

하악지 시상분할 절단술 후 감각 변화에 관한 연구

최준영 · 유준열 · 윤보근 · 임대호 · 신효근 · 고승오

전북대학교 치의학전문대학원 구강악안면외과학교실, 구강생체과학연구소, BK21사업

Abstract

CLINICAL STUDY OF SENSORY ALTERATIONS AFTER SAGITTAL SPLIT RAMUS OSTEOTOMY

Jun-Young Choi, Jun-Yeol Yoo, Bo-Keun Yoon, Dae-Ho Leem, Hyo-Keun Shin, Seung-O Ko
Department of Oral & Maxillofacial surgery, School of Dentistry and Institute of Oral Bioscience, Brain Korea 21 project, Chonbuk National University

The bilateral sagittal split ramus osteotomy (BSSRO) is preferred method of surgical correction for mandibular prognathism, retrognathism and asymmetry. This technique performed from primarily an intraoral incision to avoid a scar. After forward movement of the distal segment of the mandible, healing of bone by primary or secondary intention is easily accomplished through large areas of cancellous bony overlap. When rigid fixation is used for the BSSRO, it is possible to open the mouth during the immediate post-operative period because it promotes the healing process. Although this surgical procedure has been well-documented, the incidence of postoperative trigeminal neurosensory disorder in the region of the inferior alveolar nerve and the mental nerve remains one of the major complication. However, evaluation of objective methods for sensory recovery patterns is insufficient although most patients find their sensory return. Neurometer electrodiagnostic device performs automated neuroselective sensory nerve conduction threshold evaluation by determining current perception threshold (CPT) measures.

The purpose of this study was to evaluate the sensory recovery patterns of inferior alveolar and mental nerve over time. Nerve examination with a neurometer was performed in 30 patients undergoing the BSSRO at pre-operative, post-operative 1-, 2-, 4- week, and 2-, 3-, 4-, 5-, 6- month follow-up visits after the osteotomy to compare the differences of nerve injury and recovery patterns after the BSSRO with or without genioplasty and sensory recovery patterns associated with the kind of nerve fiber.

Key words: BSSRO, Genioplasty, Neurometer, R-CPT

I. 서 론

악교정 수술은 안면 기형의 기능적, 심미적 재건을 목적으로 하는 수술이다. 하악 전돌증이나 하악 후퇴증을 포함한 악안면 기형의 치료에 있어 양측성 하악지 시상분할술 (BSSRO, Bilateral Sagittal Split Ramus Osteotomy of the mandible)은 구강 내 접근으로 반흔이 없으며 해면 골끼리 넓게 접촉된 상태로 치유되므로 골성 융합이 잘 이루어지고 특히 강성 교정의 경우에는 골 치유과정을 더욱

신속히 해주어 수술 직후 개구가 가능하다는 장점이 있어 가장 많이 사용되는 수술 방법 중 하나이다.^{1,2)}

이러한 다양한 장점이 있는 반면에 rigid fixation에 따른 과두의 위치 이상이 있을 때에는 악관절증을 유발하기 쉽고, 하악의 기능 회복에 지장을 주며, 골편의 이동에 따른 교합이상이 초래될 수 있는 합병증이 발생할 수 있으며 특히 하치조신경과 이신경의 손상으로 인한 수술 이부 및 하순의 다양한 정도의 감각이상이 많이 나타나고 있다.³⁻⁶⁾

감각이상의 검사 방법에는 여러 가지가 있다. 임상적으로

가장 널리 쓰여 오고 있는 방법은 이학적 지각 검사법 (clinical neurosensory test)으로 정지성 경촉감 인지 자극(static light touch), 방향 식별도(brush directional stroke), 두 점 식별능(two-point discrimination), 유해 자극 인지도(pinprick test), 냉온 기별능(temperature discrimination) 등이 있다.⁷⁾ 감각이상을 호소하는 환자들 중의 대부분은 술후 감각이 점차 회복됨을 알 수 있으나 이러한 회복양상에 대한 객관적 방법에 의한 평가는 아직 미흡한 상태이다.⁸⁾

본 연구는 악교정 수술을 받은 환자에 대하여 neurometer를 이용한 신경 검사를 시행하여 악교정 수술 후 발생하는 하치조신경 및 이신경 손상의 시간 경과에 따른 회복 양상을 연구해 보고 BSSRO 단독 시술 및 genioplasty와 동시에 시행 시의 신경 손상 정도와 회복 양상의 차이, 신경섬유들의 종류에 따른 손상과 회복 양상 등을 비교해 보고자 한다.

II. 연구 대상 및 방법

1. 연구 대상

2008년 6월부터 2009년 5월까지 하악 전돌증을 주소로 전북대학교 치과병원 구강악안면외과에 내원하여 악교정 수술을 받은 추적 가능했던 30명의 환자를 대상으로 하였다. 30명 중 남녀 각 15명씩 남녀성비는 1:1 이었으며, 평균 연령은 20.4세, 연령 분포는 15세에서 29세까지였다. 30명의 환자를 두 개의 군으로 A군의 15명은 BSSRO만 시행한 군, B군의 15명은 BSSRO와 genioplasty를 동시에 시행한 군으로 분류하였다(Table 1). 모든 환자의 수술은 동일한 술자에 의해 동일한 수술 방법으로 본원에서 행해졌다. 안면부에 외상이나 수술 경험이 있는 환자는 본 연구 대상에서 제외하였다.

