

# 한국성인 정상교합자에서 Delaire의 이상적 교합평면과 저작근 근활성도와의 관계에 대한 연구

변성규 · 이충국

연세대학교 치과대학 구강악안면외과학교실

## Abstract

### A STUDY ON THE RELATION BETWEEN DELAIRE'S IDEAL OCCLUSAL PLANE AND MASTICATORY MUSCLE ACTIVITY IN KOREAN NORMAL ANGLE CLASS I OCCLUSION INDIVIDUALS.

Seong-Kyu Byun, Choong-Kook Yi

*Dept. of Oral & Maxillofacial Surgery, College of Dentistry, Yonsei University*

According to the functional matrix theory, Delaire proposes that individual occlusal plane was determined by variable effects of teeth, maxilla, mandible, cranium, cranial base and soft tissue matrix including the orofacial musculature. and that there is the ideal occlusal plane determined by the most proper spatial position of maxilla and mandible, functionally and esthetically.

This study was designed to find out the relation between Delaire's ideal occlusal plane and muscle activity of masticatory muscles in individuals who have normal maxillo-mandibular relationships. Lateral cephalometric radiographs were taken and his/her individual occlusal plane and ideal occlusal plane were analyzed with Delaire's architectural and structural craniofacial analytic method. For evaluation of muscle activities of masticatory muscles, electromyography of anterior temporal muscle, superficial masseter muscle, and anterior belly of digastric muscle was recorded in fifty Korean normal Angle class I occlusion individuals. According to the average value of ideal occlusal plane, fifty normal Angle class I occlusion individuals were classified into three groups: Ideal occlusal plane group(I group), hyperrotation group(I+ group) and hyporotation group(I- group). The result of this study was as follows:

1. The results of Delaire's architectural and structural craniofacial analysis of lateral cephalography of the fifty Korean normal Angle class I occlusion individuals are that twelve persons(24%) have consistent or parallel with ideal occlusal plane and the average of angular difference was  $1.22^\circ \pm 3.69^\circ$ .
2. There is no significant difference in muscle activities of masticatory muscles during resting( $p < 0.05$ ), but significant increases of muscle activity of ipsilateral anterior temporal and masseter muscle, contralateral anterior belly of digastric muscle during unilateral chewing and of anterior temporal and masseter muscle during bilateral clenching( $p < 0.05$ ).
3. To find out the effect of the angular difference between Delaire's ideal occlusal plane and real occlusal plane to muscle activity, muscle activities of masticatory muscles were compared with three groups in each other; I group, I+ group and I- group. The results were no significant differences during resting, unilateral chewing and bilateral clenching. ( $p > 0.05$ )
4. Although there is no significant differences of masticatory muscle activities among the three groups, the fact that increasing tendency of masseter muscle activity of ideal occlusal plane group(I+) than those of any other groups(I+ and I-) during bilateral clenching was noted. There is only the implication that occlusal plane makes some effects on masticatory muscle activities, especially that of masseter muscle during bilateral clenching.

In conclusion, the hypothesis that occlusal plane is one of the factors which affect the muscle activities of masticatory muscles and that anyone whose occlusal plane consistent with Delaire's ideal occlusal plane has an extraordinary functional advantage in masticatory muscle function cannot be proven with electromyography methods.

**Key words** : Occlusal plane, Masticatory muscle, EMG.

## I. 서 론

악구강계는 치아와 이를 지지하고 있는 상하악골 및 연조직, 측두하악 관절과 근육 신경계로 구성되어 있으며 저작, 발음, 연하 및 상부 호흡의 기능을 담당하는 부분으로 해부학적 형태와 생리적인 기능이 서로 긴밀하게 연관되어 있다.

### 변 성 규

120-752 서울특별시 서대문구 신촌동 134

연세대학교 치과대학 구강악안면외과학교실

Seong-Kyu Byun

Dept. of Oral & Maxillofacial Surgery, College of Dentistry, Yonsei University

120-752, C.P.O. Box 8044, Seoul, Korea

Tel. 82-2-361-8774 Fax. 82-2-392-0992

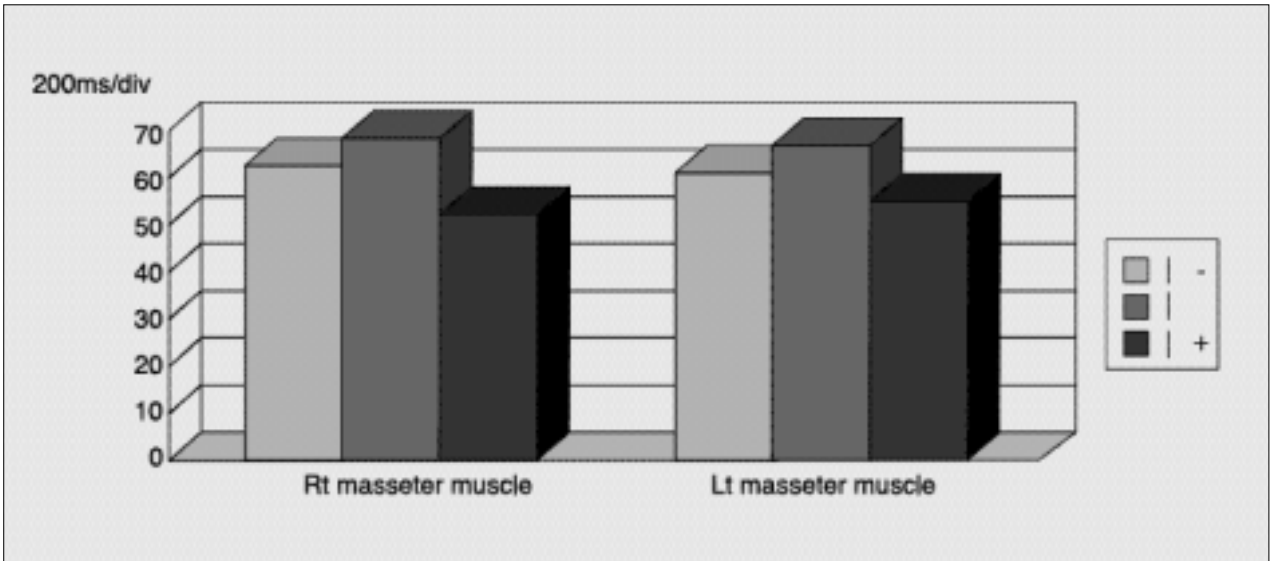


Fig. 6. Comparison of muscular activities of masseter muscles during bilateral clenching among three different groups

I- group: Hypo(posteriorly)-rotated occlusal plane group  
 I group: Ideal occlusal plane group  
 I+ group: Hyper(anteriorly)-rotated occlusal plane group

### 3. Delaire의 이상적 교합평면과 실제 교합평면간의 각도 차이에 따른 각 군간의 근활성도 비교

군 전체의 이상 교합평면과 실제 교합평면간의 각도차이의 평균값인 1.22°를 기준으로 각도차이가 2도 이내인 이상 교합평면군을 I군으로 설정하고, 2도를 초과하여 과(전방)회전된 군을 I-군으로, 2도를 초과하여 저(후방)회전된 군을 I+군으로 설정하여 각 군간의 근활성도의 차이를 비교하였다. I군에 포함되는 인원은 총 30명이었고, I-군과 I+군은 각각 11명과 9명이었다.

