

악교정 수술 후 골격성 III급 부정교합 환자의 하악운동 변화에 관한 연구

남 동 석¹⁾ · 서 정 훈²⁾ · 양 원 식³⁾ · 장 영 일⁴⁾

본 연구는 골격성 III급 부정교합 환자에서 악교정 수술 전후의 하악운동 양상을 관찰하여 수술에 의한 하악운동의 변화를 평가하기 위하여 시행되었다.

서울대학교병원 교정과에서 골격성 III급 부정교합으로 진단받고 수술 전 교정치료를 받은 후, 동 병원 악안면구강외과에서 악교정 수술을 시행한 20명(남:9명, 여:11명)을 대상으로 수술 직전과 수술 2-7개월 후에 Sirognathograph와 BioPak EGN을 이용하여 최대 개폐구 운동과 시상면, 전두면, 수평면에서의 하악한계운동을 기록하고 21개의 항목을 측정하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 수술 후에 가장 큰 변화를 보인 항목은 시상면상 전방 운동각도로서, 수술 전 17.4° 에서 수술 후 38.8° 로 증가하였다. 또한 전치 유도가 형성됨에 따라 전방운동 궤적도 일직선에서 상악 절치의 형태에 따른 곡선으로 변화하였다.
2. 수술 전후를 비교할 때 $p < 0.01$ 수준에서 유의성을 보인 항목들은 최대 개폐구 운동시 최대 개구량과 최대 전후방 운동량, 시상면상 최대 개구량, 전두면상 좌측방 운동각도의 4항목이었다.
3. 수술 전후를 비교할 때 $p < 0.05$ 수준에서 유의성을 보인 항목들은 전두면상 최대 좌우 운동폭, 수평면상 최대 우측방 운동거리, 최대 좌측방 운동각의 3항목이었다.
4. 최대 개폐구 운동시 최대 개구량과 최대 전후방 운동량은 수술 후 측정시간에 따른 차이를 보였다($p < 0.05$). 즉, 2, 3개월군에서보다 5, 6, 7개월군에서 더 많은 운동량 회복을 나타내었다.
5. 수술 전 불규칙하던 개폐구시 운동 궤적은 수술 후 개구로와 폐구로가 일치하며 부드러운 곡선을 이루었는데, 이는 악교정 수술에 의해 교합장애가 제거되었기 때문인 것으로 생각된다.

(주요단어 : 골격성 III급 부정교합, 악교정 수술, 하악운동)

I. 서 론

악구강계는 치아 및 주위조직, 악골 및 악관절, 저

작근 그리고 이들 조직과 연관된 혈관과 신경으로 구성되며, 이들은 저작, 발음, 연하, 호흡등에 관여하는 하나의 기능적 단위이다. 하악운동은 이러한 악구강계의 운동으로, 악관절 특유의 해부학적 구조 및 다른 기관들-저작근, 인대, 신경 및 치주조직-의 영향을 받아 고유한 입체적 운동으로 나타난다. 하악운동은 그 양상이 매우 복잡하지만, 크게 기능운동과 한계운동으로 분류할 수 있다. 기능운동은 저작등의 일상적인 악구강계의 기능 시에 일어나는 운동이며, 한계운동은 여러 방향으로 하악을 최대로 움직였을 때 일어나

1) 서울대학교 치과대학 치과교정학교실, 교수

2) 서울대학교 치과대학 치과교정학교실, 교수

3) 서울대학교 치과대학 치과교정학교실, 교수

4) 서울대학교 치과대학 치과교정학교실, 교수

* 본 연구는 1995년도 서울대학교병원 일반 연구비 지원으로 이루어졌음.

는 운동이다. 환자 개개인의 기능운동을 기록하는 것은 매우 어렵기 때문에 일반적으로는 개인마다 일정하며 반복하여 재현시킬 수 있는 한계운동을 기록하여 임상에 응용하게 된다.

하악한계운동의 범위는 악구강계의 기능을 검사하는 방법 중 하나이며, 악관절이나 주위조직의 이상은 악관절의 기능 장애를 초래하고 고유한 운동성에 영향을 미쳐 하악운동에 영향을 끼치게 된다.

다중필름노출법을 이용한 하악운동에 대한 연구 이래로, 거울을 이용한 영상술⁷⁾, 사진술^{21,22)}, gnathic replicator¹²⁾, mandibular duplicator⁹⁾, photoelectric mandibulography^{13,27)}, LED(Light Emitting Diode)^{16,17)}, 자기장을 이용한 mandibular kinesiograph(MKG)^{3,14,15,24)}, Sirognathograph와 EGN^{20,25,26)} 등이 하악운동 연구에 이용되었다.

교정치료의 목표는 정상교합 관계의 회복, 심미성 개선, 악구강계의 정상기능 회복등이며, 골격의 부조화가 심한 부정교합 증례에서는 교정치료와 악교정 수술을 병행하여 치료하여야만 이 목표를 달성할 수 있다. 골격성 III급 부정교합 환자는 전치부 반대교합으로 인해 전치유도가 부재하고, 견치의 III급 관계로 인해 견치유도가 어려우며, 구치부의 편측성 또는 양측성 반대교합의 빈도가 높아 정적인 교합 뿐 아니라 동적인 교합양상도 정상인과는 다르게 나타난다. 따라서 이와 같은 골격성 III급 부정교합자에서 교정치료와 악교정 수술은 정상 교합을 회복시켜 하악 운동 측면에서도 기능회복을 이룩할 것이다.

이 연구의 목적은 골격성 III급 부정교합자에서 악교정 수술 전후의 하악운동 양상을 관찰하여, 수술에 의한 하악운동의 변화를 평가하는 것이다.

