

치아임플란트 시술 후 삼차신경에서의 전류인지역치에 대한 연구

원광대학교 치과대학 구강내과학 교실¹, 대전 선치과병원 구강내과²

임현대¹ · 이정현² · 이유미¹

이 연구는 치과임플란트 시술후에 발생할수 있는 감각이상의 평가를 위하여 뉴로미터를 사용하여 정량적으로 측정하여, 임플란트 시술후의 감각신경 평가에 객관적 지침을 마련하고자 하는데 목적이 있다.

2006년 대전 썬 병원 구강내과에 내원한 환자중에 임플란트 술식을 시행한 환자 44명과 대조군 30명을 대상으로 Neurometer[®] CPT/C (Neurotron, Inc., Baltimore, Maryland, U.S.A.)를 이용하여 임플란트 시술전과 시술후 발사시에 2000 Hz, 250 Hz, 5 Hz, 주파수로 검사를 시행하였다. 측정 부위는 임플란트 시술부위에 따라 삼차신경의 상악신경 분지와 하악신경 분지에 적용하였다.

Neurometer는 세가지의 주파수 (2000 Hz, 250 Hz, 5 Hz)를 적용할 수 있는데, 각 주파수별로 대상자가 감각을 느낄 수 있는 가장 낮은 전류의 세기를 전류인지역치로 기록하였다. 각 신경섬유별 전류인지역치는 Aβ섬유의 경우 2000 Hz, Aδ섬유의 경우 250 Hz의 전류자극 하에서 특징적으로 반응하며, C섬유의 경우 5 Hz의 전류자극 하에서 반응한다.

전류인지역치 검사는 삼차신경 영역에 있어서도 말초신경 손상을 평가하기 위하여 검사를 시행할 수 있으며, 말초신경 부위에 특징적인 주파수의 전류를 발생시켜 선택적인 신경 섬유를 자극한다. 서로 다른 굵기의 신경 섬유들은 각기 다른 빈도의 전류자극에 선택적으로 반응하는데, 각기 다른 주파수의 전류자극을 적용하며, 각 전류에 선택적으로 반응하는 Aβ, Aδ, C신경 섬유의 반응 역치를 개별적으로 평가할 수 있다. 전류인지역치를 통한 평가에서는 전류인지역치의 증감을 측정하여 감각과민이나 감각감퇴등의 감각이상을 진단할 수 있다.

임플란트 시술전후의 전류인지역치를 평가한 본 연구에서는 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 임플란트 시술 전후의 평가에서는 좌우 상하악 각각의 2000 Hz, 250 Hz, 5 Hz에서의 전류인지역치는 전반적으로 수술 후가 증가되었으며, 하악에서는 2000 Hz와 5 Hz에서 수술후의 전류인지역치가 통계학적으로 유의하게 증가하였다.
2. 전신질환을 가지고있거나 그로 인하여 투약중인 군에서는 임플란트 수술 전후에 유의한 차이가 없었으며, 대조군에 비해서는 좌측 2000 Hz와 5 Hz에서 임플란트 시술군이 전류인지역치가 유의하게 높았다.
3. 대조군과 임플란트 수술군의 수술전의 전류인지역치 측정치의 비교에서는 우측 2000 Hz, 5 Hz에서 임플란트 시술군이 유의하게 높았으며, 대조군과 임플란트 수술후의 전류 인지 역치 평가에서는 2000 Hz에서 유의한 차이를 보였다.
4. 남자가 여자보다는 전류인지역치가 높았으나, 통계학적인 유의성을 보이지는 않았으며, 임플란트 시술군내에서도 남녀차이는 보이지 않았으며, 대조군에서 좌측 2000 Hz에서 유의하게 낮았다. 임플란트 시술 전후의 전류인지 평가에서 남녀 성별에 따른 차이는 남자군에서는 통계학적 차이가 없었고, 여자군에서 우측 5 Hz, 좌측 2000 Hz에서 유의하게 높았다.
5. 감각신경이 있다고 호소하는 군과 아닌 군과의 비교에서는 감각이상을 호소하는 군이 전체적으로 전류인지역치가 증가했으나 통계학적인 유의성은 없었다. VAS상에 증가를 보이는 군의 수술전후의 전류인지측정 평가에서는 우측 5 Hz에서 임플란트 시술후 전류인지역치가 유의하게 증가하였으며, VAS 표시가 수술전후에 모두 0 인 경우에 좌측 2000 Hz에서 수술후의 전류인지역치가 유의하게 증가하였다.

이 연구는 뉴로미터를 이용하여 치아 임플란트 시술후에 발생할수 있는 감각이상을 평가 할수 있는 객관적이고 정량적인 전류인지역치를 제시하고자 하였다.

주제어 : 전류인지역치, 임플란트, 뉴로미터, 감각이상

교신저자: 이유미
전라북도 익산시 신용동
원광대학교 치과대학 치의학과 구강내과학교실
전화: 063-859-2914
Fax: 063-850-6633

E-mail: marusae@wonkwang.ac.kr
원고접수일 : 2007-04-05
심사완료일 : 2007-06-06

* 본 연구는 2005년도 원광대학교의 교비연구비 지원에 의해 수행됨.

I. 서 론

치과 임플란트는 스웨덴의 Branemark가 osseointegration의 개념을 도입한 이후로 괄목할만한 발전을 보였으며, 수많은 시술법과 형태의 임플란트 재료가 제시되었다.¹⁻⁴⁾ 골 유착형 임플란트는 통상적으로 치아 상실부위를 수복하는 보철물을 대체할 수 있는 획기적 방법으로 제시되었다. 이제 임플란트는 그 광범위한 사용으로 인하여 비교적 쉽게 접할 수 있는 술식이 되었다. 이렇듯 임플란트가 널리 시술됨에 따라 임플란트 시술 후에 나타날 수 있는 술 후 출혈, 피하 출혈, 부종, 혈종감염, 누공형성, 상악동 비강의 침범, 공기색전증, 기종, 하악관 및 이관의 침범 등의 합병증도 계속 보고 되고 있다.⁵⁻¹²⁾ 하악의 경우에는 하악관에서 하치조신경의 구조물이 존재하기 때문에 신경에 손상을 주게 되거나 압박을 가하게 되면 감각 이상을 초래할 수 있다. 감각이 과민해지기도 하며 통증이 유발될 수도 있고, 감각이 없어지기도 한다.¹³⁻¹⁸⁾ 감각신경은 몇 가지 종류의 신경 섬유로 나누어지며 굵기에 따라 분류가 된다. 굵은 섬유군인 A β 신경섬유는 촉각과 압력을, 중간 정도 굵기의 A δ 섬유는 빠른 통증, 온도감각, 움직임 등을, 가장 두께가 얇은 C 신경섬유는 주로 열 자극, 기계적 자극, 화학적 자극으로 인한 둔한 통증을 전달하며, 상하악의 삼차신경의 감각신경섬유도 A β , A δ 와 C 신경섬유가 분포되어있다.