안정위, 우측 저작, 좌측 저작과 양측 최대교합시에서 각 근육의 근활성도를 비교하여 본 결과, 측두근, 교근과 두힘살근 앞힘살에서 각 군간에 유의성있는 차이가 없었다( $p > 0.05$ ) (Table 2).

그러나, 정상교합자에서 이상 교합평면으로부터 실제 교합평면이 과회전 혹은 저회전된 정도에 따라서 근활성도의 변화가 나타나는 각도를 알아본 결과, 이상 교합평면과의 각도차이가 -1°에서 +3°사이의 이상적 교합평면군에 비해 그 이상 과회전 혹은 저회전된 군의 교근에서 양측 최대 교합시 근활성도가 감소하는 양상을 보였다(Fig. 6).

## IV. 총괄 및 고찰

악구강계의 기능은, 두개 구조, 안면골격 구조 및 두개 안면의 여러 연조직 기질의 균형과 적응속에서 이루어지며, 두개안면 형태 및 악안면 근육과 교합상태간에는 많은 관련성이 있다고 알려져 왔다<sup>2,10,20,35</sup>.

교합평면은 두개악안면 성장과정중 형성되며, 두개구조와 안면골격구조의 상호균형관계하에서, 치아와 악골의 적절한 위치에 의해 안정화된 결과라고 할 수 있고, 가장 이상적인 교합평면

은 기능적 효율이 극대화되는 위치라고 할 수 있다. 따라서, 교합이 정상적 관계에 있는 사람이라 할지라도 실제 교합평면이 이상적인 위치에 놓여있지 않다면, 주위의 여러 기질들과 조화롭지 못한 관계에 놓이게 되고, 기능적 효율의 변화가 초래되리라고 가정할 수 있다.

Delaire 등은 Moss<sup>20</sup>의 기능적 기질이론에 근거하여 구조적 및 구성적 두개안면 분석을 제안하였고, 그가 제안한 이상 교합평면은, 두개 후하부에 대한 교합평면의 균형을 평가하기 위한 것으로서, 교합평면이 두개부에 대한 상하악골 치조부(dentoalveolar portion)의 조화를 결정하는 요소라고 하였다. 12개의 두개안면 균형선중 Om(Occipitomandibular point)점과 전방 하안면고경의 1/2이 되는 상악 치조부점을 연결한 선을 두개교합선(cranio-occlusal line)으로 설정하여 이를 이상 교합평면(CF7)으로 제안하였다. 김과 이<sup>36</sup>는 한국인 정상성인의 구조적 및 구성적 두개안면 분석에 대한 연구에서, 한국인에서는 서양인에 비하여 상악골의 후하방 성장양상이 더 강함을 관찰하여, Om점과 전하안면고경을 45 : 55로 나누는 점을 연결한 선을 한국인의 이상 교합평면으로 제시하였다.

본 연구 결과, 정상교합자에 있어서의 실제 교합평면은 이상 교합평면에 대해 -6°에서부터 +13°에 이르기까지 차이를 지니며, 다양하게 존재하였다. 그러나, 이상 교합평면과 실제 교합평면이 일치하거나 평행한 경우가 연구대상 전체의 24%(12명)로 가장 높은 비율을 차지하였다(Fig. 2). 이는 김과 이<sup>36</sup>의 보고와 일치하였다. 그러나, 연구대상 전체에서 이상 교합평면과 실제 교합평면과의 차이를 평균으로 구하면, +1.22°로 이상적 교합평면보다는 약간 과(전방)회전된 경향을 보여, 이상 교합평면과 어느 정도의 각도차이를 지니는 범위를 이상 교합평면의 범위(ideal range)로 결정할 수 있는지에 대해서는 앞으로 추가적인 연구가

Delaire 등<sup>7)</sup>은, 일련의 성장과 발육과정에서 교합평면이 치아, 악골 및 두개, 두개저, 안면 근육을 포함한 연조직의 다양한 영향에 의하여 결정되며, 기능적으로나 심미적으로 가장 적절한 상하악골의 위치를 결정하는 이상 교합평면(ideal occlusal plane)이 존재한다고 하였다.

두개구조와 악안면구조가 적절한 균형을 이룬 위치에 놓여 있을 때, 악구강계의 기능이 극대화되고 심미성도 얻게 된다는 가정하에 여러 학자들이 이상적인 교합평면을 제안하였다. Trapozzano 등은 교합평면은 이주(tragus)의 상방점과 비익의 최하방점을 연결한 선과 평행해야 한다고 하였고<sup>20)</sup>, Boucher<sup>9)</sup>는 교합평면을 설정해야 할 경우, 하악의 후구치부(retromolar pad)를 기준으로 제시하였으며, Roberts는 상하악치조골의 이등분점을 지나면서 안면수평선(Frankfort horizontal plane)과 평행한 선을 이상 교합평면으로 주장하였다<sup>20)</sup>. Ogawa 등<sup>24)</sup>은 Camper씨 선(비익과 이주를 연결하는 가상선)을 기준으로 설정하고 정상인을 대상으로 측방 두부계측 방사선 사진을 연구하여 교합평면의 각도를 비교한 결과, 평균치는 Camper씨 선과 대체적으로 평행하다고 하였다. Delaire<sup>7)</sup>는 그의 구조적 및 구성적 두개안면 분석에 근거하여 한 개인에 있어서 상하악골의 균형된 위치를 제시하고, 두개안면의 균형하에서 이루어지는 이상적 교합평면(cranio-occlusal line, CF7)을 설정하였다(Fig. 1).

한편 상하악골의 교합관계와 악구강계 기능간의 관련성을 규명하기 위하여 호흡, 연하, 발음, 저작 그리고, 심미성 등 여러 가지 기능중에서도 저작근의 근력 또는 근육 활성도에 대한 일련의 연구들이 있었다.

Moyers<sup>23)</sup>, Ahlgren 등<sup>1)</sup>과 김<sup>37)</sup>은 교합상태와 상하악골의 치열관계를 분석하고, 저작근의 EMG를 측정 후 이들간의 상관관계를 규명하려는 연구를 하였고, Kasai 등<sup>15)</sup>, Ingervall과 Thilander<sup>43)</sup>, Lowe와 Takada<sup>16)</sup>, Miralles 등<sup>28)</sup>과 Sinobad<sup>28)</sup>는 측방 두부계측 방사선사진의 분석을 통하여 두개안면 계측치와 저작근의 근활성도와와의 관계를 연구하였다.

