

## 기능 노출 기간에 따른 골 유착성 임플란트의 촉각 감지도와 최대 교합력의 변화

연세대학교 대학원 치의학과

정복영 · 전영식 · 한동후

### I. 서 론

지난 수십년동안 인간은 무치악 환자와 부분 무치악 환자의 저작능률을 향상시키기 위해 다양한 연구를 해 왔고 이 환자들에게 임플란트를 시술한 경우 장기간 높은 성공률과 함께 상당한 저작능력의 개선에 대한 증거를 보고해 왔다<sup>9,12-14,17,20,24-29,31,39,42,44-46,48,52,58</sup>. 현재까지 골 유착성 임플란트는 상실된 치아를 회복하는 가장 우수한 방법으로 평가를 받고 있으나 자연치의 원래 기능을 완전히 회복할 수 있는 것은 아니다.

골 유착성 임플란트와 자연치와의 가장 큰 차이는 치주인대 조직의 상실이다. 골 유착의 생물학적 기전은 계속 연구되어졌고, 또한 임상적으로 치주인대의 결손에도 불구하고 임플란트의 주위조직의 건강은 오랜 기간동안 유지될 수 있음을 보이고 있다. 그러나 상실된 치주인대의 기능을 보완 상충하는 기전에 대해서는 완전히 연구되지 않았다. 치주인대는 치아의 치근부위를 둘러싸며 치근 백악질과 치조골을 연결시키는 결합조직으로 치아에 전해지는 교합압을 치조골에 전달하고 충격을 흡수하는 등의 물리적인 기능과 존재하는 각 세포의 기능에 따라 백아질, 교원섬유 생성 및 치조골의 생성과 흡수에 관여하는 생성기능에 관여하고 유수신경섬유와 무수신경섬유들에 의해 치아의 감각기능을 주관하게 된다. 그 중 치주인대내의 기계수용체는 구강 촉각감지능력에 관여하고 저작시 운동 신경의 활동성(motor activity)을 조정(coordination)하는 연속적인 감각 피

이드백(sensory feedback)과 억제 반사에 관여하여 과부하에 대한 보호기능을 제공한다<sup>4,19,22,23,31,42</sup>. 따라서 골 유착성 임플란트 지지 보철물의 경우 저작능률의 회복은 어느 정도 가능하지만 치주인대내의 기계수용체의 상실로 인해 구강 감지기능을 어느 정도 회복할 지에 대한 문제점은 아직 제기되고 있다.

자연치와 골 유착성 임플란트와의 감지능력은 광범위하게 연구되어져, 구강의 감지기능에는 치주인대내의 기계수용체 및 악관절<sup>8,33</sup> 턱 근육 수용체<sup>5,6</sup> 내이수용체<sup>55</sup> 골 수용체<sup>20,21</sup>등이 관여한다고 보고된 바 있다. 특히 Jacobs등<sup>22</sup>은 구강 촉각감지기능에는 치주인대의 기계적 수용체가 필수적이라고 주장하였다. 많은 연구에서 골 유착성 임플란트 환자의 경우, 치주인대의 상실로 인해 능동 촉각감지도와 수동 촉각감지도가 감소하는 것을 보고하고 있다. Mericske등<sup>44</sup>, Mericske등<sup>45</sup>, Mericske등<sup>46</sup>은 임플란트의 수동 촉각감지도의 역치가 수평방향 580g, 수직방향 700g으로 자연치의 수평방향 3.8g, 수직방향 4.5g에 대해 100배 이상 큰 것으로 보고하였다. Himmerle등<sup>13</sup>의 연구에서는 자연치와 임플란트의 촉각감지도 비교에서 약 10배정도 자연치가 민감한 것으로 보고하였고 Muhlebradt등<sup>49</sup>도 유사한 차이를 보고하였으나 절대 역치에서는 큰 차이를 보이고 있다. Jacobs등<sup>24</sup>은 환자의 주의력과 심리적 태도의 영향을 배제하기 위해 solenoid driven stimulating device 를 이용하여 임플란트의 수동 촉각감지도는 자연치에 비해 50배정도 낮다고 보고하였고 Karayiannis등<sup>30</sup>은 4배 정도의 차이를 보고하고

있다.

치아 사이의 물체의 두께를 인지하는 능동 촉각감지도의 경우 또한 치주인대 기계수용체가 중요한 요소인데 자연치열에서의 능동 촉각감지도는 총의치 환자의 5-6배 정도로 예민하다<sup>23,42,49,50</sup>.

몇 개의 연구에서 임플란트 보철물과 자연치열에서 능동 촉각감지도를 비교연구 하였지만 그 수치는 다양하고 변이가 크다. Lundqvist<sup>42)</sup>은 80% 인지 수준에서 임플란트는 50 $\mu$ m, 자연치는 20 $\mu$ m, 총의치는 100 $\mu$ m의 결과를 보고 하였다. Mericske<sup>45)</sup>은 자연치근 지지의 피개의치와 임플란트 지지의 피개의치 비교에서 100% 모두 인지 가능한 두께가 임플란트의 경우가 훨씬 두껍다고 보고하여 잔존된 치주인대가 감지능력을 유지시키는 데 중요한 역할을 한다고 보고하였고 Mihail<sup>48)</sup>도 유사한 결과를 보고하였다. 반면 Fenton<sup>9)</sup>은 임플란트로 단일치아를 회복한 경우 평균 15 $\mu$ m 두께로 자연치와 유사하다고 하였고 총의치의 경우 45 $\mu$ m라고 하였다. 이는 다른 연구와는 상이한 결과이다. 이와같이 총의치, 피개의치의 장착의 경우와 비교 시 구강 촉각감지도는 임플란트를 이용한 보철물의 경우 개선되는 것으로 나타났으나 이는 자연치의 촉각감지도에는 미치지 못하는 것으로 나타났다.

치주인대의 신경 수용체는 억제 반사(inhibitory reflex)에 관여하는데 임플란트 보철물의 경우 이런 치주인대 기능의 상실로 인해 억제 반사능력이 감소하여 더욱 큰 최대 교합력을 발생할 수 있으리라 추정할 수 있다. 저작(Chewing), 이 악물기(clenching), 연하(swallowing), 이 갈기(grinding)등 생리적 구강 기능시 치아나 임플란트에 가해지는 하중은 다른데 이는 악골내의 치아와 임플란트의 지지가 다르기 때문이다<sup>51</sup>). 생체역학적인 측면에서 자연치의 동요도는 치근막 조직에 의해 응력의 분산 효과를 갖는다. 그러나 골 유착성 임플란트는 stiff-post 이므로 자연치의 유동적이고 자보호적인 독특한 자연치 체계를 방해한다<sup>52</sup>). 따라서 임플란트에는 과부하가 가해질 수 있는데 이러한 과부하는 오히려 임플란트의 기계적 또는 생물학적 실패를 야기할 수도 있다.

여러 연구에서 저작기능의 지표로서 교합력을 측정하였는데 사용한 측정기구들이 서로 상이했으며 변이차도 크게 나타났다. 건강한 자연치아의 경우 제1대구치는 평균 490N 이고 전치는 구치의 1/3 이

라 하였고<sup>38)</sup> Wennstr m<sup>64)</sup>은 교합력에는 환자의 치열이 중요한 변화요인이 된다고 주장하였다. Knowlton<sup>35)</sup>은 임플란트 의치 장착환자의 교합력을 측정하여 비교 보고하였다. 총의치의 경우 자연치열에 비해 1/4-1/6 정도의 수치인 70-130N으로 보고하였다<sup>16)</sup>. Mericske<sup>45)</sup> 임플란트 지지 피개의치와 자연치근을 가진 피개의치 환자의 교합력 측정에서 최대 교합력이 임플란트 지지 피개의치에서 크기는 했지만 통계적 유의성은 없다고 보고했다. DeHernandez<sup>7)</sup> 등은 주위 조직이 건강하다면 임플란트 환자는 총의치 환자의 2-3배의 힘을 발생할 수 있다고 주장하였고 Haraldsson<sup>14)</sup>, Haraldsson<sup>18)</sup> 등은 약간의 차이는 있지만 임플란트 보철물의 경우 200N 정도의 교합력을 보고하였다. 교합력이 자연치아, 임플란트, 의치의 순으로 감소하는 것은 잔존한 치주인대의 양과도 관계가 있는 것으로 보이나 의치, 피개의치에서 교합력이 전반적으로 낮은 이유에는 교합력이 하중을 견디지 못하는 구강 조직으로 전달되는 영향도 고려되어야 한다.

임플란트 지지 보철물의 기능 이후 기간에 따른 구강기능의 변화에 대한 연구는 그리 많지 않다. 골 유착성 임플란트의 경우 보철물을 장착한 후에도 12개월내지 18개월정도 계속적으로 임플란트 주위 골조직의 골 개형이 계속 진행되어 골 접촉률 및 골 밀도의 변화를 보이게 되는데 이에 따라 임플란트 보철물의 촉각 감지도와 최대 교합력이 변화될 수 있으리라 추정할 수 있다.

교합력의 경우 Haraldsson<sup>17)</sup>은 서로 다른 기간에서 교합력이 증가되는 것을 보고하였다. Lindqvist<sup>39)</sup> 등은 총의치 환자를 임플란트 지지 보철물로 재수복한 이후 2개월, 3년에서 교합력을 측정하여 137N, 3년에서 190.7N 으로 증가함을 보였다. 수동 촉각감지도의 경우 H mmerle<sup>12)</sup>, Hammerle<sup>32)</sup> 등은 임플란트 식립 이후 1주, 2개월, 3개월에서 수동 촉각감지도를 측정한 결과 이들 실험군간에는 유의성 있는 차이는 없다라고 보고하여 임플란트 구강 촉각감지도는 이 치유기간의 골 유착과정에 따른 골과 연조직의 영향을 받지 않는다고 주장하였다.

이와같이 임플란트의 생역학적인 연구와 구강기능에 대해 자연치와 수복 보철물 유형에 따른 비교 분석에는 많은 연구보고가 있으나 구강 기능의 변화에 대해서는 보고된 바가 적다. 이에 본 연구에서는 부

본 무치악환자를 대상으로 임플란트 지지 보철물에 대한 주관적인 만족도를 설문지를 통해 조사하고 임플란트 보철물의 구강내 기능이후 기간에 따른 수동 촉각감지도, 능동 촉각감지도 및 최대 교합력을 비교 분석하여 임플란트 보철물 장착 환자 치료에 지표를 만들고자 한다.

