



## 저작자표시 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.
- 이차적 저작물을 작성할 수 있습니다.
- 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#) 

치의학 석사학위 논문

쌍둥이 연구를 통한 하악골의 매트릭스  
회전과 매트릭스 내 회전의 유전성 비교  
및 교합평면에서의 유전성 평가

아주대학교 임상치의학대학원

임상치의학과/치과교정학전공

김진형

쌍둥이 연구를 통한 하악골의 매트릭스  
회전과 매트릭스 내 회전의 유전성 비교  
및 교합평면에서의 유전성 평가

지도교수 채 화 성

이 논문을 치의학 석사학위 논문으로 제출함.

2019년 8월

아주대학교 임상치의학대학원

임상치학과/치과교정학전공

김진형

김진형의 치의학 석사학위 논문을 인준함.

심사위원장 김 영 호 인

심 사 위 원 신 정 원 인

심 사 위 원 채 화 성 인

아주대학교 임상치의학대학원

2019년 6월 21일

## 쌍둥이 연구를 통한 하악골의 매트릭스 회전과 매트릭스 내 회전의 유전성 비교 및 교합평면에서의 유전성 평가

**서 론 :** 본 연구의 목적은 일란성, 이란성 쌍둥이 및 형제 자매의 측모 두부 방사선 사진 계측치를 통하여 총 회전, 매트릭스 회전, 매트릭스 내 회전의 유전적 연관성을 알아보고 세 종류의 occlusal plane(bisected occlusal plane, functional occlusal plane, MM bisector occlusal plane)의 유전율을 각각 비교 연구한다.

**재료 및 방법 :** 한국인 쌍둥이 49쌍과 동성의 형제 자매 26쌍을 합한 총 75쌍(평균 연령; 39.7세)을 대상으로 하였으며, 36쌍의 일란성 쌍둥이, 13쌍의 이란성 쌍둥이 및 26쌍의 동성의 형제 자매로 구성되었다. 측모 두부 방사선 사진을 이용하여 13개의 계측치를 구하고 각 그룹 내 ICC(Intraclass Correlation Coefficient) 및 Falconer's method 를 이용하여 유전율을 계산하였다.

**결 과:** 대부분의 변수들에 있어서 MZ 그룹이 DZ, Sibling 그룹에 비하여 높은 수준의 ICC 값을 나타내었다. 13개 계측치의 ICC 평균값은 MZ에서 0.85, DZ에서 0.62, sibling에서 0.52를 나타내었다. 총 회전과 매트릭스 회전의 유전율은 비교적 높은 값을 보였으나 매트릭스 내 회전의 유전율은 MZ 와 DZ 간에서 측정했을 시 0.14로 다른 두 회전의 유전율에 비하여 상대적으로 작은

값을 나타내었다.

**결 론:** MZ 그룹이 DZ, Sibling 그룹에 비하여 대부분 측정치의 일치도가 높았다. 총 회전과 매트릭스 회전의 유전율은 유사하였으며 다소 높은 수치를 보인 반면 매트릭스 내 회전의 유전율은 유의미하게 낮은 모습을 보여주었다. 세 종류의 occlusal plane 에서는 functional occlusal plane의 유전율이 가장 높은 수치를 보였다.

---

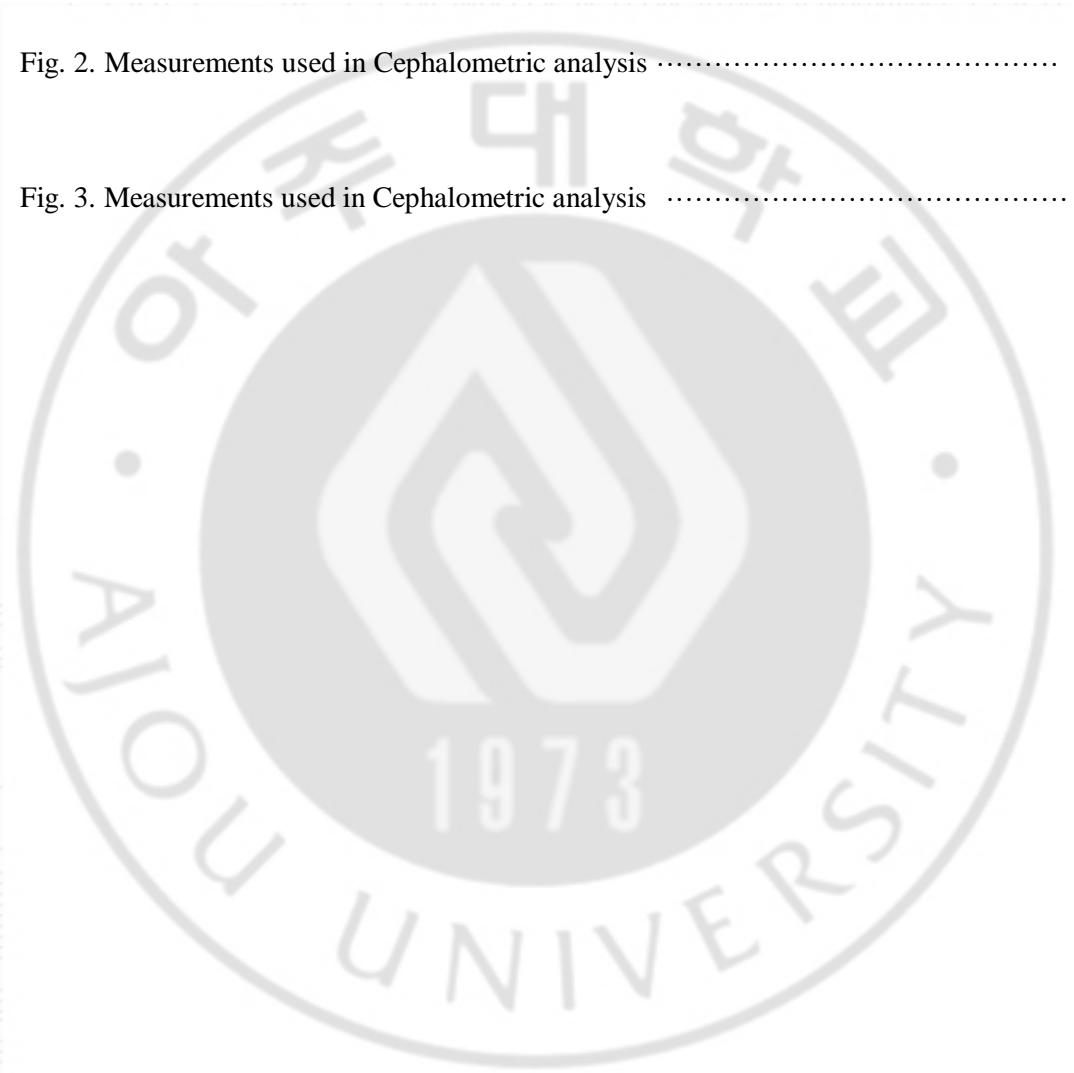
**Key words:** 쌍둥이, 유전율, Mandibular rotation, Occlusal plane

