

II급 부정교합자에서 액티베이터 사용에 따른 atlas의 위치 변화에 관한 연구

조문기^a · 이진우^b · 차경석^b · 정동화^c

본 연구는 II급 부정교합자에서 액티베이터 사용 후, 하악골의 변화에 따른 atlas의 위치 및 형태 변화를 조사하고, 그에 따른 치료 효과를 예측해 보고자 시행하였다. 실험군으로 II급 부정교합자로서 액티베이터 치료를 시행한 경우 1군(총30명, 남자 15, 여자 15명), 대조군들로 II급 부정교합자로 액티베이터 치료를 받지 않고, 교정치료를 받은 2군(총 22명, 남자 12, 여자 10)과 I급 부정교합자로 치료를 받은 환자 3군(총 22명, 남자 12, 여자 10)으로 총 세 개의 군으로 나누었다. 치료 전(T1), 액티베이터 사용 중지 및 치료 중간시기(T2), 치료 종료(T3)시의 측모두부방사선사진을 통해서 골격 형태 계측 및 atlas 형태 계측을 시행하였다. II급 액티베이터 사용 결과 액티베이터를 사용하지 않은 II급 부정교합자 군에 비해 치료 종료 시 다음과 같은 계측치 들에서 골격적인 효과가 나타났다: ramal height, body length와 effective body length는 증가하였고, ANB는 감소하였다. Overjet은 두 군 사이에서 액티베이터 사용 후 유의한 감소가 일어났으나, 치료 종료 시에는 유의한 변화가 없었다. 세 군 모두에서 FH에 대한 atlas의 시계방향 회전이 나타났으나, 실험군 1군에서 대조군 2, 3군에 비해 유의하게 atlas가 FH에 대해 시계방향 회전되는 결과가 나타났다. 1군이 3군에 비해서 atlas의 유의한 후방이동을 보인 것을 제외하고는 세 군 사이의 atlas의 전, 후방적 위치나, 형태의 크기 변화에 있어 유의한 차이점은 없었다. 위의 결과들을 고려해 볼 때 atlas의 장축의 시계방향 회전은 액티베이터의 사용 효과로 생각되며, 이는 차후 II급 부정교합자에서 액티베이터 치료 효과를 판단하는 또 하나의 지표가 될 수 있다고 생각한다. (대치교정치 2007;37(1):44-55)

주요 단어: Atlas, II급 액티베이터

서론

치과 교정학에서 한 인간의 성장이 예측 가능하다는, 조기에 악교정적 치료 등을 통해, 조화로운 골격을 가진 안모로 유도할 수 있다. 그러나 인간의 성장은 유전적 요인 뿐 아니라, 환경적 요인 등 다양한 요인이 복합적으로 작용하고, 개인차가 크기 때문에, 한 가지 특성으로 인간의 성장을 예측하기는 힘들다.¹⁻⁶

예로부터 해부학적 구조물, bone implant, 측모두부 방사선 사진을 통한 안모형태의 기하학적 계측

등을 통해 선학들의 많은 성장의 예측 시도가 있었다.⁷⁻¹⁰ 그러나 하나의 요인으로 모든 성장의 설명이 가능하지는 않았다.

이중 두개 안면에서 가장 가까운 atlas를 통해 성장의 예측을 시도하는 여러 연구들¹¹⁻¹⁴이 있어 왔다. Kylamarkula와 Huggare¹¹는 head posture의 변화와 atlas의 형태적 특징 사이에 유의한 상관관계가 있음을 알았고, 특히 Huggare^{12,13}는 atlas의 형태적 특징 중 dorsal arch의 높이는 하악의 성장 방향과 연관성이 있다고 했다. 또한 Treuenfels¹⁴는 atlas의 기울기와 head posture의 관계 연구에서 orthogenic 보다 progenic 환자에서 atlas의 ventral arch가 두개부위에 더 가깝다고 하였다.

이러한 방법들이 임상에 적용되어 실제 골격 형태가 어느 정도 성장 예측이 가능하다면, 조기에 악정형적 치료를 선택할 수 있을 것이다. 액티베이터는 악골의 부조화시 악골의 성장을 유도하는 등의 효과

^a전공의, ^b교수, ^c전임강사, 단국대학교 치과대학 교정학교실.

교신저자: 이진우.

충남 천안시 신부동 산 7-1번지 단국대학교 치과대학 교정학교실.

041-550-1941; e-mail, jwlee@dankook.ac.kr.

원고접수일: 2006년 2월 27일 / 원고최종수정일: 2006년 9월 26일 /

원고채택일: 2006년 9월 28일.

Table 1. Chronologic age and treatment period of each groups (month)

Group	Group 1 (N = 30) (CI II activator group)		Group 2 (N = 22) (CI II non-activator group)		Group 3 (N = 22) (CI I control group)		Sum (N = 74)	
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
T1	126.20	14.77	135.43	21.52	136.09	18.37	131.95	18.50
T2	143.31	14.09	158.26	19.63	157.76	20.57	152.17	19.11
T3	169.21	15.04	171.91	41.01	180.04	18.42	173.17	26.77

로 많이 이용되는 장치이다. 액티베이터 사용 결과에 따른 골격적, 치성적, 연조직에 대한 연구는 많이 있어 왔다. 장치의 사용 효과로 하악골의 새로운 위치에 의한 근골격의 적응으로 인한 하악골의 성장 유도, 하악 전방 전위에 대한 과두와 관절와의 개조, 하악골이 전방에서 유지되면서 연조직의 탄성력에 의한 반작용으로 인한 상악골의 성장 억제 등의 골격적 효과가 있다.

또한 치성 효과로 상악 전치의 설측 경사와 하악 전치의 순측 경사가 있고, 구치부의 맹출을 도모하여 curve of Spee를 평평하게 해주는 효과가 있다. 상악전치의 설측 경사로 인한 상순의 후퇴 효과와 하악골의 전방 위치에 따른 연조직 pogonion의 전방이동의 효과가 있다.¹⁵⁻²¹

그 동안 이러한 액티베이터의 작용 효과와 성장에 따른 하악골의 위치, head posture 변화에 관련된 많은 논문들¹⁵⁻²¹이 있었지만, 이러한 액티베이터의 사용에 따른, 두경부 구조물인 atlas의 위치 및 형태적 변화와의 연관성에 대한 논문은 없었다. 이에 본 연구는 II급 부정교합자에서 액티베이터 사용 후, 하악골의 위치 변화에 따라 atlas의 위치 및 형태 변화를 조사하고, 그에 따른 치료 효과를 예측해 보고자 한다.

