

정상교합자의 안이평면에 대한 개개 치아의 순, 협설측경사와 근원심경사

황 해 상¹⁾ · 권 오 원²⁾

교합기에 거상된 정상교합자 31명의 진단모형에서 치아 FACC의 경사도를 측정하기 위해 약간 변형시킨 T.A.R.G.를 이용하여 안이평면에 대한 각 치아 FACC의 순, 협설측경사와 근원심경사를 측정하여 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 상, 하악 각 치아의 FACC의 순, 협설측경사와 근원심경사를 측정하여 각각의 기준치를 얻었다.
- 치아 FACC의 순, 협설측경사는 상, 하악 치열 모두에서 전방치아에서 후방치아로 갈수록 점점 설측으로 경사되는 경향을 보였다.
- 치아 FACC의 근원심경사는 상악치열에서 중절치와 측절치는 거의 비슷한 경사도를 가지고 견치부위에서 후방치아로 갈수록 점점 원심으로 경사되는 양상을 보였고, 하악 치열에서는 전방치아에서 후방치아로 갈수록 점점 근심으로 경사되는 경향을 보였다.
- 상, 하악 모든 치아에서 어느 한 치아의 치관 근원심경사와 순, 협설측경사는 인접치아들의 치관 근원심경사와 순, 협설측경사와 높은 순상관관계를 보였다.

(주요단어 : 안이평면, 교합평면, 근원심 경사, 순, 협설측 경사)

I. 서 론

Edward H. Angle은 그의 위대한 4가지 업적중 하나인 에지와이즈장치 (edgewise appliance)를 개발하면서 이것이 궁극적이고 최종적인 교정장치는 아니며 앞으로 더욱 개발하여야 할 문제가 있다는 것을 인식하고 있었다. 이후 Lewis²⁵⁾가 회전조절을 용이하게 하기 위해 rotation wing이 달린 브라켓을, Swain⁴⁴⁾이 siamese bracket을, Steiner⁴³⁾는 flexible rotation arm을 갖는 브라켓을 개발하여 치아의 회전조절이 용이하게 되었으며 Broussard 등⁸⁾은 vertical slot을 갖는 Broussard bracket을 소개하였고 Burstone 등⁹⁾은 vertical tube를 갖는 브라켓을 소개하는 등 다양한 형

태를 지닌 수많은 브라켓이 개발되어 사용되어 왔다.

치아이동에는 first, second, third order movement가 있으며 각각 형태의 치아이동을 위해서는 에지와 이즈브라켓상에서 적절한 형태의 호선 구부림 (archwire bending)이 필요하거나 스트레이트브라켓상에서 평탄한 호선이 필요하다. 이중 후자의 방법은 호선의 구부림 없이 치아의 장축에 대한 브라켓 슬롯의 각도를 변화시킴으로써 구치 치관의 바로 세우기가 가능하다는 사실을 기초로 생겨나게 되었다. 구부림 없이 평탄한 호선을 사용하여 first, second, third order movement가 가능하게 하려면 이러한 스트레이트와이어장치의 브라켓 슬롯을 적절하게 위치시켜야 하며 이를 위해서 치아의 순, 협설측경사 (inclination)와 근원심경사 (angulation)를 측정하기 위한 수많은 선학들의 다양한 연구가 행해져 왔다. 이들 연구

¹⁾ 경북대학교 치과대학 교정학교실, 전공의

²⁾ 경북대학교 치과대학 교정학교실, 교수

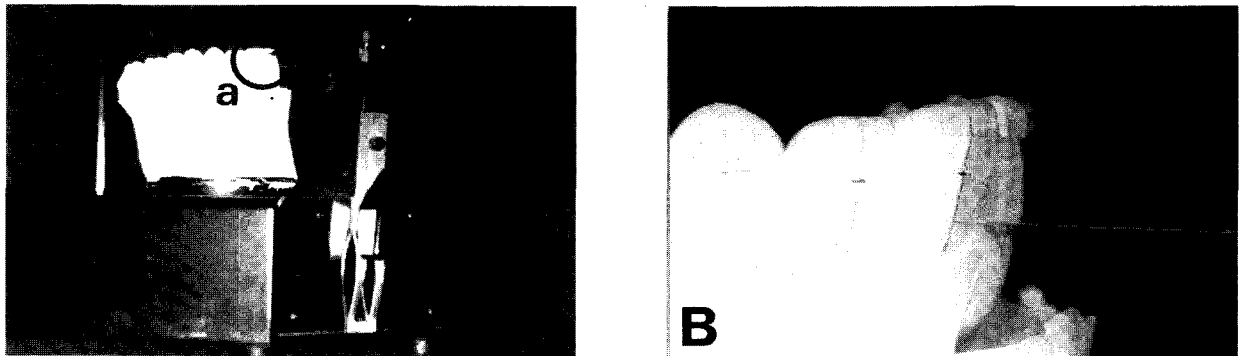


Fig. 1. A : T.A.R.G. prepared for measuring the angulation of FACC of individual tooth, B : magnification of part a in A.

중 1972년 Andrews⁴⁾는 정상교합자 120명의 각각 치아에 대한 순, 협설측경사와 근원심경사를 계측하여 이를 포함한 “Six keys to normal occlusion”을 발표하였다. 이를 기초로, Roth³⁶⁾, Alexander³⁾ 등 많은 사람들이 제각기 치아의 순, 협설측경사와 근원심경사에 관해 보고하였는데 이들중 대부분은 초기 Andrews의 연구와 유사하게 교합평면을 중심으로한 계측을 행하여 이를 중심으로 브라켓을 제작하거나 평가하는데 사용하였으며, Alexander³⁾는 자신이 치료한 환자의 최종 호선을 계측하여 얻은 결과를 기준으로 다양한 근원심경사와 순, 협설측경사를 부여한 브라켓을 제작하여 사용해 왔다.

한편, 대부분의 진단법에서 사용되는 안이평면은 orbitale와 porion을 연결한 선이 수평기준면 (reference horizontal)에 평행한 평면을 형성한다는 개념이 1882년 독일의 Frankfort에서 열린 인류학회에서 처음으로 채택된 이래, 측모두부X-선규격사진을 이용한 수많은 진단방법중 Downs¹³⁾, Tweed^{47,48)}, Kim^{22,23)}, McNamara와 Brudon²⁸⁾과 같은 사람들이 제시한 진단법에서 안이평면을 기준평면으로 사용해 왔다.

치과보철학에 있어서 기본적인 가정으로 axis-orbitale 평면은 보통 수평기준면과 평행하다는 것은 porion이 교합기나 안궁에서 쉽게 기준이 될 수 없는 기준점이었기 때문에 초기의 교합기나 안궁의 제작자들이 porion을 axis로 대치시켜 사용함으로 인해 나온 가정이다. 이러한 흐름에서 axis-orbitale 평면은 수평기준면이 되었다. 1955년 McCollum과 Stuart²⁷⁾에 의한 연구보고에서 사람이 직립하였을 때 axis-orbitale 평면이 거의 수평이거나 수평이라고 언급함에 의해서 이러한 개념¹⁶⁾을 굳히게 되었다. 이

한 사실은 수많은 교합기의 제작에 이용되어 왔다.