# 차 례

국문요약 .....	i
차례 .....	iii
그림차례 .....	iv
표차례 .....	v
I. 서론 .....	1
II. 연구대상 및 방법 .....	5
A. Study sample .....	5
B. Cephalometric measurements .....	6
C. Statistical analysis .....	7
III. 결과 .....	9
IV. 고찰 .....	11
V. 결론 .....	14
참고문헌 .....	15
ABSTRACT .....	24

## 그림 차례

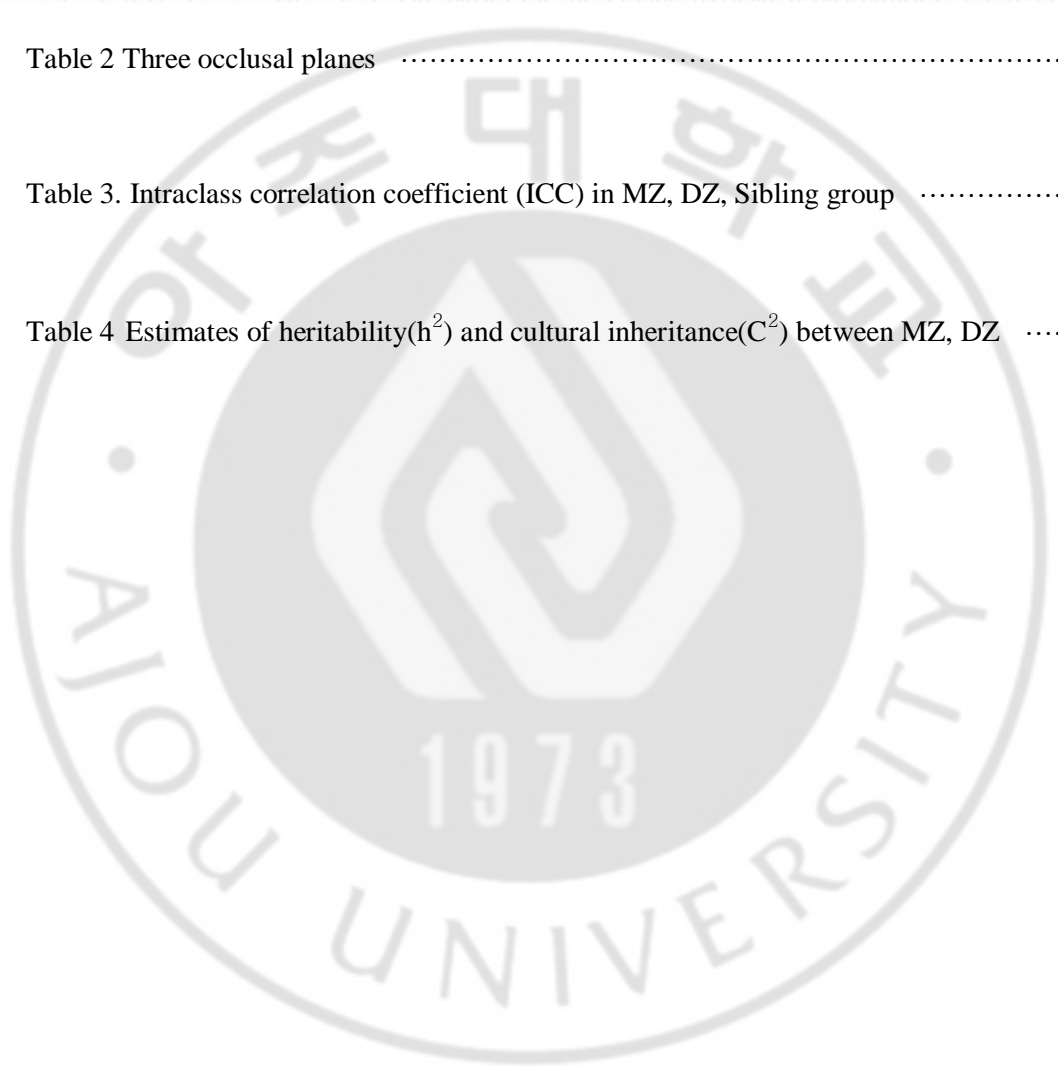
Fig. 1. Landmark used in Cephalometric analysis .....	18
Fig. 2. Measurements used in Cephalometric analysis .....	19
Fig. 3. Measurements used in Cephalometric analysis .....	20





## 표 차례

Table 1. Demographic data .....	21
Table 2 Three occlusal planes .....	21
Table 3. Intraclass correlation coefficient (ICC) in MZ, DZ, Sibling group .....	22
Table 4 Estimates of heritability( $h^2$ ) and cultural inheritance( $C^2$ ) between MZ, DZ .....	23



# I. 서론

성장기 환자에서 환자의 성장유형을 평가하는 것은 치료계획을 수립하는데 있어서 가장 중요한 요소 중 하나이다. 그 중에서도 하악골의 회전성장에 관해서는 그 중요도에 비해 1900년대 중반까지도 제대로 된 연구가 이루어지지 못하였는데 이는 골 성장이 골 사이 관절에서 이루어지는 성장인 관절 성장 (articular growth)과 골 내에서 이루어지는 성장인 골 개조 성장(remodeling growth)으로 나뉘고 이들이 복합적으로 작용하기 때문이다.

현재까지의 연구는 성장 시 하악골이 회전되는 양상을 관찰하고 회전중심이 어디에 위치하였는지 혹은 상하악의 회전 범위 등을 평가하는 논문이 주류였고, 더 나아가 악골의 회전 변화에서 매트릭스 회전과 매트릭스 내 회전을 가시화하기 위한 노력들이 있었다. 금속 임플란트 연구를 통하여 관절 성장과 골 개조 성장이 구분되었고 한 골에서 골체부의 각각의 성장량에 대한 연구를 통하여 회전성장에 대한 개념이 처음 소개되었다(Bjork, 1955).

Bjork와 Skieller는 하악골의 성장 회전을 임플란트 중첩법을 이용하여 총 회전, 매트릭스 회전, 매트릭스 내 회전 등으로 구분하였는데 총 회전은 하악 골체부의 회전으로 두개저와 골체부 사이의 관절부위에서 일어났던 관절 성장이 포함되어 있다(Bjork과 Skieller, 1983).

