하치조신경 손상을 GTAM포관술로 재건한 후의 경과

이화여자대학교 의과대학 치과학교실 구강외과* 한국보훈병원 치과/구강외과+
김명래*, 오주호+, 정현주*

ABSTRACT

Sensory Recovery Following the GTAM Tubulization of Injured Inferior Alveolar Nerve

Myung-Rae Kim, DDS, MSD, PhD*, Ju-Ho Oh DDS.+
Hyun-Joo Cheong, DDS*

*Dept. of Dentistry & Oral Surgery, College of Medicine. Ewha Wamans University, Seoul, Korea
+Dept. of Dentistry, Korea Veterans Hospital, Seoul

This is to report the sensory changes following the GTAM tubulization of injured IAN. A 46-yr-old man presented with painful dysesthesia after 3rd molar extraction. Surgical exploration disclosed partial avulsion of the mandibular nerve surrounded by scarred fibrous-granulation tissues. Epineurotomy and entubulation with GTAM membrane was done under the surgical microscope. Sensory changes were evaluated periodically for 2 years following the microsurgical aids. The clinical tests for sensory examination and electro-physiological assesment by evoked potential(SSEP) were resulted as follows;

1. Hyperesthesia(painful dysesthesia) and Tinel's sign were disappeared, and sensory recovery were remarkable in 7 months after the microsurgical repairs.
2. The electro-physiologic examination with SSEP presented almost same latency and amplitude of the peaks as those of contra-lateral side in 7 months.
3. Tubulization with GTAM after epineurotomy of the injured IAN could be an option to guide nerve regeneration and preventing osseous interruption in the mandibular cannal during the neural recovery.

Key words : Nerve injury, Tubulization, Sensory Evoked Potential (SSEP)

I. 서 론

하치조신경은 하악지내를 관통하면서 하악골, 하악치아, 하치조의 잇몸 및 하순의 지각을 담당하는 삼차신경(두개 제V신경)의 제3지로 하악골절, 악골내 종양의 절제 시에 불가피하게 손상을 받는 경우가 가장 많으나 아주 드물게 치과치료중에 발생할 수도 있다. 하악 제 3 대구치 발치, 하악구치부 근관치료, 하악구치부의 인공치아 매식, 악교정 수술시에 손상을 입을 수 있으며, 자연치유되지 못하면 하순과 이부 및 치은의 지각마비 또는 통증을 동반한 지각이상을 초래할 수 있다.[1~5]

신경손상은 그 정도와 예후에 따라 Seddon(1943)은 신경실행증(neurapraxia) 축색절단(axonotmesis), 신경절단(Neurotmesis)으로 분류하였고, Sunderland(1978)는 신경절단(neurotmesis)중 신경내초가 파괴된 신경섬유속 파괴를 3급, 신경외피의 일부만 유지된 축색의 완전한 파괴를 4급, 완전히 절단되어 신경종(neuroma)을 형성하는 5급으로 세분하였다. 이중 3, 4, 5급은 자연회복을 기대하기 어려우며, 특히 5급의 경우 동통을 동반한 신경종의 형성 가능성이 높아 미세수술적 재건을 요한다.

지각신경이 확실히 손상되었다면 가능한 조기에 재건하되, 신경의 재생활동이 활발한 수상후 3~4주일 쯤 시행하는 것이 효과적일 수도 있다고 Choukas (1974)는 주장하였다. 그러나 하치조신경 손상의 96.5%가 1년 이내에 자연회복하거나 현저히 개선되므로, 신경손상의 정도가 불확실하면 1주 간격으로 1개월간 관찰하여 회복의 징후가 있을 때, 1개월 간격으로 3개월간 객관적 방법으로 비교 관찰하여 호전되지 않을

경우 미세신경수술이 권유되고 있다.[2]