안궁전이 (facebow transfer)의 목적은 transverse horizontal axis에 대한 상악의 전후방적, 수직적 관계를 기록하고 이러한 관계를 교합기에 옮기는 것이다. 그러나, 안궁전이는 전후방적 관계를 기록하는 데는 정확하지만, 수직적 관계는 치과보철학에서의 심미적 기준위 (esthetic reference position)와는 종종 차이가 있다고 한다. 현재 사용되는 대다수의 교합기 설계는 안궁전이를 시행하여 교합기에 모형을 거상 (mounting)하였을 때, 안이평면, axis-orbitale 평면, 교합기의 상단, 수평기준면은 평행하다고 가정하고는 있지만 이에 대해 그 타당성을 평가하고 있는 보고^{5,6,17,19,24,31,32,33,38,41,42,46)}는 상당수 있다.

측모두부X-선규격사진이 환자의 상태를 2차원적인 평면에 투사시켜 보여주는 진단자료중의 하나인 반면, 교합기에 거상된 환자의 진단모형은 환자의 상태를 3차원적으로 보여주는 진단자료중의 하나라고 할 수 있다. 이러한 3차원적인 진단자료인 교합기에 거상된 환자의 진단모형은 2차원적 진단자료인 측모두부X-선규격사진에서 보여주는 것보다 더 실제적인 정보를 임상가에게 보여준다. 이러한 점에서 교합기에 거상된 환자의 모형이 교정치료전, 후의 환자상태를 평가하는데 있어 유리한 점이 있으나, 교합기상에서의 환자상태를 평가하기 위한 임상적인 기준치가 아직은 미비한 실정이다.

이에 저자는 반조절성 교합기상에 거상된 적절히 선정된 정상교합자의 모형에서 약간 변형된 방법으로 T.A.R.G.를 이용하여 각 치아 FACC (facial axis of clinical crown)⁵⁾의 순, 협설측경사와 근원심경사를 측정하여 보고자 한다. 또, 이리하여 얻은 결과를 교

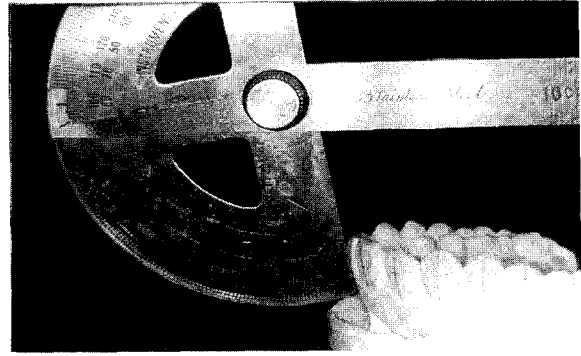
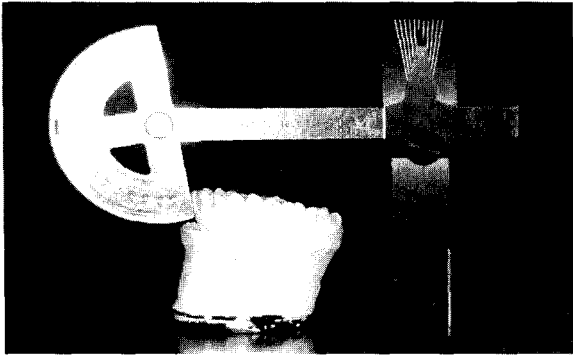


Fig. 2. T.A.R.G. prepared for measuring the inclination of FACC of individual tooth.

합평면을 기준평면으로 하여 치아의 순, 협설측경사와 근원심경사를 측정하여 많은 선학들의 측정결과와 비교하여 보고자 한다.

II. 연구 재료 및 방법

1. 정상교합자의 선정

정상교합자의 선정기준은 피검자의 연령이 18-25세 사이 (평균연령 : 남자 20세 11개월 \pm 12개월, 여자 21세 9개월 \pm 18개월)인 남자 13명, 여자 18명으로 교정치료를 받은 경험이 없고, 견치와 구치관계가 1급 관계를 보이고 수직피개와 수평피개가 최대 4mm이며, 4mm이내의 총생과 1mm이내의 공극 그리고 약간의 치아회전과 2mm이내의 중심선 불일치를 허용하였다.

2. 인상채득과 진단모형의 제작

채택된 정상교합자 31명에서 alginate 인상재와 인상용 트레이를 사용하여 인상을 채득하고 흰색의 초경석고를 인상 음형에 붓고 경화된 후 이를 제거하여 통법에 따라 트리밍하였다.

3. 안궁전이와 교합기로의 모형 거상

교합기의 상단과 환자의 안이평면이 평행하도록 하기 위해 Gonzales와 Kingery가 제안하는 방법¹⁷⁾에 따라 orbitale의 하방 7mm지점을 환자의 안면부위에 붙인 반창고 위에 "×"표시를 하고 이를 기준으로 안궁전이를 시행하여 진단모형을 반조절성 교합기

(Hanau Wide-View II Arcon Articulators, Serial Nos. 184-21667, Teledyne Hanau Co., U.S.A.)에 통법에 따라 거상하였다.

4. FACC의 표시와 T.A.R.G.에 측정기구의 장착

모형상의 각 치아에 Andrews의 측정방법⁵⁾에서와 같이 FACC를 연필로 그린 뒤, T.A.R.G. (torque angulation reference guide, Ormco Corp., USA)에 surveyor torque blade를 장착하였다.

5. 근원심경사와 순, 협설측경사의 측정

모형을 T.A.R.G.의 surveyor base위에 위치시켰다. 이때, 모형은 안이평면과 평행하게 놓여져있게 된다. 이러한 상태에서 surveyor torque blade를 치아에 표시된 FACC와 FA point에 맞추어 갖다대고 각 치아의 근원심경사를 측정하였다. 이때 측정의 용이성을 위해 안이평면과 수직인 가상의 선을 중심으로 측정하고자 하는 치아의 치관이 근심경사된 경우 각도기에서 0도에 가까운 값을 그리고 치관이 원심경사된 경우 180도에 가까운 값을 읽었다 (Fig. 1).

surveyor torque blade를 빼내고 자 (ruler)가 부착된 각도기를 surveyor torque blade가 장착되는 위치에 끼운 후 각 환자의 진단모형을 surveyor base위에 위치시키고 각 치아의 순, 협설측경사를 측정하였다. 순, 협설측경사의 측정에 있어서도 근원심경사의 측정시와 마찬가지로 안이평면과 수직인 가상의 선을 중심으로 측정하고자 하는 치아의 치관이 순, 협측경사된 경우 0도에 가까운 값을 그리고 치관이 설측경사된 경우 180도에 가까운 값을 읽었다 (Fig. 2).