II. 연구재료 및 방법

1 연구대상

본 연구는 서울대학교병원 교정과에 내원하여 악교정 수술을 요하는 골격성 III급 부정교합으로 진단 받고 수술 전 교정치료를 시행한 후, 동 병원 악안면 구강외과에서 95년 5월에서 96년 2월 사이에 악교정 수술을 시술받은 20명을 대상으로 하였다. 성별은 남자가 9명, 여자가 11명이었으며, 수술 당시 평균 연령은 22세 11개월(17세 9개월 - 30세 7개월)이었다. 악교정 수술의 종류는 하악지 시상골 절단술만 시행한 환자가 5명, 하악지 시상골 절단술과 이부성형술을 시

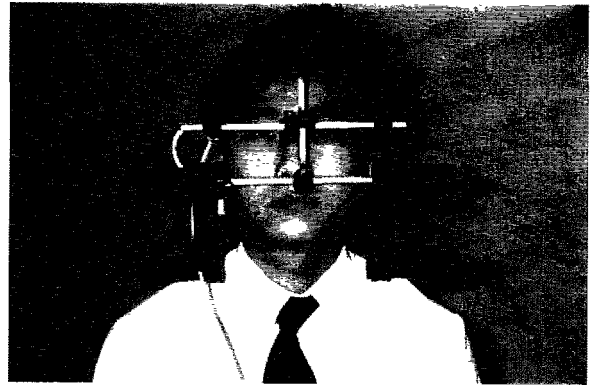


그림 1. Sirognathograph

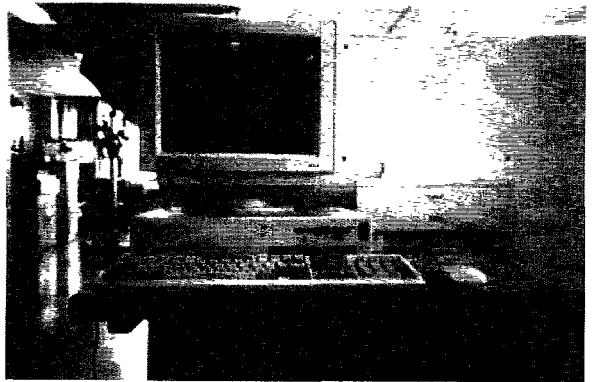


그림 2. BioPak

행한 환자가 9명, 하악지 시상골 절단술과 LeFort I and/or II 수술을 시행한 환자가 2명, 하악지 시상골 절단술, 이부성형술과 LeFort I and/or II 수술을 동시에 시행한 환자가 4명이었다.

2. 연구방법

하악운동은 Sirognathograph(Siemens Co.; Germany)와 소프트웨어인 BioPak EGN (BioResearch Co.; U.S.A.)을 사용하여 기록하였다(그림1과 2).

상기 장비를 이용하여 최대 개폐구 운동과 시상면, 전두면, 수평면에서의 한계운동을 기록하였다. 최대 개폐구 운동에서는 최대 개구량, 좌우측방 변위량, 최대 전후방 운동량, crossover가 일어나는 개구량, 최대 개구속도, 최대 폐구속도를 측정하였다(그림3). 시상면상 한계운동에서는 전방운동시 운동거리와 이것이 수평면과 이루는 각도, 최대 개구량을 측정하였고

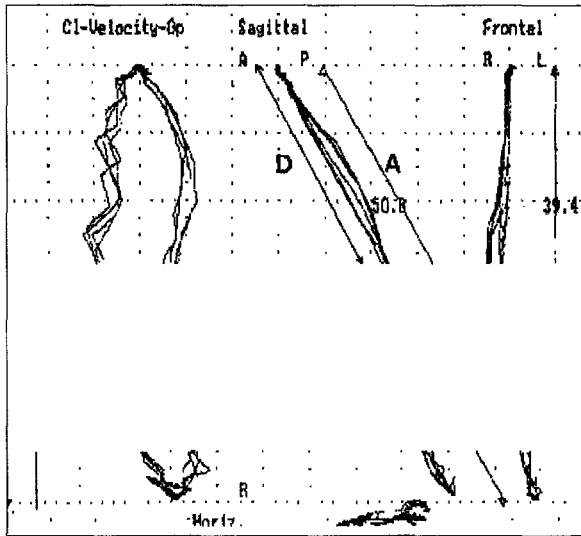


그림 3. 최대 개폐구 운동시 계측항목
 A. 최대 개구량 B. 좌우 측방 변위량
 C. 최대 전후방 운동량 D. crossover
 E. 최대 개구속도 F. 최대 폐구속도

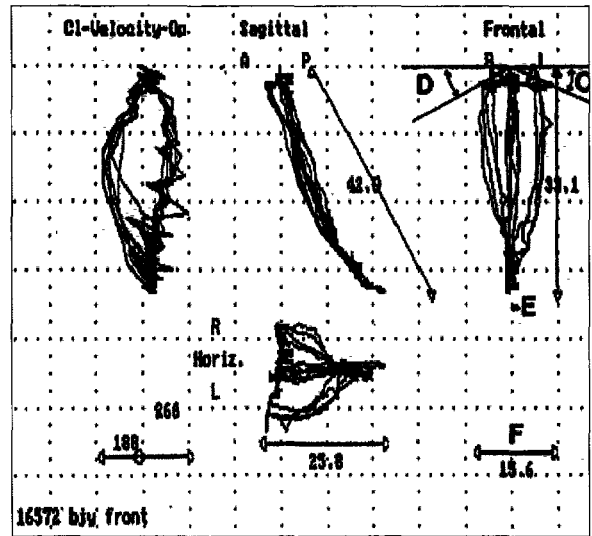


그림 5. 전두면상 한계운동시 계측항목
 A. 전두면상 좌측방 운동거리 B. 전두면상 우측방 운동거리
 C. 전두면상 좌측방 운동각도 D. 전두면상 우측방 운동각도
 E. 개구시 좌우 변위량 F. 최대 좌우 운동폭