## II. 연구 대상 및 방법

### 가. 연구 대상

#### 1. 환자

연구대상은 모두 57명으로 지난 수 년 동안 임플란트를 이용한 고정성 보철물로 치료받고 정기적 검사를 받은 남녀 환자로 기능 노출 기간은 1주일에서 7년사이이다. 이들의 보철물은 임플란트를 이용한 단일 전장금관, 임플란트와 임플란트가 연결되는 고정성 보철물들이 포함된다. 22명의 여성환자와 35명의 남성환자로 평균 나이는 49.5세 (21세-74세)이다(Table 1). 이 57명의 환자를 임플란트 보철물 장착이후 기간별로 5 군으로 나누었는데 I 군은 기능이 6개월 이하인 군이고, II 군은 12개월 이하, III 군은 18개월 이하, IV 군은 24개월 이하, V 군은 25개월 이상인 환자로 구분했다.

Table 1. Distribution of age and sex in patients

Age Group(year)	Male	Female
20-30	3	3
31-40	2	3
41-50	10	7
51-60	8	5
61-70	10	3
71-80	2	1
Total	35	22

Table 2. Distribution of loaded implant prostheses in 57 patients

	1st premolar		2nd premolar		1st molar		2nd molar		Total
	Mx	Mn	Mx	Mn	Mx	Mn	Mx	Mn	
I	3	7	5	8	5	13	2	11	54
II	1	0	2	2	3	5	4	5	22
III	0	1	3	2	4	4	1	2	17
IV	1	0	1	2	1	8	1	5	19
V	1	1	3	2	2	12	1	13	35

#### 2. 임플란트

총 145개의 Brånemark 임플란트를 연구대상으로 하였는데 이들은 57명의 환자의 상악 및 하악골에 식립된 것이다. 이들의 평균 직경과 길이는 4.09mm, 11.54mm 였다. 이들은 측정 당시 1주일에서 7년동안 저작기능을 하는 임플란트였다. 임플란트의 위치는 구치부를 선택했으며 대합치가 자연치열이거나 자연치열을 연결한 고정성 보철물인 것을 연구대상으로 하였다. 실험대상의 모든 임플란트 개개의 동요도를 Perio-Test 를 이용하여 측정 시 -3에서 -7이었고 임플란트 주위의 연조직도 건강한 성공적인 상태였다.

#### 3. 보철물

실험한 보철물은 모두 치과의사에 의해 착탈이 가능한 유형으로 screw로 고정되는 임플란트 지지 보철물이었다. 임플란트 상부보철물의 금속재료는 제 3형 금합금 또는 도재용 금합금이었고 교합면의 재료는 금합금이거나 도재였다.

대합치는 자연치이거나 자연치를 연결한 고정성 보철물, Kennedy Class I RPD 또는 Kennedy Class II RPD등이었다.

#### 4. 설문지 작성

구강 촉각감지도와 최대 교합력을 측정하기 전에 임플란트 지지 보철물을 1주일이상 사용해 본 환자들에게 임플란트 보철물의 기능, 감각, 심미성, 발음, 안전성, 보철물에 대한 주관적인 만족도 등을 설문지를 통하여 조사하였다. 설문지는 모두 31개의 문항으로 내용은 8가지 항목으로 구분하였다(Table 3)<sup>18,36,53)</sup>.

Table 3. Questions and answers in the questionnaire

1. 당신은 임플란트 보철물 시술을 받으신지 얼마나 되셨습니까?	ㄱ. 6개월 미만	ㄴ. 6-12개월	ㄷ. 12-24개월	ㄹ. 24-36개월
2. 당신은 흡연을 하십니까?	ㄱ. 아니오	ㄴ. 약간	ㄷ. 한갑 미만	ㄹ. 한갑 이상
3. 당신은 술을 드십니까?	ㄱ. 아니오	ㄴ. 일주일 1-2회	ㄷ. 일주일 4-5회	ㄹ. 거의 매일
4. 당신은 밤이나 낮에 이를 가는 습관이 있습니까?	ㄱ. 아니다	ㄴ. 모르겠다	ㄷ. 있다	
5. 만약 위4의 답이 "있다"라면 언제부터 알게 되었습니까?	ㄱ. 오래 전부터	ㄴ. 임플란트 시술 이후	ㄷ. 잘 모르겠다	
6. 당신은 임플란트 시술전 구강상태로 인해 웃거나, 상대방과의 식사 또는 대화 를 피하십니까?	ㄱ. 예	ㄴ. 아니오	ㄷ. 그저 그렇다	
7. 위6의 질문에 "예"라고 대답 하셨다면 보철(임플란트) 시술후 대인관계등에서 자신감이 개선 되었다고 생각 하십니까?	ㄱ. 아니다	ㄴ. 약간 개선 되었다	ㄷ. 만족스럽게 개선 되었다.	ㄹ. 잘모르겠다
8. 당신은 임플란트 시술후 자신있게 웃으십니까?	ㄱ. 예	ㄴ. 아니다	ㄷ. 그저 그렇다	
9. 만약 위8의 질문에 "아니다"이라면 그원인은 무엇 입니까?	ㄱ. 자연 치열이 보기 싫어서	ㄴ. 구취가 나서	ㄷ. 보철물의 모양과 색이 마음에 안들어서	ㄹ. 그 밖의 원인으로
10. 당신은 임플란트 보철물로 인해 신경이 쓰이거나 과민 해지는등 어떤 불편감 을 느끼십니까?	ㄱ. 아니오	ㄴ. 가끔	ㄷ. 자주	ㄹ. 잘 모르겠다
11. 만약 위10질문에 불편감을 느낀다면 주로 어떤 경우 입니까?	ㄱ. 말 할 때	ㄴ. 삼킬 때	ㄷ. 음식을 씹을 때	ㄹ. 가만히 있을 때
				ㅁ. 양치 할 때
				ㅂ. 기타
12. 당신은 임플란트 보철물이 잘 맞다고 생각 하십니까?	ㄱ. 아니오	ㄴ. 예	ㄷ. 그저 그렇다	
13. 당신은 임플란트 보철물에 대해 이물감을 느끼십니까?	ㄱ. 아니오	ㄴ. 예	ㄷ. 그저 그렇다	
14. 당신은 임플란트 보철물에 의해 혀나 뺨에 상처가 나거나 혹은 씹히는 일은 없습니까?	ㄱ. 없다	ㄴ. 가끔	ㄷ. 자주	ㄹ. 잘 모르겠다.
15. 당신은 임플란트 보철 시술후 전과는 다른 구강 또는 안면의 감각 이상을 느끼신 적이 있습니까?	ㄱ. 없다	ㄴ. 가끔 있다	ㄷ. 초기에 있었다	ㄹ. 항상 이상 하다
16. 당신은 임플란트 보철 시술 이후 보철물 주위 잇몸, 혀, 뺨, 등이 부어오르는 등, 일종의 알레르기 반응은 없습니까?	ㄱ. 없다	ㄴ. 가끔 있다	ㄷ. 항상 있다	ㄹ. 잘 모르겠다
17. 당신은 임플란트 보철물의 모양이나 색이 자연 스럽게 보인다고 생각 하십니까?	ㄱ. 예	ㄴ. 아니다	ㄷ. 잘 모르겠다	
18. 당신은 임플란트 시술 이후 발음시 보철물에 의해 불편함을 느끼신적이 있습니까?	ㄱ.아니오	ㄴ. 발음이 새는 것 같다	ㄷ.보철물로 인해 입술이나 뺨,혀,등이 움직이는 것이 불편 하다	
19. 당신은 임플란트 시술이후 원하시는 대로 저작을 하십니까?	ㄱ. 아니다	ㄴ. 그저 그렇다	ㄷ. 예	
20. 당신은 만족하게 저작을 하기위한 충분한 수의 치아를 갖고 있다고 생각하십니까?	ㄱ. 아니다	ㄴ. 그저 그렇다	ㄷ. 예	
21. 당신은 저작시 양쪽으로 씹으십니까?	ㄱ. 아니다	ㄴ. 잘 모르겠다	ㄷ. 예	
22. 위21에서 "아니다" 였다면	ㄱ. 임플란트 보철물쪽	ㄴ. 자연치 쪽	ㄷ. 잘 모르겠다	
23. 위22번 질문에 대한 답의 이유는?	ㄱ. 습관적 으로	ㄴ. 잘 씹히니까, 편하니까	ㄷ. 보철물이 잘못될까 두려워서, 일부러	
24. 당신은 저작시 딱딱한 음식을 드실 수 있습니까?	땅콩:	ㄱ. 예	ㄴ. 아니오	ㄷ. 그저 그렇다
	오징어:	ㄱ. 예	ㄴ. 아니오	ㄷ. 그저 그렇다
	김치:	ㄱ. 예	ㄴ. 아니오	ㄷ. 그저 그렇다
25. 당신은 임플란트 보철물 시술 이후 치아나, 얼굴 등에 통증을 느끼신적이 있습니까?	ㄱ. 입 벌릴 때	ㄴ. 딱딱한 것을 씹을 때	ㄷ. 꼭 깨물 때	ㄹ. 기타
				ㅁ. 없다
				ㅂ. 잘 모르겠다
26. 당신은 저작시 임플란트 보철물 쪽과 자연치아 쪽으로 씹는 것이 구분이 가십니까?	ㄱ. 아니다	ㄴ. 잘 모르겠다	ㄷ. 예	
27. 특히 김을 씹을때는 구분이 가십니까	ㄱ. 아니다	ㄴ. 잘 모르겠다	ㄷ. 예	
28. 당신은 임플란트 보철 시술후 음식물이 보철물 주위로 끼십니까?	ㄱ. 아니다	ㄴ. 약간 낀다	ㄷ. 많이 낀다	
29. 당신은 임플란트 보철물 시술이후 구강내에서 구취가 난다고 느끼십니까?	ㄱ. 아니다	ㄴ. 잘 모르겠다	ㄷ. 예	
30. 당신은 임플란트 보철물의 양치 관리시 어려운 점이 있습니까?	ㄱ. 아니다	ㄴ. 잘 모르겠다	ㄷ. 예	
31. 당신이 사용하고 있는 구강 위생용품은 ?	ㄱ. 칫솔	ㄴ. 치간칫솔	ㄷ. 치실	ㄹ. 양치액

