악교정 수술환자의 술전후 하악운동 양상변화에 관한 임상적 연구

백상흠 · 장현중 · 이상한 · 김현수 · 차두원
경북대학교 치과대학 구강악안면외과학교실

Abstract

A CLINICAL STUDY ON MANDIBULAR MOVEMENT AFTER ORTHOGNATHIC SURGERY

Sang-Heum Baek, Hyun-Jung Jang, Sang-Han Lee, Hyun-Soo Kim, Doo-Won Cha
Dept. of Oral & Maxillofacial Surgery, College of Dentistry, Kyungpook National Universtiy

The purpose of this study is to evaluate the relationship of the factors which could be influenced by orthognathic surgery especillay SSRO. We measured the amounts of the maximum opening, lateral movements, maximum velocity and pattern of mandibular path during the opening and closing of mandible at the following times ; preoperative, 1 month after operation, 6 months after operation respectively using MKG. And the results were compared according to the categorized subgroups.

Following results were obtained :

1. The change of the amounts of mandibular lateral movement and maximum opening velocity were statistically different between male and female ($p<0.05$), but the others were not.
2. According to the method of operation, there was no difference in the change of the mandibular movements between the group of SSRO and SSRO plus LeFort I osteotomy ($p>0.05$).
3. According to the amounts of mandibular movement, the recovery of left lateral movement of the group of 6～10mm was better than the other groups ($p<0.05$).
4. In the frontal pattern of the opening and closing of the mandible, the complex deflected type (F5), simple deflected type (F4), complex deviated type (F3), simple deviated type (F2), straight type (F1) were obtained in order at the time of preoperative, simple deflected type, simple deviated type, complex deviated type, straight type, complex deflected type in order at the time of 1 month after surgery, and the result at the time of 6 months after surgery was the same with that of the time of preoperative. In the sagittal pattern, non-coincident type (S2) was predominant at the time of preoperative, and coincident type (S1) was predominant at the time of 1 month after surgery. After 6 months, the result was also the same with that of the preoperative in sagittal pattern.
5. There was not a statistical difference in the change of the mandibular movement between group of presence of the preoperative TMJ symptoms and non-presence group ($p>0.05$).
6. There was not a statistical difference in the change of the mandibular movement between repositioning device applied group and non-applied group ($p>0.05$).
7. Sixty three percents of the patients who had preoperative TMJ symptoms were improved after surgery and preoperative TMJ symptoms were more improved after operation in the repositioning device non-applied group statistically ($p<0.05$).

Key words : Orthognathic surgery, Mandibular movement, MKG

Ⅰ. 서 론

악교정 수술후에 환자들의 기능정도를 평가하는 것은 악변형증 환자를 치료하는 구강악안면외과의에게는 필수적이다. 최근에 와서는 환자들의 사회적 욕구 및 관심도가 커짐에 따라 악교정 수술이 주로 심미적 관점에 맞추어 행하여지는 경향이 있는 것도 사실이나, 악교정 수술의 결과와 환자의 주기적 관찰에 있어서 기능적인 면을 배제하고 생각할 수는 없으며, 이러한 기능적인 요소 중 개폐구를 포함한 하악의 한계운동, 관절증, 과두위치, 교합안정성, 교합력 등은 특히 주 연구대상이 되어왔다.

하악운동은 저작, 연하, 발음 등의 생리적, 기능적 운동과 개폐구 및 측방운동 등의 한계운동의 측면에서 생각해 볼 수 있는데, 악간고정을 이용하는 악교정 수술에서는 한계운동의 정도가 술

백 상 흠
대구광역시 중구 동인동 2-101번지
경북대학교 치과대학 구강악안면외과학교실
Sang-Heum Baek
Dept. of OMFS, College of Dentistry Kyungpook National Uniiversity
2-101, Dongin-Dong, Jung-Gu, Teagu, Korea
Tel: 053-420-5911 Fax: 053-426-5365
E-mail: veronic@netsgo.com

후 기능회복의 중요한 척도 및 환자관리요소로 작용될 수 있다.

하악운동의 측정은 Hickey, Posselt, Gibbs, Clayton 등이 다양한 방법으로 연구를 시도하였으며, 국내에서는 정[1] 과 한 등[2] 이 mm자를 이용하여 하악운동범위를 직접측정한 연구가 있고, 강 등[3]은 Saphon Visi-Trainer C-II라는 기계를 이용하여 연구한 바 있다. Jankelson이 Mandibular kinesiograph(MKG)를 악구강계의 연구와 진단목적으로 사용을 소개한 이래 Gibbs, Hannam, George, Wessberg등이 하악운동의 측정에 사용하였으며, 윤[4,5] 은 MKG의 임상적응용법을 소개하였고, 기 등[6] 은 이를 이용하여 측두하악장애환자의 하악운동을 보다 3차원적으로 분석하여 정상인과 비교 연구하여 보고하였으며, 김 등[7]은 이를 측두하악관절내장환자의 진단분류에 사용하기도 하였다.

그러나 이러한 연구들은 주로 정상인이나 하악관절증이 있는 환자, 외상환자들[8,9]을 대상으로 한 것이었으며, 이를 악교정 수술환자에 적용한 예는 드물다. Ellis 등[10]은 cephalogram을 이용하여 수술전후 절치간거리를 측정함으로서 하악운동평가의 유용성을 연구하였으며, Nagamine 등[11]은 MKG를 이용하여 하악전돌증 환자의 SSRO후의 하악골의 전후방, 측방운동의 증가를 보고하였으며, 성 등[12]은 Sirognathograph등을 사용하여 정상교합자와 골결성 Ⅲ급 부정교합자의 저작운동형태를 비교 보고한 바 있다.

하악지 시상골분할절단술은 Trauner와 Obwegeser에 의해 처음 보고되어진 이래 DalPont, Hunsuck, Epker등에 의해 변형, 발전되어 하악골 후퇴증 및 전돌증 환자에 광범위하게 사용되어지는 술식이다[13]. SSRO는 골 접촉면이 넓고 견고고정이 쉽다는 장점[14]을 가지고 있으나 신경손상의 우려가 크고 술식의 난이성 및 술중 과두재위치술의 필요 등으로 인해 일부술자들에게 있어서는 옹호되지 않았으며, 이로인해 VRO를 선호하는 술자도 있다[15]. VRO와 SSRO 및 다른 수술법을 비교하여 각 수술후에 나타나는 악교정환자의 기능적 문제를 다룬 연구들은 선학들에 있어 연구되어져 왔다.

본 연구는 SSRO만을 시행 받았거나 혹은 SSRO를 포함한 악교정 수술을 받은 환자들만을 대상으로 조사하여, SSRO전후에 하악 운동양상을 조사하고, 술전 환자의 임상증상 및 수술방법, 수술중 영향을 줄 가능성이 있는 요소들을 조사하여 이러한 것들이 상호 연관성이 있는지를 알아보고자 본 연구를 시행하였다.

Ⅱ. 연구대상 및 방법

1. 연구대상

1999년 6월부터 2000년 4월까지 경북대학교병원 구강악안면외과에서 하악골 후퇴를 위해 SSRO 혹은 SSRO와 LeFort I 골 절단술을 이용하여 악교정 수술을 시행받은 환자 42명 (남자 16명, 여자 26명)을 대상으로 하였다. 수술당시 환자들의 평균연령은 22.3세였으며, 평균 술전 교정시간은 17.5개월이었다 (Fig. 1).