연구방법

연구대상

본 연구는 단국대학교 치과대학 부속 치과 병원에 내원하여 치료를 완료한 환자로, 실험군 1군은 II급 부정교합자로 ANB가 4.5°보다 크고, overjet이 5.0 mm보다 큰 환자로, 액티베이터만 사용하여 1차 치료를 시행하고, 이후 2차 치료를 하여 교정치료를 마

무리하였다. 치료 시작 시 수완부방사선사진(Hand-wrist x-ray)상 Fishman의 SMI(Skeletal Maturity Indicator)를 기준으로 최대성장기 이전의 S단계(4단계) 이하의 환자 30명(남:15, 여:15)을 대상으로 하였다.²² 대조군 2군은 II급 부정교합자로 조건은 실험군과 같고, 단지 액티베이터의 치료를 받지 않고, 치아 교정 치료만 받은 환자 22명(남:12, 여:10)을 대상으로 하였다. 대조군 3군은 I급 부정교합자로 ANB가 0보다 크고 3보다 작은 골격적 이상이 없고, 수완부방사선사진 상 최대성장기 이전의 환자 22명(남:12, 여:10)을 대상으로 하였다. 각 군의 표본 수와 치료시기에 대한 연령은 Table 1에 나와 있다.

연구방법

측모두부방사선 사진의 촬영 및 분석

단국대학교 치과대학 부속치과병원 방사선과에서 표준 방식에 따라 측모두부방사선사진을 촬영하였고, 치료시기에 따라 치료 전 시기(T1), 액티베이터 사용 중지 및 치료 중간시기(T2), 교정 치료 종료 시기(T3)로 나누어 측모두부방사선사진을 촬영하였다. 각각의 방사선 사진은 투사도를 작성하고, 통상적인 계측점 (Fig 1)과 부가적인 계측점, 기준선을 사용하여, 선계측 10가지, 각계측 4가지를 시행하였고, 특히 atlas에 대한 계측으로 선계측 4가지, 각계측 1가지를 시행하였다 (Figs 2-6).

선계측 (Figs 3-5)

- 1, Height of the posterior tubercle of the atlas (PAH): 수평기준선에 평행한 atlas 후방결절 높이;
- 2, Height of the anterior tubercle of the atlas (AAH): 수평기준선에 평행한 atlas 전방결절 높이;
- 3, Atlas body length(ABL): 수직 기준선에 평행한 atlas 몸체 길이;

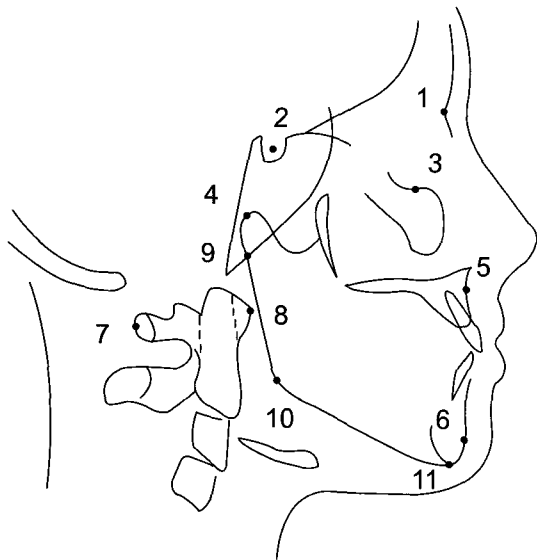


Fig 1. Lateral cephalometric landmarks used. 1, Nasion (N); 2, Sella (S); 3, Orbitale (Or); 4, Condylon (Co); 5, A-point (A); 6, Pogonion (Pog); 7, Posterior point of Atlas (PA); 8, Anterior point of Atlas (AA); 9, Articulare (Ar); 10, Gonion (Go).

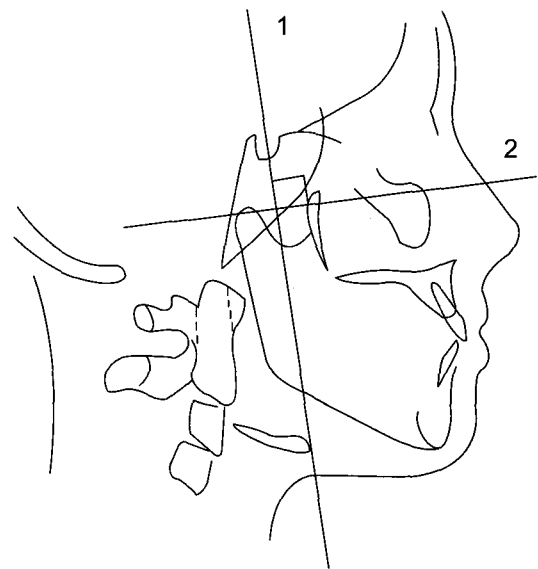


Fig 2. Reference lines used. 1, Vertical reference line (Y): Sella perpendicular to FH plane (X); 2, Horizontal reference line (X): FH plane

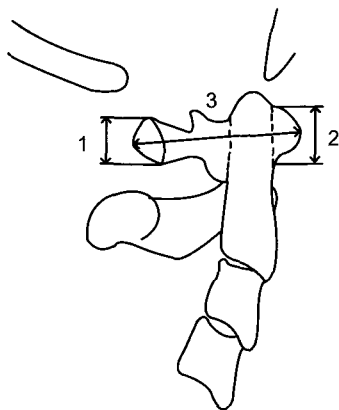


Fig 3. Linear measurements of atlas used (mm). 1, Height of the posterior tubercle of atlas (PAH); 2, Height of the anterior tubercle of atlas (AAH); 3, atlas body length (ABL).

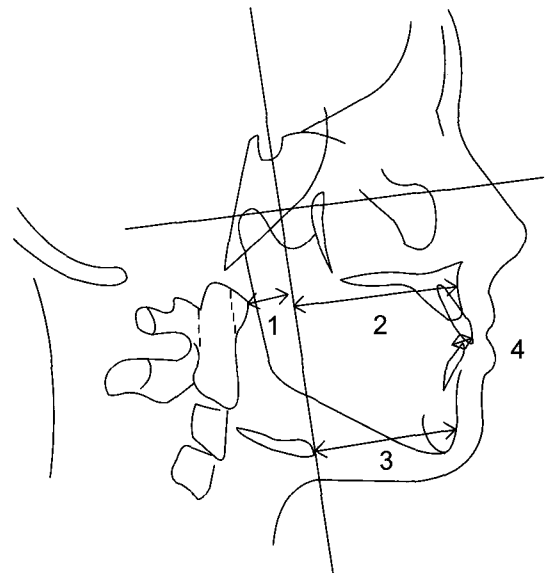


Fig 4. Linear measurements of lateral cephalometric radiograph used (mm). 1, Y - AA: length of Y-axis to Anterior point of atlas; 2, Y - A point: length of y-axis to A point; 3, Y - Pog: length of Y-axis to Pogonion; 4, Overjet.

4, Y-AA: 수직 기준선에서 atlas 전방결절까지 거리;
 5, Y-A: 수직 기준선에서 A point 까지 거리;
 6, Y-Pog: 수직 기준선에서 Pog까지 거리;
 7, Overjet: 수평 기준선 상에서의 상, 하악 전치의 절단연간 거리;
 8, Ramal height (RH): length of Ar to Go; 9, Body

length (BL): length of Go to Me; 10, Effective body length (EBL): length of Co to Pog; 선계측으로 위의 10가지를 계측하였다.

