

한국인 머리뼈모형 제작

윤관현, 허경석, 송우철¹, 고기석¹, 김희진

연세대학교 치과대학 구강생물학교실 해부 및 발생생물학연구소, 개인식별연구소

¹전국대학교 의학전문대학원 해부학교실

(2010년 12월 17일 접수, 2010년 12월 22일 수정접수, 2010년 12월 23일 게재승인)

간추림 : 머리뼈모형을 이용한 해부학 교육은 아주 오래 전부터 행해져 왔으며, 이는 실제 뼈를 이용하는 것보다 편의성과 경제성에서 많은 도움이 된다. 하지만 국내에서 사용되는 머리뼈모형은 대부분 서양인을 대상으로 제작된 것으로 실제 한국인 머리뼈와 많은 차이를 보인다. 이에 보존상태가 양호하고 골절이나 질병에 의한 변형이 없으며, 비교적 한국인 특징이 잘 드러난 머리뼈(남성, 50세)를 바탕으로 머리뼈모형을 제작하였다.

먼저 입방체 모양의 틀을 제작한 다음 실제 머리뼈를 넣고 실리콘을 부어서 경화시켰다. 실리콘을 절개한 후 실리콘틀에서 실제 뼈를 꺼낸 다음 그 자리에 레진을 부어 탈포와 경화과정을 거쳐 원형을 복제하였다. 실제 뼈에서 잘 드러나지 않았던 구조와 복제하는 과정에서 생긴 결함들을 수정 및 보완하였다. 실제 뼈에서 훼손되었거나 일반적인 형태가 아니었던 구조는 코선반뼈, 치아와 이틀활, 목정맥구멍, 날개갈고리, 침대돌기 등으로 깎거나 덧붙여서 보완하였다. 복제하는 과정에서 생긴 결함은 주로 작은 구멍들과 절개선 사이에 생긴 흠집들이었으며 이를 바로 잡았다. 또한 붓돌기는 파손을 최소화하기 위해 실제보다 길이를 더 짧게 하였다. 개선된 머리뼈모형을 원형복제와 동일한 방법으로 새로 복제하였다. 모형용 도료를 색칠하여 뼈의 느낌을 주었으며 이때 봉합선의 색깔을 약간 강조하여 관찰이 쉽게 하였다. 이렇게 완성된 한국인 머리뼈모형과 서양인 머리뼈모형을 10개 항목에 걸쳐서 측정하였으며 9개 항목의 지수를 비교하였다. 그 결과 머리길이너비지수(length-breadth index), 머리길이높이지수(length-height index), 이마광대지수(frontozygomatic index), 코지수(nasal index) 등에서 서양인 머리뼈모형과 큰 차이를 보였으며 기존에 연구된 한국인 머리뼈 평균에 가까웠다.

이처럼 실제 한국인 머리뼈를 이용한 모형은 서양인 모형에 비해 비교적 한국인 머리뼈의 특징이 잘 드러나 있으며, 이는 해부학 교육용 모형으로 사용될 수 있을 것이다.

찾아보기 낱말 : 한국인, 머리뼈, 모형

서 론

모든 의학 분야에서 인체의 기능과 질병을 이해하기 위해서는 정상적인 구조에 대한 이해가 바탕이 되어야 한다(Lee 등 2001). 특히 정상적인 머리뼈를 해부학적으로 이해하는 방법으로 머리뼈모형을 이용한 공부는 아주 오래 전부터 행해져 왔다. 실제 머리뼈는 약한 부분이 파손되기 쉽고, 특정 부분에 변이가 있는 경우 정상적인 형태를 이해하기 힘들지만 모형으로 제작된 머리뼈는 이런 단점을 보완할 수 있기 때문이다. 또한 실제 머리뼈는 구하기가 어렵지만 모형으로 제작했을

때에는 여러 개로 복제할 수 있어 편의성과 경제성 측면에서 많은 도움이 된다. 하지만 국내에서 사용되는 머리뼈모형은 대부분 서양인을 대상으로 제작된 수입 제품으로 실제 한국인 머리뼈와 많은 차이를 보인다.