미세신경재건술에는 신경초성형술(epineurotomy), 신경속내 미세분리(intrafascicular neurolysis), 손상신경의 양단을 연결해주는 신경문합술(neurorraphy), 신경전이(nerve sharing), 손상신경의 근접이 불가능한 경우 주로 신경이식술(nerve grafting)이 적용되며 이식신경으로는 비복신경(sural nerve)을 주로 이용한다. 그러나 신경이식술의 경우 2차적 수술이 필요하고, 공여부의 지각상실이라는 후유증을 남기는 단점이 있다.[1]

이에 Zuniga 등(1992)[6]은 Gore-tex (polytetrafluroethylene)나 Millipore 등 반투과, 비흡수성 재료를 이용하여 절단신경의 재생을 유도하는 포관술이 효과적이었다고 보고하였고, Collin(1984)[1] 등은 collagen tube를 이용한 포관술이 신경이식술 보다 효과적이라고 보고 하였다. 문제가 되었던 포관재료의 생체 적합도에서 Malex(polypropylene), Gore-Tex (polytetrafluroethylene)가 뚜렷한 조직 반응을 보이지 않았다고 보고 하였다.[11, 12]

이에 저자 등은 수분은 통과하면서 세포는 통과하지 못하며, 신경재생 기간 동안 하악관의 형태를 유지해 줄 수 있는 조직유도재생막(Gore-tex®; AZ, USA)으로 부분결손된 하치조신경다발을 포관(tubulization; entubulation)하고 2년 동안 신경검사와 전기생리학적 검사를 조사하여 비교분석한 결과 신경재생의 소견을 관찰하였고 그 결과를 문헌고찰과 함께 보고하는 바이다.

II. 증 례

46세 남자는 "동통을 동반한 좌측 하순부의 감각이상(dysesthesia)"을 주소로 내원하였다. 내원 6주전에 국소마취하에 하악 좌측 제 3 대구치를 발치하였고, 약 2시간 이상이 소요된 난발치술 후 출혈이 상당기간 지속되었고 하순과 좌측 치은에 무감각증(anesthesia)이 속발되었다.

1개월간의 추가 정밀관찰에서도 하순 및 이부의 지각마비는 개선되는 소견이 없었고, 좌측 하악 전체에 화끈거리고 조여드는 통증이 속발되어 통상적인 생활과 수면을 이룰수가 없다고 호소하였다. 특기할 전신병력은 없었다.

[악·구강 소견] : 하악 좌측 제 3 대구치부 발치와는 약간 함몰된 상태로 구강상피로 덮여 치유되었고, 제 2 대구치 협측 및 원심에 부착치은이 좁고 협구가 얕고 근접되어 있었다. 정상범위의 개구상태에서 좌측 하순과 이부 및 좌측 구치부의 협측 치은이 완전히 감각이 없고(그림 1), 좌측 후구치부를 누르면 방산성 둔통과 지각과민(hyperesthesia)을 호소하였으며, 심신이 지쳐 전신적 무력감도 보였다.

[방서선사진 소견] : panorama 방사선상에서 제 3 대구치 발치부위에 방사선투과 음영이 있고, 발치와의 하부가 하악관과 연결된 음영상을 보였다(그림 2).

