 때문에 적절한 치료방법과 치료시기를 결정하기 위해서는 개인의 최대 성장기와 잔여성장량을 예측하는 것이 필요하다. 많은 연구에서 신장과 안면 성장의 강한 연관성에 대하여 보고 하였으며 신장의 1년적 계측치를 이용하여 안면 성장을 평가하였다 (Björk, 1972., Bergersen, 1972., Hunter, 1966.). 그러나 임상적으로 신장의 계측치만으로 성장을 평가하기는 쉽지 않다. Stütze 등(1976)에 의하면 여자의 33%, 남자의 2%에서 신장의 사춘기 최대 성장량이 임상적으로 구분하기 어려울 정도로 작다고 하였다. Taranger와 Hägg (1980)에 연구에서도 여자의 18.5%, 남자의 2.0%에서 성장곡선을 눈으로 보았을 경우 사춘기 최대 성장기를 평가하기 어려웠으며 여자의 28%, 남자의 3%에서 성장량이 적어 임상적으로 사춘기 최대 성장기를 평가하기 어렵다고 하였다. 그러므로 보다 정확한 개인의 성장 평가를 위해서는 부가적인 정보를 필요로 한다. 수완부방사선사진에서 얻을 수 있는 골성속도에 관한 정보는 사춘기 최대 성장기와 매우 밀접한 관계이므로 부가적인 정보로 적합하다 (Bergersen, 1972. Bowden, 1976. Grave와 Brown, 1976. Hägg와 Taranger, 1982).

이번 연구에서는 위에서 언급한 신장의 1년적 계측치를 이용하여 안면 성장을 예측하여 교정치료 방법, 치료시기 결정에 도움이 되고자 하였으며 신장을 이용한 성장 평가의 단점을 보완하기 위하여 Fishman (1982)에 의해 고안된 Skeletal Maturity Indicators(SMI)를 이용하여 수완부골방사선사진의 골성속도를 평가하였다. Skeletal Maturity Indicators(SMI)는 다른 평가 방법에 비해 화골현상(ossification events)을 나타내는 지표(indicators)가 충분하며 임상적으로 판독과 평가가 간단하고 용이하여 수완부골방사선사진의 골성속도를 평가하는데 많이 이용되고 있다.

수완부 골성속도의 단계별 신장의 계측치에 대한 평가와 분석은 일정한 시기의 개인의 성장 단계와 잔여성장량에 대한 평가를 가능하게 할 것이다.

Skeletal Maturity Indicators(SMI) 단계별 연령

SMI 단계별 평균 연령은 남자에서 여자보다 2년 정도 많게 나타났으며 수완부 골성숙 후반 단계로 갈수록 남, 녀 차이는 감소하는 양상을 보여 SMI 11 단계에서는 1.06년의 차이를 나타냈다. Fishman (1982)에 의하면 남, 녀 차이는 SMI 1, 2 단계에서 1년 정도이며 차차 증가하여 SMI 7, 8 단계에서 2년 정도이며 다시 감소하여 SMI 11단계에서는 1.3년 이라고 하였다. Hägg와 Taranger (1980)에 의하면 MP3-F, S, MP3-G등의 지표는 남, 녀에서 2.4년 정도의 차이를 보이며 사춘기 성장이 종료된 후에 나타나는 R-J에서는 1.3년의 차이를 보였다. 이는 MP3-I와 DP3-I의 융합기간이 여자에서 더욱 길었기 때문이라고 하였는데 이번 연구에서도 SMI 7-9의 기간이 여자에서 더 길게 나타났다. 결과적으로 사춘기 성장 전에는 여자가 성장의 성숙도 진행이 빠르며 사춘기 성장 후에는 남자가 성장의 성숙도 진행이 빠르다고 할 수 있다. Winther (1969)에 의하면 사춘기 성장 후 남자의 성숙도 증가는 testosterone의 분비의 증가에 의한 것이라 하였으며 Zachmann 등 (1975)은 exogenous testosterone은 골성숙을 증가시키지만 estrogen의 효과는 없다고 하였다.

