

설측 교정치료를 위한 셋업 모형 제작의 정밀도

배 기 선^a·손 우 성^b

치아 모형 및 셋업 모형에서의 정확한 순설측 및 근원심 경사의 측정을 위해 개발된 셋업 모형 측정기로 4개의 제1소 구치 발거 후 설측 교정치료를 시행 받은 22명의 성인 환자들의 치료 전후의 진단 모형 및 셋업 모형을 계측하여 설측 교정치료에서 간접 접착술식을 위해 사용되는 셋업 모형의 형태가 치료 결과에 미치는 영향을 알아보려고 하였다. 연구 결과 치료 전 진단 모형과 셋업 모형간의 상하악 6전치의 순설측 및 근원심 경사 차이는 각각 $-3.93 \pm 6.98^\circ$, $1.87 \pm 5.79^\circ$ 였으며 셋업 모형과 치료 후 치아 모형간의 차이는 $-4.31 \pm 5.91^\circ$, $-2.16 \pm 3.27^\circ$ 였다. 치료 후 치아 모형에서는 치료 전에 비해 상하악 전치부의 순설측 경사가 $-8.24 \pm 5.39^\circ$ 만큼 유의성 있게 변화되었다. 또한 facebow transfer 등을 통해 교합기에 치아 모형을 거상하지 않고도 셋업 모형 측정기만으로 치아 모형과 측모 두부방사선규격사진을 서로 연계하여 분석하는 방법을 고안하여 그 임상적용 가능성을 알아보려고 하였다. 이를 위하여 셋업 모형 측정기를 사용하여 진단용 모형으로부터 측정된 계측 게이지 각과 측모 두부방사선규격사진상에 동일한 계측점과 선분들을 작도하여 측정된 산술 게이지 각을 비교하였으며 그 결과 상하악 모두에서 유의성 있는 차이가 나타나지 않았다. 따라서 셋업 모형 측정기를 사용하여 측모 두부방사선사진에서의 계측치들을 진단용 모형에서의 계측치와 서로 연계시켜 분석하고 이를 셋업 모형 제작 시 반영하는 방법이 임상적으로 사용 가능함을 알 수 있었다.

(주요 단어: 설측교정, 셋업 모형, 진단 모형 계측, 절치 각도)

서 론

교정치료에서 브라켓을 정확한 위치에 부착하는 것은 성공적인 치료 결과를 얻기 위해 가장 필수적인 과정 중의 하나이다. 특히 설측 교정치료에서는 기존의 순측 교정치료에 비해 브라켓의 위치가 치료 결과에 커다란 영향을 미치게 되므로¹ 브라켓을 보다 정확하게 위치시키기 위하여 환자 치아의 표면에 직접 브라켓을 부착하는 대신 우선 치아 모형상의 적절한 위치에 브라켓을 부착한 후 이를 transfer tray를 사용하여 다시 환자 구강 내로 옮겨서 부착하는 간접 접착술식을 주로 사용하게 된다.^{2,3}

이러한 간접 접착술식에서는 부정교합 모형상에 바로 브라켓을 부착하기도 하지만^{4,6} 최근에는 부정교합 모형으로부터 개개 치아들을 잘라내어 이상적인 형태의 교합으로 재배열한 셋업 모형을 제작하고 이 셋업 모형상에서 브라켓의 위치를 결정하는 방법이 널리 사용되고 있다.⁷⁻¹³ 셋업 모형을 제작하게 되면 치료 후 환자의 치아배열 상태를 미리 재현시켜 볼 수 있으므로 치료 진행과정에서 예기치 못한 치아배열이 발생하는 상황을 최소화시킬 수 있으며, 이와 함께 치료 최종단계의 치아 배열에 맞게 브라켓이 부착되기 때문에 이상적인 위치에 브라켓을 위치시킬 수 있다는 장점이 있다.

현재까지 셋업 모형을 제작하기 위한 여러 가지 방법들이 소개되고 있지만¹⁴⁻¹⁸ 근본적으로 기존의 셋업 모형 제작 방법에서는 개개 치아를 배열할 때 해당 치아들의 각도나 경사를 정확하게 측정할 방법이 없기 때문에 이를 단순히 제작자의 경험이나 시각적인

^a 대학원생, ^b 교수, 부산대학교 치과대학 교정학교실.

교신저자: 배기선

부산광역시 부산진구 양정2동 406-17 선부부치과 / 051-868-8528
subboat@hanafos.com

원고접수일: 2004년 8월 10일 / 원고최종수정일: 2005년 5월 9일
/ 원고채택일: 2005년 5월 11일

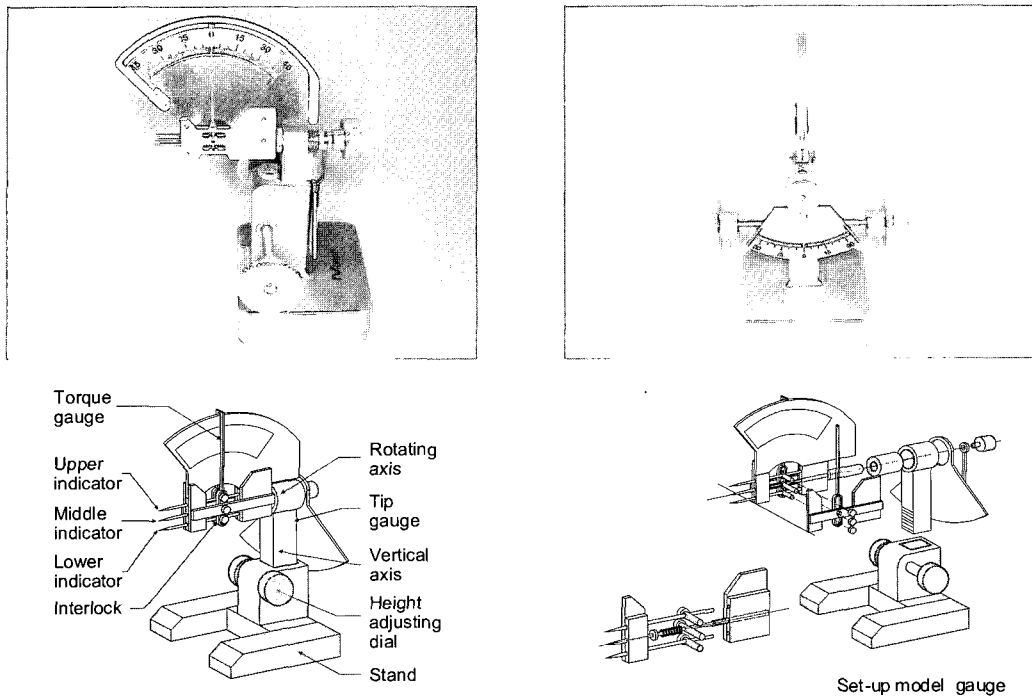


Fig 1. The set-up model gauge.

판단에 의존하게 되고 따라서 치아의 배열이 부정확하게 될 위험성이 많았다. 또한 셋업 모형은 단순히 치아들이 적절한 교합을 이룰 수 있도록 배열해 놓은 것만이 아니라 환자 개개인의 교정 진단 결과 및 이에 따른 술자 나름대로의 치료 계획을 포함하는 것이 가장 이상적일 것이다. 하지만 실제 교정 진단에서 얻어진 수치들을 셋업 모형에 반영하고 이를 술자가 세운 치료 계획에 맞게 변화시키기 위해서는 셋업 모형을 facebow transfer를 통해 교합기에 부착하여 환자 안면 골격과의 관계를 재현해 주어야 하는 등의 복잡한 임상 및 기공 과정이 부가적으로 요구된다.

이상과 같은 셋업 모형 제작 시의 문제점을 해결해 보고자 저자는 셋업 모형 측정기를 개발하였으며, 본 실험에서는 셋업 모형 측정기를 사용하여 치료 전의 치아 모형과 치료에 사용된 셋업 모형, 치료 종료 시의 치아 모형에서의 상하악 전치부 치아배열을 비교하여 셋업 모형에서 의도된 치료 계획이 얼마만큼 최종 결과에 반영될 수 있는지를 알아보았다. 이와 함께 셋업 모형 측정기를 사용하여 환자의 측모 두부방사선규격사진에서의 측정치를 셋업 모형 제작 시 직접적으로 반영시키는 방법의 임상적인 적용 가능성을

알아보고자 하였다.