Proffit은 악골의 회전 변화에 대한 용어를 다소 바꾸어 사용하였는데 Bjork

을 총 회전을 내적 회전이라고 표현하고 이는 악골의 중앙에서 일어나는 회전이 표면의 변화와 치아 맹출 비율의 변화에 의해 가려진다고 하였다. 표면 변화는 외적 회전을 일으키는데 이를 통하여 보상하는 것이라고 주장하기도 하였다.

이러한 연구들은 각 회전에 대한 메커니즘과 그들 간의 비율에 대하여 연구하였으나 하악골 회전들의 유전율에 대한 연구는 전무하다.

인간의 두개안면 구조의 유전적 결정요소는 일란성 쌍생아(Monozygotic Twin, 이하 MZ), 이란성 쌍생아(Dizygotic Twin, 이하 DZ), 형제 자매들(이하 sibling)을 이용한 실험에서 나타났다(Nakata et al., 1973). 어떤 계측치에 대한 유전적 영향을 알아보기 위한 많은 연구들이 이러한 MZ, DZ, sibling간의 비교를 통하여 이루어졌는데, 이러한 방법은 계측치들간의 유전율을 비교 분석할 때 매우 효율적이며 유용하다(Savoye et al., 1998).

현재까지 쌍둥이를 이용하여 두개안면 영역에 대한 연구는 많이 이루어졌다. 일란성 쌍둥이, 이란성 쌍둥이, 혹은 형제들의 측모 두부 방사선 사진을 이용하여 각각의 일치도를 비교하여 해당 계측치의 유전율을 예측하는 연구들로 시행되어왔다. Manfredi는 MZ, DZ, sibling을 대상으로 39개의 측모 두부방사선 계측치를 분석하여 그들간에 상당한 일치도 차이를 보임을 보여주었고 이를 통해 두개안면 영역은 높은 유전율을 보임을 알아내었다. 예를 들어 하악골의 모양은 하악골 크기보다 유전율이 높고 두개안면의 후방부보다 전방부가 유전적 영향을 더 많이 받는다(Manfredi et al., 1997).

Carels 등도 MZ간 유전적 일치도는 100%, DZ간의 일치도는 50%라고 가

정하여 경조직 계측치 23개를 분석한 결과 수직 계측치가 수평 계측치보다 유전율이 더 크며, 소년이 소녀보다 길이와 관련된 계측치에서 보다 더 유전적 영향을 받는다고 하였다(Carels et al., 2001).

2016년 EJO에 등재된 최근 연구에서도 141쌍의 쌍둥이를 대상으로 39개의 측모 두부방사선 계측치를 분석하였고 Manfredi의 연구와 마찬가지로 하악골의 모양은 하악골의 크기보다 유전적 영향력을 강하게 받으며 하악골의 시상적 위치가 두개저와의 수직적 관계보다 더 유전율이 높다고 하였다. 또한 안모 유사성을 나타내는 다각형 그림(polygon)은 유전율이 매우 높는데 이는 쌍둥이의 안모가 유사한 이유를 설명해준다고 하였다(Sidlauskas et al., 2016).

이러한 내용들은 현재 Twin study series 연구에서도 유사한 결과가 나왔는데, 각각 13쌍의 MZ와 DZ에서 경조직 계측치의 ICC를 구하고, 이를 Falconer's method로 heritability를 구한 결과 악골의 크기(size)보다 구조(shape)가 유전적 경향이 더 높았다. (Kim et al., 2015) 또한 총 75쌍의 MZ, DZ, Sibling에서 경조직 및 연조직 계측치의 ICC를 구하고 이를 통하여 도출해낸 결과 이전 선행연구들과 비슷한 결과를 얻을 수 있었다(Song et al., 2017).

이렇듯 최근 연구까지도 쌍둥이를 대상으로 한 각 계측치의 유전율 비교 연구는 활발히 진행되고 있으나 이들 중 하악골의 회전에 관련된 연구는 깊이 연구되지 않았다.

본 연구에서는 한국인 쌍둥이의 측모 두부 방사선 사진 계측을 이용하여 하악골 회전시 매트릭스 회전과 매트릭스 내 회전 중 어느 회전의 유전율이 더 높

은지를 비교하고 교정 치료시 어떻게 임상적으로 의미가 있을지를 규명하고자 한다.

본원 선행 연구자들이 진행하였던 Twin study series 에서 FH plane과 Mandibular plane에 대한 occlusal plane각도는 매우 높은 유전율을 보였다 (Ann et al., 2016). 이는 Lobb 등이 Occlusal plane과 Mandibular plane 각도의 높은 유전율을 보고한 것과 일치하는 결과였다(Lobb et al., 1987). 이러한 occlusal plane은 측정 방식에 따라 크게 3가지로 나뉘는데 Downs 등이 정의한 bisected occlusal plane(Downs et al., 1956), Witt가 주장한 functional occlusal plane, Hall-Scott이 정의한 MM bisector occlusal plane이 그것이다 (Hall-Scott, 1994).

본 연구에서는 이러한 각각의 occlusal plane들을 비교하여 어느 것이 유전적 영향을 가장 많이 받는지 알아보하고자 한다.

## II. 연구대상 및 방법

### A. Study sample

삼성 서울병원에서 쌍둥이 연구를 참여하였던 쌍둥이들을 연구대상으로 하였다. 2011 년 7 월부터 2012 년 2 월 사이 기간 동안 측모두부 방사선 사진을 촬영한 환자들이 총 553 명 이었다. 모든 연구 대상은 한국인이었으며, 이 중에 교정치료를 받았거나 구치부에 가철식 보철을 시행하여 수직적 관계가 변화되었을 가능성이 있는 대상, 전치부 무치악으로 측모가 바뀌었을 대상, 양악 수술 등 구강 악안면 부위의 수술을 받은 대상 등을 제외하고 두개악안면 방사선 사진의 오류가 없는 MZ 36 쌍 (남자 16 쌍, 여자 20 쌍), DZ 13 쌍 (남자 7 쌍, 여자 6 쌍), Sibling 26 쌍 (남자 11 쌍, 여자 15 쌍) 으로 총 75 쌍 (150 명) 의 연구대상을 선정하였다.

연구대상의 평균연령은 39.7 세였으며 DZ 와 sibling 의 경우 모두 동성으로 하였다. 또한 연령에 따른 요인을 변수를 최소화시키기 위하여 sibling 의 경우 5 세 미만의 차이를 보이는 대상만을 포함하였다. 각 군별 특성은 다음과 같다(Table 1).

본 연구의 절차 및 과정은 임상윤리위원회 (Institutional Review Board) 의 허가 와 승인을 받고 환자동의서를 작성한 후 진행하였다 (IRB 2005-08-113-027).

