

외과적 하악 정중부 골신장술

권경환, 민승기, 오승환, 이 준, 차재원
원광대학교 치과대학 구강악안면외과학교실

Abstract

CLINICAL STUDY OF MANDIBLE SYMPHYSIS WIDENING

Kyung-Hwan Kwon, Seung-Ki Min, Sung-Hwang Oh, Jun Lee, Jae-Won Cha

Department of Oral & Maxillofacial Surgery

School of Dentistry, Wonkwang University

Mandibular symphyseal distraction osteogenesis is an alternative approach for correcting mandibular transverse deficiencies and dental crowding. The traditional approaches for these are extraction of teeth and arch expansion with traditional orthodontic treatment. Also extractions are usually unavoidable in patients with severe crowding. The purpose of this study is to evaluate the effect of mandibular symphyseal distraction osteogenesis by use of tooth-borne expansion appliance. All of 12 patients had been performed distraction osteogenesis. The surgical procedures were accomplished under local anesthesia and intravenous sedation in an ambulatory surgical setting using a routine distraction protocol. The latency period was 5 days or 7 days after symphyseal osteotomies. The rate & rhythm is a intermittent, 0.75mm or 1.0 mm per day and stabilized for 6, 8 weeks after distraction. The time of orthodontic tooth movement after distraction was variable from 2 weeks to 8 weeks (mean 3 weeks). All patients had been evaluated with study casts, plain periapical films, panorama radiograms before & after surgery. Mandibular symphyseal distraction osteogenesis increased mandibular arch width and corrected dental crowding, with paralleling tooth-borne movement, without proclination of the mandibular incisors.

Key Word : Mandibular symphysis widening, Tooth born appliance, Distraction osteogenesis

I. 서론

하악 정중부 골신장술은 수평적인 하악골의 결핍(transverse mandibular deficiency)이 기존의 교정적 치료를 통해서 해소하기에는 너무 클 때에 선택적 치료방법으로 사용되고있다¹⁻⁶. 하악 정중부 골신장술의 목표는 하악 정중부의 새로운 골과 연조직을 형성하여 하악의 악궁의 개선과 총생을 해결하는데 있다. 골신장술은 하악 기저골을 비롯한 치조골, 각화치은, 점막등의 신장도 동시에 일어나므로 골이식술에서 부가적으로 발생하는 주위 연조직의 부족함을 피할 수 있다.⁷⁻¹¹ 아울러 골신장술은 골신장과 동시에 주위의 연조직, 신경, 근육, 혈관등

※ 본 연구는 2003년도 원광대학교 교내연구비 지원에 의해 이루어짐

도 같이 신장되기 때문에 연조직 확보를 위한 수술이 필요 없게 된다. 또한 점진적 하악골 확장을 통해서 치주인대도 점진적 신장력에 생리적으로 반응하게 되기 때문에 특별히 가해지는 손상이 없다면 동반되는 합병증도 적다. 다양한 기능장애, 안모변형 등으로 인한 심미적 장애와 기능장애를 해결하기 위한 악교정 수술은 악관절에 영향을 주게 되고, 압박력에 대해 주위조직이 적응하지 못할 가능성이 있기 때문에 교합이나 저작력에 영향을 줄 수 있다.¹¹⁻¹² 골신장술은 서서히 진행되는 과정이기 때문에 주위 조직은 새로운 환경에 적응하게 되고, 악관절에 대한 외상이 적다는 장점이 있다. 또한 골신장술은 성장중인 환자에서도 치아의 변형이 적고 발치 없이 정상적으로 영구치가 맹출하게 된다.¹³⁻¹⁶

하악골 수평적 결핍과 하악 전치 총생을 치료하기 위한 가장 흔한 전통적인 교정적 치료 방법은 발치, 치간 마모술, 치아 치조골 보상술(dentoalveolar compensation)등이 있다. 그러나 이들 방법들은 치아간 이동만을 의미하며 골격적인 문제를 해결하기에는 한계가 있다. 최근에는 하악골 정중부 골신장술을 통해서 협소한 악궁에서 충분한 공간확보를 할 수 있고, 이런 형태의 환자의 치료에 우수한 방법으로 사용되고 있다. 외과적 술식은 외래에서 전신 마취없이 시행가능하고, 환자에 대한 위험성도 적은 것으로 보고되고 있다.¹⁷⁻¹⁸

하악골 정중부 골신장술은 Guerrero등이 하악골의 수평적 결핍을 해소하기 위해서 처음 시도하였고, 1990년부터 tooth-borne distraction device를 사용한 많은 하악골 정중부 골신장술에 대한 증례를 보고하였다.¹ Weil등¹⁸은 1997년에 9명의 환자에서 하악 정중부 골신장술을 시행하였고, 합병증 없이 하악의 수평적 결핍을 해소하였다고 보고하였다. 또한 Guererro 등²이 10명의 환자에서 유사한 결과를 보고 하였고, 몇 년후 Kewitt등¹⁷이 장기간의 하악골 정중부 골신장술에 대한 결과를 보고하게 되었다.

이 연구의 목적은 본원에서 협소한 하악궁과 전치부 총생을 해결하기 위해 시행한 하악골 정중부 골신장술의 유용성을 평가하였으며, 향후 환자치료에 임상적으로 참고 하고자 한다.