Table 1. Angulation & inclination of FACC of maxillary & mandibular teeth

| | Angulation | | | | Inclination | | | |
|----|------------|-----|------|-------|-------------|-----|-------|-------|
| | Mean | SD | Max | Min | Mean | SD | Max | Min |
| U1 | 2.5 | 1.6 | 6.0 | 0.0 | 1.5 | 6.4 | 13.0 | -9.0 |
| U2 | 3.1 | 1.8 | 8.0 | 0.0 | -1.6 | 6.0 | 8.0 | -15.0 |
| U3 | -0.8 | 3.7 | 5.0 | -9.0 | -7.4 | 6.5 | 8.0 | -22.0 |
| U4 | -3.0 | 3.3 | 5.0 | -10.0 | -11.2 | 7.0 | 8.0 | -23.0 |
| U5 | -2.9 | 3.4 | 6.0 | -9.0 | -12.4 | 6.5 | 7.0 | -26.0 |
| U6 | -6.4 | 4.2 | 4.0 | -19.0 | -11.8 | 6.2 | 8.0 | -26.0 |
| U7 | -10.7 | 5.5 | 3.0 | -29.0 | -9.9 | 6.3 | 2.0 | -25.0 |
| L1 | 1.0 | 1.7 | 4.0 | -4.0 | 5.9 | 5.4 | 17.0 | -8.0 |
| L2 | 2.2 | 1.6 | 6.5 | 0.0 | 3.1 | 5.8 | 15.0 | -11.0 |
| L3 | 5.5 | 2.9 | 15.0 | 1.0 | -4.1 | 6.3 | 10.0 | -18.0 |
| L4 | 8.2 | 3.7 | 20.0 | 1.0 | -10.0 | 9.1 | 6.0 | -31.0 |
| L5 | 10.0 | 3.9 | 19.0 | 2.0 | -20.9 | 5.5 | -10.0 | -31.0 |
| L6 | 12.1 | 3.2 | 18.0 | 6.0 | -25.0 | 3.3 | -18.0 | -32.0 |
| L7 | 14.1 | 3.6 | 23.0 | 7.0 | -30.3 | 4.0 | -21.0 | -39.0 |

U : Upper tooth, L : Lower tooth

Wheeler⁵⁰⁾, Dempster 등¹²⁾, Andrews⁵⁾, Alexander³⁾, Hanson²⁰⁾ 등은 치아의 근원심경사와 순, 협설측경사를 표현함에 있어 수평평면이나 정중평면에 직각으로 그은 선에 대한 치아장축이나 치관사이의 각도를 이용하였다. 본 실험의 결과에서도 이와 같은 방법으로 기준평면인 안이평면에 수직인 가상의 선에 대한 각 치아 FACC의 각도로 표현하자면 위의 방법을 통해 얻은 계측치를 90에서 뺀 수치와 일치할 것이며 이러한 계산을 통해 구한 값을 성적에서 나타내었다. 이렇게 표현하게 되면 근원심경사계측치는 치관이 근심경사된 경우 (+)값을, 치관이 원심경사된 경우 (-)값을 가지게 되며 순, 협설측경사 계측치는 치관이 순, 협측경사된 경우 (+)값을, 치관이 설측경사된 경우 (-)값을 가지게 된다.

6. 통계처리

정상교합자 31명을 첫 번째 계측자가 각 치아 FACC의 근원심경사와 순, 협설측경사의 계측을 2일 간격으로 2회 시행하여 계측 시기간 (intraobserver)

의 차이를 평가하고, 두 번째 계측자가 한 번의 계측을 시행하여 얻은 계측치를 첫 번째 계측자의 첫 번째 계측치와 비교하여 계측자간 (interobserver)의 차이를 평가하기 위해 Pearson's correlation analysis를 이용하여 통계학적으로 검증하였다.

정상교합자 31명의 개개 치아 FACC의 순, 협설측경사와 근원심경사를 계측하여 얻은 남녀, 좌우측 계측치를 합산한 것의 평균과 표준편차를 구하였다. 또, 각 치아의 계측치를 남녀, 좌우측 계측치를 합산하여 각 치아간의 상관관계를 Pearson's correlation analysis를 이용하여 통계학적으로 분석하였다.

III. 결 과

T.A.R.G.의 측정방법을 약간 변형하여 정상교합자에서 안이평면에 대한 각 치아의 근원심경사와 순, 협설측경사를 측정하여 본 결과, 계측자간의 재현성 (r=.9878)과 계측시기간의 재현성 (r=.9864)에 관한 통계학적 검증에서 매우 높은 재현성을 관찰할 수 있었다 (p<0.05).

Table 2. Correlation coefficients between crown angulation of each tooth (maxilla)

| | U1 | U2 | U3 | U4 | U5 | U6 |
|----|------|-------|-------|-------|------|-------|
| U2 | .27* | | | | | |
| U3 | .07 | .45** | | | | |
| U4 | .07 | .21 | .53** | | | |
| U5 | .22 | .33* | .19 | .54** | | |
| U6 | .15 | .22 | .29* | .37** | .31* | |
| U7 | -.04 | .08 | .14 | .17 | .05 | .65** |

* : p<0.05, ** : p<0.01

U : Upper tooth, L : Lower tooth

Table 4. Correlation coefficients between crown inclination of each tooth (maxilla)

| | U1 | U2 | U3 | U4 | U5 | U6 |
|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| U2 | .82** | | | | | |
| U3 | .66** | .64** | | | | |
| U4 | .56** | .64** | .77** | | | |
| U5 | .38** | .43** | .59** | .78** | | |
| U6 | .29* | .38** | .33* | .62** | .74** | |
| U7 | .20 | .33* | .31* | .54** | .66** | .75** |

* : p<0.05, ** : p<0.01

U : Upper tooth, L : Lower tooth

Table 3. Correlation coefficients between crown angulation of each tooth (mandible)

| | L1 | L2 | L3 | L4 | L5 | L6 |
|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| L2 | .40** | | | | | |
| L3 | .04 | .52** | | | | |
| L4 | -.01 | .34* | .64** | | | |
| L5 | .00 | .30* | .51** | .80** | | |
| L6 | -.07 | .30* | .43** | .72** | .85** | |
| L7 | -.10 | .31* | .38** | .60** | .65** | .81** |

* : p<0.05, ** : p<0.01

U : Upper tooth, L : Lower tooth

Table 5. Correlation coefficients between crown inclination of each tooth (mandible)

| | L1 | L2 | L3 | L4 | L5 | L6 |
|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| L2 | .89** | | | | | |
| L3 | .79** | .84** | | | | |
| L4 | .37** | .46** | .61** | | | |
| L5 | .36** | .37** | .45** | .71** | | |
| L6 | .29* | .27* | .30* | .40** | .58** | |
| L7 | .53** | .43** | .47** | .27* | .46** | .49** |

* : p<0.05, ** : p<0.01

U : Upper tooth, L : Lower tooth

정상교합자에서 안이평면에 대한 각 치아경사도 계측치를 남녀, 좌우의 것을 모두 합산하여 이들의 평균, 표준편차, 최대값, 최소값을 Table 1에 나타내었다.