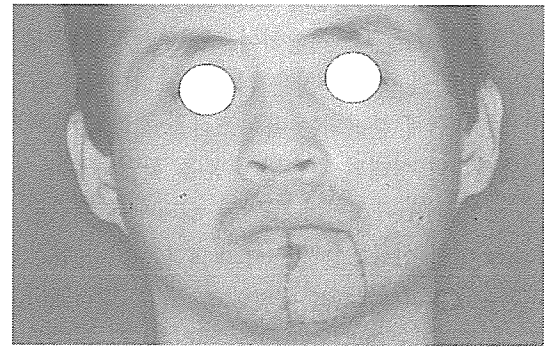

그림 1. 하순 및 이부의 완전지각마비 부분

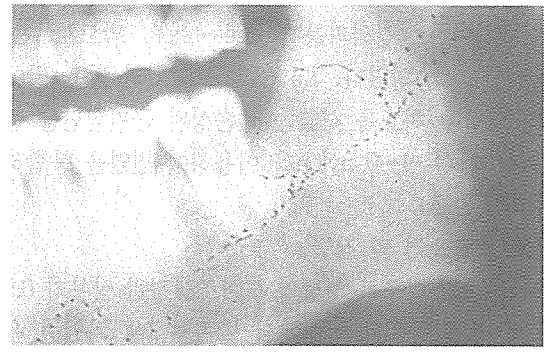

그림 2. 제 3 대구치 발치와의 방사선음영이 하악관에 근접 및 연결된 것으로 보인다.

[이학적 소견] : 심장, 혈액, 뇨, 간 등은 정상기능을 갖고, 영양 상태도 양호함.

[지각 평가] : 이미 6주가 경과된 상태로 내원시, 1주후, 2주후, 4주후에 임상적 지각평가를 실시하였으며, 술전(손상후 10주)의 최종 지각평가에서는 지각문턱자극(Static Light Touch Threshold)이 좌측에서는 측정할 수가 없었고, 방향식별도(Moving Light Touch Discrimination)는 환측 0/5~0/8, 유해자극인지도(Pin-Prick Norciceptive Discrimination)는 환측이 250gm 이상에서도 반응이 없었다. 2점식별능(Two-Point Discrimination)에서는 환측 25㎜, 건강측 8㎜에서 식별이 가능하였고, 냉온식별능(Thermal Discrimination)

은 환측에서 반응이 없는 것으로 나타났으며, 좌측 후구치부에 Tinel sign이 인정되었다. 유발전위(SEP)검사 및 적외선 체열촬영(DITI)으로 신경손상의 객관화를 도모하고 Lidocaine 및 placebo 마취액으로 동통의 소실여부를 확인하였다.

[치료 및 경과]

(1) 하치조 신경초성형술과 포관술 (Epineurotomy and Tubulization)

통법에 의한 전신마취하에 좌측 악하부 절개를 통해 골막을 박리하고 피질골을 1×2 ㎝ 크기 직사각형으로 골절단(osteotomy)을 시행하여 하치조신경속에 접근하였다. 하악관의 형태를 찾은 다음 수술현미경하에서 탄성이 없고 쉽게 분리되는 육아조직을 제거하여 하치조신경혈관속의 형태와 결손된 부분을 확인하였다. 신경속의 하방 1/3~1/4만이 부착된 상태에서 결손된 0.5×1.2㎠ 대한 신경초성형술(epineurotomy)과 신경속미세분리술(intrafascicular neurolysis)을 시행하였다. 손상된 신경외피층(adventitia)을 정리한 후 근원심단을 신장하여 근접하려고 하였으나 정상적인 신경문합이 불가능하여 신경외피를 Gore-tex® 막으로 포관(entubulation)하였다. 1.5×2.5 ㎝ 크기의 막을 말아서 관의 역할을 하도록 하였는데 손상된 근원심단을 관내에 위치한 후 9~0 nylon을 이용하여 변연을 봉합하였다(그림 3, 4).

(2) 수술소견 및 진단

좌측 제 3 대구치 하방의 하치조신경관 상부가 0.5~1.2㎜ 정도 결손된 상태에서 발치와내에 차있던 육아조직과 유착되어 있었다. 신경초성형술과 신경속내미세분리술을 시행한 결과 신경외초(epineurium) 일부를 제외한 신경의 절단손상으로 "neurotmesis : Sunderland Type IV"로 진단하였다(그림 3).