2. 연구방법

1) 하악운동에 관한 자료수집

42명의 각 환자에 대하여 수술전, 수술후 1개월, 수술후 6개월의 각 단계에서 Mandibular Kinesiograph K-6 Diagnostic System (MKG Myo-tonic Research Inc. U.S.A)을 이용하여 하악운동을 측정, 기록하였다. 각 환자의 수술전후 경과는 일반적으로, 수술 1주전에 하악운동검사를 시행하고, 술후 악간고정 (평균12일) 제거후에 개구연습을 동반한 물리적 요법과 정기적 관찰후, 술후 1개월에 하악운동검사를 다시 시행, 교정과 담당의와 상의후에 술후교정시작 여부를 결정하게 하였다. 술후 6개월에 환자를 재내원 시켜 하악운동검사를 반복하여 자료를 얻었다. 하악운동검사는 동일한 술자에 의해 행하여졌다. 하악운동검사방법은 피검자를 안정상태에서 직립상태로 앉히고, 바닥과 안이평면을 평행하게 두부를 위치시키고, sensor 역할을 하는 특수자석을 하악전치부 치경부에 부착시킨후 sensor array를 피검자의 두부에 적용하였다. 피검자의 하악운동은 컴퓨터 모니터에 표신된후 기록되

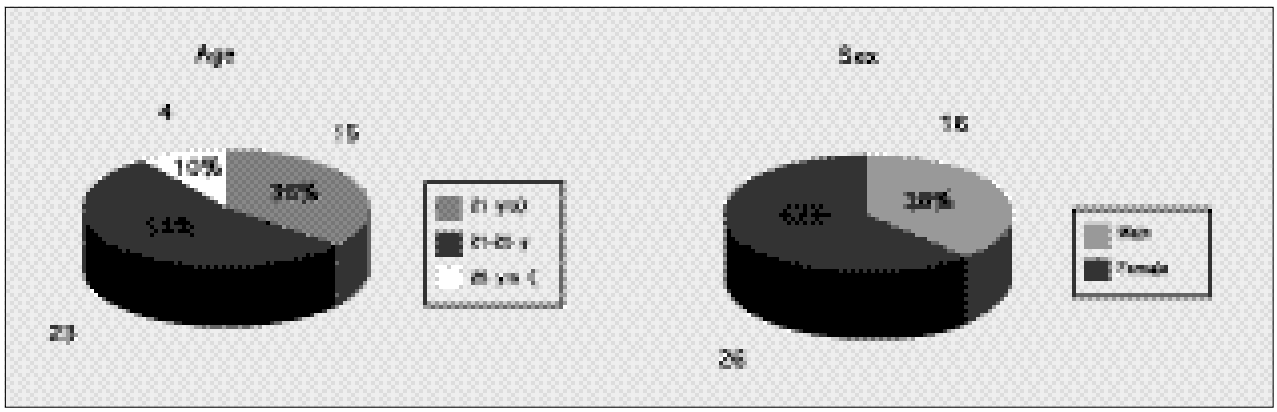

Fig. 1. Sex and age distribution

게 된다. 환자는 성별, 수술방법, 하악골의 이동량, 술전 관절증상유무,과두재위치장치의 적용유무 등에 따라 분류 하였다 (Table 1).

2) 측정항목

술전, 술후 1개월, 술후 6개월에서 아래의 항목을 공통으로 측정하였다.

① 하악운동

최대개구량, 좌, 우 한계운동범위, 개폐구시 최대 속도

② 하악의 개폐구 형태 (Fig. 2)

• 전두면

직선형 F1 : 개구로의 최종점과 개폐구로의 궤적이 좌우 2mm의 폭을 벗어나지 않는 경우

단순편위형 F2 : 개구로의 최종점이 중심선의 좌우 2mm 폭을 벗어나지 않고 개구로의 편위가 중심선의 한쪽 방향에서만 일어나는 경우

복잡편위형 F3 : 개구로의 최종점이 중심선의 좌우 2mm 폭을 벗어나지 않고 개구로가 정중선을 1회 이상 교차하는 경우

단순편향형 F4 : 개구로의 최종점이 중심선의 좌우 2mm 폭을 벗어나면서 개구로의 편향이 중심선의 한쪽 방향에서만 일어나는 경우

복잡편향형 F5 : 개구로의 최종점이 중심선의 좌우 2mm 폭을 벗어나면서 개구로가 정중선을 1회 이상 교차하는 경우

• 시상면

일치형 S1 : 개폐구로의 궤적이 하나의 선으로 나타나는 경우

비일치형 S2 : 개폐구로의 궤적이 2개의 선으로 나타나는 경우

③ 관절증의 증상유무 (환자의 주관적 증상, 술자의 촉진, transcranial view등을 통한 동통 및 잡음의 유무)

Table 1. Grouping of patients

	Groups	Number of patients (%)
Sex	Male	16 (38.1)
	Female	26 (61.9)
Operation method	SSRO	36 (85.7)
	SSRO + LeFort I	6 (14.3)
Amounts of mandibular movement	5mm ≥	5 (11.9)
	6mm ~ 10mm	22 (52.4)
	≥ 11mm	15 (35.7)
Presence of preoperative TMJ symptoms	Yes	19 (45.2)
	No	23 (54.8)
Repositioning device	Applied	11 (26.2)
	Non - Applied	31 (73.8)

3. 통계 및 분석

통계처리는 각 계측치에 대해 통계적 분석 Microsoft Excel®을 이용하여 평균 및 표준편차등을 구하였으며, 각 군의 각 항목사이의 비교를 위해 반복측정자료의 분산분석법 (Repeated Measures ANOVA) 및 피셔의 정확검증법 (Fisher's Exact Test)으로 유의성을 검증하였다.

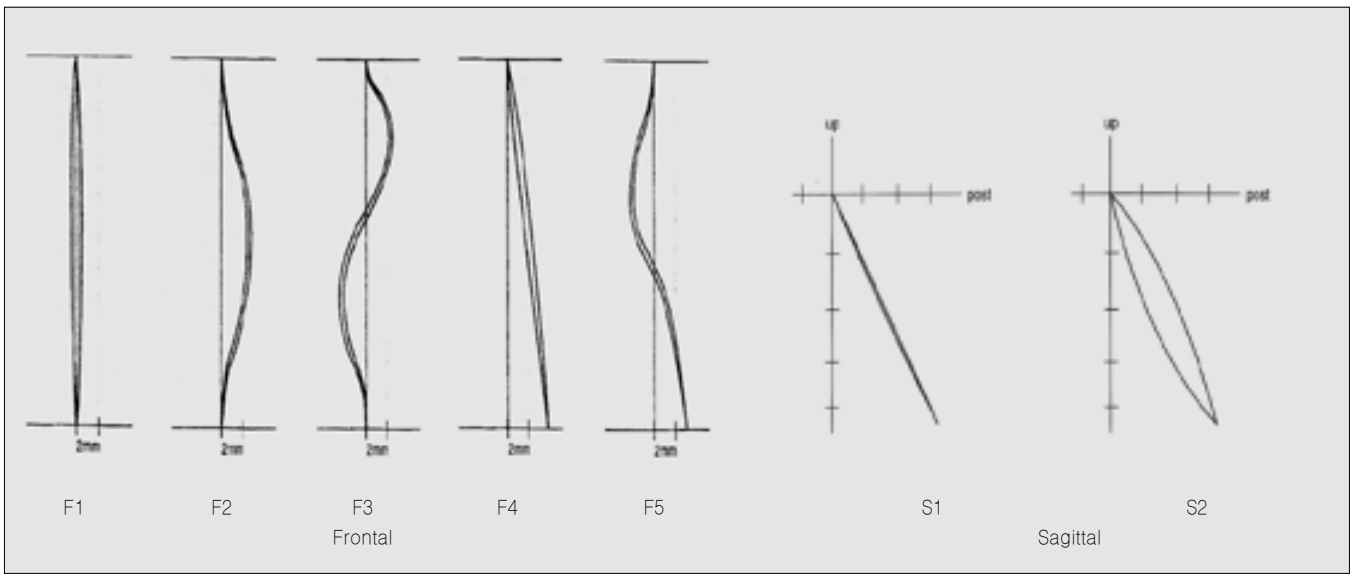

Fig. 2. Classification of opening and closing path in frontal & sagittal plane.