상, 하악 각 치아치관의 근원심경사간의 상관관계를 Table 2, 3에 나타내었고, 상, 하악 각 치아 치관의 순, 협설측경사간의 상관관계를 Table 4, 5에 나타내었다.

상악에서는 한 치아의 근원심경사가 인접치아들의 근원심경사와 순상관관계 (r=.27~.65) 를 보였으며 (p<0.05), 하악에서도 역시 한 치아의 근원심경사가 인접치아들의 근원심경사와 순상관관계 (r=.40~.85) 를 보였다 (p<0.05). 특히, 하악에서는 중절치와 견치, 제1, 2소구치, 제1, 2대구치간의 관계를 제외한 모든

치아간에 .30~.85의 순상관관계를 보였다 (p<0.05) (Table 2, 3).

또한, 순, 협설측경사에서도 근원심경사에서와 마찬가지로 상, 하악의 모든 치아에서 공히 인접치아들과 상당히 높은 순상관관계 (r=.49~.89)를 보였으며 (p<0.01), 특히 상악에서 중절치와 제2대구치간의 관계를 제외한 모든 치아들간에 .29~.82의 순상관관계를 보였으며 (p<0.05), 하악에서는 모든 치아들간에 .27~.89의 순상관관계를 보였다 (p<0.05) (Table 4, 5).

IV. 고 찰

최근들어 호선의 구부림이 필요없으므로 시술시간

의 감소, 환자의 불편감 해소, 짧은 치료기간으로 더 일관성 있고 좋은 결과를 얻을 수 있는 등의 많은 장점을 가진 스트레이트와이어장치를 선호하는 경향이 증가하고 있다. 그러나, 이러한 스트레이트와이어장치를 모든 환자에 동일하게 적용하는 데는 한계가 있으며 이를 평가하고 연구한 이들의 대부분은 증례마다, 치료의 단계마다 최소한의 호선 구부림이 필요하며 특히, second order bend의 양은 사용하는 술식에 따라서 다소 차이가 있다고 한다. 또한, 치아만의 배열이 아닌 골격에 맞춘 적절한 교정치료를 하기 위해서는 골격에 대한 각 치아의 위치가 적절히 확립되어야 한다고 생각되며 이러한 문제의 해결에 도움이 되도록 본 실험을 시행하였다.

Sassouni³⁷⁾와 Silver⁴⁰⁾는 교합기에 거상하지 않고 측모두부X-선규격사진과 모형과의 연관성부여를 위해 모형의 기저부를 적절히 트리밍하는 방법을 제시하였는데 이러한 방법을 이용하면 안면골격에 대한 전치의 순설측 경사를 정확히 파악하여 환자의 두부에 대한 치아 위치의 더 실질적인 평가가 가능하리라 생각된다. 그러나, 이러한 방법들도 모형의 기저부만 골격의 기준선에 준하여 트리밍되어 있으므로 모형을 교합기에 거상하는 것보다 실제 환자의 상태를 평가하는 데에는 한계가 있으리라 생각된다.

치과보철학에서 환자의 상, 하악 치아에 대한 악관절간의 관계와 악관절운동을 모형에서 정확히 재현하기 위해 주로 사용되어 왔던 교합기는 근래에 와서 치과보철학 뿐만 아니라 다른 치과영역에서도 많이 사용되어지고 있다. 교정영역에서 사용되는 교합기는 각각의 진단목적에 따라 개발된 다양한 교합기가 사용되고 있다. 그러나, 교정진단용 셋업은 그 목적에 따라 단순 교합기나 반조절성 교합기상에서 각각 행해져 왔으며, Hong과 Soh²¹⁾도 반조절성 교합기상에서 incisor inclination indicator를 이용하여 진단용 셋업을 행하였다. 또, Marko²⁶⁾는 악교정 수술시에 사용되는 교합기들을 평가해본 뒤, 단순 교합기의 이용은 하악수술, 전방 근침하수술, 그리고 횡단 상악수술에 제한되어져야 한다고 하였으며, 반조절성 교합기를 사용하면 어떤 수술-교정증례에서도 어려움이 발견되지 않았다고 보고하였다. 완전조절성 교합기가 환자의 상태를 거의 완전히 재현할 수 있다고는 하지만, 이는 악관절운동을 정확히 재현하는 것이므로 본 연구에서처럼 안면 골격의 기준선인 안이평면과 상, 하악 모형의 위치관계를 정확히 교합기로 옮기려는 의도로 교합기를 사용한다면 반조절성 교합기만으로도

충분하리라 생각된다.

안궁전이 시행후 교합기상에서 안면골격의 기준선인 안이평면에 대해 상, 하악 치아가 얼마나 정확하게 위치되는가에 대해서는 Pitchford³²⁾, Gonzales와 Kingery¹⁷⁾, Lauciello와 Appelbaum²⁴⁾, Bailey와 Nowlin⁶⁾, Stade 등⁴²⁾, Payne³¹⁾, Goska와 Christensen¹⁸⁾, Palik 등³⁰⁾, Simpson 등⁴¹⁾과 같은 많은 선학들의 연구가 있으나, 아직은 논란의 여지가 많은 것 같다. 본 연구에서는 Gonzales와 Kingery¹⁷⁾의 연구결과를 중심으로 안궁전이를 시행하였으나, 이 방법 역시 환자의 안면골격에 대한 상, 하악 치아의 위치를 교합기상에서 정확히 재현한다고는 할 수 없으므로, 측모두부X-선규격사진상에서의 안이평면과 상악 중절치간의 각도와 교합기에서 안이평면이라 할 수 있는 교합기 상단과 교합기에 거상된 상악 모형의 중절치간의 각도를 서로 비교하여 안궁전이시 전방기준점으로서 어느 방법을 사용하였을 때 환자의 안면골격과 상, 하악 치아의 위치관계를 가장 잘 측정할 수 있는지 검증하여야 할 필요가 있으며, 이에 대해 더 많은 연구가 필요하리라 생각된다. 또한, 본 연구에서 안궁전이시 사용한 방법의 계측자간, 계측 시간간 재현성에 관한 검증은 시행하여 재현성이 있다고 판단된다면 진단용 셋업이나 tooth positioner용 셋업을 제작시 본 연구에서와 동일한 방법으로 안궁전이하여 교합기에 거상한 환자의 모형에 본 연구의 계측치를 적용하는데 있어 별 다른 문제를 야기하지 않을 것으로 생각된다.