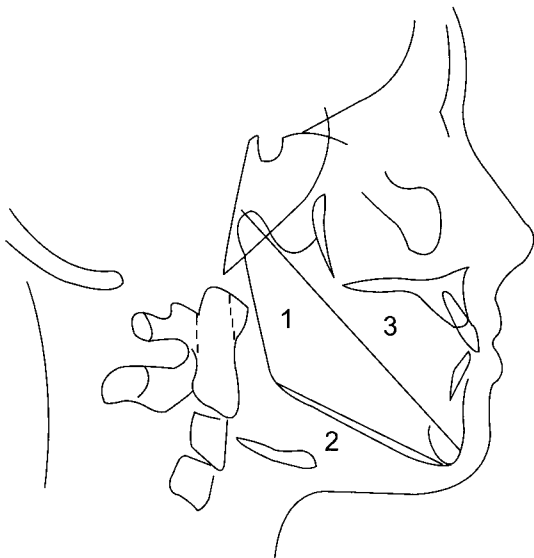


Fig 5. Linear measurements of lateral cephalometric radiograph used (mm). 1, Ramal height (RH): length of Ar to Go; 2, Body length (BL): length of Go to Me; 3, Effective body length (EBL): length of Co to Pog.

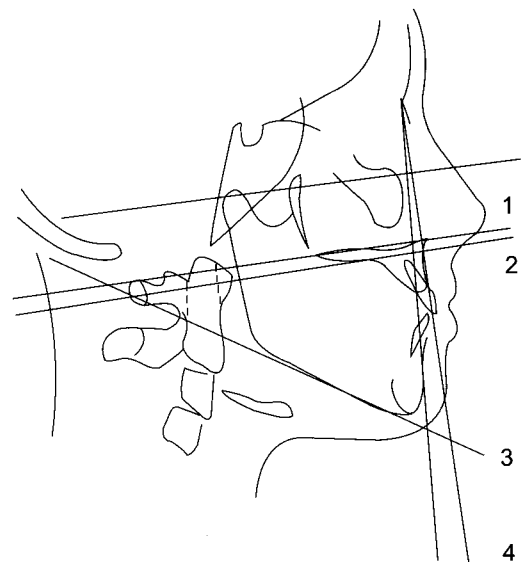


Fig 6. Angular measurements of lateral cephalometric radiograph used (°). 1, X - PP: angle of FH to Palatal plane; 2, X - LAA: angle of FH to Long axis of atlas; 3, X - Mn. P: angle of FH to Mandibular plane; 4, ANB: angle of NA to NB.

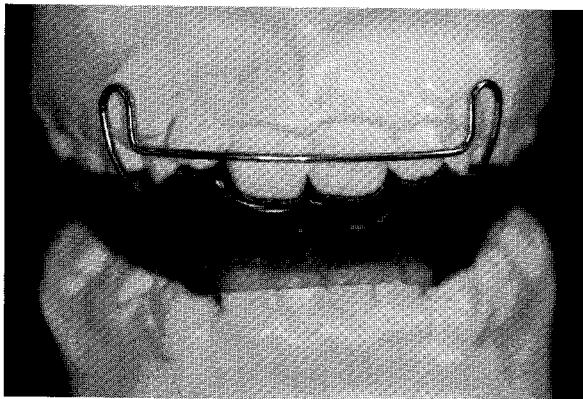


Fig 7. Class II Activator. Frontal View.

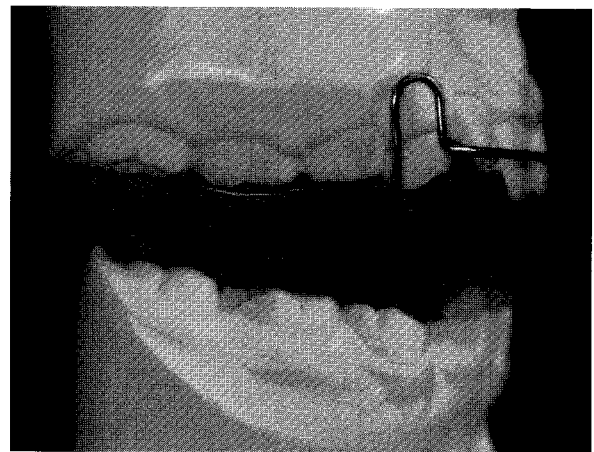


Fig 8. Class II Activator. Lateral View.

각계측 (Fig 6)

1, X to palatal plane (X-PP): 수평기준선과 palatal plane이 이루는 각; 2, X to Long Axis of Atlas (X-LAA): 수평기준선과 atlas 장축이 이루는 각; 3, X to mandibular plane (X-Mn. P): 수평 기준선과 mandibular plane이 이루는 각; 4, ANB: point A, N, point B가 이루는 각; 각 계측으로 위의 4가지를 계측하였다.

수완부방사선사진 촬영

치료 전 시기(T1)에 수완부방사선사진을 촬영 후, Fishman의 SMI에 따라 판독하였다.

액티베이터의 설계와 사용 방법 (Figs 7 and 8)