## 나. 측정 방법

### 1. 최대 교합력(Maximal occlusal force).

최대교합력의 측정은 subminiature load cell 과 digital indicator가 연결된 교합력계<sup>10)</sup> MPM-3000(MORITA, Japan)을 사용하였다 (Fig. 1). 이 측정기구의 높이는 3.8mm 이고 힘이 가해지는 load cell의 직경이 3.5mm 이다 (Fig. 2). 치아의 교두간 거리에 따라 부가적인 cap을 사용 하였는데 이들의 직경은 5mm, 6mm 등이다. 이 load cell 부위는 금속이므로 Teflon으로 이 부위를 감싸 치아를 보호하였다. 이 측정기구를 치아와 임플란트 보철물 사이에 위치시킨 후 환자로 하여금 최대 교합력으로 씹게 하였다. 각각 3번 측정하여 평균을 계산하였다. 실험 대조군으로 각 환자의 동일 악궁 반대쪽 자연치열에서도 같은 방식으로 측정하였다. 18개의 임플란트 보철물은 최대 교합력을 측정하지 않았는데 이는 대합치가 없거나 대합치가 국소의치인 경우였으므로 제외하

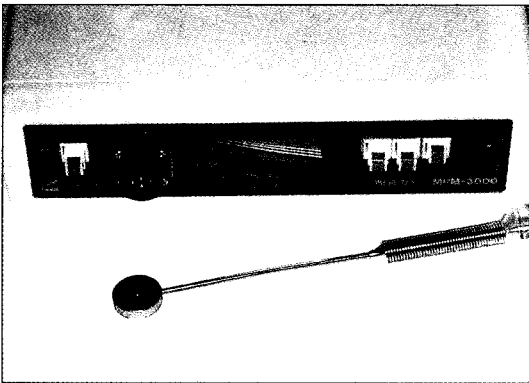


Fig. 1. Occlusal force recorder: MPM 3000

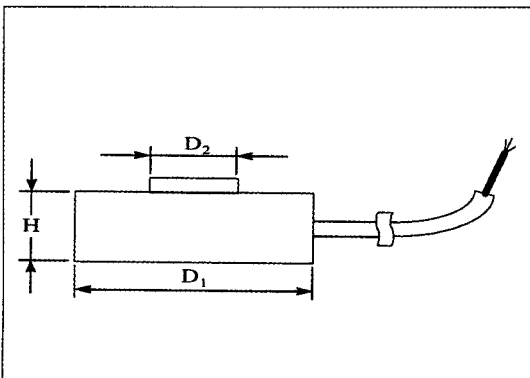


Fig. 2. Diagram of the load cell portion(mm)(D1:15.0 D2:3.5 H:3.8)

였다.

### 2. 수동 촉각감지도(Passive tactile sensibility).

수동 촉각감지도는 spring balance 원리를 이용한 Dynamometer (Tecolck, Japan)로 측정하였다(Fig. 3). 측정하는 범위에 따라 4개의 scale이 다른 Dynamometer(dial tension gauge)를 선택했다. 이들의 측정 범위는 1g - 1000g 이다.

수동 촉각감지도 측정 시 금나사를 풀어 보철물을 제거한 후 임플란트 지대원주상에서 측정하여 splint 효과는 고려하지 않았다. 초기 훈련 단계 이후 환자로 하여금 눈을 감게하고 정적인 힘을 주어 환자가 처음 자극을 느낄 때 손가락을 들게 하였다. 각 임플란트 지대원주에 cast guide를 형성하지 않았으므로 비측방향의 힘은 조절되지 않았고 또한 자극의 시간 간격이 고려되지 않아 정확성은 저하되지만 상대적인 비교에는 중요하지 않아 간과되었다. 수평방향과 수직방향에서 3번 측정하여 평균치를 계산하였다. 대조군으로는 신경치료가 되어있지 않은 동일 악궁 반대측의 건강한 자연치를 선택하여 동일한 방법으로 측정 하였다.

### 3. 능동 촉각감지도 (Active tactile sensibility)

대합되는 자연치와 임플란트 사이의 물체의 두께를 분별할 수 있는 능력은 알루미늄 박(aluminum foil)을 이용하였다. 알루미늄 박은 3 × 3mm 크기로 형성하였고 두께는 10 $\mu$ m에서 100 $\mu$ m 까지 10 $\mu$ m 차이로 10종류를 만들었다. 환자에게는 두께의 변화에 대해 알려주지 않았으며 100 $\mu$ m 알루미늄 박으로 시작하여 점차 얇은 쪽으로 진행하였다(descending

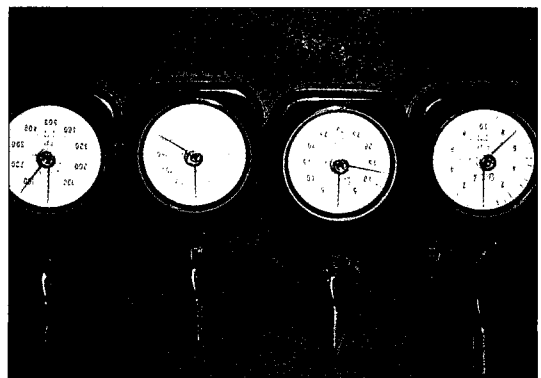


Fig.3. Dynamometers with different scales

method). 각각의 두께에 대해 10회 실시하는데 이 중 50% blank trials로 치아 사이에 알루미늄 박을 위치시키지 않는 방법이다. 모든 환자들은 실험하기 전에 연습기간을 통해 실험과정에 익숙하게 하였다. 실험하기 전 교합지와 shim stock을 이용하여 중심 교합위에서의 접촉점을 확인했다. 환자로 하여금 편안히 앉게 하고 눈을 감게 한 상태에서 3 × 3mm의 알루미늄 박을 확인된 접촉점에 위치시키고 환자로 하여금 폐구시키고 치아와 임플란트 사이에 물질의 유무를 확인하도록 했다. 실험 시 알루미늄 박이나 기구들이 환자의 구순, 점막 등에 접촉되지 않도록 주의했다. 50% 정확하게 맞힌 두께(50% 한계두께: AT50)를 조사하고 100% 모두 맞힌 두께(100% 절대두께: AT100)를 측정하였다.

수동 촉각감지도, 최대 교합력등 모두 각 실험군에서 대조군과 비교 분석하였다.

#### 다. 통계학적 분석

조사된 실험결과는 SPSS-X program (SPSS, Chicago, IL)로 처리하였다.

Table 4. Maximal occlusal force(Kg) : Comparison of implant prostheses and control natural teeth

Group	Implant Prostheses (Mean/SD)	Control Natural Tooth (Mean/SD)
I	26.6(14.9)	35.16(18.04)
II	31.8( 9.5)	35.50(12.33)
III	41.1(12.4)	36.04(11.19)
IV	36.9(13.6)	36.37( 7.90)
V	38.1(13.0)	33.82(12.79)

Table 5. Passive tactile sensibility(g): Comparison of implant prostheses and control natural teeth (Mean/SD)

Group	Implant Prostheses(n=57)		Control Natural Teeth(n=57)	
	PH	PV	PH	PV
I	226.35(176.0)	337.0(216.0)	25.52( 28.46)	39.07( 58.04)
II	291.97(165.6)	349.0(186.0)	40.81( 25.89)	59.82( 50.24)
III	106.70( 75.5)	125.7( 77.1)	25.36( 17.01)	31.31( 21.53)
IV	111.21( 77.0)	142.0( 88.6)	19.06( 19.10)	10.29( 5.24)
V	223.95(182.9)	289.3(248.9)	57.60(125.1)	60.04(114.6)

PH : horizontal passive tactile sensibility, PV: vertical passive tactile sensibility

각 군의 수동 촉각감지도, 능동 촉각감지도, 최대 교합력의 평균과 표준편차는 Student t-Test 이용하였고 연령과의 상관관계는 Pearson Correlation Test를 이용하였다.

### III 실험결과

#### 가. 최대교합력

임플란트 보철물과 대조군의 최대교합력의 측정수치는 모든 군에서 변이가 크게 나타났다.(Table 4)

임플란트 보철물의 경우 보철물 장착 후 시간경과에 따라 최대 교합력의 차이 비교시 실험 I 군과 실험 II군사이에서는 유의성 있는 차이는 없지만 실험 I, II군과 실험 III군 사이에서는 최대교합력이 유의성 있게 증가하였고(P<0.05) 그 이후 기간에서는 유의성 있는 차이는 없었다. 동일군 내에서의 임플란트 보철물과 대조군의 최대교합력은 실험 I군에서 유의성 있게 자연치아군이 크게 나타났고(P<0.05) 그 밖의 다른 군에서는 유의성 있는 차이는 없었다. 또한 대조군인 자연치의 경우 최대 교합력은 기능기간에 따라 유의성 있는 변화를 보이지 않았다. 그리고 군을 무시하고 전체 임플란트 보철물군과 대조군을 비교한 경우에도 최대교합력에서는 유의성 있는 차이를 보이지 않았다.

#### 나. 수동 촉각감지도

임플란트 보철물과 자연치의 시간경과에 따른 실험군별 수평방향, 수직방향에서의 수동 촉각감지도는 개인별 변이가 크게 측정 되었다(Table 5).

임플란트 보철물의 경우 수평방향에서의 촉각감지도의 측정치는 실험 I군과 실험 II군사이에서는 유의

성 있는 차이가 없었으며 실험 I군, 실험 II군과 실험 III군에서는 유의성 있게 감소하였고 ( $P < 0.05$ ) 실험 III군과 실험 IV군 사이에는 변화가 없었고 실험 V군에서는 유의성 있게 증가 하였다 ( $P < 0.05$ ). 수직방향에서의 촉각 감지도의 측정치는 실험 I군과 실험 II군에서는 차이가 없었으며 실험 III군에서는 유의성 있게 감소하였으며 ( $P < 0.05$ ) 실험 III군과 실험 IV군에서는 비슷했고 실험 V군에서는 다시 유의성 있게 증가하였다 ( $P < 0.05$ ). 대조군의 경우 실험 I, II, III군 사이에는 유의성 있는 차이는 없었으나 실험 III군과 실험 IV군 사이에는 유의성 있는 감소를 보였으며 실험 V군에서 유의성 있게 증가하였다.

각 실험군의 임플란트 보철물군과 대조군 사이에는 동일군에서 임플란트 보철물군의 역치가 6-7배정도 유의성이 있게 큰 것으로 나타났다 ( $P <$

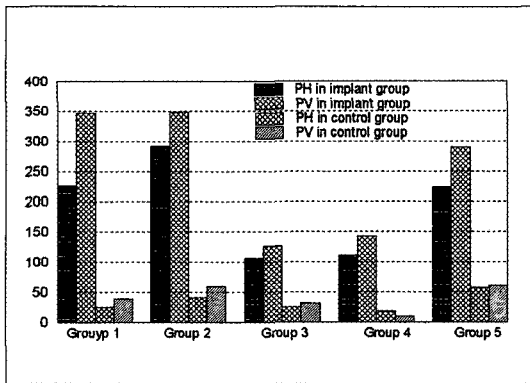


Fig. 4. Comparison of the passive tactile sensibility between implant groups and control groups

0.0005) (Fig. 4). 또한 기간을 무시한 전체 임플란트 보철물군과 대조군 사이에도 동일 양상을 보였다. 수평방향과 수직방향의 촉각감지도를 비교해보면 모든 군에서 수직방향의 측정치가 수평방향보다 큰 것을 알 수 있다. 그러나 자연치의 대조군에서는 수평방향과 수직방향의 감지도는 차이가 없었다.

