



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 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

한국인 일란성, 이란성 쌍둥이와 형제의
주성분분석을 이용한 두부 방사선 경조직
및 연조직 계측치의 유전율

아주대학교 임상치의학대학원

임상치의학과/치과교정학전공

박 효 선

한국인 일란성, 이란성 쌍둥이와 형제의
주성분분석을 이용한 두부 방사선 경조직
및 연조직 계측치의 유전율

지도교수 김 영 호

이 논문을 치의학 석사학위 논문으로 제출함

2018년 2월

아주대학교 임상치의학대학원

임상치학과/치과교정학전공

박 효 선

박효선의 치의학 석사학위 논문을 인준함.

심사위원장 김영호 인

심사위원 백승학 인

심사위원 채화성 인

아주대학교 임상치의학대학원

2017년 12월 21일

한국인 일란성, 이란성 쌍둥이와 형제의 주성분분석을 이용한 두부 방사선 경조직 및 연조직 계측치의 유전율

서 론: 본 연구의 목적은 (1) MZ, DZ, Sibling 에서 경조직과 연조직의 유전율은 차이가 없으며, (2) 주성분분석을 통해 경조직과 연조직 계측치를 grouping 했을 경우 group 별로 유전율의 차이가 없는지를 알아보기 위함이다.

재료 및 방법: MZ 군 (n=36 쌍, 남자 16 쌍 여자 20 쌍), DZ 군 (n=13 쌍, 남자 7 쌍 여자 6 쌍), Sibling 군 (n=26 쌍, 남자 11 쌍 여자 15 쌍) 을 대상으로 하여, 측모두부계측 방사선사진에서 56 개의 경조직 계측치와 24 개의 연조직 계측치를 분석하였다. 각 군 내의 intraclass correlation coefficient (ICC)와 주성분분석 (principal components analysis, PCA) 을 통해 15 개의 factor 를 추출한 후, 각 성분의 유전율을 구하였다.

결과: 경조직과 연조직 ICC 평균값은 MZ (0.83/0.86) 가 DZ (0.45/0.42) 와 sibling (0.52/0.50) 보다 높았으며, 각 군의 경조직과 연조직의 ICC 평균값은 비슷했다. 80 개의 계측치는 15 개의 주성분으로 추출되었으며, 이를 통해 전체 성분의 89.85%를 설명할 수 있었다. 15 개의 factor 중 Factor 3 (facial divergency 와 관련됨, $H^2= 0.833/0.876$), Factor 8 (전안면고경과 관련됨, $H^2=1.087/1.327$), Factor 13 (턱끝의 연조직 두께와 관련됨, $H^2=1.913/0.973$) 의 유전율 (H^2_{MZ-DZ} 과 H^2_{MZ-Sib}) 이 높았다.

결론: 유전적 유사성이 높을수록 얼굴 형태의 유사성은 증가하며, 유전적 요인은 경조직과 연조직에 비슷한 정도로 영향을 준다. 다른 factor 에 비하여 얼굴 골격의 수직관계 factor 와 턱끝의 연조직 두께 factor 에 대한 유전적 영향이 크다.

Key words: twin, hard and soft tissue, heritability, principal components analysis (PCA).

차례

국문요약.....	i
차례.....	ii
그림 차례.....	iii
표 차례.....	iv
I. 서론.....	1
II. 연구대상 및 방법.....	4
A. Study sample.....	4
B. Cephalometric measurement.....	4
C. Statistical analysis.....	5
III. 결과.....	9
IV. 고찰.....	20
V. 결론.....	26
참고문헌.....	27
ABSTRACT.....	31

그림 차례

Figure 1. The landmarks used for the cephalometric analysis..... 7

Figure 2. The reference lines used for the cephalometric analysis..... 8

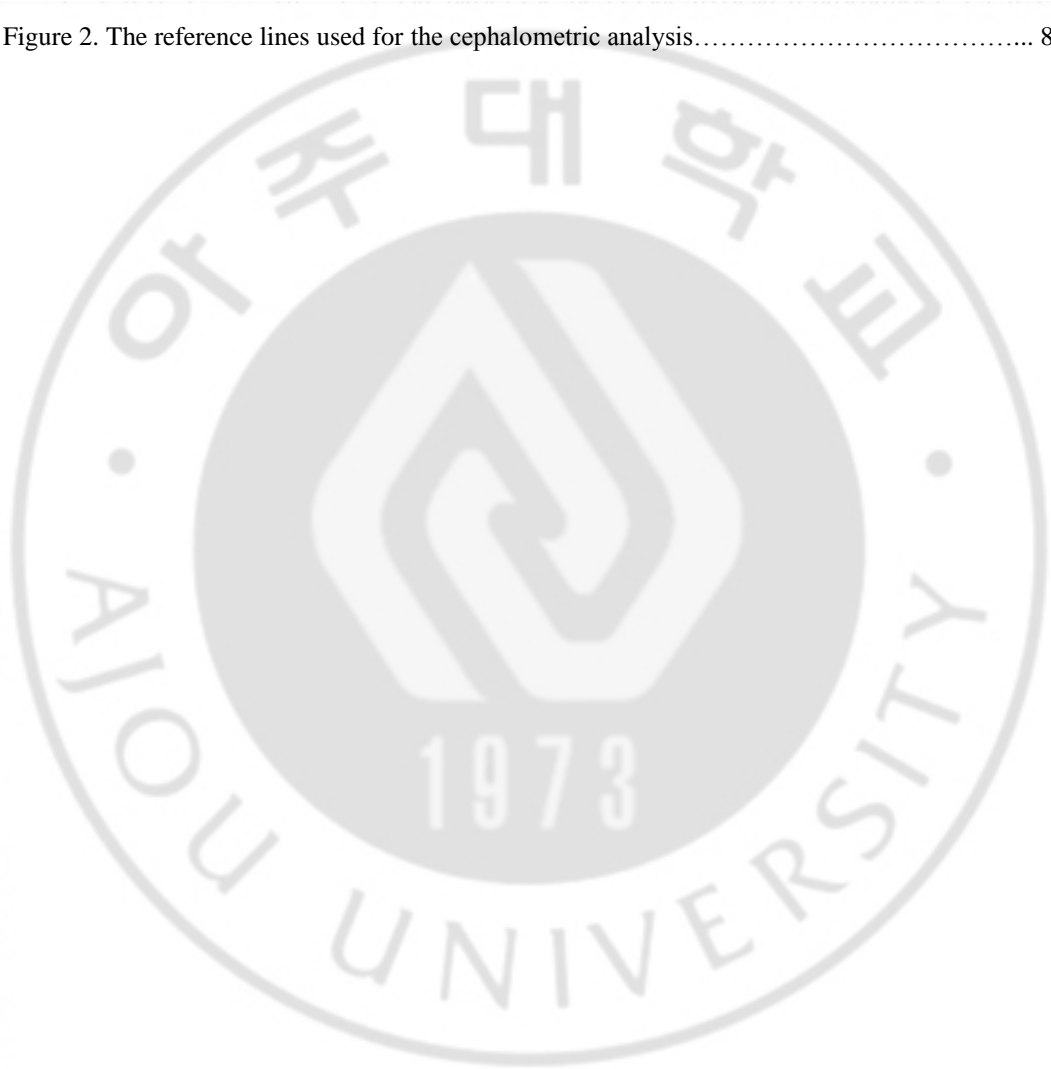


표 차례

Table 1. ANOVA test in MZ, DZ and Sibling groups.....	12
Table 2. The values of intraclass correlation coefficient (ICC) of the MZ, DZ and Sibling groups.....	14
Table 3. The average ICC values of the MZ, DZ and Sibling groups.....	17
Table 4. Principal components analysis (PCA) after varimax rotation.....	18
Table 5. Estimates of the ICC and heritability(h^2), cultural inheritance(C^2) for PCA Factors.....	19

I. 서론

일상생활에서 사람이 다른 사람을 인지하는 가장 기본적인 방법은 안면 골격과 이를 둘러싼 연조직 형태, 즉 얼굴 생김새를 보고 판단하는 것이다. 얼굴을 구성하는 두개골, 상악골, 하악골과 이를 둘러싼 피부의 길이와 두께, 비율, 각도 등이 개인의 고유한 얼굴 특징을 형성하게 된다.

이러한 ‘얼굴 생김새’는 혈연 관계가 있는 경우 더 닮는다는 것이 일반적으로도 알려져 있고, 학술적으로도 여러 번 입증되었다. Manfredi 등 (1997)은 각각 10 쌍의 일란성 쌍둥이 (monozygotic twin, 이하 MZ) 와 이란성 쌍둥이 (dizygotic twin, 이하 DZ) 와 함께 사는 동성의 한 쌍 (singleton) 에서 39 개의 측모두부계측방사선사진을 조사한 결과 MZ 가 DZ 나 singleton pair 보다 경조직 계측치의 유전율이 높았으며, 일부의 계측치에서는 singleton pair 에서 더 높은 환경적 영향 (cultural inheritance coefficient) 를 보였다고 했다. Carels 등(2001)은 33 쌍의 MZ 와 46 쌍의 DZ 에서 23 개의 경조직 계측치를 측정한 결과 소녀보다 소년에서 길이와 관련된 유전적 요소가 더 두드러졌으며, 수평 계측치보다 수직 계측치의 유전율이 더 크다는 것을 보고하였다. Baydas 등(2007) 은 138 명의 터키인 형제자매에서 안면 비율과 연조직 두께 및 각도를 측정하여 soft-tissue facial angle, Holdaway angle, Merrifield angle, soft-tissue chin thickness, total depth index 등이 높은 유전율을 보인다고 하였다.