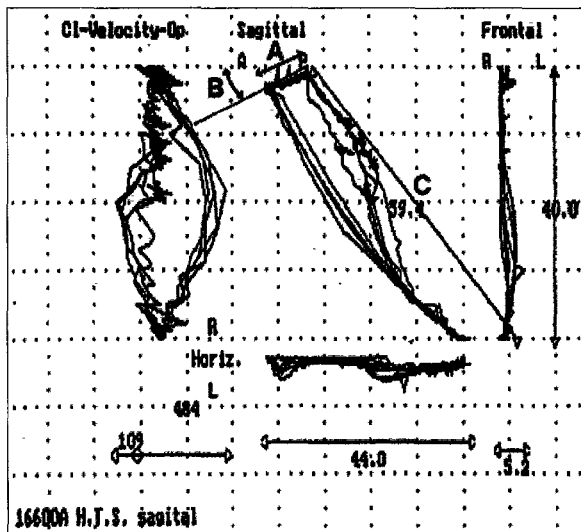


그림 4. 시상면상 한계운동시 계측항목
 A. 시상면상 전방 운동거리
 B. 시상면상 전방 운동각도
 C. 시상면상 최대 개구량

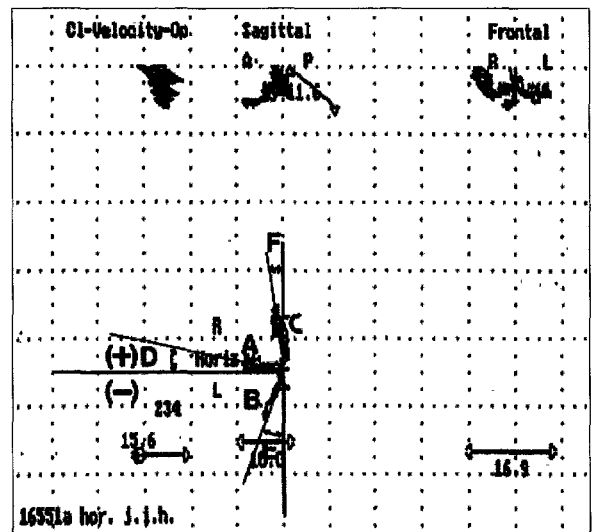


그림 6. 수평면상 한계운동시 계측항목
 A. 최대 전방 운동거리 B. 최대 좌측방 운동거리
 C. 최대 우측방 운동거리 D. 최대 전방 운동각
 E. 최대 좌측방 운동각 F. 최대 우측방 운동각

(그림4), 전두면상 한계운동에서는 최대 좌측방과 우측방 운동시 이동거리와 이것이 수평면과 이루는 각도, 개구시 좌우 변위량, 최대 좌우 운동폭을 측정하였다(그림5). 수평면상 한계운동에서는 최대 전방, 좌

측방, 우측방 운동시 이동거리와 그 각도를 측정하였다(그림6).

수술 전 자료는 수술 직전에 얻었으며, 수술 후 2-7개월 사이에 수술 후 자료를 얻었다. 수술 후 자료는

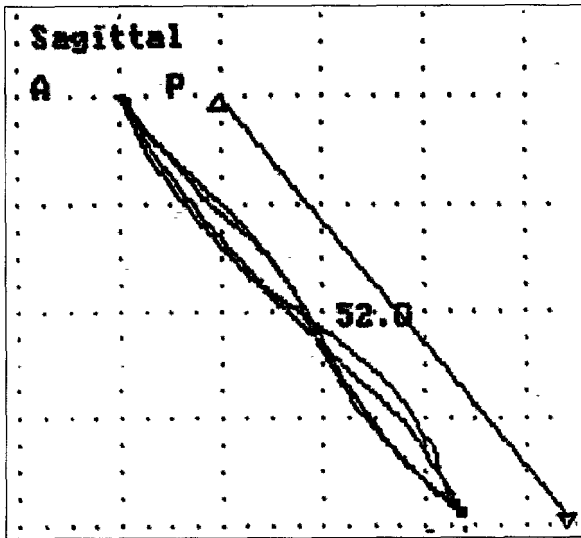


그림 7. crossover

측정 시기는 따라 2-3개월군(9명)과 5-7개월군(11명)으로 나누었다.

3. 통계분석

Windows용 SPSS 5.0.2를 이용하여 각 측정치의 평균과 표준편차를 구하고 수술 전과 수술 후의 차이를 t-test로 비교하였다. 총 21개의 측정 항목 중 수술 전과 수술 후에 유의성 있는 차이(p<0.05)를 보이는 8개 항목에 대해서는 수술 후 측정시간에 따른 차이를 알아보기 위하여 수술 후 측정치에 대해 one way ANOVA를 시행하였다.

III. 연구결과

1. 최대 개폐구 운동

환자가 큰 불편없이 빠르게 개구할 수 있는 최대 개구량은 수술 전 43.4mm에서 수술 후 34.1mm로 유의성 있게(p<0.01) 감소하였으며, 좌우 측방 변위량은 수술 전 6.9mm에서 수술 후 4.9mm로 감소하는 경향이 있었으나 유의성은 없었다. 최대 전후방 운동량은 29.5mm에서 22.3mm로 유의성 있게(p<0.01) 감소하였고, 개폐구시 하악 절치의 운동 궤적이 일치하지 않고 8자 형태로 엇갈리는 현상인 crossover(그림7)는 수술 전에는 16명에서 평균 20.2mm 지점에서 일어났으나, 수술 후에는 7명에서만 16.0mm 지점에서

표 1. 최대 개폐구 운동시 측정항목과 t-test 결과

	수술 전		수술 후		p-value
	mean	S.D.	mean	S.D.	
최대 개구량	43.4	7.4	34.1	8.2	0.001**
좌우측방 변위량	6.9	2.9	4.9	2.7	0.052
최대 전후방 운동량	29.5	4.7	22.3	5.7	0.001**
crossover+	20.2	8.6	16.0	3.3	0.784
최대 개구속도	173.5	69.7	144.5	63.5	0.143
최대 폐구속도	129.0	54.2	102.4	51.9	0.096

** : 0.01 수준에서 유의성 있음

+ : crossover는 수술 전 16명, 수술 후 7명에서 나타났으며 평균과 표준편차는 이들을 계산한 값이고, p-value는 수술 전과 수술 후에 모두 crossover를 보인 5명에 대한 t-test 결과이다.

일어났다. 또한 수술 전과 수술 후 모두 crossover를 나타내는 5명을 관찰한 결과 수술 전과 수술 후에 crossover가 일어나는 지점에는 차이가 없었다. 최대 개구속도(수술 전 173.5mm/s, 수술 후 144.5mm/s)나 최대 폐구속도(수술 전 129.0mm/s, 수술 후 102.4mm/s)는 수술 후 감소하는 경향이 관찰되었으나 유의성은 없었다. 표1은 최대 개폐구 운동시 각 측정항목의 평균과 표준편차 및 t-test 결과를 나타낸 것이다.