치관의 경사를 측정함에 있어서 대부분의 사람들은 교합평면을 기준으로 사용하였으나 각각의 사람들마다 기준으로 삼은 교합평면이 다소 차이가 있다. Andrews⁵⁾는 악궁모양의 플라스틱 템플레이트를 모형의 교합평면상에 놓고 측정하였는데 이런 방법을 사용하게 되면 피검자 각각에서 정한 교합평면이 일정한 기준에 의해 정해진 교합평면이 아닐 가능성이 높으며 같은 사람의 상, 하악 모형에서도 동일한 교합평면을 기준으로 하였다고는 할 수 없을 것 같다. Dellinger¹¹⁾, 정 등²⁾은 기준평면으로 horizontal occlusal line (HOL)을 사용하여 HOL과 모형의 바닥이 평행하도록 트리밍하거나 모래관위에서 HOL이 수평이 되도록 하여 측정하였고, Ross 등³⁵⁾은 측모두부X-선규격사진에서 Downs의 교합평면을 기준으로 상, 하악 전치의 장축을 측정하였고, Creekmore와 Kunik¹⁰⁾은 측모두부X-선규격사진이나 VTO상에서 arch-wire plane에 대한 상, 하악 중절치의 각도를 incisor inclination template를 이용하여 계측할 수 있다고 하

였다.

그러나, 지금까지 모형상에서의 치관경사도 측정에 관한 어떠한 연구에서도 측모두부X-선규격사진에서 사용되는 해부학적 또는 기능적 교합평면과 상응하는 교합평면을 사용하지는 않았다. 이런 측면에서 안이평면을 기준으로한 본 연구에서의 측정 결과를 측모두부X-선규격사진에서 사용해온 여러 분석법과 서로 연관하여 이용할 수 있다면 매우 유용할 것으로 생각되며 이를 기준으로 교합기상에서의 진단용 셋업도 사용할 치료방법과 치료목표에 맞추어 보다 더 정확하게 행할 수 있을 것으로 생각된다.

현대 스트레이트와이어 개념을 장안해낸 Andrews⁵⁾는 스트레이트와이어장치를 이용한 술식이 사용될 때, 각 개인의 치아는 매우 한정된 영역 내에서 변이가 있을 수 있다고 하여 같은 치아의 facial contour상의 각 point는 모든 환자에서 동일하다고 가정하였고, Wheeler⁵⁰⁾는 치아의 facial curvatures가 일정하다고 하였으나, Dellinger¹¹⁾, Morrow²⁹⁾, Dempster¹²⁾, Vardimon과 Lambertz⁴⁹⁾, Taylor⁴⁵⁾는 치아의 facial contour는 환자간에 동일하지 않다고 하였다. 그러나, 이런 보고 중 어떤 것도 facial surface contour variation의 빈도나 그 한계를 묘사하려고 시도한 것은 없다. 또한, facial contour상에서 FA point에 대한 접선을 잡는 방법도 측정자마다 다양하다. FA point에 대한 접선을 잡는 방법에 있어서의 오차를 줄이기 위해 Dellinger¹¹⁾는 optic comparator에 모형을 놓고 screen으로 투영시켜 계속하였고, 정 등²⁾은 수평면에 대한 경사를 측정할 수 있는 기구인 clinometer를 사용하여 순, 협설측경사를 측정하였으며, 윤과 손¹⁾은 치아 각각을 사진촬영하여 인화된 사진상에서 측정하였는데 이런 방법은 임상적으로 모든 환자에 적용하기에는 너무 번거로운 방법인 것 같다. 본 연구에서는 안공전이를 시행하여 교합기에 거상한 상, 하악 모형을 T.A.R.G.상에서 계측하여 계측자간 ($r=0.9878$), 계측 시기간 ($r=0.9864$)의 재현성에 관한 통계학적 검증에서 매우 높은 재현성을 관찰할 수 있었다 ($p<0.05$). 이로써 본 실험에서의 측정 방법이 개개인마다 다양한 치아의 facial contour를 가지므로 인해 또, 측정자마다, 측정 시기마다 FACC를 서로 다르게 설정할 수 있으므로 인해 재현성에 있어 약간의 변이가 있으리라 생각되나, 계측의 결과를 평가하는데 있어서는 별다른 문제점을 야기시키지 않으리라 생각된다.

신체내에서 엄격하게 대칭성을 정의한다면 매우 양호한 곳은 아무데도 없을 것이다. 치아발육에 영향

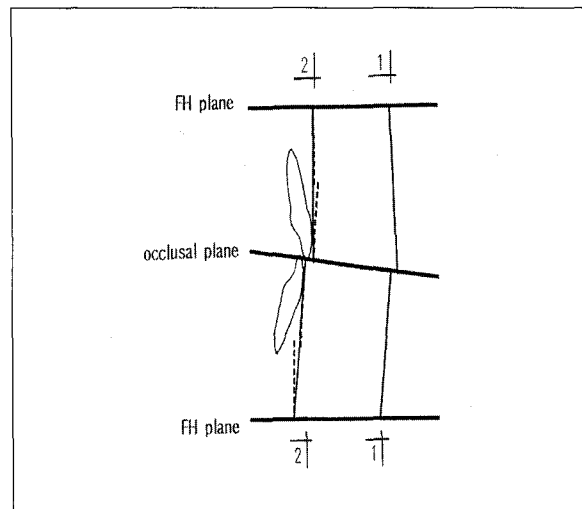


Fig. 3. Schematic diagram shown spatial relationship among FH plane, occlusal plane, and FACC of maxillary and mandibular incisors: a dotted line : an arbitrary plane perpendicular to FH plane and occlusal plane respectively.

을 미치는 유전장 (genetic field)인 동일치아군내에서 가장 원심측에 있는 치아는 발육, 크기 및 형태의 변이성이 가장 크고, 선천적 유실의 경향이 가장 높으며, 비정상 형태와 석회화 타이밍이상의 빈도가 가장 높다. Germane 등¹⁵⁾도 facial surface contour는 전방 치열에서 후방치열로 갈수록 변이가 증가하는 경향을 보인다고 하였으나, 좌우크기의 상관관계는 현저하게 높으며 상, 하악 치아 크기의 상관관계도 역시 높다¹⁴⁾. 한편, Downs¹³⁾, McNamara와 Brudon²⁸⁾이 남, 녀를 구분하여 정상치를 언급한 것에서도 알 수 있듯이 골격에 있어서의 성별차가 있을 수 있으며, 본 연구에서 각 치아의 치관 경사도를 계측하는 기준평면이 안이평면이므로 치관 경사도 역시 남녀간 차이가 있을 수 있다. 그러나, Andrews⁵⁾, Ricketts³⁴⁾, Roth³⁶⁾, Alexander³⁾, Bennett와 McLaughlin⁷⁾은 성별에 관계없이 동일한 브라켓을 사용해왔고, Schwaninger³⁹⁾, 정 등²⁾, 윤과 손¹⁾의 치관 경사도 연구에서 남녀간 차이에 대한 언급이 없었다. 이러한 연구결과로부터 알 수 있듯이 좌우측 치관 경사도의 차이나 남녀간 치관 경사도의 차이는 임상적인 편의성을 고려할 때 무시할 수 있으리라 생각된다.