임플란트가 신경에 손상을 주면 신경초가 반흔을 형성하여 변성이 발생하고 나아가 신경종까지 유발할 수 있으며 통증을 포함한 지각 이상을 야기할 수 있다. 이러한 신경병증, 신경성 통증, 신경손상에 대한 측정을 객관적으로 정량화하기 위한 노력이 그동안 계속되어 왔으며, 진동이나 온도, 전류인지역치 등을 이용하였다. 임플란트 식립 후에 나타나는 감각 이상의 조기 진단은 조기 치료의 시작과 치료방법의 적절한 선택, 치료의 예후에 많은 영향을 미칠 수 있다. 전통적인 감각신경 평가방법으로는 핀 등을 이용한 지각검사와 온도를 이용하여 자극하는 온냉 검사, 진동을 이용한 방법 등을 들 수 있는데, 이는 표준화가 쉽지 않으며, 객관적 평가가 어렵고, 검사를 시행하는 검사자에 따라 결과에 영향을 미칠 수 있어 신뢰도가 낮다.¹⁹⁻²¹⁾

정량화할 수 있는 생리학적 검사로는 감각신경전도속도 측정(sensory nerve conduction velocity, SNCV)과 체성감각 유발전위(somatosensory evoked potential, SEP)의 측정을 들 수 있는데, 두 가지 방법

모두 감각신경의 손상 유무만을 진단할 수 있으며, 감각과민(hyperesthesia)이나 감각감퇴(hypoesthesia) 등의 감별진단이나 신경손상의 조기 진단, 경미한 신경손상 등은 진단이 불가능한 단점이 있다. 감각신경전도속도 검사는 총 신경의 10% 미만인 굵은 신경 섬유(A β)만을 평가 할 수 있고, 진동검사는 가는 신경 섬유(A δ)만을, 비선택적 온도 검사는 가는 신경 섬유(A δ)와 C 신경 섬유를 검사할 수 있다.²²⁻²⁴⁾ 반면에 뉴로미터를 이용한 정량적 측정은 세 가지 주요한 신경 섬유를 각각 독립적으로 평가가 가능하다.²⁵⁻²⁷⁾

가벼운 터치 기구를 이용한 Walton²⁸⁾의 임플란트 시술 후 감각이상에 대한 연구에서는 2주간의 짧은 기간에서는 24%, 1년 이상의 평가에서는 1%만이 감각 이상을 호소하였다. 27 gauge 주사침을 이용하여 두 점 식별능을 평가하고 치과용 거울 손잡이를 43 $^{\circ}$ C로 하여 온도 민감도 검사를 한 Bartling 등²⁹⁾의 연구에서는 8.5%에서 지각 이상을 보고하였다. 그러나 가벼운 터치 기구나 온도를 이용한 평가법은 검사자나 피검자의 주관이 개입될 수 있고 보다 객관화된 평가가 시행되어야 할 것으로 판단되어 본 연구에서는 전류인지역치를 측정하여 신경 이상을 평가하였다.

전류인지역치(current perception threshold: CPT)는 일정한 전기자극을 가했을 때 피검자가 느끼는 최소한의 전류의 양으로 말초감각신경섬유들의 다양한 신경병적 상태를 진단할 수 있고, 또 치료결과를 평가할 수 있다. 전류인지역치검사는 통증이나 기타의 불편감을 최소화한 상태에서 비교적 신경손상 초기에 진단이 가능하며 감각신경별 진단을 개별적으로 할 수 있으며 검사자가 짧은 시간 내에 쉽게 측정할 수 있다.³⁰⁻³²⁾

전류인지역치 검사는 삼차신경 영역에 있어서도 말초신경 손상을 평가하기 위하여 검사를 시행할 수 있으며,^{33,48)} 말초신경 부위에 특징적인 주파수의 전류를 발생시켜 선택적인 신경 섬유를 자극한다. 서로 다른 굵기의 신경섬유들은 각기 다른 빈도의 전류자극에 선택적으로 반응하는데, 각기 다른 주파수의 전류자극을 적용하며, 각 전류에 선택적으로 반응하는 A β , A δ , C 신경섬유의 반응 역치를 개별적으로 평가할 수 있다. 전류인지역치를 통한 평가에서는 전류인지역치의 증감을 측정하여 감각과민이나 감각감퇴 등의 감각 이상을 진단할 수 있다.^{25,26)}

본 연구는 대부분 현재까지의 온도나 터치 또는 설문지 등을 이용하여 검사자나 피검자의 주관이 개입될 수 있는 임플란트 후 감각변화에 대한 고찰을 뉴

로미터를 이용하여 정량적 신경 평가를 함으로써, 임상적으로 널리 시술되는 치과 임플란트 시술 후에 나타날수 있는 감각신경의 변화에 대하여 객관적 지침을 마련하고자 하였다.

II. 연구 대상 및 방법

1. 연구 대상

대전 선치과병원에서 임플란트 시술을 받은 환자 44명(평균 나이 47.0±13.9세)을 대상으로 하여 조사하였으며, 한 환자에게서 상악악을 동시에 수술한 경우 삼차 신경의 상악분지 및 하악 분지, 각각의 데이터로 산출하여 총 49개의 자료를 기록하였다. 남자는 20명(평균나이 46.7±14.0세)였으며, 여자는 24명(평균나이 47.3±14.2세)였다. 당뇨, 고혈압, 갑상선질환, 신장질환 등을 가지고 있거나 항응고제, 호르몬요법등 투약 중인 환자는 12명(평균나이 59.3±13.2세)였다

구강안면동통이나 전신질환이 없는 건강한 사람 30명(평균나이 36.4±5.5세)을 대조군으로 하였으며, 그 중 남자는 18명(평균나이 35.2±5.5세), 여자는 12명(평균나이 38.1±5.4세)이었다.

2. 연구 방법

1) 전류인지역치 측정

치아 상실로 인해 임플란트 식립을 위하여 대전 선치과병원에 내원한 환자를 대상으로 임플란트 식립하는 당일 수술부위를 마취하기 전 1차 전류인지역치검사를 시행하였으며 수술부위를 발사하는 날 2차 측정을 시행하였다. 임플란트 실험군과 대조군의 피검자에게 자극의 특성과 검사과정에 대하여 충분히 설명하였으며, 검사를 숙지하도록 필요시 반복 측정하였다. Neurometer[®] CPT/C (Neurotron, Baltimore, Maryland, USA)을 이용하여 대조군, 실험군 모두 결과가 표시되는 계기판을 볼 수 없도록 한 상태에서 삼차신경의 분지에서 검사를 실시하였다. 실험군과 대조군 모두 측정은 측정시에 초래할 수 있는 오류를 최소화하기 위해 일정하게 항상 좌측부터 실시하였다.

실험군은 임플란트 시술부위에 따라 상악은 삼차신경의 상악 분지에 하악은 하악 분지에 측정하였으며, 임플란트 수술 전과 수술 후 발사 시 2회에 걸쳐 측정하였다.

측정부위를 알콜 솜으로 깨끗이 한 후에 전도성 겔

을 얇게 도포한 Goldtrode[®] (Neutron, Baltimore, Maryland, USA)를 테이프고 고정하여 부착하였으며, 전극단자의 지름은 1cm 이었으며, 전극 간 거리는 1.7cm 이었다. R-CPT (rapid-current perception threshold) 모드를 이용하여 검사하여, 세 가지의 주파수, 2000Hz, 250Hz, 5Hz를 적용하였으며, 2000Hz, 250Hz, 5Hz의 전류 자극 주파수는 각각 Aβ 신경섬유, Aδ 신경섬유, C 신경섬유에 반응한다. 우선 강도조절 모드를 시작하여 대략의 시작강도를 결정 한 후 본 측정이 시행된다. 피검자가 전극단자가 부착된 부위에 감각을 감지할 때까지 증가시키게 되며, 피검자가 특이한 반응을 보이면 다시 시행하였으며, 일관된 반응 3회를 보이면 자동조절 모드가 시행되어 전류인지역치를 기록하게 된다. 전류인지역치는 감지 가능한 최소값의 3회 측정의 평균 값이고, 피검자나 검사자가 측정 결과에 관여할 수 없는 이중맹검법으로 진행되어 측정 결과에 객관성과 정확성을 하였다(Fig. 1).^{25,26)}

2) 임플란트 시술

본 연구에서의 임플란트 수술은 숙련된 2명의 구강외과 전문가에 의해 시술되었으며, 파라곤 임플란트 (Tapered screw-Vent[®], Zimmer Dental Inc., Paragon company, USA)와 3i 임플란트(Certain[®], Prevail[™], Osseotite NT[™], Implant Innovations Inc(3i), A Biomet company, USA)를 사용하였다. 사용된 임플란트는 지대치에 전해지는 교합력을 매식부에 효과적으로 분산시켜 과잉된 교합력 또는 회전운동력으로부터 스크루를 보호해 주며, 날카로운 나