머리뼈의 생김새는 체질인류학 분야에서 인종의 형태학적 특성을 가장 잘 나타내는 요소의 하나로 우리 몸에서 머리뼈는 몸통, 팔, 다리 등과는 달리 영양, 기후, 위도 등의 환경적 요인에 가장 영향을 적게 받으며 그 형태는 유전적 요인에 의해 변화되는 것으로 알려져 있다(Martin 1928; Krogman과 Iscan 1986). 때문에 체질인류학적으로 한국인에 대한 특징을 이해함에 있어 한국인 머리뼈의 특징을 보여줄 수 있는 모형제작은 반드시 필요하다 생각되어 모형을 제작하게 되었다.

재료 및 방법

본 연구에 사용된 머리뼈는 보존상태가 양호하고, 골절이나 질병에 의한 외부적 변형이 없으며, 한국인 머리뼈의 특징이 잘 드러난 건국대학교 의학전문대학원에 보관중인 머리뼈(남성, 50세)를 사용하였다.

실제 머리뼈의 원형을 복제하기 위해 입방체 모양의 틀을 제작한 다음 실제 머리뼈를 넣어 지지대를 설치하여 고정하였다. 그 다음, 실리콘(RTV426, GE, USA)을 주재와 경화제를 1:1로 혼합하여 틀 속에 부어 탈포한 후 경화시켰다. 입방체 모양의 틀을 제거한 후 응고된 실리콘을 절개해서 틀 속에서 실제 뼈를 꺼내고 그 자리에 레진(상진화성, 한국)을 부어 위와 같은 방법으로 탈포와 경화과정을 거쳐 원형을 복제하였다. 복제된 뼈에서 잘 드러나지 않은 구조와 복제하는 과정에서 생긴 흠집이나 결함을 수정 및 보완하였다. 수정 보완된 머리뼈모형을 원형복제와 동일한 방법으로 새로 복제하였다(Fig. 1). 모형용 도료를 색칠하여 뼈의 사실감을 높였으며, 이때 봉합선에는 도료가 침전되게 함으로써 색깔을 보다 강조하여 각 뼈의 구분이 쉽게 하였다.

이렇게 완성된 한국인 머리뼈모형과 서양인 머리뼈모형(QS7, Somso Modelle, Germany)을 머리뼈계측기구(No 106, GPM, Swiss)로 머리뼈의 특징을 잘 보여줄 수 있는 10개의 Martin 항목(Table 1, Fig. 2)을 계측하였고 9개의 항목(Table 2)에 걸쳐서 백분비를 산출하였으며 이를 기준에 연구된 한국인 머리뼈 수치와 비교하였다.

결 과

실제 뼈를 복제한 후 살펴본 결과 원형에서 훼손된 구조는 코선반뼈, 목정맥구멍, 날개갈고리, 뒤침대돌기였다. 위턱치아는 4개만 남아있었고, 6개는 훼손되었으며, 나머지는 생전에 탈락되어 남아있지 않았다. 아래턱치

Table 1. Description of martin's numbers

| Measurements | Martin's NO |
|---------------------------|-------------|
| Maximal cranial length | 1 |
| Maximal cranial breadth | 8 |
| Basio-bregmatic height | 17 |
| Auriculo-bregmatic height | 20 |
| Bizygomatic breadth | 45 |
| Upper facial height | 48 |
| Minimal frontal breadth | 9 |
| Nasal height | 55 |
| Nasal breadth | 54 |
| Facial length | 40 |

Table 2. Description of indices

| Indices | Martin's NO |
|----------------------------------|-------------|
| Length-breadth index | 8/1 |
| Length-height index | 17/1 |
| Breadth-height index | 17/8 |
| Upper facial index | 48/45 |
| Transverse cranio-facial index | 45/8 |
| Fronto-parietal index | 9/8 |
| Fronto-zygomatic index | 9/45 |
| Nasal index | 54/55 |
| Longitudinal cranio-facial index | 40/1 |