위와 같은 사춘기 후 골성숙의 성별 차이에 의해 여자에서 사춘기 성장기 후 성장의 완료 시점까지의 기간이 더욱 길게 나타날 것이라는 가정이 가능하다. 이번 연구 결과에서 SMI 7-11 단계의 기간은 여자는 5.32년, 남자는 4.35년으로 여자에서 긴 기간을 나타냈으며 신장의 성장량도 여자는 9.2cm, 남자는 8.5cm로 나타나 여자에서 크게 나타났다. 즉 사춘기 후 성장의 성숙도 진행이 여자에서 더 느리게 일어나 성장 기간이 길어져 좀 더 많은 성장이 일어난 것으로 생각할 수 있다. Fishman (1982)의 연구에서도 여자는 3.73년, 남자는 2.99년으로 여자에서 사춘기 후 성장의 기간이 더 길게 나타났다. 그러나 안면불합의 성장에서와 같이 성장 기간과 성장량은 반드시 비례하지 않으므로 이에 대한 정확한 판단을 위해서는 좀 더 많은 연구가 필요하리라 생각된다.

Skeletal Maturity Indicators(SMI) 단계별 신장

SMI 단계별 신장의 남, 녀 차이는 평균 11.95cm로 나타났으며 SMI 1 단계에

서 10.9cm로 점점 증가하여 SMI 7 단계에서 13.0cm로 최대로 나타났으며 다시 감소하는 양상을 보였다. 이는 앞에서 언급한 바와 같이 사춘기 성장의 전, 후를 기준으로 하는 남, 녀 성장의 성숙도 차이에 의한 것으로 생각된다.

누년적 연구를 이용한 성장에 대한 평가에 있어서 가장 중요한 점은 전체를 대표할 수 있는 연구 대상의 선정이다. 연구 대상이 전체를 대표할 수 있어야만 연구 결과를 전체의 표준치로 사용할 수 있다. 한국 소아 및 청소년 신체 발육 표준치 (2005)에 의한 평균 신장은 남자의 경우 18세에서 174.3cm, 여자의 경우 17세에서 161.2cm로 측정되었다. 이번 연구 결과 SMI 11(남자-18.44세, 여자-17.38세) 단계의 평균 신장은 남자에서 174.3cm, 여자에서 162.0cm로 표준치와 비교 시 큰 차이를 보이지 않았다. 한국 소아 및 청소년 신체 발육 표준치는 전국을 대상으로 한 횡단적 연구로서 이번 연구의 연구 대상의 선정이 적당하였음을 보여주며 사춘기 성장기 동안의 교정치료가 교정환자의 신장의 성장에 큰 영향을 미치지 않았음을 추측할 수 있다.

신장의 SMI 단계별 성장완료율과 잔여성장량

이번 연구에서는 SMI 단계별 성장완료율과 잔여성장량의 평균과 표준편차를 구하여 성장 평가에 이용하고자 하였다. 성장완료율을 나타내기 위해서는 성장완료 시점에 대한 정의가 필요하다. 본 연구에서는 요골이 융합되는 SMI 11 단계를 성장완료 시점으로 정의하였다. Björk (1972)는 요골의 융합 후에도 신장은 1-2년 정도 성장하나 그 양이 매우 적어 임상적으로 큰 문제를 일으키지 않으므로 요골의 융합은 성장완료 시점의 지표로 사용할 수 있다고 하였다. Hägg와 Taranger (1980)도 성장완료 시점의 지표로 요골 융합의 유용성을 주장하였다.