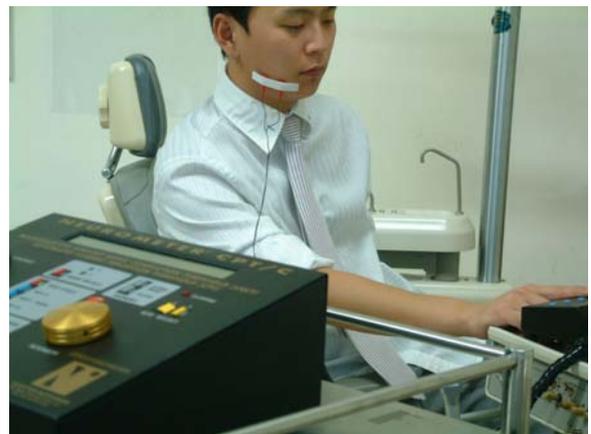


Fig. 1. 뉴로미터를 이용하여 이중맹검으로 전류인지역치 측정

Table 1. Comparison of R-CPT measurements between pre-operation and post-operation in implants operation group mean±S.D.

		pre-op	post-op	p
Maxilla (n=11)	Aβ-fiber	137.95±46.21	140.09±24.63	NS
	Aδ-fiber	28.86±10.75	26.23±9.08	NS
	C-fiber	10.82±5.47	12.50±5.36	NS
Mandible (n=38)	Aβ-fiber	128.97±38.87	141.13±44.53	**
	Aδ-fiber	33.62±23.77	39.21±26.01	NS
	C-fiber	19.18±19.97	25.88±20.61	**

NS : not significant, **:p<0.01

R-CPT : rapid-current perception threshold.

사 모서리에 의한 과도한 부하와 열 발생을 최소화시키며, 치근형태로 되어 있다.⁴⁾

3) 연령, 성별, 전신질환이나 투약 유무등의 감각변화에 영향을 미칠 수 있는 여러 요인을 가진 군을 수술 전, 후 및 대조군과 비교평가하였으며, 환자가 주관적으로 감각이상을 호소하거나 감각변화정도를 환자 스스로 기록하게 한 가시상척도에서 감각변화가 있다고 표시한 군에 대하여 뉴로미터상 정량적 변화여부를 평가하였다.

3. 통계처리

검사결과는 SPSS[®] ver11.0를 이용하여 통계처리하였으며, 통계분석은 independent t-test, paired t-test, ANOVA 등을 이용하여 p<0.05 수준에서 유의성을 검정하였다.

III. 연구 성적

임플란트 시술 부위에 따라 삼차신경의 상악분지 및 하악 분지에 2000 Hz, 250 Hz, 5 Hz의 주파수에 대한 전류인지역치를 측정하여, 각각 Aβ, Aδ, C 신경섬유에 대한 평가를 임플란트 시술 전후 및 정상 대조군과 비교하였다. 상악은 임플란트 시술 후에 Aβ 신경섬유(2000 Hz), Aδ 신경섬유(250 Hz), C 신경섬유(5 Hz)의 전류인지역치가 증가하였으나 유의한 차이는 보이지는 않았으며, 하악은 Aβ 신경섬유(2000 Hz), C 신경섬유(5 Hz)에서 임플란트 시술 후에 유의하게 증가하여 감각감퇴를 보였다(Table 1). 상하악을 좌우측으로 4부분으로 나누어 임플란트 시술 전후를 평가

하였을 때는 삼차신경의 상악분지는 임플란트 식립 전후에 유의성을 보이지 않았으며, 하악 우측에서는 Aδ 신경섬유와 C 신경섬유에서 좌측에서는 C 신경섬유의 전류인지역치가 임플란트 시술 후에 유의성 있게 높았다(Table 2).

전신질환을 가지고 있거나 투약 중인 군에서는 임플란트 수술 전후에 유의한 차이가 없었으며, 그렇지 않은 군에서는 좌측 Aβ 신경섬유(2000 Hz), C 신경섬유(5 Hz)에서 임플란트 수술 후에 유의하게 높은 전류인지역치를 보였으며, 우측 C 신경섬유는 p 값이 0.08이었다(Table 3). 임플란트 시술과 무관한 정상 대조군과 실험군의 수술 전의 전류인지역치 측정치의 비교에서는 우측 Aβ 신경섬유(2000 Hz), C 신경섬유(5 Hz)에서 실험군이 유의하게 높았으며, 대조군과 임플란트 수술 후의 전류인지역치 평가에서는 Aβ 신경섬유(2000 Hz)에서 유의한 차이를 보였으며, C 신경섬유는 좌,우측 각각 0.07, 0.08의 p값을 보였다(Table 4).

남자가 여자보다는 전류인지역치가 높았으나, 통계학적인 유의성을 보이지는 않았으며(Table 5), 임플란트 시술군내에서도 남녀차이는 보이지 않았으며, 임플란트 시술 전후의 전류인지역치 평가에서 남녀 성별에 따른 차이는 남자군에서는 통계학적 차이가 없었고, 여자군에서 우측 C 신경섬유(5 Hz), 좌측 Aβ 신경섬유(2000 Hz)에서 유의한 차이를 보였으며, 좌측 C 신경섬유의 유의수준은 p=0.07이었다(Table 6).

임플란트 시술 전에 비하여 시술 후에 감각신경이상이라고 호소하는 군과 아닌 군과의 비교에서는 임플란트 시술 후에 감각이상을 호소하는 군이 전체

Table 2. Comparison of R-CPT measurements of each site between pre-operation and post-operation in implnat operation group mean±S.D.

		Mx				Mn			
		Rt(n=6)		Lt(n=7)		Rt(n=22)		Lt(n=23)	
Rt Aβ	pre	145.29 ± 52.50	NS	123.57 ± 44.23	NS	125.09 ± 27.07	NS	141.86 ± 61.70	NS
	post	138.57 ± 49.96		126.71 ± 14.15		141.68 ± 41.01		140.27 ± 48.14	
Rt Aδ	pre	24.14 ± 11.45	NS	20.29 ± 15.06	NS	22.23 ± 9.71	**	38.14 ± 31.08	NS
	post	25.57 ± 12.00		18.00 ± 8.77		40.05 ± 27.24		32.05 ± 18.69	
Rt C	pre	9.57 ± 5.38	NS	11.85 ± 10.25	NS	12.50 ± 9.37	**	23.86 ± 33.20	NS
	post	11.86 ± 7.20		11.85 ± 7.20		24.27 ± 16.49		22.35 ± 18.74	
Lt Aβ	pre	140.14 ± 31.40	NS	123.57 ± 44.23	NS	119.64 ± 34.23	NS	133.09 ± 48.32	NS
	post	142.43 ± 23.24		140.00 ± 22.96		135.82 ± 71.59		160.55 ± 77.09	
Lt Aδ	pre	33.14 ± 11.45	NS	34.43 ± 13.46	NS	30.41 ± 18.44	NS	39.82 ± 31.14	NS
	post	27.43 ± 15.18		30.57 ± 15.34		36.55 ± 47.92		53.45 ± 50.73	
Lt C	pre	13.00 ± 9.52	NS	14.14 ± 8.86	NS	18.85 ± 19.39	NS	19.23 ± 20.41	*
	post	13.71 ± 14.36		18.29 ± 13.40		22.25 ± 32.06		35.25 ± 40.40	

NS : not significant, *:p<0.05, **:p<0.01 pre : pre-operation, post:post-operation.

R-CPT : rapid-current perception threshold.