Table 1. Classification of Group A and B

Group	Patients (Total : 30)
Group A (only BSSRO)	15
Group B (BSSRO and genioplasty)	15

〈수술 방법〉

골절단은 먼저 내측 골절단이 시행된 지점부터 상행지 수직 골절단 부위에 round bur나 vulcanite bur를 사용하여 골절단선을 따라 피질골을 삭제하여 해면골을 노출 시키면 쉽게 피질골과 해면골의 경계를 알 수 있다. 여기에 reciprocating saw를 이용하여 협측 피질골만을 원심골편으로부터 분리 시킨다(Fig. 1A).

내측 골절단은 reciprocating saw를 이용하여 lingula 직 후방까지 시행한다(Fig. 1B). 다음에 협측 수직골 절단을 한 후 chisel과 osteotome을 이용하여 근심골편과 원심골편을 완전히 분리한다. 골절편의 고정은 miniplate를 이용한 semi-rigid fixation으로 하였다(Fig. 1C). Genioplasty는 통상의 방법으로 시행하였다.

2. 연구 방법

30명의 환자들을 대상으로 수술 전, 수술 후 1주, 2주, 4주, 2개월, 3개월, 4개월, 5개월, 6개월에서 각각 신경반응 검사를 시행하였다. 검사 장비는 Neurometer[®] CPT/C (Neurotron, Inc. - Baltimore, Maryland, U.S.A.)를 이용하였고 환자를 편안히 기댄 상태로 앉게 한 다음 이부를 깨끗하게 하고 약 1 cm 정도 되는 원반 모양인 두 개의 전극에 전해질 역할을 하는 젤을 도포한 후 mental foramen과 midline 사이의 피부에 부착하였다(Fig. 2).



Fig. 1. Operation method.

A: The picture shows the border of cortical bone and cancellous bone after grinding cortical bone. Bleeding point seen on the border (arrow) is the land mark of sawing start.

B: The picture shows the use of reciprocating saw for cutting inner osteotomy.

C: The proximal segment (arrow) is separated successfully from distal segment by using chisels and osteotomes.

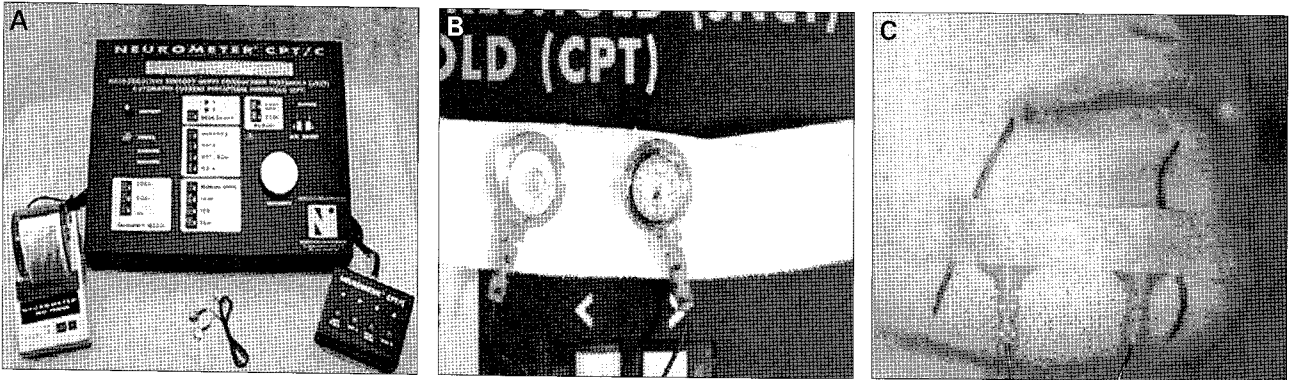


Fig. 2.
 A: Neurometer® CPT/C which was used for the examination.
 B: Two round-shaped polar which have about 1 cm diameters.
 C: Two polars were attached on the skin between mental foramen and midline.

Table 2. The types and characteristics of sensory nerves stimulated by each frequency

Fiber type	Function	Diameter (μm) mean (range)	Conductive velocity (m/s)	Absolute refractory period (ms)	The frequency of recognition current
Aβ	touch, pressure	8 (5-15)	59 (30-70)	0.4-1	2000 Hz
Aδ	temperature, movement, fast pain	3 (1-5)	15 (12-30)	1.2	250 Hz
C	polymodal nociceptors, temperature, slow pain	1 (0.4-1.5)	1 (0.1-2.5)	2-10	5 Hz

Table 3. Sense evaluation by R-CPT level

R-CPT level																								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
HYPER					NORMAL									HYPO										

Neurometer의 2000 Hz의 자극은 A-beta fiber, 250 Hz는 A-delta fiber, 5 Hz는 C fiber의 sensory threshold를 나타내게 되므로 측정은 2000 Hz, 250 Hz, 그리고 5 Hz의 sinusoid waveform으로 A-beta, A-delta 및 C fiber 각각에 대하여 R-CPT (Ranged Current Perception Threshold) 검사를 시행하였다(Table 2).

