

## 부분 무치악 고정성 임플란트 보철하에서 교합접촉정도에 관한 연구

조선대학교 치과대학 보철학교실

송금영 · 계기성 · 정재현

### 1. 서론

과거 수십 년 동안 치아 및 그 주위 조직의 결손을 수족하기 위한 보철 치료는 새로운 재료의 개발과 더불어 제작 방법의 개선 및 발달로 꾸준한 진보를 이루어 왔지만 임상적으로 완전히 만족할 만한 술식은 아직까지 없었다. 그러나 최근들어 악골에 치아 대체 물질을 매식하고 이를 이용하여 보철물을 제작하는 임플란트 보철의 개발은 보철 수복을 위해 인접치를 손상시켜야 하는 고정성 보철물의 단점과 계속되는 치조골 흡수로 인한 정기적 의치의 조절을 필요로 하는 가철성 보철물의 단점을 보완할 수 있을 뿐만 아니라 의치의 유지 및 지지, 환자의 심리적 안정도, 자기 만족도에서 통상적인 보철물보다 양호한 결과를 얻어 지속적인 발전을 이루어 왔다<sup>(6, 10, 12)</sup>.

임플란트는 1913년 Greenfield<sup>(34)</sup>에 의해 소개된 이후 여러 임플란트의 시술 방법 및 재료가 사용되어 왔지만 생체 적합성이 결여 되어 실패하곤 하였다. 다양한 종류의 임플란트가 개발, 소멸되는 가운데 1977년 스웨덴의 Bränemark<sup>(19)</sup>에 의해 15년간의 동물 및 임상 실험을 거쳐 골유착(Osseointegration)의 개념이 보고된 이래 골유착성 임플란트를 이용한 각종 보철 치료가 시행되어 왔으며 장기간에 걸

친 임상 연구 결과에서 높은 성공율을 보임에 따라 최근 임플란트에 대한 관심과 이용이 증가되고 있다.

치과 임플란트는 개발 초기에 주로 대합치가 총의치인 완전 무치하악의 수복을 위해 사용되었으나 점차 부분 무치악 환자의 결손부 수복에 그 이용이 증가되어 광범위하게 사용되고 있다. 임플란트를 이용한 부분 무치악의 보철물은 자연치와 연결하여 치아와 임플란트에 의해 지지되거나, 충분한 갯수의 임플란트를 매식함으로써 자연치와의 연결없이 단독으로 임플란트에 의해서 지지된다<sup>(12, 31, 32, 42, 64)</sup>.

이때 자연치는 탄력성 있는 치근막에 둘러싸여 있어 응력을 흡수하거나 치아의 이동을 허용할 수 있는 반면 골유착성 임플란트는 골과 임플란트가 직접 유착되어 응력의 완압 및 운도의 허용 등에 관한 특정한 방어 기전이 없으므로 골유착성 임플란트의 성공에는 외과적 술식뿐만 아니라 생역학적 관점에서 적절한 교합의 형성이 중요한 역할을 한다고 볼 수 있다<sup>(5, 12, 20, 21, 41)</sup>.

지금까지 골유착성 임플란트 보철물의 교합 및 저작 기능에 관한 많은 연구가 있어 왔다. Lundgren<sup>(48)</sup>은 자연치에 대합되는 치아 지지 보철물보다 총의치에 대합되는 임플란트 지지보철물의 cantilever에 더 큰 부하가 가해짐을 발견하였

고, Haraldson<sup>(37)</sup>은 임플란트 보철에 의한 평균 최대 교합력은 가철성 국소의치의 경우보다는 높으나 자연치의 경우보다 낮으며 치주적 지지가 감소된 지대치의 고정성 보철물의 경우에 근접하다고 하였다. 한편, Albertsson<sup>(13)</sup>은 대부분의 교합압을 임플란트 고정체에 의해 직접 지지되는 부위에 분산시킬 필요가 있다고 강조하였으며, Lundgren<sup>(47)</sup>은 조기 접촉이나 급한 교두 경사에 의해 발생하는 수평력을 최소화시켜야 한다고 하였다. 하지만 아직도 교합의 양식과 교합면 형태에 따른 교합력의 효율성에 대한 연구는 그다지 많지 않아 임플란트 보철물에 대한 교합 개면은 확실히 정립되지 않고 있다.

임플란트 보철물의 설계시 교합의 개념을 도입하는데 기본적인 사항 중 하나는 임플란트에 가해지는 생역학적인 응력(biomechanical stress)을 조절하는 것으로서<sup>(5)</sup> 골-임플란트 계면과 보철물 둘다에 최소의 응력이 가해지도록 교합을 형성하는 것이 중요하다. 생리적인 한계를 넘어선 응력은 나사유지와 접착제의 소실, 보철물의 파절 및 임플란트 주위의 골흡수를 야기시켜 임플란트의 실패를 초래하는 주된 원인이 되므로<sup>(23, 55)</sup> 보철적 수복시 골과 임플란트 계면에 가해질 수 있는 과도한 교합압을 줄여주어야 하며 양측성 동시적 접촉을 이루면서 전 악궁에 걸쳐 교합력이 균일하게 분포되도록 하여야 한다.<sup>(21, 63)</sup>

임플란트 보철 수복 과정에서 과도한 교합을 줄여주는 방법으로는 임플란트체의 장축방향으로 교합 하중을 전달시키기 위해 교합 접촉을 중심외에 위치시키거나 보철물의 교합 평면과 교두경사를 줄여줌으로써 저작압의 수직적, 수평적 요소를 감소시킬 수 있다. 또한 중심 교합시 임플란트에 의해 지지되는 보철물을 약한 접촉(slight contact)이 되도록 하는 것이다. 이는 자연치와 임플란트 간의 수직 운동 차이를 교합 접촉에 의해 해결하기 위한 것

으로서 교합시 자연치와 임플란트에 동일한 접촉을 형성해 준다면 인접 자연치아보다 임플란트에 더 많은 힘이 전달되기 때문이다<sup>(5)</sup>.