Table 3. Comparison of R-CPT measurements between pre-operation and post-operation according to presence of medically compromised or not medically compromised and medication in implants operation group mean±S.D.

		no medically compromised, medication (n=37)		medically compromised, medication (n=12)		p
Rt Aβ-fiber	pre-op	130.65 ± 53.92	NS	145.83 ± 28.78	NS	NS
	post-op	138.16 ± 46.30		143.83 ± 39.22		NS
Rt Aδ-fiber	pre-op	27.51 ± 24.76	NS	36.33 ± 17.37	NS	NS
	post-op	34.05 ± 23.79		36.00 ± 19.62		NS
Rt C-fiber	pre-op	15.68 ± 25.24	NS	21.67 ± 17.21	NS	NS
	post-op	21.21 ± 17.32		24.83 ± 16.85		NS
Lt Aβ-fiber	pre-op	124.24 ± 44.59	*	138.00 ± 23.34	NS	NS
	post-op	143.81 ± 41.89		137.42 ± 27.93		NS
Lt Aδ-fiber	pre-op	34.51 ± 25.63	NS	38.25 ± 14.78	NS	NS
	post-op	38.81 ± 41.89		35.75 ± 21.57		NS
Lt C-fiber	pre-op	14.15 ± 13.09	*	27.67 ± 23.39	NS	NS
	post-op	24.88 ± 33.34		19.92 ± 14.67		NS

NS : not significant, *:p<0.05

R-CPT : rapid-current perception threshold.

Table 4. Comparison of R-CPT measurements between control group and pre or post operative implants group.

mean±S.D.

	pre - op implants (n=49)		control group (n=30)		post - op implants (n=49)
Rt Aβ-fiber	134.37 ± 49.15	**	103.63 ± 39.54	***	139.55 ± 44.34
Rt Aδ-fiber	29.67 ± 23.32	NS	27.06 ± 19.89	NS	34.53 ± 22.66
Rt C-fiber	17.14 ± 23.50	**	15.40 ± 13.54	NS	22.09 ± 17.10
Lt Aβ-fiber	127.61 ± 40.64	NS	110.53 ± 30.08	**	142.24 ± 58.82
Lt Aδ-fiber	35.43 ± 23.36	NS	30.97 ± 14.63	NS	38.06 ± 37.74
Lt C-fiber	17.46 ± 16.98	NS	13.53 ± 9.55	NS	23.66 ± 80

NS : not significant, *:p<0.05, **:p<0.01, ***<0.001

R-CPT : rapid-current perception threshold.

Table 5. Comparison of R-CPT measurements of sex difference in all subjects

mean±S.D.

	male (n=40)	female (n=39)	p
Rt Aβ-fiber	123.03 ± 53.93	122.36 ± 41.49	NS
Rt Aδ-fiber	29.00 ± 26.19	28.36 ± 16.97	NS
Rt C-fiber	18.10 ± 25.66	14.82 ± 12.56	NS
Lt Aβ-fiber	127.10 ± 41.78	115.00 ± 32.44	NS
Lt Aδ-fiber	34.53 ± 25.34	32.92 ± 14.20	NS
Lt C-fiber	16.93 ± 16.31	14.99 ± 12.90	NS

NS : not significant

R-CPT rapid-current perception threshold.

적으로 전류인지역치가 증가했으나 통계학적인 유의성은 보이지 않았다(Table 7).

임플란트 수술 전에 비하여 수술 후에 감각변화가 어느 정도 있는가 하는 정도를 표시하게끔 한 가시상 척도(visual analog scale,VAS)상에 증가를 보이는 군의 수술전후의 전류인지측정 평가에서는 우측 Aδ 신경섬유(250 Hz)의 p값은 0.08이었으며, 우측 C 신경섬유(5 Hz)에서 임플란트 식립후 전류인지역치가 유의하게 증가하였다. VAS 표시가 임플란트 수술전후에 모두 0 인 경우에 좌측 Aβ 신경섬유(2000 Hz)에서 수술 후의 전류인지역치가 유의하게 증가하였으며, 즉 C 신경섬유(5 Hz)의 p 값은 0.06이었다(Table 8).

IV. 총괄 및 고찰

말초에 분포되어 있는 감각신경은 축삭의 굵기에 따라 몇 가지 종류의 신경 섬유로 나눌 수 있으며, 수초로 둘러싸여 있는 굵은 섬유군인 Aβ 신경섬유는 주로 촉각과 압력을 전달하며, 중간 정도 굵기의 유수 신경 섬유인 Aδ 섬유는 일부 빠른 통증, 온도감각, 움직임 등을 전달하고, 가장 두께가 얇은 무수 신경섬유인 C 신경섬유는 말초의 감각신경의 많은 부분을 차지하며, 주로 열 자극, 기계적 자극, 화학적 자극으로 인한 통증을 전달하는 다양한 유해수용기 (polymodal nociceptor)이다. 상하악 구조물과 그 주위 영역의 말초감각은 삼차신경에서 기원하며, 구강 내 구조물을 포함하는 두부 전방부위의 감각입력을 수용한다. 삼

Table 6. Comparison R-CPT measurements between pre-operation and post-operation according to sex difference in implants operation group mean±S.D.

		male (n=22)		female (n=27)	
Rt Aβ-fiber	pre-op	136.18 ± 60.06	NS	132.89 ± 39.26	NS
	post-op	143.73 ± 51.33		136.15 ± 38.40	
Rt Aδ-fiber	pre-op	29.59 ± 29.65	NS	29.74 ± 17.14	NS
	post-op	33.36 ± 17.95		35.48 ± 26.18	
Rt C-fiber	pre-op	18.73 ± 31.92	NS	15.85 ± 13.90	**
	post-op	19.27 ± 18.37		24.39 ± 15.96	
Lt Aβ-fiber	pre-op	131.73 ± 49.52	NS	124.26 ± 32.28	*
	post-op	146.36 ± 82.01		138.89 ± 30.49	
Lt Aδ-fiber	pre-op	36.59 ± 31.75	NS	34.48 ± 13.82	NS
	post-op	40.45 ± 54.71		36.11 ± 14.24	
Lt C-fiber	pre-op	18.86 ± 20.07	NS	16.32 ± 14.28	NS
	post-op	25.62 ± 43.31		22.07 ± 10.89	

NS : not significant, *:p<0.05, **:p<0.01

R-CPT : rapid-current perception threshold.

Table 7. Comparison R-CPT measurements between presence and absence of sensory disturbance in implants operation group mean±S.D.

		no sensory disturbance (n=43)		sensory disturbance (n=6)	p
Rt Aβ-fiber	pre-op	135.21 ± 51.46		128.33 ± 29.88	NS
	post-op	137.83 ± 43.2		151.83 ± 54.28	
Rt Aδ-fiber	pre-op	30.93 ± 24.50		20.67 ± 8.24	NS
	post-op	32.88 ± 22.89		46.33 ± 18.40	
Rt C-fiber	pre-op	18.37 ± 24.85		8.33 ± 3.01	NS
	post-op	20.57 ± 16.57		33.00 ± 18.37	
Lt Aβ-fiber	pre-op	129.28 ± 42.87		115.67 ± 14.98	NS
	post-op	140.09 ± 46.56		157.67 ± 121.19	
Lt Aδ-fiber	pre-op	35.53 ± 24.31		34.67 ± 16.44	NS
	post-op	34.05 ± 25.57		66.83 ± 83.97	
Lt C-fiber	pre-op	17.20 ± 17.26		19.33 ± 16.12	NS
	post-op	21.01 ± 24.16		42.67 ± 55.92	

NS : not significant

R-CPT : rapid-current perception threshold.