II. 대상 및 방법

1. 연구대상

2000년 1월부터 2002년 8월까지 원광대학교 구강악안면외과와 교정과에서 하악궁 수평적 결핍과 하악 전치부 총생을 가진 환자에게 하악 정중부 골신장술(mandibular symphysis widening)을 시행하였다. 총 12명의 환자(남자 7명, 여자 5명)들은 나이는 8세에서 34세(평균 27.5세)까지였고, 전신질환이나 장애를 가진 환자는 연구대상에서 제외되었으며, 회복기까지 평가가 가능했던 환자만을 대상으로 하였다. 환자들은 본원에서 제작한 tooth-borne distractor(11명)와 hybrid type distractor(1명)를 사용하였으며 일반적인 골신장술(잠복기, 신장기, 회복기, 골재생기)에 따라 시행하였다.

2. 연구방법

1> Distraction appliance

A B C

Fig 1. 원광대학교 구강악안면외과에서 사용되고 있는 distraction appliance
A. tooth-borne device, B. bone-borne device, C. hybrid type device

본원에서 제작한 tooth-borne appliance은 견치에서 대구치까지 band나 resin을 사용하여 치아에 고정하였다. 4개의 구조물로 견고히 고정되었으며 혀의 움직임에 방해됨이 없도록 전하방 부위에 밀접히 위치시켰다. 중앙에 hyrex 형태의 device와 좌우에 1mm이상의 wire를 사용하여 몸체가 활성화될 때 휘어짐을 방지하면서 활성을 치아와 골에 직접적으로 전달하기 위한 연결막대, 견치와 구치에 band로 고정되어 있고, 이것을 연결한 stainless metal wire로 구성되어 있다. 몸체는 나사를 한번 돌리 때 0.25mm의 확장 효과가 있는 hyrex type의 Jack screw를 변형 하였다. tooth-borne appliance 몸체는 될 수 있는 한 골이 평행하게 확장되도록 하기 위하여 저항 중심에 위치해야 하며 최대한 전하방에 위치하게 하였다. bone-borne appliance나 hybrid type은 정중부 골의 평행이동이 tooth-borne appliance에 비해 유리하나 장치의 일부가 연조직의 내부와 외부에 있으므로 감염이 발생할 수 있고, 환자가 불편감을 호소할 수 있다. (Fig 1.)

2> 외과적 술식

<이부 골절단술>

A B

Fig 2. Oseotomy line design

A. straight line osteotomy B. Step line osteotomy

수직적 골절단선의 위치는 하악 전치부 치근사이에 적당한 골량이 존재하는 4전치의 어느 부위에 시행해도 된다. 그러나 총생의 해결이 목적인 경우는 최대한 총생이 심한부위에 골절단선이 위치해야 추가적인 교정기간을 단축할수 있는 장점도 있다. 대부분의 경우에 전치부 치근사이에 잔존 골이 부족한 경우가 많기 때문에 술전 교정을 통한 치간 사이의 공간을 확보하거나 골절단선의 형태를 다르게 만들 수 있다. 절대적으로 양 중절치 사이에만 골절단선이 존재해야만 하는 것은 아니고, 필요에 따라서 계단 형식이나, Y-shape등 여러 가지로 응용할 수 있다. 치간골은 얇은 spatular osteotme 으로 절단하거나 green-stick fracture를 시행하여 치근 손상을 방지해야만 하고, 최대한으로 양쪽 치근에 많은 치조골이 존재하도록

시행하여야 한다. 만일 치근이 노출되었을 때에는 세심한 주의를 기울여 치주인대의 손상을 최소로 하여야 한다. 치간 사이의 공간을 확보하기 위한 방법으로 술전에 치근 공간을 확보하기 위한 교정치료를 시행하는 경우가 있으나 실제로 총생이 있는 전치부에서 공간을 얻기란 한계가 있다.(Fig 2.)

<외과적 술식>

하악 정중부 신장술은 외래에서 국소마취와 IV sedation하에 시행이 가능하다. 15번 메스를 이용하여 #44-#34까지 수평절개를 가한 후 골막을 박리하여 이부를 노출 시킨다. 상부 치은 판막은 치조골능에서 골절선으로부터 골막하 박리를 최소한으로 시행한다. 특히 골절선의 치은이 찢어지지 않도록 주의를 요한다. 골 절단시 skin hook이나 유사한 기구를 사용하여 치은조직을 상방으로 거상할 수도 있다.

일단 조직판막이 거상 되어 정중부가 노출되면 치근의 모양을 감별할 수 있고, 축진이 가능하다. 701번 fissure bur를 사용하여 치간 사이와 기저골에 계획하고 있는 골절단선을 표시하고, micro-saw등을 이용하여 골절단을 치조골을 제외한 부위에 완전하게 시행한다. 마지막으로 예리한 spatular osteotome을 이용하여 조심스럽게 치조골내 치간 골절단을 시행하고, 골이단을 시행하는데 이때는 치조정 상방의 연조직을 최대한 보존하면서 치조골만을 절단한다. green-stick fx를 시행하여 신연술 후의 치조정 흡수를 예방하여 주는 것이 특히 중요하다. 마지막으로 연조직을 재위치하여 봉합을 시행하고, 총별로 봉합을 시행한다.(Fig 3.)