Neurometer를 통해 얻어진 R-CPT 값은 1-5의 경우 hyperesthesia, 6-13의 경우 normal, 14-25의 경우 hypoesthesia로 해석된다(Table 3).

이렇게 얻어진 데이터를 토대로 악교정 수술 후 발생하는 하치조신경 및 이신경 손상의 시간 경과에 따른 회복 양상을 연구해 보고 BSSRO 단독 시술 및 genioplasty와 동시에 시행 시의 신경손상 및 회복 양상의 차이, 각 신경섬유들의 종류에 따른 회복 양상 등을 비교 평가 하였다. 각 주파수와 시기별 데이터는 평균치를 사용하였고 모든 통계학적

분석은 SPSS for windows (Ver 16.0)를 이용하여 수행하였다. 유의성은 T-test와 one-way ANOVA [Post Hoc Tests (Tamhane)]를 사용하여 P value ≤ 0.05인 경우에 유의하다고 판정하였다.

III. 연구 결과

1. 시간 경과에 따른 신경 손상 및 신경 회복 양상

모든 환자의 2000 Hz, 250 Hz, 5 Hz 각각에 대한 술전 평균 R-CPT 값은 10.8, 11.6, 10.9이었고 술후 1주째에 평균 R-CPT 값이 15.7, 16.1, 13.8로 모든 주파수에서 크게 증가하였고 술후 2주째에 13.7, 14.5, 13.1로 다시 감소하였으며 그 이후로 술후 2개월째까지 다시 증가하는 경향을 보였다(Table 4).

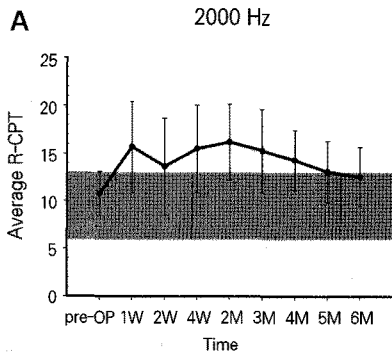


Fig. 3. Mean R-CPT values according to time at 2000 Hz.

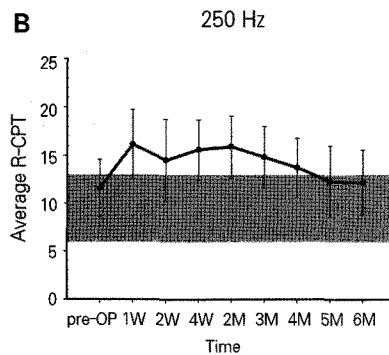


Fig. 4. Mean R-CPT values according to time at 250 Hz.

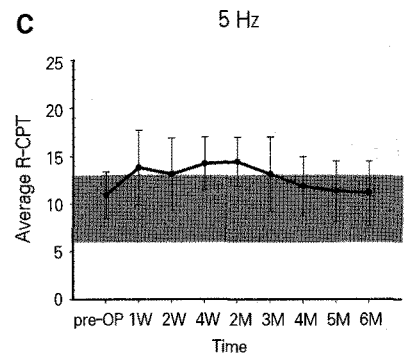


Fig. 5. Mean R-CPT values according to time at 5 Hz.

Table 4. Mean R-CPT values according to time at each frequency

	Pre-OP	1W	2W	4W	2M	3M	4M	5M	6M
2000 Hz	10.8 ± 2.3	15.7 ± 4.7	13.7 ± 5.0	15.5 ± 4.5	16.2 ± 3.9	15.3 ± 4.3	14.3 ± 3.1	13.1 ± 3.2	12.6 ± 3.0
250 Hz	11.6 ± 2.9	16.1 ± 3.5	14.5 ± 4.2	15.6 ± 3.1	15.9 ± 3.2	14.8 ± 3.1	13.7 ± 3.0	12.3 ± 3.6	12.2 ± 3.3
5 Hz	10.9 ± 2.4	13.8 ± 3.9	13.1 ± 3.8	14.2 ± 2.8	14.4 ± 2.5	13.1 ± 3.9	11.8 ± 3.1	11.3 ± 3.2	11.1 ± 3.4

Table 5. The significance between pre-operative and post-operative R-CPT values by each frequency ($P < 0.05$) one-way ANOVA (Post Hoc Tests (Tamhane))

	1W	2W	4W	2M	3M	4M	5M	6M
2000 Hz	*	*	*	*	*	-	-	-
250 Hz	*	*	*	*	*	-	-	-
5 Hz	*	*	*	*	*	-	-	-

*: The mean difference is significant at the 0.05 level.
 -: The mean difference is not significant at the 0.05 level.

Table 6. P-values of Group A and B according to each frequency ($P < 0.05$) T-test

	2000 Hz	250 Hz	5 Hz
P-value	$P = 0.048 < 0.05$	$P = 0.255 > 0.05$	$P = 0.598 > 0.05$

술후 3개월째부터 모든 주파수에서의 평균 R-CPT 값이 감소하기 시작하였고 그 이후로는 점차적으로 더 감소하였다(Fig. 3-5).