## B. Cephalometric measurements

측모 두부 방사선 사진은 자연 두부 위치 (Natural head position) 에서 촬영되었으며 V-ceph 7.0 디지털 분석 프로그램(Cybermed, Seoul, South Korea)을 사용하였다. 또한 본 연구에 필요한 모든 측모 두부 방사선 사진의 측정 및 분석은 한 연구자(J. Kim)에 의해 이루어졌다. 또한 측정자의 측정 오차를 검증하기 위하여 연구 대상 중 20명을 무작위로 선정한 후 같은 환자에 대한 측정치 측정을 4주일 간격으로 반복적으로 시행하여 intracorrelaion을 평가하였으며 신뢰할 만한 수준으로 평가 되었다( $p < 0.01$ ).

이 연구에서 사용된 측모 두부 방사선 사진 측정점과 기준선은 Figure 1, Figure 2 그리고 Figure 3에 나타내었다. 하악골의 매트릭스 회전과 매트릭스 내 회전 그리고 교합평면 측정치의 설정을 위하여 Ricketts analysis, Wits analysis, Downs analysis, Hall analysis 등을 참고하여 13개의 측정치를 선정하였다.

총 회전은 두개골과 하악골 중심 사이의 관계로 Ricketts analysis를 참고하여 SN line 과 corpus axis 사이의 각도로 설정하였고 매트릭스 회전은 SN line 과 mandibular plane, 매트릭스 내 회전은 mandibular plane 과 corpus axis 사이의 각도로 설정하였다.

3가지 occlusal plane 중 bisected occlusal plane은 Enlow, Downs, Steiner 등이 설정한 plane으로 상하악 제1대구치의 distobuccal 교두들의 중점

과 전치 overbite의 중점을 연결한 선으로 측정하였고 functional occlusal plane은 Witt가 주장한 것으로 상하악 제1대구치와 제1소구치들의 중점을 연결하여 측정하였다. 마지막으로 MM bisector occlusal plane은 Hall-Scott이 발표하였는데 palatal plane과 mandibular plane의 이등분선으로 측정하였다(Table 3).

### C. Statistical analysis

모든 통계 분석은 SPSS 프로그램(IBM SPSS Statics Version 21) 및 Microsoft Excel 을 사용하여 구하였다. P값은 0.01 미만일 때 통계적으로 의미가 있다고 가정하였다.

MZ, DZ, 그리고 Sibling에서의 표현형 일치도는 ICC(Intra-class Correlation Coefficeint)로 구하였고, 구해진 상관계수를 통하여 Falconer 공식에 대입하여 유전율을 계산하였다(Falconer, 1960).

신뢰도 분석을 통하여 각 그룹 내에서 13개의 두부 방사선 측정치 변수에 대한 ICC 값을 산출하였다.

같은 쌍둥이 내에서 변수 값이 유사할수록 즉, 차이가 작을 수록 ICC 값이 높게 나오며 서로 다른 쌍둥이에서 나타나는 차이가 클수록 ICC 값이 클 수 있다고 평가할 수 있다.

이론적으로 MZ(monozygotic)은 서로 같은 유전자를 공유한다고 가정하며 성별이 같은 DZ(dizygotic)의 경우 유전자의 50%를 공유 한다고 가정한다. 다



음과 같은 Falconer 공식을 통하여 이에 대한 유전율과 환경적 영향을 구할 수 있다(Lundstrom과 McWilliam, 1987).

$$h^2 = 2(ICC_{MZ} - ICC_{DZ})$$

$h^2$  : 유전율; heritability

$ICC_{MZ}$  : Intraclass correlation coefficient of MZ pairs

$ICC_{DZ}$  : Intraclass correlation coefficient of DZ pairs

또한 환경적인 영향을 나타내는 cultural inheritance ( $C^2$ )는 다음과 같다.

$$C^2 = 2ICC_{DZ} - ICC_{MZ}$$

통계적으로 유전율(heritability)은 어떠한 표현형 변이가 유전적 변이에 기인한 비율로 유전율이 높을 수록 특정 표현형에 대한 유전적 영향이 크며, 낮을 수록 유전적 영향이 작다는 것을 의미한다. 이때 어떠한 특정 표현형 (Phenotype)은 아래와 같이 유전적 요인과 환경적 요인의 합으로 나타나게 된다.