Ⅲ. 연구성적

1. 성별, 수술방법, 하악이동량

성별에 따른 최대개구량은 술후 1개월에서 남자가 41.44mm에서 23.10mm로, 여자의 41.65mm에서 17.41mm보다 회복이 빠르며, 술후 6개월에서는 남녀 각각 36.22mm, 35.89mm로 남자가 더 크게 나타났다. 측방운동의 경우 술전, 술후 모두 여자의 경우가 우세하였다. 개폐구속도에서 개구시는 남자의 경우가 크게 나타나 유의성을 보였다(Table 2).

수술방법에 따른 최대개구량의 차이는 SSRO만을 시행한 경우가 SSRO와 LeFort I 골 절단술을 동시에 시행한 경우보다 회복이 더 좋게 나타났으나 통계적으로 두 군사이의 유의성은 없었다(Table 3).

하악이동량에 따라 분류한 3 group 사이에서는 하악골의 이동량이 6～10mm 군이 개폐구속도를 포함한 하악운동의 회복이 가장 좋게 나타났다. 좌측측방운동의 경우는 유의성을 보였다(Table 4).

2. 개폐구 형태

전두면상에서 술전에는 복잡편향형 및 단순편향형이, 술후1개월에서는 단순편위형 및 단순편향형이, 술후 6개월에서는 복잡편향형 및 단순편향형이 우세하였으며, 시상면에서는 술전에 비일치형, 술후 1개월에 일치형, 술후 6개월에 비일치형이 우세하였다(Table 5).

Table 2. Comparison according to the sex

	Sex	Preoperative	1 Mo after surgery	6 Mo after surgery
Male (n=16)	Max. opening	41.44±5.61	23.10±5.72	36.22±4.47
	Rt lateral	7.96±1.91	6.11±1.22	7.60±2.21
	Lt lateral	8.23±2.20*	5.44±1.39*	6.66±2.04*
	Max. opening vel	331.88±71.47*	270.06±64.17*	300.56±65.21*
	Max. closing vel.	320.25±78.78	217.13±44.53	282.19±64.82
Female (n=26)	Max. opening	41.65±6.56	17.41±6.50	35.89±21.42
	Rt lateral	9.38±3.01	6.12±1.79	9.85±4.40
	Lt lateral	9.13±2.31*	6.30±1.75*	9.38±3.21*
	Max. opening vel.	310.58±73.07*	204.54±64.56*	278.12±62.27*
	Max. closing vel.	332.77±69.89	180.08±56.65	290.27±74.38

* : P < .05

Max. opening, Rt. & Lt. lateral : mm±SD

Max. opening & closing velocity : mm/sec±SD

Table 3. Comparison according to the method of operation

	Operation method	Preoperative	1 Mo after surgery	6 Mo after surgery
SSRO (n=36)	Max. opening	41.00±5.83	19.70±6.89	36.23±6.05
	Rt lateral	8.75±2.27	6.14±1.36	8.83±3.64
	Lt lateral	8.51±2.01	5.88±1.48	8.16±3.05
	Max. opening vel.	316.50±74.20	225.17±75.61	287.89±57.56
	Max. closing vel.	326.78±73.59	194.00±57.25	289.17±74.81
SSRO+LeFort I (n=6)	Max. opening	44.99±7.46	18.86±6.36	34.75±7.63
	Rt lateral	9.27±4.81	6.00±2.70	9.80±5.17
	Lt lateral	10.45±3.28	6.53±2.60	9.47±3.47
	Max. opening vel.	331.83±64.34	255.50±27.22	279.33±99.39
	Max. closing vel.	335.33±73.20	195.33±42.14	275.33±31.94

Max. opening, Rt. & Lt. lateral : mm±SD

Max. opening & closing velocity : mm/sec±SD

Table 4. Comparison according to the amounts of mandibular movement

	Amounts of mandibular movement	Preoperative	1 Mo after surgery	6 Mo after surgery
≤ 5mm (n=5)	Max. opening	42.67±6.16	18.73±3.24	35.50±2.26
	Rt lateral	10.24±3.49	7.04±1.37	9.80±3.50
	Lt lateral	9.18±3.78*	7.08±1.04*	8.74±1.21*
	Max. opening vel.	333.60±92.93	271.20±30.65	267.60±21.73
	Max. closing vel.	362.40±92.11	200.80±52.95	292.40±53.82
6mm-10mm (n=22)	Max. opening	40.42±5.65	19.91±7.34	36.75±5.93
	Rt lateral	9.01±2.34	6.11±1.76	9.48±4.52
	Lt lateral	9.16±2.45*	6.31±1.81*	9.24±3.46*
	Max. opening vel.	297.95±50.72	220.27±72.40	282.41±69.08
	Max. closing vel.	320.18±65.64	189.55±61.18	287.23±74.55
≥ 11mm (n=15)	Max. opening	42.90±6.89	19.37±7.01	35.12±7.56
	Rt lateral	8.11±2.87	5.81±1.31	7.99±2.78
	Lt lateral	8.11±1.19*	5.11±1.18*	6.90±2.49*
	Max. opening vel.	344.13±86.91	229.13±77.51	299.27±64.94
	Max. closing vel.	328.00±77.95	198.80±48.38	285.40±73.45

* : P < .05

Max. opening, Rt. & Lt. lateral : mm ±SD

Max. opening & closing velocity : mm/sec± SD

Table 5. Change of the pattern of the opening & closing of mandible

	Pattern of the opening & closing	Preoperative	1 Mo after surgery	6 Mo after surgery
Frontal (n=42)	F1	0	5	1
	F2	2	14	5
	F3	11	5	6
	F4	14	14	15
	F5	15	4	15
Sagittal (n=42)	S1	12	27	15
	S2	30	15	27

3. 술전 관절증 유무, 과두재위치장치 적용, 관절증 변화

술전 관절증 유무에 따른 비교에서는 최대개구량은 관절증이 있는 군에서 술전 42.79mm에서 술후 6개월에 35.26mm, 관절증이 없는 군에서는 40.56mm에서 36.64mm로 관절증이 없는 군의 회복이 더 우수하였다. 측방운동의 회복도 관절증이 없는 군에서 더 우수하였으나 통계적 유의성은 없었다(Table 6).

과두재위치술의 적용군과 비적용군사이의 하악운동의 한계운동은 크게 차이가 없었다. 다만 개폐구 속도에서 비적용군의 회복률이 더 좋게 나타났다. 그러나 이의 통계적 유의성은 없다(Table 7).

과두재위치술을 적용하지 않은 군(11명) 중 술후 관절증의 완화가 나타난 경우가 6례, 과두재위치술을 적용한 군(31명)에서 술후 관절증의 완화가 나타난 경우가 6례로 나타나 통계적으로 유의성을 나타내었다(Table 8).

Ⅳ. 고 찰

1. 하악운동의 측정

하악운동의 정상범위는 다양하게 보고되고 있는데 이것은 어떠한 기구를 사용하여 어떻게 측정하여졌는가에 따라 다르다.