실험에 사용된 II급 액티베이터는 단국대학교 교정과에서 악정형 치료에 이용하는 장치로 장치의 디

Table 2. Cephalometric values of groups 1, 2, and 3 at T1, T2, and T3

	Group 1 (n = 30)			Group 2 (n = 22)			Group 3 (n = 22)		
	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3
	Mean ± SD			Mean ± SD			Mean ± SD		
X-LAA (°)	-8.12 ± 5.21	-5.12 ± 4.72	-3.82 ± 4.98	-8.55 ± 5.14	-7.36 ± 5.09	-6.55 ± 5.95	-8.22 ± 5.51	-8.33 ± 5.23	-7.24 ± 5.20
X-PP (°)	1.10 ± 2.63	1.98 ± 2.93	2.14 ± 2.27	1.71 ± 2.88	1.36 ± 2.92	2.43 ± 2.58	1.54 ± 3.64	0.98 ± 3.90	1.22 ± 4.32
X-Mn. P (°)	28.62 ± 4.40	29.66 ± 4.14	29.16 ± 4.6	30.95 ± 7.6	32.48 ± 4.96	32.05 ± 5.02	32.83 ± 5.06	32.26 ± 5.29	32.35 ± 5.99
RH (mm)	46.69 ± 6.39	49.93 ± 7.01	52.57 ± 7.16	43.67 ± 4.56	46.64 ± 5.24	48.6 ± 5.99	41.80 ± 4.49	44.76 ± 5.44	47.15 ± 5.28
BL (mm)	65.66 ± 5.11	68.43 ± 5.05	71.86 ± 5.21	66.62 ± 6.24	69.05 ± 5.65	71.33 ± 5.25	68.67 ± 5.13	71.41 ± 5.01	73.87 ± 4.83
EBL (mm)	107.6 ± 4.46	113.86 ± 4.99	118.93 ± 5.55	110.69 ± 7.16	115.05 ± 7.01	119.83 ± 7.07	111.57 ± 7.83	116.76 ± 7.41	121.83 ± 7.41
Y-AA (mm)	13.55 ± 3.69	14.79 ± 3.54	14.48 ± 4.33	13.5 ± 3.64	13.83 ± 4.18	14.29 ± 3.84	13.22 ± 3.02	13.41 ± 3.72	13.80 ± 3.46
Y-A (mm)	67.10 ± 3.94	67.84 ± 3.58	68.66 ± 3.97	65.74 ± 4.62	66.98 ± 4.62	67.24 ± 4.25	62.91 ± 4.50	63.78 ± 4.73	64.37 ± 5.26
Y-Pog (mm)	55.36 ± 6.34	57.43 ± 6.54	59.38 ± 6.81	53.6 ± 5.4	54.93 ± 5.24	55.93 ± 6.82	55.04 ± 5.69	56.52 ± 6.26	57.93 ± 7.67
ANB (°)	6.17 ± 1.34	3.97 ± 1.29	3.4 ± 1.23	6.02 ± 1.24	5.43 ± 1.19	5.05 ± 1.44	2.22 ± 0.99	2.13 ± 0.94	1.87 ± 1.13
Overjet (mm)	6.52 ± 2.34	2.95 ± 0.99	2.6 ± 0.67	6.24 ± 2.98	5.33 ± 2.94	3.17 ± 0.89	3.37 ± 1.69	2.70 ± 1.07	3.13 ± 0.99
AAH (mm)	10.72 ± 1.15	11.12 ± 1.18	11.52 ± 1.2	11.21 ± 1.37	11.5 ± 1.26	11.86 ± 1.11	11.11 ± 1.40	11.54 ± 1.38	11.78 ± 1.36
PAH (mm)	9.64 ± 1.96	10.19 ± 1.94	10.72 ± 1.98	9.67 ± 1.24	10.24 ± 1.33	10.67 ± 1.43	10.67 ± 1.59	11.3 ± 1.61	11.65 ± 1.63
ABL (mm)	46.02 ± 3.13	47.45 ± 3.18	48.64 ± 3.11	47.71 ± 2.8	49.19 ± 2.83	50.26 ± 2.94	47.78 ± 3.28	48.7 ± 3.01	49.78 ± 2.81

X-LAA, angle of X axis to long axis of atlas; X-PP, angle of X axis to palatal plane; X-Mn. P, angle of X axis to Mandibular plane; RH, ramus height; BL, body length; EBL, effective body length; Y-AA, length of Y axis to anterior point of atlas; Y-A, length of Y axis to A point; Y-Pog, length of Y axis to Pogonion; AAH, anterior atlas height (mm); PAH, posterior atlas height; ABL, atlas body length; SD, standard deviation.

자인은 상악에 labial bow가 있는 one piece resin으로, 상, 하악의 위치를 술자가 조절한 위치에 다물 수 있게 하는 장치이다. 또한 하악 전치의 순측경사를 막기 위하여, 하악전치에는 resin capping을 하였다. 장치 착용시간은 저녁 10시부터 아침 6시를 포함하여 12시간을 착용하게끔 지시하였다. 액티베이터의 제작 및 기공과정은 통상의 방법을 기준으로 제작하였다.²³

통계처리

윈도우용 SPSS 12.0 프로그램(SPSS 12.0, Chicago, IL, USA)을 이용하여 각 측정 항목의 평균 및 표준편차를 산출하였다. 모든 군에서 각 항목의 계측치가 남, 여 사이에 independent t-test를 사용한 결과 0.05% 유의 수준에서 몇몇 항목에서 유의한 차이가 인정됐지만, 표본의 성차를 인정하지 않고, 남, 여자를 합산하여 통계처리 하였다. 각 군의 T1 시기의 계측치 간의 유의성 검증, 각 군의 치료 전, 후의 변화

량의 유의성 검증, 그리고 그룹 간 T1, T2, T3 시기의 유의성 검증을 위해서 one-way ANOVA test를 시행 후 사후 검정으로 Sheffe's multiple range test를 시행하였다. 그룹 내 T1, T2, T3 시기의 유의성 검증을 위해서 paired t-test를 시행하였다.

연구성적

T1, T2, T3 시기의 각 군의 계측치 평균과 표준편차 (Table 2)

각 군의 계측치에 대한 평균과 표준편차가 Table 2에 나와 있다. 1군은 ANB 6.17 ± 1.34°, overjet 6.52 ± 2.34 mm로 II급 부정교합자였고, 2군은 ANB 6.02 ± 1.24°, Overjet 6.24 ± 2.98 mm로 역시 II급 부정교합자였다. 3군은 ANB 2.22 ± 0.99°, Overjet 3.37 ± 1.69 mm로 I급 부정교합자로, 골격적 이상이 없는 환자였다.

Table 3. Comparison of cephalometric values at T1 in all groups

	p value		
	Group 1 vs 2	Group 1 vs 3	Group 2 vs 3
X-LAA (°)	0.900	0.969	0.979
X-PP (°)	0.784	0.875	0.983
X-Mn. P (°)	0.364	0.035*	0.553
Ramus height (mm)	0.151	0.007 [†]	0.517
Body length (mm)	0.828	0.049 [†]	0.464
Effective body length (mm)	0.257	0.044 [†]	0.905
Y-AA (mm)	0.999	0.943	0.964
Y-A (mm)	0.547	0.004 [†]	0.042 [*]
Y-Pog (mm)	0.580	0.981	0.718
ANB (°)	0.913	0.000 [†]	0.000 [†]
Overjet (mm)	0.919	0.000 [†]	0.000 [†]
Anterior atlas height (mm)	0.630	0.742	0.980
Posterior atlas height (mm)	0.998	0.091	0.142
Atlas body length (mm)	0.166	0.130	0.997

X-LAA, angle of X axis to long axis of atlas; X-PP, angle of X axis to palatal plane; X-Mn. P, angle of X axis to mandibular plane; Y-AA, length of Y axis to anterior point of atlas; Y-A, length of Y axis to point A; * $p < 0.05$; [†] $p < 0.01$; [‡] $p < 0.001$.

T1 시기의 그룹 간 비교 (Table 3)

그룹 간 T1 시기의 차이를 비교하기 위하여 one-way ANOVA test와 사후검정으로 *Sheffe's test*를 시행하였다. 1군과 2군에서는 유의한 차이가 없었다. 이는 둘 다 T1시기에 모두 II급 부정교합자임을 알 수 있다. 1군과 3군의 비교에서는 1군이 3군보다 하악골의 길이가 유의하게 작았고, 1군의 상악골이 수직 기준선 보다 다소 전방위치하고 있다. 또한 ANB와 overjet의 유의한 차이가 있었다. 2군과 3군 사이에서는 하악골 길이의 차이는 없었으나, 2군이 3군보다 상악골이 다소 전방위치 하였고, ANB와 overjet의 유의한 차이가 있었다. 세군 모두에서 atlas의 형태적 차이는 없었다.