경조직과 연조직의 연관관계에 대한 가설로 교정학계에서는 기능성 기질설 (functional matrix theory) 이 있다 (Moss and Salentijn, 1969). 이는 호흡, 언어, 신경 통합 등의 기능에 관계하는 연조직과 골격요소를 합쳐 기능적 두개요소 (functional cranial component) 라 하며, 연조직 요소인 기능성 기질 (functional matrix) 의 성장이 경조직 요소인 골격단위 (skeletal unit) 의 성장을 결정한다는 이론이다 (Moss and Salentijn, 1969).

안면 경조직과 연조직 간의 관계를 규명한 기존 연구는 악교정수술을 포함한 안면골 성형술 이후 연조직의 변화량, 전치 후방이동을 동반한 교정치료, 고정식 교정장치 제거시 입술의 변화량 등 종단연구를 통하여 특정 치료의 효과를 알아보는 내용이 많았으며 (Hayashida et al., 2011; Kim et al., 2015; Shirvani et al., 2016), 정적인 상태의 경조직과 연조직 간의 관계를 규명하는 연구는 그 수가 적은 편이다.

Shamlan 와 Aldrees(2015) 는 60 명의 사우디 성인남녀를 대상으로 29 개의 경조직과 연조직 계측치를 측정하여 상관관계를 분석한 결과 경조직 계측치로 연조직 계측치의 84%정도를 설명할 수 있었고, 상악과 하악 전치의 위치 및 각도가 상순의 길이와 하순의 위치에 영향을 주었음을 보고하였으며, 이 연구에서 상악 전치의 각도는 하순의 길이와도 연관이 있었다.

Kasai(1998) 는 32 명의 일본 여성의 교정치료 전후 측모두부계측 방사선사진을 분석하여 하안면고경과 하악 전치의 위치가 상순과 연조직 B point 의 두께에 연관되어 있고, 상하악의 전후방 관계가 상순과 턱끝의 두께에 영향을 미치며, 치아의 변이에 비해 상순의 변화량이 더 적다고 하였다.

경조직 계측치의 변화에 따른 연조직 부피에 대한 연구로 Macari 와 Hanna(2014)는 190 명의 피험자를 SN/MP 각도에 따라 high, medium-high, medium-low, low 4 군으로 나눠 soft tissue chin thickness 를 측정하였다. 남자가 여자보다 턱끝 두께가 더 두꺼웠고, high 군이 다른 군보다 Gnathion 과 Menton 에서 soft tissue chin thickness 가 유의미하게 적었으며, Pogonion 에서는 군간 차이가 적었다

유전율을 연구한 기존의 연구에서, 경조직과 연조직 계측치는 vertical 과 horizontal(lundstrom and McWilliams, 1987), angular/linear/proportional(Alkhudhairi, 2010), cranial base/maxilla/mandible(Lobb, 1987)등의 기준으로 주로 분류되었다.

본 연구에서는 80 개의 계측치를 분류하고 grouping 하기 위해 주성분분석(Principal components analysis, PCA)을 사용하였다. 주성분분석은 다변량분석의 한 종류로서 다차원적인 변수들을 그들이 가진 정보를 최대한 확보하는 더 적은 수의 새로운 변수인 주성분으로 추출하는 기법이다. (Krey

and Dannhauer, 2008) Sidlaukas 등(2016)는 두개안면에 대한 39 개의 계측치를 6 개의 주성분으로 추출하였다. Carels 등(2001)는 23 개의 계측치를 5 개의 주성분으로 추출하여, 수직관계, 하악각, 전안면고경 등과 관련된 Factor 2, 3, 4는 유전적 영향이 크고 두개와 하악 길이, 후안면고경과 관련된 Factor 1, 5는 환경적 영향이 크다고 하였다.

Song 등(2017)은 24 개의 연조직 계측치를 8 개로 추출하여, 코와 연조직 chin 과 관련된 계측치가 유전율이 높음을 보고하였다.

Twin study project 를 통해 한국인 쌍둥이와 형제의 경조직과 연조직의 유전율을 조사한 연구는 다음과 같다. Kim 등(2017)은 13 쌍의 MZ 와 DZ 에서 상, 하악과 두개의 수평 및 수직적 관계에 대한 변수, 교합평면과 하악전치의 각도가 유전율이 높음을 보고하였다. Ahn 등(2017)은 75 쌍의 MZ, DZ, Sibling 을 조사하여 하악이 상악보다 유전적 영향이 크며, 전안면고경이 후안면고경보다 유전율이 높아 악정형치료로 전안면고경을 변화시키기 어려울 수 있고, 길 이와 관련된 계측치보다 비율 계측치가 전안면의 수직성장을 나타냄에 더 정확함을 보고하였다. Song 등(2017)은 Ahn 등 (2017) 과 동일한 표본에서 연조직 계측치를 분석하여, 코와 soft tissue chin 이 다른 부위보다 유전율이 높음을 보고하였다.

본 연구를 통해 알아보고자 하는 귀무가설은 다음과 같다. (1) MZ, DZ, Sibling 에서 경조직과 연조직의 유전율은 차이가 없다. (2) 주성분분석을 통해 경조직과 연조직 계측치를 grouping 했을 경우 group 별로 유전율의 차이가 없다.

II. 연구대상 및 방법

A. Study sample

쌍둥이 연구에 참여한 일란성, 이란성 쌍둥이와 그 가족들 중 2011 년 7 월부터 2012 년 2 월까지 측모두부계측방사선사진을 촬영한 환자는 553 명이였다. 이 중 촬영된 측모두부계측방사선사진에 오류가 있는 대상과 인위적인 요인으로 수직과 수평 안면골격 및 치아 형태에 변형 가능성이 있는 대상 (교정치료나 악교정수술 혹은 성형수술 경험이 있는 자, 구치부의 가철식 보철장치가 있는 자, 전치부 무치악인 자) 를 제외하고 480 명을 initial sample 로 하였다. 그 중에서 성별과 연령을 고려하여 MZ 36 쌍 (남자 16 쌍, 여자 20 쌍), DZ 13 쌍 (남자 7 쌍, 여자 6 쌍), Sibling (남자 11 쌍, 여자 15 쌍) 의 총 75 쌍 150 명 (남자 34 쌍, 여자 41 쌍)을 최종 연구대상으로 선정하였다. 연구대상은 모두 한국인 성인으로 평균연령은 39.7 세였다. MZ 의 평균연령은 39.7 세였으며, DZ 는 39.7 세, Sibling 은 42.9 세였다. DZ 와 Sibling 은 동성인 경우만을, Sibling 간 연령 차이는 5 세 미만으로 선정하였다.

본 연구는 서울대학교 보건대학원 임상윤리위원회 (Institutional Review Board) 의 허가와 승인을 받았고 환자동의서를 작성한 후 진행되었다 (IRB 2008-08-113-027).

B. Cephalometric measurement

측모두부방사선계측사진 계측치 중 경조직 계측치와 연조직 계측치는 각각 한 연구자에 의해 측정되었다 (E. Kim, J. Song). 경조직은 V-ceph 6.0 (Cybermed Seoul, South Korea), 연조직은 V-ceph 7.0 (Cybermed Seoul, South Korea) 을 이용하여 디지털 계측을 시행하였다. 경조직 계측치는 1 주일 간격으로 10 명을 무작위 선정하여 intracorrealation 을 검증하였으며 유의한 차이가

없었다. 연조직 계측치는 4 주일 간격으로 20 명을 무작위 선정하여 동일 방법으로 검증하였으며 역시 유의한 차이가 발견되지 않았다

기존 경조직, 연조직 측모두부계측방사선사진 분석법을 참고하여 경조직과 연조직 계측치를 선정하였다. 계측치는 길이, 각도, 비율의 3 종류였으며, 연조직의 수평기준선 (Horizontal reference plane; HRP) 은 SN plane 에서 상방 7°를 지나는 nasion 의 접선으로 설정하였다. 경조직 계측점 및 기준선은 푸른 색으로, 연조직 계측점 및 기준선은 붉은 색으로 표시하였다 (Figure 1, Figure 2).

C. Statistical analysis

통계 분석은 SPSS (SPSS Statistics ver.23, IBM, Chicago, IL, USA) 를 이용하였다. MZ, DZ, Sibling 3 군의 경조직과 연조직 계측치 비교를 위하여 ANOVA test 를 시행한 후, 3 군간 유의미한 차이를 보이는 계측치 (SN-palatal plane, FH-palatal plane, lower gonial angle, A'-ULAP perp, LLI-LLA, Sn-Stm, ULI-ULA/A-A', Pog-Pog'/Me-Me', G-Sn/Sn-Me) 를 통계에서 제외하여 56 개의 경조직 계측치와 24 개의 연조직 계측치를 통계에 사용하였다. MZ, DZ 와 Sibling 의 세 군에 Kolmogorov-Smirnov test 를 사용하여 정규성 검정을 수행하였다.