#### 다. 능동 촉각감지도

치아와 치아사이에 물체의 두께를 인식하는 능력은 50% 한계두께와 100% 절대두께를 측정하여 평균치와 표준편차를 구했다 (Table 6).

147개의 임플란트 보철물군에서 교합불량 및 대합치가 국소치인 경우는 실험 I군에서 17개, 실험 II군에서 4개, 실험 III군에서 6개, 실험 IV군에서 1개, 실험 V군에서 10개로 측정에서 제외하였다. Table 6은 각 군에서의 50% 한계두께와 100% 절대두께를 Table 7은 알루미늄 박 각 두께에서의 50% 한계두께와 100% 절대두께가 측정된 임플란트 빈도를 나타낸 것이다.

Table 6. Active Tactile Sensibility ( $\mu\text{m}$ )

GROUP	AT 50	AT 100
	(Mean/SD)	(Mean/SD)
I	47.78(SD:29.45)	58.79(SD:22.80)
II	24.38(SD:10.59)	42.50(SD: 7.50)
III	18.89(SD:10.10)	36.67(SD:11.55)
IV	23.53(SD:10.26)	40.00(SD:13.74)
V	18.18(SD: 8.33)	35.45(SD: 9.88)

AT50 : 50% Limit Thickness( $\mu\text{m}$ )

AT100 : 100% Absolute Thickness( $\mu\text{m}$ )

Table 7. Number of implants in 50% limit thickness and 100% absolute thickness

Group		Foil thickness( $\mu\text{m}$ )									Not Test	
		10	20	30	40	50	60	70	80	90		100
I	AT 50	3	4	9	8	2	1	1	3	5		
	AT100			3	10	7	2	2	3	4	3	5
II	AT 50	3	7	2	4						2	
	AT100			2	9	4	1					2
III	AT 50	5	1	2	1							2
	AT100		2	2	2	3						2
IV	AT 50	4	6	4	3							1
	AT100	1	1	5	4	4	3					1
V	AT 50	9	9	3	1							3
	AT100		4	6	4	3						3

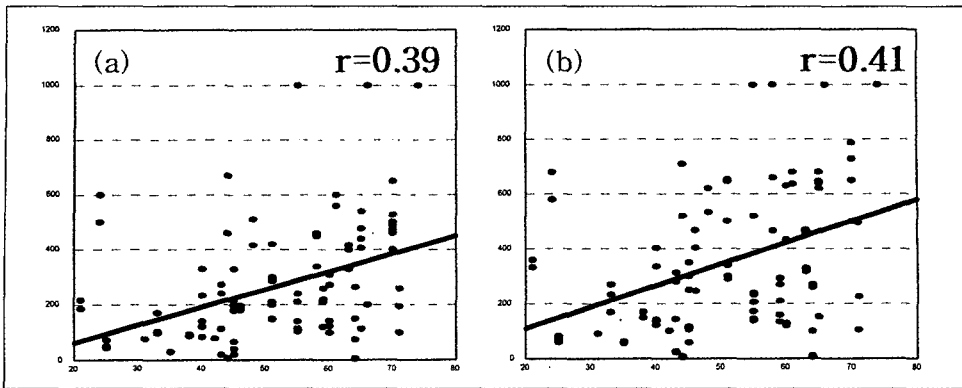


Fig. 5. Relation between age and horizontal(a) and vertical(b) passive tactile sensibility

실험 I군에서 5명, 실험 II군에서 2명은 100 $\mu$ m 이상에서도 100% 두께를 모두 맞지 못 했고 실험 III군에서 2명, 실험 IV군에서 1명, 실험 V군에서 3명은 100 $\mu$ m 이상에서도 두께를 인식하지 못했다. 실험 IV군의 1명은 10 $\mu$ m에서 100% 모두 인지하여 50% 한계두께는 측정할 수 없었다.

50% 한계두께의 경우 실험 I군과 실험 II군 사이에서 유의성 있는 감소를 보였고( $P < 0.005$ ) 그 밖의 실험군에서는 유의성 있는 변화는 보이지 않았다. 100% 한계두께의 경우에도 실험 I군과 실험 II군 사이에서 유의성 있는 감소를 보였으며( $P < 0.05$ ) 그 이후 기간에서는 큰 변화는 없었다.

#### 라. 상관 관계 분석

임플란트 보철물군의 측정치를 기간을 무시하고 환자의 나이와 상관관계를 조사하였다. 수동 촉각감지도의 경우 수평방향은  $r=0.39$ 로 양성관계를 보였고 수직방향은  $r=0.41$ 로 역시 양성관계를 나타냈다 (Fig. 5)

능동 촉각감지도의 경우는 나이와는 유의성 있는 관계가 없는 것으로 나타났다(AT50:  $r=0.19$ , AT100:  $r=0.09$ ).

최대 교합력의 경우도 나이와는 유의성 있는 관계는 나타나지 않았다.

#### 마. 설문지

설문지 회신을 받은 설문지는 57개 중 42개였고 각

내용별로 만족도를 구분하여 비교하였다 (Fig. 6).

응답자의 80%가 비흡연자였고 20%가 1일 한 갑 미만의 흡연자였다. 음주의 경우 60%가 비음주자이고 26.7%가 일주일에 1-2회, 6.7%가 매일 음주를 한다고 응답했다. 악관절증이나 이갈이등의 습관이 있다고 응답한 대상은 1명이었다.

응답자의 23.3%가 임플란트 보철시술 전 불완전한 구강상태로 인해 옷거나 상대방과의 식사 또는 대화를 피한 적이 있었다고 응답하였으나 이들 모두 임플란트 보철시술 후 만족하게 개선되었다고 응답하였다. 조사대상 환자들이 모두 구치부 임플란트를 한 경우였으므로 심미성에 대한 환자의 기대는 적었던 것으로 보인다.

발음에 대한 문항에 대해서는 대부분이 만족한다고 응답하였는데 이 문항 역시 실험대상이 구치부 보철물이었으므로 높은 만족도를 나타낸 것으로 생각할 수 있다.

기능에 관한 문항 중 양측저작이 가능한 환자는 66.7%였고 30%는 편측 저작을 한다고 하였는데 이중 45%는 임플란트 보철물쪽이고 55%는 자연치 쪽으로 저작한다고 응답하였다. 그 이유는 33.3%가 습관을 67%가 저작의 효율을 이유로 응답했다. 그리고 응답자의 96.7%가 김치와 땅콩을 씹는다고 하였고 73.3%가 오징어도 씹는다고 응답하였다.

구강위생의 경우 37.8%가 불만족하다고 응답하였고 그 이유는 임플란트 보철물주위로의 음식물 함입, 양치관리시 어려움 그리고 연조직의 동통등이었다. 응답자중 93% 이상이 칫솔이외의 치간칫솔, 치실, 양치액등 구강 보조용품을 사용한다고 응답했다.



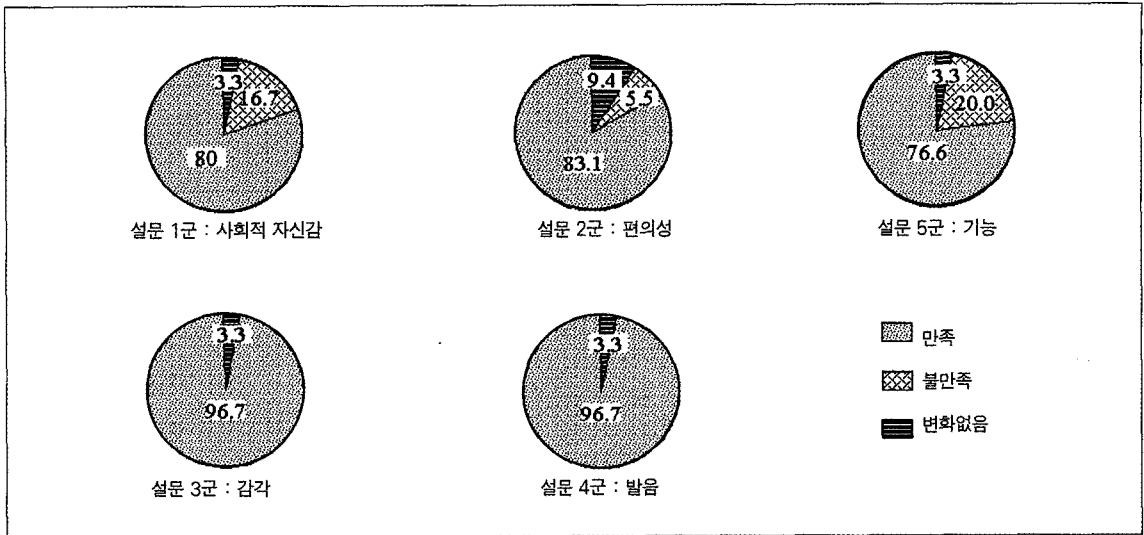


Fig. 6. The results of the questionnaire

#### IV. 총괄 및 고찰

치과용 임플란트는 무치악 환자나 부분무치악 환자에 있어 가장 이상적인 치료방법으로 인정받고 있으며 여러 연구에서 임플란트의 생체 적합도 및 구강 촉각감지도, 저작능률등이 연구되어지고 있다.

구강 촉각감지도에는 치주인대의 기계적 수용체가 필수적이라고 여겨져 왔고 또한 골수용체, 치수신경, 내이수용체, 턱근육 수용체 등도 중요한 역할을 한다. 치아가 발거되면 치주인대내의 수용체는 완전히 제거되는 것이 아니고 일부가 잔존하여 mesencephalic nucleus의 반응을 유발시킨다<sup>37,61</sup>. 골 유착성 임플란트의 조직학적인 특징은 타이타늄 임플란트와 골과의 긴밀한 골 접촉과 임플란트 경부의 연조직과의 긴밀한 접촉이다. 따라서 임플란트 지지 보철물의 경우 무치악 환자의 수용체와 더불어 임플란트 주위의 골과 조직의 수용체가 기계 수용 감각을 증가시킨다. 따라서 상실된 치아가 골 유착성 임플란트로 대체되면 자연치 치주인대의 기계수용체가 담당하는 구강 촉각감지 능력은 잔존된 치주인대나 임플란트 주위의 다른 구조에 있는 수용체들이 담당한다.