연구대상 및 방법

셋업 모형 측정기

셋업 모형 측정기(set-up model gauge)는 셋업 모형 제작 시 개개 치아의 순설측 경사와 근원심 경사를 정확하게 측정하기 위해 제작한 기구이다 (Fig 1). 셋업 모형 측정기의 기본적인 구조는 전방부에 3개의 탐침이 돌출되어 있고 상방과 후방에 각각 각도기와 눈금을 읽기 위한 각도지침이 부착되어 있다. 전방부의 3개 탐침 중 상부 및 하부 탐침의 전후방적인 위치 차이가 발생하면 상부 각도지침이 연동축을 중심으로 회전하여 상부 각도기에 각도를 표시하게 되며, 상부 및 하부 탐침의 측방 위치 차이가 발생하면 측정기의 두부가 중앙 탐침을 중심으로 회전하게 되고 이 회전량이 후방 각도지침을 통해 후방 각도기에 나타나게 되어 있다. 따라서 이 3개의 탐침을 치아면에 표시된 치축에 적절하게 접촉시키면 각 탐침간의 상대적인 전후방 위치 및 회전 정도에 따라 상부 각도기

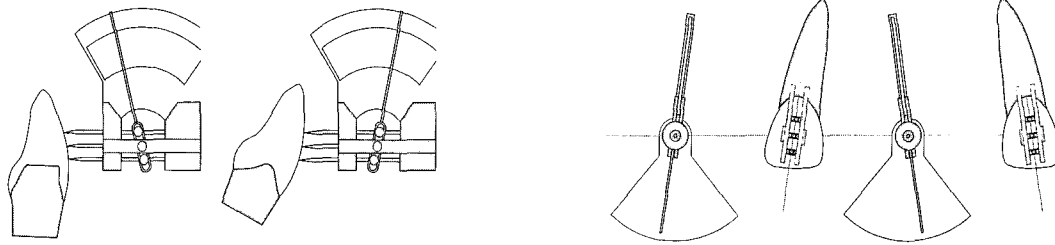


Fig 2. Measuring inclination and angulation using the set-up model gauge.

에서 해당 치아의 순설측 경사를, 후방 각도기에서 근원심 경사를 동시에 측정할 수 있다 (Fig 2).

연구대상

개인 의원에 내원하여 설측 교정치료를 받은 성인 환자 중 구순 돌출감을 주소로 내원하였고 치료 전 상하악 치열의 공간 부족량이 각각 5 mm 이하이며 4개의 제1소구치를 발거한 환자를 대상으로 하였다. 이중 상하악 6전치에 보철물이 존재하지 않으며 안모비대칭을 보이지 않는 환자 22명(남성 2명, 여성 20명)을 선정하였으며, 환자들의 평균 연령은 27.79 ± 7.33세였다.

모든 환자는 1인의 임상가로부터 설측 교정치료를 시행받았다. 사용된 장치는 Ormco사의 7세대 설측 브라켓이었으며 활주기법으로 공간폐쇄를 시행하였다. 평균 치료기간은 25.61 ± 4.37개월이었다.

계측점 및 계측 방법

각 환자별 치료 전후의 치아 모형 및 측모 두부방사선규격사진, 설측 교정장치 부착에 사용된 셋업 모형으로부터 계측점들을 정하고 계측을 시행하였다.

치료 전후의 치아 모형 및 셋업 모형에서의 계측점 및 계측 방법

각 환자의 치료 전후의 치아 모형 및 셋업 모형에서 상하악 6전치 및 제1대구치의 순면에 연필로 Andrews의 정의¹⁹에 따라 FACC (facial axis of clinical crown)를 표시하였다. 각 치아의 FACC의 길이 를 버니어 캘리퍼로 0.1 mm 단위까지 측정 한 후 1/2로 나누어 FA point (facial axis point)를 결정하

고 치면상에 표시하였다. 또한 설면에도 순면의 FACC를 연장한 직선을 표시하여 개개 치아를 교합 면상에서 보았을 때 하나의 직선이 치아를 가로지르도록 하였다. 진단 모형을 조절성 모형 고정대에 고정시킨 후, 중절치와 제1대구치의 FA point를 연결한 Andrews' plane이 지평면에 평행하도록 모형을 위치시켰다 (Fig 3, B). 이때 모형을 정확하게 위치시키기 위하여 투명 플라스틱 격자와 치과용 서베이어에 금속판을 부착한 기구를 사용하였다 (Fig 3, A). 금속판을 좌우로 이동시키면서 모형의 위치를 조절하여 좌우측 중절치와 좌우측 제1대구치의 FA point가 정확하게 한 평면상에 위치하도록 하였으며, 좌우측 중절치의 FA point가 수직적으로 불일치할 경우는 좌우측 FA point의 중간점을 기준으로 모형을 위치시켰다. 측정할 모형이 지평면상에 적절히 위치되면 셋업 모형 측정기의 높이를 조절하여 가운데 탐침이 측정할 치아의 FA point에 일치되도록 한 후 (Fig 3, C) 측정기의 상하 탐침이 해당 치아의 FACC에 일치되도록 하였다 (Fig 3, E). 이때 측정할 치아의 설면에 표시되어 있는 FACC의 연장선과 측정기의 탐침이 일직선상에 위치될 수 있도록 측정기의 좌우 위치를 조절하였다 (Fig 3, D). 상방 각도기에서의 눈금을 읽어 Andrews' plane에 대한 해당 치아 순면의 순설측 경사를 측정하고, 후방 각도기에서의 눈금을 읽어 근원심 경사를 측정하였다 (Fig 3, F). 이상과 같은 방법으로 상하악 전치부 치아 12개의 순설측 경사와 근원심 경사를 구하였으며, 치료 후의 치아 모형과 셋업 모형에서도 동일한 방법으로 측정을 시행하였다. 또한 상하악 각각에서 좌우측 중절치의 순설측 경사의 평균을 구한 후 이를 상하악의 계측 게이지 각 (measured gauge angle)으로 정의하였다.

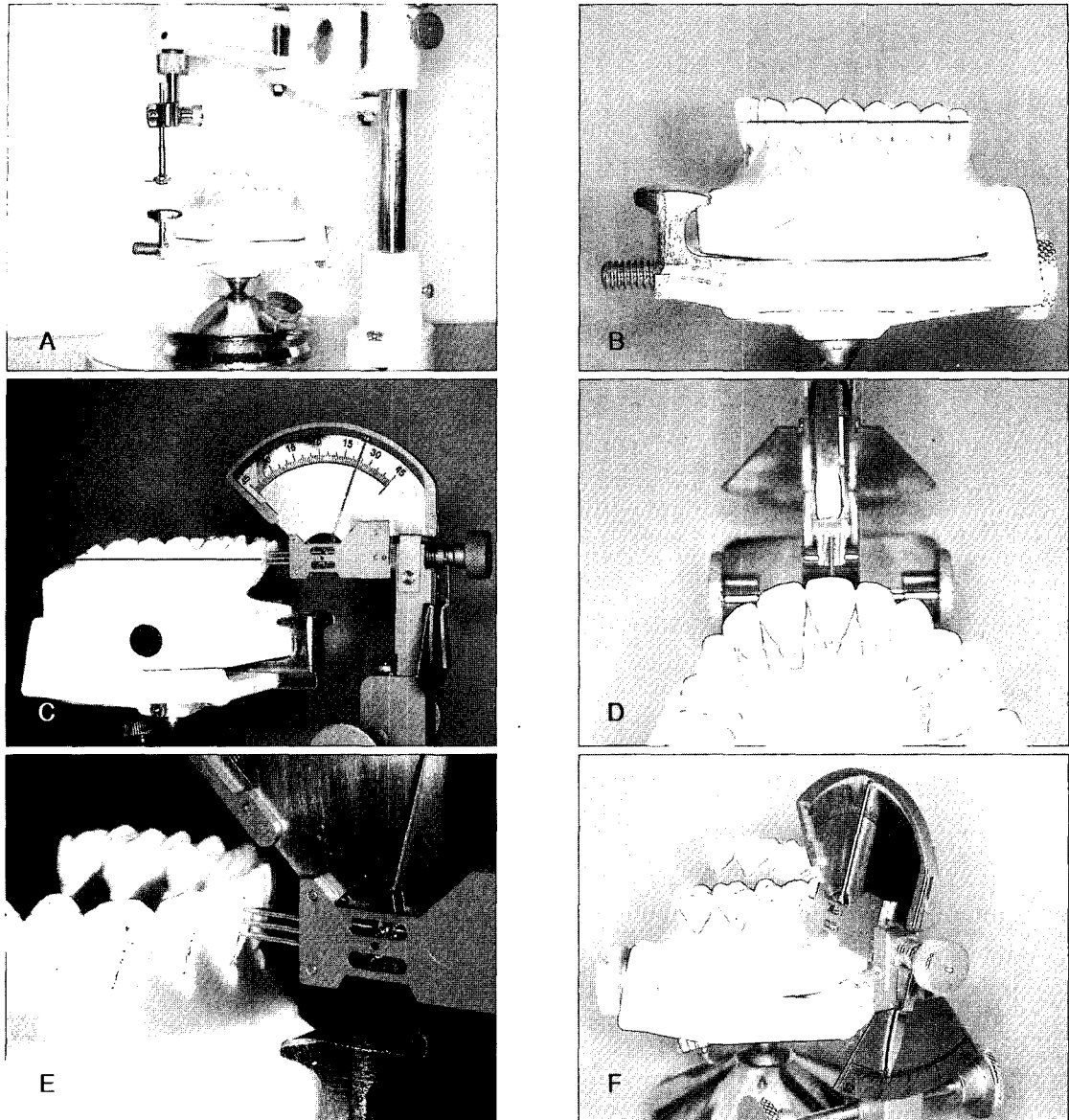


Fig 3. Measuring inclinations and angulations of teeth on the set-up model using the set-up model gauge. **A,** The set-up model orientation with the dental surveyor and the metal blade; **B,** Andrews' plane of the set-up model is parallel to the ground; **C,** adjusting the gauge height to the same level with Andrews' plane of the set-up model; **D,** the middle indicator is located in line with the central axis of the clinical crown; **E,** the middle indicator is located in the FA point of the tooth, and the upper and lower indicators are in the FACC; **F,** inclination and angulation of the tooth can be measured simultaneously.