T1, T2, T3 시기의 군내 비교 (Tables 4-6)

1군에서는 치료 전, 후의 비교로 X-LAA의 각이 유의하게 증가하여, atlas가 수평기준선에 대해 시계 방향 회전을 함을 알 수 있다. Atlas의 길이도 유의하

게 커졌다. 또한 액티베이터와 성장의 효과로 하악체의 길이가 유의하게 증가하였으며, ANB, overjet도 유의하게 감소하였다.

2군에서는 성장에 의한 하악체의 유의한 증가가 있었으며, atlas의 길이가 유의하게 증가하였지만, X-LAA 각의 유의한 변화는 없었다.

3군에서는 역시 하악체의 길이의 유의한 증가가 있었으나, ANB, overjet의 변화는 없었다. 또한 atlas의 길이의 변화는 유의한 증가가 있었지만, X-LAA 각의 유의한 변화는 없었다.

1군과 2군의 치료 효과 비교 (Table 7)

액티베이터 사용에 따른 치료 효과의 비교에서 X-PP, X-Mn. P의 각의 변화는 큰 유의성이 없었다. 길이의 변화는 ramal height와 body length의 유의한 증가가 있었으며, 결국 effective body length가 유의하게 증가하였다. 또한 ANB가 유의하게 감소하였고, overjet은 초기에는 유의한 차이가 있었으나, 치료 종료 시에는 차이가 없었다.

Table 4. Comparison of treatment effects of group 1

	Group 1 (n=30)								
	T2 - T1			T3 - T1			T3 - T2		
	Mean	SD	p value	Mean	SD	p value	Mean	SD	p value
Age (months)	17.10	6.45	0.000 [‡]	43.00	13.79	0.000 [‡]	25.89	11.55	0.000 [‡]
X-LAA (°)	3.00	1.90	0.000 [‡]	4.30	2.81	0.000 [‡]	1.30	2.24	0.000 [‡]
X-PP (°)	0.88	1.73	0.000 [‡]	1.04	2.38	0.000 [‡]	0.16	2.27	0.000 [‡]
X-Mn. P (°)	1.04	2.95	0.000 [‡]	0.54	4.44	0.000 [‡]	-0.50	3.80	0.000 [‡]
Ramus height (mm)	3.24	3.77	0.000 [‡]	5.88	4.92	0.000 [‡]	2.64	3.16	0.030 [*]
Body length (mm)	2.77	2.36	0.040 [*]	6.21	2.35	0.025 [*]	3.43	2.04	0.680
Effective body length (mm)	6.26	2.22	0.010 [†]	11.33	2.54	0.010 [†]	5.07	2.16	0.220
Y-AA (mm)	1.24	1.43	0.010 [†]	0.93	1.36	0.000 [‡]	-0.31	1.26	0.000 [‡]
Y-A (mm)	0.74	1.86	0.000 [‡]	1.56	2.81	0.000 [‡]	0.82	2.97	0.000 [‡]
Y-Pog (mm)	2.07	1.17	0.000 [‡]	4.02	1.22	0.000 [‡]	1.95	0.77	0.000 [‡]
ANB (°)	-2.20	1.74	0.000 [‡]	-2.77	2.24	0.000 [‡]	-0.57	1.01	0.070
Overjet (mm)	-3.57	2.41	0.010 [†]	-3.92	3.39	0.008 [†]	-0.35	2.03	0.410
Anterior atlas height (mm)	0.39	0.50	0.000 [‡]	0.79	0.71	0.000 [‡]	0.39	0.58	0.000 [‡]
Posterior atlas height (mm)	0.55	0.58	0.000 [‡]	1.08	0.65	0.000 [‡]	0.53	0.64	0.000 [‡]
Atlas body length (mm)	1.43	1.17	0.000 [‡]	2.62	1.38	0.000 [‡]	1.19	1.09	0.000 [‡]

X-LAA, angle of X axis to long axis of atlas; X-PP, angle of X axis to palatal plane; X-Mn. P, angle of X axis to Mandibular plane; Y-AA, length of Y axis to anterior point of atlas; Y-A, length of Y axis to A point; Y-Pog, length of Y axis to Pogonion; SD, standard deviation, * $p < 0.05$; † $p < 0.01$; ‡ $p < 0.001$.

Table 5. Comparison of treatment effects of group 2

	Group 2 (n=22)								
	T2 - T1			T3 - T1			T3 - T2		
	Mean	SD	p value	Mean	SD	p value	Mean	SD	p value
Age(months)	21.66	12.2	0.000 [‡]	43.95	17.22	0.000 [‡]	22.28	11.40	0.000 [‡]
X-LAA (°)	1.19	3.57	0.143	2.00	4.53	0.057	0.81	3.83	0.341
X-PP (°)	-0.35	2.30	0.481	0.71	1.61	0.056	1.07	1.73	0.352
X-Mn. P (°)	1.52	6.86	0.322	1.10	6.65	0.359	-0.43	2.64	0.801
Ramus height (mm)	2.97	1.38	0.000 [‡]	4.92	2.9	0.000 [‡]	1.95	2.26	0.001 [†]
Body length (mm)	2.42	2.10	0.000 [‡]	4.71	3.12	0.000 [‡]	2.28	2.25	0.000 [‡]
Effective body length (mm)	4.35	3.38	0.000 [‡]	9.14	5.72	0.000 [‡]	4.78	4.25	0.000 [‡]
Y-AA (mm)	0.33	2.08	0.471	0.78	2.57	0.178	0.45	1.97	0.306
Y-A (mm)	1.23	1.70	0.000 [‡]	1.50	2.25	0.006 [†]	0.26	1.31	0.371
Y-Pog (mm)	1.33	3.40	0.082	2.33	5.34	0.059	1.00	3.50	0.205
ANB (°)	-0.59	0.94	0.000 [‡]	-0.97	1.41	0.005 [†]	-0.38	0.99	0.096
Overjet (mm)	-0.90	2.61	0.125	-3.07	3.08	0.000 [‡]	-2.16	2.70	0.002 [†]
Anterior atlas height (mm)	0.29	0.50	0.000 [‡]	0.65	0.71	0.000 [‡]	0.39	0.58	0.000 [‡]
Posterior atlas height (mm)	0.57	0.58	0.000 [‡]	1.08	0.65	0.000 [‡]	0.43	0.64	0.000 [‡]
Atlas body length (mm)	1.48	1.17	0.000 [‡]	2.62	1.38	0.000 [‡]	1.07	1.09	0.000 [‡]

X-LAA, angle of X axis to long axis of atlas; X-PP, angle of X axis to palatal plane; X-Mn. P, angle of X axis to Mandibular plane; Y-AA, length of Y axis to anterior point of atlas; Y-A, length of Y axis to A point; Y-Pog, length of Y axis to Pogonion; SD, standard deviation, * $p < 0.05$; † $p < 0.01$; ‡ $p < 0.001$.