술전과 술후 R-CPT 값을 비교한 결과 술후 3개월까지는 통계학적으로 유의하게 증가하였다($P < 0.05$). 술후 4개월부터는 술전 R-CPT 값보다 증가된 양상이는 하나 통계학적으로 유의성 있는 증가폭은 보이지 않았다(Table 5).

술후 4-5개월 이후 부터는 모든 주파수에서 R-CPT 값이 정상범위에 분포하였다.

2. BSSRO만 시행한 A군과 BSSRO와 genioplasty 를 동시에 시행한 B군 간 신경 손상 및 신경 회복 양상 비교

모든 주파수에서 술전과 술후의 R-CPT 값 비교 시 A군 보다 B군에서 더 높았으며 이 두 군 간의 차이는 시간이 경과하면서 점차적으로 감소하였다. 하지만 통계학적으로는 단지 2000 Hz에서만 유의한 차이를 볼 수 있었고 ($P = 0.048 < 0.05$) 250 Hz ($P = 0.255 > 0.05$), 5 Hz ($P = 0.598 > 0.05$) 에서는 통계적으로 유의한 차이가 존재하지

는 않았다(Table 6).

BSSRO만 시행한 A군에서 술후 2개월째에 전반적으로 R-CPT 값이 감소하였으나 B군에서는 술후 2개월째에도 R-CPT 값이 증가하였고 술후 3개월째부터 감소하기 시작하였다.

3. 각 신경섬유들의 종류에 따른 회복 양상 비교 평가

술전과 비교 시 술후 R-CPT 값의 상승폭은 2000 Hz, 250 Hz, 5 Hz 순으로 컸다. 또한 상승했던 R-CPT 값의 감소폭은 2000 Hz에서 가장 작고 250 Hz, 5 Hz 순이었다(Fig. 3-5).

이런 결과로 볼 때 2000 Hz에 의해 자극을 받는 A-β fiber가 신경 손상에 따른 감각 저하에 가장 민감하고 250 Hz에 의해 자극 받는 A-δ fiber, 5 Hz에 의해 자극 받는 C-fiber 순으로 민감한 것으로 나타났다. 손상에 따른 신경의 회복 속도는 C-fiber가 가장 빠르고 A-δ fiber, A-β fiber 순의 회복 속도를 보였다.

IV. 고 찰

하치조신경은 가장 큰 분지인 하악 신경의 말단 분지로 하악공으로 들어가 하악관을 따라 가면서 하악 치아 및 협측 치은에 분포하며 전방으로 주행하다가 제2소구치 치근 하방의 이공을 통하여 나오게 된다. 이신경은 하치조신경의 말단에서 다시 이지, 하순지, 절치지로 나뉘어 이부, 하순 및 치아에 분포하여 그 감각을 담당하게 된다.⁹⁾

하치조신경이나 이신경의 손상은 악골절 등을 포함한 구강악안면부의 외상과 감염, 악안면 기형에 대한 악교정 수술, 악골내 중앙 제거술, 하악 구치부 근관치료, 하악 제3대구치 발거술, 인공 치아 식립술 등에 의해서 손상될 수 있는데 손상 시 동측 하순과 이부 및 치아의 이상감각이나 무감각, 동통성 지각이상을 초래하게 된다.¹⁰⁻²¹⁾

신경의 회복 과정 및 회복 정도는 신경 손상의 양태에 의하여 결정되는 것으로 보고 되고 있다. 1943년 Seddon²²⁾은 해부학적인 연속성에 의거한 손상의 정도, 손상에 따른 임상 양상, 신경 생리학적인 전도율, 회복 기간 및 정도 등에 따라 말초신경의 손상을 신경실행(neuropraxia), 축색절단(axonotmesis), 신경단열(neurotmesis)의 3단계로 구분하였고 1951년 Sunderland²³⁾는 손상 받은 조직의 양과 손상 받은 후 건전한 조직의 양에 따라 Seddon의 분류를 5단계로 세분화한 신경 손상의 양태를 정의하였다.

하치조신경과 이신경은 해부학적인 위치 때문에 악교정 수술 동안에 다양한 외상을 받는다. 다양한 악교정 수술 방법 중 하악지 시상 분할 절단술은 Schuchardt²⁴⁾가 처음 시도하였고, Trauner와 Obwegeser^{25,26)}는 골 접촉면적을 증

가시킬 수 있는 변형법을 소개 하였다. 그 이후로 Dalpont,²⁷⁾ Hunsuck,²⁸⁾ Gallo²⁹⁾ 등과 Epker³⁰⁾ 및 여러 술자들이 다양한 변형 술식 및 골절단술 방법을 소개 하였다. 이 술식은 다양한 적용성과 구강 내 수술로 반흔이 없다는 점, 많은 골 접촉 면적으로 골치유에 유리한 점 등의 장점을 가져 많이 사용되어지는 술식이다.^{1,2)} 그러나 이러한 많은 장점에도 불구하고 술후 합병증 중 하순(lower lip)이나 이부(chin)의 감각 이상이 빈번하게 발생하는 문제점을 가지고 있다.³⁻⁶⁾ Karas 등³¹⁾은 하악지 시상 분할 절단술이 다른 술식에 비해 신경이 손상될 가능성이 높으며 신경의 회복도 느리다고 보고 하였다. 이러한 신경이상에 영향을 미치는 인자로는 하악 이동량 및 이동 방향, 바람직하지 않은 골절단술, 술중 하치조신경의 처치 방법, 고정 방법의 차이, 환자의 나이, 수술의 숙련도, 불규칙한 해부학적 변이 등 여러 가지 요인들이 거론되고 있다.³⁾