측모 두부방사선규격사진에서의 계측점 및 계측 방법

각 연구대상별로 표준 방식에 의해 촬영된 치료 전후의 측모 두부방사선규격사진의 투사도를 작성하고

계측점들을 표시하였다 (Fig 4). 이와 함께 진단 모형에서의 계측치를 측모 두부방사선규격사진에서의 계측치와 연계하기 위하여 새로운 계측점들을 정의하였다.

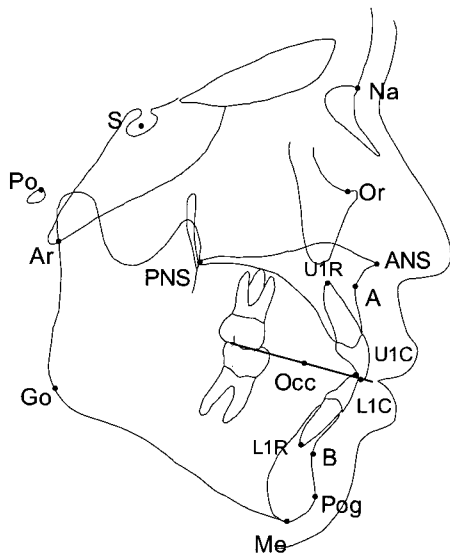


Fig 4. Cephalometric landmarks used. *Na*, Nasion; *S*, sella; *Or*, orbitale; *Po*, porion; *Ar*, articulare; *Go*, gonion; *Me*, menton; *Pog*, pogonion; *B*, B-point; *A*, A-point; *ANS*, anterior nasal spine; *PNS*, posterior nasal spine; *U1C*, tip of the crown of the upper incisor; *U1R*, tip of the root of the upper incisor; *L1C*, tip of the crown of the lower incisor; *L1R*, tip of the root of the lower incisor; *Occ*, midpoint between upper and lower first bicusps.

상하악 중절치의 FA point

치아 모형에서는 상악 중절치의 임상적 치관 길이의 1/2에 해당하는 FACC 상의 점을 FA point로 정할 수 있지만, 측모 두부방사선규격사진상에서는 임상적 치관대신 해부학적 치관만이 나타나므로 치아 모형에서 결정된 것과 동일한 부위에 FA point를 표시하기 어렵다. 따라서 치아 모형상에서 상악 중절치 절단면으로부터 FA point까지의 거리를 측정하여 이를 측모 두부방사선규격사진상에 표시하고자 하였다. 이때 실제 측정되는 길이에 비해 측모 두부방사선규격사진상에서는 약간의 확대가 발생하게 되므로²⁰ 이 확대율을 결정하기 위하여 nasion indicator의 하방 5-7 cm 부위에 10 mm, 15 mm, 20 mm 길이의 .018" x .025" 스테인레스 스틸 와이어를 위치시키고 이를 3 차례에 걸쳐 촬영하였다. 실제 와이어의 길이와 측모 두부방사선규격사진 상에서 측정된 길이의 차이를 버어니어 캘리퍼로 0.1 mm 단위까지 측정하여 비교

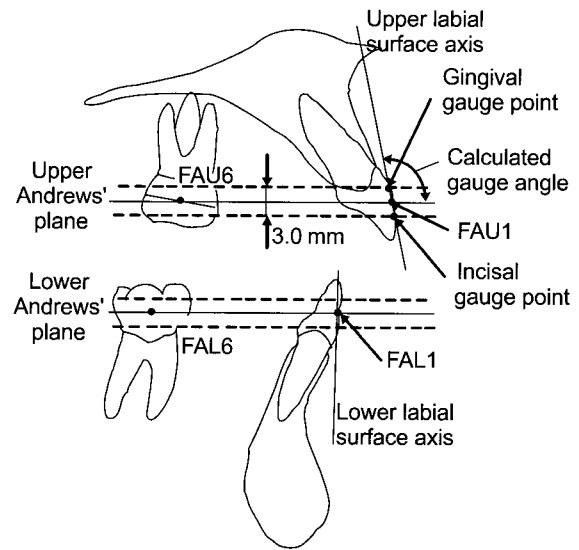


Fig 5. Constructed landmarks and lines for measuring calculated gauge angles. *FAU1*, FA point of upper incisor crown; *FAL1*, FA point of lower incisor crown; *FAU6*, FA point of upper 1st molar crown; *FAL6*, FA point of lower 1st molar crown.

한 결과 평균 $110.02 \pm 2.59\%$ 의 확대가 나타남을 알 수 있었다. 따라서 치아 모형상에서 측정된 절단면에서 FA point까지의 길이에 110%를 곱하여 얻은 수치를 사용하여 측모 두부방사선사진상의 상악 중절치 순면의 외연선에 FA point (*FAU1*)를 표시하였다. 하악 중절치의 FA point (*FAL1*)도 동일한 방법으로 표시하였다 (Fig 5).

상하악 제1대구치의 FA point

상하악 제1대구치 치관부의 근원심 최대 풍음부를 연결한 선을 작도하고, 이 선의 1/2 지점을 대구치에서의 FA point (*FAU6*, *FAL6*)로 설정하였다. 그리고 상하악 별로 중절치의 FA point와 제1대구치의 FA point를 연결한 선을 각각 상하악에서의 Andrews' plane으로 정의하였다 (Fig 5).

Incisal gauge point와 gingival gauge point

셋업 모형 측정기로 측정을 시행할 때 측정기의 상하 탐침은 측정할 모형 치아 FA point의 위, 아래 각각 1.4 mm 거리의 FACC에 접촉하게 된다. 따라서

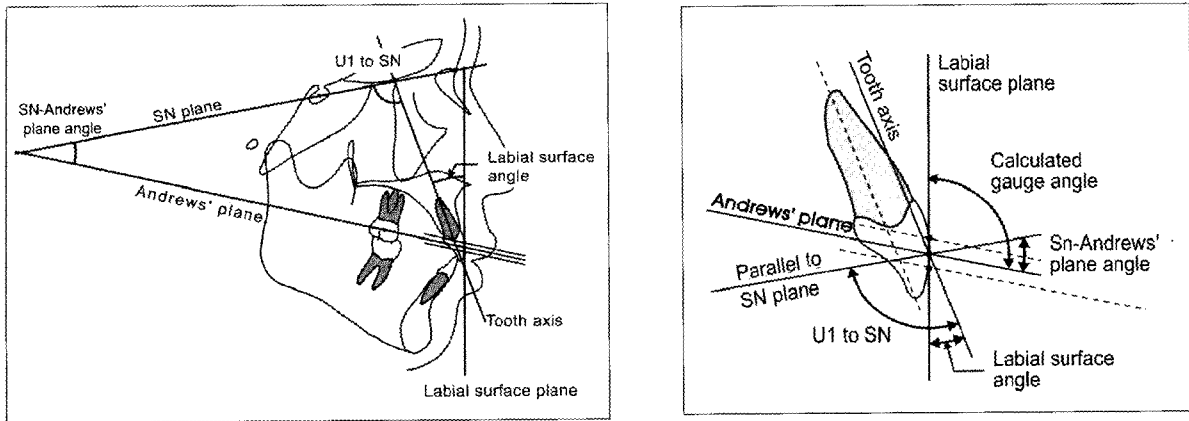


Fig 6. Relationship between calculated gauge angle, U1 to SN angle, labial surface angle and SN to Andrews' plane angle. Calculated gauge angle is equal to U1 to SN angle minus the labial surface angle plus SN to Andrews' plane angle.

측모 두부방사선규격사진에서는 상하 탐침간의 거리가 $2.8 \times 110\% = 3.08 \text{ mm}$ 정도로 나타날 것으로 예측된다. 이를 검증하기 위하여 셋업 모형 측정기를 3회에 걸쳐 방사선사진 촬영을 시행하였고, 측모 두부방사선규격사진상에 나타난 상하 탐침과 가운데 탐침간의 거리를 측정하였다. 측정 결과에 따라 Andrews' plane과 평행하면서 상하로 각각 1.5 mm 떨어진 2개의 선분을 작도하고 이 선분들이 중절치 치관 협축 외연과 만나는 점을 각각 incisal 및 gingival gauge point로 정하였다. 이 point들은 측정기의 상하 탐침이 실제 중절치 치면에 닿는 점을 방사선사진상에 나타낸 것이다. 또한 incisal과 gingival gauge point를 연결한 선을 labial surface plane으로 정의하고 이 plane과 Andrews' plane이 이루는 각도를 산술 계이지 각 (calculated gauge angle)으로 정의하였다 (Fig 5). 각각의 계측점들과 평면들을 작도한 후 투사도를 스캐닝하여 컴퓨터에 입력하고 교정 분석 프로그램인 V-Ceph™ Ver. 3.5 (CyberMed Inc., Korea)을 사용하여 Table 1에 정의된 계측항목들을 분석하였다.