Table 8. Comparison of R-CPT measurements between pre-operation and post-operation according to difference of pre-operative VAS and post-operative VAS in implants operation group

mean±S.D.

		no difference of VAS (n=35)		difference of VAS (n=14)		P
Rt Aβ-fiber	pre-op	130.71 ± 54.48	NS	143.50 ± 32.10	NS	NS
	post-op	136.17 ± 47.32		148.00 ± 36.01		NS
Rt Aδ-fiber	pre-op	29.86 ± 25.40	NS	29.14 ± 17.87	NS	NS
	post-op	31.91 ± 24.24		41.07 ± 17.14		NS
Rt C-fiber	pre-op	17.66 ± 26.27	NS	15.86 ± 15.25	*	NS
	post-op	19.79 ± 16.61		27.86 ± 17.55		NS
Lt Aβ-fiber	pre-op	130.46 ± 47.07	*	120.50 ± 15.05	NS	NS
	post-op	142.74 ± 49.76		141.00 ± 79.36		NS
Lt Aδ-fiber	pre-op	36.49 ± 26.08	NS	32.79 ± 14.99	NS	NS
	post-op	35.43 ± 26.85		44.64 ± 57.52		NS
Lt C-fiber	pre-op	16.45 ± 16.64	NS	20.00 ± 18.17	NS	NS
	post-op	22.16 ± 26.01		27.43 ± 38.58		NS

NS : not significant, *;p<0.05

R-CPT : rapid-current perception threshold.

VAS : visual analog scale

차신경의 감각신경섬유도 Aβ, Aδ와 C 신경섬유로 분류되며, 삼차신경을 통해 유입되는 유해자극은 기계적 자극이나, 5-hydroxytryptamine (serotonin), bradykinin, 칼륨이온과 같은 화학물질에 의해 활성화된다. 이러한 기계적 또는 화학적 자극은 Aδ 신경섬유나 C 신경섬유 유해수용체를 직접적으로 자극하며, 이런 구심성 신호는 삼차신경절과 삼차신경경로를 지나 삼차신경핵으로 유입된다.³⁴⁻³⁶⁾

삼차신경 및 삼차신경의 분지는 해부학적으로 상악보다는 하악골과 밀접하며, 삼차신경은 혼합신경이지만 하악신경을 제외한 대부분은 지각기능을 담당한다. 삼차신경은 뇌신경 중에서 가장 큰 신경으로 하악골 근돌기 상방부의 측두골 부위의 삼차신경 압흔 부위에 삼차신경절이 존재하며, 이 신경절에서 안신경, 상악신경, 하악신경으로 나누어진다. 이러한 삼차신경의 손상 시, 안면의 편측에서 촉각, 통각 및 온도 감각이 상실될 수 있으며, 각막이나 안검이 무감각해지고, 코, 입, 혀의 전방 2/3부분의 점막도 감각을 잃게 되나 미각은 손상받지 않는다. 삼차신경의 운동 기능 장애 시에는 저작근이 위축되고 마비된다.³⁷⁾

본 연구에서는 감각이상을 객관적이며 정량적으로

측정, 평가할 수 있는 Neurometer® CPT/C를 이용하여 임플란트 식립 부위와 그 피검자의 정상치 평가를 위하여 반대편 부위에 측정을 시행하였다. 뉴로미터는 검사자나 피검자 모두가 전류인지역치가 어느 정도 주어지는지 알 수 없는 상태에서 측정이 이루어지므로 그 결과에 어떠한 영향도 배제시킨 가운데서 검사가 이루어진다. 각 신경섬유별 전류인지역치는 Aβ 신경섬유는 2000 Hz, Aδ 신경섬유는 250 Hz의 전류 자극에서 C 신경섬유는 5 Hz의 전류 자극 즉, 굵기가 다른 신경 섬유는 각각의 전류인지역치 자극에 반응하게 된다. 뉴로미터는 9.99 mA까지의 측정이 가능하며 연조직에서의 아무런 위해 없이 피하조직이나 피하구조물등의 영향을 최소화 적게 받으며 감각신경에의 평가를 시행할 수 있다.³⁸⁻⁴²⁾ 뉴로미터는 이미 다양한 분야에서 다각도로 신경증, 통각과민이나 이질통 등의 이상감각을 포함한 신경평가에 이용되고 있다.⁴³⁻⁴⁶⁾

뉴로미터는 가는 무수신경의 감각이상 즉, 감각감퇴나 감각과민을 포함하여 다양한 감각이상을 감별 진단할 수 있다.

전류인지역치 평가의 원리는 굵기가 다른 신경 섬

유들은 각기 다른 특성의 전류에 반응한다는 것을 이용한 것이다. 적은 두께의 무수 신경 섬유인 C 신경섬유 등은 5 Hz의 전류인지역치 자극에 반응하며, 2000 Hz나 250 Hz와 같은 높은 주파수대의 전류인지역치 자극은 각각 유수신경 섬유인 A β 신경섬유나 A δ 신경섬유와 반응하는 것으로 보고되었다. 이러한 전류인지역치의 측정은 두께가 얇은 무수 신경 섬유의 기능을 객관적으로 수량화하여 측정할 수 있어 앞에서 언급한 신경전도속도 측정이나 체성감각유발전위 측정 등이 굵은 신경섬유의 기능만을 측정할 수밖에 없는 한계를 보상할 수 있다. 또한 감각감퇴(hypoesthesia)나 감각과민(hyperesthesia)등을 감별할 수 있다.^{25,26)}

전류인지역치는 임플란트 시술 부위에 따라 삼차신경의 상악 분지 및 하악 분지에서 측정하였으며, 상악은 임플란트 시술 후에 A β 신경섬유(2000 Hz), A δ 신경섬유(250 Hz), C 신경섬유(5 Hz)의 전류인지역치가 증가 하였으나 유의한 차이는 보이지는 않았으며, 하악은 A β 신경섬유(2000 Hz), C 신경섬유(5 Hz) 섬유에서 임플란트 시술 후가 유의하게 증가하여 수술 후에 촉각과 압력, 둔통 온냉의 자극등의 기계적, 화학적 자극에 둔함의 감각감퇴를 보였다(Table 1). 이는 상악보다는 하악에서의 임플란트 시술이 더 많은 비중이 차지하며, 해부학적 구조상 하악신경에의 영향을 고려해야 하며^{28,47)}, 본 연구의 전류인지역치 측정에서도 그 변화가 많은 것으로 나타났다(Table 1).

상,하악을 좌우측으로 4부분으로 나누어 임플란트 시술 전후를 평가하였을 때는 삼차신경의 상악분지에서의 전류인지역치 측정은 임플란트 식립 전후에 유의성을 보이지 않았으며, 삼차신경의 하악분지에서 측정한 전류인지역치는 하악 우측에서는 A δ 신경섬유(25Hz)와 C 신경섬유(5 Hz)에서 좌측에서는 C 신경섬유(5 Hz)의 전류인지역치가 임플란트 시술 후에 유의성 있게 높아 상악보다는 하악에서의 임플란트 시술시에 감각이상에의 영향이 더 큰 것으로 나타났다(Table 2). 본 연구는 전류인지역치 측정을 항상 좌측부터 시행하였으며 우측 측정시에는 이미 학습된 전류인지의 감각을 보다 빠르게 인식하는 것으로 생각되어 우측의 전류인지역치의 비교에서 유의성을 보이는 것으로 생각된다. 하악에서 임플란트 시술 후에 감각변성을 연구한 G. Chaushu 등¹⁴⁾의 연구에서는 정상적인 과정의 임플란트는 감각이상을 초래하지 않는다고 하였으며, 임플란트가 하악에서는 12 mm를 넘지 않아야 한다고 하였다. 설문지를 이용한

L.G. Ellies 등^{15,17)}의 연구에서는 하악에서는 35~40%의 감각 이상을 일으킨다고 보고하였으며, 이 중 10~15%는 감각이상이 회복되지 않았다고 하였다. 임플란트 식립 후의 감각이상에 관련된 논문들을 재고찰한 T.T. Dao¹⁶⁾의 연구에서 임플란트후의 감각이상에 관한 발생율은 0~100%까지로 보고되었다고 하였으며, 감각이상에 영향을 미치는 요인은 임플란트 식립 위치, 시술 방법과 기술, 연구 형태, 연구 방법, 측정 방법, 감각이상에 사용된 용어에 따라 좌우 된다고 하였다.