하악지 시상분할 절단술 후 하치조신경의 손상은 크게 직접적인 손상과 간접적인 손상으로 구분 된다. 직접적인 손상은 수술 중 견인기자나 하악골의 분할 도중 사용되는 수술 기구와 분할된 골편의 고정 시 발생하는 압박력 등에 의하여 발생하며 실제로는 골을 분할하는 술식 동안 손상 받을 확률이 높다고 보고 하였다.³²⁻³⁴⁾ 반면 간접적인 손상은 주로 수술 직후 하악관이나 수술 부위에 발생하는 부종에 의해 발생하는 것으로 보고되고 있다.³⁵⁾

다양한 신경 손상 정도에 따라 신경 재접합 및 회복의 차이도 발생하게 되는데 시간 경과에 따른 신경 재접합은 신경 손상의 부위 및 재생되는 축삭이 이동해야 할 거리 등에 관련 된다고 보고 되고 있으며, 신경 압박 등과 같은 손상은 손상 후 4-6개월, 신경 절단 등은 8개월 이상이 걸리며^{36,37)} 45개월이 지난 후에도 감각의 이상이 잔존되어 있는 경우도 보고되고 있다.³⁶⁾ 본과에서 follow up 했을 때는 임상적으로 술후 2개월 이후부터는 특별한 감각저하를 호소하는 환자가 거의 없었다.

감각이상의 검사 방법은 여러 가지가 있고 임상적으로 가장 널리 쓰여 오고 있는 방법에는 이학적 지각 검사법(clinical neurosensory test)이 있으나 조사자의 숙련도에 민감하기 때문에 신뢰도가 떨어져 표준화를 통한 조사자 간의 비교가 어려우며, 환자의 주관적인 반응에 의존하기 때문에 신경 장애의 원인이 기질적 신경 손상 때문인지, 심리적 요인 인지에 대한 객관적 근거를 마련하기 어려운 단점이 있어 보다 객관적이고 정량적인 평가 방법이 요구된다.⁸⁾

전류 자극 인지 검사는 microprocessor로 조절되는 전기 자극 장치와 피부에 부착할 수 있는 두 개의 electrode로 구성되어 있으며, 1986년 Smith와 Mott가 처음 소개하였다.³⁸⁾ Neurometer는 2000, 250, 5 Hz의 주파수와 0.01에서 9.99 mA까지 조절이 가능한 자극기를 가지고 있는데, 2000 Hz의 자극은 촉각, 압력의 감각을 담당하는 굵

은 유수 A-beta fiber, 250 Hz는 온도, 움직임, 빠른 통증의 감각을 담당하는 유수 A-delta fiber 그리고 5 Hz는 열, 기계적, 화학적 자극으로 인한 둔한 통증의 감각을 담당하는 가는 무수 C fiber의 sensory threshold를 나타내게 된다. 이 방법의 장점은 비침습적이면서 지각 이상을 정량화할 수 있으며, sensitivity가 높다는 점을 들 수 있다.³⁹⁾ 그러나 이는 대상자가 의식이 있어야 하고 전류를 통한 검사 이전에 환자 개개인 마다 저항, 예를 들면 피부의 두께 차이로 인한 오차가 발생할 수 있기 때문에 이를 줄이기 위하여 반복적인 검사가 필요한 단점이 있다.

본 연구는 Neurometer를 이용하였다. 검사 결과 술후 1주째 평균 R-CPT 값이 술전에 비해 모든 주파수에서 크게 증가하였다가 술후 2주째 다시 크게 감소한 후 술후 2개월까지 지속적으로 증가하는 경향을 보였다. 먼저 술후 1주째에 평균 R-CPT 값이 크게 증가한 것은 신경손상에 따른 감각 저하뿐만 아닌 술후 심한 부종에 따른 위양적인 감각 저하로 생각되어 진다. 술후 2주째에 R-CPT 값이 다시 크게 감소하는 것은 위양적 요소였던 심한 부종이 사라지면서 나타나는 결과로 생각되어 진다. 이어서 술후 2개월까지 R-CPT 값이 지속적으로 증가하는 경향을 보이는 것을 볼 때 시간이 지나면서 신경손상에 따른 회복이 진행되지만은 그 보다는 술후 하치조신경 및 이신경의 퇴행성 변화가 술후 2개월까지는 더 활발하게 진행되는 것으로 생각되어 진다. 술후 3개월째부터 평균 R-CPT 값이 감소하기 시작하고 그 이후로는 점차적으로 더 감소하는 것으로 보아 술후 3개월부터는 신경의 퇴행성 변화보다는 회복양상이 빠르게 진행되는 것으로 생각된다.