Table 6. Comparison of treatment effects of group 3

	Group 3 (n=22)								
	T2 - T1			T3 - T1			T3 - T2		
	Mean	SD	p value	Mean	SD	p value	Mean	SD	p value
Age (months)	22.82	11.6	0.000 [‡]	36.47	44.08	0.000 [‡]	13.65	40.37	0.112
X-LAA (°)	-0.10	4.14	0.901	0.98	2.57	0.541	1.09	1.93	0.553
X-PP (°)	-0.56	2.33	0.258	-0.32	1.61	0.052	0.24	1.73	0.351
X-Mn. P (°)	-0.56	1.84	0.155	-0.47	2.10	0.283	0.09	2.07	0.845
Ramus height (mm)	2.95	2.01	0.000 [‡]	5.34	2.07	0.000 [‡]	2.39	1.90	0.000 [‡]
Body length (mm)	2.73	3.37	0.001 [‡]	5.19	3.87	0.000 [‡]	2.45	2.02	0.000 [‡]
Effective body length (mm)	5.19	4.11	0.000 [‡]	10.26	5.69	0.000 [‡]	5.06	3.33	0.000 [‡]
Y-AA (mm)	0.19	1.95	0.636	0.58	1.86	0.143	0.39	1.77	0.307
Y-A (mm)	0.87	2.13	0.063	1.45	2.87	0.021 [*]	0.58	2.15	0.208
Y-Pog (mm)	1.47	3.61	0.062	2.89	5.23	0.015 [*]	1.41	3.33	0.054
ANB (°)	-0.08	0.88	0.643	-0.34	1.21	0.182	-0.26	0.87	0.163
Overjet (mm)	-0.67	1.71	0.072	-0.23	1.63	0.491	0.43	1.45	0.162
Anterior atlas height (mm)	0.43	0.57	0.001 [‡]	0.67	0.51	0.000 [‡]	0.23	0.42	0.013 [*]
Posterior atlas height (mm)	0.63	0.52	0.000 [‡]	0.97	0.71	0.000 [‡]	0.34	0.41	0.001 [‡]
Atlas body length (mm)	0.91	1.07	0.000 [‡]	2.00	1.56	0.000 [‡]	1.08	1.13	0.000 [‡]

X-LAA, angle of X axis to long axis of atlas; X-PP, angle of X axis to palatal plane; X-Mn. P, angle of X axis to Mandibular plane; Y-AA, length of Y axis to anterior point of atlas; Y-A, length of Y axis to A point; Y-Pog, length of Y axis to Pogonion; SD, standard deviation, * $p < 0.05$; [‡] $p < 0.01$; [‡] $p < 0.001$.

Table 7. Comparison of treatment effects between groups 1 and 2

	Group 1 vs 2	
	T2 - T1	T3 - T1
	p value	p value
X-PP (°)	0.071	0.593
X-Mn. P (°)	0.720	0.639
Ramus height (mm)	0.457	0.032 [*]
Body length (mm)	0.470	0.048 [*]
Effective body length (mm)	0.027 [*]	0.046 [*]
Y-A (mm)	0.271	0.920
Y-Pog (mm)	0.332	0.155
ANB (°)	0.000 [‡]	0.000 [‡]
Overjet (mm)	0.000 [‡]	0.269

X-PP, angle of X axis to palatal plane; X-Mn. P, angle of X axis to Mandibular plane; Y-A, length of Y axis to A point; Y-Pog, length of Y axis to Pogonion, * $p < 0.05$; [‡] $p < 0.01$; [‡] $p < 0.001$.

Atlas의 수치의 3군간 비교 (Table 8)

세군의 atlas에 대한 변화량을 비교하였다.
1군의 atlas가 2, 3군에 비해 유의하게 시계방향 회

전이 일어났다. 1, 3군에서 1군의 atlas가 후방이동에 따른 유의한 차이가 관찰되었으나, 다른 수치에 대해서는 유의한 차이가 없었다.

Table 8. The comparison of atlas values in all groups

	<i>p</i> value					
	Group 1 vs 2		Group 1 vs 3		Group 2 vs 3	
	T2-T1	T3-T2	T2-T1	T3-T2	T2-T1	T3-T2
X-LAA (°)	0.008*	0.984	0.007*	0.935	0.945	0.985
Y-AA (mm)	0.108	0.775	0.016*	0.359	0.721	0.792
Anterior atlas height (mm)	0.617	0.551	0.999	0.781	0.622	0.934
Posterior atlas height (mm)	0.796	0.991	0.632	1.000	0.965	0.995
Atlas body length (mm)	0.981	0.999	0.273	0.368	0.238	0.391

X-LAA, angle of X axis to long axis of atlas; Y-AA, length of Y axis to anterior point of atlas, * $p < 0.05$; † $p < 0.01$; ‡ $p < 0.001$.

고찰

인간의 성장은 예측하기 힘들고, 다양한 결과로써 표현된다. 이는 인간의 성장은 유전, 환경 기타 요인의 영향을 받을 뿐 아니라, 환경에 의해 유전 형질 또한 변할 수 있기 때문이다.¹⁻⁶

그러나 어느 정도의 성장의 예측은 가능하고, 이로써 성장조절을 통한 정상 성장의 기회가 주어진다 면, 교정 치료를 통한 수정은 시도할 만한 가치가 있다고 생각한다.

기존의 연구에서는 Huggare^{12,13}는 atlas의 dorsal height의 크기에 따라, 안모 형태의 수직적 특징을 반영한다고 하였고, 특히 atlas의 anterior dorsal height가 큰 경우, 안모는 hyperdivergent한 형태를 나타냈고, anterior dorsal height가 작은 경우, 반대로 hypodivergent한 형태를 나타냈다고 했다.

이 연구에서는 II급 액티베이터 사용 후, atlas에 관한 수치의 비교에서 X-LAA가 1군에서 2, 3군과 비교해서 유의하게 시계방향으로 회전되는 결과가 나타났다. 1, 3군 사이에서 1군의 atlas가 유의한 후방이동한 것을 제외하고는 세군 사이에 atlas에 관한 다른 수치에 대해서는 유의한 차이는 없었다 (Table 8).

이는 atlas가 비교적 조기에 골화되어, 성장이 끝나게 되기 때문에, 성장함에 따라 크기의 변화는 적을 것으로 생각된다. 따라서 II급 액티베이터 치료 효과에 따른 atlas의 변화는 atlas의 크기보다는 atlas의 장축의 기울기에서 변화가 있었다고 생각한다.

또한 1군과 3군의 Y-AA 수치 비교에서 액티베이터 사용군에서 atlas가 후방위치된 것은 atlas의 clockwise rotation 결과 다소 anterior atlas가 후방위치 되는 결과로 생각한다 (Table 8).