성장완료율은 SMI 11 단계의 신장을 성장완료 시점으로 보았을 때 각각의 수완부 골성숙 단계에서의 신장 계측치의 비율을 나타낸 것으로 특정 시기에서 개인의 신장 계측치와 수완부 골성숙 단계를 평가한 경우 성장완료율을 이용하여 그 시기의 개인의 잔여성장량을 예측하는데 도움을 줄 수 있다. 성장완료율은 SMI 1-7 단계에서는 남자가 큰 값을 나타냈으나 SMI 8 단계 이후에는 여자가 큰 값을 나타냈다. 이는 위에서 언급한 사춘기 성장 전, 후를 기준으로 하는 남, 녀

성장의 성숙도 차이에 기인한다고 할 수 있다.

잔여성장량은 SMI 11 단계의 신장과 각각의 수완부 골성숙 단계의 신장의 차이로 SMI 1 단계에서 남자는 33.8cm, 여자는 32.4cm로 나타났으며 SMI 7 단계에서 남자는 8.5cm, 여자는 9.2cm로 나타났다. SMI 4-7 단계를 사춘기 성장기로 정의 하였을 경우 SMI 1-11 단계의 성장량 중 남자는 40.5%, 여자는 38.6%의 성장이 일어나 남자에서 사춘기 성장이 차지하는 비율이 높게 나타났다.

신장의 SMI 단계별 성장량과 성장 속도

SMI 단계별 성장량은 남자는 SMI 4-5 단계에서 4.7cm, 여자는 SMI 3-4 단계에서 4.5cm로 최대로 나타났으나 남, 녀 모두에서 뚜렷한 사춘기 성장의 단계가 나타나지 않았다. 이는 단계별 성장량은 단순히 두 단계 간의 성장량의 변화만을 나타낼 뿐 단계 간 기간에 따라 영향을 받음으로 성장 속도를 나타내지는 않기 때문이다. 남, 녀 모두에서 SMI 9-10 단계가 최소를 나타낸 이유도 SMI 10-11 단계의 기간이 길어 성장 속도에 비해 상대적으로 성장량이 많았기 때문이다. 그러므로 많은 연구에서 개인의 성장 속도를 나타내기 위해서 신장의 연간 성장량을 사용하고 있다. 이번 연구에서도 SMI 단계별 연간 성장량을 측정하여 성장 속도에 대한 평가를 시행하였다.

Helm 등 (1971)의 52명의 덴마크 소년을 대상으로 한 연구에 의하면 PP2=에서 5.5, MP3=(SMI 2)에서 7.0, S(SMI 4)에서 8.0, H_x(신장의 최대 성장기)에서 9.5, MP3_{cap}(SMI 6)에서 8.5, DP3_u(SMI 8)에서 4.0, PP3_u(SMI 9)에서 2.5, MP3_u(SMI 10)에서 1.5cm/year의 연간 성장량을 보였다. 연구 대상의 인종의 차이에도 불구하고 위의 연구 결과는 이번 연구의 단계별 성장 속도와 매우 유사한 양상을 나타냈다. 이를 통하여 사회가 점차 서구화됨에 따라 한국인의 성장 양상도 변화하고 있다고 추측할 수 있다.

Fishman (1982)에 의하면 사춘기 최대 성장기는 남자는 SMI 5-6 단계, 여자는 SMI 4-5 단계에서 나타난다고 하였으며 Hägg와 Taranger (1982)는 PHV (peak height velocity)는 남, 녀 모두에서 MP3-G 약 6개월 전에 발생한다고 하여 SMI 5 단계로 유추해 볼 수 있다. Helm 등 (1971)은 사춘기 최대 성장기는 종자골의