BSSRO 후 발생하는 신경손상에 대해 Macintosh⁴⁰⁾는 수술 직후 85%의 감각이상을 발견하였으나, 수술 1년 후 9%만 감각이상을 호소하는 정도로 증상이 감소하였음을 보고하였다. Martis³⁵⁾는 수술 직후 86.8%의 감각이상을 보이거나 1년 후에는 4.26%만이 감각이상이 나타난다고 하여 술후 12개월 이내에 95-98%의 경우에서 감각이 회복됨을 보고하였다. 본 연구에서는 술후 4개월 이후 R-CPT 값이 술전에 비해 증가 양상이기는 하나 통계적으로 유의한 증가는 아니었고 ($P > 0.05$) 5개월 이후에는 모든 fiber에서 정상 범위에 있었으며 임상적으로도 대부분의 환자가 특별한 불편감을 호소하지 않았다. 이러한 것을 미루어 볼 때 약 술후 4개월 정도면 손상되었던 신경의 회복이 거의 이루어짐을 예측할 수 있었다.

Posnick 등⁴¹⁾은 SSRO와 genioplasty를 함께 시행한 경우와 genioplasty만 또는 BSSRO만 단독으로 시행한 경우의 신경손상이나 회복의 차이점을 비교 했을 때 전자의 경우 수부 수술(hand surgery)에서 발생하는 double crush injury가 발생한다고 주장하였다. 이것은 두 가지의 연속적이고 동시에 일어나는 신경 축삭의 흐름의 방해인데 BSS-

RO와 genioplasty는 각각 동일한 신경에 있어서 이런 연속적이고 동시에 일어나는 손상을 야기함을 보고하고 있다. Lidquist와 Obeid⁴²⁾ 역시 BSSRO와 genioplasty를 같이 시행한 경우에서 더 심한 신경손상이 발견됨을 보고 하였다. 그러나 Watermark 등⁴³⁾은 BSSRO만 단독으로 시행한 경우보다 genioplasty를 동시에 시행한 경우가 술후 2년에 신경손상의 높은 발현도 및 손상도가 증가된 경향은 있으나 통계학적인 차이는 보이지 않는다고 보고하였다. 본 연구에서도 모든 주파수에서 술전과 비교한 술후 평균 R-CPT 값이 전반적으로 BSSRO와 genioplasty를 동시에 시행한 군에서 더 높은 값을 가졌다. 하지만 2000 Hz에서만 통계학적인 유의성이 있고($P = 0.048 < 0.05$), 250 Hz와 5 Hz에서는 통계학적인 유의성은 보이지 않았다.

각 신경 섬유들의 손상과 회복에 있어 본 연구에서 술전과 비교한 술후 R-CPT 값의 상승폭은 2000 Hz, 250 Hz, 5 Hz 순으로 컸고 상승했던 R-CPT 값의 감소폭은 2000 Hz에서 가장 작고 250 Hz, 5 Hz 순이었다. 이러한 경향을 보았을 때 A- β fiber가 신경 손상에 따른 감각 저하에 가장 민감하고 A- δ , C-fiber 순으로 민감한 것으로 생각된다. 또한 손상에 따른 신경의 회복 속도는 C-fiber가 가장 빠르고 A- δ , A- β fiber 순인 것으로 생각된다. 이는 작은 크기의 신경 섬유가 큰 크기의 신경 섬유 보다 신경 재생 능력이 높다고 주장한 Zaytoon 등⁴⁴⁾, 크기가 작은 수초화 된 신경 섬유나 수초화 되지 않은 신경 섬유 보다 크기가 큰 수초화된 신경 섬유가 더 느리게 재생된다고 보고한 Fridrich 등⁴⁵⁾의 연구 결과와 일치한다.

Neurometer를 사용한 검사 역시 환자 개개인에 따른 저항이나 민감성의 차이, 전극에 묻히는 전해질의 양, 그리고 전극이 피부에 부착되어 있는 정도 등에 의해 오차가 발생할 수 있기 때문에 이를 줄이기 위하여 한번의 검사로 결과 값을 정하기 보다는 반복적인 검사를 통한 평균치를 이용하였으면 좋았을 것으로 생각되었다. 추후 보다 객관적인 감각기능 평가를 위하여 다양한 이학적 지각 검사법(clinical neurosensory test)을 병행하여 다각적인 분석을 하는 것이 필요하고 충분한 증례와 장기적인 follow up이 필요할 것으로 생각된다. 또한 향후에는 악교정 수술 환자 뿐만 아니라 외상, 감염, 악골내 종양 제거, 발치, 인공 치아 식립술 환자 등에 있어서도 응용하여 연구할 수 있을 것으로 생각된다.