II급 부정교합자의 경우, 하악골 성장에 관한 연구에서 You 등²⁴은 성장기 II 부정교합자에 있어서 하악골의 성장을 고려하여 저절로 개선되리라고 기대해서는 안된다고 하였고, Bishara²⁵는 교합적 특징을 고려하여 진단된 성장기 II급 부정교합자는 절대 'Self-Correction' 되지 않는다고 하였다. 반대로 Bjork²⁶은 II급 부정교합자의 하악골 성장량이 정상적인 성장을 보이는 군에 비해 뒤지지 않는다고 했다.

본 연구에서는 You 등²⁴과 Bishara²⁵의 연구에 지지하여, 성장기 II급 부정교합자의 경우 안모개선과 상, 하악골의 골격적 관계 개선을 위하여 액티베이터 치료를 시행한 환자들을 대상으로 연구하였다.

액티베이터의 치료시기에 관하여 McNamara²⁷는 연령에 따른 하악 길이 증가를 비교하였다. 평균 8.5세 아동은 6.4 mm, 11.5세 아동은 8.0 mm, 나이 든 대조군은 4.4 mm 하악골의 증가를 보고하였다. 그리고 Pfeiffer와 Grobety²⁸는 혼합치열기 말기에 시작하는 것이 효과가 좋고, 사춘기 최대성장기 까지 기다리는 경우, 제2대구치가 맹출되어 치아의 정상 맹출을 위해 필요한 공간을 유지하기가 매우 어렵게 된다고 하였다. 따라서 II급 부정교합 치료 시작을 혼합치열기 후기나 영구치열기 초기에 하는 것이 효과적이라고 하였다.

이 논문에서는 II급 액티베이터 사용 시기를 수완 부방사선사진상 최대성장기 이전의 환자로 실험군 1군(평균 10.6세), 대조군 2군(평균 11.3세), 대조군 3군(11.4세)의 환자를 대상으로 하여, 혼합치열기 후기나 영구치열기 초기에 치료를 시작한 환자를 선택하였다. 치료기간은 1군에서는 3년 7개월, 2군에서는 3년, 3군에서는 3년 5개월이 소요되었다 (Table 1).

본 논문은 후향적 연구로써, T1 시기의 군간 비교에서 1, 2군 간의 유의한 차이가 없음은 1, 2군 사이의 grouping이 잘되었음으로 볼 수 있으나, 2, 3군의 비교에서 하악체의 길이에 대해 유의한 차이점이 없는 것으로 보아, 2군에 속한 환자의 특징이 하악체 길이의 문제는 없고, 상악의 전돌을 주소로 내원하여 발치치료 등의 교정치료로 문제를 해결한 환자가 주로 선택되었다는 한계점이 있다 (Table 3).

기존 연구에서 액티베이터의 사용은 골격적, 치성적, 연조직적 효과 등으로 II급 관계를 개선하게 된다고 하였다.^{15,21} Andresen 등¹⁵은 골격적 효과는 내부 골구조에서의 기능과 변화 간에 상호 연관이 있으며, 하악골의 새로운 위치에 의한 근골격의 적응이라고 설명하였다. 이는 근신경의 적응이 구강안면 근육의 재기능을 유도하고, 기능적 기질 이론에 의한 골격의 성장으로 설명한다. Birkeback 등¹⁶은 하악 돌기는 하악골을 전방으로 전이하고, 하악골이 전방으로 위치하게 될 때 성장 방향이 성장량보다 더 중요하다고 하였다. 그리고 과두의 성장 증가와, 관절와의 개조에 의해 II급 관계가 개선하게 된다고 하였다. 또한 하악골이 전방에서 유지되면서 연조직의 탄성력에 의한 반작용으로 인해 Forsberg와 Odenrick¹⁷은 SNA의 감소를, Vargervik와 Harvold¹⁸는 상악골의 수평성장의 역제를 설명하였다.

이 연구에서는 군내 T1, T2, T3 시기의 비교에서는 세군 모두 성장에 따른 유의한 길이의 성장이 있었다. 그러나 액티베이터를 사용한 1군에서는 다른 군에 비교해 X-LAA 각이 유의하게 시계방향 회전되었음을 확인할 수 있다. 2군에서는 ANB의 감소 폭이 매우 작았으며, overjet은 T2-T1 시기에는 변화가 없었으나, 발치 치료와 II급 고무줄의 효과로 치료 종료 시 정상치를 보임을 알 수 있다 (Tables 4-6).

액티베이터의 치료 효과의 비교에서는 1, 2군 사이에서 X-PP, X-Mn. P의 각도 측정치에 대한 유의한 변화는 없었다. 수직적으로 크게 문제가 되지 않는 환자들의 grouping이 원인인 것 같다. 그러나 두군 사이에서 하악체의 길이의 유의한 증가를 확인할 수 있었다. 특히 effective body length의 유의한 증가가 있었으며, 유의한 ANB의 감소도 확인할 수 있었다. 이는 액티베이터의 골격적 효과로 생각되며, 치료 종료 시 overjet의 차이가 없음은 역시 발치치로나 II급 고무줄에 의한 치성 효과로 생각된다. 또한 두군 사이에서 수직 기준선에 대한 A Point, Pogonion의 위치에 대해서는 유의한 차이가 없었다. 이는 2군의

하악의 위치가 정상 보다 심하게 후방 위치하지 않았기 때문으로 생각된다 (Table 7).

결과적으로 II급 부정교합의 해소를 위해 액티베이터의 사용 결과, 하악체의 길이 증가, ANB 감소 등의 골격적인 효과가 나타났고, 이는 II 부정교합의 해소를 위한 액티베이터의 사용 효과로 생각된다.

이때 atlas의 장축의 시계방향 회전은 액티베이터를 사용한 효과로 보여지며, 이를 통해 차후 II급 부정교합자에서 액티베이터 치료효과를 판단하는 또 하나의 지표가 될 수 있다고 생각한다.

결론

이 연구는 II 부정교합자에서 액티베이터 사용 후, 하악골의 위치 변화에 따라 atlas의 위치 및 형태 변화를 조사하고, 그에 따른 치료 효과를 예측해 보고자 하였다.

실험군으로 II급 부정교합자에 액티베이터 치료를 1군(총30명, 남자 15, 여자 15명), 대조군으로 II급 부정교합자로 액티베이터 치료를 받지 않고, 교정치료를 한 2군(총 22명, 남자 12, 여자 10), I급 부정교합자로 치료를 받은 환자 3군(총 22명, 남자 12, 여자 10)으로 총 세군으로 나누었다.

치료 전(T1), 액티베이터 사용 중지 및 치료 중간 시기(T2), 치료 종료시기(T3)의 측모두부방사선사진을 통해서 골격 형태 계측 및 atlas 형태 계측을 시행하였다.

