

정상교합자와 골격성 III급 부정교합자의 저작운동형태의 비교

성 기 혁¹⁾ · 성 재 현²⁾

정상교합자와 골격성 III급 부정교합자의 저작운동형태를 비교연구하기위해서 30명의 정상교합자와 20명의 골격성 III급 부정교합자를 대상으로 추잉검을 사용하고 BioPAK system을 이용하여 전두면상에서 저작운동을 기록, 분석하였다. 각 개체마다 대표하는 저작경로를 정하여 저작폭경, 개구거리, 개구각, 폐구각, 최대개구속도, 최대폐구속도를 알아보았다. 또 저작경로의 형태에 따라 특징적인 7가지 패턴으로 분류하여 다음의 결과를 얻었다.

1. 정상교합자군에 비해 골격성 III급 부정교합자군에서는 좀 더 다양하고 수직적인 저작양상을 나타내었다.
2. 저작폭경의 비교에서는 골격성 III급 부정교합자군이 정상교합자군에 비해 더 좁게 나타났다($P < 0.01$).
3. 개구거리에서는 골격성 III급 부정교합자군이 정상교합자군에 비해 더 작게 나타났으나 통계학적으로 유의성은 없었다($P > 0.05$).
4. 개구각과 폐구각에서는 골격성 III급 부정교합자군에서 정상교합자군보다 더욱 예각으로 나타났다($P < 0.01$).
5. 최대개구속도, 최대폐구속도에서는 정상교합자군에 비해 골격성 III급 부정교합자군에서 느리게 나타났으나 통계학적으로 유의성은 없었다($P > 0.05$).
6. 저작운동형태에 따른 분류에서 정상교합자군에서는 Type II가 73.4%로 가장 많은 비율을 차지하였으나, 골격성 III급 부정교합자군에서는 Type III가 35.0%, Type II가 30.0%로 많은 비율을 차지하였다.
7. 저작운동형태에 따른 분류에서 골격성 III급 부정교합자군에서는 Type IV(chopping type)가 25.0%로 정상교합자군 3.3%에 비해 많은 비율을 차지하였다.

(주요단어 : 정상교합자, 골격성 III급 부정교합자, 저작운동, 저작패턴, chopping pattern)

I. 서 론

인체의 많은 관절운동중 하나인 하악운동은 악관절에서 일어나는 삼차원적인 복합운동으로 회전(rotation)과 위치이동(translation)을 수반한다. 하악운동은 교합상태, 악관절의 기능적 형태와 밀접한 관계를 갖고 있으며 복잡한 악관절형태, 개체간 차이, 악골, 저작근, 치아형태 및 치아배열에 따라 달라지므로 간단하게 묘사하는데는 어려움이 많다¹⁾.

사람은 생존과 성장, 발육을 위해서 음식물을 섭취

하고 구강내에서 자르고 부수고 혼합하여 연화하기 쉽게 한다. 이런 전체적인 구강내의 소화과정을 저작이라하며 여러 악구강계(stomatognathic system) 기관의 협력으로 상하악 치아가 교합하는 저작운동에 의해 이루어진다. 저작운동은 자르는 운동(incision), 부수는 운동(crushing), 맷돌운동(trituration)에 의한 연화작용으로 나뉘고 저작운동의 패턴(pattern)은 음식물 종류, 음식물 성질 및 크기, 치아기능상태등에 의해 결정된다⁴⁾. 이런 저작운동은 하악운동 가운데서도 가장 중요한 기능적이고 생리적인 운동이다^{6,39,46)}. 하악운동 기록에 대한 연구를 보면 Posselt⁵⁸⁾가 하악운동을 시상면(sagittal plane)에 재현하고 최대개구, 측방, 전방운동에 대해 연구한 이래 하악운동에 관해

1) 경북대학교 치과대학 교정학교실, 전공의

2) 경북대학교 치과대학 교정학교실, 교수

많은 연구가 이루어져 왔고, 여러 사람들은 구강에서 직접 계측하므로써 하악운동을 계속 연구하여 왔다⁶²⁾. 하악운동의 측정 및 연구방법으로는 임상적관찰⁹⁾에서부터 사진촬영법²⁷⁾, 기계적인 방법^{17,18,22,23)}, 방사선학적 방법^{29,65,66)}, Gnathic replicator⁴⁵⁾, Hall effect transducer^{43,44)}, Light emitting diode법³²⁻³⁴⁾ 등 여러 방법이 있고 근래에는 컴퓨터를 이용하여 분석하는 방법^{38,63,64)}까지 광범위하게 이용되고 있다. 이렇게 하악운동을 여러 방법으로 기록, 분석하여 연구와 진단에 사용하였으나 거의가 한계운동에 관한 것이었고, 저작운동과 같은 무의식적이고, 생리적, 기능적인 운동이 악구강계 여러 기관의 협조가 요구되는 것이므로 악구강계의 기능평가에 더 의미가 있다고 하겠다. 부정교합의 원인에는 형태학적 요소들과 기능적인 요소들이 관련되어 있는데 기능적인 요소가 개제된 것인지를 판명하기 위해서는 기능적 분석법이 필요하다. 교합이상은 상하악 치아사이 교두의 위치관계에 이상이 있는 것으로서 치근막을 압박하는 크기나 방향이 다르고, 이 감각정보의 서로 다름에 의해 저작운동로의 피드백(feedback)에도 차이가 생겨서 저작경로에 차이가 나타나는 것으로 예상할 수 있다⁷⁾. 또한 저작운동은 치아(교합), 악관절, 저작근의 3요소의 정보가 들어 있어서 저작운동을 분석하므로써 악구강기능 및 기능적 교합계를 검사, 진단할 수 있다고 생각하고 있다^{6,46)}.

1975년 Jankelson³⁰⁾은 정상교합, 개방교합, Ⅲ급 부정교합자의 교합유형과 하악운동과의 영향, 상호관계를 연구하여 그 결과 정상군과 부정교합자사이에 차이가 있음을 밝혔고, 1994년 일본의 Arai와 Ishikawa¹²⁾는 골격성 반대교합자의 저작운동의 특징을 연구한 결과 정상교합자와는 다른 양상을 나타낸다고 보고하였다. 하지만 지금까지의 하악운동에 대한 연구는 저작운동과 같은 생리적인 기능운동보다는 한계운동에 초점이 맞추어져 왔고 더우기 부정교합자를 대상으로 한 저작운동에 관한 연구는 비교적 드문 형편이다.

이에 저자는 정상교합자의 저작운동범위와 형태를 다각도로 조사하므로써 정상교합자에서 저작운동의 특징적 형태에 관해 알아보고 아울러 골격성 Ⅲ급 부정교합자의 저작운동을 분석, 정상교합자와 비교하므로써 향후에 임상응용을 통해 악구강계의 기능평가 및 치료결과에 대한 예후를 추정하는데 도움을 주고자 본 연구를 시행하였다.

Table 1. Distribution of Samples

Group	Male	Female	Total
Normal	16	14	30
Skeletal Class III	13	7	20

II. 재료 및 방법

1. 연구대상

1) 정상교합자 30명

피검자는 중심교합, 습관적 저작측, 저작운동을 이해하고 있는 경북대학교 치과대학에 재학중인 학생으로 상하악 제 2대구치까지 완전히 맹출되고 견치 및 제 1대구치가 앵글씨 I 급 교합관계를 보이고 수평 및 수직피개교합이 2mm 이내이며, 전치부 총생이 2mm 이하이고 교정치료나 보철치료의 경험이 없고, 치아의 위치 부정이나 악관절, 저작근 등 악구강기능에 이상을 호소하지 않으며 비정상적인 저작습관도 없는 젊은 성인남여 30명을 정상교합자군으로 하였다.

2) 골격성 Ⅲ급 부정교합자 20명

경북대학교 교정과에 하악전들을 주소로 내원한 환자중에서 상하악전치가 반대교합을 보이고 기능적 요소가 존재하지 않으며, 견치 및 구치관계도 앵글씨 Ⅲ급 교합관계를 가지는 젊은 성인 남녀 20명을 골격성 Ⅲ급 부정교합자군으로 분류하였다. 각 실험군의 구성 및 성별은 Table 1에 표시하였다.