Jacobs등<sup>22)</sup>은 구강 촉각감지도 측정의 효과적인 방법으로는 치아에 직접적인 기계적 힘을 가함으로 환자의 주관적인 감각을

유발시키는 최소한의 힘을 측정하는 것과 (수동 촉각감지도) 치아사이의 작은물체의 두께를 인지하는 능력을 측정하는 방법(능동 촉각감지도)이 효과적이라고 했다.

많은 선학들은 임플란트 구강 촉각감지도와 최대 교합력에 대해 자연치와 총의치, 자연치근 지지 피개치, 임플란트 지지 피개치, 임플란트 지지 고정성 보철물 등 장착된 보철물 유형에 따라 다양한 비교 연구를 하여왔으나, 임플란트가 구강내 식립되어 기능을 개시한 후 기간에 따라 구강 촉각감지도와 교합력의 변화에 대한 연구는 미비한 상태이다. 이에 본 연구는 Brånemark 임플란트를 식립한 환자 57명을 설문지를 통하여 임플란트 보철물에 대해 사회적 자신감,기능,안정성,심미,발음,감각,습관,구강위생 등 8 항목에 관하여 주관적인 만족도를 조사 평가하고 6개월, 12개월, 18개월, 24개월, 2년이상 등 5개군으로 나누어 수동 촉각감지도, 능동 촉각감지도 및 최대 교합력을 측정하였다.

보철물의 기능이나 사회 심리적인 영향에 대한 평가나 만족도에 대해서는 지금까지 많은 연구자들이 결과를 소급하는 성격의 설문지를 이용하여 조사하여 왔으며 이런 방식의 의의는 미래 지향적인 결과를 예측할 수 있다는 데 있다. 본 연구의 사회적 자신감에 대한 문항으로 "구강 상태로 인해 웃거나 상대방과의 대화나 식사를 피하신 적이 있습니까?"라

는 질문에 23.3%가 “예”라고 응답하였는데 이는 본 연구 대상이 구치부 임플란트 보철물이었기 때문에 심미적인 요소가 많은 비중을 차지 않은 것 같다. 그러나 이들 모두 임플란트 시술 이후 대인관계에 자신감이 생겼다고 응답했다. Roman등<sup>53)</sup>은 임플란트 시술 전후 만족도 비교에서 심미성에 대한 설문에서 상악 임플란트 보철물의 경우가 가장 유의성 있게 만족도가 크게 나타났다고 하였는데 본 연구에서도 상악 전치를 포함하는 실험였다면 만족도의 변화는 컸으리라고 예상할 수 있다. 안정성에 관한 문항에는 대체적으로 높은 만족도를 나타냈는데 특히 “보철물이 잘 맞다고 생각하십니까?”라는 항목에서는 90%이상의 만족도를 보였다. 임플란트 이후 감각이상이나 동통이 있다고 응답한 환자는 없었고 발음에 대해서도 97%가 만족하였다. 기능에 관한 문항 중 30%가 편측 저작을 한다고 하였고 이 중 45%는 임플란트 보철물쪽이고 55%는 자연치아 쪽으로 저작한다고 응답하였는데 그 중 66.7%가 저작효율을 33.3%가 습관을 이유로 응답했다. 임플란트 보철물은 임플란트 지대원주에 과부하가 생기지 않도록 보철물의 교두경사각을 감소시키고 교합되는 면적도 감소시키므로 저작효율이 감소하므로 자연치쪽으로 저작하는 응답자가 더 많으리라고 추측하였으나 결과는 상이했다. 감각에 관한 문항에서 “김을 씹을 때 구분할 수 있는가?”, “저작시 자연치아와 임플란트 쪽으로 씹는 것이 구분이 가능한가?”라는 질문에서 구분이 간다고 응답한 대상은 28%에 지나지 않아 구강 감각 능력에는 환자의 주의력이 중요한 영향요소라는 것을 알 수 있었다. 응답자 중 96.7%가 김치와 땅콩을 씹는다고 하였고 73.3%가 오징어도 씹는다고 하였는데 이는 임플란트 보철물이 충분히 교합력을 회복시킬 수 있음을 임상적으로 평가하는 자료가 될 것이다.

수동 촉각감지도는 측정 결과가 개인별 차이가 크게 나타났는데 역시 결정 과정에서 환자의 반응의 신빙성은 환자의 주의력과 심리적인 태도에 의존하므로 심리적인 안정을 위한 주의 깊은 배려가 필요했다. 또 다른 중요한 방법론적인 면은 측정과정 중 자극도구와 치아의 접촉시 주위 다른 수용체의 감각기능을 촉발시키지 않도록 주의하였다.

수동 촉각감지도 대해서는 여러 연구결과가 비교 보고되었는데 Manly등<sup>43)</sup>, Muhlbradt등<sup>49)</sup> 등은 자연

치가 가장 민감하고 중앙에서 멀어질수록, 즉 구치로 갈수록 수치는 증가한다고 하였고 Komiyana<sup>34)</sup>, Christensen등<sup>6)</sup>은 임플란트 보철물의 경우 수동 촉각감지도, 능동 촉각감지도는 자연치의 경우보다 낮고 총의치의 경우보다는 높다고 하였다. Mericske등<sup>44)</sup>, Mericske등<sup>46)</sup>은 자연치와 임플란트 보철물에서 수동 촉각감지도가 수평방향이 23배, 수직방향이 20배 차이가 난다고 보고하였고 Karayannis등<sup>30)</sup>은 10배정도를, Hämmerle등<sup>13)</sup>은 8.7배로 보고하고 있다. 본 연구에서는 수평방향의 측정치 평균이 192.03g이고 수직 방향의 측정치 평균이 248.6g으로 자연치 수평방향의 측정치 평균 33.55g 수직 방향의 측정치 평균 40.10g에 비해 약 6-7배 정도 큰 것으로 나타났는데 이는 위의 여러 연구 결과와 어느 정도 일치하는 것이다.

능동 촉각감지도의 경우 Jacobs등<sup>23)</sup>은 자연치와 임플란트 치열, 임플란트 지지 파개의치 비교에서 임플란트군은 자연치보다는 두께를 인지해내는 능력이 낮고 총의치보다는 높은 것으로 보고하였고 Christensen등<sup>6)</sup>, van Steenberghe등<sup>59)</sup>도 같은 결과를 보고하였다. Lundqvist등<sup>42)</sup>은 임플란트 지지 고정성 보철물과 자연치열 비교에서 80% 인식도 기준으로 자연치열의 경우 20 $\mu$ , 임플란트 보철물의 경우 50 $\mu$ 라고 보고하였고 Mericske<sup>46)</sup>는 임플란트의 경우 최소 50 $\mu$  이상에서 100% 인식가능 하다고 조사하였다. 본 연구에서는 임플란트 보철물군의 50% 한계 두께는 평균 26.6 $\mu$ m이고 100% 절대 두께는 평균 42.68 $\mu$ m였는데 이는 Fenton<sup>9)</sup>이 보고한 15 $\mu$ m보다는 두꺼운 수치이지만 그 밖의 다른 보고와는 어느 정도 일치한다고 하겠다. 이와같이 다양한 수치와 서로 다른 결과가 보이는 것은 서로 다른 실험 방법과 재료를 사용하였기 때문이다.

치아 발거후 치수나 치주인대의 신경말단은 파괴되어 없어지지만 연속적인 축삭돌기나 신경세포들의 재생여부에 대해서는 불확실하다. 그러나 총의치 환자들에 비해 임플란트 보철물 환자에서 구강 촉각감지도나 교합력 등이 뛰어난 것을 보면 어떤 기전으로든 골막이나 결합조직, 연조직 등에 잔존하는 신경 조직들이 이에 관여한다고 할 수 있다. 본 연구에서 기능이후 기간에 따라 수동 촉각감지도는 12개월을 전후로 유의성있게 민감해졌고 그 이후 24개월을 전후로 유의성 있게 그 역치가 증가했다. 이 또한

임플란트 주위의 잔존된 신경말단과 골막 기계수용체들의 재생과 이들을 감싸고 있는 골 조직과 연조직의 변화에 기인한 것이라 할 수 있겠다<sup>2)</sup>. 성공적인 임플란트 주위의 연조직은 인접 치아와 구조적인 유사성을 보인다. 이행 상피와 열구 상피가 구강 상피와 연결구성되어 있고 많은 교원섬유들이 골과 상피에 임플란트 표면에 수평, 또는 원주상으로 주행하게 된다. Keller등<sup>32)</sup>은 임플란트 식립 이후 3개월간의 수동 촉각감지도비교에서 이 기간동안에는 유의성 있는 차이는 없었고 임플란트의 수동 촉각감지도는 임플란트 치유기간의 골 유착에 따른 골과 연조직에 의해 영향을 받지 않고 촉각감지도의 변화는 치유기간 3개월 비교기간이 아닌 그 전후기간의 골과 연조직의 변화에 의해 영향을 받을 것이라고 하였다.

Weiner등<sup>62)</sup>은 골내성 임플란트를 개에 식립하고 2달 후 조직검사 결과 결합조직과 골에서 신경섬유들이 임플란트 주위방향으로 존재하고 특히 결합조직에 더 많은 신경섬유가 존재한다고 보고하였다. Linden등<sup>37)</sup>은 고양이 하악골의 치아를 발거하고 7.5개월, 8.5개월, 1년, 2년에 하치조신경에 전기자극을 주어 5번 뇌신경의 mesencephalic nucleus의 반응을 측정하였는데 발치전 치주 인대에 있던 신경말단의 일부가 연조직과 골로 다시 재합입된 것을 발견하였는데 이들은 전기적인 자극에는 모두 반응을 나타냈으나 부하를 가하는 기계적인 자극에는 연조직의 경우에만 반응을 나타냈다. Loescher등<sup>41)</sup>은 신경절단 후 다양한 시간에서 신경섬유의 재합입을 관찰하였는데 시간이 지남에 따라 양적인 면에서는 50%에 불과하지만 결합조직이나 haversian system으로부터 잔존치주인대의 축삭돌기와 유리 신경 말단이 자라 들어오는 것을 관찰하였다.