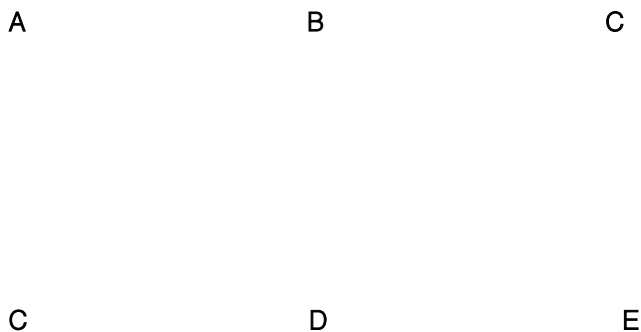


Fig 3. Sugical procedure (A: 701 bur를 이용한 골절단선 표시, B: reciprocating saw를 이용한 기저골절단, C: spatular osteotome을 이용한 치간사이 골절단, D: 골절단 완성, E: 신장기를 완전하게 고정하고 1-2mm 확장하여 골절단 확인)

< 신장기 장착>

tooth-borne distractor는 술전, 술후에 장착 될 수 있으나 보통 술전에 장착한다. 정중부를 절단한 후에 distractor를 1-2mm 정도 돌려 골을 분리 시킨다. 골 분리시 어떠한 저항감이

나 신장되는 방향 등을 평가한다.

3> 골신장 계획

Fig 4. Schematic diagram of distraction osteogenesis

골신장술은 크게 골 절단기, 잠복기, 골 신장기, 골 회복기, remodelling period 등으로 크게 나눈다. 골절단 후 연조직 치유나 soft callus형성을 위한 잠복기를 거치게 되는데 latency period에 대해서는 술 후 즉시 activation을 시행하거나 술 후 5-7일정도 지난다음에 activation을 시행하고 있다. 본원에서는 5-7일까지 연령에 따라 차이를 두었다. activation은 하루에 device를 3-4번 돌려 0.75 mm에서 1 mm의 신장을 시행하였고, 이것은 환자의 연령, 골밀도, 전신질환등에 따라 결정하였다. 원하는 만큼의 하악 골신장이 이루어진 후에는 골 회복기를 가지며 보통 6주에서 12주까지 (평균 7주) 시행하였으며 특히 이 기간동안에 교정적인 치아이동을 시도하였는데 본원에서는 평균 activation후 4주 정도에(1주-12주) 시행하였다.(그림4)

4> 임상적, 방사선적 확장 평가

총 12명의 환자의 모형과 술전 사진, 술전 방사선 사진을 통하여 landmark를 설정하였다. landmark는 하악 양 골절단 부위의 전치간 거리, 양 견치간 거리, 소구치간 거리, 대구치간 거리로 나누어 신장 전후의 거리를 평가하였고, 양 전치부위의 치경부위 기저부의 거리의 방사선적 평가로 하악골 확장량의 균등성을 평가하였다. 지속적인 방사선사진과 임상평가로 치간부 골절선의 균등성과 치간골 파괴 및 합병증을 기록하였다.(그림5, 6)



B

C

Fig 6. 골신장에 따른 환자의 평가 (A: 술전, 술후 잠복기, 신장기, 골 회복기에 따른 방사선 사진, B: 술전 V 모양의 하악궁, C: 치료후 하악궁)

5> 조직학적 평가

한 증례에서 술 후 1년된 환자에서 정중부 골신장부위 골편을 채취한 후 탈회하여 MT staining을 시행하였다. 정상적인 골이식과정에 비해 골신장술의 효과를 조직학적으로 평가해 보았다.¹²

III. 연구 결과

총 12명의 협소한 악궁과 전치부 총생을 가진 환자에서 하악 정중부 골신장술을 시행하였다. 초진, 골신장 전, 골신장 후, consolidation 기간 동안 모형, 표준촬영, 교합촬영, 임상평가를 통해서 환자의 변화를 기록하였다. 남녀 비율은 비슷하였고 (남 7명, 여 5명), 나이는 평균 19세였으며, 7세에서 34세까지 분포하였다. 치성 1급 부정교합이 3명, 치성 골격성 II급 부정교합이 6명, 치성 골격성 III급 부정교합이 1명 이었다. 2명은 외상에 의해서 전치부에 collapse가 발생하였고, 폐쇄된 공간확보를 위해서 하악 정중부 골신장술을 시행하였다. 악교정 수술을 동반한 경우는 2 증례가 있었고, 나머지는 일반적인 교정 치료를 시행하였으며 외상에 의한 2명의 환자는 공간이 확보된 후 implant를 식립 하였다. (Table 1.)

Table 1. Patient's data (Age/Sex, Diagnosis, Treatment Plan)

	Age/Sex	Diagnosis	Tx plan
A	7/M	Dental dysplasia vertical facial pattern Dental CI I with constricted Mn arch and missing on #31,32,41	Mn symphysis widening try to move #43,73 to midline
B	11/M	Sk. CI II with Mn backward rotation D. CI I with ant. crowding on upper with lower midline deviation to right side	Mx expansion, Mn symphysis widening fixed therapy
C	22/F	Sk. CI III with Mn excess & vertical facial pattern D. CI III with ant. crowding	Mn symphysis widening orthognathic surgery
D	13/M	Sk. CI II with Mx excess & Mn deficiency D. CI II with constrict lower arch	Mn symphysis widening fixed therapy
E	34/F	Sk. CI II with Mn excess D. CI II with edge to edge bite Mn. ant. crowding	Mn symphysis widening orthognathic surgery
F	22/M	Sk. CI II with vertical growth pattern D. CI II with ant. crowding(#17,27 scissors bite, #11,21,31,41blunt root)	Mn symphysis widening corticotomy,
G	19/M	Sk. dysplasia with Rt. condyle Fx Alveolar bone Fx on #42-32 area D. CI I with #41missing	Mn symphysis widening for #41 space regaining implantation on#41
H	29/M	Sk. dysplasia with trasverse collapsed Mn(#31 space missing) D. dysplasia with teeth loss(#13,15,35,45,31)	Mn symphysis widening Prothetic tx for edentulous area
I	14/M	Sk. CI II with Mn deficiency D. CI II with ant. crowdin	Mn symphysis widening
J	22/F	Sk. CI II with Mn excess D. CI II with edge to edge bite Mn. ant. crowding	Mn symphysis widening
K	20/F	Dental dysplasia vertical facial pattern	Mn symphysis widening
L	15/F	Dental dysplasia vertical facial pattern	Mn symphysis widening