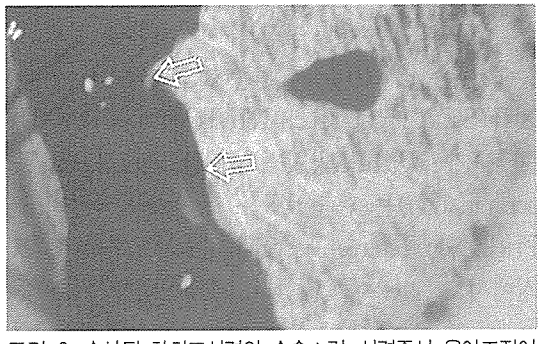

그림 3. 손상된 하치조신경의 수술소견: 신경종성 육아조직이 수술현미경으로 절제되고 하부신경초 1/4만 남아 있다.

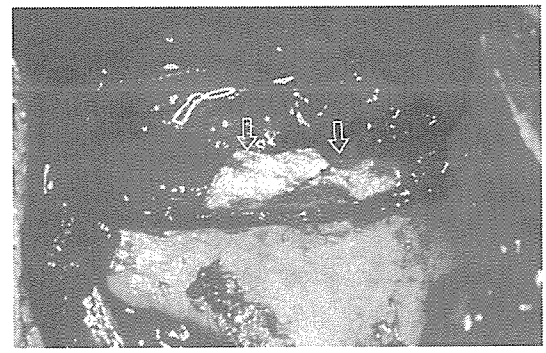

그림 4. Gore-tex막으로 결손된 부분을 덮어 감고 그 변연을 미세 봉합하였다.

(3) 병리 조직학적 소견

하치조신경의 손상부에서 얻은 육아조직과 신경외초의 조직학적 소견은 적은수의 미성숙신경속(underdeveloped fascicles)들 사이로 결체직 섬유화가 조밀하게 증식하여 신경속을 둘러싸고 있는 신경종(neuroma)의 양상을 보였다(그림 5).

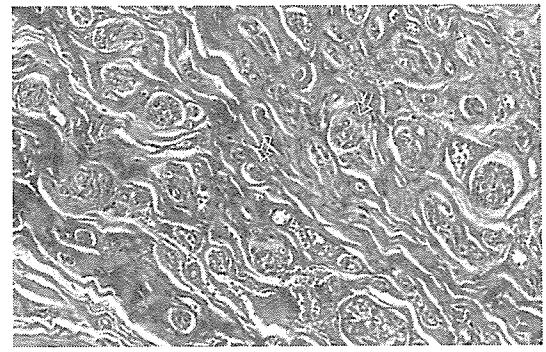

그림 5. 외상성 신경종으로 진단된 병리조직상, 미성숙 신경속(화살표)들이 조밀하게 증가된 섬유들에 둘러쌓여 산재된 양상을 보인다.
(좌측:H-E×200, 우측:LFB×200)

(4) 술후 경과

술후 통상적인 항생 소염요법과 단기간의 부신피질호르몬제(dexamethasone), Vit B 와 C, M-cobal, AT Pase를 투여하여 신경재생을 도왔으며 특이할 만한 합병증을 보이지 않아 1주후 퇴원하고 술후 1개월, 2, 4, 7 및 13개월에 임상적 지각평가를 시행하였다. 술후 7개월에 전기 생리학적 검사(Cadwell-Excel® 이용)로 손상측과 정상측의 이신경(mental nerve)에 대한 체성-감각 유발전위(Somato-sensory Evoked Potential)를 비교 분석하여 신경의 재생정도를 관찰하였다(표 1, 그림 6).

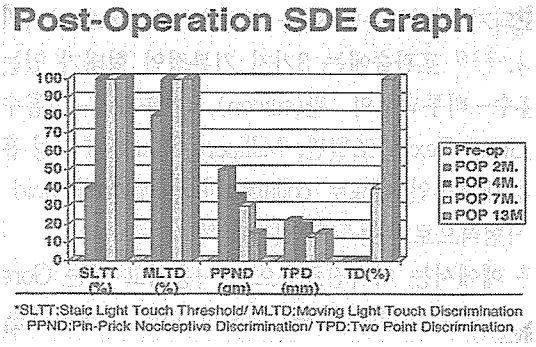

그림 6. 술전, 후 임상 지각검사의 변화. 술후 4개월에 현저한 감각회복을 보임.