선학들의 이러한 연구에도 불구하고 정상인의 교합평면이 악구강계의 기능에 대하여 어느 정도의 영향을 미치는지에 대해서는 정확히 알려진 바가 없다.

이에 저자는 교합평면의 각도차이에 따라 저작근의 근력 혹은 근활성도의 차이가 있으리라는 가정하에, 한국인 성인 Angle씨 I급 정상교합자를 대상으로 Delaire의 이상 교합평면과 실제 교합평면간의 각도차이가 저작근의 기능에 어떤 영향을 미치는지 근전도를 이용하여 검증하고자 하였다.

## II. 연구 대상 및 연구 방법

### 1. 연구대상

연세대학교 치과대학 재학생중 구강악안면검사를 통하여 남자 34명, 여자 16명의 총50명을 연구대상으로 하였다. 연령은 23~27세 사이로 평균 연령은 24.3세였다. 이들을 대상으로 측방

두부계측 방사선사진과 근전도 검사를 시행하였다.

정상 성인이란 의미는 정상 교합자로서 상,하악골이 각각 두개골에 균형을 이루고 있는 상태로 다음과 같은 기준을 모두 만족시키는 경우를 연구대상으로 하였다.

한국인 성인 정상교합자의 정의

- 1) 안모가 양호하고 치과교정치료를 받은 병력이 없는 자.
- 2) 상하악 골격관계와 정상범주이며, 치열이 고른, Angle씨 I급 교합관계인 자.
- 3) 측두하악 관절 장애의 병력이 없고, 단일 금관(single crown) 이상의 보철물이 없으며, 상하악 전치 중심선의 편위가 좌우로 2mm를 넘지 않는 자.
- 4) 제3대구치를 제외한 치아의 선천적 결손이 없는 한국인으로 만 20세 이상인 자.

### 2. 연구방법

- 1) Delaire의 구조적 및 구성적 두개안면 분석 및 이상 교합평면의 설정

연세대학교 치과대학병원 치과방사선과에 비치된 CRANEX 3+(SOREDEX, ORION CORPORATION사 제품)를 이용하여 측방 두부계측 방사선 사진을 촬영하였으며, 촬영방법으로는 F.F.D. 60 inches, Focal spot 0.5×0.5mm, 76 kVp, 12mA, 노출시간은 0.7~1.0초로 하였다. Fuji사의 Image plate(Fuji computed radiography)에 촬영한 영상을 판독기에서 판독하여 이후는 통법대로 현상과 정착을 하였다.

현상한 측방 두부 계측 방사선사진에 투사지를 이용하여 Delaire의 구조적 및 구성적 두개안면 분석을 시행하였으며, 12개의 두개안면균형선 중 ANS점을 지나며 C1선과 평행하게 설정한 CF8선이 CF3선과 만나는 점을 Go점으로 설정하고, Me점으로부터 Go점을 지나는 선을 CF6선으로 설정하였다. Om점은 CF4선과 CF6선이 만나는 점으로 설정하였고, Om점과 전방 하안면고경을 45 : 55로 나누는 점을 연결한 CF7(cranioocclusal line)을 이상 교합평면으로 설정하였다. 각 개인의 실제 교합평면은 상악의 제1대구치의 central fossa와 중절치의 절단을 연결한 선으로 설정하였다. 이 두 평면의 각도차(angulation)를 측정하였으며, 상하악골 성장 방향의 경향에 기초하여 실제 교합평면과 이상 교합평면의 각도차이에 따라서, 상하악골이 전하방으로 회전한 경우를 과(전방)회전 방향(hyper-rotational (anteriorly) direction)으로 설정하고, 상하악골이 후하방으로 회전한 경우를 저(후방)회전 방향(hyporotational (posteriorly) direction)으로 설정하였다(Fig. 1).

- 2) 근전도의 기록과 분석

전측두근(anterior temporal muscle), 교근(masseter muscle)과 두힘살근 앞힘살(anterior belly of digastric muscle)에서 안정위, 우측 저작, 좌측 저작과 양측 최대교합시의 근전도 검사를 시행하였다.

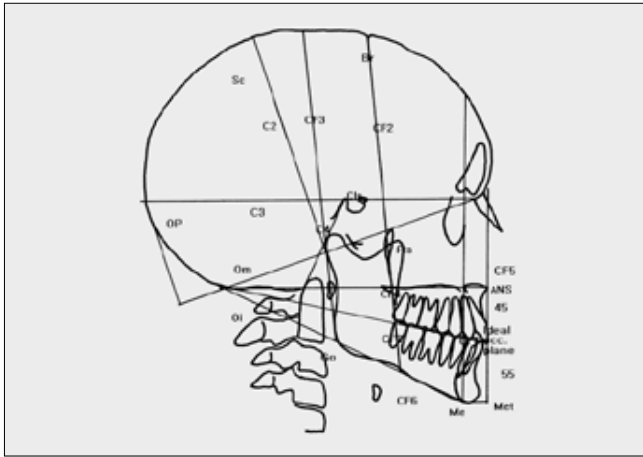


Fig. 1. Delaire's architectural and structural craniofacial analysis and ideal occlusal plane

(1) 측정 장비

Biopak(Bioresearch. Inc. Version 1.3)의 6-채널(channel) EMG system을 이용하여 저 저작근의 근활성도를 측정하였으며, calibration은 안정위시에 40ms/div.으로 저작 및 최대교합시에는 200ms/div.으로 설정하였다.

전극은 은도금 no-gel type의 양극 표면 전극을 사용하였으며, 각 전극의 지름은 1.0cm였고, 접지선은 목의 좌측 측면 흉쇄유돌근상에 하나의 전극을 부착하여 기준전극(referenece electrode)로 사용하였다. 외부 신호잡음의 개별적 증폭을 최소화하기 위하여 두가닥의 꼬은 전선(twisted-pair wire)를 사용하였다.

(2) 전극의 부착

근활성도를 기록하기 위한 전극은 측두근, 교근, 두힘살근 앞힘살을 촉진하여 양측으로 부착하였으며, 근섬유의 주행 방향과 평행하도록 위치하였다. 전극간의 거리(interelectrode distance)는 10mm였으며, 피부와의 접촉면에서의 저항을 최소화하기 위하여 70% 이소프로필 알콜 스폰지를 이용해서 해당 근육의 피부표면을 가볍게 닦았으며, 반창고를 이용하여 고정하였다.