계측 항목의 평가 및 통계 처리

치료 전후의 진단 모형 및 셋업 모형의 비교

치료 전의 진단 모형을 A군, 설측 교정장치 제작을 위해 사용된 셋업 모형을 B군, 치료 후의 진단 모형을 C군으로 분류하고, 각 군별로 상하악 6전치의 순

설측 경사 및 근원심 경사의 평균과 표준 편차를 구하였다. 이 중 A군의 모형들은 동일 계측자에 의해 2일 간격으로 2회 측정하여 계측 시기간 차이를 구하였으며 다른 계측자에 의해 1회 측정 후 이를 첫번째 계측자의 첫번째 계측과 비교하여 계측자간 차이를 구하고 피어슨 상관분석을 통해 상관계수를 구하였다. 또한 치료 전 진단 모형과 셋업 모형간의 차이를 평가하기 위하여 A-B 군간의 차이 (B-A) 및 치료 전 진단 모형의 순설측 및 근원심 경사에 대한 차이의 백분율 $((B-A)/A \times 100)$ 을 구하였다. 이 때 순설측 경사의 차이가 +값일 경우는 치관이 순측 경사, -값일 경우는 설측 경사되었음을 나타내며 근원심 경사의 차이가 +값일 경우는 근심 경사, -값일 경우는 원심 경사되었음을 나타낸다. 각 군별로 정규성 검정을 시행한 후 paired t-test를 통해 변화의 유의성을 알아보았다. 동일한 평가를 B-C 군간, A-C 군간에도 실시하였다.

치료 전후의 측모 두부방사선규격사진 비교

치료 전후의 측모 두부방사선규격사진에서의 계측치를 비교하여 치료에 의해 상하악 치열 및 골격의 계측 항목에서 유의성 있는 변화가 나타나는지 평가하였다.

계측 계이지 각과 산술 계이지 각의 비교

치료 전 실제 진단 모형으로부터 셋업 모형 측정기를 사용하여 측정된 계측 계이지 각과 치료 전 측모

Table 1. Cephalometric measurements and definitions

Measurements	Definition
SNA (°)	S-Na-A
SNB (°)	S-Na-B
ANB (°)	A-Na-B
SN-PP (°)	SN to palatal plane
SN-OCC (°)	SN to occlusal plane
SN-GoMe (°)	SN to mandibular plane
OCC-Mn (°)	Occlusal plane to mandibular plane
ODI (°)	A-B plane to the mandibular plane angle combined with Frankfort horizontal (FH) to palatal plane angle
AFH (mm)	Anterior facial height (Na-Me)
PFH (mm)	Posterior facial height (S-Go)
PFH/AFH (%)	Facial height ratio
U1 to SN (°)	Upper incisor to SN plane
FMA (°)	FH to mandibular plane
FMIA (°)	Lower incisor to FH plane
IMPA (°)	Lower incisor to mandibular plane
Interincisal angle (°)	Angle between upper and lower incisors
U1 to FH (°)	Upper incisor to FH plane
L1 inclination (°)	Lower incisor to A-Pog plane
U1 to APog (mm)	Distance from tip of upper incisor to A-Pog plane
L1 to APog (mm)	Distance from tip of lower incisor to A-Pog plane
U1 to facial plane (mm)	Distance from tip of upper incisor to Na-Pog plane
L1 to facial plane (mm)	Distance from tip of lower incisor to Na-Pog plane
U1 gauge angle (°)	Upper Andrews' to labial surface plane
L1 gauge angle (°)	Lower Andrews' to labial surface plane
SN-upper AP (°)	SN to upper Andrews' plane
MN-lower AP (°)	Mandibular plane to lower Andrews' plane
Inter AP (°)	Angle between upper and lower Andrews' planes
U1-labial surface angle (°)	Upper incisor to upper labial surface plane
L1-labial surface angle (°)	Lower incisor to lower labial surface plane

두부방사선규격사진으로부터 각도를 통해 측정된 산술 게이지 각을 서로 비교하여 유의한 차이가 없는지 검증하였으며 치료 후의 자료에 대해서도 동일한 검증을 시행하였다.

연구성적

치료 전후의 진단 모형 및 셋업 모형의 비교

셋업 모형 측정기를 사용한 모형 측정 방법을 사용했을 경우 계측 시기간 ($r = 0.9862$) 및 계측자간 ($r = 0.9823$) 재현성에 관한 통계학적 검증에서 매우 높

은 재현성을 보임을 관찰할 수 있었다. 상기 방법으로 측정된 치료 전 진단 모형, 셋업 모형, 치료 후 진단 모형에서의 상하악 6전치의 순설측 및 근원심 경사를 Table 2에 나타내었다.

치료 전 진단 모형과 셋업 모형에서 측정된 순설측 경사 및 근원심 경사의 차이를 비교해 본 결과 각각 $-3.93 \pm 6.98^\circ$, $1.87 \pm 5.79^\circ$ 의 차이를 보였으며 ($p < 0.001$) 이를 치료 전 진단 모형 측정치에 대한 백분율로 나타내었을 때 $-3.65 \pm 7.04\%$, $2.42 \pm 6.40\%$ 만큼 변화한 것으로 측정되었다 (Table 3).

셋업 모형과 치료 후 치아 모형간의 순설측 및 근원심 경사의 차이는 각각 $-4.31 \pm 5.91^\circ$, $-2.16 \pm 3.27^\circ$

Table 2. Measured inclinations and angulations of labial surfaces of upper and lower anterior teeth of before treatment, set-up and after treatment models

	Before treatment		Set-up model		After treatment	
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
<i>Inclination (°)</i>						
11	108.56	5.89	99.81	4.40	95.69	4.58
12	101.72	4.98	98.83	3.35	94.92	4.40
13	89.25	8.34	88.81	6.15	84.53	5.84
21	107.81	6.95	99.72	4.36	95.61	5.17
22	101.06	6.35	98.17	4.05	94.83	5.07
23	90.08	7.71	87.47	5.98	84.89	4.84
31	97.42	5.36	93.69	4.30	89.72	6.04
32	95.72	6.07	92.75	4.86	87.06	5.80
33	89.83	4.24	86.08	6.15	80.61	5.28
41	98.17	7.18	93.47	4.18	89.33	6.21
42	95.56	6.25	92.47	4.38	87.25	6.08
43	89.69	4.11	86.39	6.39	81.50	6.56
<i>Angulation (°)</i>						
11	3.56	6.15	4.61	1.52	4.19	2.32
12	4.14	4.28	7.03	1.82	4.64	2.53
13	7.81	3.92	7.64	3.81	4.89	3.45
21	3.03	6.44	4.00	1.41	3.39	1.68
22	6.11	4.47	6.94	2.05	5.67	2.70
23	5.06	4.86	6.75	3.09	4.44	3.90
31	-0.14	3.42	4.08	1.42	2.11	2.19
32	0.19	6.02	4.78	1.05	2.94	3.46
33	5.06	7.88	5.75	2.05	2.33	4.19
41	1.67	5.04	2.75	2.03	0.50	2.18
42	-0.97	5.69	4.22	1.59	0.92	2.70
43	4.83	9.96	4.25	3.53	0.81	5.20

SD, Standard deviation.

이었으며 ($p < 0.001$) 이를 치료 전 진단 모형 측정치에 대한 백분율로 나타내면 각각 $-4.61 \pm 6.23\%$, $-2.37 \pm 3.52\%$ 만큼 변화한 것으로 나타났다 (Table 4).

치료 전후의 치아 모형에서 각각의 측정치를 비교해 본 결과 설측 교정치료를 통해 전치부 치아들의 순설측 경사는 $8.24 \pm 5.39^\circ$ 만큼 유의성 있게 감소하였으나 ($p < 0.001$) 근원심 경사는 $-0.29 \pm 5.58^\circ$ 로서 유의성 있는 차이가 나타나지 않았다. 치료 전 치아 모형에서의 측정치에 대한 백분율로 환산했을 경우

의 변화량은 각각 $-8.26 \pm 5.38\%$ 와 $0.05 \pm 6.04\%$ 였다 (Table 5).