MZ, DZ, Sibling 에서 ICC (intraclass correlation coefficient) 를 측정 한 후, 평균치를 비교하였다. 쌍둥이 연구에서 ICC 값을 계산하는 공식은 다음과 같다.(Shrout and Fleiss, 1979)

$$ICC = \frac{BMS - WMS}{BMS + WMS}$$

BMS (Between targets mean square): 부모가 같은 쌍둥이 내에서의 차이

WMS (Within targets mean square): 부모가 다른 쌍둥이 간의 차이

이후 전체 집단을 대상으로 80 개의 계측치에 주성분분석 (Principal components analysis, PCA)를 시행하여 Eigenvalue 1 이상인 15 개의 새로운 주성분을 추출하고, Kaiser normalization 이 있는 varimax rotation 을 시행하였다.

15 개의 주성분에 포함된 변수들의 평균을 주성분의 ICC 로 규정하여, 다음과 같은 Falconer 의 공식 (Lundstrom and McWilliam, 1987) 으로 유전율과 환경적 영향을 구하였다.

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

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

H^2 (Heritability): 유전율

C^2 (cultural inheritance): 환경적 영향



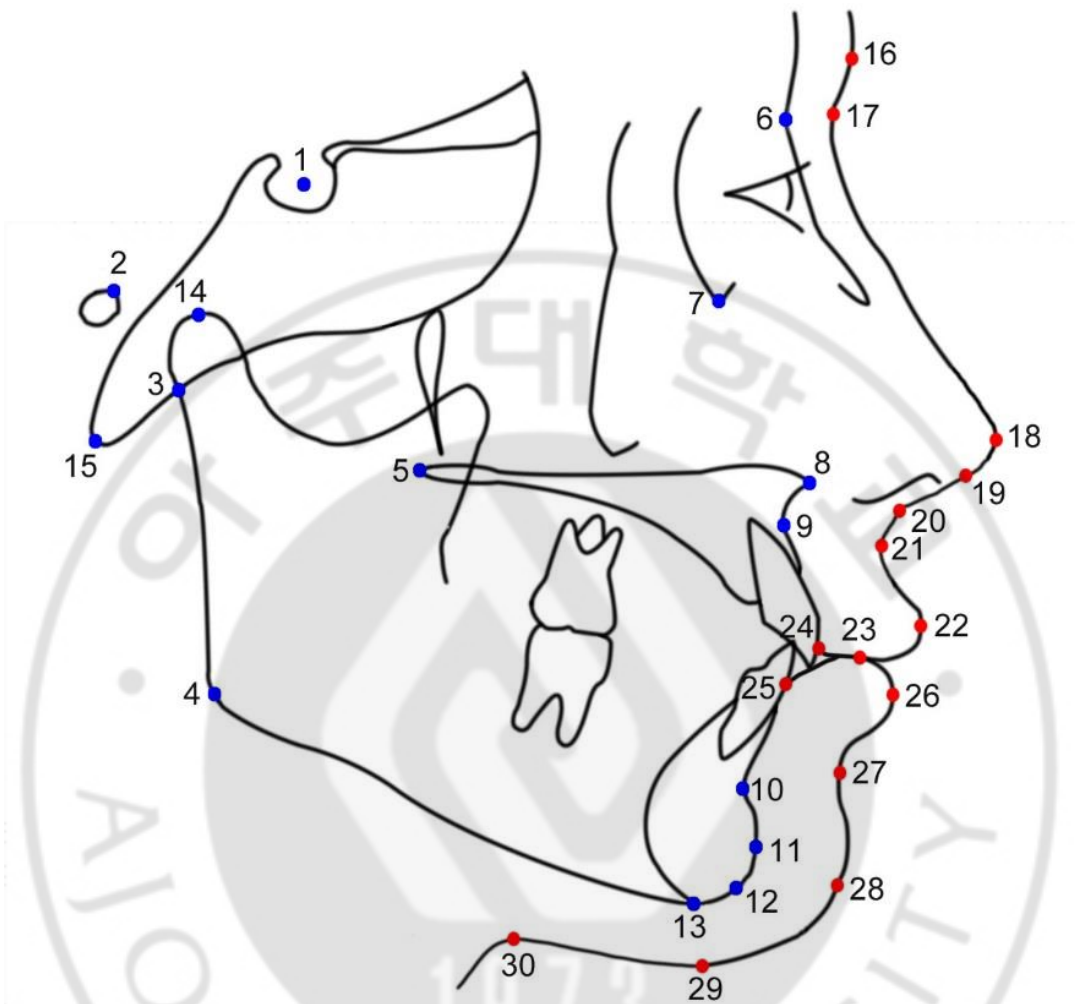


Figure 1. The landmarks used for the cephalometric analysis. 1, sella (S); 2, porion (Po); 3, articulare (Ar); 4, gonion (Go); 5, posterior nasal spine (PNS); 6, nasion (N); 7, orbitale (Or); 8, anterior nasal spine (ANS); 9, A point (A); 10, B point (B); 11, pogonion (Pog); 12, gnathion (Gn); 13, menton (Me); 14, condylion (CD); 15, basion (Ba); 16, glabella (G); 17, soft tissue nasion (N'); 18, pronasale (Pn); 19, columella (Cm); 20, subnasale (Sn); 21, soft tissue A point (A'); 22, upper lip anterior (ULA); 23, stomion (Stm); 24, upper lip inside (ULI); 25, lower lip inside (LLI), 26, lower lip anterior (LLA); 27, soft tissue B point (B'); 28, soft tissue pogonion (Pog'); 29, soft tissue menton (Me'); 30, cervical point (C).

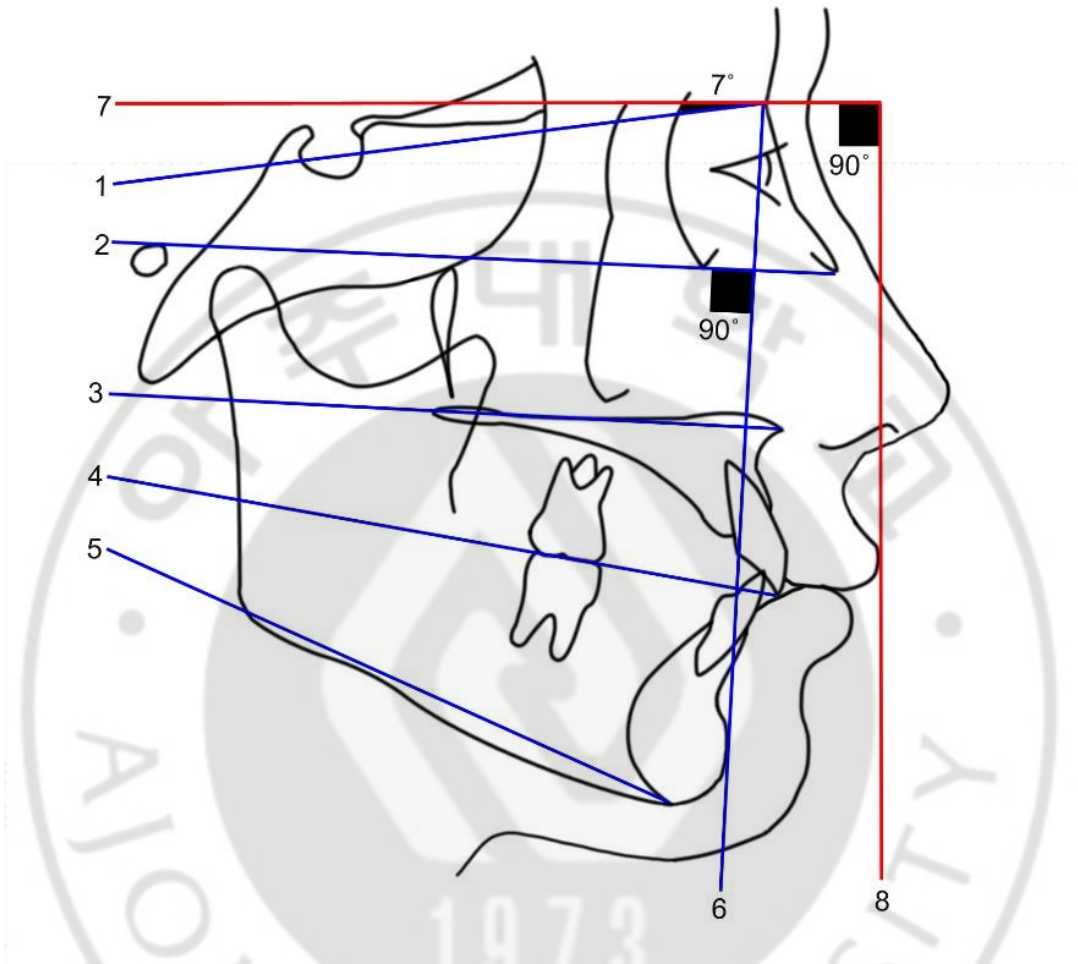


Figure 2. The reference lines used for the cephalometric analysis. 1. SN plane (S-N); 2. FH plane (Po-Or); 3. Occlusal plane (line bisecting the maxillary and mandibular incisor tips and the distal cusps of the most posterior maxillary and mandibular tooth in occlusion); 4. Palatal plane (ANS-PNS); 5. Mandibular plane (Go-Me); 6. N-perpendicular line to FH plane; 7, HRP (horizontal reference line, a horizontal plane angulated 7° clockwise to the SN plane passing through Sella); 8, ULAP (ULA-perpendicular line to HRP).