본 연구에서 계측된 각 치아의 순, 협설측경사를

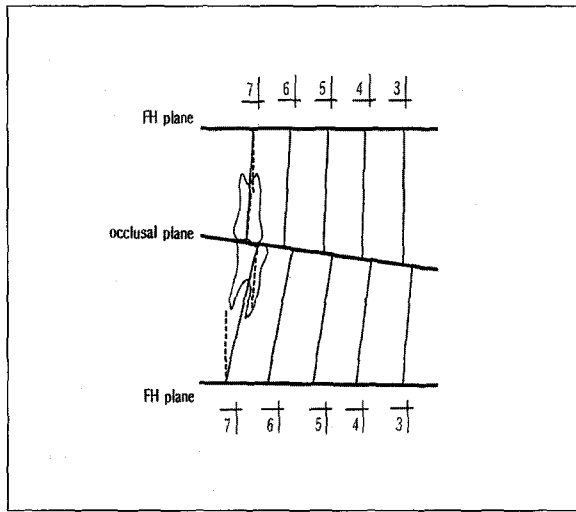


Fig. 4. Schematic diagram shown spatial relationship among FH plane, occlusal plane, and FACC of upper and lower canine, 1st premolar, 2nd premolar, 1st molar, and 2nd molar: a dotted line : an arbitrary plane perpendicular to FH plane and occlusal plane respectively.

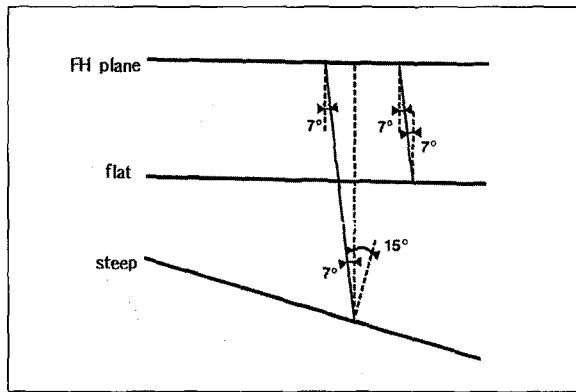


Fig. 5. Schematic diagram shown spatial relationship among FH plane, steep and flat occlusal plane and FACC of upper central incisors: a dotted line : an arbitrary plane perpendicular to FH plane and occlusal plane respectively. Note that although FH plane to occlusal plane angle is either flat (0°) or steep (15°), FH plane to FACC of upper incisor angles are 7°. But, occlusal plane to FACC of upper incisor angles are 7°, 22° (= 7° + 15°) respectively.

Table 6에서와 같이 교합평면을 기준으로 계측된 선학들의 연구결과와 비교시 상악 중절치는 더 작은 양의 순측경사를 보이고 상악 측절치는 오히려 설측경사된 것으로 나타났는데 이는 안이평면과 교합평면이 이루는 각도에 의해서 일어나는 현상으로 생각된다 (Fig. 3). 또한, 하악 절치의 순, 협설측경사가 Andrews⁵⁾, 정 등²⁾의 계측치보다 더 순측경사된 양상을 보이는 것도 안이평면과 교합평면이 이루는 각도에 의해서 일어나는 현상으로 생각되며 (Fig. 3), Andrews⁵⁾의 계측치에서는 약간 설측경사된 것으로 나타났으나 정 등²⁾의 계측치나 본 연구의 계측치에서 순측경사된 것으로 나타난 것은 연구대상의 종족간 차이인 것으로 생각된다.

본 연구에서 계측된 각 치아의 근원심경사를 Table 7에서와 같이 교합평면을 기준으로 계측된 선학들의 연구결과와 비교시 상악 측방치군에서는 오히려 원심경사된 것으로 나타났고 하악 측방치군에서는 더 근심경사된 것으로 나타났는데 이는 안이평면과 교합평면이 이루는 각도에 의해서 일어나는 현상으로 생각된다 (Fig. 4).

이러한 면에서, 특히 상, 하악 전방치아들의 순설측경사와 측방치아들의 근원심경사는 교합평면을 중심으로 계측한 경우 교합평면의 경사도에 따라 상당히 상이한 수치를 나타낼 수 있을 것으로 생각된다. 현재까지 대부분의 스트레이트브라켓들이 교합평면을 기준으로 한 계측을 중심으로 제작, 사용되어 왔으나, Fig. 5에서처럼 평탄한 교합평면을 가진 환자와 경사진 교합평면을 가진 환자를 교합평면을 중심으로 계측한 계측치를 기준으로 제작된 동일한 브라켓을 사용하여 치료한다면, 상, 하악 전방치아들의 순설측경사와 측방치아들의 근원심경사에서 상당한 오차가 생길 것으로 생각되며 이러한 오차는 환자의 안이평면과 교합평면간의 각도가 정상교합자의 수치에 가깝게 수정된다면 문제가 없을 것으로 생각되나, 정상 수치에 가깝게 수정하지 못할 경우 상당한 오차를 야기할 수 있을 것으로 생각된다.

초기의 교정치료에서는 악골내에 치아의 가지런한 배열만을 목표로 교정치료를 시행하였으나 최근에는 환자의 악안면 골격형태를 인식한 교정치료를 시행해오고 있으며 Ross 등³⁵⁾은 전방부 치아의 순설측경사와 전치간 각도 (interincisal angulation)는 정적인 그리고 기능적인 교합의 결정인자이며, 더욱이 교정치료환자에게 중요한 것은 두개와 안면골격에 대한 상악 전치 위치의 심미적인 관계라고 하였다. 이러한

Table 6. Comparison of crown inclination

| Tooth | Andrews ³⁾ | Jeong, Sohn & Park ²⁾ | Author | Tooth | Andrews ³⁾ | Jeong, Sohn & Park ²⁾ | Author |
|-------|-----------------------|----------------------------------|--------|-------|-----------------------|----------------------------------|--------|
| U1 | 7 | 10 | 1.5 | L1 | -1 | 2 | 5.9 |
| U2 | 3 | 8 | -1.6 | L2 | -1 | 0 | 3.1 |
| U3 | -7 | -4 | -7.4 | L3 | -11 | -7 | -4.1 |
| U4 | -7 | -7 | -11.2 | L4 | -17 | -16 | -10.0 |
| U5 | -7 | -8 | -12.4 | L5 | -22 | -22 | -20.9 |
| U6 | -9 | -9 | -11.8 | L6 | -26 | -32 | -25.0 |
| U7 | -9 | -8 | -9.9 | L7 | -31 | -38 | -30.3 |