Table 6. Comparison according to the presence of preoperative TMJ symptoms

Presence of preoperative TMJ symptoms		Preoperative	1 Mo after surgery	6 Mo after surgery
Yes (n=19)	Max. opening	42.79±5.45	20.04±6.77	35.26 ± 5.48
	Rt lateral	9.18±2.64	5.89±1.75	8.32 ± 3.39
	Lt lateral	8.58±2.14	5.72±1.60	8.04 ± 2.11
	Max. opening vel.	303.89±78.55	232.26±74.72	273.53 ± 44.15
	Max. closing vel.	317.89±69.06	189.16±55.85	274.68 ± 56.82
No (n=23)	Max. opening	40.56±6.61	19.19±6.86	36.64 ± 6.82
	Rt lateral	8.53±2.78	6.31±1.42	9.54 ± 4.18
	Lt lateral	8.96±2.43	6.18±1.71	8.59 ± 3.76
	Max. opening vel.	330.91±66.04	227.22±69.98	297.52 ± 75.27
	Max. closing vel.	336.35±76.09	198.35±55.01	297.52 ± 79.33

Max. opening, Rt. & Lt. lateral : mm±SD

Max. opening & closing velocity : mm/sec±SD

Table 7. Comparison according to the application of the repositioning device

Repositioning device		Preoperative	1 Mo after surgery	6 Mo after surgery
Applied (n=31)	Max. opening	42.10±5.94	19.09±7.49	36.37 ± 6.18
	Rt lateral	9.22±2.73	6.24±1.69	9.34 ± 4.32
	Lt lateral	9.09±2.45	6.12±1.76	8.56 ± 3.55
	Max. opening vel.	327.52±67.90	211.19±67.90	281.10 ± 54.03
	Max. closing vel.	332.52±66.15	192.13±60.30	283.48 ± 70.66
Non-Applied (n=11)	Max. opening	40.10±6.77	20.95±4.00	35.03 ± 6.52
	Rt lateral	7.62±2.36	5.75±1.16	7.84 ± 1.10
	Lt lateral	7.93±1.50	5.55±1.31	7.74 ± 0.97
	Max. opening vel.	293.82±81.90	281.09±55.23	302.36 ± 86.30
	Max. closing vel.	315.27±91.14	200.00±37.40	297.64 ± 71.12

Max. opening, Rt. & Lt. lateral : mm±SD

Max. opening & closing velocity : mm/sec±SD

Table 8. Change of the TMJ symptoms according to the application of the repositioning device.

		Presence of preoperative TMJ symptoms			
		Yes (n=19)		No (n=23)	
	Change of symptoms	Improved(n=12)	No change(n=7)	Worsened(n=1)	No change(n=22)
Repositioning device	Applied(n=31)	6	2	1	22
	Non-applied(n=11)	6*	5	-	-

This comparison was tested by Fisher's Exact Test

* : P < .05

정 등[1]의 국내 20대 청년층을 중심으로 하악운동범위를 연구한 바에 의하면 mm자를 이용한 평균 최대수직거리는 남자의 경우 55.9mm, 여자의 경우가 49.7mm 였으며, 측방운동시 남자는 우측이 8.6mm, 좌측이 9.0mm, 여자의 경우 우측이 8.5mm, 좌측이 8.9mm 였다. 또한 한 등[2]이 10대를 중심으로 연구한 결과 남자의 경우는 증령에 따른 최대개구량의 증가를 보여 주었으며, 측방운동의 증령에 따른 변화는 없었다고 한다. 강 등[3]은 하악절치부에서 하악의 최대 측방운동을 측정하여 우측은 11.3mm, 좌측은 10.9mm의 평균값을 가진다고 하였다. Bell 등[16]은 절치간거리가 50～55mm, 측방운동은 평균10mm, 전돌운동은 8～10mm 정도가 정상범위라 하였다. 악교정 환자의 경우 Storum 등[17]은 악교정 수술후 40mm이하를 저운동성이라 하였으며, 진 등[18]은 악교정 수술후 40mm는 적당한 개구량으로 간주하였다. 본 연구에서는 성별에 따른 최대개구량에 있어서 남녀 군 사이의 차이는 크게 나타나지 않았으며, 측방운동의 경우 좌측으로의 운동에서 여자가 크게 나타남을 보였으나 이에 대한 뚜렷한 원인은 찾기가 어려웠다.

대부분의 경우 수직 거리라 할지라도 mm 자를 사용할 경우 개구시 하악이 후방으로 이동하는 양을 포함하여 측정되는 일종의 회전운동의 시작과 끝점을 측정하여 나타내어지는 것이다. 그러나 MKG를 사용한 본 연구의 경우 시작점에서 종말점까지의 수직거리를 측정하여 나타내어지는 것으로 개구시 전두면상에 나타나는 수직거리는 실제 이동량보다 적게 나타나며, 개구시 3차원적인 하악의 실제거리와는 차이가 있는 것임을 고려하여야 한다. 기 등[6]이 MKG를 이용하여 측두하악장애환자를 정상인과 비교한 연구를 보면, 최대개구량에서 정상인군이 41.4mm로 나타나는데 이는 앞에서 연구된 50mm이상이 정상인 것으로 간주되어지는 것과는 차이를 보인다. 이는 MKG의 계측치가 3차원적으로 계산되지 않은 것이며, 41.4mm를 나타낸 정상군의 최대개구량을 3차원적인 실제이동거리로 계산하면 60.8mm정도 되었다고 보고하였다.

2. 악교정 수술과 하악운동

Aragon 등[19]의 연구에 의하면 55명의 악교정 수술 시행환자에서 최대개구량이 SSRO의 경우는 29%, VRO 10% Lefort I 골 절단술과 SSRO 28%, Lefort I 골 절단술과 VRO 9% 각각 감소하여 SSRO를 동반하여 수술하는 경우가 다른 수술보다 하악운동에 장애를 가지는 것으로 보고하였으며, Storum 등[20]의 연구에서도 다른 수술법과 비교하여 SSRO의 경우 최대개구량, 전방, 측방운동등이 술후에 줄어든다고 보고하였다. 각 수술에서 최대개구량의 회복 양상에 대한 차이에 관해서도 Boyd 등[21]이 연구하였는데, Lefort I 골 절단술 환자 군에서는 술후1개월에 술전의 약 83%, 6개월이 지나서는 술전보다 더 좋은 개구량를 보이며, 하악전진술을 시행한 SSRO군에서는 술후 1개월까지 저운동성을 보이다가 술후2개월에 빠르게 회복, 술후 6개월에는 술전의 96.2%까지 회복되며, 하악후퇴술을 시행한 IVRO군에서는 악간고정을 제거한 직후부터 점차 회복을 나타내어 술후2개월에 술전의 78%회복, 술후3개월에 술전의 90%까지 회복을 나타낸다고 하였으며, 측방운동도 같은 양상을 나타낸다고 보고하였다. 국내에서도 진 등[18]의 연구에 의하면 VRO와 SSRO를 비교하여 보았을 때 SSRO의 경우가 운동량회복이 느린 것을 나타내어 동일한 결과를 보인 것으로 나타나고 있다. 하악골후퇴술후 최대개구량을 기하학적으로 예상하여 연구한 Stacy[22]의 보고에 의하면, SSRO 후의 개구회복정도는 술후 9개월후에 술전의 90% 정도로 회복하였는데 그 원인으로 술후 짧아진 하악골길이와 전치의 위치변화 등으로 설명하였다.

본 연구에서는 SSRO 및 LeFort I 골 절단술을 동반한 SSRO 수술환자만을 대상으로하여, 그 결과 SSRO만을 시행한군은 최대개구량의 평균값이 술전이 41.00±5.83mm. 술후 1개월에서 19.70±6.89mm로 술후 1개월에 술전의 52%감소가 나타났으며, 술후 6개월까지는 36.23±6.05mm로 술전의 88%까지 회복되어 Stacy 의 연구와 일치하였다. LeFort I 골 절단술을 동반한 경우에 있어서는 술전, 술후 1개월, 술후 6개월 값이, 44.99±7.46mm, 18.86±6.36mm, 34.75±7.63mm로 각각 나타나 술후 6개월까지 술전의 약77%의 회복을 나타내었다. 각 군내에서 술전, 술후 1개월, 술후 6개월 사이의 운동량사이에는 통계적 유의성을 가지나, 두 군 사이에서는 큰 차이가 없었다.