Ⅲ. 결과

ANOVA test in MZ, DZ and Sibling groups (Table 1)

43 개 각도 계측치, 37 개 길이 계측치, 9 개 비율 계측치에서 ANOVA test 결과 각각 3 개씩의 계측치 (각도 계측치 중 SN-Palatal plane, FH-Palatal plane, Gonial angle(Lower), 길이 계측치 중 A'-ULAP perp, LLI-LLA, Sn-Stm, 비율 계측치 중 ULI-ULA/A-A', Pog-Pog'/Me-Me', G-Sn/Sn-Me', $P < 0.05$, Table 1) 가 제외되었다. 따라서 이후 통계 분석은 총 80 개의 계측치를 대상으로 진행되었다.

The ICC values of the MZ, DZ and Sibling groups (Tables 2 and 3)

MZ 군의 ICC 값은 경조직과 연조직 모두에서 DZ 와 Sibling 군보다 높았다 (Table 3). 각 군에서 경조직 ICC 의 평균과 연조직 ICC 의 평균 (MZ, 0.83 and 0.85; DZ, 0.45 and 0.40; Sibling, 0.52 and 0.48) 은 각각 유사하였다 (Table 3). MZ 는 경조직과 연조직 전체의 ICC 가 0.84 로, DZ 와 Sibling 의 경조직과 연조직 전체의 ICC (0.44 와 0.52) 보다 높았다 (Table 3).

즉 MZ 가 DZ 나 sibling 보다 경조직과 연조직 모두 더 닳았으며, 각 쌍에서 경조직이 닳은 정도와 연조직이 닳은 정도는 비슷했다. 이를 통해 유전적 유사성이 높을수록 얼굴 형태의 유사성은 증가하며, 유전적 요인은 경조직과 연조직에 비슷한 정도로 영향을 주는 것을 알 수 있다.

Principal components analysis (PCA) after varimax rotation (Table 4)

PCA 를 통해 서로 연관성이 높은 변수들을 대표 성분으로 추출한 결과, 15 개의 factor 로 정리되었고 이들은 전체 변수의 89.85%를 설명할 수 있었다 (Table 4).

15 개의 변수 중 경조직 계측치만으로 구성된 변수는 7 개 (Factor 3, 4, 7, 8, 10, 12, 14) 였고, 연조직 계측치만으로 구성된 변수는 4 개 (Factor 6, 11, 13, 15) 였으며, 경조직과 연조직 계측치가 함께 성분을 이룬 변수는 4 개 (Factor 1, 2, 5, 9) 였다 (Table 4).

Factor 1 은 안면 골격의 전후방 관계 (facial convexity, ANB), 하악 전치의 위치 (L1 to NB, IMPA, Lower occlusal plane to L1) 를 나타내는 경조직 계측치와 연조직 얼굴의 돌출도를 나타내는 연조직 계측치 (G-Sn-Pog', N'-Pn-Pog', N'-Pog'-ULA)로 구성되었다.

Factor 2 는 두개와 하악골의 길이를 나타내는 경조직 계측치 (Ar-Gn, Ar-N, N-Ba, S-Ba, Mandibular body length, Ramus height, Ant. cranial base, Post. cranial base) 와 Horizontal reference plane 에 대한 안면의 수직 고경을 나타내는 연조직 계측치 (Sn-Me', Stm-Me', G-Sn) 로 구성되었다.

Factor 3 는 facial divergency 와 관련된 계측치 (Björk sum, FMA, Facial height ratio, gonial angle, occlusal plane to SN, occlusal plane to GoMe, ODI) 로 구성되어 있으며, Factor 4 는 상하악 전치와 관련된 경조직 계측치 (U1-SN, U1-FH, U1-PP, U1-NA, U1-APog, L1-APog) 들이었다.

Factor 5 는 전두개저와 하악골 간의 전후방적 위치를 나타내는 경조직 계측치 (N-S-Ba, SNA, SNB, SNPog, Saddle angle)과 두개와 하악골 간의 각도를 나타내는 연조직 계측치 (HP-N'Pog') 들이었으며, Factor 6 은 상하순의 돌출도를 나타내는 연조직 계측치 (Pn-ULA perp, Sn-ULAPog' perp, Pn-Pog' to ULA, LLA-SNPog' perp, LLA-PnPpg' perp, ULA-PnPpg' perp) 들이었다.

Factor 7 은 악골과 두개의 전후방적 관계에 대한 계측치 (A-N perpend 와 Pog-N perpend, Facial angle) 들이었으며, Factor 8 은 안면의 수직 비율 및 전안면고경과 관련된 경조직 계측치 (N-ANS/ANS-Me, ANS-Me/Nasion-Me, SNL-NL) 들이었다.

Factor 9 는 하순의 돌출도를 나타내는 연조직 계측치 (B'-ULAPog' perp, LLA-ULAPog' perp) 와 chin 의 돌출도를 나타내는 경조직 계측치 (B-Pog-Mandibular plane) 로 구성되었다.

Factor 10 은 Upper gonial angle 과 Mandibular body/Ant. cranial base 를, Factor 11 는 GPog'-N'Pn, Factor 13 은 턱끝의 연조직 두께 (Pog-Pog', Me-Me'), Factor 15 는 상순의 연조직 두께 (A-A', ULI-ULA) 를 나타냈다.

Factor 12 과 14 는 각각 하나의 계측치 (Post. cranial base/Ramus height, Wits appraisal) 만을 포함하였다. 이는 해당 측정치의 수치를 변화시킬 수 있는 변수가 더 많기 때문인 것으로 보인다.

The estimates of the ICC, heritability (h^2), and cultural inheritance (C^2) for PCA Factors (Table 5)

MZ-DZ 에서 Factor 1, 3, 4, 8, 13 에서 유전율 (h^2) 이 각각 0.977, 0.833, 1.172, 1.087, 1.913 으로 높게 측정되었으며, MZ-Sibling 에서는 Factor 3, 7, 8, 9, 13 의 유전율이 0.876, 1.940, 1.327, 0.800, 0.973 으로 높았다. MZ-DZ 와 MZ-Sibling 모두에서 유전율이 0.8 이상인 Factor 는 Factor 3, 8, 13 이었다. Factor 12 는 MZ-DZ/MZ-Sibling 의 유전율이 각각 -0.04/0.46 으로 낮았으며, Factor 14 는 0.50/-0.06, Factor 15 는 0.04/0.25 으로 유전율이 낮았다. 즉 facial divergency 와 안면의 수직 비율, 턱끝의 연조직 두께가 유전율이 높았다.

환경적 영향 (C^2) 는 Factor 15 에서 0.765/0.55 로 비교적 높았다 (Table 5). 따라서 상순의 연조직 두께는 환경적 영향이 상대적으로 크다고 볼 수 있다.

Table 1. ANOVA test in MZ, DZ and Sibling groups

Hard tissue variables		P-value	Cranial base	Saddle angle (N-S-Ar) (°)	0.063	
Facial horizontal	SNA (°)	0.526		N-S-Ba (°)	0.228	
	SNB (°)	0.386		Ant. cranial base (S-N) (°)	0.063	
	ANB (°)	0.778		Post. cranial base (S-Ar) (°)	0.548	
	SN-Pog (°)	0.392		Post. cranial base/Ramus height	0.634	
	Facial convexity (N-ANS to ANS-Me) (°)	0.512		S-Ba (mm)	0.742	
	Facial angle (Downs)	0.066		N-Ba (mm)	0.188	
	A-N perpend (mm)	0.297		Ar-N (mm)	0.757	
	Pog-N perpend (mm)	0.277				
	Convexity of A point (NPog-A) (mm)	0.47		Soft tissue variables		
	Wits appraisal (mm)	0.065		Facial profile	P-value	
Mandibular body length/ Ant.cranial base (ratio)	0.227		G-N'-Pn (°)	0.434		
Facial vertical	ODI (°)	0.078		Cm-Sn-ULA (°)	0.182	
	SN-FH (°)	0.556		GPog'-N'Pn (°)	0.945	
	SN-Palatal plane (°)	0.019*		N'-Pn-Pog' (°)	0.681	
	SN-GoMe (°)	0.203		GPog'-Me'C (°)	0.06	
	FH-Palatal plane (°)	<0.001*		G-Sn-Pog' (°)	0.081	
	Björk Sum (°)	0.203		HP-N'Pog' (°)	0.286	
	FMA (FH-GoMe) (°)	0.057		N'-Pog'-ULA (°)	0.921	
	SNL-NL (°)	0.069		Projection of nose and lip	Pn-ULAP perp (mm)	0.377
	Palatal plane-Mandibular Plane (GoMe) (°)	0.488		A'-ULAP perp (mm)	0.034*	
	Ant. facial height (AFH, N-Me) (mm)	0.254		LLA-ULAPog' perp (mm)	0.759	
	Post. facial height (PFH, S-Go) (mm)	0.814		Sn-ULAPog' perp (mm)	0.227	
	Facial height ratio (PFH/AFH) (ratio)	0.471		B'-ULAPog' perp (mm)	0.481	
	N-ANS/ANS-Me (UAFH/LAFH) (ratio)	0.075		ULA-SnPog' perp (mm)	0.288	
	ANS-Me/N-Me (LAFH/AFH) (ratio)	0.079		ULA-PnPog' perp (mm)	0.9	
				LLA-SnPog' perp (mm)	0.407	
			LLA-PnPog' perp (mm)	0.758		
Dental	U1 to SN (°)	0.373	Soft tissue thickness	A-A' (mm)	0.728	
	U1 to FH (°)	0.449		ULI-ULA (mm)	0.132	
	U1 to palatal plane (°)	0.115		LLI-LLA (mm)	0.032*	
	U1 to NA (angular) (°)	0.652		Pog-Pog' (mm)	0.057	
	Upper occlusal plane to U1 (°)	0.006		Me-Me' (mm)	0.509	
	IMPA (°)	0.356		ULI-ULA/A-A' (ratio)	0.006*	
	L1 to NB (angular) (°)	0.861		Pog-Pog'/Me-Me' (ratio)	0.008*	
	Lower occlusal plane to L1	0.552	Facial	G-Sn (mm)	0.139	