출현(sesamoid bone ossification)과 MP3_{cap} 사이에서 나타난다고 하였다. 국내의 연구를 살펴보면 박과 서 (1985)는 남자는 SMI 5-6 단계에서 여자는 SMI 6-7 단계에서 사춘기 최대 성장기를 나타난다고 하였으며 김과 이 (1989)는 남자는 SMI 5-6, 6-7 단계에서 같은 빈도로 여자는 SMI 6-7 단계에서 가장 높은 빈도로 사춘기 최대 성장기가 나타난다고 하였다. 이번 연구에서 단계별 성장 속도의 최대값은 남자는 SMI 4-5 단계에서 9.7cm/year, 여자는 SMI 6-7 단계에서 7.5cm/year로 나타났다. 남자는 SMI 4-5 단계에서 사춘기 최대 성장기가 비교적 뚜렷하게 나타났으나 여자의 경우에는 SMI 4-5, 5-6, 6-7 단계의 단계별 성장 속도가 7.2, 7.4, 7.5cm/year로 나타나 뚜렷한 사춘기 최대 성장기를 관찰하기 어려웠다. 그 이유는 여자의 경우 신장의 성장량이 남자 보다 적으며 사춘기 최대 성장기에서 두 번의 최대치(double peak)를 나타내거나 평탄한 성장 양상을 보이는 경우가 있기 때문이다 (Taranger와 Hägg, 1980). Stützle 등(1976)에 의하면 여자 의 33%, 남자의 2%에서 신장의 사춘기 최대 성장량이 20mm 이하로 나타나며, Taranger와 Hägg (1980)의 연구에서도 여자의 28%, 남자의 3%에서 성장량이 20mm 이하로 나타나 임상적으로 사춘기 최대 성장기를 평가하기 어렵다고 하였다.

단계별 성장 속도가 큰 시기는 남, 녀 모두에서 SMI 4-7 단계로 나타났으며 (남자: 9.0mm/year 이상의 단계별 성장 속도, 여자: 7.0cm/year 이상의 단계별 성장 속도) 사춘기 후 성장에 있어서는 남자의 경우 SMI 7-8 단계에서 4.6cm/year로 전 단계에 비해 50% 감소된 반면 여자에서는 5.3cm/year로 70% 정도 감소하여 남자가 여자에 비해 감소하는 양상이 뚜렷함을 알 수 있었다. 이는 Helm 등 (1971)의 연구결과에서도 확인할 수 있었다.

이번 연구에서는 수완부 골성속도와 신장의 계측치에 대한 누년적 연구를 시행하였다. 그러나 실제 임상에서 신장을 누년적으로 계측하는 것에는 많은 제한이 따르며 개인의 성장 양상에 따라 사춘기 최대 성장기가 뚜렷하지 않은 경우도 있다. 또한 환자 내원 시의 정보만으로 성장을 평가해야만 하는 경우가 대부분일 것이다. 이번 연구 결과는 특정 시기의 수완부 골성속도와 신장의 측정치를 이용하여 각 개인의 현재의 성장 단계를 평가할 뿐만 아니라 잔여성장량에 대한 평가도

가능하게 해 줄 것이다. 정확한 개인의 성장 단계와 잔여성장량에 대한 평가는 교정치료 시기 결정에 많은 도움을 주어 보다 효과적인 치료를 가능하게 해 줄 것이다.

본 연구 결과가 임상적으로 보다 유용한 자료로 사용되기 위해서는 본 연구 결과에 대한 임상적 정확성에 대한 평가가 더 필요할 것으로 생각된다. 또한 교정 영역에서는 안면 부위의 성장을 평가하는 것이 더욱 중요하므로 신장의 계측치를 이용하여 안면 부위의 성장을 평가하는 방법보다는 측모두부방사선사진의 악골 계측치를 이용한 연구가 필요할 것으로 사료된다.