$$\text{Phenotype ( P )} = \text{Genotype ( G )} + \text{Environment ( E )}$$

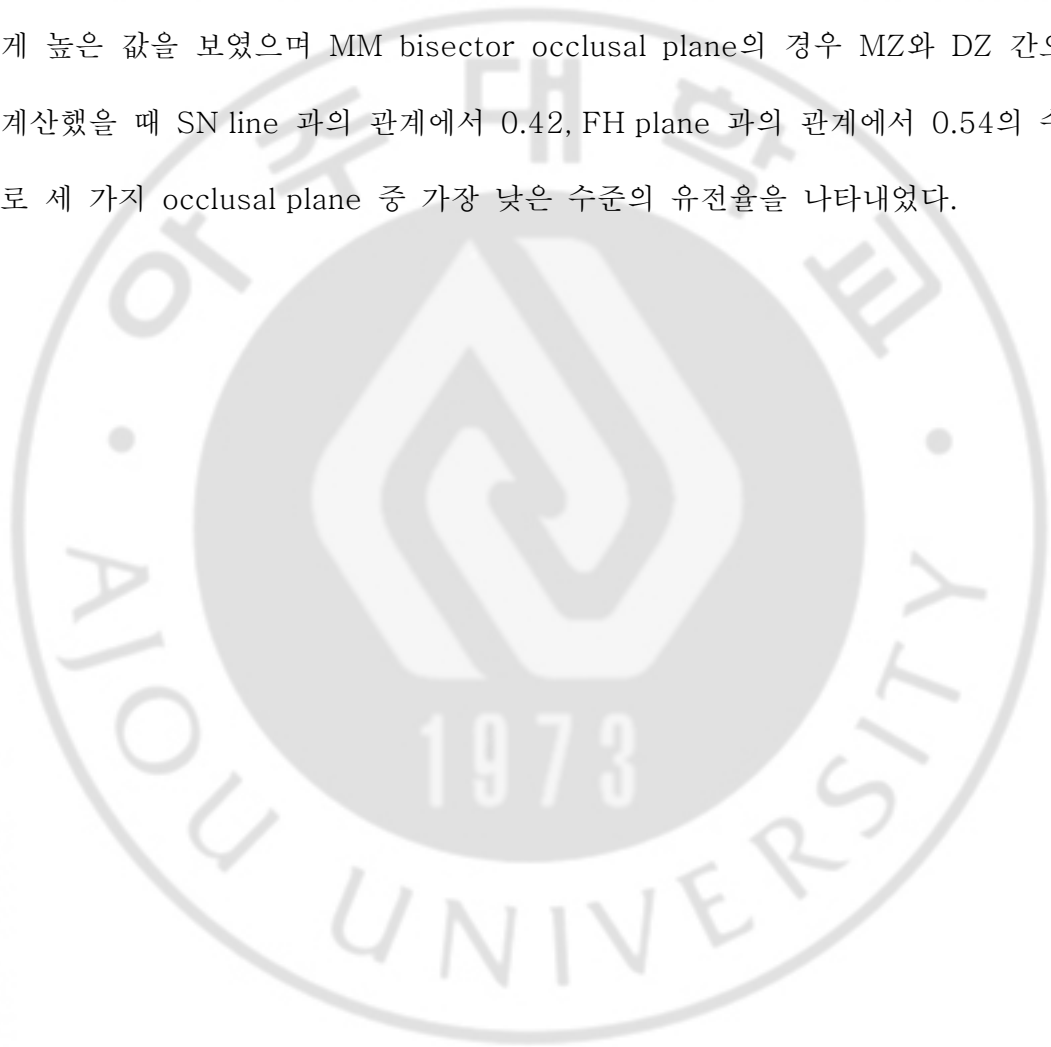
### Ⅲ. 결 과

통계분석 프로그램을 이용하여 계측치 별 각 그룹의 일치도를 계산한 결과 대부분의 변수들에 있어서 MZ 그룹이 DZ 혹은 Sibling 그룹에 비하여 월등히 높은 수준의 ICC 값을 나타냈다(Table 3). 그 중에서도 특히 MZ내에서 매트릭스 회전을 의미하는 mandibular plane angle to SN의 ICC 값은 0.87로 높은 수준의 수치를 나타내었다. 또한 13개 계측치의 ICC 평균값은 MZ에서 0.85, DZ에서 0.62, sibling에서 0.52로 기존의 연구들과 크게 다르지 않았고 역시 MZ내에서 가장 높은 수치를 나타내었다.

MZ, DZ, Sibling 그룹의 ICC 값을 Falconer's method 공식에 대입하여 유전율 heritability( $h^2$ ) 과 환경적 영향을 나타내는 cultural inheritance( $C^2$ ) 를 계산하였다. 13개 계측치들의 MZ와 DZ간 ICC 값을 이용하여 계산한 유전율과 환경적 영향은 모두 Table 4에 나타내었다.

총 회전을 의미하는 corpus axis to SN angle 값의 유전율은 MZ와 DZ 간으로 계산하였을 때 0.48의 값이 나왔으며 매트릭스 회전을 의미하는 mandibular plane to SN angle 값의 유전율은 MZ와 DZ 간에 0.5의 유전율 값을 보였다. 그러나 매트릭스 내 회전을 의미하는 corpus axis to mandibular plane angle 값의 유전율은 MZ와 DZ간 계산하였을 시 0.14로 비교적 낮은 값을 나타내었다.

Occlusal plane의 유전율을 계산한 수치에서는 세 가지 occlusal plane 모두 SN line 과의 관계보다 FH plane 과의 관계에서 더욱 높은 유전율을 나타내었다. 이 중 functional occlusal plane의 유전율은 MZ와 DZ 간으로 계산하였을 때 SN line 과의 관계에서는 0.52, FH plane 간의 관계에서는 0.76으로 일관되게 높은 값을 보였으며 MM bisector occlusal plane의 경우 MZ와 DZ 간으로 계산했을 때 SN line 과의 관계에서 0.42, FH plane 과의 관계에서 0.54의 수치로 세 가지 occlusal plane 중 가장 낮은 수준의 유전율을 나타내었다.



## IV. 고찰

두개악안면부위의 경조직이나 연조직에서 여러 계측치들에 대한 유전적 영향을 나타내는 연구들은 계속 되어왔다. 본원에서 선행 연구자들의 연구들을 통해서도 여러 가지 결론이 나왔는데, 두개악안면 경조직에서 크기보다 형태가 더 유전적 영향이 크거나(Kim et al, 2013) 하악이 상악보다 유전적 연구가 더 크며 길이보다는 비율이 전안면의 수직적인 성장을 예측하는데 있어서 더 정확하다고 할 수 있다는 결과를 도출해냈다(Ann et al, 2016). 이러한 결과들은 이전까지 존재하던 여러 유전학 연구에서 나온 결과들과 대부분 일치하며 이를 다시 한번 증명해주는 연구였다고도 할 수 있다.

세 가지 mandible rotation을 설정하기 위하여 가장 중요한 mandibular core를 금속 임플란트의 사용 없이 정의하는 것이 가장 큰 난관이었다고 할 수 있는데 이는 Ricketts의 연구를 참고하여 Xi point와 Pm point를 이은 선인 corpus axis를 mandibular core로 설정하는 방법으로 해결하였다(Ricketts et al, 1972).

본 연구의 통계 결과에서 MZ 그룹이 DZ 그룹이나 sibling 그룹에 비하여 대부분의 계측치에서 일치도가 월등히 높게 나온 결과는 기존의 많은 선행연구들과 일치하였다. 그러나 그렇지 않은 결과가 나온 계측치도 있었는데 매트릭스 내 회전을 의미하는 corpus axis to mandibular plane 의 경우  $ICC_{MZ}$  값은

0.74,  $ICC_{DZ}$  값은 0.67로 차이가 크지 않았고 그 결과 낮은 유전율을 나타내었다. 그러나 sibling의 ICC 값은 0.24로 다른 계측치들과 마찬가지로 현저히 낮게 나오므로써 일관성이 다소 떨어지는 결과가 나타났는데 이는 연구 대상의 수가 적은 것이 원인으로 생각되어진다(MZ 36쌍, DZ 13쌍, sibling 26쌍). 한편으로는 태내에서 발생과정을 동시에 겪는 DZ group에서 corpus axis to mandibular plane이 sibling 보다 높다는 것은 태내환경이 출생 후 환경보다 더 많은 영향을 끼쳤을 수도 있을 것이다.

반면 총 회전과 매트릭스 회전은 ICC 값이 일관성 있는 경향을 보였으며 유전율도 상대적으로 높았다. 총 회전은 하악 골체부의 회전을 의미하는데 이는 유전적으로 상당량 결정되어있다고 볼 수 있다.

매트릭스 회전은 두개저와 하악골체부 사이 관절에서의 관절성장과 골개조로 인한 하악골의 형태변화를 합한 하악의 복합적 변화를 의미하며(Bjork et al, 1983) 유전율은 MZ와 DZ 사이에서 0.5, MZ와 sibling 사이에서 0.64로 매트릭스 내 회전보다 높은 값을 보였다.