	(°)		height	
	Interincisal angle (°)	0.618		Sn-Me' (mm) 0.078
	Occlusal plane-SN (°)	0.077		Sn-Stm (mm) 0.042
	Upper occlusal plane-FH (°)	0.053		Stm-Me' (mm) 0.277
	Occlusal plane-Mandibular Plane (°)	0.512		G-Sn/Sn-Me' (ratio) 0.023*
	U1 to NA (linear) (mm)	0.685		Stm-Me'/Sn-Stm (ratio) 0.57
	L1 to NB (linear) (mm)	0.353		
	U1 to A-Pog (mm)	0.229		
	L1 to A-Pog (mm)	0.152		
Mandible	Gonial angle (°)	0.092		
	Upper gonial angle (°)	0.5		
	Lower gonial angle (°)	0.034*		
	CD-Go (mm)	0.645		
	Ar-Gn (mm)	0.733		
	CD-Gn (mm)	0.991		
	Mandibular Body length (Go-Me) (mm)	0.642		
	Ramus height (Ar-Go) (mm)	0.976		
	Go-Pog (mm)	0.467		
	B-Pog-Mandibular plane (°)	0.86	*p<0.05	

Table 2. The values of intraclass correlation coefficient (ICC) of the MZ, DZ and Sibling groups

		Variables	MZ	DZ	Sibling	
Hard tissue	horizontal	SNA (°)	0.89	0.83	0.41	
		SNB (°)	0.92	0.41	0.63	
		ANB (°)	0.84	0.2	0.7	
		SNPog (°)	0.93	0.48	0.62	
		Facial convexity (°)	0.87	0.32	0.72	
		Facial angle (Downs) (°)	0.86	0.65	-0.46	
		A-N Perpend (mm)	0.63	0.58	-0.14	
		Pog-N Perpend (mm)	0.8	0.23	-0.02	
		Convexity of A point (mm)	0.87	0.27	0.74	
		Wits appraisal (mm)	0.58	0.33	0.61	
		Mandibular body length / Ant. cranial base (ratio)	0.86	0.7	0.34	
		vertical	ODI (°)	0.84	0.42	-0.07
			SN-FH (°)	0.86	0.81	0.49
	SN-GoMe (°)		0.87	0.68	0.58	
	Björk Sum (°)		0.87	0.67	0.57	
	FMA (°)		0.86	0.57	0.42	
	SNL-NL		0.93	0.24	0.59	
	Palatal plane to Mandibular plane (°)		0.88	0.11	0.2	
	Ant. facial height (AFH) (mm)		0.97	0.59	0.72	
Post. facial height (PFH) (mm)	0.94	0.69	0.84			
Facial height ratio (ratio)	0.86	0.75	0.63			
N-ANS/ANS-Me (ratio)	0.88	0.38	0.02			
ANS-Me / N-Me (ratio)	0.91	0.47	0.12			
dental	U1 to SN (°)	0.79	-0.16	0.6		
	U1 to FH (°)	0.79	0.14	0.29		

	U1 to palatal plane (°)	0.76	-0.59	0.49
	U1 to NA (angular) (°)	0.8	-0.18	0.56
	Upper occlusal plane to U1 (°)	0.66	0.67	0.36
	IMPA (°)	0.72	0.4	0.57
	L1 to NB (angular) (°)	0.76	0.54	0.73
	Lower occlusal plane to L1 (°)	0.73	0.56	0.74
	Interincisal angle (°)	0.8	0.47	0.66
	Occlusal plane to SN (°)	0.75	0.13	0.59
	Upper occlusal plane to FH (°)	0.84	0.3	0.15
	Occlusal plane- Mandibular plane (°)	0.72	-0.22	0.13
	U1 to NA (linear) (mm)	0.73	0.15	0.47
	L1 to NB (linear) (mm)	0.89	0.5	0.69
	U1 to A-Pog (mm)	0.81	0.6	0.6
	L1 to A-Pog (mm)	0.79	0.51	0.62
mandibular	Gonial angle (°)	0.76	0.55	0.42
	Upper gonial angle (°)	0.75	0.37	0.62
	CD-Go (mm)	0.64	-0.54	0.63
	Ar-Gn (mm)	0.97	0.76	0.89
	CD-Gn (mm)	0.79	0.5	0.76
	Mandibular body length (mm)	0.92	0.53	0.63
	Ramus height (mm)	0.89	0.75	0.71
	Go-Pog (mm)	0.91	0.46	0.58
	B-Pog-Mandibular plane (°)	0.81	0.73	0.67
cranial	Saddle angle (°)	0.88	0.68	0.73
	N-S-Ba (°)	0.85	0.67	0.86
	Ant. cranial base (mm)	0.93	0.84	0.76
	Post. cranial base (mm)	0.92	0.79	0.85
	Post. cranial Base / Ramus height. (ratio)	0.7	0.72	0.47
	S-Ba (mm)	0.94	0.81	0.89

		N-Ba (mm)	0.95	0.8	0.86
		Ar-N (mm)	0.96	0.85	0.8
Soft tissue	Facial profile	G-N'-Pn (°)	0.75	0.44	0.69
		Cm-Sn-ULA (°)	0.86	0.09	-0.15
		GPog'-N'Pn (°)	0.89	0.67	0.59
		N'-Pn-Pog' (°)	0.91	0.48	0.61
		GPog'-Me'C (°)	0.81	0.14	0.25
		G-Sn-Pog' (°)	0.93	0.01	0.65
		HP-N'Pog' (°)	0.88	0.71	0.54
		N'-Pog'-ULA (°)	0.87	0.51	0.68
		Projection of nose and lip	Pn-ULAP perp (mm)	0.87	0.76
LLA-ULAPog' perp (mm)	0.82		0.36	0.03	
Sn-ULAPog' perp (mm)	0.91		0.67	0.5	
B'-ULAPog' perp (mm)	0.84		0.22	0.57	
ULA-SnPog' perp (mm)	0.91		0.64	0.5	
ULA-PnPog' perp (mm)	0.88		0.65	0.63	
LLA-SnPog' perp (mm)	0.87		0.59	0.32	
LLA-PnPog' perp (mm)	0.88		0.56	0.44	
Soft tissue thickness	A-A' (mm)	0.88	0.85	0.82	
	ULI-ULA (mm)	0.73	0.72	0.54	
	Pog-Pog' (mm)	0.85	-0.58	0.23	
	Me-Me' (mm)	0.83	0.06	0.55	
Facial height	G-Sn (mm)	0.88	0.4	0.52	
	Sn-Me'	0.94	0.51	0.74	
	Stm-Me' (mm)	0.93	0.39	0.8	
	Stm-Me'/Sn-Stm (ratio)	0.79	0.3	0.68	

Table 3. The average ICC values of the MZ, DZ and Sibling groups

		N	Mean	SD	Standard error
MZ	Hard tissue	56	0.833	0.091	0.012
	Soft tissue	24	0.863	0.054	0.011
	Whole group	80	0.842	0.826	0.009
DZ	Hard tissue	56	0.455	0.326	0.044
	Soft tissue	24	0.423	0.317	0.065
	Whole group	80	0.445	0.322	0.036
Sibling	Hard tissue	56	0.529	0.283	0.038
	Soft tissue	24	0.505	0.233	0.048
	Whole group	80	0.522	0.268	0.300