임플란트 보철물의 기능이후 감지능력의 변화의 이유로 또 한가지 고려해야 할 점은 골밀도의 변화와 골 개형이다. Strid등<sup>58)</sup>은 임플란트 식립 후 주위골의 밀도를 방사선을 이용하여 조사한 결과 임플란트 식립이후 2년까지 골밀도의 현저한 증가가 있었다고 하였다. Johanson등<sup>28)</sup>은 임플란트 식립 이후 초기 치유기간인 3개월 이후 1, 3, 6, 12개월에 removal torque를 측정하여 기간이 경과할수록 임플란트 주위골은 밀도가 높아지고 성숙해져 removal torque가 증가하고 치밀골 부위에의 임플란트와 골과의 접촉률은 기능이후 1년 경과시 거의 90%에 달

한다고 보고하였다. Worthington등<sup>65)</sup>은 임플란트의 초기치유 기간이 지나고 기능이후 1년 경과시 임플란트의 골 접촉률은 53%에서 74%로 증가한다고 하였다. Perio test의 측정치는 임플란트의 동요도를 측정하여 그의 안정성을 객관적으로 평가하는 수치이지만 이 측정치는 임플란트의 골 성숙도와 골밀도와도 연관성이 있다. 김<sup>66)</sup>등은 임플란트 보철물의 기능 후 1년이내에는 PTV는 유의성 있는 차이는 없었고 1년에서 2년사이에 유의성 있는 감소를 보였다고 보고했으며 van Steenverghie<sup>60)</sup>는 기능 이후 1년 이내에 PTV의 유의성 있는 감소를 보고하였다. 이상의 연구 결과에 의하면 임플란트 주위의 골 밀도는 기능 이후 1년 내지는 2년 사이에 증가하는 것으로 결론지을 수 있다.

임플란트 주위 골밀도가 임플란트 보철물의 구강 감지도에 중요한 이유는 임플란트에 외력이 가해지면 자연치에서의 치주인대에 의한 완충효과 없이 바로 골로 전해져 급속 골변형을 일으키는데 이는 결합조직내의 기계 수용체들의 감각을 촉발시킬 수 있기때문인데 이 급속 골 변형에 의한 감지 능력은 임플란트 주위의 골 밀도가 높을수록 구강 감지도는 민감해진다고 보고되어졌다<sup>4,19,24,54)</sup> 따라서 본 연구에서 수동 촉각감지도의 경우 12개월이후 유의성 있게 민감해졌고 능동 촉각감지도의 경우 6개월 이후 유의성 있게 민감해지는 것은 이 기간동안에 위의 여러 연구에서 살펴 본 바와 같이 임플란트 주위의 잔존된 신경말단의 재생과 재합입, 임플란트주위의 골 밀도의 증가에 따른 급속 골 변형 효과와 임플란트 주위 연조직의 변화로 인한 것으로 결론지을 수 있겠다.

수동 촉각감지도의 경우 기능 이후 2년 이상에서는 그 역치가 다시 증가하였는데 이는 골 개형이 지속되어 임플란트 주위의 치밀골의 두께가 증가하여 급속 골변형효과가 저하되고 치밀골 두께로 인해 기계적인 자극이 골내의 신경말단을 기계적으로 자극시키기 어렵기때문이라고 추정해 볼 수 있겠다. 본 연구의 수동 촉각감지도 측정에서 자연치군에서도 기능 24개월미만인 군에서 감소했다가 다시 25개월 이상군에서 증가하는 양상을 보였는데 이와 같이 자연치 군에서 측정 역치가 변화하는 것으로 나타나는 것은 수동 촉각감지도는 개인적인 차이나 연령, 성별, 치주조직의 건강상태, 치아의 형태 등 다른 요소

들이 큰 영향을 미치는 것으로 생각할 수 있다. 따라서 가능한 같은 대상을 관찰기간을 더욱 길게하고 지속적으로 측정한다면 보다 정확한 연구 결과가 얻어지리라 여겨진다.

수동 촉각감지도 측정에서 수평 방향의 측정치는 수직방향의 측정치보다 유의성 있게 낮았는데 이는 임플란트에 접한 골표면적중 측표면적이 임플란트 하방의 골표면적보다 넓어 잔존된 치주인대의 수용체와 골막 기계수용체의 영향을 많이 받기때문이라고 사료된다.

연령과 수동 촉각감지도, 능동 촉각감지도의 상관관계 비교에서는 수동 촉각감지도의 경우 수평방향이  $r=0.39$ , 수직방향이  $r=0.41$ 로 양성 상관 관계를 보였고 능동 촉각감지도 측정에서는 50% 한계두께와 100% 절대두께 모두 연령과는 유의성 있는 상관관계는 없었다. 연령이 증가함에 따라 치주인대의 촉각감지도는 감소하게 되는데 고도로 분화된 조직일수록 연령의 영향은 많이 받게 되는 경향이 있다<sup>61)</sup>.

Kampe등<sup>29)</sup>은 젊은 건강한 치열을 갖은 환자의 경우 50%-80% 정도가 능동 촉각감지도가  $10\mu\text{m}$ 이하라고 보고하였고 Jacobs등<sup>21)</sup>은 남녀 20명의 자연치열을 대상으로 능동 촉각감지도 측정 결과 능동 촉각감지도는 연령에 비례한다고 주장하였다. 임플란트의 경우 기존의 치주인대내의 신경섬유가 임플란트 주위로 재함입되어 촉각 감지도에 관여한다고 한다면 임플란트의 촉각 감지도 또한 연령에 따라 변화할 수 있다라는 가능성은 배제할 수 없다. 그러나 wall등<sup>50)</sup>은 치주인대가 상실되면 분별능력은 연령의 영향을 받지않는다고 주장하였다. Mericske등<sup>45)</sup>, Mericske등<sup>46)</sup>은 자연치 지지 피개의치와 임플란트 지지 피개의치의 능동 촉각감지도 비교에서 자연치 군에서는 연령과 유의성 있는 상관 관계가 있었으나 임플란트군에서는 상관 관계는 보이지 않았다고 보고하였다. Lundqvist등<sup>42)</sup>도 임플란트 군에서는 연령과 촉각감지도는 상관 관계가 없다고 주장하였다. 이들 결과는 능동 촉각감지도의 본 결과와는 일치하나 수동 촉각감지도의 결과와는 상이하다. 그러나 Jacobs등<sup>29)</sup>의 제안과 같이 본 연구와 위의 연구들의 경우 연구대상의 나이의 범위가 제한되어 있고 대상 환자 수도 적었으므로 나이의 범위를 젊은 층부터 노령층 까지 확대하고 연구 대상수를 증가시키면 더

욱 정확한 결과를 얻을 것이라고 생각 한다.

이 연구에서 대조군의 자연치로 보존치료나 보철 치료가 되어 있지 않은 치주적으로 건강한 치아를 선택하였는데 이는 치주치료나 보존치료가 구강 촉각감지도와 최대 교합력에 미치는 영향을 배제하기 위함이다. 실제로 Kampe등<sup>29)</sup>은 건강한 젊은 층의 능동 촉각감지도와 최대 교합력 비교에서 치아의 보존치료는 능동 촉각감지도와 최대 교합력을 저하시킨다고 하였고 Jacobs등<sup>22)</sup>, Lowenstein등<sup>40)</sup>도 치수치료된 치아는 건강한 치아에 비해 구강 촉각감지도가 저하된다고 하였다

치아사이의 물체의 두께를 인식해내는 능력을 측정하는 방법에는 지금까지 많은 재료를 사용하는 시도가 있었다. plastic disc, steel wire, tin strip, acrylic block, plexiglas wedge, brass rod, metal plate, polyester foil, ferric strip, platinum wire, Pt-Ir wire, Cr-Ni wire, silver foil, plastic shim, aluminum foil, quartz, steel ball등이다. Siirila등<sup>56)</sup>은 능동 촉각감지도 측정시 적당한 재료의 선택이 어렵다고 했는데 이를 측정하는 재료는 접촉하는 교합면을 따라 모양을 형성할 수 있으면서 가능한 강해야 하기때문이다.

Jacobs등<sup>21)</sup>은 알루미늄(Al), 철(Steel), 주석(Sn), 폴리에스터(PE) 재료를 이용하여 능동 촉각감지도의 정확성을 측정하는데 알루미늄박이 가장 우수한 것으로 보고하였다. 또한 여러 가지 두께의 재료를 검사할 때 두꺼운것 부터 측정 하는 방법(Desending method)과 얇은 것부터 측정하는 방법(Ascending method)이 있는데 이 두 방법은 유의성 있는 차이를 나타내지는 않지만 하강방법에서 더 촉각감지도가 민감하게 나타나므로 본 연구에서는 알루미늄박과 하강방법을 사용하였다<sup>11)</sup>.

비개구상태에서의 치아의 감지능력은 개구상태와는 다른데 이는 결과적으로 치아의 접촉시와 비접촉시 다른 신경 생리학적인 기전이 작용된 것을 의미한다. 본 연구에서는 능동 촉각감지도의 경우 6개월기간을 기준으로 50% 한계두께, 100% 절대두께 모두 감소하여 민감해졌고, 또한  $100\mu\text{m}$  이상에도 감지 못하는 환자의 수도 감소하였다. 이와같이 능동 촉각감지도의 개선은 앞에서 언급한 임플란트 주위의 연조직의 변화와 임플란트 주위 골의 밀도 증가에 따른 급속 골변형의 영향 뿐이 아니라 악관절과

저작근의 기간에 따른 적응에 인한 것이라 하겠다. 능동 촉각감지도 측정에서 한가지 고려할 점은 대합치의 치주인대 수용체의 영향에 대한 것이다. Mericske<sup>46)</sup>은 임플란트 보철군과 대조군인 자연치의 능동 촉각감지도는 유의성 있는 차이를 보이지 않았는데 이는 대합치의 치주인대 수용체가 1차적인 영향 요소이기때문이라고 하였으나 본 연구에서는 촉각감지도의 역치가 기간에 따라 감소하므로 대합치의 치주인대 수용체의 촉발은 2차적인 요소로 간주되고 임플란트 주위의 치주인대 수용체, 골막 수용체 등 여러 수용체가 능동 촉각감지도에 중요한 요소라고 결론 지을 수 있었다.

교합력의 측정은 저작기능의 지표로 사용되고 있다. 자연치의 경우 구치의 평균 교합력은 490N 이고 전치는 1/3정도이다. 교합력은 환자의 치열에 영향을 받게 되는데 실제로 여러 연구에서 임플란트 보철물과 자연치열, 총의치, 피개의치간의 교합력이 비교되어 보고되었다. Mericske<sup>47)</sup>은 자연치열의 경우 388N, 임플란트는 210N, 대조군 자연치에서는 261N로 자연치보다는 낮으나 동일 대조군 사이에서는 유의성이 없음을 보였다.