2. 시상면상 한계운동

시상면상 전방 운동거리는 수술 전 7.1mm에서 수술 후 5.7mm로 감소하였으나 유의성은 없었고, 전방 운동각도는 수술 전 17.4°에서 수술 후 38.8°로 유의성 있게(p<0.01) 증가하였다. 시상면상 최대 개구량은 수술 전 46.9mm에서 수술 후 38.0mm로 유의성 있게(p<0.01) 감소하였다. 표2은 시상면상 한계운동시 각 측정항목의 평균과 표준편차 및 t-test 결과를 나타낸 것이다.

3. 전두면상 한계운동

전두면상 좌측방 운동거리(수술 전 7.4mm, 수술 후

표 2. 시상면상 한계운동시 계측항목과 t-test 결과

	수술 전		수술 후		p-value
	mean	S.D.	mean	S.D.	
시상면상 전방 운동거리	7.1	4.0	5.7	1.8	0.121
시상면상 전방 운동각도	17.4	14.9	38.8	13.2	< 0.001**
시상면상 최대 개구량	46.9	6.9	38.0	8.8	0.002**

** : 0.01 수준에서 유의성 있음

표 3. 전두면상 한계운동시 계측항목과 t-test 결과

	수술 전		수술 후		p-value
	mean	S.D.	mean	S.D.	
전두면상 좌측방 운동거리	7.4	3.1	6.8	1.6	0.453
전두면상 우측방 운동거리	6.2	2.8	6.2	2.2	0.903
전두면상 좌측방 운동각도	17.4	14.9	29.7	11.6	0.004**
전두면상 우측방 운동각도	12.4	14.5	21.5	16.6	0.051
개구시 좌우 변위량	2.4	4.0	2.4	3.4	0.964
최대 좌우 운동폭	16.1	4.5	13.4	3.3	0.012*

* : 0.05 수준에서 유의성 있음

** : 0.01 수준에서 유의성 있음

6.8mm)와 우측방 운동거리(수술 전 6.2mm, 수술 후 6.2mm)는 수술 전과 수술 후에 유의성 있는 차이가 없었다. 좌측방 운동각도는 수술 전 17.4°에서 수술 후 29.7°로 유의성 있게(p<0.01) 증가한 반면, 우측방 운동각도는 수술 전 12.4°에서 수술 후 21.5°로 증가하는 경향은 관찰되었으나 유의성은 없었다. 개구시 좌우 변위량은 수술 전과 수술 후 모두에서 2.4mm의 우측 변위를 보여 수술 전과 수술 후에 차이가 없었으며, 수술 전에는 좌측 변위가 6명, 우측 변위가 13명, 변위가 없는 사람이 1명이었고, 수술 후에는 좌측 변위가 3명, 우측 변위가 13명, 변위가 없는 사람이 4

표 4. 수평면상 한계운동시 계측항목과 t-test 결과.

	수술 전		수술 후		p-value
	mean	S.D.	mean	S.D.	
최대 전방 운동거리	7.2	2.4	6.2	2.3	0.116
최대 좌측방 운동거리	9.4	3.0	9.5	5.6	0.961
최대 우측방 운동거리	10.6	4.9	8.3	2.8	0.039*
최대 전방 운동각	-1.8	18.3	7.6	25.6	0.149
최대 좌측방 운동각	14.1	10.0	9.6	7.1	0.030*
최대 우측방 운동각	13.5	12.2	8.8	8.7	0.127

* : 0.05 수준에서 유의성 있음

명으로 우측 변위를 보이는 사람이 약간 많았다. 최대 좌우 운동폭은 수술 전 16.1mm에서 수술 후 13.4mm로 유의성 있게(P<0.05) 감소하였다. 표3은 전두면상 한계운동시 각 계측항목의 평균과 표준편차 및 t-test 결과를 나타낸 것이다.

4. 수평면상 한계운동

최대 전방 운동거리(수술 전 7.2mm, 수술 후 6.2mm)와 최대 좌측방 운동거리(수술 전 9.4mm, 수술 후 9.5mm)는 수술 전과 수술 후에 유의성 있는 차이가 없었으나, 최대 우측방 운동거리는 수술 전 10.6mm에서 수술 후 8.3mm로 유의성 있게(p<0.05) 감소하였다. 최대 전방 운동각은 수술 전에는 좌측 1.8°에서 수술 후에는 우측 7.6°로 변화하였으나 유의성은 없었고, 수술 전에는 좌측 변위가 10명, 우측 변위가 7명, 정중앙이 3명이었고, 수술 후에는 좌측 변위가 7명, 우측 변위가 11명, 정중앙이 2명이었다. 최대 좌측방 운동각은 14.1°에서 9.6°로 유의성 있게(p<0.05) 감소하였으나, 최대 우측방 운동각은 수술 전 13.5°에서 수술 후 8.8°로 감소하는 경향은 있었으나 유의성은 없었다. 표4은 수평면상 한계운동시 각 계측항목의 평균과 표준편차 및 t-test 결과를 나타낸 것이다.

5. 수술 후 측정시간에 따른 차이

수술 전과 수술 후에 유의성 있는 (p<0.05) 차이를 보이는 8개 항목에 대해서 수술 후 측정시간에 따른

표 5. 수술 후 측정시간에 따른 차이

	F-value	p-value
최대 개구량	5.434	0.032*
최대 전후방 운동량	6.774	0.018*
시상면상 전방 운동각도	0.249	0.624
시상면상 최대 개구량	4.312	0.052
전두면상 좌측방 운동각도	0.563	0.463
최대 좌우 운동폭	0.004	0.951
최대 우측방 운동거리	1.562	0.227
최대 좌측방 운동각	0.196	0.663

* : 0.05 수준에서 유의성 있음

차이를 보기 위해 ANOVA를 시행하였다. 수술 후 2개월에서 3개월 사이에 수술 후 기록을 측정한 군 9명과 수술 후 5개월에서 7개월 사이에 수술 후 기록을 측정한 군 11명으로 나누었을 때, 8개의 항목중 최대 개폐구 운동시 최대 개구량과 최대 전후방 운동량 2항목만 유의성 있는 차이가 있었다(p<0.05) (표5).