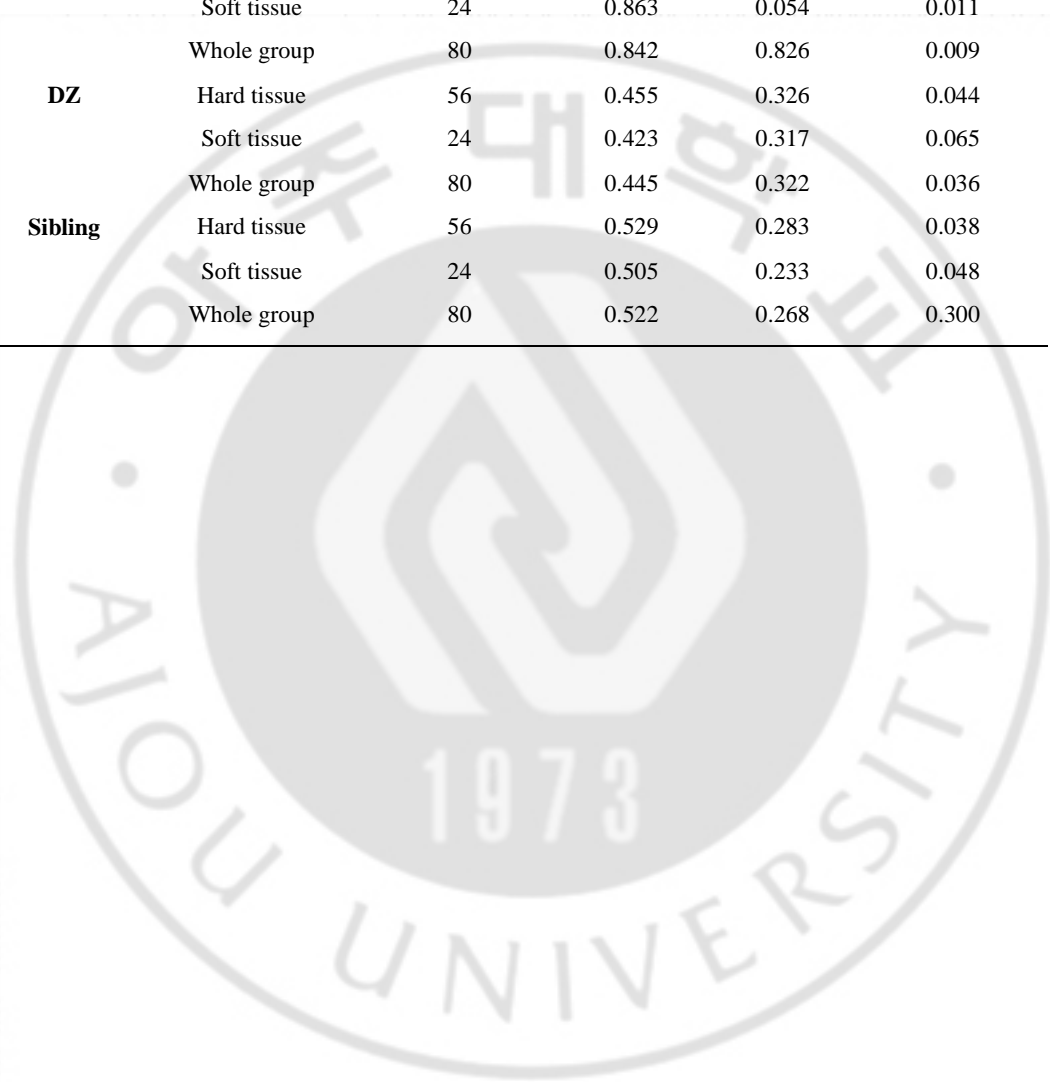


Table 4. Principal components analysis (PCA) after varimax rotation

	Cumulative (%)	Variables included
Factor 1	12.58	ANB, Facial convexity, Convexity of A point, G-Sn-Pog', L1 to NB (angular), L1 to NB (linear), N'-Pn-Pog', N'-Pog'-ULA, Lower occlusal plane to L1, IMPA, Cm-Sn-ULA, Stm-Me'/Sn-Stm
Factor 2	25.08	Ant. facial height (AFH), Ar-Gn, Ar-N, Sn-Me', Stm-Me', Post. facial height (PFH), N-Ba, CD-Gn, S-Ba, Post. cranial base, Mandibular body length, Go-Pog, Ramus height, Ant. cranial base, CD-Go, G-Sn
Factor 3	36.60	Björk Sum, SN-GoMe, FMA, Palatal plane to Mandibular plane, Facial height ratio, Occlusal plane to GoMe, Gonial angle, ODI, Occlusal plane to SN
Factor 4	46.80	U1 to palatal plane, U1 to FH, U1 to NA (angular), U1 to SN, U1 to NA (linear), Interincisal angle, Upper occlusal plane to U1, U1 to A-Pog, L1 to A-Pog, Upper occlusal plane to FH
Factor 5	54.38	N-S-Ba, Saddle angle, SN-FH, SNA, SNB, SNPog, HP-N'Pog'
Factor 6	60.88	Pn-ULA perp, Sn-ULAPog; perp, Pn-Pog' to ULA, LLA-SNPog' perp, LLA-PnPpg' perp, ULA-PnPpg' perp
Factor 7	65.00	A-N Perpend, Pog-N perpend, Facial angle (Downs)
Factor 8	69.05	N-ANS/ANS-Me, ANS-Me / Nasion-Me, SNL-NL
Factor 9	72.97	B'-ULAPog' perp, LLA-ULAPog' perp, B-Pog-Mandibular plane
Factor 10	76.45	Gonial angle(Upper), Mandibular body length / ant. cranial base
Factor 11	79.47	GPog'-N'Pn, G-N'-Pn
Factor 12	82.45	Post. cranial base / Ramus height.
Factor 13	85.25	Pog-Pog', Me-Me', GPog'-Me'C
Factor 14	87.87	Wits appraisal
Factor 15	89.85	A-A', Upper embrasure to ULA

Extraction method: Principal components analysis.

Rotation method: Varimax with Kaiser Normalization.

Table 5. Estimates of the ICC and heritability(h^2), cultural inheritance(C^2) for PCA Factors

	ICC _{MZ}	ICC _{DZ}	ICC _{Sib}	H ² _{MZ-DZ}	H ² _{MZ-Sib}	C ² _{MZ-DZ}	C ² _{MZ-Sib}
PCA1	0.837	0.348	0.613	0.977	0.447	-0.140	0.390
PCA2	0.905	0.571	0.749	0.669	0.313	0.236	0.593
PCA3	0.823	0.407	0.386	0.833	0.876	-0.010	-0.052
PCA4	0.777	0.191	0.480	1.172	0.594	-0.395	0.183
PCA5	0.887	0.656	0.611	0.463	0.551	0.424	0.336
PCA6	0.887	0.645	0.465	0.483	0.843	0.403	0.043
PCA7	0.763	0.487	-0.207	0.553	1.940	0.210	-1.177
PCA8	0.907	0.363	0.243	1.087	1.327	-0.180	-0.420
PCA9	0.823	0.437	0.423	0.773	0.800	0.050	0.023
PCA10	0.805	0.535	0.480	0.540	0.650	0.265	0.155
PCA11	0.820	0.555	0.640	0.530	0.360	0.290	0.460
PCA12	0.700	0.720	0.470	-0.040	0.460	0.740	0.240
PCA13	0.830	-0.127	0.343	1.913	0.973	-1.083	-0.143
PCA14	0.580	0.330	0.610	0.500	-0.060	0.080	0.640
PCA15	0.805	0.785	0.680	0.040	0.250	0.765	0.555
Average	0.810	0.460	0.466	0.700	0.688	0.110	0.122

IV. 고찰

교정치료는 연조직과 경조직이 서로 유기적으로 영향을 끼친다는 것을 전제로 하며, 각 개인에서 경조직과 연조직을 비교한 연구는 존재하나 이를 쌍둥이 연구와 접목시킨 사례는 드물다. 따라서 본 연구에서는 한국인 일란성, 이란성 쌍둥이와 동성의 형제자매를 대상으로 측모두부계측방사선사진 상의 경조직과 연조직 계측치의 유전율을 파악하고 경조직이 연조직 형태에 반영되는 양상을 알아보았다.

The ICC values of the MZ, DZ, and Sibling groups (Tables 2 and 3)

본 연구에서는 MZ 가 DZ 나 Sibling 에 비해 집단 내 일치도 (ICC) 가 경조직과 연조직 모두에서 높게 측정되었다 (Table 2). 이것은 유전형질이 100% 동일한 MZ 가 유전형질의 일부가 일치하는 DZ 나 Sibling, 혹은 혈연관계가 없는 개인보다 유사성이 높다는 기존 연구 결과와도 일치하였다. Manfredi 등 (1997) 은 MZ, DZ 나 Singleton (동거하는 동성의 한 쌍) 을 비교하여 MZ 가 일치도 (concordance) 가 가장 높다고 보고하였으며, 일부의 계측치는 singleton 에서 높은 환경적 영향을 보였다고 하였다. Peng 등 (2005) 은 Cranial base, facial depth, facial height 에서 MZ 보다 DZ 에서 intra-pair difference 가 더 높음을 보고하였다. 본 연구결과는 Cranium, Cranial base, Maxilla, Mandible 에서 DZ 가 dissimilarity 가 더 높다고 보고한 Lobb 의 연구 (1987) 와도 일치하는 부분이 있다.

경조직과 연조직의 ICC 평균값이 MZ 에서는 0.832 와 0.862, DZ 에서는 0.454 와 0.422, Sibling 에서는 0.529 와 0.505 로 MZ 가 DZ 나 Sibling 보다 더 높았으며, DZ 와 Sibling 은 비슷하였다 (Table 3). 그러나 각 군에서 경조직과 연조직 내에서는 차이가 적었다 (Table 3). 이것은 Jelenkovic 등 (2010) 의 연구결과와도 일치하는데, 그들은 벨기에의 가족들을 대상으로 안면을 계측하여 Bignol breadth, Nasion-gnathion height 등의 경조직

계측치의 유전율과 Mouth breadth, Lips height 등의 연조직 계측치의 유전율은 0.46~0.72 사이로 서로 비슷하다고 하였다.