U : Upper tooth, L : Lower tooth

Table 7. Comparison of crown angulation

| Tooth | Andrews ⁴⁾ | Yoon & Sohn ¹⁾ | Author | Tooth | Andrews ⁴⁾ | Yoon & Sohn ¹⁾ | Author |
|-------|-----------------------|---------------------------|--------|-------|-----------------------|---------------------------|--------|
| U1 | 5 | 4 | 2.5 | L1 | 2 | 0 | 1.0 |
| U2 | 9 | 7 | 3.1 | L2 | 2 | 0 | 2.2 |
| U3 | 11 | 8 | -0.8 | L3 | 5 | 2 | 5.5 |
| U4 | 2 | 4 | -3.0 | L4 | 2 | 1 | 8.2 |
| U5 | 2 | 4 | -2.9 | L5 | 2 | 4 | 10.0 |
| U6 | 5 | 3 | -6.4 | L6 | 2 | 5 | 12.1 |
| U7 | 5 | 0 | -10.7 | L7 | 2 | 8 | 14.1 |

U : Upper tooth, L : Lower tooth

맥락에서 치아에 의해 결정되어지는 교합평면을 기준으로 하여 계측한 수치를 중심으로 한 스트레이트 브라켓으로 다양한 악안면 골격형태를 지닌 환자를 치료하는 것은 각각의 환자에 맞는 치료기법을 가미한 교정치료를 하더라도 다소 문제가 있을 것으로 생각된다. 최근들어 Germane 등¹⁵⁾은 각 개인간 facial contour 차이를 감안한 미래의 브라켓은 안면골격패턴의 변이에 대한 필요한 보상을 포함하는 두부에서의 치아 위치에 관한 정보가 필요함을 지적하였다. 또, Ross 등³⁶⁾은 교합평면에 대한 상악 전치의 순설측경사는 MP-SN 각도, OP-SN 각도가 증가함에 따라 증가되지만, U1-SN 각도는 이에 따른 변화가 없다고 하면서 현재의 스트레이트와이어장치에서 full-sized archwire가 다양한 OP-SN 각도를 가진 환자에

사용되면 환자마다 매우 다른 효과를 낳게 되며 이로 인해 의도된 것과는 현저히 다른 치아 위치를 초래할 수 있다고 하였다. 안이평면을 기준평면으로하여 계측한 계측치를 기준으로 브라켓을 제작하여 사용하게 되면 이러한 문제로 인해 발생하는 오차는 다소 해결할 수 있을 것으로 생각되지만, 교합평면과 안이평면중 어느 것을 기준으로 하여 측정된 결과에 따라 브라켓을 제작하는 것이 다양한 골격 패턴을 가진 여러 환자에게 적용함에 있어 더 작은 오차를 가질지는 이 연구의 결과만으로는 다소 미흡하므로 이러한 면에 있어서의 더 많은 연구가 필요하리라 생각된다.

스트레이트와이어장치를 제작하기 위하여 사용된 연구대상은 대부분의 경우 정상교합자였으나 실제로 치과교정의는 다양한 변이를 지닌 각각의 부정교합

환자를 치료하므로 개개인의 다양한 변이를 인식하고 치료해야 하며, 특히 발치증례 치료시 사용되는 브라켓은 발치를 동반한 치료를 받은 부정교합 환자들의 모형을 이용한 연구결과를 중심으로 제작, 사용되는 것이 더욱 바람직할 것으로 생각되며 이러한 연구의 결과를 차후 새로 제작될 스트레이트와이어장치 제작에 반영시키는 것이 바람직하리라 생각된다.

V. 요약

교합기에 거상된 정상교합자 31명의 진단모형에서 치아 FACC의 경사도를 측정하기 위해 약간 변형시킨 T.A.R.G.를 이용하여 안이평면에 대한 각 치아 FACC의 순, 협설측경사와 근원심경사를 측정하여 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 상, 하악 각 치아의 FACC의 순, 협설측경사와 근원심경사를 측정하여 각각의 기준치를 얻었다.
- 치아 FACC의 순, 협설측경사는 상, 하악 치열 모두에서 전방치아에서 후방치아로 갈수록 점점 설측으로 경사되는 경향을 보였다.
- 치아 FACC의 근원심경사는 상악치열에서 중절치와 측절치는 거의 비슷한 경사도를 가지고 견치부위에서 후방치아로 갈수록 점점 원심으로 경사되는 양상을 보였고, 하악 치열에서는 전방치아에서 후방치아로 갈수록 점점 근심으로 경사되는 경향을 보였다.
- 상, 하악 모든 치아에서 어느 한 치아의 치관 근원심경사와 순, 협설측경사는 인접치아들의 치관 근원심경사와 순, 협설측경사와 높은 순상관계를 보였다.

참고문헌

1. 윤정진, 손병화. 정상교합자의 crown angulation에 관한 연구. 대치교정지 1986;16(2): 123-133.
2. 정돈영, 손병화, 박영철. 정상교합자의 치관 경사도에 관한 연구. 대치교정지 1986;16(1): 155-165.
3. Alexander RG. The varisimplex discipline, part 1, Concept and appliance design. J Clin Orthod 1983;17:380-92.
4. Andrews LF. The six keys to normal occlusion. Am J Orthod 1972;62(3):296-309.
5. Andrews LF. Straight wire, the concept and appliance. San Diego : LA Wells, 1989:13-33.
6. Bailey JO, Nowlin TP. Evaluation of the third point of

reference for mounting maxillary casts on Hanau articulator. J Prosthet Dent 1984;51:199-201.

7. Bennett JC, McLaughlin RP. Orthodontic treatment mechanics and the preadjusted appliance. London : Mosby-Wolfe, 1993:41-46.
8. Broussard GJ, Broussard CJ, Buck HR, Shia GJ. Clinical applications of the Broussard auxiliary edgewise bracket. Am J Orthod 1964;50:881-899.
9. Burstone CJ, Steenbergen EV, Hanley KJ. Modern edgewise mechanics and the segmented arch technique. Glendora : Ormco, 1995:13-16.
10. Creekmore TD, Kunik RL. Straight wire : The next generation. Am J Orthod Dentofac Orthop 1993;104:8-20.
11. Dellinger EL. A Scientific assessment of the straight-wire appliance. Am J Orthod 1978;73(2):290-299.
12. Dempster WT, Adams WJ, Duddles RA. Arrangement in the jaws of the roots of the teeth. JADA 1963;67:779-797.
13. Downs WB. Variation in facial relationships : Their significance in treatment and prognosis. Am J Orthod 1948;34:813-840.
14. Garn SM. Genetics of dental development. cited by McNamara JA. The biology of occlusal development, Monograph 7, craniofacial growth series, Ann Arbor : Center for human growth and development, Univ. of Michigan. 1977:61-88.
15. Germane N, Bentley BE, Isaacson RJ. Three variables modifying faciolingual tooth angulation by straight-wire appliances. Am J Orthod Dentofac Orthop 1989;96:312-9.
16. Glossary of Prosthodontic Terms. J Prothet Dent 1987;58:713-62.
17. Gonzales JB, Kingery RH. Evaluation of planes of reference for orienting maxillary casts on articulators. JADA 1984;76:329-336.
18. Goska JR, Christensen LV. Comparison of cast positions by using four face-bows. J Prosthet Dent, 1988;59:42-44.
19. Granger ER Practical procedures in oral rehabilitation. Philadelphia : Lippincott, 1962. cited by Lauciello FR, Appelbaum M. Anatomic comparison to arbitrary reference notch on Hanau articulators. J Prosthet Dent 1978; 40:676-681.
20. Hanson GH. Prescriptions for the Speed appliance. San Clemente : OREC, 1989. cited by Creekmore TD, Kunik RL. Straight wire : The next generation. Am J Orthod Dentofac Orthop 1993;104:8-20.
21. Hong RK, Soh BC. Customized indirect bonding Method for lingual Orthodontics. J Clin Orthod 1996;30(11):650-652.
22. Kim YH. Overbite depth indicator with reference to anterior open-bite. Am J Orthod 1974;65(6):586-611.