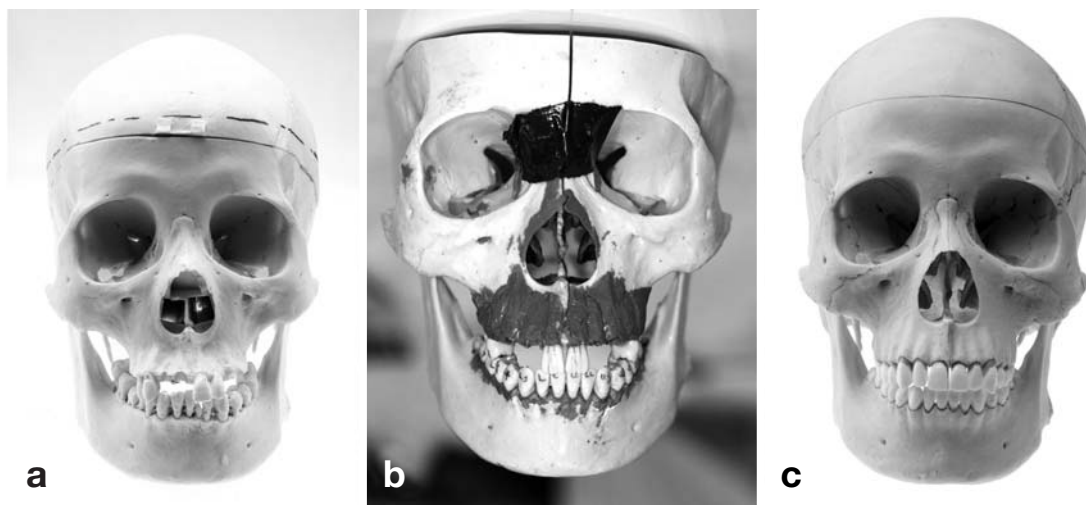


Fig. 1. Production process of Korean skull model. a; Duplicated skull model from real Korean skull using silicon, b; Modification process of the duplicated skull, c; Finished skull model after modification.

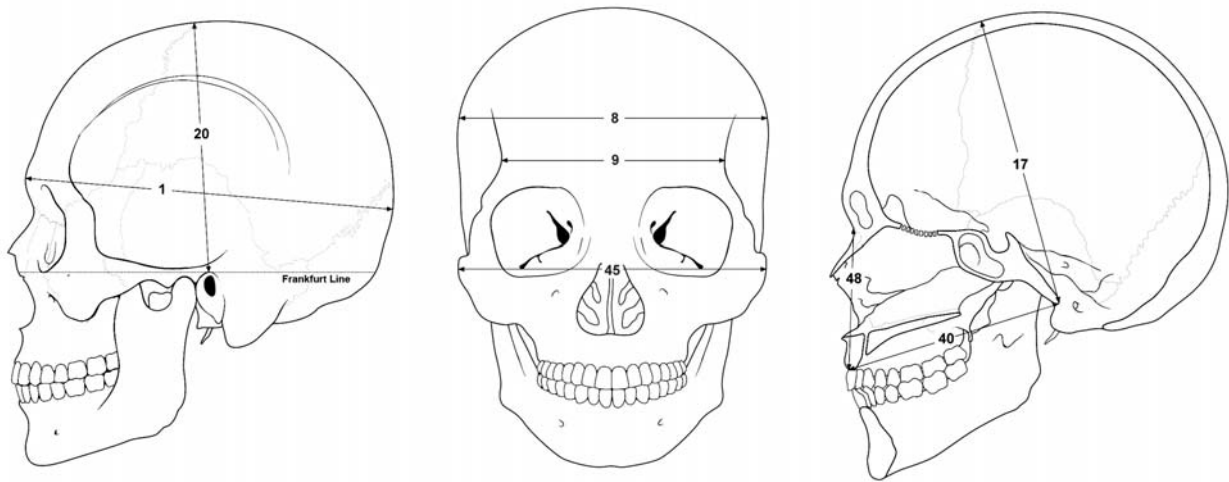


Fig. 2. The numbers are Martin's numbers. 1; maximal cranial height, 8; maximal cranial breadth, 9; minimal frontal breadth, 17; basio-bregmatic height, 20; auriculo-bregmatic height, 40; facial length, 45; bizygomatic breadth, 48; upper facial height.