latency period는 보통 6.8일 (5-8일)이었으며 연조직이 어느 정도 치유되어 발사를 시행하는 시기를 기준으로 하였다. 대부분의 경우에 tooth-borne type의 distractor를 사용하였으며 activation rate는 하루에 0.75-1 mm이었고, 골 회복기는 7주 정도(6주-12주)였다. consolidation 기간의 환자의 연령이나 이동량에 따라 차이가 있었다. 치아의 이동은 activation후 1주에서 8주까지 다양하게 시도하였으나, 환자의 나이, 골밀도, 골 신장량에 따라 다르게 시행하였다. 대부분의 증례에서 교정적 문제가 있어 본 술식이 시도되었고, 3 증

례에 있어서는 외상 후에 collapse되어 하악골 신장술을 통해 공간을 확보하였으며 골이 치유된 후에 implant 식립을 시도하였다.(Table 2.)

Table 2. Distraction protocol (Latency, Distraction, Consolidation, Tooth Movement) & Device

	Latency period(day)	Distraction period(day)	Distraction rate(mm/day)	Consolidation period(wks)	Tooth move(wks)	Device
A	6	10	1	8	8	Tooth-borne
B	7	30	1	7	2	Tooth-borne
C	8	7	0.75	6	8	Tooth-borne
D	8	28	0.5	11	4	Tooth-borne
E	7	14	1	6	1	Tooth-borne
F	5	5	1	8	1	Tooth-borne
G	8	7	1	5	implant after 8 weeks	Tooth-borne
H	7	7	0.75	19	2	Tooth-borne
I	5	7	1	8	2	Hybrid
J	5	11	0.75	8	4	Tooth-borne
K	7	7	0.75	8	4	Tooth-borne
L	5	11	0.75	8	2	Tooth-borne
Average	6.5	12	0.85	7.4	3.5	Tooth-borne

평균 확장량은 전치에서 3.6 mm, 견치에서 4.9 mm, 소구치에서 5.3 mm, 대구치에서 4.2 mm 였다. tooth-borne type에서 resin으로 고정된 3 증례에서 장치탈락을 경험하였으나, 탈락 후 바로 재 고정을 시행하여 원하는 양의 골 신장을 얻을 수 있었다. 1 증례에서는 환자 보호자의 교육 부족으로 인해 역으로 회전시킨 경우가 있었다. tooth borne type의 경우 distractor의 acting rod의 position이 중요한데 이 위치에 따라서 distraction gap의 모양에 차이가 있다. 계획적으로 상방에서 불균등하게 벌어지도록 유도한 1 증례를 제외하고 distraction gap의 상하부위는 9 증례에서 균등하였으며, 2 증례에서 불균등한 상태를 볼 수 있었다. 대부분의 환자에서 초기에 약간 근심부로 기우는 현상을 볼 수 있었으나 consolidation후에 정상으로 회복하였다. 특히 distraction 초기에 1 증례에서 골절단 부위의 crestal bone loss가 보였지만, 그외 감염, 비유합, 섬유성유합, 감각이상, 생활력 상실, 악관절 증상등은 보이지 않았다.(Table 3.)

Table 3. Comparison of overall treatment effects (mm)

Pt's \ width	Interincisal	Inter canine	Inter premolar	Inter molar
A	4.2	4.8	4.8	4.1
B	4.2	4.8	5.9	5.1
C	4.5	5.0	5.4	4.9
D	5.1	6.5	6.1	3.9
E	3.1(2-3)	4.5	5.9	5.6(5-5)
F	3.0	4.4	8.0	3.9
G	3.0	4.1	5.1	4.1
H	4.2	6.5	4.1	3.1
I	4.9	6.0	5.1	4.5
J	1.2	4.3	5.0	3.5
K	2.0	3.4	2.5	4.1
L	3.5	4.6	6.2	3.6
Average	3.6	4.9	5.3	4.2

수술 후 1년 된 환자의 하악 정중부 신장 골조직을 block으로 채취한 후 조직절편을 제작하여 M.T염색한 사진으로 기존의 붉은색의 숙주골과 녹색의 신생골이 서로 잘 합되어 있었다. 우측의 B그림은 기존의 숙주골 부위로 haversian canal을 비롯한 골구조가 잘 보이고 있고, C는 신생골과 숙주골과의 융합부위를 확대한 사진이다. D와 E는 신생골 부위로 E는 D를 200배 확대한 사진이다. E에서 기존 신생골에 매몰된 osteocyte와 함께 osteoblast를 잘 볼 수 있다. 1년 후의 정중부 신장부위는 정상적인 골치유 소견을 보였고, 기존의 골이식 방법보다 골형성이 효과적임을 알 수 있다. (Fig 6.)