2. 연구방법

1) 장비

BioPAK system(version 3.0, BioResearch INC., Milwaukee, WI. USA)을 이용하였고 Sensor array는 Sirognathograph(Siemens Co. West Germany)를 이용하였다(Fig. 1).

2) 위치장착

피검자를 직립상태로 앉히고 안정시킨 다음 바닥과 안이평면(Frankfort Horizontal Plane)이 평행하게 두부를 위치시킨다. 특수한 bar 형태의 자석을 제조회사의 지시에 따라 하악전치부 치경부에 Stomadheseive(Squibb/Convatec, Princeton, N.J. USA)로 붙인다. 사용설명서의 지시에 따라 Sensor array(

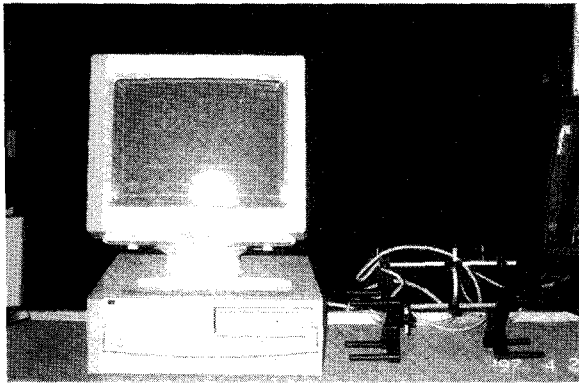


Fig. 1. BioPAK system and Sensor array.

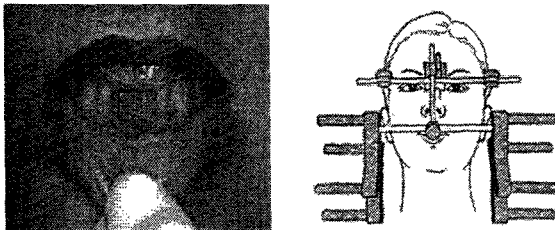


Fig. 2. Placement of magnet and sensor array.

Sirognathograph)를 피검자의 두부에 위치시킨다 (Fig. 2).

저작운동시 자석위치의 3차원적인 기록은 컴퓨터 스크린(AT IBM, Atlanta, Ga. USA)에 표시되고 BioPAK 컴퓨터 소프트웨어 프로그램에 의해 기록된다.

3) 측정

피검식품으로는 1개(3gm)의 추잉검을 사용하였고 오른쪽 또는 왼쪽중에서 편측으로 30초간 저작시켜 측정전에 연화시킨 것을 실험에 이용하였고 피검자는 습관적 저작측으로 피검식품을 저작하였다. 저작운동동안 하악전치의 이동은 BioPAK system을 이용하여 측정 및 기록되었다. 저작운동중에 전두면에서 관찰한 5번째에서 10번째 저작운동을 채득하여 기록하고 현저히 불규칙한 저작경로는 제외하였다. 기록된 전체 저작경로를 대표하는 대표경로는 전체 저작운동경로에서 60%이상 출현하는 것을 대표적인 경로로 하였고 대표경로에서 다음의 계측치를 측정하였다.

A) 계측항목

- 각 개체마다 대표경로에서 다음을 측정하였다(Fig. 3).
- ① 저작폭경 ; 대표저작경로의 최대 측방폭경
 - ② 개구거리 ; 대표저작경로의 최대 수직거리
 - ③ 개구각 ; 전두면에서 대표저작경로의 수직성분을 10등분하여 중심교합위에서 1/10부분에 중심교합위에서 개구경로에 접선을 그어서 정중선에 대하여 측정하였다. 저작측을 양의 값으로, 비저작측을 음의 값으로 정하였다. 측정은 각도기를 이용하여 1/10° 까지 측정하였다.
 - ④ 폐구각 ; 전두면에서 대표저작경로의 수직성분을 10등분하여 중심교합위에서 1/10부분에 중심교합위에서 폐구경로에 접선을 그어서 정중선에 대하여 측정하였다. 저작측을 양의 값으로, 비저작측을 음의 값으로 정하였다. 측정은 각도기를 이용하여 1/10° 까지 측정하였다.
 - ⑤ 최대개구속도 ; 저작경로중 개구시에 나타나는 최대속도
 - ⑥ 최대폐구속도 ; 저작경로중 폐구시에 나타나는 최대속도

B) 저작운동경로의 분류

Type I에서 Type VII까지 7가지 특징적인 저작패턴으로 분류하였다(Fig. 4).

- ① TYPE I ; 개구경로는 거의 정중기준선에 가깝고 폐구경로는 저작측으로 부드럽게 폐구한다.
- ② TYPE II ; 개구경로는 비저작측에서 출발해서 부드럽게 저작측으로 움직이고, 폐구경로는 개구경로보다 더 측방에 위치한다.
- ③ TYPE III ; 개구경로에서 바로 저작측으로 출발하고 폐구경로는 개구경로보다 정중기준선에서 더 측방에 위치한다.
- ④ TYPE IV ; 개구경로와 폐구경로가 거의 정중기준선에 위치하는 직선적인 형태이다.
- ⑤ TYPE V ; 개구경로가 저작측에 위치하고 폐구경로는 개구경로보다 정중기준선쪽에 위치한다. 교차가 일어날 수 있다.
- ⑥ TYPE VI ; 개구경로와 폐구경로는 비저작측에 위치하고 폐구경로는 개구경로보다 정중기준선쪽에 위치한다.
- ⑦ TYPE VII ; 개구경로와 폐구경로가 규칙성과 리듬이 없이 일어난다. 빈번한 교차도 일어난다.

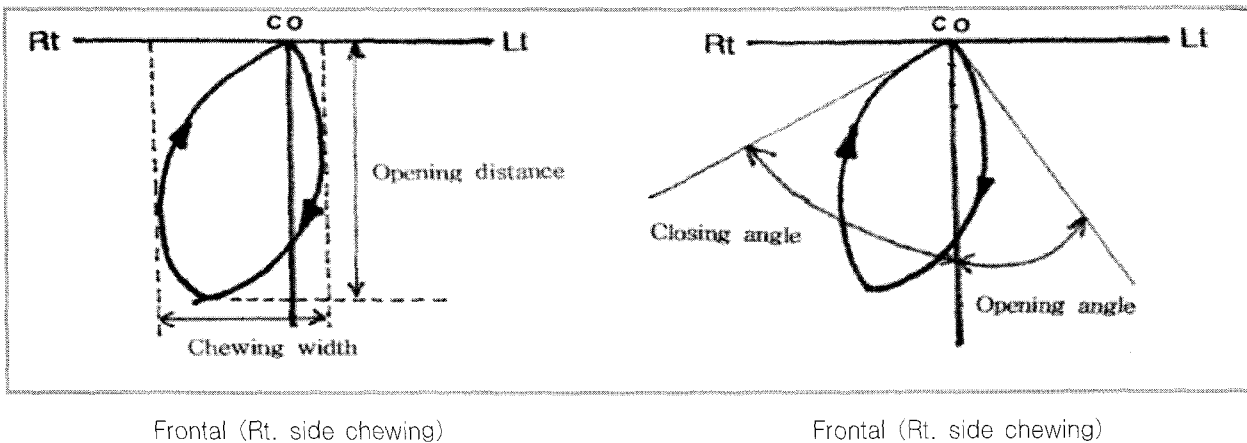


Fig. 3. The linear and angular measurements.

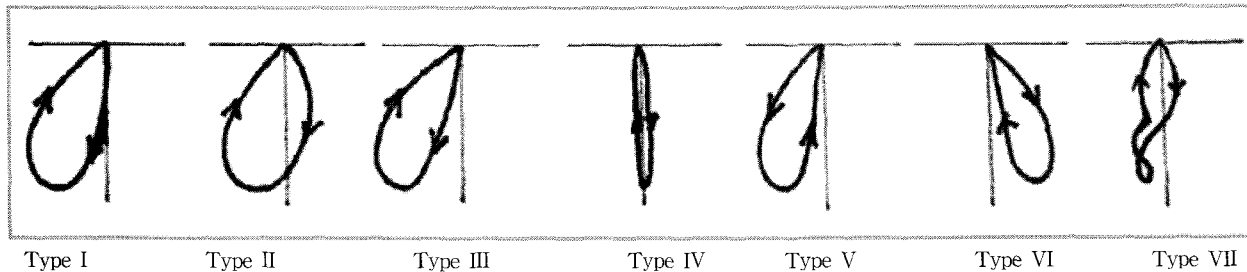


Fig. 4. Classification of characteristic chewing patterns(Rt. side chewing).