IV. 총괄 및 고안

하악운동 연구에 주로 사용되는 장치에는 Saphon Visi-Trainer(SVT) (Tokyo Shizaisha Inc., Tokyo, Japan)와 Mandibular Kinesiograph(MKG)(Myotronics Research Inc., Seattle, WA, USA), Sirognathograph등이 있다. SVT는 LED를 이용한 장치로 한번의 운동에서 한개 평면의 운동만을 기록하기 때문에 공간적인 관계를 기록하기 어려운 단점이 있으며, MKG는 안경 형태의 구조물에 설치된 감지장치가 자력선 변화를 감지하여 기록하는 장치로 영점에서 멀어질수록 자기장에 의한 왜곡이 커지게 된다. Sirognathograph도 자석의 움직임을 이용한 장치이나, 한번의 운동으로 3평면의 하악운동 궤적이 동시에 기록되는 장점이 있다.

이들 장치는 모두 하악 절치부의 운동을 기록하는 장치로서, 하악 절치부에서의 운동은 다른 부분보다 운동량이 크고 장치의 장착이 용이하며 환자의 불편감도 적고 운동 양상을 술자가 관찰하면서 유도할 수 있다는 장점이 있으나, 정확한 과두의 움직임은 알 수 없다는 단점이 있다.

본 연구에 사용된 측정 방법의 원리는 하악 절치 중앙에 부착된 작은 자석이 하악운동에 따라 움직일 때 발생하는 자기장의 변화를 Sirognathograph가 감지한 후, 이 자기장의 변화를 BioPak EGN이 3차원적으로 해석하여 기록한다. Throckmorton등²⁶⁾은 이 측정 방법의 오차 범위에 대해 다음과 같은 연구결과를 발표하였다.

“영점에서 45mm까지는 선형적으로 13% 적게 측정되며, 45mm 이상의 범위에서는 비선형적으로 왜곡된다. 또한 최대 개폐구 운동에서는 3% 정도의 비교적 적은 오차가 있으나, 최대 개구시 좌우 변위량에서는 26.3%, 전후방 이동량에서는 11.3% 정도의 오차가 있어, 최대 개구시 좌우 변위량에서는 신뢰성과 재현성이 떨어진다. 측방이나 전방 운동시 오차는 5.4%-11.4%까지 증가하며, 저작시 오차는 61.9%까지 증가할 수 있다.”

결론적으로 Throckmorton등은 최대 개구시 좌우 변위량과 저작시 운동량은 신뢰하기 어렵고 해석에 주의를 요하지만, 그외의 운동들의 측정은 신뢰성이 높다고 하였다.

최대 개폐구 운동시 최대 개구량은 수술 전 43.4mm에서 수술 후 34.1mm로 유의성 있게(p<0.01) 감소하였는데, 본 연구에서 나타난 III급 부정교합자의 수술 전 최대 개구량은 MKG를 이용한 이등⁴⁾의 연구에서 나타난 한국인 성인 정상군의 47.2mm나 III급 부정교합자의 수술 전 50.6mm에 비하면 적은 값이나, EGN을 이용한 허등⁶⁾의 한국인 성인 정상군에서의 41mm와는 유사한 값이다. Nielsen등²⁰⁾은 실제 사람에서 측정한 최대 개구량보다 EGN상에서 나타나는 최대 개구량이 다소 적다고 하였다. 또한 Thomas등²⁵⁾은 수술 전 교정치료 후에 최대 개구량이 교정치료 전보다 감소하는 경향이 있다고 하였다. 이들을 감안한다면 실제 III급 부정교합자의 최대 개구량은 정상 성인과 유사하거나 오히려 큰 것으로 생각되며, 최대 개구량으로만 평가한 III급 부정교합자의 하악운동 기능은 큰 이상이 없는 것으로 여겨진다. 오히려 III급 부정교합자에서는 과두-절치간 길이의 증가로 인해 실제 과두 운동량에 비해 최대 개구량이 크게 나타날 수 있다고 여겨진다.

수술 후 측정시간에 따른 최대 개구량에는 유의성 있는 차이가 있었다. 즉, 2, 3개월군에 비해 5, 6, 7개월군의 최대 개구량은 유의성 있는(p<0.05) 증가가 있었다. 따라서 수술 후 최대 개구량이 감소하는 현상은 회복이 완전하지 않은 것을 의미하는 것으로 여겨

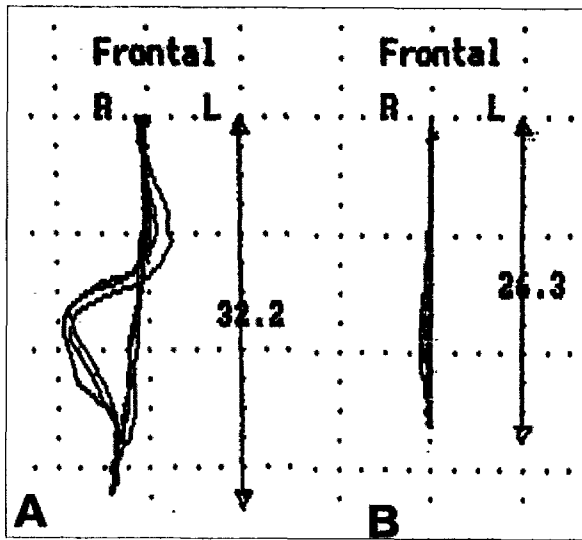


그림 8. 최대 개폐구 운동시 전두면상 하악운동궤적
A. 수술 전 B. 수술 후

진다. 이동⁴⁾도 수술 전에는 50.6mm였던 최대 개구량이 수술 후 2개월에서는 30.2mm로 감소하고 수술 후 8개월에 가서야 44.7mm로 회복된다고 보고하고 있다.