표 1. 하순 이부의 술전 및 술후의 임상 지각검사

	SLTT(%)	MLTD(%)	PPND(gm)	2PD(㎜)	TD(/)
Pre-OP	−	0/5	〉250	〉25	0/5
POD 2Mon.	+/−	80	50	22	0/5
POD 4Mon.	+/−	100	35	19	0/5
POD 7Mon.	+	100	30	13	2/5
POD 13Mon.	+	100	15	15	5/5

*SLTT:Static Light Touch Threshold, MLTD:Moving Light Touch Discrimintaion, PPND:Pin-Prick norciceptive Discrimination, 2PD:2-Point Discrimination, TD:Thermal Discrimination

가. 임상적 신경검사(Diagnostic Nerve Evaluation)

a) 지각 문턱 자극(Static Light Touch Threshold): 길이가 같고 굵기가 다른 Weistein-Semmes Filament를 사용하여 촉각을 느끼는 최소의 힘을 log-mg으로 기록하는데 1.65~2.83 정상으로 간주된다.[2] 본원에서는 0.1㎜ 두께의 nylon filament를 이용하여 평가한 결과 술전검사에서는 반응이 없었으나, 술후 7개월에 40%(2/5회), 이후 13개월에 거의 정상의 지각반응을 나타냈다.

b) 방향 식별도(Moving Light Touch Discrimination): 같은 nylon filament로 피부면을 지나는 방향을 맞히는 것으로 5회이상 시행하여 80% 이상의 정확도를 보이면 정상으로 간주한다.[2] 술전 검사에서는 전혀 방향을 인지하지 못하였으나, 술후 7개월에 80%, 술후 13개월에 100%를 나타냈다.

c) 유해자극 인지도(Pin-Prick Norciceptive Discrimination): 압력계(strain gauge)에 pin이 달려 있어 동통을 느끼는 최소의 힘으로 표시되고, 보통 15gm에서 통증을 느끼며 100gm 이상에서 반응이 없으면 지각마비로 간주된다.[2] 술전 검사에서 250gm 이상에 반응이 없었으나 술후 7개월에 30gm, 술후 13개월에 15gm에 각각 반응하고 건강측에 80% 이상 근접하였다.

d) 2점 식별 최소거리(2-Point Discrimination): 끝이 같은 2점 계측자(ECG caliper, Boley gauge)를 피부에 동시 접촉시켜 2점을 인지하는 최단거리로서 술전 검사에서는 25㎜이상도 구분하지 못하였으나, 술후 7개월에 13㎜, 술후 13개월에 10㎜ 간격을 식별하였다.

e) 냉온식별능력(Thermal Discrimination): 30℃와 50℃ 온수의 구별, 얼음 및 Minnesota Thermal Disk를 이용한 냉온의 차이를 구별하는 정도를 기록한다.[2] 본 조사의 술전 검사에서 0/5회, 술후 4개월에 0/5회, 술후 7개월에 2/5회, 13개월에 5/5회로 반응하였다.

f) 동통 및 지각에 대한 자기평가도(Self Assessment): 동통의 정도 (Pain score), 감각회복정도, 술후의 만족도 등을 VAS(Visual Anaglogue Scale)로 표시한 바, 동통은 술후 바로 없어지고, 지각도 술후 7개월에 현저한 개선이 있다고 인지하였다. 술후 13개월에는 환측이 다소 둔하고 약간의 이질감을 느끼는 정도이며, 객관적 식별능은 거의 정상으로 회복되었고 그정도에 만족하고 있었다(표 1, 그림 7).