4) 통계 및 분석

SAS 통계 프로그램을 이용하여 정상교합자군과 골격성 Ⅲ급 부정교합자군에서 저작운동범위의 평균과 표준편차를 구하고 두 군간에 통계학적 유의성을 검증하기 위해 t-test를 시행하였다.

또 각 군에서 특징적인 저작운동형태를 7가지로 분류하고 그 빈도를 구하였다.

Ⅲ. 결 과

1. 저작운동경로의 정량적 분석

정상교합자군과 골격성 Ⅲ급 부정교합자군에 있어서의 저작폭경, 개구거리, 개구각 및 폐구각, 최대개구속도 및 최대폐구속도의 평균값, 표준편차 및 두 군 사이의 평균값 차의 검정결과를 Table 2, 3, 4에 나타내었다.

Table 2. Comparison of chewing width and opening distance between normal group and skeletal class Ⅲ group (Unit : mm)

	Normal	Skeletal Class Ⅲ	Significance
Chewing width	7.88±2.33	5.32±2.62	**
Opening distance	17.27±3.54	16.99±2.58	NS

Significant difference between normal and skeletal class Ⅲ group

** : P < 0.01

NS : Not significant

2. 저작운동경로의 특징적 형태의 분류와 그 분포

정상교합자군과 골격성 Ⅲ급 부정교합자군에서 저작패턴을 특징적인 형태에 따라 Type I에서 Type VII까지 7가지로 분류하고 각각 그 빈도를 구하여서 Table 5와 Fig. 8에 나타내었다.

Table 3. Comparison of opening and closing angle between normal group and skeletal class III group (Unit : Degree)

	Normal	Skeletal Class III	Significance
Opening angle	-22.49±15.09	-8.11±13.88	**
Closing angle	45.24±14.27	24.35±13.86	**

Significant difference between normal and skeletal class III group
 ** : P < 0.01

Table 4. Comparison of maximum opening and closing velocity between normal group and skeletal class III group (Unit : mm/sec)

	Normal	Skeletal Class III	Significance
Opening velocity	124.95±33.10	119.78±32.83	NS
Closing velocity	93.21±40.29	85.05±34.48	NS

Significant difference between normal and skeletal class III group
 NS : Not significant

Table 5. Distribution of chewing patterns

Group	Number of Sample	Form of chewing pattern							Total
		Type I	Type II	Type III	Type IV	Type V	Type VI	Type VII	
Normal	30	4 (13.3%)	22 (73.4%)	3 (10.0%)	1 (3.3%)	0	0	0	30 (100%)
Skeletal Class III	20	2 (10.0%)	6 (30.0%)	7 (35.0%)	5 (25.0%)	0	0	0	20 (100%)

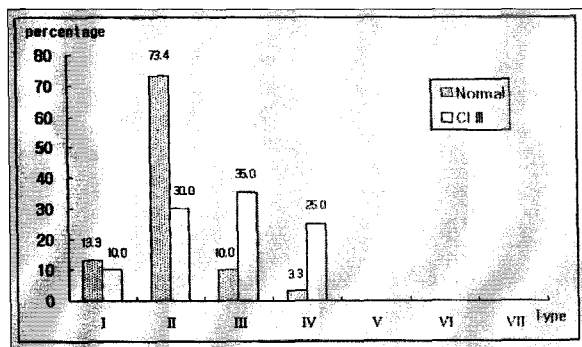


Fig. 8. Distribution of chewing patterns.

IV. 총괄 및 고찰

치과치료의 주목적은 형태, 기능, 심미성의 회복이고 교정영역에서도 심미성의 회복 뿐 아니라 기능성의 회복을 주목적으로 한다^{10,46)}. 하지만 인간에 있어 생명을 보호하고 유지하기 위해서는 악구강기능중에서 가장 중요한 저작기능이 정상으로 발휘될 수 있어야 한다. 악구강계의 기능은 치아, 악관절, 저작근의 3요소와 이들을 통제하는 뇌신경계 등 모든 요소의 조화하에서 정상으로 영위된다. 이들 3요소는 상호 밀접한 관계에 있고, 말초에 있어서 여러 가지 정보는 각각의 감각수용기에 의해 수용되어 구심성 정보로서 뇌신경계에 전달되어 통합된 다음 원심성 정보로서 말초에 피드백되어 악구강기능이 영위된다⁴⁶⁾. 오늘날에는 교정치료와 악관절질환등 악구강계와의 관계가 중요하게 여겨지고 악구강계의 기능에 대한 관심이 한층 높아지고 있다. 치과 교정학에서 악구강계의 기능에 대한 평가는 아직 큰 비중을 차지하고 있지 않으며 객관적인 평가방법도 아직은 확립되어 있지 않다. 또, 정상교합이나 부정교합의 형태적 특징과 기능적 특징과의 상호관계에 관해서도 여전히 명확하지 않은 점이 많다¹²⁾. 부정교합의 원인중 기능적 요소에 의한 것을 판명하기 위해서는 기능적 분석법이 필요한데 그 중 한 방법이 저작운동의 분석이다. 저작

운동은 여러 하악운동 가운데서도 가장 중요한 생리적인 운동인데^{40,74)} 그 측정방법으로는 초기에 여러 가지 측정기구를 이용하였으나 최근에는 하악운동을 좀 더 자유롭고 생리적으로 측정하기 위해 MKG, Sirognathograph 분석시스템 등을 사용하는데 그 중 현재 임상에서 사용되고 있는 대표적인 전기적 하악운동기록장치중 하나로 Sirognathograph 분석시스템을 응용한 BioPAK system을 사용하여 정상교합자와 골격성 III급 부정교합자의 저작운동을 측정, 비교분석하였다.

연구대상선정 및 측정방법

정상교합자와 부정교합자의 저작운동을 비교한 여러 연구에서 연구대상으로 하악전돌환자를 많이 선택하였는데^{12,28,61)}, 본 연구에서 정상교합자와 부정교합자의 저작운동 비교를 위해 부정교합자중에서 골격성 III급 부정교합자를 연구대상으로 택한 것은 골격성 III급 부정교합자는 여러 부정교합자들중에서 형태적이나 기능적으로 그 특징이 명확히 나타나므로 타당하다고 생각하기 때문이다. 저작운동의 분석에서 저작측에 따른 차이를 검토한 보고에서는 의견이 분분한데 Gillings와 Graham²⁵⁾은 피검자중에서 아주 적은 수만이 양측으로 대칭적인 저작패턴을 나타내고 대부분에서는 좌측, 우측에서 유사하지 않은 저작패턴을 나타내었다고 보고하였고 Tanaka와 Ishikawa⁶⁹⁾는 앵글 I 급 총생환자에서 습관적 저작측을 인식할 수 있는 피검자에서는 비습관적 저작측보다 습관적 저작측이 안정되고 협조된 원활한 운동을 한다는 의견을 보고하기도 하였다. Clayton 등¹⁸⁾은 각각의 피검자가 좋아하는 저작측이 존재하였고 저작운동시 저작패턴이 습관적 저작측을 향해 많이 나타났다고 하였는데 따라서 본 연구에서는 습관적 저작측이 저작시 기능적으로 비습관적 저작측보다 안정될 것으로 예상되어 습관적 저작측을 이용하여 저작운동을 채득하였다. 연구대상의 나이에서는 Gibbs 등²⁴⁾, Wickwire 등⁷³⁾은 유치열기, 혼합치열기를 가진 아동의 저작운동과 성인에서 저작운동이 서로 다른 양상을 나타낸다고 하였기 때문에 나이에 따른 오차를 줄이기 위해서 본 연구에서는 18세 이상의 젊은 성인만을 대상으로 하였다. 저작운동은 음식물의 성상과 종류, 크기에 매우 많은 영향을 받는 것으로 알려져 있기 때문에^{6,22,23,29,34,46,59,74)} 피검식품의 선택은 상당히 중요하다. 음식물에 따른 저작운동을 비교하기 위해서는 여러 가지 피검식품을 이용하는데^{7,55,74)} 음식물의 영향을 배제하기 위해서는 추잉검을 피검식품으로 널리 이용하고 있다^{1,9,10,22,35,49,60)}. 연화된 추잉검을 사용할 경우 저작운동이 진행되어도 피검식품의 성상과 양에는 변화가 없기 때문에 안정된 저작운동을 발생시키며 다른 식품에 대한 비교기준으로 입상에서 많이 이용되고 있으므로 본 연구에서도 3gm의 추잉검을 사용하였다.