교합력 측정에 있어 다른 연구들과 비교한다는 것은 사용한 기구나 방법의 차이로 인해 논하기 어렵고 실제로 연구마다 다른 수치를 보이고 있는 것이 사실이다. 그러나 공통되는 결과는 임플란트 지지 보철물의 경우 가철성 의치의 경우 보다는 교합력이 크고 자연 치열의 경우보다는 작다는 것이다. 이는 다른 요소로 설명될 수 있지만 잔존된 치주인대의 양과도 관계가 있다고 하겠다. 본 연구에서는 임플란트 보철물군과 대조군 사이에는 유의성 있는 차이는 없었는데 이 결과는 Mericske의 연구 결과와 일치하는 것이다. Haraldsson<sup>14)</sup>, Wennström<sup>63)</sup>은 교합력 측정시 보철물 파괴를 두려워하여 힘을 못주는 경우가 있는데 이와 같은 심리적인 요소가 고려되어야 한다고 했고 Mericske<sup>46)</sup>는 이와 병행하여 등통에 대한 두려움이나 기존 부적절한 구강 치열 상태가 감소된 교합력에 적응되었을 가능성 등을 논하면서 교합력에는 치주인대의 유무가 중요한 것은 아니라고 했다. 본 연구의 결과와 같이 자연치의 대조군과 임플란트 보철물군의 교합력이 차이가 없고 똑같이 민감하다고 생각한다면 최대 교합력은 치주인대 수용체의 존재에 의존하는 것이 아니고 하중이

임플란트에 가해졌을 때 발생하는 급속 골변형에 의해 자극되는 치아와 임플란트 주위의 골막 기계수용체의 영향을 받는다고 생각할 수 있다.

연령과 교합력의 상관관계에 있어서 자연치열의 경우 25세까지는 남녀 모두 증가하지만 여성은 그 이후 감소하고 남성은 45세까지 정적인 변화를 보이다 그 이후 감소한다<sup>3)</sup>. 그 이유는 일반적으로 저작근의 강도 변화에 의한 것으로 보고 되어지고 있다<sup>38)</sup>. 본 연구에서는 연령에 따른 상관관계는 없는 것으로 나타났으며 기능이후 12개월 이후에 유의성 있는 증가를 보이다가 이후 기간에는 유의성 있는 변화는 보이지 않았다. Lindqvist<sup>39)</sup>은 무치악을 임플란트 지지 고정성 보철물로 바꾼 후 2개월과 3년에 저작능률과 교합력을 측정하여 2개월, 3년에서 유의성 높게 교합력이 증가하였다고 보고하였는데 그 이유는 새로운 보철물의 점차적인 적응때문이고 심리적인 요소도 작용했다고 주장했다. Haraldsson<sup>17)</sup>은 무치악을 임플란트 지지 피개의치로 바꾼 후 2개월, 1년후에 최대교합력을 비교 측정하여 유의성 있는 증가를 보고하였는데 이 역시 보철물에 대한 적응과 심리적인 영향을 주원인이라고 제시하였다. 본 연구에서도 기능이후 6개월이하군에서는 자연치군이 임플란트군보다 유의성 있게 최대교합력이 컸으나 그 이후 군에서는 유의성 있는 차이는 없었다. 이는 기능이후 기간에 따라 임플란트 주위 구강조직이 새로운 보철물에 대해 적응하기때문으로 생각할 수 있다. 이와같이 최대 교합력에 있어 무치악에 비해 임플란트 군이 큰 것은 임플란트 주위에 잔존되어 있는 치주인대 수용체와 임플란트 주위 골막 기계 수용체의 영향이 중요한 요소가 되지만 기간에 따른 교합력의 개선은 임플란트 보철물에 대한 환자의 주관적인 요소와 저작근 등 주위 조직의 적응때문이라고 할 수 있겠다.

이상에서 임플란트 보철물군의 기능이후 기간에 따른 수동 촉각감지도 및 능동 촉각감지도, 최대 교합력의 변화를 살펴 보았는데 6개월에서 12개월을 전후로하여 구강 촉각감지도와 최대 교합력은 유의성 있게 개선되는 것으로 나타났다. 그러나 그 이후의 변화는 더욱 장기간의 비교 연구와 다양한 연령의 많은 대상으로 연구되어야 할 것이고 또한 치주인대의 잔존신경의 역할과 변화, 그리고 그 신경의 기능기전과 뇌신경에로의 전달 과정에 대해서는 더

육 연구가 필요하리라고 사료된다.

### V. 결 론

처자는 임플란트 보철물을 장착한 환자를 대상으로 기능 이후 기간에 따른 구강 촉각감지도와 최대 교합력을 비교하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 임플란트 보철물의 수동 촉각감지도의 경우 자연치에 비해 1/6-1/7배정도 낮은 것으로 나타났다 (P<0.05).
2. 기능 노출 기간에 따른 임플란트 보철물의 수동 촉각감지도 비교 시 수평방향 측정치(P<sub>H</sub>)와 수직방향 측정치(P<sub>V</sub>) 모두 13-18개월 군에서 유의성 있게 감소하였다가 25개월 이후 다시 증가하였다 (P<0.05).
3. 기능 노출 기간에 따른 임플란트 보철물의 능동 촉각감지도의 비교 시 50% 한계두께(AT<sub>50</sub>)와 100% 절대 두께(AT<sub>100</sub>) 모두 7-12개월군에서 유의성 있게 감소하였고 그 이후 기간에는 유의성 있는 변화가 없었다.(AT<sub>50</sub>:P<0.005, AT<sub>100</sub>:P<0.05).
4. 임플란트 보철물과 대조군인 자연치의 최대 교합력의 비교 시 기능 노출 6개월이하 군에서는 임플란트 보철물이 자연치에 비해 낮았으나(P<0.05) 그 이후군에서는 유의성 있는 차이는 없었다.
5. 기능 노출 기간에 따른 임플란트 보철물의 최대 교합력 비교 시 13-18개월군에서 증가했고 (P<0.05) 그 이후기간에서는 유의성 있는 변화는 없었다.
6. 연령에 따른 구강 촉각감지도와 최대 교합력의 상관관계 비교에서는 수동 촉각감지도의 수평방향 측정치와 수직방향 측정치가 양성 상관관계를 나타내었다(P<sub>H</sub>: r=0.39, P<sub>V</sub>: r=0.41). 능동 촉각감지도와 최대교합력은 연령과 유의성 있는 상관관계는 없었다.
7. 저작 및 감각기능에 대한 설문조사 시 각각 76.6%, 96.7%의 만족도를 나타내었다.  
이상의 결과로 볼 때 임플란트 보철물의 구강 촉각감지도와 최대 교합력은 일정한 기능 노출 기간 후 증가하고 구강 촉각감지도는 자연치에 비해서는 낮으나 최대 교합력은 자연치와 차이가 없는 것으로 나타나 특히 대합치도 임플란트인 경우 과부하에 대

한 감지능력의 저하로 인해 임플란트의 실패를 야기할 수 있으리라 사료된다.

### 참 고 문 헌

1. Albrektsson T, Zarb GA, Worthington P, Eriksson AR. The long term efficacy of currently used dental implants:A Review and Proposed criteria of success. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1986;1:11-25
2. Astrand P, BorgK, Gunne & Olsson M. Combination of natural teeth and osseointegrated implants as prostheses abutments: A 2 years longitudinal study. *Int J Oral Maxillofac Implant* 1991 ; 6: 305-312
3. Bakke M, Holm B, Jensen BL, Michler L, Moller E. Unilateral, isometric bite force in 8-68-year-old woman and men related to occlusal factors. *Scand J Dent Res* 1990;98:149-158.
4. Bonte B, Linden RWA, Scott BJJ, van Steenberghe. Role of periodontal mechanoreceptors in evoking reflexes in the jaw-closing muscle of the cat. *J Physiol* 1993;465:581-594
5. Christensen LV, Levin AC. Periodontal discriminatory ability in human subject with natural dentitions. *J Dent Assoc S Afr* 1976; 31:339-42.
6. Christensen J, Morimoto T. Dimension discrimination at two different degrees of mouth opening and the effect of anaesthesia applied to the periodontal ligaments. *J Oral Rehabil* 1977;4:157-164
7. DeHernandez & Bodine R. Masticatory strength with implant dentures as compared with soft-tissue borne dentures. *J Prosthet Dent*1969;22:479-486
8. Caffesse RG, Carraro JJ, Albino EA. Influence of temporomandibular joint receptors on tactile occlusal perception. *J Period Res* 1973;8:400-403

9. Fenton AH, Occlusal thickness perception of patients with Osseointegrated Implant Bridges [abstract 437] *J Dent Res* 1981;60:419.
10. Floystrand F, Kleven E, Oilo G. A novel miniature bite force recorder and its clinical application. *Acta Odontol Scand* 1982;40:209-214
11. Green D, Swets J. Signal detection: Theory and psychophysics, 1st edn. New York: John Wiley and sons. 1966:121-130.
12. Hämmerle C, Keller D, Lussi A, Bragger U, Lang NP. Perceived pressure thresholds with dental implants during a healing phase of 3 months [abstract No. 102]. *J Dent Res* 1992;71:528.
13. Hämmerle CHF, Wagner D, Bragger U, Karayiannis A, Joss A, Lang NP. Threshold of tactile sensitivity perceived with dental endosseous implants and natural teeth. *Clin Oral Impl Res* 1995; 6: 83-90
14. Haraldsson T, Carlsson GE, Ingervall B. Functional state, bite force and postural muscle activity in patients with osseointegrated oral implant bridges. *Acta Odontol Scand* 1979;37:195-206.
15. Haraldsson T, Jemt T, Stalblad PA, Lekholm U. Oral function in subjects with overdentures supported by osseointegrated implants. *Scand J Dent Res* 1988;96:235-242.
16. Haraldsson T, Karlsson U, Carlsson GE. Bite force and oral function in complete denture wearers. *J Oral Rehabil* 1979;6:41-48
17. Haraldsson T, Zarb GA. A 10-year follow-up study of the masticatory system after treatment with osseointegrated implant bridges. *Scand J Dent Res* 1988;96:243-252.
18. Haraldsson T, Carlsson GE. Bite force and oral function in patients with osseointegrated oral implants. *Scand J Dent Res* 1997;85:200-208
19. Haraldsson T, Ingervall B. The silent period and Jaw Jerk reflex in patient with osseointegrated oral implant bridges. *Scand J Dent Res* 1979;87:365-372
20. Heasman PA. The myelinated fibre content of human inferior alveolar nerves from dentate and edentulous subjects. *J Dent* 1984;124:283-286
21. Jacobs R, Schotte A, Van Steenberghe D. Influence of temperature and foil hardness on interocclusal tactile threshold. *J Perio Res* 1992;27:581-587.
22. Jacobs R, van Steenberghe D. Role of periodontal ligament receptors in the tactile function of teeth: A review. *J Perio Res*.1994; 29:153-167.
23. Jacobs R, van Steenberghe D. Comparative evaluation of the oral tactile function by means of teeth or implant-supported prostheses. *Clin Oral Impl Res* 1991;2:75-80
24. Jacobs R, van Steenberghe D. Comparison between teeth and implant-supported prostheses regarding the passive threshold. *J Oral Maxillofac Impl* 1993;8:549-554.
25. Jacobs R, Schotte A, van Steenberghe D, Quiryneb M & Naert. Posterior jaw bone resorption in osseointegrated implant-supported overdentures. *Clin Oral Implants R*. 1992;3:63-70
26. Jemt T, Lekholm U, Adell R. Osseointegrated implants in the treatment of partially edentulous patients: A preliminary study on 876 consecutively placed fixtures. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1989;4:211-217
27. Jemp T, Carlsson GE. Aspects of mastication with bridges on osseointegrated implants. *Scand J Dent Res*. 1986;94:66-71.
28. Johansson C, Albreksson T. Integration of screw implants in the rabbit: A 1 year follow-up of removal torque of Titanium implants. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1987;2:69-75
29. Kamp T, Haraldsson T, Hannerz H, Carlsson GE. Occlusal perception and bite force in Young subjects with and without dental fillings. *Acta*