Occlusal plane의 유전율은 본원 선행 연구의 Twin study 에서 이미 높은 값을 보여주었으며(Ann et al., 2016) 이는 Lobb 등의 연구와 거의 일치하는 결과였다(Lobb et al., 1987). 본 연구에서는 이를 좀 더 세분화하여 세 가지 occlusal plane으로 나누고 각각의 유전율을 구하였는데 위 결과와 같이 functional occlusal plane의 유전율이 가장 높았고 MM bisector occlusal plane의 유전율은 가장 낮았다. 따라서 functional occlusal plane은 유전율이 높고 환

경적 영향을 적게 받기 때문에 성장기에서 추후에 변화가 적을 것임을 예측할 수 있을 것이다. 교합평면의 변화를 통해 개방교합/과개교합 등 임상에서 수직적인 문제들을 치료하려는 노력들이 계속 진행되어 오고 있다(Park et al, 2010). 하지만, 치료결과의 안정성에 대해서는 지속적인 의문이 제기되어 왔다. 이번 연구의 결과에는 유전율이 높은 교합평면의 변화, 특히 functional occlusal plane의 변화는 치료 결과나 안정성에 영향을 미칠 수 있을 것임을 시사한다.

본 연구에서 다소 아쉬웠던 부분은 DZ 그룹의 대상 수가 MZ 그룹이나 sibling 그룹에 비하여 적었던 부분이다(DZ 13쌍 / 남자 7쌍, 여자 6 쌍). 수정란이 분열하는 과정에서 두 개의 배아로 분리되는 MZ와 달리 DZ는 각각의 난자와 정자가 만나 각각의 수정란이 독립적으로 성장한다. 서양에서는 MZ보다 DZ의 수가 두 배 가량 많은 것으로 알려져 있으나 한국에서는 반대로 DZ의 수가 훨씬 적다. 이러한 이유로 DZ 그룹의 수는 타 그룹에 비해 비교적 적었고 이로 인하여 일관성이 다소 떨어지는 결과가 나온 것으로 추측 된다.

## V. 결 론

하악골 회전과 occlusal plane에서 대부분의 MZ 그룹 일치도는 DZ 나 sibling 그룹의 일치도에 비하여 월등히 높은 값을 보였다.

총 회전과 매트릭스 회전의 유전율은 매트릭스 내 회전의 유전율에 비하여 비교적 높은 값을 보였다.

세 가지 occlusal plane의 유전율 비교에서는 functional occlusal plane의 유전율이 가장 높았고 그 뒤로는 bisected occlusal plane, 마지막으로 MM bisector occlusal plane의 유전율이 상대적으로 가장 낮았다.

이를 통해 임상적으로 추론해보면 유전율이 높은 매트릭스 회전이나 functional occlusal plane은 교정 치료 시 결과나 안정성에 있어서 불리할 것이 예측 가능하다. 추후 이에 대한 추가적인 임상연구가 필요하다.

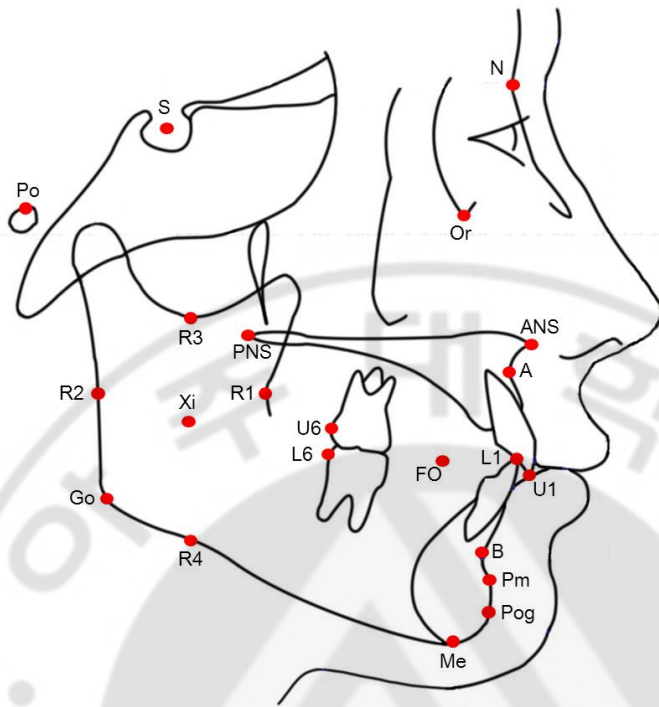
## 참 고 문 헌

1. Ahn ES, Kim YH, Chae HS, Shin JW, Sung JH, Song YM, Baek SH, Relationship in Heritability of Cephalometric and Body Parameters in Korean Adult Twins and Siblings. The Graduate School of Clinical Dentistry, Ajou University, Suwon, Gyeonggi-Do, Republic of Korea 2017
2. Amini F, Borzabadi-Farahani A. Heritability of dental and skeletal cephalometric variables in monozygous and dizygous Iranian twins. *Orthodontic Waves* 2009;68(2):72-79
3. Antonarakis GS, Kiliaridis S, Scolozzi P, Orientation of the occlusal plane in a Class I adult population. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol* 2013;116(1):35-40.
4. Bjork A. Prediction of mandibular growth rotation. *Am J Orthod* 1969 :55 :585-599
5. Bjork A, Skieller V. Normal and abnormal growth of the mandible: A synthesis of longitudinal cephalometric implant studies over a period of 25 years. *Eur J Orthod.* 1983;5(1):1-46
6. Carels C, Van Cauwenberghe N, Savoye I, et al. A quantitative genetic study of cephalometric variables in twins. *Clin Orthod Res* 2001;4(3):130-140.
7. Downs WB, Analysis of the dentofacial profile. *The Angle Orthodontist* 1956;26(4):191-212.
8. Falconer DS. *Introduction to quantitative genetics.* Oliver And Boyd; Edinburgh 1960.
9. Hall-Scott J, The maxillary-mandibular planes angle (MM degrees) bisector: a new reference plane for anteroposterior measurement of the dental bases. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 1994;105(6):583-591.
10. Hunter WS. A study of the inheritance of craniofacial characteristics as seen in lateral cephalograms of 72 like-sexed twins. *Rep Congr Eur Orthod Soc* 1965;41:59-70.