Table 3. Comparison with cranial measurements of Korean male skull, Korean skull model and Somso skull model

| Items | Martin's NO | Korean male skull (Han et al. 1995) | Korean skull model | Somso skull model |
|---------------------------|-------------|--|--------------------|-------------------|
| Maximal cranial length | 1 | 174 | 167 | 183 |
| Maximal cranial breadth | 8 | 143.5 | 134 | 136 |
| Basio-bregmatic height | 17 | 142.2 | 140 | 122 |
| Auriculo-bregmatic height | 20 | 120.3 | 129 | 120 |
| Bizygomatic breadth | 45 | 135.6 | 125 | 124 |
| Upper facial height | 48 | 73 | 69.4 | 68.8 |
| Minimal frontal breadth | 9 | 92.2 | 85.2 | 96.2 |
| Nasal height | 55 | 54.4 | 48.7 | 49.2 |
| Nasal breadth | 54 | 25.5 | 23.3 | 22.5 |
| Facial length | 40 | 93.5 | 89.3 | 96.7 |

아는 사랑니를 제외한 모든 치아가 남아 있었으나 치열이 고르지 못했다. 따라서, 교육적 효과를 높이고자 위턱과 아래턱의 사랑니를 추가하였으며 정상적인 치아모형을 이용하여 모든 치아를 고르게 다시 배열하였다. 또한, 치아를 분리가 가능하도록 제작하여 교육효과를 높였다. 이 과정에서 위턱뼈의 이틀활을 약간 수정하였다. 복제하는 과정에서 생긴 결함은 실리콘을 붓는 과정에서 구멍 속으로 실리콘이 흘러들어가는 것을 방지하고자 막았던 부분에 생긴 것으로 뼈콧구멍, 바깥콧구멍, 목동맥관 등이었다. 또한 주형틀을 분리하기 위해 이마부분에 붙였던 썬기 모양이 있었으며 이를 깎아서 바로 잡았다. 붓기는 파손을 최소화하기 위해 실제 길이보다 약간 짧게 하였다. 분리된 머리덮개뼈는 그 단면이 고르지 못해 복제된 뼈에서 다시 붙인 후 반듯하게 절개하였으며 단면에 해면뼈의 질감을 주어서 사실감이 나타나게 하였다. 또한, 복제가 힘든 코안의 코

선반뼈와 머리뼈우묵에 있는 많은 구멍들은 실제뼈를 참조하여 만들었다.

이렇게 완성된 한국인 머리뼈모형과 서양인 머리뼈모형을 계측한 결과는 Table 3과 같았다. 머리뼈높이(basio-bregmatic height)와 귀구멍점머리뼈높이(auriculo-bregmatic height) 항목은 서양인 모형에 비해 높은 수치를 보였으며, 얼굴너비(bizygomatic breadth), 위얼굴높이(upper facial height), 코높이(nasal height)와 코너비(nasal breadth) 항목은 거의 비슷하였고, 최대머리뼈높이(maximal cranial length), 최대머리뼈너비(maximal cranial breadth), 최소이마너비(minimal frontal breadth)와 얼굴길이(facial length) 항목은 한국인 모형이 더 작았다. 이를 기존에 조사된 한국인 남자의 머리뼈 평균값(Han 등 1995)과 비교한 결과 귀구멍점머리뼈높이(auriculo-bregmatic height)만 한국인 머리뼈모형이 한국인 머리뼈 평균값보다 컸고, 머리뼈높이(basio-bregmatic height)와