최근 의료기기와 컴퓨터의 진보는 치과계에도 영향을 미쳐서 각종 검사용기기가 개발되고 있는데 하악운동기록장치를 컴퓨터와 연결시켜 분석, 해석까지도 가능해졌다. 본 연구에서 사용한 BioPAK system

도 저작운동의 측정 및 분석까지 가능한데 재현성 및 정확성에 관한 여러 연구^{13,46,53,60,74)}에서 통상 저작운동 영역에서는 1%-5%내의 오차로 저작운동 측정시 임상적으로는 충분히 정확하고 재현성도 우수한 신뢰할만한 기기로 보고되었다. 예전에는 구강내에나 치아에 여러 장치를 부착하여 하악운동을 측정하였는데 그 중에서는 장치의 무게와 형태로 인하여 저작패턴에 변화를 일으키고 하악운동과 교합에 방해를 주는 문제점이 있었다¹⁴⁾. 그러나 본 연구에서는 Sensor가 비교적 안정된 상악에 고정되고 하악전치부에 작은 자석을 부착하므로써 하악운동을 더욱 자유롭고 생리적으로 유도할 수 있게 되었다.

저작운동은 수의운동이면서 동시에 반사운동이다⁴⁶⁾. 검사자의 지시에 따른 저작개시 직후의 저작은 수의적인 단계이므로 저작리듬이 불안정하게 나타날 것으로 생각된다. 또한 저작운동 후반에는 타액의 양이 많아지므로 인한 저작의 중단이나 타액이 목에 넘어감에 따라 저작리듬의 흐트러짐이 생긴다는 보고¹²⁾도 있다. 그러므로, 실험시 저작운동의 어느 단계를 측정하느냐 하는 것이 결과에 어느 정도 영향을 미칠 것으로 예상되었다. 현재 분석구간에는 저작개시 초기와 후반을 제외한 저작개시후의 20초간^{39,40,59,61)} 또는 30초간⁴⁹⁾, 저작개시 5초후부터 10주기⁴⁸⁾, 저작개시 5주기부터 14주기까지의 10주기¹⁰⁾, 혹은 저작경로가 안정되었다고 판단될 때 임의의 일정수의 주기^{12,39,69,77)} 등이 많이 쓰여지고 있다. 그러나 각각의 분석구간에 대한 상세한 차이에 관해서는 언급하고 있지 않다. 한편 Tanaka⁶⁹⁾, Arai와 Ishikawa¹²⁾는 저작개시후의 1주기마다를 순차기점으로 해서 연속 10주기를 비교한 바 운동경로와 운동리듬 둘 다 저작개시후 제 5주기부터 10주기까지가 더욱 안정되었다고 보고하였고 Tanaka⁶⁹⁾, Arai와 Ishikawa¹²⁾는 실제로 이 구간에서 저작운동을 측정하였다. 이와 같은 이유로 본 연구에서도 분석구간을 위의 방법에 준하여 저작개시후의 제 5주기에서 10주기까지로 정하였다.

저작운동에 있어서 운동경로의 패턴을 분석한 여러 연구는 여러 경로가 겹쳐 합하여진 중첩경로에 의해 대체적인 형태의 시각적인 관찰이 주로 이용되었으나^{6,10,76,67)}, 주관에 좌우되기 쉽고 객관적인 평가가 곤란해지는 단점이 있었다. 그래서 최근에는 전자공학의 발달로 중첩경로에서 평균경로를 산출하는 정량적인 분석이 행해지고 있고 여러 연구^{12,39,40,69)}에서 이런 방법을 이용하였다. 한편 조⁷⁾는 저작패턴은 후천적이고 획득성의 여러 가지 요인에 의해 변화하기 때

문에 전 저작경로의 평균적 패턴을 대표적인 패턴으로 하는 것에는 무리가 있다고 지적하고 저작패턴의 판단을 할 때 개별 경로를 보고 50%이상 출현하는 패턴을 대표적인 것으로 하기도 하고 출현하는 패턴의 비율(percentage)로 정하기도 한다고 하였다. 본 연구에서는 후자의 이유로 전체 저작운동경로에서 60%이상 출현하는 것을 대표경로로 정하고 대표경로에서 여러 계층치와 저작패턴의 특징적 형태를 분류하였다.

저작운동경로

정상교합자의 저작운동경로에 관한 연구는 지금까지 많이 행해져 왔고 정상 저작패턴의 정의에 관해서는 몇 가지 보고가 있다. Akiyama 등¹⁰⁾은 정상자 78명의 저작경로를 관찰한 결과 중심교합위로부터 저작측으로 개구하고 그 후 중심교합위로 폐구하는 패턴이 정상자의 대표적 패턴임을 보고하였으며 정상자의 저작운동경로의 최하방점은 저작측에 위치한다고 하였다. Pröschel⁶⁰⁾과 Mongini⁵³⁾는 85%의 사람이 비저작측이나 수직으로 개구를 시작하여 저작측으로 운동을 진행하고 폐구를 하게 된다고 하였고 이 패턴이 전형적인 정상교합자의 저작패턴이라고 하였다. 이런 보고들에 따르면 정상교합자에서의 저작패턴은 크게 두 패턴으로 나눌 수 있었다. 본 연구에서 정상교합자의 저작패턴은 중심교합위로부터 저작측 또는 정중기준선을 향해 부드럽게 개구한 뒤 중심교합위를 향해 폐구하는 운동경로를 나타내는 것이 30예중 7예를 보였다. 또한 중심교합위에서 비저작측을 향해서 개구한 후 저작측을 향하고 그 후 중심교합위로 폐구하는 경우가 30예중 22예로 대부분의 경우를 차지하였다. 그러므로, 선학들의 연구결과를 바탕으로 볼 때 정상교합자군 30명중에서 정상 저작패턴으로 나타난 것이 29명으로 96.7%를 차지하였다. 또, 대부분의 피검자에서 저작경로의 최하방점은 저작측에 위치하고 있었다. 한편 형태적, 기능적으로 정상이라고 생각되어지는 정상교합임에도 불구하고 개구로와 폐구로가 정중기준선에 가깝게 직선의 형태를 띠는 것이 1예로 나타났다. 그러나, 같은 패턴에 속하더라도 피검자사이에서 서로 다른 다양한 형태를 나타내어, 개인내에서 저작패턴은 일정하지만 개인사이에서는 많은 차이가 존재한다는 여러 보고^{6,9,14,17,22,69)}와 일치하였다. 이러한 결과로부터 형태적으로는 더욱 정밀한 교합상태의 진단 및 검사의 필요성을 느꼈고 기능적으로도 임상증상 뿐 아니라 보다 자세한 검사가

필요할 것이라 여겨진다.

골격성 III급 부정교합자의 저작운동경로에서는 여러 연구에서 보여주었듯이 정상교합자와는 다른, 상대적으로 다양한 저작운동경로를 나타내었다. 골격성 하악전돌자의 저작운동의 특징 가운데 가장 저명한 것으로는 여러 연구에서 개폐구시 상하악으로 수직운동을 하는 직선모양 즉 “chopping pattern”을 보고^{12,28,61)}하였는데 본 연구의 결과에서는 골격성 III급 부정교합자에서 직선형태의 저작패턴을 나타내는 것이 20예중 5예로 가장 많은 비중을 차지하지는 않았지만 정상교합자에 비해서는 많은 비중을 차지하였다. 부정교합자에서는 불규칙하고 교차되는 것 같은, 여러 형태의 저작운동경로를 나타내며 이런 경로는 주로 악관절질환이 의심되는 경우에 관찰할 수 있다는 여러 보고^{35,40,54)}가 있는데 본 연구에서는 연구대상 선택시 문진, 촉진, 시진 등을 통하여 악관절질환이 없는 사람을 택하였기 때문에 교차된 경로나 규칙성과 리듬이 없이 불규칙한 경로를 나타내는 사람은 적었던 것으로 생각된다. 그러나, 골격성 반대교합에서 교합의 불안정성 때문에 정상교합자와의 저작운동형태의 비교에서는 상대적으로 다양한 형태를 나타내었다. Maruyama⁴⁶⁾는 부정교합에서 전치유도를 주목하였는데 반대교합자에서 전치유도가 얻어지지 않으면 구치가 유도하기 때문에 원활하고 안정된 하악운동이 이루어질 수 없다고 하였다. 따라서 골격성 III급 부정교합자의 형태적 부정은 운동경로의 패턴에 영향을 줄 수 있다는 사실을 시사한다. 한편, 골격성 III급 부정교합자에서도 정상 저작패턴에 가까운 저작패턴을 나타내는 예가 많았는데 이것 역시 부정교합자의 저작운동분석에 다른 기능운동의 분석과 상세한 교합상태의 검토 등을 포함시켜야 할 것으로 생각된다.