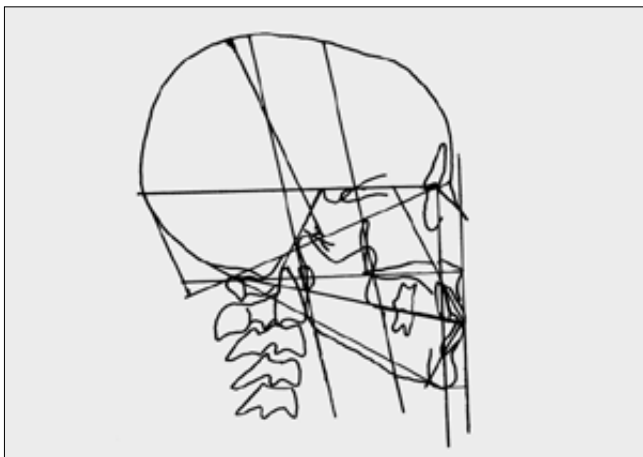


Fig. 2. Schematic cephalometric view of Ideal occlusal plane group (I group)

(3) 측 정

ㄱ) 안정위(resting)

피검자가 머리를 기대지 않고 정면을 보고 앉은 상태로 안면수평선(Frankfort horizontal plane)이 바닥과 평행하게 위치시키고, 상악과 하악의 치아가 접촉되지 않은 상태로 긴장을 풀도록 지시하였다. 이 상태에서 수 차례 반복하여 안정된 형태의 근전도가 얻어지면, 기록하여 이완상태(relaxing)에서의 10초간 근활성도를 얻었다.

ㄴ) 우측 저작(right chewing)

우측과 동일한 방법으로 좌측으로 씹게 하여 10초간 기록하였다.

ㄷ) 좌측 저작(left chewing)

피검자가 안정상태에서 동일한 크기의 무설탕 껌을 좌측으로 씹게 하여 껌이 충분히 부드러워진 후에 oscilloscope에 일정한 저작주기가 얻어지면 10초간 기록하였다.

ㄹ) 양측 최대교합(bilateral clenching)

환자를 안정위 상태에서 일정 신호에 따라서 구강내에 음식물이 없는 상태로 최대교합(empty clenching)을 5초(25div.)간 시행하고 신호에 따라 다시 이완하도록 수 차례 교육하고, 일정한 형태의 근전도 기록이 얻어지면 기록하였다.

(4) 통계처리

세 가지 근육에 대한 근활성도를 비교하기 위해 각 근육 활동시 기록된 10초간의 구간중에 1초간씩 두 구간을 선택하여 평균값을 근활성도(cumulative EMG)의 수치로 하였다.

여러 운동시의 근활성도 수치에 대해서 SAS Package(Version 6.04)를 이용하여 각 근육간의 근활성도의 유의차를 알기 위해 t-test를 시행하였다.

3) Delaire의 이상 교합평면과 실제 교합평면간의 각도차이에 따른 근활성도의 비교

Delaire의 구조적 및 구성적 두개안면분석에 근거하여 설정된 각 개인의 이상 교합평면과 실제 교합평면사이의 각도차이를 측

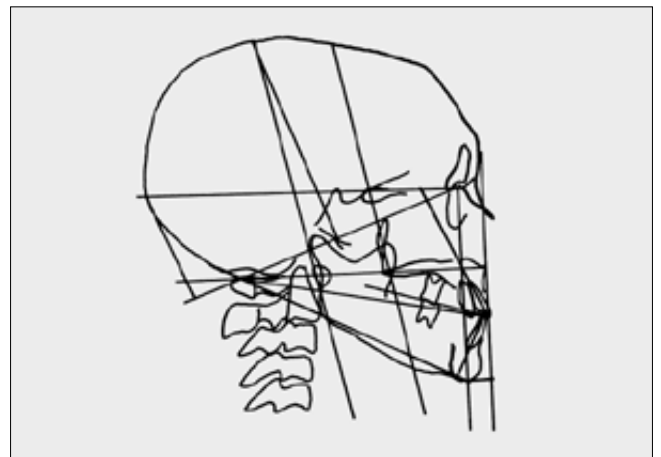


Fig. 4. Schematic cephalometric view of Hypo(posteriorly)-rotated occlusal plane group (I- group)

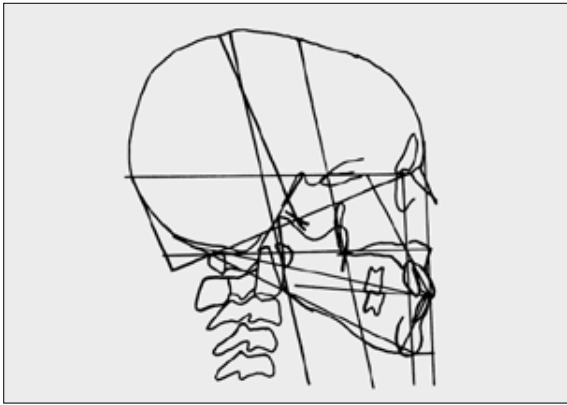


Fig. 3. Schematic cephalometric view of Hyper(anteriorly)-rotated occlusal plane group (I+ group)

정하였다. 군 전체의 이상 교합평면과 실제 교합평면간의 각도 차이의 평균을 구하고, 이를 기준으로 평균값으로부터 각도차이가 2도 이내인 이상 교합평면군을 I군으로 설정하고(Fig. 2), 2도를 초과하여 과회전(전방회전)된 군을 I+군으로(Fig. 3), 2도를 초과하여 저회전(후방회전)된 군을 I-군으로 설정하여(Fig. 4), 각 군간의 근활성도의 차이를 비교하였다.

### III. 연구 성적

#### 1. Delaire의 구조적 및 구성적 두개안면 분석과 이상적 교합평면의 설정

측방 두부계측 방사선사진을 투사하여 Delaire의 구조적 및 구성적 분석을 시행한 결과, 실제 교합 평면은 이상 교합평면에 대해 -6°에서부터 +13°에 이르기까지 다양하게 존재하였다. 그러나, 이상 교합평면과 실제 교합평면이 일치하거나 평행한 경우가 전체의 24%(12명)로 가장 높은 비율을 차지하였다(Fig. 5). 이

상 교합평면과 일치하는 정상인이 가장 많았지만, 연구대상 전체의 이상적 교합평면과 실제 교합평면간의 차이는 평균 (+)1.22°, 표준편차 3.69°로, 전반적으로 이상 교합평면보다는 약간 과(전방)회전되어 있는 경향을 보였다.

#### 2. 여러 운동시 저작근의 근활성도

각 근육(전측두근, 교근, 두힘살근 앞힘살)에서의 근활성도를 좌측과 우측에서 각각 측정하여 비교하여 본 결과, 양측간의 유의성있는 차이는 관찰할 수 없었다( $p > 0.05$ )(Table. 1).

##### 1) 안정위의 근전도

안정위에서의 근전도의 측정시에 전측두근에서 가장 크게 나타났으며, 교근과 두힘살근 앞힘살에서는 차이가 없었다. 각 근육의 활성도사이에는 유의성은 없었다( $p > 0.05$ )(Table 1).