이상의 결과를 통해 쌍둥이나 형제에서 경조직이 닮은 정도와 연조직이 닮은 정도는 비슷하다고 볼 수 있으며, 일란성 쌍둥이가 이란성 쌍둥이나 형제보다 더 닮았다고 설명이 가능하였다. 이란성 쌍둥이와 형제는 ICC 값에 차이가 적어 같은 시기에 태어난 쌍둥이라도 이란성인 경우에는 연령 차이가 있는 형제에 비해 더 닮았다고 할 수 없었다. 즉 유전자가 50% 일치하는 DZ 와 Sibling 에 비해 100% 일치하는 MZ 에서 ICC 가 높은 것 (Lobb, 1987) 으로 경조직과 연조직 모두 유전의 영향 아래에 있음을 생각할 수 있으며, 교정환자 치료시 가족의 안면과 골격 형태, 가족력이 공신력 있는 참고 자료가 될 수 있을 것이다.

또한 경조직과 연조직의 닮은 정도가 비슷하고 교정치료에 따라 경조직과 연조직이 유기적으로 서로 영향을 주기 때문에, 이전에 가족을 치료한 적이 있는 교정환자라면 경조직의 변화에 따른 연조직의 변화 양상도 유사성이 있을 것으로 예측할 수 있을 것이다. 예를 들어 상, 하악 전치의 retraction 과 controlled tipping 은 상순과 하순의 위치 및 두께에 변화를 주는데 (Kasai, 1998; Shirvani et al., 2016), 혈연 관계의 환자에서는 변화양상이 비슷할 것으로 생각할 수 있다.

혈연 관계의 개인들에게서 경조직 혹은 연조직의 유사성은 여러 논문에서 연구되었다. Sidlaukas 등(2016)은 141 쌍의 성인 쌍둥이를 대상으로 39 개의 측모두부계측방사선사진 계측치를 비교한 결과 두개와 상악에 대한 하악의 수평적인 위치를 나타내는 수치가 수직적 위치를 나타내는 수치보다 유전율이 더 높았고, linear measurement (길이, 폭경) 보다 각도 수치가 유전율이 더 높으며, 하악의 크기보다 형태에 대한 수치가 유전적 영향이 더 강하다고 보고하였다. Alkhudhairi 와 Alkofide (2010)는 24 명의 사우디 가족을 대상으로 28 개의 측모두부계측방사선사진 계측치를 측정하여, 하악각, 하악 길이, 안면 길이에 대한 계측치가 유전율이 높음을 보고하였다. Baydas 등

(2007)은 69 쌍의 터키 아나톨리안 형제들의 3 차원 안면 비율(길이, 너비, 높이)과 연조직 두께 및 각도를 측정하여 total depth index, soft tissue facial angle, Merrifield angle, Holdaway angle 등의 유전률이 높음을 보고하였다. 이러한 선행 연구들은 경조직 혹은 연조직만을 대상으로 유전율을 조사한 것으로, 특히 연조직보다 경조직을 계측한 연구가 다수였다. 본 연구는 혈연 관계가 있는 다수 집단에서 경조직과 연조직의 유전율을 동시에 계측, 비교하여 ‘닮은 정도’가 경조직과 연조직 측면에서 유사하다는 것을 규명한 데에 그 의의가 있다.

Principal components analysis (PCA) after varimax rotation (Table 4) and estimates of the ICC and heritability(h^2), cultural inheritance(C^2) for PCA Factors (Table 5)

80 개의 계측치는 15 개의 주성분으로 추출되었으며, 이를 통해 전체 성분의 89.85%를 설명할 수 있었다 (Table 4).

Factor 1 은 facial convexity, 상악골의 전후관계, 하악 전치의 위치를 나타내는 경조직 계측치와 측모의 굴곡을 나타내는 연조직 계측치로 구성되어 있다 (Table 3). 즉, 얼굴의 굴곡을 나타내는 경조직과 연조직 계측치는 서로 연관되어 있으며, 전치의 각도도 이에 기여한다고 볼 수 있다. Kurt 등 (2010) 은 급속구개확장장치 (RME)와 facemask 를 적용한 소아 환자에서 상악골의 후하방이동과 하악골의 시계방향 회전, 상악전치의 labioversion 과 하악전치의 linguoversion 과 함께 안면 연조직의 convexity 와 길이가 증가하는 것을 보고하였다.

Factor 2 는 안면과 하악골의 길이를 나타내는 linear measurement 위주의 경조직 계측치와 중,하안면 길이를 나타내는 연조직 계측치를 포함하였다 (Table 3). 이는 전,후방 안면 고경과 전두개저의 길이가 강한 연관이 있으며, Ramus height 와 전두개저의 길이, 하악체의 길이와 연관이 있다는 기존 연구결과와도 일치한다 (Wang et al., 2013).

Factor 3 는 facial divergency 관련 항목과 ODI 로 구성되어 있으며 (Table 3), 골격적인 개방교합의 지표를 나타내는 ODI 와 facial divergency 에 연관성이 있는 것은 쉽게 유추할 수 있다.(Kim, 1974)

상악 전치와 관련된 수치는 주로 Factor 4 의 성분으로 추출되었는데 (Table 3), 상악 전치의 견인은 상순 및 하순의 형태에 영향을 주며, 얼굴의 돌출감도 감소시키는 것과 관련이 있다 (Shirvani et al., 2016).

두개와 상하악골의 전후방 관계를 나타내는 수치는 주로 Factor 1, 5, 7 로, 수직관계를 나타내는 수치는 주로 Factor 3 과 8, 길이와 관련된 수치는 Factor 2, 상하악 전치의 각도는 Factor 4, 상순과 하순의 돌출을 나타내는 수치는 Factor 6 과 9, 코의 돌출은 Factor 11 턱끝의 연조직 두께는 Factor 13, 상순의 연조직 두께는 Factor 15 로 추출되었다. Factor 12, 14 는 각각 한 개의 계측치로만 구성되어, 이들은 다른 계측치와의 연관성이 적었다.

각 Factor 의 유전율을 구했을 때, MZ-DZ 와 MZ-Siblin 에서 공통적으로 Factor 3, 8, 13 의 유전율이 높게 나타났다 (Table 5). Factor 3 은 안면의 수직 관계와 facial divergency 에 대한 계측치로 구성되어 있다. Amini 와 Borzabadi-Farahani (2009) 는 Occusal plane to GoMe, SN-GoMe 과 gonial angle, ANS-Me, SNL-NL 의 유전율이 높음을 보고하였다. Alkhudhairi 와 Alkofide (2010) 는 부모와 자녀에서 SN-GoMe, FH-GoMe 가 유전율이 높다고 하였다. 경조직의 수직관계가 수평관계보다 유전율이 높다는 결과는 Carels 등 (2001) 과 일치하지만, 수직/수평관계의 유전율이 유사하다는 Lundström 과 McWilliam (1987) 의 연구와는 상반된 결과였다. 이것은 연구 모집단의 차이 및 안면의 수직 및 수평관계를 나타내는 계측항목 선정의 차이에 의한 것으로 보인다.

Factor 8 은 N-ANS-Me 의 각도와 수직 비율에 관한 계측치이다. Alkhudhairi 와 Alkofide (2010) 는 ANS-Me(LAFH, lower anterior facial height), N-Me(TAFH, total anterior facial height), N-ANS(UAFH, upper anterior faical height)의 길이가 아버지와 자녀간에 유의미한 상관관계가

있음을 보고하였다. Amini 와 Borzabadi(2009)는 ANS-Me, N-Me 는 유전율이 높으나 N-ANS 는 유전율이 낮다고 하였고, 이는 Lundstrom 과 McWilliam(1987)의 연구와도 일치하였다.

Carels(2001)의 연구에서도 전안면고경을 나타내는 factor 4 의 유전율이 높았다. 이를 통해 전안면고경이 후안면고경에 비해 유전적 영향이 강함을 알 수 있다.

Chin 의 연조직 두께 (Pog-Pog', Me-Me') 와 관련된 Factor 13 이 높은 유전율을 보인 것은 Baydas 등(2007)의 연구결과와 일치한다.

환경적 영향(C²) 이 높았던 factor 는 Post Cr. base/Ramus Height 인 Factor 12, Wits' appraisal 인 Factor 14, 상순의 두께를 나타내는 Factor 15 이었다.

악안면의 유전율과 관련된 기존 연구에서 두개안면 골격에 대한 수치보다 치아에 관련된 수치가 유전율이 낮다고 조사되었다 (Manfredi et al., 1997; Johannsdottir et al., 2005; Amini and Borzabadi-Farahani, 2009). 두개와 상, 하악의 수평관계를 나타내는 Factor 1, 5, 7 과 전치의 위치 및 각도를 나타내는 Factor 4 에 비해 수직관계와 관련된 Factor 3, 8 의 유전율이 높은 점에서 (Table 5) 교정치료가 골격에 대한 효과보다 치아에 대한 효과가 더 클 것을 예상할 수 있다. 또한 상순의 두께는 특히 유전율이 낮으며 치아의 위치에 따라 영향을 받기 때문에 교정치료를 통한 변화를 쉽게 얻을 수 있을 것이다. 안면의 수직관계, 특히 전안면고경의 유전율이 높기 때문에 성장기의 악정형적 치료는 수직 관계의 개선보다 전후방적 관계의 개선에 더 효과가 높을 것이다. 이는 Peng 등 (2005)의 연구 결과와도 일치한다. 수직 관계에 있어서도, 전안면고경의 변화를 성장조절을 통해 변화시키기는 특히 어려울 것으로 생각된다.