최대 전후방 운동량도 수술 전 29.5mm에서 수술 후 22.3mm로 유의성 있게($p < 0.01$) 감소하였다. 이는 이동⁴⁾의 MKG 연구결과인 한국인 성인 정상군의 28.0mm, III급 부정교합자의 수술 전 29.6mm, 수술 후 2개월 18.3mm, 수술 후 8개월에 24.8mm와 비교할 때 유사한 값을 보인다. 수술 후 감소의 원인은 최대 개구량에서와 마찬가지로 회복이 덜 되었기 때문인 것으로 여겨진다.

crossover는 최대 개폐구로를 시상면에서 관찰할 때 개구로와 폐구로가 일치하지 않고 8자 모양으로 교차하는 것으로, 이는 조기 간섭을 피하기 위해 폐구시 후방이동이 일어나기 때문인 것으로 해석된다¹⁰⁾. 정상적인 개폐구로는 부드러운 곡선을 그리며, 서로 일치하는 것으로 알려져 있으며¹⁰⁾, Mitani등¹⁸⁾은 하악 기능이 비정상적인 환자의 86%에서 5mm 이상의 crossing이 나타난다고 하였다. 본 연구에서 수술 전에 crossover가 나타나는 사람은 16명이었으나, 수술 후에는 7명으로 감소하였으며, 이중 5명은 수술 전과 수술 후에 모두 crossover를 보였다. Nagamine등¹⁹⁾도 III급 부정교합자에서 시상면상 개폐구로가 부드러운 곡선을 이루는 비율이 수술 전의 63%에서 수술 후에는 97%로 증가하였다고 보고하였다. 수술 후

crossover를 보이는 사람이 감소된 것은 수술 전에 존재하던 교합 간섭이 수술을 통해 제거되었기 때문으로 생각된다.

한편 이와 유사한 양상이 최대 개폐구 운동시 전두면상 개폐구로에서도 관찰되었다(그림8). 전두면상에서 S자형의 개폐구로를 보이던 환자가 수술 전에는 9명이었으나, 수술 후에는 1명을 제외하고는 모두 직선형의 개폐구로를 보였다. 이와 같이 수술 후에 개폐구로의 일치도가 증가하고 그 궤적이 일직선화되는 현상은 수술에 의해 교합 장애 요소가 감소된 결과로 바람직한 일이다. BioPak 지침서¹⁰⁾에 의하면 최대 개폐구속도는 250mm/s-350mm/s 이상이며, 속도 곡선은 부드러운 형태를 이루어야 하고, 가능하면 최대 개구부와 폐구부에서 편평한 바닥과 지붕을 이루어야 한다. 반면에 개폐구속도가 250mm/s이하이거나 곡선이 불규칙한 것은 기능 이상을 나타내는 것으로, 특히 폐구시 속도가 감소하는 현상은 조기 간섭을 피하기 위한 것으로 여겨진다. 본 연구에서 측정된 최대 개구속도는 수술 전 173.5mm/s, 수술 후 144.5mm/s이었으며, 최대 폐구속도는 수술 전 129.0mm/s, 수술 후 102.4mm/s로서 최대 개구속도가 폐구속도보다 빨랐다. 이 결과는 MKG를 이용한 국내의 다른 연구들^{4,5)}에서 측정된 한국인 성인 정상군의 최대 개폐구속도와 III급 부정교합자의 최대 개폐구속도보다 현저히 작았다. 또한 다른 연구에서는 최대 개구속도보다 최대 폐구속도가 더 빠른 것으로 나타났다. 이와 같은 차이가 III급 부정교합자의 개폐구속도 이상에서 비롯된 것인지, 아니면 이번 연구 대상자에서만 나타난 문제인지는 앞으로 연구해 보아야 할 것으로 생각된다.

시상면상 한계운동에서 수술 전 7.1mm이었던 전방 운동거리는 수술 후 5.7mm로 감소하였는데, 이는 강등¹⁾이 SVT를 이용하여 측정한 한국인 정상 성인의 10.21mm, EGN을 이용한 Nielsen²⁰⁾의 10.6mm보다는 작은 값이다. Nagamine등¹⁹⁾은 III급 부정교합자의 시상면상 전방운동거리가 수술 전 4.1mm에서 수술 후 6.7mm로 유의성 있게 증가하였고, 수술 후 1mm 이상의 향상을 보인 환자의 비율은 60%라고 하였는데 이는 본 연구의 결과와는 상반되는 결과이다. Boyd등¹¹⁾과 Aragon등⁸⁾은 II급 부정교합자에서 하악골 전진 수술을 시행한 경우 수술 후 전방 운동거리가 수술 전의 수준을 회복하지 못한다고 하였으나, Nagamine등¹⁹⁾과 Shibata등²³⁾은 III급 부정교합자의 경우 수술 전에는 전방운동에 제한이 있으나 수술 후에는 이 제

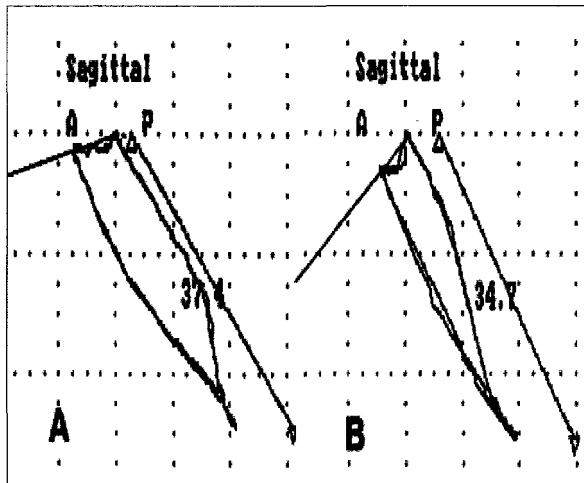


그림 9. 시상면상 한계운동에서 전방운동계적
A. 수술 전 B. 수술 후

한이 제거되어 운동량이 증가한다고 하였다. 본 연구에서는 수술 전 전방운동의 제한은 관찰할 수 있었으나, 수술 후 이의 회복은 관찰되지 않았다.

시상면상 전방 운동각도는 수술 전 17.4°에서 수술 후 38.8°로 유의성 있게 증가하였는데($p < 0.01$), 이는 수술 전에는 전치 유도가 부재하여 작은 값을 보이다가 수술에 의해 전치 유도가 형성되면서 증가한 것을 의미한다. 전방운동 궤적도 수술 전에는 거의 직선 형태이었지만 수술 후에는 전치 유도가 형성되어 곡선 형태를 가지게 됨을 관찰할 수 있었다(그림9). 이 항목이 본 연구에서 수술 전후에 가장 큰 변화를 보인 항목이었다.