##### 2) 우측 저작시의 근전도

우측 저작시에 작업측의 측두근과 교근의 근활성도가 균형측의 근육에 비하여 유의성있게 높은 활성도를 보였으며, 우측 두힘살근 앞힘살이 상대적으로 균형측의 교근과 측두근보다 높은 근활성도를 보였으며, 균형측 두힘살근 앞힘살이 작업측 두힘살근 앞힘살에 비하여 높은 근활성도의 양상을 보였다( $p < 0.05$ ).

##### 3) 좌측 저작시의 근전도

좌측 저작시에 작업측의 측두근과 교근의 근활성도가 균형측의 근육들에 비하여 유의성있게 높은 활성도를 보였으며, 두힘살근 앞힘살에서는 좌우측 모두 상대적으로 균형측의 교근과 측두근보다 높은 근활성도를 보였다. 균형측의 두힘살근 앞힘살이 작업측의 두힘살근 앞힘살에 비하여 높은 근활성도의 경향을 보였다( $p < 0.05$ )(Table 1).

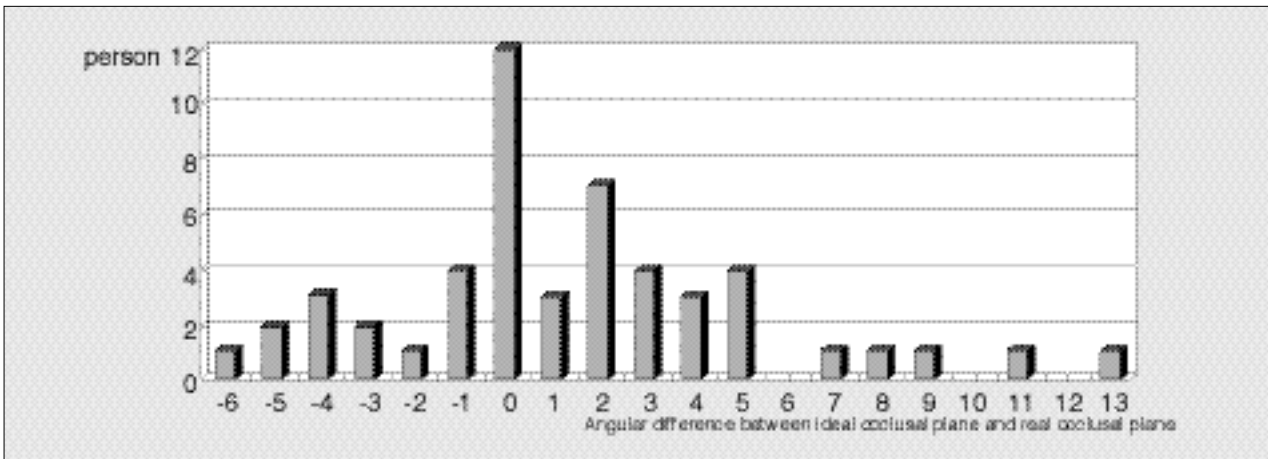


Fig. 5. Distribution of individual occlusal planes according to the difference of angulation between Delaire's ideal occlusal plane and real occlusal plane (+): hyperrotation (-): hyporotation

**Table 1.** Temporalis, masseter and anterior belly of digastric muscle activities in Korean normal occlusion individuals during each mandibular movements

MOVEMENT	EMG	Rt.Avg±S.D.(ms/div)	Lt. Avg±S.D(ms/div)
RESTING	T	3.36± 1.84	2.57± 2.05
	M	3.20± 2.67	2.38± 1.38
	D	2.29± 1.71	2.36± 1.72
RIGHT CHEWING	T	23.31± 7.76	16.89± 6.39
	M	23.92± 6.73	14.33± 6.53
	D	19.86±12.52	22.39±13.56
LEFT CHEWING	T	21.14± 7.51	23.76± 5.97
	M	18.00± 7.84	23.76± 6.80
	D	29.17±12.81	23.10±13.93
BILATERAL CLENCHING	T	73.23±23.38	66.94±23.51
	M	63.49±26.25	62.11±26.71
	D	7.53± 5.76	8.80± 6.37

T: Temporalis muscle M: Masseter muscle D: Anterior belly of digastric muscle

**Table 2.** Comparison of masticatory muscle activities among three different groups in Korean normal occlusion individuals during each mandibular functional movements

Occlusal plane	Movement	Rt. Temporal Muscle	Lt. Temporal Muscle	Rt. Masseter Muscle	Lt. Masseter Muscle	Rt. Digastric Muscle	Lt. Digastric Muscle	
I- group	Resting	3.99 (2.67)	2.92 (2.31)	2.09 (1.18)	2.03 (0.67)	2.31 (1.64)	2.30 (0.84)	
	-6° degree~ -2° degree (N=9)	Rt. Chewing	22.82 (4.96)	19.12 (5.56)	24.94 (2.40)	15.35 (6.39)	26.94 (12.44)	28.74 (12.60)
Lt. Chewing		22.82 (8.13)	23.32 (6.15)	19.27 (7.97)	24.45 (6.10)	28.66 (15.03)	30.69 (15.01)	
Bilateral Chewing		67.12 (25.72)	66.03 (27.07)	61.86 (21.97)	60.16 (10.88)	7.61 (3.75)	7.70 (4.43)	
I group		Resting	3.44 (1.80)	2.72 (2.27)	3.58 (2.80)	2.46 (1.20)	2.07 (1.09)	2.40 (1.85)
		-1° degree~ +3° degree (N=30)	Rt. Chewing	25.19 (9.53)	16.08 (6.79)	22.38 (7.20)	13.39 (6.52)	19.67 (11.91)
Lt. Chewing	21.33 (7.62)		24.22 (5.86)	16.84 (6.97)	26.06 (6.98)	20.43 (12.05)	22.64 (12.96)	
Bilateral Chewing	79.25 (22.67)		69.68 (23.15)	68.10 (24.57)	65.18 (27.14)	6.83 (5.98)	8.04 (6.02)	
I+ group	Resting		2.83 (1.07)	2.07 (0.87)	3.01 (2.82)	2.60 (2.16)	2.82 (2.61)	2.45 (1.84)
	+4° degree~ +13° degree (N=11)		Rt. Chewing	20.42 (5.23)	17.20 (5.78)	25.40 (7.78)	15.67 (6.55)	15.42 (11.64)
		Lt. Chewing	19.58 (6.49)	23.09 (6.33)	18.97 (9.53)	26.06 (6.86)	14.98 (10.16)	20.75 (14.84)
		Bilateral clenching	68.32 (16.29)	64.05 (22.79)	52.50 (29.77)	54.78 (29.20)	8.76 (6.14)	11.0 (7.23)

\* Average EMG (ms/div) (standard deviation)

4) 양측 최대교합(bilateral clenching)시의 근전도  
각 근육별로 근활성도를 비교할 때, 측두근, 교근, 두힘살근 앞  
힘살의 순으로 근활성도가 나타났으며, 두힘살근 앞힘살의 근활

성도는 안정위시보다는 높았으나, 상대적으로 매우 낮은 수준의  
근활성도를 보였다(p<0.05) (Table 1).