1. II급 액티베이터 사용 결과 액티베이터를 사용하지 않은 II급 부정교합자 군에 비해 치료 종료 시 다음과 같은 계측치 들에서 골격적인 효과가 나타났다: ramal height, body length와 effective body length는 증가하였고, ANB는 감소하였다. Overjet은 두 군 사이에서 액티베이터 사용 후 유의한 감소가 일어났으나, 치료 종료 시에는 유의한 변화가 없었다.
2. 세 군 모두에서 atlas의 수평기준선에 대한 시계방향 회전이 나타났으나, 실험군 1군에서 대조군 2, 3군에 비해 유의하게 atlas의 시계방향 회전이 관찰되었다.
3. 실험군 1군이 실험군 3군에 비해서 atlas가 유의한 후방이동을 한 것을 제외하고는, 세 군 사이의 atlas의 전, 후방적 위치나, 형태의 크기 변화에 있어 유의한 차이점은 없었다.

위의 결과들을 고려해 볼 때 atlas의 장축의 시계 방향 회전은 액티베이터의 사용효과로 생각되며, 이를 통해 차후 II급 부정교합자에서 액티베이터 치료 효과를 판단하는 또 하나의 지표가 될 수 있다고 생각한다.

참고문헌

1. Moss ML. The functional matrix. In:Kraus B, Reidel R. editors. *Vistas in orthodontics*. Philadelphia: Lea and Febiger. 1962;85-98.
2. Moss ML, Rankow RM. The role of the functional matrix in mandibular growth. *Angle Orthod* 1968;38:95-103.
3. Moss ML. The functional matrix hypothesis revisited. 1. The role of mechanotransduction. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1997;112: 8-11.
4. Moss ML. The functional matrix hypothesis revisited. 2. The role of an osseous connected cellular network. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1997;112:221-6.
5. Moss ML. The functional matrix hypothesis revisited. 3. The genomic thesis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1997;112:338-42.
6. Moss ML. The functional matrix hypothesis revisited. 4. The epigenetic antithesis and the resolving synthesis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1997;112:410-7.
7. Bjork A, Palling M. Adolescent age changes in sagittal jaw relation, alveolar prognathism, and incisal inclination. *Acta Odontol Scand* 1955;12:201-32.
8. Balbach DR. The cephalometric relationship between the morphology of the mandible and its future occlusal position. *Angle Orthod* 1969;39:29-41.
9. Baumrind S, Korn EL, West EE. Prediction of mandibular rotation: an empirical test of clinician performance. *Am J Orthod* 1984;86: 371-85.
10. Bjork A. Prediction of mandibular growth rotation. *Am J Orthod* 1969;55:585-99.
11. Kylamarkula S, Huggare J. Head posture and the morphology of the first cervical vertebra. *Eur J Orthod* 1985;7:151-6.

12. Huggare J. Head posture and craniofacial morphology in adults from northern Finland. *Proc Finn Dent Soc* 1986;82:199-208.
13. Huggare J. The first cervical vertebra as an indicator of mandibular growth. *Eur J Orthod* 1989;11:10-6.
14. Treuenfels H. Head position, atlas position and breathing in open bite. *Fortschr Kieferorthop*. 1984;45:111-21.
15. Andresen V, Haupl K, Petrik L. *Funktionskieferorthopadie: die 6*, Munich, 1957 Johann Ambrosium Barth.
16. Birkeback L, Melsen B, Terp S. A laminagraphic study of the alterations in the temporo-mandibular joint following activator treatment. *Eur J Orthod* 1984;6:257-66.
17. Forsberg CM, Odenrick L. Skeletal and soft tissue response to activator treatment. *Eur J Orthod* 1981;3:247-53.
18. Vargervik K, Harvold EP. Response to activator treatment in Class II malocclusions. *Am J Orthod* 1985;88:242-51.
19. Bjork A. The principle of the Andresen method of orthodontic treatment a discussion based on cephalometric X-ray analysis of treated cases. *Am J Orthod* 1951;37:437-58.
20. Jacobson A, Evans W, Preston C, Sadowsky P. Mandibular prognathism. *Am J Orthod* 1974;66:140-71.
21. Panchez H. A cephalometric analysis of skeletal and dental changes contributing to Class II correction in activator treatment. *Am J Orthod* 1984;85:125-34.
22. Cha KS. *Orthodontic Diagnosis*. Seoul; International dental-medical; 1995. p. 102-3.
23. Cha BK. *How to solve class II and III malocclusions*. Seoul: Jeosung; 1997. p. 7-33.
24. You ZH, Fishman LS, Rosenblum RE, Subtelny JD. Dentoalveolar changes related to mandibular forward growth in untreated Class II persons. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2001;120:598-607.
25. Bishara SE. Mandibular changes in persons with untreated and treated Class II division 1 malocclusion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1998;113:661-73.
26. Bjork A. Facial growth rotation-reflections on definition and cause. *Proc Finn Dent Soc* 1991;87:51-8.
27. McNamara JA Jr. Components of Class II malocclusion in children 8-10 years of age. *Angle Orthod* 1981;51:177-202.
28. Pfeiffer JP, Grobety D. A philosophy of combined orthopedic-orthodontic treatment. *Am J Orthod* 1982;81:185-201.

Changes in atlas position with Class II activator treatment in Class II malocclusion patients

Moon-Ki Cho, DDS, MSD,^a Jin-Woo Lee, DDS, MSD, PhD,^b
Kyung-Suk Cha, DDS, MSD, PhD,^b Dong-Hwa Chung, DDS, MSD^c

Objective: Previous studies have reported that morphological features of the first cervical vertebra (atlas) have been associated with mandibular growth direction. The purpose of this study was to show the possible positional and morphological changes of the Atlas from activator treatment in Class II malocclusion patients. **Methods:** Lateral cephalometric radiograph tracings were made at initial, middle and final stages of treatment. Angular and linear measurements of skeletal and morphological features were measured on the anatomical landmarks and reference planes. **Results:** The skeletal effects of activator treatment on Class II malocclusion patients were evident on ramal height, body length, effective body length, ANB, and overjet. Clockwise rotation of the long axis of the Atlas was found in Group 1, but there was no inclination change of the Atlas in groups 2 and 3. There was no significant correlation between anterior and posterior positions of the atlas or morphological change in all groups. - except for posterior movements of the Atlas found in group 1. **Conclusion:** Clockwise rotation of the atlas axis resulted from activator treatment in CI II malocclusion patients. Change in atlas axis can be thought of as an indicator for success of activator treatment. (*Korean J Orthod* 2007;37(1):44-55)

Key words: Atlas, Class II activator

^aResident, ^bProfessor, ^cFull-time Lecturer, Department of Orthodontics, School of Dentistry, Dankook University.

Corresponding author: *Kyung-Suk Cha*.

Department of Orthodontics, School of Dentistry, Dankook University, 7-1 San Shinbu-Dong, Cheonan, Chung-Nam 330-716, Korea.

+82 41 550 1941; e-mail, jwlee@dankook.ac.kr.

Received February 27, 2006; Last Revision September 26, 2006; Accepted September 28, 2006.