치료 전후의 측모 두부방사선규격사진의 비교

치료 전후의 측모 두부방사선규격사진에서의 계측치들을 비교해 본 결과 설측 교정치료를 통해 U1 to SN $-15.64 \pm 8.66^\circ$, IMPA $-7.96 \pm 5.66^\circ$ 등 치열 부위의 변화를 평가하는 대부분의 항목에서 유의성 있

Table 3. Comparison between before treatment models (A group) and set-up models (B group) in inclinations and angulations of upper and lower anterior teeth

Tooth	Difference between before treatment (A) and set-up model (B)				Rate of difference ((B-A)/A × 100)			
	Inclination (°)		Angulation (°)		Inclination (%)		Angulation (%)	
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
11	-8.75**	7.65	1.06	5.95	-7.79	6.59	1.52	6.43
12	-2.89	5.88	2.89*	3.95	-2.62	5.81	3.25	4.56
13	-0.44	8.22	-0.17	4.97	0.08	9.17	-0.05	5.01
21	-8.08**	8.22	0.97	6.51	-7.14	7.13	1.52	7.55
22	-2.89	6.53	0.83	4.66	-2.55	6.52	1.06	4.82
23	-2.61	7.65	1.69	5.10	-2.44	8.28	2.00	5.51
31	-3.72*	5.96	4.22***	3.43	-3.61	5.95	4.83	4.09
32	-2.97	7.52	4.58*	6.38	-2.76	7.53	5.54	7.38
33	-3.75*	6.60	0.69	7.16	-4.05	7.31	1.37	8.45
41	-4.69*	7.92	1.08	5.53	-4.32	7.92	1.49	6.40
42	-3.08*	4.80	5.19**	5.38	-3.02	4.86	6.21	6.49
43	-3.31	6.86	-0.58	10.47	-3.56	7.47	0.34	10.12
Total	-3.93***	6.98	1.87***	5.79	-3.65	7.04	2.42	6.40

Positive inclination values indicate lingual tipping of the clinical crown; negative values, labial tipping. Positive angulation values indicate mesial tipping of clinical crown; negative values, distal tipping. *SD*, Standard deviation; * $p < 0.05$; ** $p < 0.01$; *** $p < 0.001$.

는 변화가 관찰되었다 ($p < 0.001$). 또한 치료 전후의 수직적인 계측 및 교합평면의 위치 비교에서 전안면 교경 및 SN-mandibular plane angle, palatal-mandibular plane angle 등은 유의성 있는 변화를 보이지 않았으나 SN-occlusal plane angle은 $3.03 \pm 3.10^\circ$, occlusal-mandibular plane angle은 $-2.73 \pm 2.82^\circ$ 만큼의 변화를 보여 ($p < 0.01$) 교정치료를 통해 교합평면이 전하방으로 회전되었음이 관찰되었다.

또한 셋업 모형 측정기를 사용한 치아 모형 측정을 측모 두부방사선사진상에서 재현하는 계측 항목들에서 상악의 산술 게이지 각은 $-12.36 \pm 5.78^\circ$, 하악의 산술 게이지 각은 $-8.51 \pm 4.62^\circ$ 만큼 변화한 것으로 관찰되었으며 ($p < 0.001$) SN 평면에 대해 상악 Andrews' plane은 $3.38 \pm 3.34^\circ$ 만큼 유의성 있게 변화하여 ($p < 0.01$) SN 평면에 대한 교합평면의 변화와 유사한 양상을 보였다 (Table 6).

산술 게이지 각과 계측 게이지 각의 비교

셋업 모형 측정기를 사용하여 진단용 모형으로부터 측정된 계측 게이지 각과 측모 두부방사선규격사진상에 동일한 계측점과 선분들을 작도하여 측정된 산술 게이지 각을 비교해 본 결과 상하악 모두에서 유의성 있는 차이를 보이지 않았다 ($\alpha = 0.1$) (Table 7).

고찰

교정학 영역에서의 셋업 모형의 제작에 관한 기존의 연구들은 주로 교정치료의 마무리 단계에서 사용되는 tooth positioner 제작을 위한 것들이었다. 이 중 복잡한 기공과정을 간편화시킬 수 있는 방법들¹⁴⁻¹⁶을 제외하면 대부분이 기능적 교합관계 형성을 위한 gnathologic positioner를 제작하기 위한 연구들^{17,18}이어서 이를 교정치료 시행 전 브라켓 위치 결정을 위

Table 4. Comparison between set-up models (B group) and after treatment models (C group) in inclinations and angulations of upper and lower anterior teeth

Tooth	Difference between Set-up model (B) and after treatment (C)				Rate of difference ((C-B)/A × 100)			
	Inclination (°)		Angulation (°)		Inclination (%)		Angulation (%)	
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
11	-4.11**	5.32	-0.42	2.50	-3.93	4.87	-0.39	2.77
12	-3.92**	4.74	-2.39***	1.75	-3.99	4.79	-2.52	1.82
13	-4.28**	5.12	-2.75*	4.35	-5.04	5.91	-2.80	4.41
21	-4.11*	6.16	-0.61	1.94	-4.05	5.73	-0.71	2.16
22	-3.33*	4.92	-1.28	3.00	-3.46	4.93	-1.33	3.13
23	-2.58	5.87	-2.31*	3.58	-3.00	6.50	-2.52	3.92
31	-3.97*	7.20	-1.97**	2.38	-4.22	7.67	-2.20	2.64
32	-5.69**	6.03	-1.83*	3.24	-6.14	6.49	-2.12	3.57
33	-5.47**	5.49	-3.42*	4.79	-6.07	6.05	-3.61	4.98
41	-4.14*	7.17	-2.25*	3.00	-4.44	7.69	-2.56	3.44
42	-5.22**	6.54	-3.31**	3.25	-5.53	7.09	-3.75	3.58
43	-4.89**	6.35	-3.44*	5.50	-5.48	7.12	-3.98	5.79
Total	-4.31***	5.91	-2.16***	3.27	-4.61	6.23	-2.37	3.52

Positive inclination values indicate lingual tipping of the clinical crown; negative values, labial tipping. Positive angulation values indicate mesial tipping of clinical crown; negative values, distal tipping. *SD*, Standard deviation; * $p < 0.05$; ** $p < 0.01$; *** $p < 0.001$.

Table 5. Comparison between before treatment models (A group) and after treatment models (C group) in inclinations and angulations of upper and lower anterior teeth

Tooth	Difference between before treatment (A) and after treatment (C)				Rate of difference ((C-A)/A × 100)			
	Inclination (°)		Angulation (°)		Inclination (%)		Angulation (%)	
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
11	-12.86***	5.06	0.64	7.03	-11.72	4.35	1.13	7.66
12	-6.81***	3.65	0.50	4.78	-6.62	3.55	0.73	5.35
13	-4.72**	5.34	-2.92*	5.16	-4.95	5.76	-2.85	4.98
21	-12.19***	4.51	0.36	5.90	-11.18	3.86	0.81	6.68
22	-6.22***	4.44	-0.44	5.03	-6.01	4.34	-0.27	5.17
23	-5.19**	5.07	-0.61	4.01	-5.45	5.26	-0.52	4.07
31	-7.69***	5.29	2.25*	3.81	-7.83	5.26	2.63	4.39
32	-8.66***	5.85	2.75	6.12	-8.90	5.71	3.42	7.02
33	-9.22***	6.45	-2.72	8.13	-10.11	6.82	-2.25	9.04
41	-8.83***	6.58	-1.17	3.79	-8.76	6.41	-1.07	4.31
42	-8.31***	5.63	1.89	5.39	-8.55	5.75	2.47	6.42
43	-8.19***	6.75	-4.03*	7.75	-9.04	7.45	-3.64	7.38
Total	-8.24***	5.39	-0.29	5.58	-8.26	5.38	0.05	6.04

Positive inclination values indicate lingual tipping of the clinical crown; negative values, labial tipping. Positive angulation values indicate mesial tipping of clinical crown; negative values, distal tipping. *SD*, Standard deviation; * $p < 0.05$; ** $p < 0.01$; *** $p < 0.001$.

Table 6. Comparison between before and after treatment groups in cephalometric measurements

Measurements	Before treatment		After treatment		Difference (After-Before)	
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
SNA (°)	80.60	3.98	81.21	3.82	0.62	1.75
SNB (°)	77.54	3.74	77.56	3.78	0.02	1.08
ANB (°)	3.06	2.46	3.66	2.15	0.60*	1.02
SN-PP (°)	8.65	2.36	8.38	2.45	-0.28	0.50
SN-OCC (°)	17.39	4.35	20.42	4.54	3.03**	3.10
SN-GoMe (°)	37.11	6.09	36.88	6.22	-0.23	1.16
Occ-Mn (°)	19.52	4.33	16.80	4.43	-2.73**	2.82
ODI (°)	70.52	6.72	71.37	6.80	0.85*	1.29
AFH (mm)	134.36	5.15	133.76	5.65	-0.60	1.54
PFH (mm)	86.75	5.68	86.63	5.50	-0.12	0.99
PFH/AFH (%)	64.65	4.97	64.87	4.93	0.21	0.80
U1 to SN (°)	111.50	9.33	95.86	7.86	-15.64***	8.66
FMA (°)	29.40	5.49	29.21	5.58	-0.91	1.12
FMIA (°)	50.21	5.01	58.37	6.94	8.16***	6.00
IMPA (°)	100.38	5.39	92.42	7.28	-7.96***	5.66
Interincisal angle (°)	111.00	8.80	134.84	10.67	23.84***	10.55
U1 1 to FH (°)	119.21	8.62	103.53	7.32	-15.68***	8.63
L1 Inclination (°)	32.53	3.84	23.88	5.27	-8.65***	6.01
U1 to Apog (mm)	12.32	2.96	5.72	2.29	-6.61***	1.97
L1 to Apog (mm)	9.07	3.02	3.86	1.93	-5.21***	2.27
U1 to facial plane (mm)	15.60	3.51	9.12	2.89	-6.47***	2.36
L1 to facial plane (mm)	10.95	3.81	6.06	2.90	-4.89***	2.41
U1 gauge angle (°)	109.16	5.85	96.81	5.04	-12.36***	5.78
L1 gauge angle (°)	98.89	5.61	90.38	5.33	-8.51***	4.62
SN-upper AP (°)	14.91	4.86	18.29	4.53	3.38**	3.44
MN-lower AP (°)	18.83	3.85	17.40	4.02	-1.44	3.39
Inter AP (°)	3.37	2.82	1.20	3.77	-2.17*	4.28
U1-labial surface angle (°)	17.25	2.48	17.12	2.58	-0.13	1.03
L1-labial surface angle (°)	20.33	2.20	19.44	1.93	-0.88*	1.05

SD, Standard deviation; * $p < 0.05$; ** $p < 0.01$; *** $p < 0.001$.