A

B

C

D

E

Fig 7. Histologic results of 1 year distraction. (A: Red- host bone, Green- new bone B: Harversian canal of host bone C: combination of host bone and new bone (Modified MT x 20) D: New bone area (Modified MT x 100) E: New bone area (Modified MT x 200)

IV. 총괄 및 고찰

하악전치부의 총생을 동반한 수평적 하악궁 결핍은 흔히 볼 수 있다. 이런 경우에 전통적으로 악정형장치나 치아발거, 치간삭제나 dental compensation에 의해 치료 되어진다. 그러나 이러한 술식은 치료의 제한을 가져올 수심각한 합병증을 야기하기도 한다. 골신장술을 이용한 하악골 신장술은 협소한 v-shaped 하악궁, scissor bite, 매복 전치, 완전히 정렬된 상악 치아와 정상적 비순각을 동반한 하악 전치의 심한 총생, 전에 발치를 했거나 하악 전치부 총생을 가진 환자등에 있어 교정적 재치료가 필요한 경우, 협소한 악궁을 동반한 심한 상하악 총생이 있는 경우 등의 다양한 증례에 있어 적용될 수 있다. 골 신장술은 심한 악궁의 기형에 대해 전통적인 교정적 치료의 한계를 극복하기 위한 한 방법으로 사용될 수 있다.

Dr. Guerrero등¹이 하악의 수평적 결핍을 치료하기 위해 하악 정중부 골신장술을 1990년에 최초로 시도하였으며, 또한 contasti등²과 같이 하악 정중부 골신장술의 상세한 원리를 보고하였다. Weil등¹⁸은 1997년에 9명의 환자에서 정중부 확장술을 시행하여 별다른 합병증 없이

성공적인 하악골 확장을 얻었다고 보고하였으며, Kewitt등¹⁷은 1999년에 하악 정중부 확장술을 시행하고 장기적인 성공 결과를 보고하였다. Del Santo등¹⁹은 2000년에 20명의 건강한 환자를 대상으로 시행한 하악정중부 골신장술의 효과를 보고하였는데 이 연구에서 원하는 양의 악궁 확장과 충생의 해결을 얻을 수 있었으나, 정중부의 상하가 불균등한 확장이었고, 술 후 골절선 주위의 전치가 골절단 부위로 기우는 문제가 발생하였다고 보고하였다.

잠복기는 수술후 골신장을 시행하기 직전까지의 기간을 말하며, 이 기간을 통해서 연조직의 염증해소, 수질골 내 혈액순환 재개, 골내막과 골막의 손상방지, 골절단부위를 싸고있는 골막의 손상 방지 등의 효과를 얻을수 있다.⁴¹ 그러나 이 기간이 골신장시 골형성에 큰 영향을 주지는 않는다고 보고되고 있다. Tavakoli등²¹은 잠복기 기간에 따라 0, 4, 7일군으로 나누어 골밀도 측정과 3-point mechanical test를 시행한 결과 잠복기 자체만으로는 하악 신장골의 물리적, 기계적 성질에 큰 영향을 주지 않았고, 환자의 나이와 요구 등 환자의 의견이 중요하다고 보고하였다. 본 연구에서는 5-8일로 잠복기를 두었고, 연조직의 치유나 발사를 시행하는 7주일을 주로 사용하였다. distraction rhythm이나 rate에 대해서는 Guerrero등¹⁻³의 보고에서 여러 학자들은 하루에 3번에서 4번 distractor를 돌리는 0.75-1 mm의 신장을 추천하고 있다. 이보다 적을 때에는 조기 유합이 발생할 수 있고, 이보다 빠를 때에는 비유합이 발생할 수 있다고 보고하였다. Wiltfang등²⁰은 6마리 minipig에서 microhydraulic cylinder를 사용하여 Group I.은 intermittent force, group II는 continuous force를 적용한 후 초음파검사와 조직검사를 시행하여 두군을 비교하였는데, continuous bone distraction에서 원하는 양의 확장을 위해 소량의 힘이 필요하였고, 골재생이 촉진되었으며 고정기간도 단축됨을 알수 있었다. 본 연구에서는 하루에 평균 3번 정도 8시간 간격으로 jack-screw를 회전 시켰고, 0.75 mm 정도의 확장효과를 얻을수 있다.

재생된 치조골내 교정적 치아이동 시기에 대해서는 많은 보고가 있지만 초기 치아이동시기에 따라 크게 2가지로 나눌 수 있다. 하나는 골신장 직후나 1주일 내에 치아이동을 시키므로서 교정 시간과 빠른 치아이동을 시키는 것이 바람직하다라는 것이고, 다른 하나는 오히려 초기에 치아 이동을 시도했을 때 치아의 실활이나 치조골 소실이 발생할수 있으므로 6주에서 8주의 consolidation후에 치아 이동을 시키는 것이 바람직하다고 보고하였다.²²⁻²⁷ Liou등²²⁻²³, Cope등²⁴⁻²⁵은 골신장 직 후나 1주 후에 치아이동을 시행 하였고, Guerrero와 Contasti, Razdolsky등²⁷은 하악골 신장술후 완전히 회복기가 끝나는 8-12주에 치아 이동을 시행 하였다. Guerrero와 Bell등⁴은 distraction space를 archwire상에 가공의치를 장착하여 새롭게 형성된 비광화섬유 재생조직으로 치아가 기우는 것을 방지하였다. Nakamoto등²⁶은 미성숙골로의 치아이동을 조직학적으로 평가했는데 치아이동에 과도한 힘이나 초기에 재생된 골로의 치아이동은 치아의 경사이동이나 치근 흡수가 발생하기 때문에 피해야 한다고 보고하였다. Liou등²²은 canine model을 대상으로 한 실험연구와 환자를 대상으로 한 연구에서 골신장 중에 시행한 치아 이동은 골파괴세포의 활성이 높기 때문에 오히려 골파괴가 발생하여 walking tooth가 발생하였고, 골신장 직 후나 1주일 정도에 조직학적으로 조골세포의 활성이 높기 때문에 치아의 이동 또한 빨랐다고 보고하였다. 본원에서는 Liou등²²⁻²³과 Guerrero등²⁷의 이론을 수용하여 가능한 한 빠른 치아 이동을 시도 하였으나 환자의 나이나 이동량, 전신상태등을 고려하여 이동시기를 결정하였고, 평균 4주 정도에 치아를 이동 시켰을 때 치아의 생활력 상실이나 치조골 흡수 등과 같은 특별한 문제점은 발생하지 않았다.