시상면상 최대 개구량은 수술 전 46.9mm에서 수술 후 38.0mm로 유의성 있게($p < 0.01$) 감소하였으며, 수술 후 측정시간이 시상면상 최대 개구량에 어느 정도 영향을 끼친 것으로 여겨진다($p \text{ value} = 0.052$). 한편 시상면상 최대 개구량은 환자의 빠른 개폐구운동 시의 최대 개구량보다 유의성 있게($p < 0.01$) 컸으며, 이는 개폐구 운동속도가 느릴수록 최대 개구량이 증가함을 의미하는 것이다.

전두면상 좌측방 운동거리는 수술 전 7.4mm, 수술 후 6.8mm이었으며, 우측방 운동거리는 수술 전 6.2mm, 수술 후 6.2mm이었다. 이는 강등¹⁾이 연구한 한국인 정상 성인에서의 수치(좌측방 운동거리=10.95mm, 우측방 운동거리=11.29mm)보다는 약간 작은 값이었다. Nagamine¹⁹⁾은 III급 부정교합자에서 수술 전 좌측방 운동거리가 5.5mm, 우측방 운동거리가

4.8mm이었으나, 수술 후에는 양측 모두 7.0mm로 증가하였다는 연구결과를 발표하였는데, 이는 III급 부정교합자의 수술 전 좌우측방 운동거리는 정상보다 작지만 수술 후 회복된다고 하는 Shibata²³⁾의 견해와 동일한 것이다. 본 연구에서는 수술 전 좌우측방 운동거리가 정상보다 작아서 운동 제한이 있었던 것으로 여겨지며, 수술 후 회복도 아직은 완전하지 않은 것으로 생각된다.

전두면상 좌측방 운동각도는 수술 전 17.4°에서 수술 후 29.7°로 유의성 있게($p < 0.01$) 증가하였고, 우측방 운동각도는 수술 전 12.4°에서 수술 후 21.5°로 증가하였으나 유의성은 없었다. 한국인 정상 성인을 대상으로한 기존의 연구들^{1,2)}은 이 계측 항목에 대해 매우 다양한 결과를 보고하고 있다. 본 연구에서 수술 후에 각도가 증가하는 것은 구치부 교합이 회복되었기 때문으로 여겨진다.

전두면상 개구시 좌우 변위량은 수술 전과 수술 후 모두 우측으로 2.4mm의 변위를 보였는데, 이는 좌측으로의 변위가 더 크다고 보고한 기존의 다른 연구들^{1,5)}의 결과와는 상반되는 것이었다. 또한 전두면상 좌우 운동폭은 수술 후에 유의성 있게($p < 0.05$) 감소하였다.

수평면상 전방 운동거리는 수술 전 7.2mm에서 수술 후 6.2mm로, 좌측방 운동거리는 수술 전 9.4mm에서 수술 후 9.5mm로, 우측방 운동거리는 수술 전 10.6mm에서 수술 후 8.3mm로 변하였는데, 우측방 운동거리만이 유의성이 있었다($p < 0.05$). 이 결과는 한국인 정상 성인과 미국인 정상 성인을 대상으로한 기존의 연구들^{1,2,20)}와 유사하였다.

수평면상 전방 운동각은 수술 전에는 좌측 1.8°이었으나 수술 후에는 우측 7.6°로 변하였고, 좌측방 운동각은 수술 전 14.1°에서 수술 후 9.6°로 유의성 있게($p < 0.05$) 감소하였으며, 우측방 운동각은 수술 전 13.5°에서 수술 후 8.8°로 감소하였다. 이는 한국인 정상 성인을 대상으로 한 강등¹⁾의 연구결과(전방; 우측 3.22°, 좌측; 21.65°, 우측; 21.53°)나 광등²⁾의 연구결과(전방; 좌측 0.22°, 좌측; 17.18°, 우측; 25.96°)보다 좌우측방 운동각이 수술 전과 수술 후에서 모두 작은 값으로 이에 대해서는 연구가 필요할 것 같다.

이상의 연구를 보완하기 위해서는 III급 부정교합 환자에서 악교정 수술 후 하악운동의 회복을 2개월 간격으로 1년 이상에 걸쳐 장기간 관찰함으로써 하악운동의 회복이 언제, 얼마만큼 이루어지는지를 정확히 알아보아야 할 것으로 사료된다.

V. 결 론

골격성 III급 부정교합 환자에서 악교정 수술 전과 수술 후의 하악운동의 변화를 알아보기 위하여 서울대학교병원 교정과에 내원하여 수술 전 교정치료를 받고, 동 병원 악안면구강외과에서 악교정 수술을 받은 환자 20명을 대상으로 악교정 수술 전후의 하악운동 양상을 Sirognathograph와 BioPak EGN으로 측정하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 수술 후에 가장 큰 변화를 보인 항목은 시상면상 전방 운동각도로서, 수술 전 17.4°에서 수술 후 38.8°로 증가하였다. 또한 전치 유도가 형성됨에 따라 전방운동 궤적도 일직선에서 상악 절치의 형태에 따른 곡선으로 변하였다.
2. 수술 전후를 비교할 때 $p < 0.01$ 수준에서 유의성을 보인 항목들은 최대 개폐구 운동시 최대 개구량과 최대 전후방 운동량, 시상면상 최대 개구량, 전두면상 좌측방 운동각도의 4항목이었다.
3. 수술 전후를 비교할 때 $p < 0.05$ 수준에서 유의성을 보인 항목들은 전두면상 최대 좌우 운동폭, 수평면상 최대 우측방 운동거리, 최대 좌측방 운동각의 3항목이었다.
4. 최대 개폐구 운동시 최대 개구량과 최대 전후방 운동량은 수술 후 측정시간에 따른 차이를 보였다 ($p < 0.05$). 즉, 2, 3개월군에서보다 5, 6, 7개월군에서 더 많은 운동량 회복을 나타내었다.
5. 수술 전 불규칙하던 개폐구시 운동 궤적은 수술 후 개구로와 폐구로가 일치하며 부드러운 곡선을 이루었는데, 이는 악교정 수술에 의해 교합장애가 제거되었기 때문인 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