V. 결 론

2008년 6월부터 2009년 5월까지 전북대학교 치과병원 구강악안면외과에 내원하여 하악 전돌증으로 진단 받고 전신마취 하에 악교정 수술(BSSRO 단독 시행 15명, BSSRO와 genioplasty 동시 시행 15명)을 받은 30명의 환자를

대상으로 Neurometer를 사용하여 시행한 수술 시간에 따른 R-CPT 값을 비교 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 수술 4개월 이후 부터는 R-CPT 값이 술전과 비교하여 증가 양상이지는 하나 통계적으로 유의하게 증가 되어 있는 것은 아니었으며($P > 0.05$) 정상 범위에 분포되어 있었고 특별한 임상 증상도 없었다. 즉, 수술 4개월 정도면 손상 되었던 신경이 거의 회복되는 것으로 생각된다.
2. 모든 주파수에서 전반적인 술전과 수술의 R-CPT 값 비교 시 BSSRO만 단독으로 시행한 경우 보다 BSSRO와 genioplasty를 동시에 시행한 경우가 더 신경 손상이 심했다. 단, A-beta fiber에서만 통계적으로 유의성 있게 신경손상이 심했고($P = 0.048 < 0.05$) A-delta, C-fiber에서는 통계적인 유의성은 없었다.
3. 각 주파수에 따른 술전과 수술 R-CPT 값 경향을 비교해 보았을 때 손상에 따른 신경섬유들의 반응은 굵은 유수 A-beta fiber가 가장 민감하고 다음으로 보다 가는 유수 A-delta fiber, 그리고 가장 가는 무수 C fiber 순임을 알 수 있었다.

그러나 회복 속도는 C-fiber, A-delta fiber, A-beta fiber 순으로 회복 속도가 빠름을 알 수 있었다.

References

1. Ylikotiola L, Kinnunen J, Oikarinen K : Factors affecting neurosensory disturbance after mandibular bilateral split osteotomy. *J Oral Maxillofac Surg* 58 : 750, 2000.
2. Yoshida T, Nagamine T, Kobayashi T *et al* : Impairment of the inferior alveolar nerve after sagittal split osteotomy. *J Craniomaxillofac Surg* 17 : 271, 1989.
3. Macintosh R : Experience with the sagittal osteotomy of the mandibular ramus: A 13 year review. *J Maxillofac Surg* 8 : 151, 1981.
4. Martis C : Complications after mandibular sagittal split osteotomy. *J Oral Maxillofac Surg* 42 : 101, 1984.
5. Karas ND, Boyd SB, Sinn DP : Recovery of neurosensory function following orthognathic surgery. *J Oral Maxillofac Surg* 48 : 124, 1990.
6. Westermarck A, Bystedt H, von Konow L : Inferior alveolar nerve function after sagittal split osteotomy of the mandible: correlation with degree of intraoperative nerve encounter and other variables in 496 operations. *Br J Oral Maxillofac Surg* 36 : 429, 1998.
7. Ghali GE, Epker BN : Clinical neurosensory testing: Practical applications. *J Oral Maxillofac Surg* 47 : 1074, 1989.
8. Shetty V, Barton MG, Virginia F : Thermographic assessment of reversible inferior alveolar nerve deficit. *J Orofac Pain* 8(4) : 375, 1994.
9. Kim MK : Head and neck anatomy (4th edition). Dental and medical publishing Co. Seoul Korea, 1995.
10. Schwartz LJ : Lingual anesthesia following mandibular odontectomy. *J Oral Surg* 31 : 918, 1973.
11. Walter JM Jr, Gregg JM : Analysis of post surgical neurologic alteration in the trigeminal nerve. *J Oral Surg* 37 : 410, 1979.
12. Martis C : Complications after mandibular sagittal split osteotomy. *J Oral Maxillofac Surg* 42 : 101, 1979.
13. Zaytoun HS Jr, Philips C, Terry BC : Long-term neurosensory deficits following transoral vertical ramus and sagittal split osteotomies for mandibular prognathism. *J Oral Maxillofac Surg* 44 : 193, 1986.
14. Merrill RG : Prevention, treatment, and prognosis for nerve injury related to the difficult impaction. *Dent Clin North Am* 23 : 471, 1979.
15. Kipp DP, Goldstein BH, Weiss WN Jr : Dysesthesia after mandibular third molar surgery: a retrospective study & analysis of 1377 surgical procedures. *J Am Dent Assoc* 100 : 185, 1980.
16. Goldberg MH, Nemarich AN, Marco WP : Complications after mandibular third molar surgery. A statistical analysis of 500 consecutive procedures in private practice. *J Am Dent Assoc* 111 : 277, 1985.
17. Osborn TP, Fredrickson G, Small IA *et al* : A prospective study of complications related to mandibular third molar surgery. *J Oral Maxillofac Surg* 43 : 767, 1985.
18. Alling III CC : Dysesthesia of the lingual & inferior alveolar nerves following third molar surgery. *J Oral Maxillofac Surg* 44 : 454, 1986.
19. Wofford DT, Miller RI : Prospective study of dysesthesia following odontectomy of impacted mandibular third molars. *J Oral Maxillofac Surg* 45 : 15, 1987.
20. Kim MR : Diagnostic evaluation and treatment of lower lip numbness after operation mandible molar area. *The Journal of the Korea dental association* 28(12) : 107, 1990.
21. Robert L, Ronald G, Stephen W *et al* : Assessment of recovery from injury to inferior alveolar and mental nerves. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 64 : 519, 1987.
22. Seddon HJ : Three type of nerve injury. *Brain* 66 : 237, 1943.
23. Sunderland S : A classification of peripheral nerve injuries producing loss of function. *Brain* 74 : 491, 1951.
24. Schuchardt K : Ein betrag zur chirurgischen kieferorthopadie unter beruck sicht gungihier bedeutung fur die behandlung angeborender und erworbener kieferdeformitäten bei soldaten. *Dtsch Z Mund Kiefer Gesichtschir* 9 : 73, 1942.
25. Trauner R, Obwegeser HL : The surgical correction of mandibular prognathism and retrognathia with consideration of genioplasty. Part I. Surgical correction of mandibular prognathism and reshaping of chin. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 10 : 677, 1957.
26. Trauner R, Obwegeser HL : The surgical correction of mandibular prognathism and retrognathia with consideration of genioplasty. Part II. Operating methods for micrognathia and distocclusion. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 10 : 899, 1957.
27. Dalpont G : Retromolar osteotomy for correction of prognathism. *J Oral Surg* 19 : 42, 1961.
28. Hunsuck EE : A modification intraoral sagittal splitting technique for correction of mandibular prognathism. *J Oral Maxillofac Surg* 26 : 250, 1968.
29. Gallo WJ, Moss M, Gaul JV *et al* : Modification of the sagittal ramus split osteotomy for retrognathia. *J Oral Maxillofac Surg* 34 : 178, 1976.
30. Epker BN : Modifications in the sagittal osteotomy of the mandible. *J Oral Maxillofac Surg* 35 : 157, 1977.
31. Karas ND, Boyd SB, Sinn DP : Recovery of neurosensory