저작폭경, 개구거리

저작운동경로에서 저작폭경에 관한 여러 보고를 보면 정상자에서는 눈물방울(tear drop)모양의 형태를 나타내며^{14,35,60,68)}, 골격성 반대교합자에서는 특징적으로 폭이 좁은 수직적인 형태 즉 “chopping pattern”을 나타내었다^{12,28,61)}. 이런 여러 보고는 저작경로의 형태에 관한 것이 대부분이고 저작폭경을 정량적으로 측정한 연구는 적다. 또한 음식물의 성상과 크기에 따른 저작폭경의 측정은 보이지만 정상교합자와 부정교합자의 저작폭경을 비교한 보고는 거의 없는 실정이다. Pröschel 등⁶¹⁾은 정상군에서 저작폭경

은 5.1mm, 골격성 하악전돌자에서는 3.5mm로 나타났고 통계학적으로도 차이가 명확하다고 보고하였다. 본 연구의 결과에서 보면 정상교합자에서 저작폭경은 7.8mm로 나타난 반면 골격성 III급 부정교합자에서는 5.3mm로 정상교합자보다 좁게 나타났고 통계학적으로도 유의성이 있게 나타났다($P < 0.01$). 저작폭경에 관해서는 심하게 마모된 치열을 가진 개체에서 넓은 저작경로를 나타내었다는 보고⁷⁴⁾가 있고 Balkhi¹³⁾는 자연치열을 가진 정상인에서 평균적인 측방운동을 4.9-6.7mm라고 하였다. Bates 등¹⁴⁾은 정상인에서 나이에 관계없이 5.3-5.5mm의 평균 저작폭경을 가진다고 한 반면, Gibbs 등²⁴⁾과 Wickwire 등⁷³⁾은 유치열기에서 영구치열기로 갈수록 개구시의 넓은 측방운동이 감소한다고 하였다. 이런 여러 보고는 골격성 III급 부정교합자의 저작운동에서 측방운동량은 정상교합자와 비교해 명백히 작은 수치를 나타내었다는 특징적인 결과를 뒷받침 해주는 것으로 생각된다.

정상교합자의 저작운동시 개구거리에 관해서 Balkhi¹³⁾는 평균적인 수직개구량이 14.5-18.7mm, Pröschel 등⁶¹⁾은 질긴 음식에서는 14.5mm, 연한 음식에서는 16.4mm라고 하였고, Bates 등¹⁴⁾은 짧은이에서 18mm라고 하였으며 Katoh³⁵⁾는 저작운동시 최대개구거리를 10.6mm라고 하였고, Gillings²⁵⁾는 성인에서 저작동안 관찰된 최대개구는 22mm라고 보고하였다. 여러 연구에서 개구량이 다른 이유로서 계측방법의 차이와 피검식품의 성질, 양의 차이 등을 들 수 있다. 본 연구에서 정상교합자의 개구거리는 최소 10.3mm에서 최대 25.6mm범위로, 평균 17.2mm로 나타났는데 이 결과는 Bates 등¹⁴⁾의 연구에서 저작운동의 평균적인 수직거리가 짧은이에서 18mm라고 보고한 것과 거의 일치한다. 이것은 아마 Bates 등¹⁴⁾의 연구와 유사한 피검식품, 저작측, 분석구간을 선택하였기 때문이라고 생각된다. 그러므로, 실험조건이 같으면 어느 정도 유사한 결과를 얻을 수 있을것이라 예상할 수 있다.

골격성 반대교합자의 개구거리에 관한 보고는 드문 형편이다. Pröschel 등⁶¹⁾은 질긴 음식에서는 13.7mm, 연한 음식에서는 16.3mm로 두 가지 음식 모두에서 정상군보다 작게 나왔다. 본 연구에서 골격성 III급 부정교합자의 개구거리는 최소 13.1mm에서 최대 21.3mm범위로 평균 16.9mm로 나타났다. 이것은 Arai와 Ishikawa¹²⁾의 연구에서 골격성 반대교합자에서 정상교합자보다 개구거리가 통계학적으로 크게 나타난 결과와는 반대인데 이렇게 개구거리에서 차이가 나

는 것은 하악전돌증 환자에서 악관절장애의 소인을 가진 피검자가 포함되었을 가능성⁶¹⁾과 Yamagata와 Ito⁷⁷⁾가 보고하였듯이 저작경로의 수직성분과 안모형태와의 연관성 등 여러 가지 요소에 영향을 받기 때문인 것으로 생각된다.

개구각과 폐구각

저작운동경로의 연구에서 형태적으로는 저작패턴의 비교나, 정량적으로는 저작폭경, 개구거리 등이 많이 이용되고 있으나 그 외에 중심교합위로부터의 개구초기에 개구방향이나 저작말기의 폐구방향의 검토도 중요하다고 생각된다. 이런 개폐구각에 대한 보고는 적지만 Akiyama 등¹⁰⁾은 정상패턴의 폐구각을 $47.3 \pm 7.6^\circ$ 라고 하였고 Katoh³⁵⁾는 정상군에서 개폐구각도의 평균치는 개구각 2.5° 폐구각 28.2° 라고 하였으며 악관절환자의 치료전후의 평균개구각은 치료전에 -23° , 치료후 -15.8° 라고 보고하였다. 본 연구에서 개구각의 평균은 정상교합자에서 -22.4° , 골격성 III급 부정교합자에서는 -8.1° 로 나타났고, 폐구각의 평균은 정상교합자에서 45.2° , 골격성 III급 부정교합자에서는 24.3° 로 나타나서 개폐구각 모두 두 군사이에서 통계학적으로 유의성이 있는 것으로 나타났다($P < 0.01$).

Pröschel 등⁵⁹⁾은 골격성 III급 부정교합자에서는 개구각은 변화가 많은 반면 폐구각은 매우 작게 나타났다고 보고하였는데, 골격성 III급 부정교합자군에서 정중기준선에 대한 개폐구각이 정상교합자군보다 모두 예각으로 나타난 것은 골격성 III급 부정교합의 저작경로의 형태적 특징인, 개폐구로가 상하 수직적인 경로를 취해 충분한 저작동작이 이루어지지 않았음을 나타내주는 것이고 이런 형태적인 특징을 정량적으로 나타내주는 것이라 할 수 있다.

한편, 본 결과에서 정상교합자들 사이에서 개폐구각이 차이가 나고 특히 개구각에서 차이가 많이 나는 것은 치아의 교합면, 교두사면경사도에 의한 저작운동의 유도, 음식물종류, 피검자 개개인의 차이 등 여러 가지 요소가 있겠지만 Akiyama 등¹⁰⁾의 연구에서 저작형태별로 나누어 Type III에서 개구각 6.0° 폐구각 44.8° , Type II에서 개구각 -37.9° 폐구각 50.9° 로 보고한 것과는 다르게, 본 연구에서는 특징적인 형태에 따른 저작패턴의 분류없이 모든 피검자의 개폐구각의 평균을 구했기 때문으로 생각되고 추후에는 패턴에 따른 분류 후 개폐구각의 측정치 및 평균값이 필요하리라 사료된다.