- Odontol Scand 1987;45:101-107
30. Karayiannis AI, Lussi A, Hammerle C, Bragger U, Lang NP. Perceived pressure threshold with natural teeth and single crowns on osseointegrated dental implants [abstract 1554]. *J Dent Res* 1991;70.
  31. Kawamura Y. Role of oral afferents for mandibular and lingual movements. IN: Bosma, J., Thomas, C. ed 2nd Symposium on Oral Sensation and perception: 1970;170-191
  32. Keller D, Hammerle CHF, Lang NP. Thresholds for tactile sensitivity perceived with dental implants remain unchanged during a healing phase of 3 months. *Clin Oral Impl Res* 1996;7:48-54.
  33. Klineberg I. Influences of temporomandibular articular mechanoreceptors on functional jaw movements. *J of Oral Rehabil* 1980;7:307-317
  34. Komiyama Y. Clinical and research experiences with osseointegrated implants in Japan. In: Albrektsson T, Zarb GA (eds). *The Branemark Osseointegrated Implant*. Chicago: Quintessence, 1989: 197-214.
  35. Knowlton J. Masticatory pressure exerted with implant dentures as compared with soft-tissue borne dentures. *J Prosthet Dent* 1953;3:721-726
  36. Levin B, Landesman HM. A practical questionnaire for predicting denture success or failure. *J Prosthet Dent* 1976;35:124-130
  37. Linden RWA, Scott BJJ. The effect of tooth extraction on periodontal ligament mechanoreceptors represented in the mesencephalic nucleus of the cat. *Arch oral Biol* 1989;34:937-941
  38. Linderholm H, Wennström A. Isometric bite force and its relation to general muscle force and body build. *Acta Odontol Scand* 1970;28:679-689
  39. Lindqvist LW, Carlsson GE. Long-term effects on chewing with mandibular fixed prostheses on osseointegrated implants. *Acta Odontol Scand* 1985;43:39-45
  40. Loewenstein WR, Rathkamp R. A study on the pressure-receptive sensibility of the tooth. *J Dent Res* 1955;34:287-294.
  41. Loescher AR, Robinson PP. Properties of periodontal mechanoreceptors in evoking reflex in the jaw-closing muscle of the cat. *J Physiol* 1991;444:85-87
  42. Lundqvist S, Haraldson T. Occlusal perception of thickness in patients with bridges on osseointegrated oral implants. *Scand J Dent Res* 1984;92:88-92.
  43. Manly RS, Pfaffman C, Lathrop DD, Keyser J. Oral sensory thresholds on dimension discrimination of objects held between human tooth arches. *Arch Oral Biol* 1952;21:219-220.
  44. Mericske-stern R, Dr Med Dent. Oral Tactile Sensibility in Overdenture Wearers With Implants or Natural Roots: A Comparative Study. Part 2. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1994; 9:63-70
  45. Mericske-Stern R, Hofmann J, Wedig A, Geering AH. Maximal biting force and minimal pressure threshold measured on patients with overdentures supported by implants or natural roots: A comparative study, Part I. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1993;8:641-649
  46. Mericske-Stern R. Oral tactile sensibility in overdenture wearers with implants or natural roots: A comparative study. Part 2. *Int J Oral Maxillofac Impl* 1994;9:63-70.
  47. Mericske-stern R, Assal P, Mericske E. Occlusal force and oral tactile sensibility measured in partially edentulous patient with ITI implant. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1995;10:345-354.
  48. Mihail G, Tzakis, Bengt Linden, Torsten Jemt. Oral function in patient treated with prostheses on brånemark osseointegrated implants in partially edentulous jaws: A



- pilot study.. In *J Oral Maxillofac Implants* 1990;5:107-111.
49. Muhlbradt L, Ulrich R, Mohlann H, Schmid H. Mechanoreception of natural teeth versus endosseous implants revealed by magnitude estimation. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1989;4:125-130.
  50. Öwall B. Oral tactility during chewing. II. Natural dentition. *Odont Revy* 1974;25:135-146.
  51. Öwall B. Oral tactility during chewing. III. Denture wearers. *Odont Revy* 1974;25:255-272.
  52. Richer EJ, Priv-Doz, Dipl-Ing. In Vivo Vertical Force on Implants. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1995;10:99-108
  53. Richer EJ. Basic biomechanics of dental implants in prosthetic dentistry. *J Prosthet Dent.* 1989;61:602-609
  54. Roman MC, Razzoog M, Lang BR. Critical evaluation of patient responses to dental implant therapy. *J Prothet Dent* 1997;78:574-81
  55. Sakada S. Mechanoreceptors in fascia periosteum and periodontal ligament. *Bull Tokyo Med Dent Univ.* 1974;21:11-13
  56. Siirila H, Laine P. The tactile sensibility of the parodontium to slight axial loading of the teeth. *Acta Odontol Scand* 1963;21:415-429.
  57. Siirila HS, Laine P. Occulusal tactile threshold in denture wearer. *Acta Odontol Scand* 1969;27:193-197.
  58. Strid KG. Radiographic result. In Branemark P-I, Zarb G, Albrektsson T, ed. *Tissue integrated prostheses: osseointegration in clinical dentistry.* Chicago: Quintessence Publishing. 187-198
  59. van Steenberghe D. A retrospective multicenter evaluation of the survival rate of osseointegrated fixtures supporting partial prostheses in the treatment of partial edentulism. *J Prosthet Dent* 1989;61:217-222.
  60. van Steenberghe D. Damping characteristics of bone to implant interfaces. *Clin Oral Impl Res* 1995;6:31-39
  61. Watanabe M. Studies on oral sensory threshold. II. Sex and Age differences. *J Osaka Univ Dent Soc* 1962;7: 17-20
  62. Weiner S, Klein M, Doyle JL, Brunner M. Identification of axons in the Peri-implant Region by Immunohistochemistry. *Int J Oral Maxillrofac Implants.* 1995;10:689-695
  63. Wennström A. Psychophysical investigation on bite force. II. Studies in individuals with full dentures. *Swed Dent J* 1971; 64:821-827
  64. Wennström A, Marklund G, Eriksson PO. A clinical Investigation of bite force and chewing habits in patients with total maxillary denture and partial mandibular denture. *Swed Dent J* 1972;65:279-284
  65. Worthington P, Lang BR, LaVelle WE. *Osseointegration in Dentistry An Introduction.* 1994:19-27.
  66. 김선재, 한동후: PerioTest를 이용한 임플란트 동요도에 관한 연구. 연세대학교 석사학위논문 1997

## ABSTRACT

# OCCLUSAL FORCE AND ORAL TACTILE SENSIBILITY MEASURED IN PARTIALLY EDENTULOUS PATIENTS WITH BR NEMARK IMPLANTS AND NATURAL TEETH: A CLINICAL STUDY

Bock-Young Jung, D.D.S., M.S.D., Young-Sik Jeon D.D.S., M.S.D., Ph.D., Dong-Hoo Han, D.D.S., M.S.D., Ph.D

*Department of Dentistry The graduate School, Yonsei University*

During the previous several decades the osseointegrated implants have been considered as the most ideal therapy for the fully edentulous or partially edentulous patients. Although the research on the biocompatibility of osseointegration, the oral tactile function, and the histo-neurologic study had been performed, the change of the oral tactile sensibility and maximal occlusal force according to the postinsertion time of implant prostheses has not been studied. The purpose of this study was to compare the oral tactile sensibility and maximal occlusal force of implant prostheses to natural teeth according to the specific postinsertion time intervals. The fifty seven patients treated with Brånemark implants during the recent seven years were involved in this study. The oral tactile sensibility and maximal occlusal force were measured according to the postinsertion time ( $\leq 6$  months,  $\leq 12$  months,  $\leq 18$  months  $\leq 24$  months, and  $\geq 25$  months)

1. The passive tactile threshold of implants was higher than 6-7 times when comparing to natural teeth ( $P < 0.05$ ).
2. The absolute pressure threshold in horizontal and vertical direction for the passive tactile sensibility had decreased significantly in the post insertion time 13-18 months group and had increased significantly in the post insetion time over 25 months group ( $P < 0.05$ ).
3. 50% limit thickness and 100% absolute thickness for the active tactile sensibility had decreased significantly in the postinsertion time 7-12 months group ( $AT_{50} : P < 0.005$ ,  $AT_{100} : P < 0.05$ )
4. The maximal occlusal force of the implants prostheses had decreased when comparing with natural teeth in the postinsertion time 1-6 months group ( $P < 0.05$ ) and after that there was no significant difference between the implant prostheses and natural teeth ( $P < 0.05$ ).
5. Maximal occlusal force according to the postinsertion time had increased significantly in the 13-18 months group ( $P < 0.05$ ), after that there was no significant difference.
6. There was positive correlation between age and oral tactile sensibility tested in horizontal and vertical direction ( $P_H : r = 0.39$ ,  $P_V : r = 0.41$ ) and there was no correlation between age and maximal occlusal force, age and active tactile sensibility

7. According to the results of the questionnaire, 76.6% of the patients were satisfied with the function and 96.7% of the patients were satisfied with the sensibility.

In conclusion oral tactile sensibility and maximal occlusal force of implants have changed with the postinsertion time. Oral tactile function of implants was lower than that of the natural teeth, but for the maximal occlusal force there was no difference between implants and natural teeth.

---

**Key words** : Implant, Oral Tactile Sensibility, Maximal Occlusal Force