현재 하악 정중부 골신장술을 위한 장치는 많이 개발되고 있고, 장치에 따라 균등한 확장 효과를 얻기 위한 연구가 활발히 진행되고 있다. Guerrero등¹⁻³의 tooth-borne device는

acting rod가 하악골의 저항 중심에 있지 않으면 불균등한 정중부 확장이 발생하기 때문에 결과에 대한 많은 경험이 필요하고 숙련도가 요구된다고 보고했다. Bone-borne 형태의 장치³⁰는 정확히 저항 중심에 위치가 가능하기 때문에 tooth borne에 비해 정중부의 저항 중심에 위치할 수가 있다.⁵⁻⁶ 그러나 조직내 구조가 외부환경에 노출되기 때문에 감염의 위험성이 있고, 추가적인 수술이 필요하며 경제적인 부담도 tooth borne에 비해 크다는 단점이 있다. 본원의 증례들에서는 tooth-borne 형태를 이용하였고, 소구치, 대구치를 하나의 mass로 이용하여 구조를 보강하였다. 위치상으로는 acting rod를 설측에서 최대한 전하방으로 저항중심에 밀접하여 균등한 확장효과를 얻을 수 있었다

하악 정중부 골신장술의 합병증은 술중, 술후로 크게 나눌 수가 있다. 술중 합병증은 외과적 수술동안의 치간 사이 골절단 부위에 인접한 치아에 대한 손상과 치근의 노출 및 골절, 이 신경 손상에 의한 감각 이상등을 들 수가 있다. 치간사이의 골절단을 할 때에는 가는 osteotome을 이용하여 치근과 치주인대의 손상을 최소화 해야만 골신장시에 발생하는 골절단 인접치근의 tipping이나 치조골 소실을 방지할 수 있다. 만약 하악의 전치부 치간간격이 1mm 이내로 심할 때에는 골절단 부위를 견치 근심부위나 다른 부위로 이동하여 사용하거나 전치부 총생으로 제한적이지만 골신장 전 교정을 통하여 치간 공간을 확보하는 것이 바람직하다고 볼 수 있다.^{17-18,28}

술후 합병증으로는 crestal bone loss, 악관절 이상, 인접치아의 치주 및 치수괴사, 재발, 비유합등의 여러 합병증이 발생할 수가 있다. Dorfman과 Turvey등²⁹은 치간사이 공간에서 골절단을 시행할 때에 crestal bone loss에 대해 연구했는데 골절단후 즉시 activation을 시행했거나 치간사이 공간이 3-5mm 이하인 경우에 골소실이 많았다고 보고하였다. Kewit등은 1-2mm 이상의 치간공간을 주장하였고, Niederhagen등²⁸은 8마리의 돼지에서 골신장에서 5-7일의 잠복기후 특별한 치간골 소실을 보이지 않았다고 보고하였다. Guerrero등¹⁻²은 골절단후 즉시 골신장을 했을때에도 crestal bone loss는 보이지 않았으나 그후 Bell등과의 연구에서 총 9마리의 원숭이중 4마리에서 치간골 소실을 볼수 있었다.⁵ 결과적으로 치간사이의 골소실은 치근의 노출이나 치주인대의 손상과 관련있다고 볼 수 있다. 그러므로 골절단시에 주의가 필요하며 이런 결과의 차이는 술자의 수술 숙련도와 protocol에 따라 다양하게 나타나고 있다. 본 연구에서 시도된 12 증례에서 치아의 합병증은 1 증례에서 치간골 흡수만을 보였으며 그 외에는 모두 양호한 예후를 보였다. 그러나, 장치가 골신장 도중에 3 증례에서 탈락하는 기계적인 문제와 환자와 보호자의 교육의 문제로 인한 장치의 역회전한 문제가 1 증례에서 발생하였다.

Samchukov등³¹은 하악 정중부 신장술을 시행하는 동안 computer simulation을 통하여 악관절의 측방 회전이동을 관찰하였다. 그들은 하악 정중부에서 1 mm의 신장이 발생할 때 과두가 0.34도 회전한다는 것을 보고하였다. Harper등¹⁵은 하악 정중부 골신장 후 과두의 조직학적 변화에 대해 연구하였는데, 골신장은 하루에 1번씩, 1 mm 이동 시킨 결과 과두에서의 변화는 매우 경미하였으나, 악관절의 모든 3층의 연골에서 골신장시에 압박과 신장에 의한 변화가 관찰되었다. 이때 과두는 주로 회전력의 방향 즉 전내방, 후외방으로 위치 변화를 보였다. Braun등³²은 하악정중부 신장량에 따라 과두의 측방회전운동은 증가하지만 대부분의 환자들이 15 mm 이내이기 때문에 과두내에서 adaptive change가 발생한다고 보고하였다. 또한 그의 환자에서 과거에 악관절 질환을 가진 경우에도 증상이 심해지지 않았다고 보고하였다.³³⁻³⁵ 본 연구에서는 악관절에 대해서는 특별한 문제가 발생하지 않았지만 향후 수술후

에 악관절 증상에 대한 환자의 지속적인 평가가 필요하고 술전에 증상을 가진 환자와 그렇지 않은 환자의 비교연구가 필요 할 것이다.