최대개구속도와 최대폐구속도

Bates 등¹⁴⁾은 저작운동에서 저작속도의 개인적인 차이는 저작패턴의 차이만큼이나 크다고 하였고 저작운동의 연구에서 개폐구속도에 관한 부분은 관심이 적은 형편이다. 악관절환자의 저작운동시 저작속도를 측정된 Mizumori 등⁴⁹⁾은 최대속도의 크기, 방향은 하악과두의 움직임에 영향을 받는다고 하였고 정상군보다 하악전돌환자에서 최대개구속도와 최대폐구속도가 감소한다고 발표하였다. 또 Katoh³⁵⁾의 연구에서 최대개구속도가 106.9mm/sec, 최대폐구속도가 101.1mm/sec으로 나와 최대개구속도가 최대폐구속도보다 약간 빠르게 나타났다. Gillings와 Graham²⁵⁾은 정상인에서 최대개구속도는 100mm/sec, 최대폐구속도는 87mm/sec라고 하여 개구속도가 폐구속도보다 빠르다고 하였다. 본 연구에서는 정상군에서의 최대개구속도는 124.9mm/sec, 골격성 III급 부정교합자에서는 119.7mm/sec로 나왔고 최대폐구속도에서는 정상군 93.2mm/sec, 골격성 III급 부정교합자에서는 85.0mm/sec로 나타나서 통계학적으로 유의성은 없었지만, 정상교합자에서는 최대개폐구속도 모두 골격성 III급 부정교합자보다 빠르게 나타났다는 Mizumori 등⁴⁹⁾의 연구와 유사한 결과를 나타내었다. 이것은 부정교합환자에서 저작효율이 정상교합자에 비해 떨어지기 때문으로 생각된다. 이와 김⁴⁾은 하악이 개구할 경우 초기에는 운동속도가 빨라지고 폐구시에는 치아가 교합접촉위에 가까울수록 하악운동속도가 느려진다고 하였는데 Mongini⁵³⁾는 이것을 폐구시 음식물에 의한 저항때문으로 해석하기도 하였다.

저작패턴의 분류와 각 저작패턴의 분포

저작운동경로를 그 특징적 형태에 따라 분류하려는 시도는 많은 학자들에 의해서 이루어졌다. 1967년 Ahlgren⁹⁾은 특징적인 저작패턴을 7가지로 분류하였고, 1987년 Pröschel⁶⁰⁾은 기본적인 모양에 따라 크게 8종류, 세부적으로 14개의 특징적인 형태로 분류하였으며, 1991년 Akiyama¹⁰⁾는 8가지로 분류하였다. 이런 보고들에서 공통적으로 포함되어 있는 저작형태를 포함하면서 Ahlgren⁹⁾의 분류를 기준으로 본 연구에서는 Type I에서 Type VII까지 7가지 분류를 사용하였다.

정상군에서는 거의 모두(96.7%)가 Type I, II, III에 속하였는데 중심교합위에서 저작측 또는 수직으로 개구한 후 중심교합위로 폐구하는 것과 비저작측으로 개구한 후 저작측을 향하고 그 후 중심교합위로 폐구

하는 형태로, 여러 선학들의 보고를 통해 살펴보았듯이 정상교합자의 특징적인 저작패턴이라고 할 수 있다. Akiyama 등¹⁰⁾의 연구에서는 Type II 또는 Type III를 정상저작패턴이라고 하였으며, 정상군에서는 Type III가 가장 많았고 Type II와 III의 합한 비율은 71.8%로 나타났으며, 본 연구에서도 Type II와 III를 합한 비율은 83.4%로 유사하게 나왔다. 그러나, 본 연구에서는 Type II가 73.4%를 차지하여 가장 많은 비율을 차지하였다. 정상교합자에서는 “chopping” 저작형태인 Type IV가 3.3%로 나타났으나 골격성 III급 부정교합자군에서는 25.0%를 차지하여 정상군에 비해 특징적으로 많이 나타났고 여러 연구^{12,28,61)}에서 수직적인 형태가 골격성 III급 부정교합자의 특징이라고 표현한 것과 일치한다. 그러나 골격성 III급 부정교합자군내에서 저작패턴의 비율을 보면, Ahlgren⁹⁾은 Type IV가 가장 많은 비율을 차지한다고 하였으나 본 연구에서는 Type III와 Type II가 더 높은 비율을 차지하였다. 또 반대교합환자에서는 Type V, VI, VII의 순서로 많은 비율을 차지한다고 하였으나 본 결과에서는 이와 같은 역저작경로, 교차상, 분산된 저작경로는 관찰되지 않았다. 이것은 Ahlgren⁹⁾이 부정교합에서 저작운동의 불규칙성은 악관절의 기능이상이나 이와 연관된 근육의 협조운동실조 때문인 것이라 한 것과 같이, 연구대상 선택시 악관절질환의 영향을 배제하였고 악구강기능에 이상이 없는 대상을 선택하였기 때문으로 생각된다.

이상 본 연구에서 정상교합자와 골격성 III급 부정교합자에 있어서 전두면상에서 저작운동의 운동량과 운동방향 등을 정량적으로 분석하고, 특징적 저작형태에 따라 저작패턴을 분류해 보았다. 저작운동에 영향을 미치는 악구강계의 3요소 즉 악관절, 저작근, 교합중에서 주로 교정학과 연관있는 부분인 교합영역에 중점을 두고 교합이 저작운동에 미치는 영향에 대해 알아보았다. 여러 선학들의 연구에서와 같이 저작운동패턴은 큰 범위에서 치아의 교합형태에 직간접적으로 영향을 받는다는 것을 알았으며, 앞으로는 다른 2요소 즉 악관절계의 해부학적 요소, 저작근의 생리학적 측면에서 저작운동과의 관계에 대하여 연구영역을 넓혀야 하겠다. 또, 교합영역중에서도 교두와 교합면의 형태등 다른 요소들과의 관계를 알아보고 더욱 다양한 부정교합에서 조사를 포함하여야 할 것으로 생각된다. 한편, 교정치료에 의한 교합변화가 심미성 뿐만 아니라 기능회복에도 기여하므로 앞으

로 저작운동의 측정이 교정영역의 기능검사와 진단에 응용가치가 있을 것으로 사료되는 바이다.

V. 결 론

정상교합자와 골격성 III급 부정교합자의 저작운동 형태를 비교연구하기위해서 30명의 정상교합자와 20명의 골격성 III급 부정교합자를 대상으로 추임검을 사용하고 BioPAK system을 이용하여 전두면상에서 저작운동을 기록, 분석하여 저작폭경, 개구거리, 개구각, 폐구각, 최대개구속도, 최대폐구속도를 알아보았다. 또 저작경로의 형태에 따라 특징적인 7가지 패턴으로 분류하여 다음의 결과를 얻었다.

1. 정상교합자군에 비해 골격성 III급 부정교합자군에서는 좀 더 다양하고 수직적인 저작양상을 나타내었다.
2. 저작폭경의 비교에서는 골격성 III급 부정교합자군이 정상교합자군에 비해 더 좁게 나타났다 (P<0.01).
3. 개구거리에서는 골격성 III급 부정교합자군이 정상교합자군에 비해 더 작게 나타났으나 통계학적으로 유의성은 없었다(P>0.05).
4. 개구각과 폐구각에서는 골격성 III급 부정교합자군에서 정상교합자군보다 더욱 예각으로 나타났다 (P<0.01).
5. 최대개구속도, 최대폐구속도에서는 정상교합자군에 비해 골격성 III급 부정교합자군에서 느리게 나타났으나 통계학적으로 유의성은 없었다(P>0.05).
6. 저작운동형태에 따른 분류에서 정상교합자군에서는 Type II가 73.4%로 가장 많은 비율을 차지하였으나, 골격성 III급 부정교합자군에서는 Type III가 35.0%, Type II가 30.0%로 가장 많은 비율을 차지하였다.
7. 저작운동형태에 따른 분류에서 골격성 III급 부정교합자군에서는 Type IV(chopping type)가 25.0%로 정상교합자군 3.3%에 비해 많은 비율을 차지하였다.