하악골의 이동정도가 술후에 미치는 영향은 주로 재발 즉, 회귀율에 관해 주로 연구[23]되어져 왔으며, SSRO의 경우 원심골편의 후퇴정도가 하악각등에 영향을 줄 수 있음이 연구[24]되어졌다. Hackney[25]와 Ware 등[26]은 하악골의 이동정도가 과두의 위치나 각도에 영향을 미치지 않는다고 하였고 통계적 유의성도 가지지 못한다고 하였으나, Twinzing, Swart등이 시행한 건조두개골에 있어서 하악지 시상골절단술 이후의 과두의 위치변화에 대한 기하학적인 모델에 의하면, 하악후퇴량이 클수록 과두간의 폭경이 감소하고 과두장축각이 변화하게 되어 과두위치가 변위된다고 하였다. 이 등[27]도 하악골의 후퇴량이 증가할수록 하악과두의 위치변화가 많은 것으로 보고하였다. 이러한 과두의치의 변위는 술후의 과두운동에 간접적인 영향이 미칠수 있음을 시사하는 것이며, 이로 인한 하악운동의 변화도 관찰될 수 있을 것이다. 그러나 하악골위치변화의 정도에 따른 하악골운동변화에 관한 연구는 희박하다. 동일한 회전중심을 여러 동심원을 생각해 보면, 직경이 작은 동심원이 원호가 작아지는 단순한 기하학적 원리를 생각해 볼 수 있으나, 이를 다양한 요소가 작용하는 인체에 직접 적용하는 것은 무리이다. 과두의 회전중심을 결정하고 하악의 후퇴량을 측정하고 술후 하악의 최대개구량을 기하학적으로 계산하여 실제 술후의 최대개구량과 비교한 Stacy[22]의 연구에 의하면, 술후 하악골길이가 짧아지는 것을 그 원인의 하나로 고찰하고 있다. 같은 각도로 작용하는 하악과두의 회전을 생각한다면 큰 무리가 없을 것이다. 그러나 술후 근육재부착 및 길이의 변화, 변화된 근활성도 등에 관한 추가적인 연구가 시행되어야할 것으로 사료된다. 본 연구에서는 하악골 이동량에 따른 세 군에서 좌측 측방운동을 제외하고는 통계적 유의성이 없었다. 이는 비록 상기의 연구처럼, 하악골의 이동량에 따라 과두의 위치나 각도가 변한다 하더라도, 술후 하악골의 운동에는 크게 영향을 받지

않는 것으로 볼 수 있다. 그러나 이러한 하악골의 이동량에 따른 운동에 관해서도 과두의 위치등과 연관하여 추가적인 연구가 필요할 것이다.

3. 하악골의 운동형태

정량적인 하악운동회복정도 이외에 저작 및 하악운동양상을 포함한 정성적인 분석에 관한 연구가 악변형증환자를 대상으로 한 경우는 매우 드물다. Nagamine 등[11]은 MKG를 이용하여 하악전돌증 환자의 SSRO후의 하악골의 운동이 좀더 부드러워지고 조화로와 진다고 하였다. 본 연구에서 나타난 개폐구 양상변화에 의하면 전두면상에서, 술전에는 복잡편향형, 단순편향형, 복잡편위형, 단순편위형의 순으로, 술후 1개월에는 단순편위형, 단순편향형이 우세하고 직선형, 복잡편위형, 복잡편향형은 비슷하게 나타나며, 술후 6개월에서는 다시 복잡편향형, 단순편향형, 복잡편위형, 단순편위형의 순으로 나타났다. 이러한 순위 상으로 보면 술전과 술후 6개월이 같은 순서로, 술전으로 회귀하는 양상으로 술후 일정한 시간의 경과 후에 술전의 개폐구양상으로 회복된다고 볼 수 있겠다. 또한 전두면에서 하악의 개폐구 운동양상을 보았을 때, 개폐구로가 완전히 일치하는 직선형은 거의 찾아볼 수 없었으며 술후 1개월에 몇 명의 환자에서 나타났다. 그러나 술후 6개월에는 거의 찾아볼 수 없는데 이는 술후 1개월에는 하악골운동의 회복이 완전히 되지 않아 개구제한을 보이는 범위내에서는 직선형으로 나타남을 볼 수 있다.

시상면에서의 개폐구로의 양상을 보면 술전에는 비일치형이 주를 이루지만 술후 1개월에서는 일치형으로, 술후 6개월에서는 다시 비일치형으로 가는 양상을 나타내었다. 이 또한 술후 1개월에서는 하악골의 완전하지 못한 회복운동의 결과로 해석할 수 있겠다.

악교정 수술후의 하악운동 형태변화에 관해서는 관절증, 과두위치등과 연관해서 좀 더 구체적이고, 세밀한 연구가 필요시 된다.

4. 악관절증 및 과두재위치술과 하악운동

악교정수술후과 관절증의 연관성에 관해서는 크게 악교정 수술이 관절증을 개선[28-31] 혹은 악화[32,33] 시킨다는 두 부류로 나뉘어져 많은 의견들이 있어왔다.

O' Ryan 등[34]의 하악골전진술을 행한 10명의 환자들을 대상으로 한 연구에서는 35%가량이 술전에 존재하지 않았던 악관절증(통증 및 잡음)이 술후에 생긴 것을 보고하였다. 그러나 Wisth[35]에 의하면, 술후에 악관절증이 개선됨을 보고하여 상반된 의견을 보이고 있다. De Clercq 등[36]은 술후에 환자의 77% 정도가량이 개선을 느끼는 것으로 보고하면서, TMJ 기능면에서는 40%, 저작기능면에서는 41%의 주관적개선을 보인다고 하였다.

White 등[28]은 악관절증은 골결성 Ⅱ급 및 Ⅲ급에서 많이 나타나며, 술후에 증상이 개선됨을 보고하였으며, Gaggl 등[37]은 골결성 II급 환자라 하더라도 술후에 교정 치료가 동반되는 군이 악관절증에 더 좋다고 한 바 있으며, Kerstens[29]과 De Clercq 등[30]은 하악각에 따라 환자를 분류하여 술후 악관절증의 개선 정도를 연구한 바 있다.

Onizawa 등[38]의 연구를 보면, 관절증을 가진 악교정수술환자 30명과 정상인 30인의 비교에서, 악교정 수술후에 관절증이 하악운동에 크게 영향을 미치는 요소라고 하지는 않지만, 관절증을 가진환자군이 정상인군보다 측방운동의 제한을 가지는 것으로 보고하였다. 또한 관절증상중 잡음(click)을 보이는 환자군에 있어서 술후 3개월, 6개월 검사시에 잡음이 없는 환자군보다 최대개구량, 측방운동 및 전방운동에 제한을 나타냄을 보여 주었다. 관절잡음이 있는 환자군에서는 술후 3개월에서는 최대개구량의 30%정도의 감소를 보여 주었으나 이때는 관절잡음이 줄어들고, 술후 6개월에서 최대개구량이 회복됨에 따라 다시 관절잡음이 증가함을 나타내었다고 하여, 관절잡음이 술후 하악골운동정도와 연관이 있을 것으로 예상하였으나 부정교합의 개선이 반드시 연관되는 것은 아니라고 하였다.