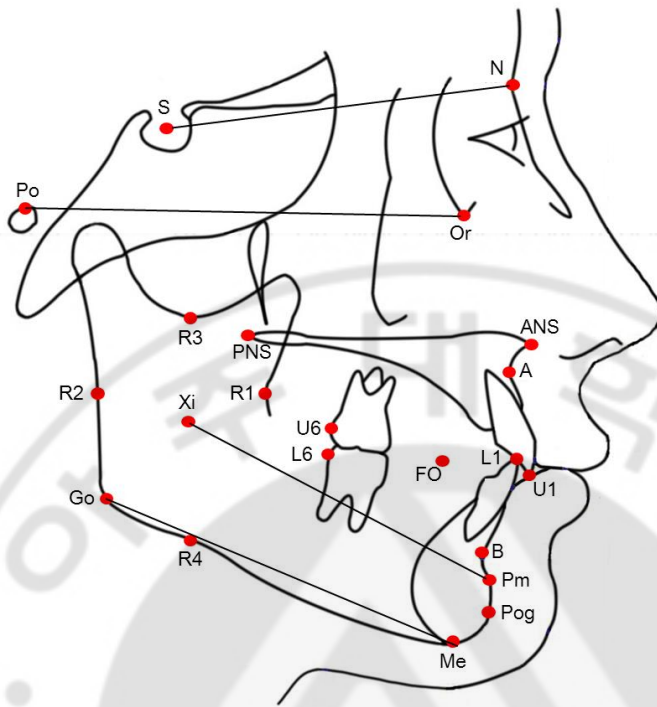


11. Johannsdottir B, Thorarinsson F, Thordarson A, Magnusson TE. Heritability of craniofacial characteristics between parents and offspring estimated from lateral cephalograms. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2005;127(2):200-207
12. Kim HJ, Im SW, Jargal G, et al. Heritabilities of facial measurements and their latent factors in Korean families. *Genomics Inform* 2013;11(2):83-92.
13. Kim EM, Sung JH, Song YM, Chae HS, Mo SS, Kim YH, Baek SH. Heritability of Facial Skeletal and Dental Characteristics of Monozygotic and Dizygotic Twins using Cephalometric Analysis and Falconer's method. *J Craniofacial Surgery*. 2018;29(3):274-279.
14. Lobb WK. Craniofacial morphology and occlusal variation in monozygous and dizygous twins. *Angle Orthod*. 1987;57:219-33.
15. Lundstrom A, McWilliam JS. A comparison of vertical and horizontal cephalometric variables with regard to heritability. *Eur J Orthod*.1987;9:104-8.
16. Manfredi C, Martina R, Grossi GB, Giuliani M. Heritability of 39 orthodontic parameters on MZ, DZ twins and MN-paired singletons. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 1997;111(1):44-51.
17. Naini FB, Moss JP. Three-dimensional assessment of the relative contribution of genetics and environment to various facial parameters with the twin method. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 2004;126(6):655-665.
18. Nakata N, Yu PI, Davis B, Nance WE. The use of genetic data in the prediction of craniofacial dimensions. *Am J Orthod* 1973;63(5):471-480.
19. Park HS, Kim JY, Kwon TG, Tae-Geon Kwon Occlusal plane change after intrusion of maxillary posterior teeth by microimplants to avoid maxillary surgery with skeletal Class III orthognathic surgery. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 2010;138(5):631-640.
20. Ricketts RM. A principle of arcial growth of the mandible. *Angle Orthodontist*. 1972 Oct;42(4):368-86.
21. Ricketts RM. Planning Treatment on the Basis of the Facial Pattern and an Estimate of Its Growth. *The Angle Orthodontist* 1957;27(1):14-37.

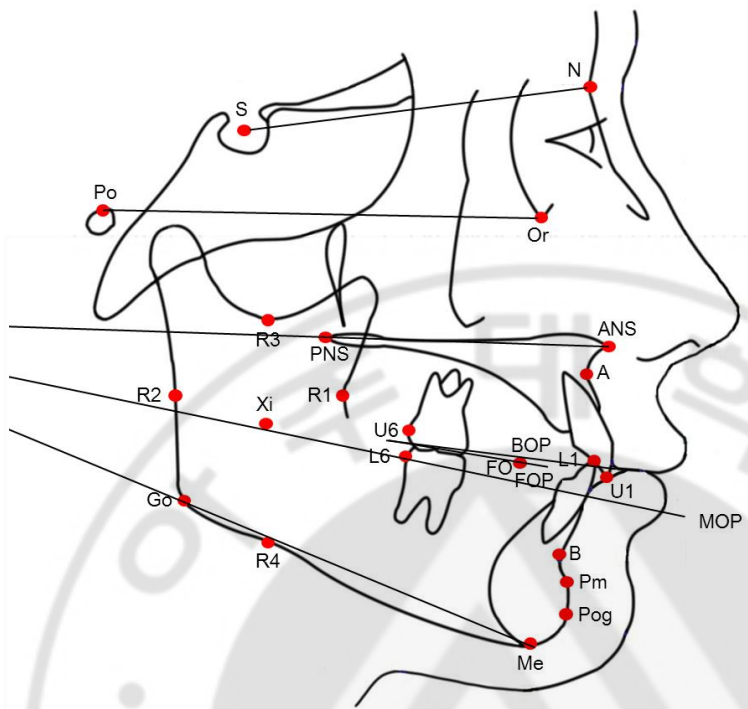
22. Savoye I, Loss R, Carels C, Derom C, Vlietinck R. A genetic study of anteroposterior and vertical facial proportions using model-fitting. *Angle Orthod* 1998;68(5):467-470.
23. Sidlauskas M, Salomskiene L, Andriuskeviciute I, et al. Heritability of mandibular cephalometric variables in twins with completed craniofacial growth. *Eur J Orthod* 2016;38(5):493-502.
24. Song J, Chae HS, Shin JW, Kim YH. Influence of heritability on craniofacial soft tissue characteristics of monozygotic twins, dizygotic twins, and their siblings using Falconer's method and principal components analysis. *Korean J Orthod*. 2019;49(1):3-11
25. Suzuki A, Takahama Y. Parental data used to predict growth of craniofacial form. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 1991;99(2):107-121.
26. Vandenberg SG, Strandskov HH. A comparison of identical and fraternal twins on some anthropometric measures. *Hum Biol.* 1964;36:45-52.
27. Weinberg SM, Parsons TE, Marazita ML, Maher BS. Heritability of Face Shape in Twins: A Preliminary Study using 3D Stereophotogrammetry and Geometric Morphometrics. *Dent 3000* 2013;1(1).