필요하리라 사료되었다.

상·하악의 교합관계와 교합력 혹은 저작근의 근력간의 관계를 밝히려는 연구들이 선행들에 의해 이루어졌으며, 이전의 연구에서 두개안면 구조와 근육의 수축력 혹은 근육 활성도간의 관계를 규명하기 위한 방법의 하나로 근전도를 이용하였다. Haraldson 등<sup>19)</sup>은 근육의 크기, 저작근의 형태 차이, 근육의 활성도와 역학적인 효율 등의 여러 가지 인자들이 저작력에 영향을 미칠 수 있다고 하였고, 저작근의 근활성도가 증가할수록 저작력이 증가한다고 하였다.

저작근의 근전도연구에서 주파수 스펙트럼을 대표하는 값으로서 사용되는 비율 매개변수(ratio parameter), 최빈 주파수, 중앙 주파수와 평균 주파수중에서 평균 주파수가 스펙트럼의 변화를 가장 민감하게 반영하는 것으로 알려져 있다. 이 등<sup>20)</sup>은 이러한 주파수 스펙트럼들의 대표값들은 절대값보다는 지속적인 수축시 변화양상을 보기 위하여 평균 주파수의 변화양상을 보는 것이 적절하다고 하였다. 본 연구에서도 상기한 여러 가지 오차를 최소화하기 위하여 평균 주파수를 이용하였다.

근전도를 이용하여 안정위의 각 근육의 근활성도를 비교하여 본 결과, 전측두근에서 상대적으로 높은 근활성도를 보이고, 교근과 두힘살근 앞힘살의 순이었으나, 유의성있는 차이는 없었다. 이는 정상 교합군에서 안정 긴장도가 모든 근육에서 동일하다는 Moyers<sup>23)</sup>의 연구와도 일치하였다. Fogle<sup>10)</sup>도 저작시와 달리 안정위에서는 근활성도에 유의성있는 상관성을 보이지 않는다고 하였다. 안정위시에 일정 수준의 근활성도를 보이는 것은 이완된 근육의 활성전위(action potential)가 결여된 것이 아니라 최소한의 근긴장도(muscle tone)를 유지하기 위하여 2-3mV의 전위를 지니기 때문으로 사료된다. 전측두근에서 근활성도의 상대적인 증가양상은 자세유지근으로 안정위시에 하악골의 중력방향으로의 신장에 길항하기 위한 근긴장이 유발되기 때문으로 생각된다.

편측 저작(right chewing and left chewing)시에 작업측의 측두근과 교근의 근활성도는 균형측의 해당 근육보다 높게 나타났으며, 두힘살근 앞힘살에서는 오히려 균형측의 근활성도가 작업측의 근활성도보다 높게 나타났는데, 이는 저작 패턴에 따라 하악골이 측방운동을 하는데 있어서 균형측의 두힘살근 앞힘살이 주로 작용하기 때문이라고 사료된다. Christensen과 Mohamed<sup>9)</sup>의 연구에서도 편측 저작시 작업측의 측두근 및 교근이 균형측의 근육보다 더욱 강한 수축력을 보인다고 하였고, Ferrario와 Sforza<sup>8)</sup>는 양측간의 교근의 근활성도의 차이가 측두근의 양측간의 차이보다 크다고 하였다. 이는 저작에 이용한 음식의 성상과도 관련이 있으리라 사료되며, Karkazis와 Kossioni<sup>14)</sup>는 음식의 질감이 저작시에 근전도에 상당한 영향을 미친다고 하였다.

양측 최대교합(bilateral clenching)시에는 전측두근, 교근, 두힘살근 앞힘살순으로 근활성도의 증가를 보였으며, 두힘살근의 앞힘살의 경우, 안정위시보다는 높지만 약한 근긴장도를 보이는 것으로 관찰되었다. 김과 손<sup>30)</sup>은 정상인의 저작시와 최대교합시 교근의 근활성도가 전측두근보다 크다고 보고하였으나, Ingervall과 Thilander<sup>31)</sup>은 최대 교합시 교근과 전측두근의 근활성도는 차

이가 없다고 하였다. Van Eijden<sup>34)</sup>은 교근에서는 이러한 영향에 의한 변이가 크지만, 전측두근에서는 변이가 작다고 하였다. Wood<sup>30)</sup>는 최대 교합(clenching)과 같은 운동은 등척성 수축(isometric contraction)에 의한 것으로서 교근과 전측두근의 근활성도의 차이는 다양한 수축 및 이완시에 혈류량의 차이로 설명할 수 있다고 하였다. Moller와 Rasmussen<sup>21)</sup>등과 Lyon 등<sup>17)</sup>은 최대 수의 적 등척성 수축의 50% 수준에서 전측두근은 교근보다 혈류량이 많은 경향을 보였으며, 수축후 국소적인 충혈상태가 낮은 경향을 보인다고 하였다. Paik 등<sup>25)</sup>은 등척성 수축시에 장력(예를 들어 Ca ion의 농도)에 따라서 ATPase의 활성(activity)이 변화한다고 보고하였다. Blaskma 등<sup>4)</sup>은 교근내에서도, 근섬유군에 따라서 한 방향으로 기능시에 각 근섬유군의 근활성도의 차이를 보인다고 하였다. Mao 등<sup>18,19)</sup>의 연구에서는 전측두근과 교근의 EMG-활성은 교합력(bite force measurement)과 양호한 상관성을 지니며, 이는 근력(muscle force)의 크기(magnitude)보다는 방향(direction)이 중요한 인자로 작용한다고 하였다.

즉, 전측두근에서 최대의 근활성도를 보인 것은 근전도의 측정시 저작력의 방향에 영향을 받은 것으로 사료된다<sup>34)</sup>.

두개안면구조와 상악골, 하악골의 위치의 관련성에 대해 많은 연구가 있어 왔다<sup>11)</sup>. Anderson과 Popovich<sup>9)</sup>는 두개저의 골곡이 두개 형태와 하악골의 위치와 관련이 있다고 하였다. Precious와 Delaire<sup>26)</sup>는 두개구조가 안면골의 성장에 영향을 주어 상·하악골의 위치를 결정한다고 하였다.