23. Kim YH. Anterior-posterior dysplasia indicator : an adjunct to cephalometric differential diagnosis. *Am J Orthod* 1978;73(6):619-633.
24. Lauciello FR, Appelbaum M. Anatomic comparison to arbitrary reference notch on Hanau articulators. *J Prosthet Dent* 1978;40:676-681.
25. Lewis PD. Space closure in extraction cases. *Am J Orthod* 1950;31:172.
26. Marko JV. Simple hinge and semiadjustable articulators in orthognathic surgery. *Am J Orthod Dent Orthop* 1986;90:37-44.
27. McCollum BB, Stuart CE. A research report, South Pasadena : Scientific Press, 1955. cited by Lauciello FR, Appelbaum M. Anatomic comparison to arbitrary reference notch on Hanau articulators. *J Prosthet Dent* 1978;40:676-681.
28. McNamara JA, Brudon WL. Orthodontic and orthopedic treatment in the mixed dentition. Michigan : Needham Press, 1987:13-54.
29. Morrow JB. The angular variability of the facial surfaces of the human dentition : an evaluation of the morphological assumptions implicit in the various "straight-wire" techniques. St. Louis : St. Louis University, 1978. cited by Germane N, Bentley BE, Isaacson RJ. Three variables modifying faciolingual tooth angulation by straight-wire appliances. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1989;96:312-9.
30. Palik JF, Donald MS, White JT. Accuracy of an earpiece face-bow. *J Prosthet Dent* 1985;53:800-804.
31. Payne SH. Study of posterior occlusion in duplicate dentures. *J Prosthet Dent* 1951;1:322. cited by Lauciello FR, Appelbaum M. Anatomic comparison to arbitrary reference notch on Hanau articulators. *J Prosthet Dent* 1978;40:676-681.
32. Pitchford JH. A reevaluation of the axis-orbital plane and the use of orbitale in a facebow transfer record. *J Prosthet Dent* 1991;66(3):349-355.
33. Preston JD. A reassessment of the mandibular transverse horizontal axis theory. *J Prosthet Dent* 1979;41:605-613.
34. Ricketts RM. Bioprogressive therapy as an answer to orthodontic needs part I. *Am J Orthod* 1976;70:241-67.
35. Ross VA, Isaacson RJ, Germane N, Rubenstein LK. Influence of vertical growth pattern on faciolingual inclinations and treatment mechanics. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1990;98:422-9.
36. Roth RH. Five years clinical evaluation of the Andrews straight wire appliance. *J Clin Orthod* 1976;10:836-850.
37. Sassouni V. Cephalometric trimming of dental casts. *J Clin Orthod* 1970;4(3):148-155.
38. Schlute JK, Rooney DJ, Erdman AG. The hinge axis transfer procedure a three dimensional error analysis. *J Prosthet Dent* 1984;51:819-822.
39. Schwanager B. Evaluation of the straight arch wire concept. *Am J Orthod* 1978;74(2):188-196.
40. Silver WE. Oriented study models. *J Clin Orthod* 1974;8(8):468-472.
41. Simpson JW, Hesby RA, Pfeifer DL. Arbitrary mandibular hinge axis locations. *J Prosthet Dent* 1984;51:819-822.
42. Stade EH, Hanson JG, Baker CL. Esthetic considerations in the use of face-bows. *J Prosthet Dent* 1982;48:253-256.
43. Steiner CC. Power storage and delivery in orthodontic appliances. *Am J Orthod* 1953;39:859-880.
44. Swain B. Clinical demonstration of the Bull technique. Charles H. Tweed Foundation meeting Chicago, 1952.
45. Taylor RMS. Variation in form of human teeth I an anthropologic and forensic study of maxillary incisors. *J Dent Res* 1969;48:173-82.
46. Thorp ER, Smith DE, Nichail JL. Evaluation of the use of a facebows for complete denture occlusion. *J Prosthet Dent* 1978;39:5-15.
47. Tweed CH. The Frankfort-mandibular incisor angle in orthodontic diagnosis, treatment planning and prognosis. *Angle Orthod* 1954;24:121-169.
48. Tweed CH. Clinical orthodontics. 2nd ed. St. Louis : Mosby, 1970:1:2-82.
49. Vardimon AD, Lambertz W. Statistical evaluation of torque angles in reference to straight-wire appliance (SWA) theories. *Am J Orthod* 1986;89:56-66.
50. Wheeler RC. Dental anatomy, physiology and occlusion. 7th ed. Philadelphia : W.B. Saunders, 1993:423-424.

-ABSTRACT-

The Angulation and Inclination of Individual Tooth to FH Plane in Normal Occlusion

Hae-Sang Hwang, Oh-Won Kwon

Department of Orthodontics, School of Dentistry, Kyungpook National University

The purpose of this study was to obtain the angulation and inclination of FACC of all teeth to FH plane. Study models of 31 persons with normal occlusion were selected and mounted on the semiadjustable articulator for this study. Using T.A.R.G. with a little modified method, the angulation and inclination of FACC of all teeth to FH plane were measured and then the measurements were analyzed statistically.

The obtained results were as follows.

- Mean, standard deviation, maximum value, and minimum value of the angulation and inclination of FACC of upper and lower teeth were obtained.
- The FACC in both upper and lower arch was progressively lingually-inclined from anterior teeth to posterior teeth.
- In the angulations of FACC of upper teeth, central and lateral incisor showed similar value. Yet, the FACC of the rest was progressively distally-angulated from the canine to posterior teeth. The FACC in lower arch was progressively mesially-angulated from anterior teeth to posterior teeth.
- The angulation and inclination of FACC of any tooth in both upper and lower teeth correlated strongly and positively with the angulation and inclination of FACC of adjacent tooth.

KOREA. J. ORTHOD. 1998 ; 28 : 1-15

※ **Key words** : FH plane, occlusal plane, angulation, inclination