**Fig. 1. Landmark used in Cephalometric analysis:** sella(S); nasion(Na); porion(Po); orbitale(Or); anterior nasal spine (ANS); posterior nasal spine (PNS); xi point(Xi); protuberance menti(Pm); Functional occlusal point(FO); upper incisor(U1); lower incisor(L1); upper first molar(U6); lower first molar(L6); A point(A); B point(B); pogonion(Po); gonion(Go); menton(Me);



**Fig. 2. Measurements used in Cephalometric analysis: 1,S-N; 2,Po-Or; 3,Xi-Pm; 4,Go-Me**



**Fig. 3. Measurements used in Cephalometric analysis:** BOP(Bisected occlusal plane); FOP(Functional occlusal plane); MOP(MM bisector occlusal plane)

**Table 1. Demographic data**

Number of pairs		Age		
		Mean(SD)	Min	Max
MZ (n=36)	Male (n=16)	41(7.90)	26	57
	Female (n=20)	38.6(7.56)	24	58
DZ (n=13)	Male (n=7)	42.21(9.15)	34	63
	Female (n=6)	43.67(4.66)	38	48
Sibling (n=26)	Male (n=11)	32.18(8.32)	20	47
	Female (n=15)	42.8(11.64)	24	60
Total (N=75)		39.75(9.26)	20	63

**Table 2. Three occlusal planes****Bisected occlusal plane (Enlow, Downs, Steiner)**

- Bisecting line through overlap of distobuccal cusp of the first permanent molars and incisors overbite

**Funtuional occlusal plane (Witt)**

- The line bisecting the molars and premolars overlaps

**MM bisector occlusal plane (Hall-Scott)**

- The maxillary-mandibular planes angle bisector

**Table 3. Intraclass correlation coefficient (ICC) in MZ, DZ, Sibling group**

Variables	ICC <sub>MZ</sub>	ICC <sub>DZ</sub>	ICC <sub>Sib</sub>
Bisected OP (to SN)	<b>0.83***</b>	<b>0.64*</b>	<b>0.62**</b>
Bisected OP (to FH)	<b>0.85***</b>	<b>0.35</b>	<b>0.48</b>
Functional OP (to SN)	<b>0.75***</b>	<b>0.49</b>	<b>0.57</b>
Functional OP (to FH)	<b>0.79***</b>	<b>0.41</b>	<b>0.36</b>
MM bisector OP (to SN)	<b>0.87***</b>	<b>0.66*</b>	<b>0.68*</b>
MM bisector OP (to FH)	<b>0.86***</b>	<b>0.59</b>	<b>0.51</b>
Mn. Plane angle (to SN) : MR	<b>0.87***</b>	<b>0.62</b>	<b>0.55</b>
Mn. Plane angle (to FH)	<b>0.86***</b>	<b>0.49</b>	<b>0.41</b>
Palatal Plane Angle (to SN)	<b>0.82***</b>	<b>0.48</b>	<b>0.65*</b>
Palatal Plane Angle (to FH)	<b>0.82***</b>	<b>0.53</b>	<b>0.53*</b>
Corpus axis (to SN) : TR	<b>0.85***</b>	<b>0.61</b>	<b>0.45</b>
Corpus axis (to FH)	<b>0.81***</b>	<b>0.51</b>	<b>0.24</b>
Corpus axis (to MP) : IR	<b>0.74**</b>	<b>0.67*</b>	<b>0.24</b>

\* $p < 0.05$ , \*\* $p < 0.01$ , \*\*\* $p < 0.001$

MR : Matrix rotation, TR : Total rotation, IR : Intramatrix rotation

**Table 4. Estimates of heritability( $h^2$ ) and cultural inheritance( $C^2$ ) between MZ, DZ**

variables	MZ and DZ twins	
	$h^2$	$C^2$
Bisected OP (to SN)	<b>0.38</b>	<b>0.45</b>
Bisected OP (to FH)	<b>1</b>	<b>-0.15</b>
Functional OP (to SN)	<b>0.52</b>	<b>0.23</b>
Functional OP (to FH)	<b>0.76</b>	<b>0.03</b>
MM bisector OP (to SN)	<b>0.42</b>	<b>0.45</b>
MM bisector OP (to FH)	<b>0.54</b>	<b>0.32</b>
Mn. Plane angle (to SN) : MR	<b>0.5</b>	<b>0.37</b>
Mn. Plane angle (to FH)	<b>0.74</b>	<b>0.12</b>
Palatal Plane Angle (to SN)	<b>0.68</b>	<b>0.14</b>
Palatal Plane Angle (to FH)	<b>0.58</b>	<b>0.24</b>
Corpus axis (to SN) : TR	<b>0.48</b>	<b>0.37</b>
Corpus axis (to FH)	<b>0.6</b>	<b>0.21</b>
Corpus axis (to MP) : IR	<b>0.14</b>	<b>0.6</b>

$$h^2 = 2(ICC_{MZ} - ICC_{DZ}), C^2 = ICC_{MZ} - h^2$$

*MR : Matrix rotation, TR : Total rotation, IR : Intramatrix rotation*



-ABSTRACT-

## **Twin Study – Genetic Comparison of Matrix versus Intramatrix Rotation in Mandible and Three Different Occlusal Planes**

Jinhyeong Kim

Department of Clinical Dentistry

The Graduate School of Clinical Dentistry, Ajou University

(Supervised by Professor Hwa Sung Chae)

**Objectives:** The purpose of this study is to investigate the heritability of total rotation, matrix rotation, intramatrix rotation of mandible of Korean monozygotic (MZ) twins, dizygotic (DZ) twins, and their siblings.

**Materials and Methods:** The samples consisted of 75 pairs of Korean twins (mean age, 39.7 years; MZ group, n = 36 pairs; DZ group, n = 13 pairs; Sibling group n = 26 pairs). Lateral cephalometric radiograms were taken and 13 variables related to internal, external rotation of mandible were measured. Three types of occlusal planes (bisected occlusal plane, functional occlusal plane, MM bisector occlusal plane) were used to evaluate genetic influence of occlusal plane. Heritability ( $h^2$ ) was calculated by using Intraclass Correlation Coefficient (ICC) and Falconer's method.

**Results:** In regard of mandibular rotation, MZ showed significantly higher ICC values compared to DZ and siblings. ICC mean value of 13 cephalometric measurements were 0.85 (MZ), 0.62 (DZ), and 0.52 (Sibling) respectively. Heritability of total rotation (0.48) and matrix rotation (0.5) between MZ and DZ was higher than that of intramatrix rotation (-0.14). All of the three types of occlusal plane showed high heritability, and among the three types, functional occlusal plane showed the highest heritability ( $h^2 = 0.76$ ).

**Conclusions:** Based on the findings of strong genetic effect of total rotation and matrix rotation, orthodontic treatment may neither change the inherited rotation pattern nor maintain stable outcome, while intramatrix rotation may be responsive to the treatment. Occlusal plane change, especially in regard of functional occlusal plane, may not be stable due to strong genetic influence.

---

**Key words:** twin, heritability, mandibular rotation, occlusal plane.