골신장술의 rate가 높거나 외과적 외상이 있는 경우, 교정력이나 다양한 원인에 의해 치아 동요가 증가하고, 치은 조직에 허혈이 발생할 수도 있다. 치근단병소나 치아 생활력 소실은 외과적 외상의 경우에 많이 발생한다. 하악 정중부 골신장술 후 발생하는 재발은 아직까지 장기적인 결과가 없으나, 대부분의 경우에 다른 악교정수술이나 교정에 비해 재발이 적은 것으로 보고되고 있다. 어떤 경우에는 골 신장후 짧은 기간에 재발을 보인 경우도 있으나, 재발량은 극히 적고 술후 첫 몇주내에 일어난다고 보고하고 있다.³⁶⁻³⁷

그외에 합병증으로는 드물지만 골신장 rate가 빠름으로 인해 발생하는 non-union, 느림으로 인해 발생하는 조기 유합등의 문제가 발생할수 있지만 이러한 것은 술자의 환자의 나이, 골 치유 능력, 전신질환을 고려한 정확한 protocol과 술식에 의해 대부분 방지할 수 있다.

골신장술에 대한 biologic 연구가 많이 시행되고 있으며 distraction gap에 growth factor를 주입하는 연구가 많이 시행되고 있다. Sato등³⁹은 골합성과 turnover를 조절하는 많은 cytokines을 연구하였고, TGF- β , IGF-1, FGF-2, BMPs등을 distraction gap에 주입하여 성장을 연구하였다. 이러한 growth factor를 통하여 보다 빠른 골화를 촉진할 수 있고, 그에 따라 치아 이동도 조기에 회복할 수 있으며 교정기간의 단축으로 경제적 효과를 거둘 수 있을 것이다.³⁸⁻⁴⁰

V. 결 론

총 12명의 협소한 악궁과 전치부 총생을 가진 환자에서 하악 정중부 골신장술을 시행하였다. 하악에서의 평균 확장량은 전치에서 3.6mm, 견치에서 4.9mm, 소구치에서 5.3mm, 대구치에서 4.2mm 였다. 3 증례에서 장치탈락을 경험하였고, 탈락 후 바로 재 고정을 시행하였다. 1 증례에서 환자보호자의 교육 부족으로 인한 역으로 회전시킨 경우가 있었다. distraction gap의 상하부위는 9 증례에서 균등하였고, 3 증례에서 불균등한 상태를 볼 수 있었다. 대부분의 환자에서 초기에 약간 근심부로 기우는 현상을 볼 수 있었으나 consolidation 후에 정상적 소견을 보였다. 특히 distraction 초기에 1 증례에서 골절단부위의 crestal bone loss가 보였다. 그 외 infection, non or fibrous union, numbness, devitalization, TMJ symptom 은 보이지 않았다. 앞으로 골격성 변화에 대한 장기적인 연구와 device의 개발 및 악관절에 대한 장기적인 영향과 재발성향에 대해 지속적인 연구가 필요할 것이다.

VI. 참고문헌

1. Guerrero CA. Rapid mandibular expansion. *Rev Venez Ortod* 18:1, 1990.
2. Guerrero CA, Contasti G. Transverse (horizontal) mandibular deficiency. In: Bell WH, editor. *Modern practice in orthognathic and reconstructive surgery*, Vol. 3. Philadelphia: Saunders; 2383, 1992.
3. Guerrero CA, Bell WH, Contasti GI, Rodriguez AM. Mandibular widening by intraoral distraction osteogenesis. *Br J Oral Maxillofac Surg* 35:383, 1997.
4. Guerrero CA, Bell WH, Contasti GI, Rodriguez AM. Intraoral mandibular distraction osteogenesis. *Semin Orthod* 5:35, 1999.
5. Bell WH, Gonzalez M, Samchukov ML, Guerrero CA. Intraoral widening and lengthening of the mandible in baboons by distraction osteogenesis. *J Oral Maxillofac Surg* 57:548, 1999.
6. Bell WH, Harper RP, Gonzalez M, Cherkashin AM, Samchukov ML. Distraction osteogenesis to widen the mandible. *Br J Oral Maxillofac Surg* 35:11, 1997.
7. Ilizarov GA. The tension-stress effect on the genesis and growth of tissues: Part 1. the influence of stability of fixation and soft tissue preservation. *Clin Orthop* 238:249, 1989.
8. Ilizarov GA. The tension-stress effect on the genesis and growth of tissues: Part 2. the influence of the rate and frequency of distraction. *Clin Orthop* 238:263-, 1989.
9. Aronson J. Experimental and clinical experiences with distraction osteogenesis. *Cleft Palate Craniofac J* 31:473, 1994.
10. Aroson J: The biology of distraction osteogenesis. In Chapman MW, editor: *Perative orthopaedics*, Philadelphia, 1993, JB Lippincott.
11. Carlson D: Growth of the temporomandibular joint. In Zarb GA, Carlsson GE, Sessle BJ, Mohl ND, editors: *Temporomandibular joint and masticatory muscle function*, Copenhagen, 1994, Munksgaard.
12. Konboh T, Xestesson PL, Takahashi M: Prevalence of morphological changes in the surfaces of temporomandibular joint disk associated with inerangement, *J Oral Mawillofac Surg* 56:339, 1998.
13. Hollis BJ, Block MS, Gardiner D, Chang A. An experimental study of mandibular arch widening in the dog using distraction osteogenesis. *J Oral Maxillofac Surg* 56:330, 1998.
14. Samchukov ML, Cope JB, Harper RP, Ross JD. Biomechanical considerations of mandibular lengthening and widening by gradual distraction using a computer model. *J Oral Maxillofac Surg* 56:51, 1998.
15. Harper RP, Bell WH, Hinton RJ, Browne R, Cherkashin AM, Samchukov ML. Reactive changes in the TMJ after mandibular midline osteodistraction. *Br J Oral Maxillofac Surg* 30:20, 1997.
16. McCormick SU, McCarthy JG, Grayson BH, et al : Effect of mandibular distraction on the temporomandibular joint: part 1, canine study, *J Craniofac Surg* 6:358, 1995.
17. Kewitt GF, Van Sickels. Long-term effect of mandibular midline distraction osteogenesis