턱끝의 연조직 두께는 유전율이 높고 치아와는 떨어져 있어 교정치료로 변화시키기는 어려우나, underlying tissue 에 대한 연조직의 변화는 높은

편으로 (Olate et al., 2016) 악교정수술이나 genio implant 등을 통해 shape 와 volume 을 변화시키는 것은 효과적이다.

3 차원 얼굴 구조를 2 차원으로 변환시킨 측모두부계측방사선사진은 필연적인 오류를 내포하기 때문에 향후 3D-CT 등을 이용해 3 차원적 분석을 하는 것이 필요하며, (Ferrario et al., 1998; Baik et al., 2007) 향후 기존의 각도와 길이 측정항목보다는 계측치를 x, y 축 좌표로 나타내어 경조직과 연조직 항목을 기하학적으로 분석하는 방법을 시도할 필요가 있다고 생각된다 (Halazonetis, 2004; Krey and Dannhauer, 2008; Neha, 2015).



V.결론

- 귀무가설 1 (경조직과 연조직의 유전률은 차이가 없다) 은 받아들여졌다. 즉 유전적 유사성이 높을수록 얼굴 형태의 유사성은 증가하며, 유전적 요인은 경조직과 연조직에 비슷한 정도로 영향을 주었다.
- 귀무가설 2 (경조직과 연조직 계측치를 grouping 을 하여 factor 를 만들었을 경우 factor 간 유전율의 차이가 없다) 은 기각되었다. 즉 다른 factor 에 비하여 얼굴 골격의 수직관계와 전안면고경을 나타내는 factor 3,8 과 턱끝의 연조직 두께를 나타내는 factor 13 에 대한 유전적 영향이 컸다.

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. Alkudhairi TD, Alkofide EA. Cephalometric craniofacial features in Saudi parents and their offspring. *Angle Orthod.* 2010;80:1010-7.
3. Amini F, Borzabadi-Farahani A. Heritability of dental and skeletal cephalometric variables in monozygous and dizygous Iranian twins. *Orthod Waves.* 2009;68:72-9.
4. Baik HS, Jeon JM, Lee HJ. Facial soft-tissue analysis of Korean adults with normal occlusion using a 3-dimensional laser scanner. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2007;131:759-66.
5. Baydaş B, Erdem A, Yavuz I, Ceylan I. Heritability of facial proportions and soft-tissue profile characteristics in Turkish Anatolian siblings. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2007;131:504-9.
6. Carels C, Van Cauwenberghe N, Savoye I, Willems G, Loos R, Derom C, Vlietinck R. A quantitative genetic study of cephalometric variables in twins. *Clin Orthod Res.* 2001;4:130-40
7. Ferrario VF, Sforza C, Schmitz JH, Miani A Jr, Serrao G. A three-dimensional computerized mesh diagram analysis and its application in soft tissue facial morphometry. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1998;114:404-13.
8. Halazonetis DJ. Morphometrics for cephalometric diagnosis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2004;125:571-81.

9. Hayashida H, Ioi H, Nakata S, Takahashi I, Counts AL. Effects of retraction of anterior teeth and initial soft tissue variables on lip changes in Japanese adults. *Eur J Orthod.* 2011;33:419-26.
10. Jelenkovic A, Poveda A, Susanne C, Rebato E. Common genetic and environmental factors among craniofacial traits in Belgian nuclear families: comparing skeletal and soft-tissue related phenotypes. *Homo.* 2010;61:191-203.
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;127:200-7.
12. Kasai K. Soft tissue adaptability to hard tissues in facial profiles. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1998;113:674-84.
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.* 2017 Nov Accepted.
14. Kim YH. Overbite depth indicator with particular reference to anterior open-bite. *Am J Orthod.* 1974;65:586-611.
15. Kim YK, Lee NK, Moon SW, Jang MJ, Kim HS, Yun PY. Evaluation of soft tissue changes around the lips after bracket debonding using three-dimensional stereophotogrammetry. *Angle Orthod.* 2015;85:833-40.
16. Krey KF, Dannhauer KH. Morphometric analysis of facial profile in adults. *J Orofac Orthop.* 2008;69:424-36.
17. Kurt G, Uysal T, Yagci A. Soft and hard tissue profile changes after rapid maxillary expansion and face mask therapy. *World J Orthod.* 2010;11:e10-8.

18. Lobb WK. Craniofacial morphology and occlusal variation in monozygous and dizygous twins. *Angle Orthod.* 1987;57:219-33.
19. Lundstrom A, McWilliam JS. A comparison of vertical and horizontal cephalometric variables with regard to heritability. *Eur J Orthod.*1987;9:104-8.
20. Manfredi C, Martina R, Grossi GB, Giuliani M. Heritability of 39 orthodontic cephalometric parameters on MZ, DZ twins and MN-paired singletons. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1997;111:44-51.
21. Moss ML, Salentijn L. The primary role of functional matrices in facial growth. *Am J Orthod.* 1969;55:566-77.
22. Neha. Sizing the shape: understanding morphometrics. *J Clin Diagn Res.* 2015;9:21-26.
23. Olate S, Zaror C, Blythe JN, Mommaerts MY. A systematic review of soft-to-hard tissue ratios in orthognathic surgery. Part III: Double jaw surgery procedures. *J Craniomaxillofac Surg.* 2016;44:1599-1606
24. Peng J, Deng H, Cao C, Ishikawa M. Craniofacial morphology in Chinese female twins: a semi-longitudinal cephalometric study. *Eur J Orthod.* 2005;27:556-61.
25. Shamlan MA, Aldrees AM. Hard and soft tissue correlations in facial profiles: a canonical correlation study. *Clin Cosmet Investig Dent.* 2015;7:9-15.
26. Shirvani A, Sadeghian S, Abbasi S. Prediction of lip response to orthodontic treatment using a multivariable regression model. *Dent Res J (Isfahan).* 2016;13:38-45.
27. Shrout PE, Fleiss JL. Intraclass correlations: uses in assessing rater reliability. *Psychol Bull.* 1979;86:420-8.

28. Šidlauskas M, Šalomskienė L, Andriuškevičiūtė I, Šidlauskienė M, Labanauskas Ž, Vasiliauskas A, Kupčinskas L, Juzėnas S, Šidlauskas A. Heritability of mandibular cephalometric variables in twins with completed craniofacial growth. *Eur J Orthod.* 2016;38:493-502.
29. Song JM, Chae HS, Shin JW, Sunh JH, Song YM, Kim YH, Baek SH, Heritability of Craniofacial Soft Tissue Characteristics of Monozygotic and Dizygotic Twins and Their Siblings using Cephalometric Variables and BMI. Mater of Dental Science Thesis. The Graduate School of Clinical Dentistry, Ajou University, Suwon, Gyeonggi-Do, Republic of Korea 2017.
30. Wang MF, Otsuka T, Akimoto S, Sato S. Vertical facial height and its correlation with facial width and depth: Three dimensional cone beam computed tomography evaluation based on dry skulls. *Int J Stomatol Occlusion Med.* 2013;6:120-129.

-ABSTRACT-

Heritability of the Cephalometric Facial Hard and Soft Tissue Parameters in Korean Adult Twins and Their Siblings Using Principal Components Analysis

Hyoseon Park

Department of Clinical Dentistry
The Graduate School of Clinical Dentistry, Ajou University

(Supervised by Professor Young Ho Kim)

Objective: The purpose of this study is to find out that (1)there is no difference in the heritability between hard tissue and soft tissue among MZ, DZ and Sibling. (2)When the hard and soft tissue measurements were grouped by principal components analysis(PCA), there was no difference in heritability among groups.

Marterials and methods: MZ group (n = 36 pairs) DZ group (n = 13 pairs), Sibling group (n = 26 pairs) selected. On the lateral cephalogram, 56 hard tissue measurements and 24 soft tissue measurements were analyzed. Fifteen factors were extracted by Intraclass correlation coefficient and enforce PCA in each group, and the heritability of each factors was obtained.

Results: The average hard and soft tissue ICC of MZ was higher than that of DZ and sibling. The mean of the hard tissue ICC and the soft tissue ICC were similar in each group. 15 Factors were extracted from the eighty variables, which could explain about 89.85% of the total components.

Among the 15 factors, Factor 3 related to facial divergency, Factor 8 related to the anterior facial height, and the factor 13 related to the soft tissue chin thickness are show high heritability.

Conclusion: The higher the genetic similarity, the greater the similarity of facial forms, and genetic factors affect the hard tissue and soft tissue to a similar extent.

The genetic influence of vertical relationship of facial skeleton, anterior facial height and soft tissue thickness is larger than other factor.

Key words: twin, hard and soft tissue, heritability, principal components analysis (PCA).