또한 하치조신경을 전위시켜 임플란트를 식립한 19개 증례 중에 4개의 증례가 감각이상을 일으켰다고 보고한 N.F. Ferrigno 등¹⁸⁾은 가벼운 터치, 동통자극, 두점 식별능을 이용하여 평가하였으며, 감각이상에 영향을 미칠 수 있는 요인으로는 적절한 임플란트 길이와 초기 고정이 중요하다고 하였다.

전신질환을 가지고 있거나 투약중인 군에서는 임플란트 수술 전후에 유의한 차이가 없었으며, 그렇지 않은 군에서는 좌측 A β 신경섬유(2000 Hz), C 신경섬유(5 Hz)에서 임플란트 수술 후에서 유의하게 높은 전류인지역치를 보였으며, 우측 C 신경섬유는 p 값이 0.08이었으며, 말초 신경에 영향을 미칠 수 있는 당뇨, 고혈압, 갑상선질환, 신장질환등의 전신 질환의 존재나 그로인하여 약제를 복용 중인 경우의 전류인지역치에 대해서는 추후에 연구가 필요하리라 사료된다(Table 3).

임플란트 시술과 무관한 정상 대조군과 임플란트 수술군의 수술 전의 전류인지역치 측정치의 비교에서는 우측 A β 신경섬유(2000 Hz), C 신경섬유(5 Hz)에서 임플란트 시술군이 유의하게 높았으며, 발치등의 이유로 치아상실이 있는 경우와 치아상실이 없고 구강안면 동통이 없는 대조군에서의 전류인지역치에 차이를 보여, 치아상실군이 촉각과 압력, 온냉 자극, 기계적 화학적 자극에 덜 민감함을 보였다. 대조군과 임플란트 수술 후의 전류인지역치 평가에서는 A β 신경섬유(2000 Hz)에서 유의한 차이를 보였으며, C 신경섬유는 좌우측 각각 0.07, 0.08의 p값을 보였다(Table 4).

남자가 여자보다는 전류인지역치가 높았으나, 통계학적인 유의성을 보이지는 않았으며(Table 5), 임플란트 시술군내에서도 남녀차이는 보이지 않았으며, 임플란트 시술 전후의 전류인지 평가에서 남녀 성별에 따른 차이는 남자군에서는 통계학적 차이가 없었고, 여자군에서 우측 C 신경섬유(5 Hz), 좌측 A β 신경

섬유(2000 Hz)에서 유의한 차이를 보였으며, 임플란트 수술 후 여자 환자가 촉각에 둔감함, 둔통 및 온냉 자극에 감각감퇴를 보였다(Table 6).

감각신경 이상이 있다고 호소하는 군과 아닌 군과의 비교에서는 임플란트 시술 후에 감각이상을 호소하는 군이 전체적으로 전류인지역치가 증가하여 수술 후에 감각감퇴의 경향이 보이기는 했으나 통계학적인 유의성은 보이지 않았으며, 환자가 감각변화를 주관적으로 호소하는 것에 비하여 정량적인 뉴로미터 측정시에는 객관적 감각변화에 유의한 차이를 보이지 않았다(Table 7).

임플란트 시술 전에 비하여 시술 후에 감각변화가 어느 정도 있는가 하는 정도를 표시하도록 한 가시상 척도(visual analog scale:VAS)상에 증가를 보이는 군의 수술 전후의 전류인지역치 평가에서는 우측 A6 신경섬유(250 Hz)의 p값은 0.08이었으며, 우측 C 신경섬유(5 Hz)에서 임플란트 식립 후 전류인지역치가 유의하게 증가하여 온냉자극등의 C 신경섬유기능에 감각감퇴를 보였다. VAS 표시가 임플란트 수술 전후에 모두 0 인 경우에 좌측 Aβ 신경섬유(2000 Hz)에서 수술 후의 전류인지역치가 유의하게 증가하여 촉각 등의 Aβ 신경섬유기능에 감각감퇴를 보였고, 좌측 C 신경섬유(5 Hz)는 p=0.06으로 둔통, 온도감각의 C 신경섬유(5 Hz)에의 영향에 대해서는 추후 연구가 더 필요 하리라 생각된다(Table 8).

환자가 감각변화가 있다고 단지 호소하는 경우에 비하여 가시상 척도를 이용하여 감각변화의 정도를 기록하게 한 경우에 전류인지역치 평가에서 유의한 차이를 보여, 임상적으로 가시상 척도가 간단하면서도 유용한 평가 자료로 고려된다.

뉴로미터는 비교적 사용 간편하고 측정에 있어서 객관성과 정확성을 갖고 있어서 구강안면역역의 감각이상 및 신경이상의 평가에 사용되고 있다. 구강안면 영역에서의 경피성 신경 자극과 전기침자극요법이 전류인지역치에 미치는 영향을 평가한 정 등³³⁾의 연구에서 경피성 신경자극과 전기침자극요법이 Aβ, Aδ, C 신경섬유 모두에게 효과가 있다고 하였으며, 이상의 연구에서 보듯이 구강안면 부위의 둔통 및 신경증의 진단에 유용하였다. 하악신경 전달 마취 후 마취 발현, 유지 및 회복과정등의 전 단계에서 지각신경기능을 전류인지역치 측정을 통하여 조사, 연구한 김 등⁴⁰⁾의 연구는 전류인지 측정이 지각신경 기능의 평가 도구로서 유용함을 증명하였다. 하악골 골절 후의 삼

차 신경 영역에서 전류 인지 역치 변화에 대하여 연구한 정 등¹³⁾의 연구에서는 하악골 우각부의 단순 골절시 정상 대조군과 차이가 없다고 하였으며, 전 등⁴⁶⁾은 Nd:YAG 레이저가 감각신경전도변화에 미치는 영향에 대하여 뉴로미터를 이용하여 연구하였으며, 이 등⁴⁹⁾은 측두하악장애 환자에서 동통의 객관적이고 정량적 평가를 위하여 전류인지역치 측정을 하였다. 이렇듯 구강안면역역의 다양한 감각이상을 평가하기 위하여 뉴로미터가 이용되고 있으며, 본 연구에서도 임플란트 시술 후의 감각이상을 평가하기 위하여 뉴로미터를 사용하여 객관적이고 정량적으로 감각이상을 평가 하였다. 임플란트 시술 후에 전류인지역치의 증가는 임플란트 시술 부위에서의 감각감퇴를 나타내며, 이는 임플란트 시술시에 픽스처의 선택, 시술 방법, 시술 위치에등을 고려함에 있어 신중해야 함을 보여주고 있다. 그러나 통계학적으로 감각감퇴를 보이는 항목에서의 전류인지역치는 모두 정상 범주이 내었다

본 연구에서는 임플란트 시술 전과 시술 후 발사시에 전류인지역치를 측정하여 단기간의 감각변화가 측정되어 임플란트 시술 후에 부종이나 수술 후의 조직 손상이 잔존한 상태에서 전류인지역치가 평가되었으며, 장기간에 걸친 평가가 시행되지 않아 추후에 여기에 대한 연구가 더해져야 할 것으로 사료된다.