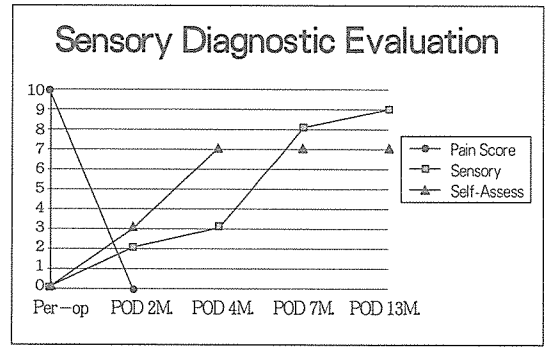

그림 7. 동통 및 지각회복에 대한 자가평가, 술후 7개월에 현저한 감각회복을 보인다.

나. 전기-생리학적 검사(Electro-physiologic Assessment): 술후 7개월의 체성-감각 유발전위(Somato-sensory Evoked Potential)을 통해 신경의 재생정도를 평가했는데, 정상 및 손상측 이신경의 지배를 받는 조직에 자극을 주어 두피에서 발생하는 유발 전위를 123회 잡아 평균치를 비교한 결과 3회의 정상 진폭(amplitude)을 보였는데, 환측 이신경의 잠복기는 9-12-20.5msec를 보인바 정상측에 비해 손상측의 잠복기(latency)가 미

세하게 증가되었음을 관찰할 수 있었다. 정상 진폭(amplitude of peaks)의 경우는 미세한 감소를 나타냈고 거의 비슷한 결과를 보였다(그림 8).

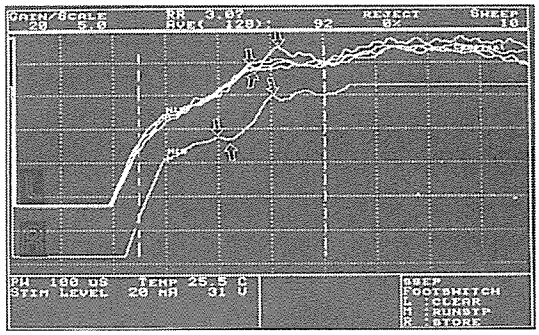

그림 8. Cadwel-Excel에 의한 체성감각유발전위(SSEP) 비교: 환측(좌측 이신경, 상), 정상측(우측 이신경, 하).

IV. 고 찰

손상된 신경은 4~6주에 축색이 재생되기 시작하는데, 축색 발아(axonal sprouting)가 신경의 결손부로 진행하는 초기지연(initial delay), 발아된 축색이 신경결손부를 횡단하는 반흔지연(scar delay), 신경내막관(endoneurial tube)에 들어간 축색이 길어지는 성장기(outgrowth period), 축색이 종말기관에 접촉하여 퇴화된 종말기관의 기능을 회복하고 신경사상체를 축적시켜 축색의 직경이 커지며 myline의 두께가 증가하는 성숙지연(maturation delay)의 과정을 밟는다.[2,8]

신경섬유가 성숙되고 위축된 종말기관이 회복되면 신경기능이 돌아오게 되는데,[8] 결국 하루 평균 0.5~3.0㎜씩 축색이 성장하여 2~10개월의 재생기간이 필요하게 된다.[2] 이 과정 중 축색원형돌기(axoplasmic process)가 원심 Schwann tubule을 놓지 못하면 신경종(neuroma)을 형성하고 이후 지속적 동통을 동반한 신경장애를 유발한다고 Spence(1976) 등이 밝혔으며, 이와같이 신경회복이 되지 않을 경우 미세신경재건술을 시행하게 되는데 신경단의 근접이 불가능한 경우 자가신경이식술(nerve graft)이 추천되어 왔다.