Harper[39]는 25명의 악관절증이 없는 환자와 33명의 악관절증이 있는 환자에서 악교정 수술후에 하악운동 및 악관절증의 변화, 하악과두의 경로변화 등을 axiograph를 사용하여 보고하였는데, 술전에 악관절증이 있었던 환자군에서 술후에 하악운동이 통계적으로 유의성 있게 제한되어 나타남을 알 수 있었다. 그러나 술전에는 악관절증의 유무에 상관없이 하악의 운동이 비슷한 양으로 나타나는 것을 보아, 술전에 악관절증이 있다하더라도, 환자들의 관절이 생리적으로 적응되어있는 것으로 보았다. 악교정 수술자체가 악관절증에 영향을 주는 정도로는 술전에 약 60개의 관절이 internal derangement의 증상이 술후 47개로 줄었다고 하여 긍정적으로 해석하였으며, 술후에 하악과두의 경로분석을 통한 악관절증해소 정도도 약 28%의 호전을 보였다고 하였다. 수술방법에서의 차이는, 하악을 후퇴시키거나, 상악만 압하(impaction)하는 수술이 하악을 전진시키거나, 양악을 수술하는 것 보다 관절증에 좋은 효과를 가져다준다고 하였다. 이는 하악을 후퇴시키는 수술에서는 하악과두의 미세한 전방회전으로 인하여 과두-원판 관계가 개선되는 것이며, 하악전진수술에서는 반대의 현상으로 그 관계가 악화된다고 하였다. 또한 상악만 수술하는 경우는 하악과두에 수작업을 하지 않으므로 당연히 양악을 수술하는 경우보다 악관절증에 유리한 것으로 분석하였다. Simonis[40]와 Neff 등[33]도 axiograph를 이용하여 술후 악관절증의 변화에 관해 연구하였다. 본 연구에서 술전에 악관절증을 보인 환자 19명중 술후에 증상완화가 나타난 환자는 12명 이었으며, 나머지 7명은 무변화를 보였다. 또한 술전에 증상이 없던 환자에게서 술후에 증상이 나타난 경우는 1명 이었다. 술전에 악관절증의 증상을 보인 환자군과 그렇지 않은 환자군의 술후 하악운동을 비교하여 보았을 때, 두 군사이에서 통계적으로 유의하게 나타난 것은 없었다. 이러한 결과는 악관절증의 병력이 있다고 해서 하악운동에 직접적인 영향을 받는 것은 아니라고 한 Rieder[41]의 연구와 유사한 결과이다. 이것이 술전에 증상이 있던군에서 술후에 증상이 호전 됨으로 해서 운동량의 차이를 나타내지 않는 것인지는 분명하지 않다. 그러나 19명의 환자중 12명 (63%)에

서 증상완화가 일어났으며, 특히 관절재위치술을 적용하지 않은 군에서 관절증의 완화가 더 유의성 있게 나타난 것은 주목해 볼 만하다. 이를 통하여 술전의 악관절증의 유무가 술후 하악골운동에 영향을 크게 미친다고 생각해 볼 수는 없으나 증상완화에 도움이 된다고 해석할 수 있겠다.

악관절증을 분석하고 그 영향을 주는 요소로 MKG상에서 측정가능한 것중 개폐구 속도를 들 수 있다. 기 등[6]에 의하면 악관절증을 가지는 환자군과 정상군 사이에 유의한 차이가 없었다고 하였으나 김 등[42]의 악관절증환자와 정상군의 하악운동개폐속도 비교에 관한 연구를 보면, SVT C-II로 환자군과 대조군을 비교하여, 환자군에서 최대개폐구 속도가 현저히 느린 것을 보고하였고, 이를 安部의 견해로 설명하면서, 환자군에서 근경련이나 근피로, 근기능의 비정상정인 항진등을 원인으로 들었다. 또한 손[43]의 연구에 의하면, 하악 개폐운동시 최대개폐구속도는 개개인의 고유성으로 인하여 정량적 평가는 어려우나, 악관절의 기능이상은 수직속도의 균일성의 파악 등으로 가능할 것 이라고 하면서 개폐구시의 수직속도의 임상적용을 제시하였다. McCall 등[44]은 MPD 환자에서 속도변화의 차이로 치료성공여부를 확인할 수 있다고 하였다. 악관절증환자를 분류하여 하악운동을 평가한 김 등[7]은 하악의 운동범위가 감소하면 하악의 운동속도가 감속하는 것을 관찰하였다. Mizumori 등[45]은 악관절환자의 저작운동시 저작속도을 측정하여 하악전돌환자에서 최대개폐구속도가 감소한다고 보고하기도 하였다. 또한 정상교합자와 골결성Ⅲ급 부정교합자의 저작운동형태를 비교한 성 등[12]에 의하면, 정상군이 골격성Ⅲ군보다 최대개폐구속도가 빠르게 나타난다고 하면서, 이를 부정교합자의 저작효율이 정상교합자에 비해 떨어지기기 때문으로 풀이하였다.

본 연구에서는 모든 군에서 수술후 1개월에서 급격한 감소를 보이다가 술후 6개월에 다시 회복하는 것을 나타내었다. 그러나 술후 6개월에서 술전의 속도만큼 회복한 경우는 없으며, 이는 술후 평균 12일간 시행한 악간고정으로 인한 근위축 및 수술로 인한 근육길이의 감소등이 그 원인으로 작용하였으리라 추측해 볼 수 있으며 이에 관해서는 근육피로, 근육활성도, 근육길이 등과 연관하여 추가적인 연구가 있어야 할 것으로 사료된다. 또한 술후 계측치와 정상 골격군과의 비교도 필요할 것이다.

악교정 수술시 과두재위치변화에 관해서는 지금까지도 논란의 대상이 되고 있으며, 사용유무도 술자에 따라서 다르게 선택되어진다. 과두재위치기구의 사용을 옹호하지 않는 학자들에 의하면, 이는 숙련된 기술을 요구하며, 수술시간을 길게 한다는 단점을 주장한다.

과두재위치기구는 1976년 Leonard 등[46]이 처음 그 사용에 관해 기술후 많은 변화를 거쳐왔으며, 현재는 하악의 근심골편과 상악의 치열이나 zygomatic buttress 와 같은 부위를 좀더 견고하게 연결할 수 있는 plate system으로 발전해 왔다. 하악과두위치의 변화에 관한 입장도 학자들 마다 다르게 나타나는데 Posselt[47]의 연구에 의하면 전신마취하에 하악과두가 더 후방위치하지 않으며, 이는 ligament와 연관된 것이라 하였으나, Boucher등[48]의 연구에 의하면 전신마취하에서 좀더 후방에 위치하는데 이는 근육, 특히 외익돌근의 영향이라고 발표하였다. 또한 McMillen[49]의 연구에 의하면 의식이 명료한 상태와 비교하여 전신마취시에 하악과두가 후방위치를 하지만 그 정도는 평균 0.28mm라하였으며, 이때는 손가락으로 하악우각부를 받치고 있어도 하악과두가 관절와로부터 약 2.43mm정도 수직이동하는 것을 밝혀내어, 하악거상근이 하악과두의 관절와위치와 유관하다하였다. 수술시에도 하악과두사이의 거리 혹은 하악과두사이의 이루는 각도등을 연구한 결과를 보면, 하악의 시상골 절단술을 행하였을 때, 하악을 후방위치시키는 술식에서는 그 각도가 줄어들고, 전방위치시키는 술식에서는 그 각도가 증가함을 알 수 있다. 특히 하악을 후방위치시키는 술식에서는 하아과두의 lateral pole은 전방으로, medial pole은 후방으로 위치한다고 하였다. SSRO를 사용하여 20명의 하악전진술을 시행한 Rotskoff 등[50]의 발표에 의하면, 과두재위치술을 사용하지 않은 10명의 군이 사용한 10명의 군에 비하여 술후 하악과두의 수직, 수평적 이동이 유의할정도로 많이 나타났다고 하였다.