V. 결론

골격성 I급 부정교합자를 연구 대상으로 Skeletal Maturity Indicators(SMI)를 이용한 수완부 골성속도에 따른 신장의 누년적 계측치를 평가한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. SMI 단계별 남, 녀의 평균 신장을 구하였으며 성장완료 시점인 SMI 11 단계에서의 평균 신장은 남자는 $174.3\pm 6.6\text{cm}$, 여자는 $162.0\pm 5.9\text{cm}$ 로 나타났다.
2. 남, 녀에서 신장의 SMI 단계별 성장완료율과 잔여성장량의 평균과 표준편차를 구하였다.
3. 남, 녀에서 신장의 SMI 단계별 성장량의 평균과 표준편차를 구하였다.
4. 신장의 SMI 단계별 성장 속도(growth velocity)는 남, 녀 모두에서 SMI 4-7 단계에서 큰 성장 속도를 보였다.

본 연구 결과 수완부 골성속도를 이용한 신장의 성장완료율과 잔여성장량의 평가가 가능하였다.

김경호: 부정교합자의 수완부 골성속도에 관한 누년적 연구(I). 대치교정지. 29(2): 183-195. 1999.

김경호, 유형석, 김석현: 다중회귀모형을 이용한 수완부 골성속도의 추정에 관한 연구. 대치교정지. 27(5): 853-864, 1997.

김석훈, 정규림: 정상교합자와 부정교합자의 골성속도 차이에 관한 연구. 대치교정지. 20(1): 111-122, 1990.

김형일, 이동주: 부정교합자의 사춘기성장과 수완부골 성숙단계에 관한 누년적 연구. 대치교정지. 19(3): 123-133, 1989.

박진성, 서정훈: 정상교합자의 사춘기성장과 수완부골 성숙단계에 관한 연구. 대치교정지. 15(2): 197-209, 1985.

이신재, 김영재, 안석준, 김태우: 한국인 키 및 몸무게 신 평가표에 관한 연구. 대치교정지. 36(2): 153-160, 2006.

Bambha, J. K.: Longitudinal cephalometrics radiographic study of face and cranium in relation to body height. *J. Am. Dent. Assoc.* 63: 776-799, 1961.

Bergersen, E. O.: The male adolescent facial growth spurt: Its prediction and relation to skeletal maturation. *Angle Orthod.* 42: 319-338, 1972.

Björk, A.: Timing of interceptive orthodontic measures based on stages of maturation. *Trans. Eur. Orthod Soc.* 48: 61-74, 1972.

Björk, A., and Helm, S.: Prediction of the age of maximum pubertal growth in body height. *Angle Orthod.* 37: 134-143, 1967.

Bowden, D. B.: Epiphyseal changes in the hand/wrist area as indicators of adolescent stage. *Aust. Orthod.* 4: 87-104, 1976.

Fishman, L. S.: Chronologic versus skeletal age, an evaluation of craniofacial growth. *Angle Orthod.* 49: 181-189, 1979.

Fishman, L. S.: Radiographic evaluation of skeletal maturation. A clinically oriented method based on hand-wrist films. *Angle Orthod.* 52: 88-112, 1982.

Grave, K. C., and Brown, T.: Skeletal ossification and the adolescent growth spurt. *Am. J. Orthod.* 69: 611-619, 1976.

Gray, S. W., and Lamons, F. F.: Skeletal development and tooth eruption in Atlanta. *Am. J. Orthod.* 45: 272-277, 1959.

Greulich, W. W., and Pyle, S. I.: Radiographic atlas of skeletal development of hand and wrist. 2nd. ed. Stanford, Stanford University Press, 1959.

Hägg, U., and Taranger, J.: Skeletal stages of the hand and wrist as indicators of pubertal growth spurt. *Acta Odontol. Scand.* 38: 187-200, 1980.

Hägg, U., and Taranger, J.: Maturation indicators and the pubertal growth spurt. *Am. J. Orthod.* 82: 299-309, 1982.

Helm, S., Siersbaek-Nielsen, S., Skieller, V., and Björk, A.: Skeletal maturation of the hand in relation to maximum pubertal growth in body height. *Tandlaegebladet* 75: 1223-1234, 1971.