그러나 신경이식의 결과에 차이가 많고 공여부에 또 다른 장애를 남길 수 밖에 없으며, 이식된 신경은 Schwann세포가 살아나서 재생되기 보다는 이식조직의 퇴행과정을 통해 새로운 신경재생의 통로역할을 한다고 알려져 있다.[3] 따라서 최근에는 생체 또는 인공관을 이용한 신경재생유도술(guided nerve regeneration)이 시도되기 시작했는데 이를 포관술(tubulization)이라고 한다.[1,2,3,6] 포관술에는 3가지 기본적인 형태가 있는데 비흡수-비투과성의 관(silicon), 반투과성-비흡수성관(Gore-Tex 인조혈관, Millipore filter), 투과성-흡수성의 대표적인 재료로 collagen과 polyglycolic acid 등이 시험적으로 사용되고 있다.[2,5,6]

본 예에서는 치과진료용으로 사용되고 있는 Gore-Tex 막으로 신경손상부를 감싸서 미세 고정하였는데, 이 막은 인체에 대한 조직거부 및 유해 반응이 극히 적은 것으로 보고 되고 있다.[6,9,10] 이러한 조직재생막 포관은 신경이식술에 비해 외과적 손상이 적고, 수술 시간을 줄일 수 있으며, 신경단으로 부터의 신경속외(extra-fascicular)로의 발아를 막아주고, 신경외의 섬유 및 골아세포의 침투를 막아주어 결과적으로 신경종의 형성을 줄여주면서도 수액의 교류가 가능하다는 장점이 있다. 그러나 신경결손이 10㎜이상인 경우 성공률이 낮다는 동물실험의 결과가 있고, 신경손상의 원인과 미세수술의 술기에 따라 예후에 차이가 많기 때문에 아직까지 보편적으로 사용되지는 않고 있다고 사료된다.[1,2,6] 손상된 신경의 미세수술후 회복에 대한 검사에는 임상지각검사, 조직학적 및 조직계측학적 비교, 전기-생리학적 검사, 적외선체열촬영 등이 이용된다. 본 예에서는 임상 지각검사가 환자의 반응을 통해 얻어 진다는 점과 술자에 따라 약간씩 차이가 있는 주관적인 요소가 포함되었다는 단점이 있기 때문에, 전기-생리학적 검사로 체성-감각 유발전위(Somato-sensory Evoked Potential)를 이용하였다.

체성감삭 유발전위(SSEP) 검사는 체성감각을 자극하였을 때 그 감각 경로를 따라 일어나는 일련의 전위변화를 말하며 유발전위 검사중 가장 많이 사용되는 검사이다. Dawson(1947)이 인간의 두피에서 체성-감각 유발전위를 발견한 이후 많은 발전을 보여 왔는데 두부측정과 척수측정으로 나누어 지며, 체성감각 경로의 전도기능 이상여부와 이상부위를 밝혀 낸다. 본 검사에서는 두피를 이용하였으며, 123회의 자극을 주어 평균값을 정상측과 비교하였다. 즉 100회 이상의 자극을 가하여 전위를 찾아내는 평균화기법을 사용하였는데 이유는 자극하는 체성감각의 유발 전위를 두피나 척수에서 잡으려 할 때 그 주위 근육의 근전도파나, 뇌파등의 잡파를 제거하여야 자극에 의한 순수 전위만을 찾을 수 있기 때문이다. 하치조 신경 자극을 받으면 Gasser's

Ganglion을 통해 대뇌피질에 전달되어 발생하는 유발전위를 잡을 수 있는데, 전형적인 형태가 있다[11,12].

본 예에서 임상적인 지각검사의 소견과 전기생리학적 평가가 근사하게 나타난 것은 이러한 술법의 임상적 효용 가능성을 보여주는 것으로, 신경손상부를 관상으로 덮은 조직재생유도막이 주위조직으로부터의 침입과 방해를 막아주므로써 신경의 자연재생을 유도하는 결과를 얻을 수 있었다고 사료된다.

그러므로 본 예와 같이 하악관내를 주행하는 하치조신경의 손상이 부분적이지만 신경의 미세문합이 어렵고, 신경의 퇴행성변화가 완전히 일어나기 전에는 조직재생유도막(GTAM)이나 인조혈관 등을 사용한 신경포관술(tubulization)이 효과적인 신경재건술로 사용될 수 있다고 사료된다. 그러나 신경손상의 범위와 종류, 경과된 시간, 연조직 사이를 지나는 다른 삼차신경의 재건효과에 대하여는 실험적 및 임상적 연구가 계속되어야 한다고 사료된다.