DeLaire의 이상 교합평면을 기준으로, 이상 교합평면과 실제 교합평면간의 각도차이의 평균값인 (+1.22°)를 중심으로, 포함되는 각도를 양방향으로 증가시키면서 각 군간의 근활성도를 비교하였다. 연구대상은 평균값과의 각도차이가 2도 이내인 이상 교합평면군, 2도를 초과하여 과(전방)회전된 군과 2도를 초과하여 저(후방)회전된 군의 세 군으로 나누어 비교해 보았으나, 각 군간의 유의성있는 차이는 관찰할 수 없었다. 비록 통계학적 유의성은 없으나, 양측 최대교합시 이상 교합평면군(I group)에서 교근의 근활성도가 다른 두 군의 근활성도에 비하여 증가되어 있는 경향은 관찰할 수 있었으며, I군 내에서는 각도차이에 따른 근활성도는 큰 차이가 없었다. 교근과 전측두근의 하악골에 대한 부착부위와 근섬유의 주행방향을 고려할 때, 교근은 교합평면에 의한 영향을 전측두근에 비하여 상대적으로 많이 받으리라 생각되었다. 이와같은 결과를 바탕으로 보면, 이 범주내(이상적 교합평면에서 편측으로 2° 정도의 차이를 보이는 경우)에 있는 정상 교합자간에는 기능적으로 큰 차이가 없으리라 추측할 수 있겠다. 하지만, 이러한 가정은 앞으로 추가적인 연구를 통하여 검증하는 과정이 필요하리라 사료된다.

안정위, 편측 저작시와 양측 최대교합시 각 군의 근활성도간에 차이를 볼 수 없었던 원인으로는 첫째, 대상이 모두 정상교합자로서 저작 등의 일반적인 기능에 장애가 없기 때문으로 사료된다. 실제로 다양한 성장패턴에도 불구하고, 성장발육과정중 기능에 적응하여 최종적으로 정상교합을 이룸으로써, 정상기능에는 차이가 없으리라 추론할 수 있다. 이는 정상교합자라는 범주내에 다양한 골격적 패턴이 존재한다는 것을 시사한다고 하겠

다. 둘째로 근전도 자체가 통계학적인 유의성을 구하기에는 개인간의 변이가 큰 방법이라는 한계를 지적할 수 있다. 이에 대해 Belser와 Hannam<sup>9)</sup>는 특히 저작근과 같은 복합적 조성의 근육에서는 그 근육내 조직타입의 조성비율에 따라서 근전도상에서 다른 양상으로 나타난다고 하였다. 셋째는 저작력(bite force)과 근력(muscle contraction force)이 과연 비례하는가 하는 점이다. 그러나, 이전의 연구에서 알려진 바로는 저작력에 영향을 미치는 여러 가지 인자중에 근육의 수축력이 중요한 인자가 되며, 근육의 전기적인 활성도와 기계적인 최대 저작력사이에 40~80msec정도의 지연시간이 있지만, 최대의 근전도를 기록하는 것이 저작 중의 최대저작력을 측정하는 매우 정확한 방법으로 알려져 있으므로, 본 연구에서는 근전도를 이용하였다<sup>13,18)</sup>. 넷째, 본 연구에서 저작근의 근활성도를 연구함에 있어서 하악평면과 교합평면의 관계를 고려하지 않은 점이다. 일반적으로 하악평면은 교합평면과 평행할수록 최대 저작력을 내는 것으로 알려져 있다. Throckmorton 등<sup>32,33)</sup>은 교근이 교합평면에 대하여 70°~75°의 각도로 주행할 때, 양측 교합시 악관절에 가해지는 힘이 최소화된다고 하였다. Tanaka 등<sup>30)</sup>은 성장기간동안의 두개안면 구조의 크기와 위치변화와 관련되어 교합평면과 저작근의 근육 삽입부위사이에 상관성이 있다고 하였고, 표면 교근의 주행방향이 교합평면과 하악형태와 상관성이 있음을 보이고, 저작근의 기하학적인 방향이 악안면계의 발육과 유지에 기여한다고 제안하였다. 본 연구에서 하악평면과 저작력간의 관계가 고찰되었다면, 교합평면과의 관계를 설명하는 데에도 도움이 되었으리라 사료되었다. 다섯째, 각 개인에서 치아접촉의 수를 고려하지 않은 점을 들 수 있다.

결론적으로, 한국인 성인 정상교합자에서 교합평면이 저작근 근활성도와 관련이 있는지를 근전도를 이용하여서는 검증할 수 없었으며, 정상인 및 악안면 기형환자의 저작근의 기능을 평가하는데 더욱 객관적인 방법이 필요하리라 사료된다. 앞으로의 연구는 Proffit과 Fields<sup>36)</sup>의 연구에서와 같이, 전기 전환기(force transducer)를 이용하여 직접 저작력을 측정하는 것과 Mao 등<sup>27)</sup>의 연구에서와 같이 일정한 저작력에 필요한 근활성도의 비율을 측정하여 비교하는 등의 방법을 이용하는 것이 도움이 되리라 사료된다. 또한 근전도를 측정할 때, 교합되는 치아접촉의 수도 고려되어야 하고, 하악평면(Mandibular plane)과 저작근의 근활성도와의 관계를 밝히는 연구등을 통하여 전반적인 악구강계 기능의 객관적 평가기준이 확립되어야 하리라 사료된다.

## V. 결 론

정상적인 상하악골 관계를 지닌 한국인 성인 정상교합자 50명을 대상으로 하여, Delaire의 구성적 및 구조적 두개안면 분석을 시행하여 각 개인의 이상 교합평면을 설정하였다. 전측두근과 교근, 두힘살근 앞힘살에서 안정위, 우측 저작, 좌측 저작과 양측 최대 교합시의 근전도 검사를 시행하였다. 각 개인에서 설정된 Delaire의 이상 교합평면의 평균 각도를 기준으로, 이상 교합평면과 실제 교합평면간의 각도차이가 평균값과 2도 이내인 군, 그

이상 과(전방)회전된 군(I+)과 저(후방)회전된 군(I-)으로 분류하고 각 군간의 근활성도를 비교하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 이상 교합평면과 일치하는 경우가 12명(24%)으로 가장 많았으며, 연구대상 전체의 이상 교합평면과 실제 교합평면간의 차이는 평균 (+)1.22°, 표준편차 3.69°로, 전반적으로 이상적 교합평면보다는 약간 과회전되어 있는 경향을 보였다.
2. 각 운동시 좌측과 우측 근육의 근활성도의 유의성있는 차이는 없었다(p>0.05). 편측 저작시에는 작업측의 전측두근과 교근의 근활성도가 균형측보다 유의성있는 증가를 보였고, 균형측의 두힘살근 앞힘살의 근활성도가 작업측에 비하여 더 높게 나타나는 양상을 보였다(p>0.05). 양측 최대교합시에는 측두근, 교근, 두힘살근 앞힘살의 순으로 근활성도가 높았으며, 두힘살근 앞힘살의 근활성도는 안정위시보다는 높았다.
3. Delaire의 이상적 교합평면과 실제 교합평면간의 각도차이와 근활성도와의 관계를 보기 위하여, 각 군간의 근활성도를 비교한 결과, 안정위, 우측 저작, 좌측 저작과 양측 최대교합시에 모두 유의성있는 차이는 볼 수 없었다.
4. 통계적 유의성은 없었지만, 한국인 성인 정상교합자에서 양측 최대교합시 이상 교합평면군에서 교근의 근활성도가 다른 군에 비하여 증가하는 경향은 관찰할 수 있었다.