Table 4. Comparison with cranial indices of Korean male skull, Korean skull model and Somso skull model

| Indices | Martin's NO | Korean male skull (Han et al. 1995) | Korean skull model | Somso skull model |
|----------------------------------|-------------|--|--------------------|-------------------|
| Length-breadth index | 8/1 | 82.7 | 80.2 | 74.3 |
| Length-height index | 17/1 | 81.7 | 83.8 | 66.7 |
| Breadth-height index | 17/8 | 99 | 94.3 | 89.7 |
| Upper facial index | 48/45 | 54 | 55.5 | 55.5 |
| Transverse cranio-facial index | 45/8 | 94.6 | 94.7 | 91.2 |
| Frontoparietal index | 9/8 | 64.2 | 64.5 | 70.7 |
| Frontozygomatic index | 9/45 | 67.9 | 68.2 | 77.6 |
| Nasal index | 54/55 | 47.1 | 47.8 | 45.7 |
| Longitudinal cranio-facial index | 40/1 | 53.7 | 53.5 | 52.8 |

코너비(nasal breadth)는 비슷하게 나타났으며, 나머지 7개의 항목은 한국인 머리뼈 평균값이 한국인 머리뼈모형보다 크게 나타났다.

이들 계측값을 바탕으로 9개 항목에 걸쳐 머리뼈지수를 구하였다. 머리뼈지수는 단순한 계측값의 비교가 아니라, 머리형태를 알 수 있는 값이다. 이러한 머리뼈지수를 한국인 머리뼈, 한국인 머리뼈모형, 서양인 머리뼈모형과 비교하여 머리형태의 차이를 알아보았다(Table 4).

- 1) 머리길이너비지수(length-breadth index)는 머리뼈 앞뒤길이에 대한 좌우너비의 비율로 한국인 머리뼈가 82.7, 한국인 머리뼈모형이 80.4로 짧은머리형(brachycranic type)으로 나타났지만 서양인 머리뼈모형은 74.3으로 중간머리형(mesocranic type)으로 나타났다.
- 2) 머리길이높이지수(length-height index)는 머리뼈 앞뒤길이에 대한 뇌머리뼈높이의 비율로 한국인 머리뼈모형이 83.8로 한국인 평균값인 81.7과 비슷하게 나타났으나, 서양인 머리뼈모형은 66.7로 매우 낮은 값을 보였다. 따라서, 머리뼈모형과 한국인 머리뼈는 높은머리형(hypsicranic type)에 속하였으나, 서양인 머리뼈모형은 낮은머리형에 속하였다.
- 3) 머리너비높이지수(breadth-height index)는 머리뼈좌우너비에 대한 뇌머리뼈 높이의 비율로 한국인 머리뼈모형이 94.3, 한국인 머리뼈가 99로 나타났으나, 서양인 머리뼈모형은 89.7로 가장 낮은 값을 보였다.
- 4) 위얼굴지수(upper facial index)는 얼굴좌우너비에 대한 얼굴높이의 비율로 한국인 머리뼈모형, 한국인 머리뼈, 서양인 머리뼈모형의 값이 각각 55.5, 54, 55.5로 모두 비슷한 값을 보여, 모두 중간얼굴형에 속하였다.
- 5) 가로머리얼굴지수(transverse cranio-facial index)는 머리뼈좌우너비에 대한 얼굴좌우너비의 비율로 광대뼈의 돌출정도를 알 수 있는 지표이다. 한국인 머리뼈모형이 94.7, 한국인 머리뼈가 94.6으로 같은 값을

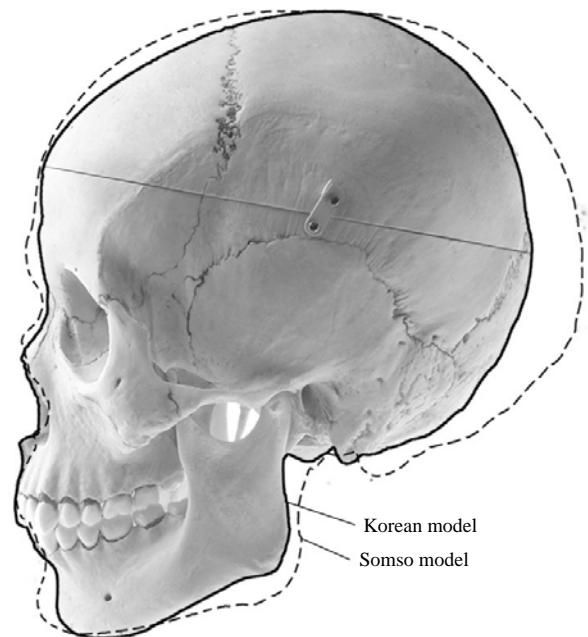


Fig. 3. Comparison between Korean model and Somso model. The black line is Korean model. The dotted line is Somso model.