V. 결 론

저자 등은 하악매복지치의 발치와 관련하여 하순 및 치은의 지각마비와 좌측 하악에 참을 수 없는 동통성 지각이상을 주소로 이화의대 목동병원에 내원한 46세 남자환자를 임상적 지각검사로 추적 관찰하고, 개선의 징후를 보이지 않는 하치조신경의 손상(neurotmesis: Sunderland IV형)을 GTAM 막으로 포관(tubulization)하였다. 술후 2, 4, 7, 13개월에 지각검사(Sensory diagnostic evaluation)를 시행하고, 술후 7개월에 체성-감각 유발전위(SSEP)의 전기-생리학적 검사(electro-physiologic assessment)로 평가한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 극심한 동통과 지각마비를 동반한 하악관내의 하치조신경 손상은 부분결손된 부위에 육아조직성 결체직과 골로 채워져 있었고, 검경소견은 부분적으로 재생된 신경축색들이 조밀한 결체직 섬유 사이사이에 산재하고 있는 신경종의 양상을 보였다.

2. 손상부의 반흔화된 혼합조직을 수술현미경하에서 절제하고 남은 1/4 굵기의 신경간을 Gore-tex® 막으로 둘러싼 다음, 9~0 nylon으로 양단과 이음부분을 봉합하여 하악관내에 재위치 하였다.

3. 술후 환부의 동통성 지각과민과 Tinel's sign이 없어졌고, 술후 2개월에 지각의 개선이 인지되면서 술후 7개월에 현저히 회복되었다.

4. 술후 7개월의 체성유발전위검사(SSEP)는 건강측과 근사한 전기생리학적 반응(자극의 잠복 및 증폭)을 보였다.

참고문헌

1. Colin W, Donoff RB: Nerve regeneration through collagen tube. J Dent Res 63(7):987~993. 1984

2. 김명래: 하악 구치부 수술후 하순 지각마비의 진단적 평가와 치료, 대한치과의사협회지 28:107~114, 1990

3. Sunderland S: Nerve and Nerve injuries. 2nd ed., Edinburgh, Churchill Livingstone, 1978

4. LaBanc JP, Gregg JM: Trigeminal nerve injuries. Oral maxillofacial Surgery Clinics of North America 4(2), May, 1992

5. 김현태, 김수경: 가토 하치조신경 재생에 있어 자가신경 절편과 신경 재생 촉진인자의 효과, 서울치대 논문집 16(1):345~356. 1992

6. Zuniga JR, Hegtvedt AK, Alling, III CC: Future application in the management of trigeminal nerve injuries. Oral maxillof Surg Clinics of North Amer 4(2):543~554, 1992

7. Lundborg G. Dahlin LB, Danielsen NP: Reorganization and orientation of regenerating nerve fibers, perineurium, epineurium in preformed mesothelial tubes-An experimental study on the sciatic nerve of rats. J Neurosc Res 6:265~281, 1981

8. Hoffman PN: Changes in neurofilament transport coincide temporally with alteration in the caliber of axons in regenerating motor fiber, caliber by neurofilament transport. J Cell Biology 101:1332~1340, 1985.

9. Misulis KE: Spehlmann's evoked potential primer. 2nd Edition, P 211~212, Butterworth-Heinemannco., 1994.

10. Pogrel MA: Trigeminal evoked potentials and electrophysical assessment of the trigeminal nerve. Oral Maxillof Surg Clinics of North Amer. 4(2):535~542, 1992

11. Granstrom L. Backman L, Dahgren SE: Tissue reaction to polypropylene and polyester in obese patients. Biometerial, 7(6):445~448, 1986

12. Thomson LA: Biocompatibility of Particles of Gore-Tex cruciate ligament Prosthesis, an investigation in vitro and in vivo. Biomaterial 12(8):781~785, 1991