해 제작되는 셋업 모형의 형태에 적용하기에는 문제가 있을 것으로 판단되었다. 따라서 현재까지는 간접 접촉술식을 위한 이상적인 형태의 셋업 모형제작에 관한 연구를 찾아보기 힘든 실정이며, 더욱이 셋업 모형을 사용하여 교정치료를 시행하였을 때 셋업 모형의 형태가 치료 결과에 어떠한 영향을 미치는지에 대한 연구는 전무한 실정이다. 본 연구는 설측 교정치료를 시행받은 성인 환자를 대상으로 치료 전의 치아 모형과 간접 접촉술식에 사용된 셋업 모형, 그리고 치료 종료 시의 치아 모형을 측정하여 서로 비교해 봄으로써 셋업 모형에서의 변화량이 어느 정도 실제 치료결과에 반영될 수 있는지 알아보고자 하였다.

교정치료 전후 및 셋업 모형에서 상하악 전치부의 순설측 및 근원심 경사를 셋업 모형 측정기를 이용하여 측정하였다. 치료 전 모형과 셋업 모형 사이의 변화량은 구순 돌출감을 주소로 내원한 환자였던 만큼 상악 중절치에서의 순설측 경사의 변화량이 가장 많았으며 그 다음으로 하악 중절치에서의 변화량이 크게 나타났다. 본 연구에서는 치료 전 모형과 셋업 모형간의 개개 치아별 순설측 및 근원심 경사의 변화량을 표기하는 대신 상하악 전치부 변화량의 평균치를 구하여 모형간의 전체적인 치아 배열의 차이를 알아보고자 하였으며, 측정 결과 순설측 경사에서 $-3.93 \pm 6.98^\circ$, 근원심 경사에서 $1.87 \pm 5.79^\circ$ 만큼 변하는 것으

Table 7. Comparison between measured and calculated gauge angles of upper and lower incisors

	Measured gauge angle		Calculated gauge angle		Difference		Significant
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	
<i>Before</i>							
Upper incisor	108.18	6.25	109.16	5.85	0.98*	1.19	NS
Lower incisor	97.79	6.13	98.89	5.61	1.10*	0.91	NS
<i>After</i>							
Upper incisor	95.65	4.79	96.81	5.04	1.15*	2.00	NS
Lower incisor	89.53	5.93	90.38	5.33	0.85*	1.45	NS
<i>Total</i>							
Upper incisor	101.92	8.44	102.98	8.26	1.07*	1.62	NS
Lower incisor	93.66	7.39	94.64	6.91	0.98*	1.20	NS

SD, Standard deviation; NS, not significant.

로 나타났다. 본 연구를 시행하기 전 결과 예측에서 셋업 모형은 이론적으로 우리가 치료를 마쳤을 때 이루고자 하는 이상적인 치아의 배열로 생각할 수 있으므로, 셋업 모형과 치료 후 모형에서의 경사도 측정치들이 거의 차이를 보이지 않는 것이 가장 바람직하다고 생각할 수 있다. 하지만 본 연구의 결과 셋업 모형과 치료 후 모형의 차이는 순설측 경사에서 $-4.31 \pm 5.91^\circ$, 근원심 경사에서 $-2.16 \pm 3.27^\circ$ 로 측정되어 오히려 치료 전 모형과 셋업 모형간의 차이에 비해 더 많은 차이를 보임을 알 수 있었다. 특히 이러한 경향은 상악 전치부 치아들의 순설측 경사에서 더욱 두드러져 치료 전 모형과 셋업 모형의 비교에서 설측 경사를 나타낸 치아들이 셋업 모형 및 치료 후 모형간의 비교에서 더욱 더 설측 경사됨을 알 수 있었다. 또한 치료 전 모형과 치료 후 모형과의 비교에서 순설측 경사는 $-8.24 \pm 5.39^\circ$, 근원심 경사는 $-0.29 \pm 5.58^\circ$ 만큼의 차이를 보여 결과적으로 교정치료를 통해 얻어진 전치부의 순설측 경사의 차이 (치료 전-치료 후)는 치료 전 모형 및 셋업 모형간의 차이와 셋업 모형 및 치료 후 모형간의 차이의 합과 거의 일치하는 것으로 나타났다.

셋업 모형이 실제 치료 결과와는 상당한 차이를 보이는 원인 중의 하나로 브라켓 슬롯 크기와 교정용 호선 굵기의 차이에 따라 발생하는 wire-bracket play를 생각해 볼 수 있다. Kusy와 Whitley²¹는 브라켓에 표기되어 있는 슬롯 크기 및 교정용 호선의 굵기가 실제 측정치와는 상당한 차이를 보임을 보고한 바 있으며 Siatkowski²²는 .018" 슬롯이 실제로 .0195" 크기일 때 .017" x .025" wire는 약 5°의 부가적인

wire-bracket play가 발생하며 .018" x .025"는 2-4°의 play를 가진다고 하였다. 또한 .017" x .025" 대신 .0165" x .024" wire가 사용될 경우 부가적으로 5°의 play가 더 발생하므로 전체적으로는 최대 10°의 play가 발생할 수 있다고 하였다. 현재 설측 브라켓의 슬롯 크기에 대한 연구는 이루어진 바 없으나 본 연구의 환자에게 있어서도 활주기법 적용 시 보통 .017" x .025"나 구치부의 굵기를 감소시킨 .018" x .025"를 사용하였음에도 상당한 양의 순설측 경사의 조절이 소실되어 나타난 것으로 보아 순측 브라켓에서와 유사한 정도의 wire-bracket play가 나타났음을 알 수 있었다.

또한 이러한 순설측 경사 조절의 소실 정도는 공간 폐쇄 시 사용된 기법의 종류에 따라서도 달라질 수 있다. 즉 설측 교정치료에서 활주기법을 사용하여 전치부를 후방 견인 할 경우 전치부의 과맹출 및 설측 경사, 구치부의 근심 경사를 동반하는 vertical bowing effect가 나타나기 쉬운데, 이를 방지하기 위해 호선상에 gable bend와 점진적인 보상만곡을 부여하게 된다.²³ 본 연구의 환자에게도 그와 같은 만곡을 부여한 설측 호선을 사용하여 공간폐쇄를 시행하였으나 어느 정도의 조절 소실이 나타났으며, 이는 활주기법의 특성상 교정용 호선의 활주를 허용하기 위해서는 과도한 보상 만곡을 주기가 힘들었기 때문으로 생각된다. 이와 달리 loop를 사용해서 공간을 폐쇄할 경우 활주기법에 비해 환자의 불편감은 증가하지만 bracket-wire play를 상쇄할 수 있을 정도의 충분한 보상 만곡을 호선 및 loop 상에 부여할 수 있기 때문에 기존의 연구²⁴에서 나타난 바와 같이 상대적으

로 전치부 경사의 조절에 장점을 가진다고 여겨진다. 따라서 설측 치료에서의 공간 폐쇄 시 단순히 활주기법만으로는 적절한 순설측 경사의 조절이 어려우며 이를 극복하기 위해서는 브라켓 부착 시²⁵ 혹은 셋업 모형 제작 시¹⁷ 추가적인 순설측 경사를 부여하거나 치료 과정에서 치근의 설측 경사를 도모할 수 있는 공간 폐쇄방법^{17,26,27}이 필요할 것으로 판단되었다.