V. 결 론

2006년 대전 선 병원 구강내과에 내원한 환자중에 임플란트 술식을 시행한 환자 44명과 대조군 30명을 대상으로 Neurometer[®] CPT/C (Neurotron, Inc., Baltimore, Maryland, USA)를 이용하여 임플란트 시술 전과 시술 후 발사 시에 2000 Hz, 250 Hz, 5 Hz 주파수로 검사를 시행하였다. 알콜솜으로 측정부위를 닦고, 직경이 1cm이고 전극간 간격이 1.7cm인 금으로 도금된 두 개의 전극으로 이루어진 Goldtrode[®] (Neutron, Baltimore, Maryland, USA)에 전도성 젤을 얇게 바른 다음 대상자의 측정 부위에 부착하였다. 측정 부위는 임플란트 시술부위에 따라 삼차신경의 상악신경 분지와 하악신경 분지에 적용하였다.

Neurometer는 세 가지의 주파수 (2000 Hz, 250 Hz, 5 Hz)를 적용할 수 있는데, 각 주파수별로 대상자가 감각을 느낄 수 있는 가장 낮은 전류의 세기를 전류인지역치로 기록하였다. 각 신경섬유별 전류인지역치는 Aβ 신경섬유의 경우 2000 Hz, Aδ 신경섬유의 경우

250 Hz의 전류자극 하에서 특징적으로 반응하며, C 신경섬유의 경우 5 Hz의 전류자극 하에서 반응한다.

임플란트 시술 전후의 전류인지역치를 평가한 본 연구에서는 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 임플란트 시술 전후의 전류인지역치 평가에서 상악은 임플란트 시술 후에 세 주파수 모두에서 전류인지역치가 증가 하였으나 유의한 차이는 보이지는 않았으며, 하악은 A β 신경섬유(2000 Hz), C 신경섬유(5 Hz) 에서 임플란트 시술 후가 유의하게 증가하여 감각감퇴를 보였다.
2. 전신질환을 가지고 있거나 투약 중인 군에서는 임플란트 수술 전후에 유의한 차이가 없었으며, 그렇지 않은 군에서는 좌측 A β 신경섬유(2000 Hz), C 신경섬유(5 Hz)에서 임플란트 수술 후에서 유의하게 높은 전류인지역치를 보였다.
3. 임플란트 시술과 무관한 대조군과 임플란트 수술군의 수술 전의 전류인지역치 측정치의 비교에서는 우측 A β 신경섬유(2000 Hz), C 신경섬유(5 Hz)에서 임플란트 시술군이 유의하게 높았으며, 대조군과 임플란트 수술후의 전류인지역치 평가에서는 A β 신경섬유(2000Hz)에서 임플란트 시술군이 높았다.
4. 남자가 여자보다는 전류인지역치가 높았으나, 통계학적인 유의성을 보이지는 않았으며, 임플란트 시술군내에서도 남녀차이는 보이지 않았으며, 임플란트 시술 전후의 전류인지역치 평가에서 남녀 성별에 따른 차이는 남자군에서는 통계학적 차이가 없었고, 여자군에서 우측 C 신경섬유(5 Hz), 좌측 A β 신경섬유(2000 Hz)에서 유의하게 높았다.
5. 감각신경이상성이 있다고 호소하는 군과 아닌 군과의 비교에서는 감각이상을 호소하는 군이 전체적으로 전류인지역치가 증가했으나 통계학적인 유의성은 없었다. VAS상에 증가를 보이는 군의 수술 전후의 전류인지역치 측정 평가에서는 우측 C 신경섬유(5 Hz)에서 임플란트 식립 후 전류인지역치가 유의하게 증가하였으며, VAS 표시가 수술 전후에 모두 0인 경우에 좌측 A β 신경섬유(2000 Hz)에서 수술 후의 전류인지역치가 유의하게 증가하였다.

참 고 문 헌

1. Branemark PI, Hansson BO, Adell R *et al.* Osseointegrated implants in treatment of the edentulous jaw. Experience from a 10 year period. *Scand J Plast Reconstr Surg* 1977;11(suppl 16):1-132.
2. Adell R, Lekholm U, Rockler B *et al.* A 15years study of osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw. *Int J Oral Surg* 1981;10:387-416.
3. 이동한, 김우형, 설규식 등. 골유착성 임플란트 성공적인 임플란트 시술을 위한 α 에서 Ω 까지. 서울, 2002, 신흥인터내셔널, pp. 15-140.
4. 이종호, 김영진. 치과임플란트 길라잡이. 서울, 2002, 도서출판 신세림, pp. 141-147,178-185.
5. 김명래. 임플란트 식립과 관련된 합병증과 대책. *대한치과의사협회지* 1992;30(10):719-731.
6. Goodacre CJ, Kan JY, Rungcharassaeng K. Clinical complications of osseointegrated implants. *J Prosthet Dent* 1999;81(5):537-552.
7. Berman CL. Osseointegration Complication prevention recognition treatment. *Dent Clin North Am* 1989;33(4):635-663.
8. Davies JM, Campbell LA. Fatal air embolism during dental implant surgery: a report of three cases. *Can J Anaesth* 1990;37(1):112-121.
9. Garg AK. Handling complications associated with implant surgical procedures - Part I. *Dent Implantol Update* 1995;6(8):62-64.
10. Krenkel C, Holzner K. Lingual bone perforation as causal factor in threatening hemorrhage of the mouth floor due to a single tooth implant in the canine region. *Quintessenz* 1986;37(6):1003-1008.
11. Mordenfeld A, Andresson L, Bergstrom B. Hemorrhage in the floor of the mouth during implant placement in the edentulous mandible: a case report. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1997;12(4):558-561.
12. Regev E *et al.* Maxillary sinus complications related to endosseous implants. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1995;10(4):451-461.
13. 정진우, 박영욱. 하악골 골절 후의 삼차신경영역에서의 전류인지역치의 변화. *대한구강내과학회지* 2002;27(2):211-217.
14. Chaushu G, Taicher S, Halamish-Shani T *et al.* Medicolegal Aspects of Altered Sensation Following Implant Placement in the Mandible. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2002;17:413-415.
15. Ellies LG, Hawkerawker PB. The Prevalence of Altered Sensation Associated With Implant Surgery. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1993;8:674-679.
16. Dao TTT, Proth D, Mellor A. Sensory Disturbances Associate with Implant Surgery. *Int J prothodont* 1998;11:462-469.
17. Ellies LG. Altered sensation following mandibular implant surgery : A retrospective study. *J Prosthet Dent* 1992;68:664-671.