참 고 문 헌

1. 姜東完 : 下顎骨 限界運動內에서의 咀嚼運動에 關한 實驗的 研究, 대한치과보철학회지, 20(1):83-90, 1982
2. 기우천 : Mandibular Kinesiograph를 이용한 하악개폐운동형태의 분석, 경북대학교 치과대학교 대학원 석사논문, 1984년

3. 유명규 외 : 치과교정임상 시리즈 1 반대교합(제10장 반대교합의 기능적 특성), 대림출판사, 172-189, 1988
4. 이종훈, 김중수 : 구강생리학 제 4 판(제7장 저작), 군자출판사, 153-164, 1994
5. 정성창, 임동우 : 하악운동범위에 관한 연구(20대 청년층을 중심으로), 서울대학교 치과대학 구강진단학 교실 논문, 1981
6. 조병완 : 저작운동에 대하여-기초, 치과임상, 15(167):50-55, 1995
7. 조병완 : 저작운동에 대하여-임상, 치과임상, 15(169): 66-72, 1995
8. 한경수, 정성창, 김영구 : 하악운동범위에 관한 연구(10대를 중심으로), 서울대학교 치과대학 구강진단학 교실 논문, 1982
9. Ahlgren, J. : Pattern of chewing and malocclusion of teeth, A clinical study, Acta. Odont. Scand., 25(253):3-14, 1967
10. Akiyama, H., Shiga, H., Kobayashi, Y. : The analysis of masticatory movement(Frontal patterns of chewing path of incisor point in normal subjects), J. Jpn. Prosthodontic Soc., 35:609-621, 1991
11. Alexander, T.A., Gibbs, C.H., Thomson, W.J. : Investigation of chewing patterns in deep-bite malocclusions before and after orthodontic treatment, Am. J. Orthod., 85(1):21-27, 1984
12. Arai, K., Ishikawa, H. : Frontal chewing path of incisor point in skeletal class III patients, J. Jpn. Orthod. Soc., 53(2):154-168, 1994
13. Balkhi, K.M. : Error analysis of a magnetic Jaw-tracking device, J of Craniomandibular Disorders Facial & Oral Pain, 5:51-56, 1991
14. Bates, J.F., Stafford, G.D., Harrison, A. : Masticatory function-a review of the literature I.The form of the masticatory cycle, Journal of Oral Rehabilitation, 2:281-301, 1975
15. Ben-bassat, Y., Yaffe, A., Brin, I., Freeman, J., Ehrlich, Y. : Functional and morphological-occlusal aspects in children treated for unilateral posterior crossbite, European Orthodontic Society, 15:57-63, 1993
16. BioPAK Operator's manual, version 3.0, BIORESEARCH, INC Milwaukee, WI., 1992
17. Clayton, J.A., Kotowicz, W.E., Myers, G.E. : Graphic recordings of mandibular movements:Research criteria, J. Prosth. Dent., 25(3):287-298, 1971
18. Clayton, J.A., Kotowicz, W.E., Zahler, J.M. : Pantographic tracings of mandibular movements and occlusion, J. Prosth. Dent., 25(4):389-396, 1971
19. David, K.L. : Physiognomy in the classification of individuals with a lateral preference in mastication, Journal of Orofacial Pain, 8(1):61-72, 1994
20. George, J.P. : Using the kinesiograph to measure mandibular movements during speech ; A pilot study, J. Prosth. Dent., 49(2):263-270, 1983
21. Gibbs, C.H., Suit, S.R., Benz, S.T. : Masticatory movements of the jaw measured at angles of approach to the occlusal plane, J. Prosth. Dent., 30:283-288, 1973

22. Gibbs, C.H., Messerman, T., Reswick, J.B., Derda, H.J. : Functional movements of the mandible, *J. Prosth. Dent.*, 26(6):604-620, 1971
23. Gibbs, C.H., Lundeen, H.C., Mahan, P.E., Fujimoto, J. : Chewing movements in relation to border movements at the first molar, *J. Prosth. Dent.*, 46(3):308-322, 1981
24. Gibbs, C.H., Wickwire, N.A., Jacobson, A.P., Lundeen, H.C., Mahan, P.E., Lupkiewicz, S.M. : Comparison of typical chewing patterns in normal children and adults, *JADA.*, 105:33-42, 1982
25. Gillings, B.R.D., Graham, C.H. : Jaw movements in young adult men during chewing, *J. Prosth. Dent.*, 29(6):616-627, 1973
26. Hannam, A.G., DeCou, R.E., Scott, J.D., Wood, W.W. : The kinesiographic measurement of jaw displacement, *J. Prosth. Dent.*, 44(1):88-93, 1980
27. Hickey, J.C., Allison, M.L., Woelfel, J.B., Boucher, C.O., Stacy, R.W. : Mandibular movements in three dimensions, *J. Prosth. Dent.*, 13:72-92, 1963
28. Hino, E., Yoshida, M., Nishio, K., Kuroda, Y., Miyauchi, S., Maruyama, T. : The analysis of chewing movement in an orthodontic treatment case, 下顎運動機能과 EMG論文集 第7輯, 顎口腔機能研究會, 225-232, 1989年 8月
29. Jankelson, B., Hoffman, G.M. : The physiology of the stomatognathic system, *JADA.*, 46(4):375-386, 1953
30. Jankelson, B., Swain, C.W., Crane, P.F., Radke, J.C. : Kinesiometric instrumentation. A new technology, *JADA.*, 90:834-840, 1975
31. Jankelson, B. : Measurement accuracy of the mandibular kinesiograph - computerized study, *J. Prosth. Dent.*, 44(6):656-666, 1980
32. Jemt, T., Olsson, K. : Computer-based analysis of the single chewing cycle during mastication in repeated registrations, *J. Prosth. Dent.*, 52(3):437-443, 1984
33. Jemt, T., Karlsson, S., Hedegård, B. : Mandibular movements of young adults recorded by intraorally placed light-emitting diodes, *J. Prosth. Dent.*, 42(6): 669-673, 1979
34. Karlsson, S., Carlsson, G.E. : Characteristics of mandibular masticatory movement in young and elderly dentate subjects, *J. Dent. Res.*, 69(2):473-476, 1990
35. Katoh, S. : A study of the masticatory movement at the incision inferior of patients with temporomandibular joint dysfunction, 齒科醫學, 41(1):117-146, 1978
36. Kim, I.K. : A study to expand the linear range of the mandibular kinesiograph, *J. Korean. Dent. Assoc.*, 22(7):621-632, 1984
37. Kim, I.K. : A study on the measurement accuracy and linearity of the mandibular kinesiograph, *J. Korean. Dent. Assoc.*, 22(7):607-620, 1984
38. Knap, F.J., Abler, J.H., Richardson, B.L. : Computerized analysis and duplication of mandibular motion, *J. Prosth. Dent.*, 33(5):535-541, 1975
39. Kuwahara, T., Bessette, R., Maruyama, T. : Chewing pattern analysis in TMD patients with and without internal derangement part II, *J of Craniomandibular Practice*, 13(2):93-98, 1995
40. Kuwahara, T., Russell, W., Bessette, T., Maruyama, T. : Chewing pattern analysis in TMD patients with and without internal derangement:Part I. *J of Craniomandibular Disorder*, 13(1):8-14, 1995
41. Kuwahara, T., Iai, N., Sohma, K., Higashi, K., Takahashi, A., Miyauchi, S., Maruyama, T., Fuchihata, H. : Effect of TMJ disorders on chewing movement:Relationship between the velocity of chewing movement and the condylar movements, *J. Jpn. Soc. TMJ.*, 3(1):35-46, 1991
42. Kuwahara, T., Bassette, R.W., Maruyama, T. : Chewing pattern analysis in TMD patients with unilateral and bilateral internal derangement, *J of Craniomandibular Practice*, 13(3):167-172, 1995
43. Lewin, A., Lemmer, J., Rensberg, L.B. : The measurement of jaw movement. part I, *J. Prosth. Dent.*, 36(2):211-218, 1976
44. Lewin, A., Lemmer, J., Rensberg, L.B. : The measurement of jaw movement. Part II, *J. Prosth. Dent.*, 36(3):312-318, 1976
45. Lundeen, H.C., Shryock, E.F., Gibbs, C.H. : An evaluation of mandibular border movements. Their character and significance, *J. Prosth. Dent.*, 40(4):442-452, 1978
46. Maruyama, T.(丸山剛郎), 조병완 譯 : 임상생리교합(악구강기능이상의 진단과 치료), 성지출판사, 1993
47. Maruyama, T., Kuwabara, T., Nakamura, Y., Akanishi, M., Miyauchi, S., Kuroda, T. : A new mandibular movement recording and analysing system composed of sirognathograph and a personal computer, and its clinical application, *J. Osaka. Univ. Dent. Sch.*, 24:97-111, 1984
48. Maruyama, T., Nakamura, Y., Nakaminami, T., Higashi, K., Takashima, F., Miyauchi, S. : Clinical studies on effect of single crown on chewing movement, *J. Osaka. Univ. Dent. Sch.*, 26:91-102, 1986
49. Mizumori, T., Miyauchi, S., Maruyama, T. : A study on diagnosis of stomatognathic function by the analysis of chewing movements, *J. Osaka. Univ. Dent. Sch.*, 27:189-210, 1987
50. Mizuno, K. : A study of the masticatory stroke at a near part of intercuspal position, *Aichi-Gakuin J. Dent. Sci.*, 17:259-283, 1980
51. Mizuno, T. : A study on grinding movements in chewing Part 2. A relationship between grinding movement in chewing-like empty jaw movement and occlusal form of molar, *J. Jpn. Prothodont. Soc.*, 33:303-312, 1989
52. Mohl, N.D., McCall, W.D. Jr., Lund, J.P., Plesh, O. : Devices for the diagnosis and treatment of temporomandibular disorders Part I. Introduction, scientific evidence, and jaw tracking, *J. Prosth. Dent.*, 63:198-201, 1990
53. Mongini, F. : The stomatognathic system(chapter 5 The movements of the mandible), Quintessence publishing Co.,