1. 강제호, 정성장. 하악 절치부에서의 하악운동에 관한 연구. 대한구강내과학회지 1984 : 9 : 51-64
2. 광재영, 김광남. 전치부 개교환자의 하악운동에 관한 연구. 대한두개하악장애학회지 1993 : 5 : 64-77
3. 이동주, 서정훈. 교합유형에 따른 하악운동에 관한 연구. 대치교정지 1983 : 13 : 131-46
4. 이형식, 박영철. 골격성 III급 부정교합을 동반한 악교정 수술 환자에서 수술 전후의 하악기능 변화에 관한 실험적 연구. 대치교정지 1992 : 22 : 67-87
5. 최정호, 송광엽, 박찬운. Mandibular Kinesiograph를 이용한 하악운동의 형태와 PRI와의 비교. 대치보철지 1991 : 29 : 289-303

6. 허성주, 김광남, 장익태. 두개하악장애 환자의 하악운동에 관한 연구. 대한두개하악장애학회지 1993 : 5 : 121-37
7. Ahlgren H. Mechanism of mastication. Acta Odontol Scand 1966 : 24, Suppl.44
8. Aragon SB, Van Sickels JE, Dolwick MF, et al. The effects of orthognathic surgery on mandibular range of motion. J Oral Maxillofac Surg 1985 : 43 : 938-43
9. Beck HO, Morrison WE. Method of reproduction of movements of the mandible. J Prosthet Dent 1962 : 12 : 873-83
10. BioPak operator's manual version 3.0. Milwaukee : Bioresearch Inc., 1992
11. Boyd SB, Karas ND, Sinn DP. Recovery of mandibular mobility following orthognathic surgery. J Oral Maxillofac Surg 1991 : 49 : 924-31
12. Gibbs CH, Messerman T, Reswick JB, Derda HJ. Functional movements of the mandible. J Prosthet Dent 1971 : 26 : 604-20
13. Gillings BRD. Photoelectric mandibulography : A technique for studying jaw movements. J Prosthet Dent 1967 : 17 : 109-21
14. Hannam AG, DeCou RE, Scott JD, Wood WW. The kinesiographic measurement of jaw displacement. J Prosthet Dent 1980 : 44 : 88-93
15. Jankelson B, Swain CS, Crane PF, Radke JC. Kinesiometric instrumentation: A new technology. J Am Dent Assoc 1975 : 90 : 834-40
16. Jemt T, Karlsson S. Computer-analysed movements in three dimensions recorded by light-emitting diodes. J Oral Rehab 1982 : 9 : 317-26
17. Jemt T, Hedegard B. Reproducibility of chewing rhythm and of mandibular displacements during chewing. J Oral Rehab 1982 : 9 : 531-7
18. Mitani H, Yamashita A, Ueno H. Prophylactic and therapeutic prosthodontics. Tokyo : MDF , 1979 : 244
19. 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 1993 : 51 : 385-9
20. Nielsen IL, Marcel T, Chun D, Miller AJ. Patterns of mandibular movements in subjects with craniomandibular disorders. J Prosthet Dent 1990 : 63 : 202-17
21. Schweitzer JM. Masticatory function in man. J Prosthet Dent 1962 : 12 : 262-91
22. Shanahan TEJ, Leff A. Mandibular and articulator movements II. J Prosthet Dent 1962 : 12 : 82-5
23. Shibata T. Studies on mandibular movements in the patients with mandibular prognathism. Shikwa Gakuho 1981 : 81 : 241-265
24. Takai A, Nakano M, Bando E, Hewlett ER. Influence of occlusal force and mandibular position on tooth contact in lateral excursive movements. J Prosthet Dent 1995 : 73 : 44-8

25. Thomas GP, Throckmorton GS, Ellis III E, Sinn DP. The effects of orthodontic treatment on isometric bite forces and mandibular motion in patients before orthognathic surgery. *J Oral Maxillofac Surg* 1995 : 53 : 673-8
26. Throckmorton GS, Teenier TJ, Ellis III E. Reproducibility of mandibular motion and muscle activity levels using a commercial computer recording system. *J Prosthet Dent* 1992 : 68 : 348-54
27. Waysenson B, Salomon J. Three-dimensional recordings of envelopes of motion related to mandibular movement. *J Prosthet Dent* 1977 : 38 : 52-60

- ABSTRACT -

A STUDY ON THE MANDIBULAR MOVEMENT CHANGES AFTER ORTHOGNATHIC SURGERY IN SKELETAL CLASS III PATIENTS

**Dong-Seok Nahm, D.D.S., M.S.D., Ph.D., Cheong-Hoon Suhr, D.D.S., M.S.D., Ph.D.,
Won-Sik Yang, D.D.S., M.S.D., Ph.D., Young-Il Chang, D.D.S., M.S.D., Ph.D.**

Department of Orthodontics, College of Dentistry, Seoul National University

The purpose of this study was to evaluate changes in mandibular movement patterns after orthognathic surgery in skeletal Class III patients.

The sample consisted of 20 Class III malocclusion patients(9 males, 11 females). Just before and after(2-7months) surgery, maximum opening & closing movement, mandibular border movement on sagittal, frontal and horizontal planes were recorded using Sirognathograph & BioPak EGN. On each record, 21 items were measured and statistically analyzed.

The results were as follows :

1. Angle of protrusive movement on sagittal plane showed greatest change after surgery. Also, as the incisal guidance was established by surgery, straight path of protrusive movement became curved line.
2. Maximum opening distance and maximum antero-posterior distance on maximum opening & closing movement, maximum opening distance on sagittal plane, angle of left lateral excursion on frontal plane were statistically significant after surgery($p < 0.01$).
3. Maximum width of lateral excursion on frontal plane, distane of right lateral excursion and angle of maximum left lateral excursion on horizontal plane were statistically significant after surgery($p < 0.05$).
4. Maximum opening distance and maximum antero-posterior distance on maximum opening & closing movement showed significant differences according to post-surgical time($p < 0.05$). More recovery of range of movement occurred in 5-7month group than in 2-3month group.
5. As the occlusal interferences were removed by orthognathic surgery, irregular opening & closing path became smooth curve.

KOREA J ORTHOD 1997 ; 27 : 273-282

* **Key wsrds** : skeletal Class III malocclusion, orthognathic surgery, mandibular movement