현대 교정학 영역에서 가장 중요한 진단 자료들인 측모 두부방사선규격사진과 진단용 치아 모형을 서로 연관하여 분석하고자 하는 많은 시도들²⁸⁻³⁹이 있었다. 과거에는 Sassouni³⁰와 Silver³¹ 등과 같이 측모 두부방사선규격사진을 참고로 하여 치아 모형 기저부를 삭제하거나 악교정 수술을 위하여 안면골격에 대한 치아 모형의 3차원적인 위치 재현을 위한 연구³²⁻³⁵들이 대부분이었으나, 최근에는 셋업 모형을 교합기에 부착하여 기능적인 tooth positioner를 제작하거나^{36,37} 교정치료 전의 셋업 모형을 환자의 안면골격과 연계시키는 방법^{38,39}들도 소개되었다. 하지만 기존의 대부분의 연구들에서는 치아 모형과 환자의 안면골격을 연관시키기 위해 facebow transfer를 시행하여 교합기에 거상하는 방법을 사용하고 있다. 그러나 실제 임상에서 기공소에 셋업 모형의 제작 및 간접접착술을 위한 기공물 의뢰 시 환자의 정밀 인상 채득과 함께 facebow transfer를 시행하는 경우는 그리 많지 않은 실정이며, 더욱이 기공소에서 셋업 모형 제작 시 반조절성 교합기를 사용하여 치아를 배열하고 환자의 측모 두부방사선사진에서의 계측치 및 치료 목표치를 술자의 의도에 맞게 반영하도록 하는 데에는 임상적으로 많은 어려움이 뒤따른다고 할 수 있다.

본 연구에서는 facebow transfer 및 교합기 거상과 같은 번거로운 과정 없이도 환자의 치아 모형과 측모 두부방사선사진을 연계시킬 수 있는 방법을 고안하고자 하였으며, 이러한 방법을 통해 셋업 모형 제작 시 개개 치아들의 이상적인 경사도 확보와 함께 술자가 치료를 통해 의도한 치아 배열(prescription)을 적절히 반영시킬 수 있는지 평가해 보고자 하였다. 이를 위해서는 환자의 측모 두부방사선규격사진과 치료 전후의 치아 모형, 그리고 셋업 모형에서 공통으로 재현 가능한 평면을 설정하는 것이 필요한데, 본 연구에서는 중절치와 제1대구치의 FA point를 연결한 Andrews' plane을 치아 경사도 측정의 기준 평면으로 사용하였으며 이러한 Andrews' plane이 교정치료를 통해 얼마만큼의 변화를 보이는지 치료 전후의 측모 두부방사선사진의 분석을 통해 평가해 보았다.

본 연구에서 치료 전후의 측모 두부방사선규격사진 비교에서 치열의 형태 변화에 관한 대부분의 항목들에서 유의성있는 변화가 나타났다. 또한 전안면 고경 및 SN-mandibular plane angle, palatal-mandibular plane angle 등은 유의성 있는 변화를 보이지 않았으나 SN-occlusal plane angle은 $3.03 \pm 3.10^\circ$ 증가하고 occlusal-mandibular plane angle은 $2.73 \pm 2.82^\circ$ 만큼 유의성 있게 감소하여 교정치료를 통해 교합평면이 전하방으로 회전되었음이 관찰되었다. Andrews' plane의 경우 상악에서는 SN-upper Andrews' plane angle이 $3.38 \pm 3.44^\circ$ 만큼 유의성 있게 증가하여 SN-occlusal plane angle의 변화와 유사한 결과를 보였다. 하지만 하악의 경우 mandibular-lower Andrews' plane angle이 $1.44 \pm 3.39^\circ$ 만큼 감소하여 occlusal-mandibular plane angle과 유사한 양상을 보이기는 했으나 유의성은 나타나지 않았다. 즉 상악의 Andrews' plane은 교정치료를 통해 두개안면골격에 대해 교합 평면과 유사한 움직임을 보일 것으로 예상할 수 있는 반면, 하악의 Andrews' plane은 하악 평면에 대한 유의성 있는 움직임을 예상할 수 없었으며 이는 상하악에서의 FA point 설정의 정확성과 관련이 있을 것으로 생각된다. 즉 상악의 경우 상대적으로 중절치의 외관이 명확하게 보이고 제1대구치의 근원심 최대 풍용부의 중점이 실제의 FA point와 어느 정도 유사하게 나타나지만 하악의 경우 중절치의 외관이 작으면서 측절치와 겹쳐서 나타나는 경우가 많고 또 하악 대구치의 근원심 최대 풍용부가 실제 FA point보다 교합면쪽에 위치하는 경우가 많아 point 위치의 불확실성이 상대적으로 높기 때문인 것으로 여겨진다. 따라서 앞으로 하악 치열에서의 FA point를 안정적으로 재현할 수 있는 연구가 필요할 것으로 생각된다.

본 연구에서 실제 치아 모형을 셋업 모형 측정기를 사용하여 계측한 계측 게이지 각과 측모 두부방사선규격사진에서 Andrews' plane과 labial surface plane 등을 작도한 후 측정된 산술 게이지 각을 비교해 본 결과 상악에서의 계측 게이지 각과 산술 게이지 각은 각각 평균 $101.92 \pm 8.44^\circ$ 와 $102.98 \pm 8.26^\circ$ 로서 약 $1.07 \pm 1.62^\circ$ 의 차이를 보였으며 하악의 경우 각각 $93.66 \pm 7.39^\circ$, $94.64 \pm 6.91^\circ$ 로서 약 $0.98 \pm 1.20^\circ$ 의 차이를 보였다. 즉 방사선사진상에서 측정된 각도들이 모형상에서 계측한 각도에 비해 약 1° 정도 확대되는 것으로 보였으나, 통계적으로는 두 측정 방법 사이에 유의한 차이가 나타나지 않아 방사선 사진상에서도

비교적 정확하게 치아 모형에서의 계측을 재현할 수 있음을 알 수 있었다. 이처럼 측모 두부방사선규격사진과 치아 모형에서 동일한 계측이 가능하다면, 교정 진단 시 facebow transfer나 교합기 거상과 같은 과정 없이도 진단 모형을 환자의 안면골격 관계에 맞추어 분석할 수 있고, 그 결과를 셋업 모형 제작 시에도 반영할 수 있게 된다. 즉 측모 두부방사선규격사진에서 측정된 상악에서의 산술 게이지 각은 다음과 같이 나타낼 수 있다 (Fig 6).

$$\text{Calculated gauge angle} = (\text{upper 1 to SN angle}) - (\text{labial surface angle}) + (\text{SN-Andrews' plane angle})$$

여기서 labial surface angle은 치료 전후를 통해 개인별로는 일정한 수치를 보일 것이며 SN-Andrews' plane angle 역시 거의 일정하거나 치료를 통해 교합평면과 유사한 정도로 변화할 것으로 예측할 수 있으므로 게이지 각과 upper 1 to SN이 거의 비례함을 알 수 있다. 따라서 교정 진단시 술자가 원하는 목표가 치료를 통해 upper 1 to SN을 10°만큼 감소시키는 것이라 하면 단지 환자의 치료 전 모형과 셋업 모형을 각각 Andrews' plane에 평행하게 위치시킨 후 치료 전 모형의 중절치를 셋업 모형 측정기를 이용하여 측정 후 여기서 10°만큼 감한 수치가 나올 때까지 셋업 모형의 중절치 치아의 각도를 조절하는 방법을 사용할 수 있다. 하악의 경우 위의 수식 대신 IMPA와 lower labial surface angle, mandibular-lower Andrews' plane angle을 사용하여 동일한 방법을 적용할 수 있다.

이상에서 살펴본 바와 같이, 셋업 모형 측정기를 사용하면 비교적 간단하게 술자의 치료 계획을 정확히 반영한 셋업 모형의 제작이 가능할 것으로 생각된다. 앞으로 이러한 방법이 facebow transfer 등을 통해 교합기에 셋업 모형을 거상하는 방법에 비해 얼마나 정확한지에 대한 연구가 더 필요할 것으로 여겨지며, 아울러 치료 전 골격의 수직적인 양상이나 수직 피개도 등에 따라 Andrews' plane이 어떻게 변화하는지, 또 그 변화량을 예측할 수 있는지에 대해 더 많은 연구가 이루어져야 할 것으로 생각된다.

결 론

설측 교정치료 시 간접 접착술식을 위해 사용되는 셋업 모형의 형태가 치료 결과에 미치는 영향을 알아

보고자 4개의 제1소구치 발거 후 설측 교정치료를 시행 받은 22명의 성인 환자들로부터 치료 전후의 진단 모형 및 셋업 모형, 치료 전후의 측모 두부방사선규격사진을 계측한 후 서로 비교하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 치료 전 진단모형과 셋업 모형으로부터 상하악 6전치의 순설측 및 근원심 경사를 셋업 모형 측정기로 측정 후 그 차이를 알아본 결과 각각 $-3.93 \pm 6.98^\circ$, $1.87 \pm 5.79^\circ$ 였으며 셋업 모형과 치료 후 치아 모형간의 차이는 $-4.31 \pm 5.91^\circ$, $-2.16 \pm 3.27^\circ$ 였다. 치료 후 치아 모형에서는 치료 전에 비해 상하악 전치부의 순설측 경사가 $-8.24 \pm 5.39^\circ$ 만큼 유의성 있게 변화되었다 ($p < 0.001$).
2. 치료 전후의 측모 두부방사선규격사진을 분석해 본 결과 설측 교정치료를 통해 치열 부위의 변화를 평가하는 대부분의 항목에서 유의성 있는 변화가 관찰되었으며 ($p < 0.001$) SN 평면에 대해 상악 Andrews' plane은 $3.38 \pm 3.34^\circ$ 만큼 유의성 있게 변화하여 ($p < 0.01$) SN 평면에 대한 교합평면의 변화 ($3.03 \pm 3.10^\circ$)와 유사한 양상을 보였다.
3. 셋업 모형 측정기를 사용하여 진단용 모형으로부터 측정된 계측 게이지 각과 측모 두부방사선규격사진상에 동일한 계측점과 선분들을 작도하여 측정된 산술 게이지 각을 비교해 본 결과 상하악 모두에서 유의성 있는 차이를 보이지 않았다 ($p > 0.05$). 따라서 셋업 모형 측정기를 사용하여 측모 두부방사선사진에서의 계측치들을 진단용 모형에서의 계측치와 서로 연계시켜 분석하고 이를 셋업 모형 제작 시 반영하는 방법의 임상적 적용 가능성을 알 수 있었다.