Neff 등[33]이 axiograph를 이용하여 연구한 바에 의하면, proxiaml segment를 positioning 하지않은 골격성 Ⅲ급군중 하악골 후퇴술만을 받은 경우에 하악과두가 술전보다 좀더 전하방으로 이동한다고 보고하였다. Helm 등[51]은 axiography로 최대개구량, 전,측방운동 및 joint track length와 inclination 등을 방사선 사진등과 함께 연구하여 술전후의 과두재위치정도를 비교하였다.

이와 같은 사항을 종합해보면, 하악과두의 위치는 의식유뮤상태, 환자의 위치, 근육의 마취상태등에 영향을 받는 것으로 사료되어지며, 수술시 하악과두위치의 정확한 재현을 위해서는 과두재위치기구가 필요함을 알 수 있다. 그러나 이 정확한 재현의 정도가 임상적으로 어느정도의 효과를 나타내는냐 하는 것을 평가하는 데는 어려움이 있다. 강 등[52]은 하악과두 재위치장치를 사용하지 않고 술자의 경험에 의한 수작업을 통하여 SSRO를 시행한 20명을 대상으로 연구하여 술후 회귀량, 과두의 위치변화, 관절증상등에서 크게 영향을 미치지 않음을 보고하고 수작업법에 의한 수술방법의 유용성을 보고하고 있으며, 최근에는 CT[27,53,54] MRI[55,56] 등을 이용하여 술전후의 과두 및 악관절에 대한 연구가 이루어지고 있다.

본 연구에서는 과두재위치기구 사용군(31명)과 비교해 볼 때 미사용군(11명)의 하악운동의 양상은 크게 차이를 나타내지 않았다. 그러나 개폐구의 속도회복에 있어서 과두재위치술을 적용하지 않은군에서 회복률이 더 빠르게 나타났는데 이는 과두재위치기구를 사용하지 않으므로 해서 수술시간 단축과, 수술시 과두재위치술의 적용시에 근육의 과도한 견인이 없으므로해서 근육의 술중, 술후 피로도를 낮추게 되는 것이 주 원인으로 작용하지 않았을까 추측해 볼 수 있겠다. 술후 하악골의 한계운동에 관해서 큰 차이를 보이지 않는 것은 상기의 선학들에 의해 연구되어진 과두의 위치, 수술시 과두재위치장치의 유무에 상관없이 술후의 하악골 운동정도의 변화는 비슷하다고 해석할 수 있는데, 이로 인해 과두재위치 장치의 불필요성을 뒷받침하기에는 불충분하며, CT, MRI등의 사용과 술전, 술후의 과두위치의 3차원적인 재형성을 통하여 추가적인 연구가 있어야 할 것으로 생각된다.

Ⅴ. 요 약

저자는 1999년 6월부터 2000년 4월까지 경북대학교병원 구강악안면외과에서 하악골 후퇴를 위해 SSRO 혹은 LeFort I 골 절단술을 동반한 SSRO를 시행받은 환자 42명을 대상으로 술전, 술후 1개월, 술후 6개월에 각각 MKG를 이용하여 하악운동량 및 양상을 조사하고 이를 몇 가지 요소에 따라 군으로 나누어 계측치를 측정, 연구한 바 아래와 같은 결과를 얻었다.

1. 남녀 성별에 따른 두 군 사이에서, 좌측운동량의 변화 및 최대개구속도의 변화량은 유의한 차이가 있었으며($p<0.05$), 그 외의 항목은 차이가 없었다.
2. SSRO만을 시행 받거나 혹은 LeFort I을 동반하여 SSRO를 시행받을 경우, 수술방법에 따른 하악운동량의 변화는 유의성이 없었다.($p>0.05$)
3. 하악골이동량에 따른 세 군에서 각 군사이의 하악운동량의 변화는 좌측 측방운동량에서는 6~10mm의 이동군이 가장 우수하였으며($p<0.05$), 그 외의 항목은 통계적 유의성이 없었다.
4. 하악골의 개폐구 양상은 전두면 상에서 술전이 복잡편향형, 단순편향형, 복잡편위형, 단순편위형, 직선형 순이었고 술후 1개월에서는 단순편향형, 단순편위형, 복잡편위형, 직선형, 복잡편향형 순이며, 술후 6개월에서는 술전과 같은 순서였다. 또한 시상면상에서는 술전에 비일치형이, 술후 1개월에서는 일치형이 술후 6개월에서는 다시 비일치형이 우세하였다.
5. 술전 관절증의 증상유무에 따른 두 군사이의 하악운동량의 변화에는 통계적 유의성이 없었다($p>0.05$).
6. 과두재위치장치를 적용한 군과 적용하지 않은 군에서, 두 군사이의 하악운동량의 변화에는 유의성이 없었다($p>0.05$).
7. 술전 관절증이 있었던 환자중 술후 관절증의 완화가 나타난 경우가 63% 였으며, 과두재위치장치를 적용하지 않은 군에서 술후 관절증의 완화가 더 유의성있게 나타났다($p<0.05$).