## 참 고 문 헌

1. Ahlgren J, Thilander BL : Muscle activity in normal and postnormal occlusion, Am J. Orthod.,64:445-456,1973.
2. Andreasen D, Popovich F: Relation of cranial base to cranial form and mandibular position Am J Phys Anthrop 61:181-187,1983.
3. Belser UC, Hannam AG: The contribution of the deep fibers of the masseter muscle to selected tooth-clenching and chewing tasks. J Prosth Dent 56(5):629-35,1986.
4. Blanksma NG, et al : Electromyographic heterogeneity in the human masseter muscle. J Dent Res 71(1):47-52,1992.
5. Boucher CO : Occlusion in prosthodontics, J. Pros. Dent. 3: 633-656,1953.
6. Christesen LV, Mohamed SE : Bilateral activity in unilateral gum chewing: differential calculus : J Oral Rehab 23(9):638-47,1996.
7. Delaire J, et al : An architectural and structural craniofacial analysis: A new lateral cephalometric analysis. Oral Surg., 52(3): 226-38,1982.
8. Ferrario VF, Sforza C : Coordinated electromyographic activity of the human masseter and temporalis anterior muscles during mastication Eur J Oral Sci 104:511-517,1996.
9. Ferrario VF et al: Reproducibility of electromyographic measures: a statistical analysis. J Oral Rehab 18(6):513-21,1991.
10. Fogle LL., Glaros AG : Contributions of facial morphology, age, and gender to EMG activity under biting and resting conditions: a canonical correlation analysis. J Dent Res 74(8):1496 -500,1995.
11. Hannam AG, Wood, WW: Relationship between the size and spatial morphology of human masseter and medial pterygoid muscles, the craniofacial skeleton, and jaw biomechanics. Am J Phys Anthrop 80:429-45,1989.
12. Haraldson T. et al : Relationship between myoelectric activity in masticatory muscles and bite force. Scan J Dent Res 93:539-45,1985
13. Ingervall B, Thilander B: Relation between facial morphology and activity of the masticatory muscles, J. Oral Rehabil 1:137-147,1974.
14. Karkazis HC, Kossioni AE. : Re-examination of the surface EMG activity of the masseter muscle in young adults during chewing of two test foods J of Oral Rehabilitation 24:216-223,1997.



15. Kasai K, et al : Relationship between cranial base and maxillofacial morphology. *Europ J Orthod* 17:403-10,1995.
16. Lowe AA, Takada K : Association between anterior temporal, masseter, and orbicularis oris muscle activity and craniofacial morphology in children *Am J Orthod* 68(4):319-30,1984.
17. Lyons MF, et al : Fatigue and EMG changes in the masseter and temporalis muscles during sustained contractions. *J Oral Rehab* 20(3):321-31,1993
18. Mao JJ, Osborn JW : Direction of a bite force determines the pattern of activity in jaw-closing muscles. *J Dent Res* 73(5):1112-20,1994
19. Mao JJ et al : Coupling electrical and mechanical outputs of human jaw muscles underlying multidirectional bite-force tasks *Arch Oral Biol* 41(12):1141-7,1996
20. Miralles R, et al : Pattern of electromyographic activity in subjects with different skeletal facial types. *Angle Orthod.* 61(4):277-84,1991
21. Moller P, Rasmussen OC : Mechanism of ischemic pain in human muscles of mastication: intramuscular pressure, EMG, force and blood flow of the temporal and masseter muscles during biting. *Advances in Pain Res Therapy: Raven Press* 3:273-281,1979
22. Moss ML Saletin L : The primary role of functional matrices in facial growth, *Am J Orthod* 55:566-576,1969
23. Moyers RE : Temporomandibular muscle contraction pattern in the Angle class II div I. malocclusion : An electromyographic analysis, *Am. J. Orthodon.*, 33:837-857,1949
24. Ogawa T, et al : The relationship between inclination of the occlusal plane and jaw closing path *J Pros Dent* 76(6):576-80,1996
25. Paik CH, et al : Increase in vertical dimension a mechanical properties and isometric ATPase activity in guinea pig masseter. *Am J Orthod Dentofac Orthoped* 104(5): 484-91,1993
26. Presious DS, Delaire J : Balanced facial growth: a schematic interpretation. *Oral Surg.*, 63(6): 637-44,1987
27. Proffit WR, Fields HW : Occlusal forces in normal- and long-face children *J Dent Res* 62(5):571-4,1983
28. Sinobad D : The position of the occlusal plane in dentulous subjects with various skeletal jaw-relationships. *J Orla Rehab* 15:489-98,1988
29. cited on Silverman SI : Denture prosthesis and functional anatomy of the maxillofacial structure, *J. Pros. Dent.* 6:305-331,1956
30. Takada K, et al : Canonical correlation between masticatory muscle orientation and dentoskeletal morphology in children *Am J Orthod* 86(4): 331-41,1984
31. Throckmorton GS, et al : Biomechanics of differences in lower facial height *Am J Orthod* 77(40):410-420,1980
32. Throckmorton GS, Throckmorton LS : Quantitative calculation of temporomandibular joint reaction forces-I. the importance of the magnitude of the jaw muscle forces *J Biomechanics* 18:445-452,1985
33. Throckmorton GS : Quantitative calculation of temporomandibular joint reaction forces-II. the importance of the direction of the jaw muscle forces *J Biomechanics* 18:453-461,1985
34. van Eijden TM : Jaw muscle activity in relation to the direction and point of application of the bite force *J Dent Res* 69(3):901-905,1990
35. Weijs WA, Hillen B : Relationships between masticatory muscle cross-section and skull shape *J Dent Res* 63(9):1554-1157,1984
36. Wood WW : A review of masticatory muscle function *J Prostho Dent* 57(2):222-232,1987
37. 김명국 : 정상인 하악운동시에 있어서 저작근의 근전도 분석, 서울대학교 논문집, 19:76-92,1968.
38. 김일현, 이충국 : 구조적 및 구성적 분석방법에 의한 한국 정상성인의 두개안면부 형태에 관한 연구. 대한 구강악안면외과학회지:17(4):33-44,1991
39. 김택수, 손병화 : 성인에서 골격형 III급 부정교합자와 정상교합자의 근활성도에 관한 연구. 대한치과교정학회지, 22(3):627-46,1992
40. 이영희, 등 : 자발적 수축시 근활동전위의 주파수 분석에 의한 인체 골격근의 특성. 대한 재활의학회. 18(2):312-322,1994