참 고 문 헌

1. Diamond M. Critical aspects of lingual bracket placement. J Clin Orthod 1983;17:688-91.
2. Scholz RP, Swartz ML. Lingual Orthodontics: A status report. Part 3. Indirect bonding - laboratory and clinical procedures. J Clin Orthod 1982;16:812-20.
3. Smith JR, Gorman JC, Kurz C, Dunn RM. Keys to success in lingual therapy. Part 1. J Clin Orthod 1986;20:252-61.
4. Aguirre MJ. Indirect bonding for lingual cases. J Clin Orthod 1984;18:565-9.
5. Alexander RG. Alexander discipline. Glendora: Ormco corporation; 1986. p. 371-430.
6. Fillion D. The thickness measurement system with the DALI program. In: Romano R editor. Lingual orthodontics. Ontario: B.C. Decker Inc.;

- 1998, p. 175-84.
7. 경희문. Set-up 모형을 이용한 간접접착술식. *대치협회지* 1989;27:73-82.
 8. Kurz C, Desire R. Illustrated syllabus of lingual orthodontics. Glendora: Ormco corporation; 1989.
 9. Hong RK, Soh BC. Customized indirect bonding method for lingual orthodontics. *J Clin Orthod* 1996;30:650-2.
 10. Hiro T, Takemoto K. Resin core indirect bonding system - improvement of lingual orthodontic treatment. *Orthod Waves* 1998;57:83-91.
 11. Kim TW, Bae GS, Cho JH. New indirect bonding method for lingual orthodontics. *J Clin Orthod* 2000;34:348-50.
 12. Hong RK, Kim YH, Park JY. A new customized lingual indirect bonding system. *J Clin Orthod* 2000;34:456-60.
 13. Kyung HM, Park HS, Sung JH. The mushroom bracket positioner. *J Clin Orthod* 2002;36:320-8.
 14. Knierim RW. A simplified wax set-up technique. *J Clin Orthod* 1975;9:305-7.
 15. Resnick BN. Technique clinic: A simplified diagnostic setup technique. *J Clin Orthod* 1979;13:128-9.
 16. Kim SH, Park YG. Easy wax setup technique for orthodontic diagnosis. *J Clin Orthod* 2000;34:140-4.
 17. Chiappone RC. Constructing the gnathologic setup and positioner. *J Clin Orthod* 1980;14:121-33.
 18. Roth RH. Functional occlusion for the orthodontist. Part 4. *J Clin Orthod* 1981;15:246-65.
 19. Andrews LF. The six keys to optimal occlusion In: Straight wire, the concept and appliance. San Diego: LA Wells; 1989. p. 13-24.
 20. 배기선, 손우성, 박수병. 3차원 두부방사선규격사진의 정확성에 관한 연구 - 실제 계측 및 축소 두부방사선규격사진 계측과의 비교. *대치교정지* 1997;27:129-40.
 21. Kusy RP, Whitley JQ. Assessment of second order clearances between orthodontic archwire and bracket slot via the critical contact angle for binding. *Angle Orthod* 1999;69:71-80.
 22. Siatkowski RE. Loss of anterior torque control due to variations in bracket slot and archwire dimensions. *J Clin Orthod* 1999;33:508-10.
 23. Takemoto K. Extraction mechanics. In: Scuzzo G, Takemoto K editor. *Invisible orthodontics: current concepts and solutions in lingual orthodontics*. Germany: Quintessenz-Verl.; 2003. p. 61-95.
 24. Takemoto K. Sliding mechanics versus loop mechanics during En masse retraction in extraction case. In: Romano R editor. *Lingual orthodontics*. Ontario: B.C. Decker Inc.; 1998. p. 109-15.
 25. Geron S. The lingual bracket jig. *J Clin Orthod* 1999;33:457-63.
 26. Fontenelle A. Lingual orthodontics in adults: Segmented mechanics in lingual orthodontics: How? In: Melsen B editor. *Current controversies in orthodontics*. Chicago: Quintessence Publishing Co.; 1991. p. 232-46.
 27. Park YC, Choy KC, Lee JS, Kim TK. Lever-arm mechanics in lingual orthodontics. *J Clin Orthod* 2000;34:601-5.
 28. Carter RN. Quick-mounted diagnostic study models. *J Clin Orthod* 1984;18:423-6.
 29. Slavicek R. Clinical and instrumental functional analysis for diagnosis and treatment planning: Part 4. Instrumental analysis of mandibular casts using the mandibular position indicator. *J Clin Orthod* 1988; 22:566-75.
 30. Sassouni V. Cephalometric trimming of dental cast. *J Clin Orthod* 1970;4:148-55.
 31. Silver WE. Oriented study models. *J Clin Orthod* 1974;8:468-72.
 32. Schweska R, Roese D, Kuhnt D. Splint for controlling vertical position in maxillary osteotomies. *J Clin Orthod* 1990;24:427-31.
 33. Wong RW. Innovations in orthognathic splint construction. *J Clin Orthod* 1985;19:750-6.
 34. Manhartberger C. Gnathological orientation splint for presurgical orthodontics. *J Clin Orthod* 1993;27:94-5.
 35. Berkman MD, Goldsmith DG, Rothchild D, Tireger N, Shprintzen RJ. Evaluation? diagnosis - planning: The challenge in the correction of dentofacial deformities. *J Clin Orthod* 1979;13:526-38.
 36. 황해상, 권오원. 정상교합자의 안이평면에 대한 개개 치아의 순, 협설측 경사와 근원심경사. *대치교정지* 1998;28:791-802.
 37. 권오원, 황해상. 개개 치아의 inclination과 angulation을 측정하는 보조기구를 이용한 tooth positioner의 제작. *대치교정지* 1999;29:137-46.
 38. Hong RK, Sunwoo J, Park JH. Incisor inclination indicators for diagnostic setups. *J Clin Orthod* 1997;31:620-3.
 39. Melsen B, Biaggini P. The Ray set: a new technique for precise indirect bonding. *J Clin Orthod* 2002;36:648-54.

- ORIGINAL ARTICLE -

Construction of an ideal set-up model for lingual orthodontic treatment

Gi-Sun Bae, DDS, MSD,^a Woo-Sung Son, DDS, MSD, PhD^b

Making a precise and ideal set-up model is an essential part in the indirect bonding procedure for lingual orthodontic treatment. To evaluate the accuracy of the making a set-up model, 22 adult patients who received lingual orthodontic treatment with 4 bicuspid extractions were selected, and 3 sets of dental models (before, set-up, and after treatment) were measured using the set-up model gauge, an instrument for measuring the inclination and angulation of the clinical crowns on the dental model. Two sets of lateral cephalograms (before and after) from each patient were also evaluated. The mean difference between the before treatment model and the set-up model was $-3.93 \pm 6.98^\circ$ for the inclination and $1.87 \pm 5.79^\circ$ for the angulation. And the mean difference between the set-up model and the after treatment model was $-4.31 \pm 5.91^\circ$ labiolingually and $-2.16 \pm 3.27^\circ$ mesiodistally. The after treatment model differed from the before treatment model about $-8.24 \pm 5.39^\circ$ in inclination. There were no significant difference between the measured gauge that measured from the dental model using the set-up model gauge and the calculated gauge angle measured from the lateral cephalogram using constructed points and lines. Using the set-up model gauge, it is possible to evaluate the study model 3-dimensionally in relation with the patient's lateral cephalogram and establish whether the doctor's prescription or overcorrection is built in the set-up model precisely.

Korean J Orthod 2005;35(6):459-74

※ **Key words:** Lingual orthodontics, Set-up model, Study model measurement, Incisal inclination

^a Graduate Student, ^b Professor, Department of Orthodontics, College of Dentistry, Pusan National University

Reprint requests: Gi-Sun Bae

Sun Orthodontic Clinic, 406-17, Yangjung-2-Dong, Busanjin-Gu, Busan 614-052, Korea

+82 51 868 8528

subboat@hanafos.com

Received August 10, 2004; Last Revision May 9, 2005; Accepted May 11, 2005