- on the status of the temporomandibular joint, teeth, periodontal structures, and neurosensory function. *J Oral Maxillofac Surg* 57:1419, 1999.
18. Weil TS, Van Sickels JE, Payne CJ. Distraction osteogenesis for correction of transverse mandibular deficiency: a preliminary report. *J Oral Maxillofac Surg* 55:953, 1997.
 19. Del Santo M Jr, Guerrero CA, Buschang PH, English JD, Samchukov ML, Bell WH. Long-term skeletal and dental effects of mandibular symphyseal distraction osteogenesis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 118:485, 2000.
 20. J Wiltfang et al. Continuous and intermittent bone distraction using a microhydraulic cylinder; experimental study in minipigs. *Br J Oral Maxillofac Surg* 39:2, 2000.
 21. Tavakoli et al. The role of latency in mandibular osteodistraction. *J Cranio Maxillofac Surg* 29:165, 2001.
 22. Liou EJ, Polley JW, Figueroa AA. Distraction osteogenesis: the effects of orthodontic tooth movement on distracted mandibular bone. *J Craniofac Surg* 9:564, 1998.
 23. Liou EJ, Figueroa AA, Polley JW. Rapid orthodontic tooth movement into newly distracted bone after mandibular distraction osteogenesis in a canine model. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 117:391, 2000.
 24. Cope JB, Harper RP, Samchukov ML. Experimental tooth movement through regenerate alveolar bone: a pilot study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 116:501, 1999.
 25. Cope JB, Samchukov ML. Regenerate bone formation and remodeling during mandibular osteodistraction. *Angle Orthod* 70:99, 2000.
 26. Norimichi Nakamoto et al. Experimental tooth movement through mature and immature bone regenerates after distraction osteogenesis in dogs. *Am J Orthod* 121:4, 2002.
 27. Razdolsky Y, Pensler JM, Dessner S. Skeletal distraction for mandibular lengthening with a completely intraoral toothborn distractor. In: McNamara JA, Trotman CA, editors. *Distraction osteogenesis and tissue engineering*. Ann Arbor, Michigan: Center for Human Growth and Development, The University of Michigan; 117, 1998.
 28. Niederhagen B, Braumann B, Schmolke C, Appel T, von Lindern JJ, Berge S. Tooth-borne distraction of the mandible: an experimental study. *Int J Oral Maxillofac Surg* 28:475, 1999.
 29. Dorfman HS, Turvey TA: Alterations in osseous crestal height following interdental osteotomies, *J Oral Surg* 48:120, 1979.
 30. Mommaerts MY, Jacobs W, de Jonghe N. Mandibular distraction using a dynamic osteosynthesis system: MD-DOS. Concepts and surgical technic. *Rev Stomatol Chir Maxillofac* 99:223, 1998.
 31. Samchukov ML, Cope JB, Harper RH, Ross JD: Biomechanical considerations of mandibular lengthening and widening by gradual distraction using a computer model, *J Oral Maxillofac Surg* 56:51, 1998.
 32. S Braun et al. Condylar displacement related to mandibular symphyseal distraction. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 121:162, 2002.

33. Van Sickels JE, Dolce C, Keeling S, Tiner BD, Clark GM, Rugh JD. Technical factors accounting for stability of a bilateral sagittal split osteotomy advancement: wire osteosynthesis versus rigid fixation. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 89:19, 2000.
34. Paulus GW, Steinhauser EW: A comparative study of wire osteosynthesis versus bone screws in the treatment of mandibular prognathism, *J Oral Maxillofac Surg* 54:21, 1982.
35. Timmis DP, Aragon SB, Van Sickels JE: Masticatory function with rigid and non-rigid osteosynthesis of sagittal split osteotomies, *J Oral Maxillofac Surg* 62:119, 1986.
36. Hollier LN, Kim JH, Grayson BH, McCarthy JG: Mandibular growth after distraction in patients after 48 months of age *Reconstr Surg* 103:1361, 1999.
37. Klein C, Howaldt HP: Mandibular micrognathism as a sequence early childhood capitulum fractures and their treatment using traction osteogenesis, *Fortschr Kiefer Gesichtschir* 41:147, 1999.
38. Snyder CC, Levine GA. Mandibular lengthening by gradual distraction. *Plast Reconstr Surg* 51:506, 1973.
39. Sato M, Ochi T, Nakase T, Hirota S, Kitamura Y, Nomura S, et al. Mechanical tension-stress induces expression of bone morphogenetic protein (BMP)-2 and BMP-4, but not BMP-6, BMP-7, and GDF-5 mRNA, during distraction osteogenesis. *J Bone Miner Res* 14:1084, 1999.
40. Tavakoli K, Yu Y, Shahi S et al. Expression of growth factors in the mandibular distraction zone: a sheep study. *Br J Plast Surg* 52:434, 1999.
41. MJ Troulis, J Glowacki, DH Perrott and LB Kaban , Effect of latency and rate on bone formation in a porcine mandibular distraction model. *J Oral Maxillofac Surg* 58:509, 2000.