Hunter, C. J.: The correlation of facial growth with body height and skeletal maturation at adolescence. *Angle Orthod.* 36: 44-54, 1966.

Largo, R. H., Gasser, T., Prader, A., Stuetzle, W., and Huber, P. J.: Analysis of the adolescent growth spurt using smoothing spline functions. *Ann. Hum. Biol.* 5: 421-434, 1978.

Nanda, R. S.: The rates of growth of several facial components measured from serial cephalometric roentgenograms. *Am. J. Orthod.* 41: 658-673, 1955.

Stützle, W., Gasser, T., and Largo, R. H.: Analysis of the adolescent spurt using smoothing spline functions. Centre International de L'enfance, Rennes, 1976. pp. 109-112.

Taranger, J., and Hägg, U.: The timing and duration of adolescent growth. *Acta. Odontol. Scand.* 38: 57-67, 1980.

Tanner, J. M., Whitehouse, R. H., Marshall, W. A., Healy, M. J. R., and Goldstein, H.: Assessment of skeletal maturity and prediction of adult height(TW2 method). New York, Academic Press, 1975.

Tanner, J. M., Whitehouse, R. H., Marubini, E., and Resele, L. F.: The adolescent growth spurt of boys and girls of the Harpenden growth study. *Ann. Hum. Biol.* 3: 109-126, 1976.

Thompson, G. W., and Popovich, F.: Relationship of craniofacial changes and skeletal age increments in females. *Ann. Hum. Biol.* 45: 595-603, 1973.

Todd, T. W.: Atlas of skeletal maturation(Part I). London, 1937.

Tofani, M. I.: Mandibular growth at puberty. *Am. J. Orthod.* 62: 176-195, 1972.

Winther, J. S. D.: Prepubertal and pubertal endocrinology. Balliere Tindall. London, 1978. pp. 183-213.

Zachmann, M., and Ferrandes, A., Mürset, G., and Preder, A.: Estrogen treatment of excessively tall girls. *Helvetia Paediatrica Acta.* 30: 11-30, 1975.

Abstract

Longitudinal study on hand-wrist skeletal maturation and body height in Skeletal Class I malocclusion patients

Janghan Kim, D.D.S.

Department of Dental science, Graduate school, Yonsei University

(Directed by Prof. Kyung-Ho Kim, D.D.S., M.S.D., Ph.D.)

Growth evaluation is of much importance in patients receiving orthodontic treatment and evaluation of developmental age is the preferred method. Developmental age is evaluated by methods of sexual, dental, physical, and skeletal maturity. Out of these methods, physical and skeletal maturity is widely used in orthodontics. Skeletal maturity has been mainly used in domestic studies and clinical evaluation of growth stages has been possible. However, evaluation of remaining growth has been unachievable. This study evaluates height measurement according to skeletal maturity stage of hand-wrist and enables the evaluation of growth rate and remaining growth per specific period.

22 male and 22 female Skeletal Class I patients of Department of Orthodontics, Yongdong Severance Dental Hospital, Yonsei University were evaluated longitudinally by height measurements and radiographs of hand-wrist taken by a 6 month interval. Skeletal maturation of hand-wrist were evaluated by Fishman's Skeletal Maturity Indicators(SMI) and height measurements were evaluated accordingly. The following results were observed.

1. Average height of male and female for each SMI stage was obtained and it was 174.3 ± 6.6 cm for males and 162.0 ± 5.9 cm for females at stage 11 which is the end of growth.
2. Average and standard deviation of growth completion rate and remaining

- growth amount of height for both sexes were evaluated per each SMI stage.
3. Average and standard deviation of growth amount of height for both sexes were evaluated per each SMI stage.
 4. Growth velocity of height per SMI stage was high for both sexes in stages 4-7.

This research enables the evaluation of growth completion rate and remaining growth amount of height by evaluating skeletal maturity of hand-wrist radiographs.

Key Words : hand-wrist, body height, skeletal maturation, growth