보였으나, 서양인 머리뼈모형은 91.2로 낮은 값을 보였다.

- 6) 이마마루지수(fronto-parietal index)는 머리뼈좌우너비에 대한 최소이마너비의 비율로 앞머리부위의 모양을 나타내는 지수이다. 한국인 머리뼈모형이 64.5, 한국인 머리뼈가 64.2로 거의 같은 값을 보였으나, 서양인 머리뼈모형은 70.7로 높은 값을 보였다.
- 7) 이마광대지수(fronto-zygomatic index)는 얼굴좌우너비에 대한 최소이마너비의 비율로 이마뼈의 발달정도를 알 수 있는 지수이다. 한국인 머리뼈모형은 68.2, 한국인 머리뼈는 67.9로 비슷한 값을 보였고, 서양인 머리뼈모형은 77.6으로 매우 높은 값을 나타내었다.

- 8) 코지수(nasal index)는 뺨콧구멍 높이에 대한 뺨콧구멍너비의 비율로 한국인 머리뼈모형이 47.8, 한국인 머리뼈가 47.1로 비슷한 값을 보였으나, 서양인 머리뼈모형은 45.7로 낮은 값을 보였다.
- 9) 세로머리얼굴지수(longitudinal cranio-facial index)는 정중시상면에서 머리뼈길이에 대한 얼굴길이의 비율로 한국인 머리뼈모형이 53.5, 한국인 머리뼈가 53.7로 나타났고, 서양인의 머리뼈모형은 52.8로 낮은 값을 보였다.

고 찰

지금까지 한국인 머리뼈를 이용한 한국인 머리뼈모형은 만들어지지 않았다. 따라서 한국의 많은 의과대학, 치과대학과 기타 보건계열의 학생들은 서양인 머리뼈를 기준으로 만들어진 머리뼈모형을 가지고 공부하여 왔다. 그러나 머리뼈는 다른 뼈에 비해 주위환경에 가장 영향을 적게 받는 뼈로서 주로 유전에 의해서 형태가 결정된다(Martin 1928, Krogman과 Iscan 1986). 따라서, 한국인을 대상으로 공부하는 우리나라 학생에게는 한국인 머리뼈모형을 가지고 공부하는 것이 매우 중요한 것으로 생각된다.

이번에 제작된 한국인 머리뼈모형은 한국인 남성머리뼈에 비해 전체적으로 계측값이 작게 나온 것을 알 수 있다(Table 3). 이는 복제된 원래의 남성머리뼈가 평균값에 비해 약간 작은 머리뼈여서 나타난 결과다. 이것을 남성머리뼈 평균값에 인위적으로 맞추려고 하며, 오히려 머리뼈의 형태가 바뀌어, 한국인의 머리뼈 형태를 정확히 나타낼 수 없다고 생각하여, 인위적으로 평균값을 맞추려고 하지는 않았다. 다만, 머리뼈지수를 통하여 머리뼈의 형태가 한국인 머리뼈와 맞는지를 관찰하였다.

한국인 머리뼈의 가장 큰 특징은 머리의 앞뒤길이에 대한 좌우너비를 비교하여 볼 때, 짧은머리형에 속하고, 머리뼈앞뒤길이에 대한 뇌머리뼈높이를 비교하여 볼 때, 높은머리형에 속하며, 이외에 중간얼굴형과 중간코형의 특징을 가지고 있다고 알려져 있다(Han 등 1995, Koh 등 2001). 한국인 머리뼈모형을 제작하여, 머리뼈지수를 관찰한 결과, 머리길이니비지수는 80.4로 짧은머리형을 나타냄을 알 수 있었으나, 서양인 머리뼈모형은