- 98-103, 1984
54. Mongini, F., Tempia-Valenta, G., Conserva, E. : Habitual mastication in dysfunction. A computer-based analysis, *J. Prosth. Dent.*, 61:484-494, 1989
 55. Mori, T. : Studies on the path of masticatory movements: Influences of the lateral excursion and foods, Aichi-Gakuin University 2nd Dept. of Prosthetic Dentistry School of Dentistry 補綴誌 26卷 2號, 52-274 ~ 75-297, 1982
 56. Nakasima, A. : The change of masticatory functions after the orthodontic treatment (An angle class II div 2 case), *J. Jpn. Orthod. Soc.*, 40(1):22-31, 1981
 57. Pameijer, J.H., Brion, M., Glickman, I., Roeber, F.W. : Intra-oral occlusal telemetry. Part V. Effect of occlusal adjustment upon tooth contacts during chewing and swallowing, *J. Prosth. Dent.*, 24(5):492-497, 1970
 58. Posselt, U. : Range of movement of the mandible, *JADA.*, 56:10-13, 1958
 59. Pröschel, P., Nat, R., Hofmann, M. : Frontal chewing patterns of the incisor point and their dependence on resistance of food and type of occlusion, *J. Prosth. Dent.*, 59(5):617-624, 1988
 60. Pröschel, P. : An extensive classification of chewing patterns in the frontal plane, *The Journal of Craniomandibular Practice*, 5(1):56-63, 1987
 61. Pröschel, P., Nat, R., Hümmer, H., Hofmann, M., Spitzer, W. : Reaction of mastication to occlusal changes induced by correction of mandibular prognathism, *J. Prosth. Dent.*, 64(2):211-218, 1990
 62. Rieder, C.E. : Maximum mandibular opening in patients with and without a history of TMJ dysfunction, *J. Prosth. Dent.*, 39(4):441-446, 1978
 63. Roedema, W.H., Knapp, J.G., Spencer, J., Dever, M.K. : Computer-graphic representation of mandibular movements in three dimension. Part I. The horizontal plane, *J. Prosth. Dent.*, 39(4):379-383, 1978
 64. Roedema, W.H., Knapp, J.G., Spencer, J., Dever, M.K. : Computer-graphic representation of mandibular movements in three dimensions. Part II. The sagittal and frontal planes, *J. Prosth. Dent.*, 40(4):385-391, 1978
 65. Salomon, J.A., Waysenson, B.D., Warshaw, B.D. : Computer-monitored radionuclide tracking of three-dimensional mandibular movement. part I. Theoretical approach, *J. Prosth. Dent.*, 41(3):340-344, 1979
 66. Salomon, J.A., Waysenson, B.D., Warshaw, B.D. : Computer-monitored radionuclide tracking of three-dimensional mandibular movement. part II. Experimental set up and preliminary result-Posselt diagram, *J. Prosth. Dent.*, 41(4):463-469, 1979
 67. Sander, F.G. : The effects of functional appliances and class II elastics on masticatory patterns, Clinical alteration of the growing face, The center for human growth and development, The University of Michigan 155-178, 1983
 68. Schweizer, J.M. : Masticatory function in man, *J. Prosth. Dent.*, 11:625-647, 1961
 69. Tanaka, K., Ishikawa, H. : Chewing movements of patients diagnosed as Angle class I with crowding; Comparison of chewing sides in terms of chewing path and rhythm, *J. Jpn. Orthod. Soc.*, 52(1):23-38, 1993
 70. Throckmorton, G.S., Teenier, T.J., Ellis, E. III : Reproducibility of mandibular motion and muscle activity levels using a commercial computer recording system, *J. Prosth. Dent.*, 68:348-354, 1992
 71. Toolson, G.A., Sadowsky, C. : An Evaluation of the relationship between temporomandibular joint sound and mandibular movement, *J. Craniomandib. Disord. Facial Oral Pain.*, 5(3):187-196, 1991
 72. Wessberg, G.A., Epker, B.N., Elliott, A.C. : Comparison of mandibular rest positions induced by phonetics, transcutaneous electrical stimulation, and masticatory electromyography, *J. Prosth. Dent.*, 49(1):100-105, 1983
 73. Wickwire, N.A., Gibbs, C.H., Jacobson, A.P., Lundeen, H.C. : Chewing patterns in normal children, *Angle Orthodontists*, 51(1):48-60, 1981
 74. Wilding, R.J.C., Lewin, A. : A computer analysis of normal human masticatory movements recorded with a sirognathograph, *Archs. Oral Biol.*, 36(1):65-75, 1991
 75. Wood, W.W., Gelfant, H., Hannam, A.G. : Effect of occlusal reconstruction on the reproducibility of chewing movements, *J. Prosth. Dent.*, 46(2):181-184, 1981
 76. Yamada, S., Sanma, S., Mizumori, T., Nishio, K., Miyauchi, S., Maruyama, T. : A clinical study on chewing movements in openbite. Part I. Effect of the range of openbite on chewing movements, *J. Jpn. Prothodont. Soc.*, 35:446-456, 1991
 77. Yamagata, K., Ito, G. : Chewing pattern and facial morphology in male students, *Brain and Oral function*, Elsevier Science Co., 523-531, 1995

-ABSTRACT-

A Comparative Study on Chewing Movement in Normal Occlusion and Skeletal Class III Malocclusion*

Kee-Hyuk SUNG D.D.S., M.S.D. Jae-Hyun SUNG D.D.S., M.S.D., Ph.D.

Department of Orthodontics, School of Dentistry, Kyungpook National University

A comparative study was made on the chewing movements of normal occlusion and skeletal class III malocclusion. Thirty normal occlusion subjects and twenty skeletal class III malocclusion patients were given chewing gums for the study ; using BioPAK system, the chewing movement on the frontal plane was recorded and analyzed. With a typical chewing path chosen representing each subject, chewing width, opening distance, opening and closing angles, maximum opening and closing velocities were observed. Seven characteristic patterns were classified based on the types of chewing paths.

The followings are the results :

1. Compared with the normal occlusion group, the skeletal class III malocclusion group showed more varied and vertical chewing patterns.
2. In comparison of chewing widths, skeletal class III malocclusion group showed narrower path than the normal occlusion group($P<0.01$).
3. In opening distance, skeletal class III malocclusion group appeared shorter than the normal occlusion group without statistical significance($P>0.05$).
4. In opening and closing angles, skeletal class III malocclusion group showed more acute angles than the normal occlusion group($P<0.01$).
5. In maximum opening and closing velocities, skeletal class III malocclusion group was slower than the normal occlusion group but with no statistical significance($P>0.05$).
6. In the classification of chewing movement pattern, the normal occlusion group had Type II as the highest rate at 73.4% ; in skeletal class III malocclusion group, the highest rate was Type III at 35.0%, followed by Type II at 30.0%
7. In the classification of chewing movement pattern, Type IV(chopping type)of skeletal class III malocclusion group showed a higher rate with 25.0% over 3.3% of normal occlusion group.

KOREA. J. ORTHOD. 1996 ; 26 : 801-813

※**Key words** : Skeletal class III malocclusion, Normal occlusion, Chewing movement, Chewing pattern, Chopping pattern