참고문헌

1. 정성창, 임동우 : 하악의 운동범위에 관한 연구 -20대 청년층을 중심으로 -. 대한구강내과학회지 6:9-14, 1981.
2. 한경수, 정성창, 김영구 : 하악의 운동범위에 관한 연구 -10대를 중심으로-. 대한구강내과학회지 7:86-94, 1982.
3. 강제호, 정성창 : 하악 절치부에서의 하악운동에 관한 연구. 대한구강내과학회지 9:51-63, 1984.
4. 윤창근, 강성현, 정재헌 : Mandibular Kinesiograph(M.K.G)의 사용법 및 임상적응용 (I). 치과연구 9(1) 65-71, 1981.
5. 윤창근, 강성현, 정재헌 : Mandibular Kinesiograph(M.K.G)의 사용법 및 임상적응용 (II). 치과연구 9(3) 51-59, 1981.
6. 기우천, 김병국, 이유경 : Mandibular Kinesiograph를 이용한 측두하악장애 환자의 하악운동 분석. 대한구강내과학회지 20(1):185-193,1995.
7. 김병연, 기우천, 최재갑 : 측두하악관절내장 환자의 진단분류에 따른 하악운동 특성의 분석. 대한구강내과학회지 23:21-34, 1998.
8. Kermer Ch, Undt G, Rasse M : Surgical reduction and fixation of intracapsular condylar fractures. A follow up study. Int J Oral Maxillofac Surg 27:191-194, 1998.
9. Tűrp JC, Stoll P, Schlotthauer U, Vach W, Strub JR : Computerized axiographic evaluation of condylar movements in cases with fractures of the condylar process: a follow up over 19 years. J Craniomaxillofac Surg 24:46-52, 1996.
10. Ellis E, Fonseca RJ, Upton LG, Scott RF : A Study of the utility of measuring mandibular mobility by means of the interincisal dimension. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Feb;67:12-16, 1989.
11. Nagamine T, Kobayashi T, Nakajima T, Hanada K : The effects of surgical-orthodontic correction of skeletal class III malocclusion on mandibular movement. J Oral Maxillofac Surg 51:385-389, 1993.
12. 성기혁, 성재현 : 정상교합자와 골격성 III급 부정교합자의 저작운동형태의 비교. 대한치과교정학회지 27:801-813, 1997.
13. Steinhauser EW : Historical development of orthognathic surgery. J Craniomaxillofac Surg 24:195-204, 1996.
14. Wolford LM : The sagittal split ramus osteotomy as the preferred treatment for mandibular prognathism. J Oral Maxillofac Surg 58:310-312, 2000.
15. Ghali GE, Sikes JW : Intraoral vertical ramus osteotomy as the preferred treatment for mandibular prognathism. J Oral Maxillofacial Surg 58:312-315, 2000.
16. Bell WH, Gonyea W, Finn RA, Storum KA, Johnston C, Throckmorton GS : Muscular rehabilitation after orthognathic surgery. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 56:229-235, 1983.
17. Storum KA, Bell WH : The Effect of Physical Rehabilitation on Mandibular Function after Ramus Osteotomies. J Oral Maxillofac Surg 44:94-99, 1986.
18. 전기열, 김수경 : 악교정수술 후의 하악운동 변화에 관한 연구. 대한치과의사협회지 24 :457-468, 1986.
19. Aragon SB, Van Sickels JE, Dolwick MF, Flanary CM : The Effect of Orthognathic Surgery on Mandibular Range of Motion. J Oral Maxillofac Surg 43:938-943, 1985.
20. Storum KA, Bell WH : Hypomobility after maxillary and mandibular osteotomies. J Oral Surg 57:7-12, 1984.
21. Boyd SB, Karas ND, Sinn DP : Recovery of Mandibular Mobility Following Orthognathic Surgery. J Oral Maxillofac Surg 49:924-931, 1991.
22. Stacy GC : Recovery of Oral Opening Following Sagittal Ramus Osteotomy for Mandibular Prognathism. J Oral Maxillofacial Surg 45:487-492, 1987.
23. Reitzik M : Skeletal and dental changes after surgical correction of mandibular prognathism. J Oral Surg 38:109-116, 1980.
24. Franco JE, Van Sickels JE, Thrash WJ : Factors contributing to relapse in rigidly fixed mandibular setbacks. J Oral Maxillofac Surg 47:451-456, 1989.
25. Hackney FL, Van Sickels JE, Nummikoski PV : Condylar displacement and temporomandibular joint dysfunction following bilateral sagittal osteotomy and rigid fixation. J Oral Maxillofac Surg 47:223-227,1989.
26. Sund G, Eckerdal O, Astrand P : Changes in the temporomandibular joint after oblique sliding osteotomy of the mandibular rami. J Maxillofac Surg 11:87-91, 1983.
27. 이호경, 이상한 : 전산화단층촬영법을 이용한 하악전돌증 환자의 외과적 악교정술후 하악과두 위치변화 검토. 대한악안면성형재건외과학회지 20:191-200, 1998.
28. White CS, Dolwick MF : Prevalence and variance of temporomandibular dysfunction in orthognathic surgery patients. Int J Adult Orthodon Orthognath Surg 7:7-14, 1992.
29. Kerstens HC, Tuinzing DB, Van der Kwast WA : Temporomandibular joint symptoms in orthognathic surgery. J Craniomaxillofac Surg 17:215-218, 1989.
30. De Clercq CA, Abeloos JS, Mommaerts MY, Neyt LF : Temporomandibular joint symptoms in an orthognathic surgery population. J Craniomaxillofac Surg 23:195-199, 1995.
31. De Clercq C, Neyt L, Mommaerts M, Abeloos J, De Mot B : Temporomandibular joint symtoms in orthoganthic surgery. Acta Stomatol Belg 90:77-85,1993.
32. Hori M, Okaue M, Hasegawa M, Harada D, Kamogawa D, Matsumoto M, Tanaka H : Worsening of pre-existing TMJ dysfunction following sagittal split osteotomy : a study of three cases. J Oral Sci 41:133-139, 1999.

33. Neff A, Horch HH : Axiographic functional parameters after dysgnathia operations with special reference to the position of the temporomandibular joint. Mund Kiefer Gesichtschir 1:205-212, 1997.
34. O' Ryan F, Epker BN : Surgical orthodontics and the temporomandibular joint II. Mandibular advancement via modified sagittal split ramus osteotomies. Am J Orthod 83:418-427, 1983.
35. Wisth PJ : Mandibular function and dysfunction in patients with mandibular prognathism. Am J Orthod 85:193-198, 1984.
36. De Clerq CA, Neyt LF, Mommaerts MY, Abeloos JS : Orthognathic surgery : patient's subjective findings with focus on the temporomandibular joint. J Craniomaxillofac Surg 26:29-34, 1998.
37. Gaggl A, Schultes G, Karcher H : Status of the temporomandibular joint after orthodontic-surgical interventions with and without concomitant orthodontic treatment. Mund Kiefer Gesichtschir 2 Suppl 1:171-176, 1998.
38. Onizawa K, Schmelzeisen R, Vogt S : Alteration of Temporomandibular Joint Symptoms After Orthognathic Surgery. J Oral Maxillofac Surg 53:117-121, 1995.
39. Harper RP : Analysis of temporomandibular joint function after orthognathic surgery using condylar path tracings. Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop 97:480-488,1990.
40. Simonis A, Kramer A, Benzing U, Massmann R, Weber H : Functional status of patients prior to and after orthognathic surgery. Dtsch Zahnarztl Z 45:S67-70, 1990.
41. Rieder CE : Maximum mandibular opening in patients with and without a history of TMJ dysfunction. J Prosthet Dent 39(4):441-446, 1978.
42. 김세진, 김영구 : 악관절기능장애 환자의 하악의 안정위 및 개폐운동 속도에 관한 연구.서울치대논문집 10:79-95, 1986.
43. 손동식 : 하악의 개폐 운동시의 수직 속도에 관한 연구. 구강생물학연구 82(1): 75-90,1982.
44. McCall WD, Bailey JO, Ash MM : A quantitative measure of mandibular joint dysfunction ; phase plane modelling of jaw movement in man. Arch Oral Biol 21(11) : 685-689, 1976.
45. 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.
46. Leonard M, Arbor A, Mich : Preventing rotation of the proximal fragment in the sagittal ramus split operation. J Oral Surg 34:942-947,1976.
47. Posselt U : Studies in the mobility of the human mandible. Acta Odont Scand 10:19, 1952.
48. Boucher L, Jacoby J : Posterior border movements of the human mandible. J Prosthet Dent 11:836, 1961.
49. McMillen L : Border movements of the human mandible. J Prosthet Dent 27:524-532, 1972.
50. Rotskoff KS, Herbosa EG, Villa P : Maintenance of Condyle-Proximal Segment Position in Orthognathic Surgery. J Oral Maxillofac Surg 49:2-7, 1991.
51. Helm G, Stepke MTh : Maintenance of the preoperative condyle position in orthognathic surgery. J Craniomaxillofac Surg 25:34-38, 1997.
52. 강영기, 김종렬, 양동규 : 하악전돌증 환자의 악교정 수술후 하악과두의 위치변화에 대한 연구. 대한악안면성형재건외과학회지 22: 411-419, 2000.
53. 최강영, 이상한 : 전산화단층촬영법을 이용한 하악 전돌증 환자의 하악지 시상골절단술후 하악과두 위치변화 분석. 대한악안면성형재건외과학회지 18: 570-593, 1996.
54. Türp JC, Stoll P, Schlotthauer U, Vach W, Strub JF : Computerized axiographic evaluation of condylar movements in cases with fractures of the condylar process: a follow-up over 19 years. J Craniomaxillofac Surg 24:46-52, 1996.
55. Fernández Sanrom n J, Gonalez JM, Alonso Del Hoyo J, Monje Gil F : Morphometric and morphological changes in the temporomandibular joint after orthognathic surgery : a magnetic resonance imaging and computed tomography prospective study. J Craniomaxillofacial Surg 25:139-48, 1997.
56. Fern ndez Sanrom n J, Gomez Gonzalez JM, Alonso del Hoyo J : Relationship between condylar position, dentofacial deformity and temporomandibular joint dysfunction : an MRI and CT prospective study. J Craniomaxillofac Surg 26:35-42, 1997.