18. Ferrigno N, Laureti M, Fanali S. Inferior Alveolar Nerve Transposition in implant placement. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2005;20:610-619.
19. Walter JM, Gregg JM. Analysis of post surgical neurological alternation in trigeminal nerve. *J Oral Surg* 1979;37:410-414.
20. Campbell RL, Shamaskin RG, Harkins SW. Assessment of recovery from injury to inferior alveolar and mental nerves. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1987;64:519-526.
21. Robinson PP. Observations on the recovery of sensation following inferior nerve injuries, *Br J Maxillofac Surg* 1988;26:177-189.
22. Stewart JD. Elctrodiagnostic technique in the evaluation of nerve compressions and injuries in the upper limb. *Hand Clin* 1986;26:677-686.
23. Bennet AJ, Wastel DJ, Barker GR et al. Trigeminal somatosensory evoked potentials. *Int J Oral Maxillofac Surg* 1987;16:408-415.
24. Gruencer G, Dyck PJ. Quantitative sensory testing: Methodology, applications and future directions. *J Clin Neurophysiol* 1994;11:568-583.
25. Masson EA, Boulton AJ, The neurometer: validation and comparison with conventional test for diabetic neuropathy. *Diabet Med* 1991;8:63-66.
26. Massson EA, Veves A, Fernando D et al. Current perception threshold: A new, quick and reproducible method for the assessment of peripheral neuropathy in diabets mellitus. *Diabetologia* 1989;32:724-728.
27. Lerner TH, Goldstein GR, Hittelman E. Quantitative sensory nerve conduction threshold(sNCT) evaluation of the trigeminal nerve at the mental foramen area. *J prosthet Dent* 2000;84(1):103-107.
28. Walton JN. Altered sensation associated with implnats in the anterior mandible: A prospective study. *J Prosthet Dent* 2000;83(4):443-449.
29. Bartling R, Freeman K, Kraut RA. The incidence of altered sensation of the mental nerve after mandibular implant placement. *J Oral Maxillofac Surg* 1999;57:1408-1410.
30. Wesely SA, Sadler BT, Katims JJ. Current perception: Preferred test for evaluation of peripheral nerve integrity. *Transact Am Soc Art Intern Org* 1988;34: 188-193.
31. Katims JJ, Naviasky E, Ng LKY *et al.* New screening device for the assessment of peripheral neuropathy. *J Occupa Med* 1986;28:1219-1221.
32. Chado H. The current perception threshold evaluation of sensory nerve function in pain management. *Pain Digest* 1995;5:127-134.
33. Chung JW. The effects of transcutaneous electrical nerve stimulation and electroacupuncture stimualtion therapy on the current perception threshold of orofacial region. *Korean J Oral Med* 1999;24(3) :301-313.
34. Guyton AC, Hall JE. *Textbook of Medical physiology.* 10th ed., Philadelphia, 2000, Saunders, pp. 512-539.
35. Van Hees J, Gybels J. C nociceptor activity in human nerve during painful and non-painful skin stimulation. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1981;44: 600-607.
36. Purves D, Augustine GJ, Fitzpatrick D et al. *Neuro science.* 2nd ed., Massachusetts, 2001, Sinauer Associates Inc., pp. 189-222.
37. Okeson JP. *Bell's Orofacial pains. The clinical management of orofacial pain.* 6th ed., Chicago, 2005, Quintessence Publishing Co. Inc., pp. 13-62.
38. Doston RM. Clinical neurophysiology laboratory tests to assess the nociceptive system in human. *J Clin Neurophys* 1997;14:32-45.
39. Katims JJ. Electrodiagnostic functional sensory evaluation of the patient with pain: A review of the neuroselective current perception threshold(CPT) and pain tolerance threshold(PTT). *Pain Digest* 1998;8:219-230.
40. Takekuma K, Ando F, Niino N *et al.* Age and gender differences in skin sensory threshold assessed by current perception in community-dwelling Japanese. *J Epidemiol* 2000;10:S33-S38.
41. Katima JJ, Long DM, Ng LKY. Transcutaneous nerve simulation (TNS): frequency and waveform specificity in humans. *Appl Neurophysiol* 1989;49: 86-91.
42. Veves A, Malik R, Townsend C *et al.* Unmyelinated fibre pathology in diabetic patients with mild neuropathy. *Diabetologia* 1992;35(supp 1):A16.
43. Matsutomo R, Takebayashi K, Aso Y. Assessment of peripheral Neuropathy. Using Measurement of the Current Perception Threshold with the Neurometer in Patients with Type 2 Diabetes Mellitus. *The journal of International Medical Research* 2005;33:442-453.
44. Oishi M, Mochizuki Y, Suzuki Y *et al.* Current Perception Threshold and Sympathetic Skin Response in Diabetic and Alcoholic Polyneuropathies. *Internal Medicine* 2002;41:819-822.
45. 김철홍, 이병훈, 권혜연 등. 요추추간판탈출증군와 단순 요통군간의 Current Perception Threshold상의 차이에 관한 연구. *대한침구학회지* 2001;18 :59-69.

46. 전재우, 김경희, 고명연 등. 하악 이공부에 조사된 Nd:YAG 레이저가 감각신경전도변화에 미치는 영향. 대한구강내과학회지 2005;30:447-455.
47. Hegodus F, Diecidue RJ. Tregeminal nerve injuries after mandibular implant placement-practical knowledge for clinicians. Int J. oral maxillofacial implants 2006;21:111-116.
48. Kim HS, Kho HS, Kim YK et al. Reliability and Characteristics of Current Perception Thresholds in the Territory of the Infraorbital and Inferior Alveolar Nerves. Journal of Orofacial Pain 2000;14:286-292.
49. 이영철, 안용우, 고명연 등. 측두하악장애 환자에서의 전류인지역치와 동통내성역치. 대한구강내과학회지 2004;29:41-49.

- ABSTRACT -

A Study of Current Perception Threshold of Trigeminal Nerve after Tooth Implantation

Hyun-Dae Lim¹, D.D.S., M.S.D., Jung-Hyun Lee², D.D.S., M.S.D., Ph.D.,
You-Mee Lee¹, D.D.S., M.S.D., Ph.D.

*Department of Oral medicine, College of Dentistry, Wonkwang University¹
Department of Oral medicine, Daejeon Sun Dental Hospital²*

This study attempted to contribute to the clinical application of implant operation by making a quantitative nerve examination using a neurometer for the evaluation of sensory disturbances that could be incurred after the implantation in the dental clinics, and it intended to establish an objective guideline in the evaluation of sensory nerve after the operation of implant.

An inspection was performed with the frequencies of 2000Hz, 250 Hz and 5 Hz before and after the operations of tooth implant using Neurometer[®] CPT/C (Neurotron, Inc. Baltimore, Maryland, USA) for 44 patients who had performed an implant operation among the patients coming to Daejeon Sun Dental Hospital in 2006 and 30 people for control group. The measuring sites were maxillary nerve ending and mandibular nerve ending of trigeminal nerve according to the implant operating regions.

The current perception threshold (CPT) by each nerve fiber was specifically responded under the electric stimulation of 2000 Hz in case of A β fiber and of 250 Hz in case of A δ fiber and of 5Hz in case of C fiber.

The CPT test could be performed to assess the damages of peripheral nerve in the trigeminal nerve area and it stimulated selective nerve fibers by generating the electricity of specific frequency in the peripheral nerve area. The nerve fibers with varied thickness were responsive selectively to the electric stimulation with different frequencies; accordingly, they applied the electric stimulation with different frequencies and the reaction threshold of A β , A δ and C fibers selectively responsive to each electric current could be individually evaluated. In the assessment through the CPT, the increase and decrease of the CPT could be measured so that sensory disturbances such as hyperaesthesia or hypoaesthesia could be diagnosed.

This study could obtain the following results after the assessment of the CPT before and after the implant operation.

1. In the assessment before and after the implant operation, the CPT in the frequencies of 2000 Hz, 250 Hz, 5 Hz for maxillary branch increased on the whole after the operation and the CPT for mandibular branch in the A β -fiber(2000 Hz) and C-fiber(5 Hz) after the operation increased statistically significantly.
2. For the groups of patients with medically compromised or its subsequent medicinal prescription, there were no significant differences before and after the implant operation and for the control groups, significantly high CPT was shown after the implant operation in the left A β -fiber(2000 Hz) and C-fiber(5 Hz).

3. In the comparison of the measured value of the CPT before the operation between the control group and the implant operation group, the latter group had a significantly high measured value of the CPT in the right A β -fiber(2000 Hz) and C-fiber(5 Hz) and there were significant differences in A β -fiber(2000 Hz) in the CPT assessment after the implant operation for the control group.
4. Male participants had higher CPT than female counterparts; however, there were no statistic significances. In the CPT evaluation before and after implant operation, there were no statistical differences in the male group while the right C-fiber(5 Hz) and left A β -fiber(2000Hz) were significantly high in the female group.
5. In the comparison between the group who complain sensory disturbance and the other group, the CPT increased on the whole in the former group, but there were no statistical significances. In the groups, whom there was an increase in VAS, the CPT after the implant operation in the right C-fiber(5 Hz) increased significantly; meanwhile, in case that the VAS mark was '0' before and after the operation, the CPT after the operation in the left A β -fiber(2000 Hz) increased significantly.

This study suggested that the CPT measurements using Neurometer[®]CPT/C, provide useful information of objective and quantitative sensory disturbances for tooth implantation.

Key words : Current perception threshold, Implant, Neurometer, Sensory disturbance