- function following orthognathic surgery. *J Oral Maxillofac Surg* 48 : 124, 1990.
32. Freihofer H, Petresevic D : Late results after advancing the mandible by sagittal splitting of the rami. *J Oral Maxillofac Surg* 3 : 250, 1975.
 33. Fiamminghi L, Aversa C : Lesions of the inferior alveolar nerve in sagittal osteotomy of the ramus. *J Maxillofac Surg* 7 : 125, 1979.
 34. Brusati R, Fiamminghi L, Sesenna E *et al* : Functional disturbances of the inferior alveolar nerve after sagittal osteotomy of the mandibular ramus: operating technique for prevention. *J Maxillofac Surg* 9 : 123, 1981.
 35. Martis C : Complications after mandibular sagittal split osteotomy. *J Oral Maxillofac Surg* 42 : 101, 1984.
 36. Robinson PP : Observations on the recovery of sensation following inferior alveolar nerve injuries. *Br J Oral Maxillofac Surg* 26 : 177, 1988.
 37. Kipp DP, Goldstein BH, Weiss WW : Dysethesia after mandibular third molar surgery: a retrospective study. *J Am Dent Assoc* 100 : 185, 1980.
 38. Smith PJ, Mott G : Sensory threshold and conductance testing in nerve injuries. *J Hand Surg Br* 11 : 157, 1986.
 39. Katims JJ, Naviasky EH, Ng LK *et al* : New screening device for assessment of peripheral neuropathy. *J Occup Med* 28 : 1219, 1986.
 40. Macintosh R: Experience with the sagittal osteotomy of the mandible ramus: A 13 year review. *J Oral Maxillofac Surg* 8 : 151, 1981.
 41. Posnick JC, Al-Quattan MM, Stepner NM : Alternation in facial sensibility in adolescents following sagittal split and chin osteotomies of the mandible. *Plast Reconstr Surg* 97 : 920, 1996.
 42. Lindquist CC, Obeid G : Complications of genioplasty done alone or in combination with sagittal split-ramus osteotomy. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 66 : 13, 1988.
 43. Watermark A, Bystedt H, von Konow L : Inferior alveolar nerve function after sagittal split osteotomy of the mandible.: A review of literature. *Br J Oral Maxillofac Surg* 36 : 429, 1998.
 44. Zaytoun HS, Philips C, Terry BC : Long-term neurosensory deficits following transoral vertical ramus and sagittal split osteotomies for mandibular prognathism. *J Oral Maxillofac Surg* 44 : 193, 1986.
 45. Fridrich KL, Holton TJ, Panseqran KJ : Neurosensory recovery following the mandibular bilateral sagittal split osteotomy. *J Oral Maxillofac Surg* 53 : 1300, 1995.

저자 연락처

우편번호 561-756
전라북도 전주시 덕진구 덕진동 1가 664-14
전북대학교 치의학전문대학원 구강악안면외과학교실
교승오

원고 접수일 2009년 08월 10일
게재 확정일 2010년 02월 22일

Reprint Requests

Seung-O Ko
Department of Oral and Maxillofacial Surgery,
School of Dentistry, Chonbuk National University
664-14, Duckjindong, Chonju, Chonbuk, 561-756, Korea
Tel: 82-63-250-2113 Fax: 82-63-250-2089
E-mail: omfskso@chonbuk.ac.kr

Paper received 10 August 2009
Paper accepted 22 February 2010