74.3으로 중간머리형을 나타내고 있었다. 또한, 머리길이높이지수는 한국인 머리뼈모형은 83.8로 높은머리형을 나타내고 있었으나, 서양인 머리뼈모형은 66.7로 낮은 머리형을 보였다. 광대뼈의 돌출정도를 알 수 있는 가로머리얼굴지수는 한국인 머리뼈모형이 94.7, 서양인 머리뼈모형이 91.2로 한국인 머리뼈모형이 서양인 머리뼈에 비해 광대뼈의 돌출정도가 더 심하다는 것을 알 수 있었다. 코지수에서도 한국인 머리뼈모형이 47.8인 반면 서양인 머리뼈모형은 45.7로 상대적으로 서양인 머리뼈모형이 코너비에 비해 코높이가 크다는 것을 알 수 있었다.

이와 같이 제작된 한국인 머리뼈모형은 한국인 머리뼈의 특징을 모두 잘 나타내고 있었으며, 서양인 머리뼈모형과 많은 차이를 보이고 있었다. 특히 가족에서 볼 때 이러한 특징이 잘 나타나게 되는데, 서양인 머리뼈모형에 비해 한국인 머리뼈모형이 앞뒤로 짧고, 상대적으로 뇌머리뼈가 높으며, 코뼈가 덜 튀어나와 있다는 것을 알 수 있었다(Fig. 3).

이처럼 실제 한국인 머리뼈모형은 서양인 모형에 비해 한국인 머리뼈의 특징이 잘 드러나 있었다. 이는 체질인류학적으로 한국인 머리의 특징을 이해하고자 할 때 도움이 될 것이며 또한 해부학 교육용 모형으로도 널리 사용될 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

- Han SH, Hwang YI, Lee KH, Koh KS, Shoi BY, Lee KS, Lee HY, Sir WS, Chung MS, Kim HJ, Kim DW, Kang HS : Craniometric study in modern korean adults. Korean J Phys Anthropol 8(2): 205-213, 1995. (in Korean)
- Koh KS, Han SH, Song WC, Sohn HJ, Paik DJ, Kim HJ, Choi BY : Secular changes of cephalic index in Korean adults. Korean J Phys Anthropol 14(3): 181-182, 2001. (in Korean)
- Krogman WM, Iscan MY : The Human Skeleton in Forensic Medicine, Illinois, Charles Tomas Publisher, 1986.
- Lee WT, Yoon H, Kim HJ, Lee JE, Park KA : Development of internet based neuroanatomy education. The Korean J Anat 34(5): 525-533, 2001. (in Korean)
- Martin R : Lehrbuch der Anthropologie, Germany, Verlag von Gustave Fischer, 1928.

Fabrication of Korean Skull Model

Kwan-Hyun Youn, Kyung-Seok Hu, Wu-Chul Song¹, Ki-Seok Koh¹, Hee-Jin Kim

Division in Anatomy & Developmental Biology, Department of Oral Biology, Human Identification Research Center, Yonsei University, College of Dentistry

¹*Department of Anatomy, School of Medicine, Konkuk University*

Abstract : Anatomy education using skull models has been widely performed for a long time and known that it is actually much convenient and economical. However, until now, most of skull models used in anatomy class are imported from the United State or Europe. Therefore, the models showed characteristics of Caucasian skulls, and had several differences from skulls of Koreans. Hence, we made a specific replica model of skull which have various Korean characteristics. We used Korean male skull (aged 50 years) without defect due to diseases or fractures.

The silicon was poured over the skull in the cubic frame and hardened. We took out the skull from the silicon frame and poured the resin into the frame to duplicate the original skull. After defoamation and hardening the resin, the skull model was taken out of frame. And we modified defects which occurred during duplicated process and made detailed structures which unrevealed in real skull. After completion of the skull model, we measured ten items of anthropological characteristics of the Korean and American skull models and compared 9 categories of index. As a result, there were significant differences in length-breadth index, length-height index, frontozygomatic index, nasal index between the Korean and American skull models; As aforementioned, the skull model, compared to Caucasian skull models, had numerous distinctive Korean skull features and this model can be used for anatomy education in South Korea.

Keywords : Korean, Skull, Model