이에 대해 Misch<sup>(55)</sup>는 약 3-5 pound의 힘을 가했을 때 자연치는 8-28 $\mu$ m의 수직운동을 하는데 비해 임플란트의 수직 이동은 3-5 $\mu$ m이므로 임플란트 보철물은 가볍게 다물었을 때 대합치와 25 $\mu$ m 정도의 간격을 부여해야 최대 교두 감합시 인접 치아와 비슷한 정도의 접촉이 이루어진다고 주장했으며, Hobo<sup>(41)</sup>는 골유착성 고정성 보철물의 중심 접촉은 자연치보다 30 $\mu$ m 정도의 공간을 더 부여해줌으로써 가벼운 교합시에는 대합치와 접촉하지 않고 강한 교합시 자연치가 함입된 후 대합치와 접촉되도록 해야 한다고 제시했다. 반면 English<sup>(30, 31)</sup>는 임플란트 지지 고정성 보철물은 인접 자연치의 기능적 함입을 허용하도록 50-100 $\mu$ m 정도 저위교합(infraocclusion)시켜야 한다고 했으며 Schulte<sup>(68)</sup>는 자연치가 20-100 $\mu$ m 범위로 수직, 수평적 운동을 일으키므로 교합 조정시 0.1mm두께의 교합 박편(occlusion foil)을 사용해야 한다고 역설했다.

이와 같이 임플란트 보철에 부여되는 교합접촉 정도는 학자마다 차이가 있으며 제시한 교합접촉 정도 역시 양측성으로 균등한 교합력과 균일한 교합접촉점 분포를 이룬 상태에서 실험적으로 증명된 접촉정도 라기 보다는 치주적 측면에서 측정한 자연치의 수직운동량의 수치로부터 기인된 것이다.

이에 저자는 임플란트 보철의 교합 개념을 기초로 하여 교합력 및 교합접촉점에 따른 교합접촉 정도를 연구하고자 성인 부분 무치악 임플란트 보철 환자를 대상으로 교합 접촉점의 정성 및 정량 분석이 가능하며 교합접촉정도에 따른 교합력의 분석이 가능한 교합 분석 계기인 T-scan system (Tekscan, Inc., Boston, U.S.A)을 이용하여 정중 시상선을 경계로 자연치측과 임플란트 측으로 나누어 T-scan system의 고유 모드로부터 교합력과

교합접촉점에 대해 분석하고 임플란트 보철의 교합 접촉정도를 Shimstock 을 이용하여 측정 한 결과 다소의 지견을 얻었기에 이에 보고 하는 바이다.

## II. 연구 대상 및 방법

### 1. 연구 대상

조선대학교 부속치과병원 보철과에 내원한 환자로 한 악공은 자연 치열 또는 고정성 보철물을 장착하고 대합되는 악공에는 자연치와 연결하지 않은 완전 임플란트 지지의 편측성 부분 무치악 임플란트 지지 보철물의 장착을 시행 중인 환자들 중 모든 치열이 완성된 상태의 정상 교합을 가지며 병적인 치주 상태나 악관절 증상이 없는 15명(남자 8명, 여자 7명, 평균 연령 42.5세)를 연구 대상으로 선정하였다.

### 2. 연구 방법

본 연구에서는 T-scan system(Tekscan, Inc., Boston, U.S.A)을 이용하였으며(Fig. 1) 이는 크게 sensor회로, computer mother board, 9 inch color displayer, printer, 전원 공급부를 내장하고 있는 system unit와 handle assembly로 구성되어 있으며 handle assembly는 두 가지 size의 sensor support를 탈착이 가능하도록 되어 있고 그에 맞는 sensor를 위치시킬 수 있게 되어있다(Fig. 1). 환자를 치과 진료용 의자에 직립위( upright position)자세로 앉히고 머리는 수평면보다 약 15도 정도 상방으로 향하게 하였으며 푸른색의 표준 감압지를 handle assembly에 위치시킨 후 감압지 지지 장치의 위치 지시점이 상악 중절치 간의 접촉점에 위치되도록 감압지를 환자 구강내에 위치 시킨 후 각 폐구시마다 감압지가 항상 제 위치

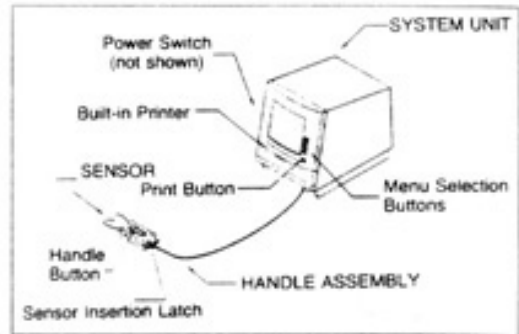


Fig. 1 Schematic diagram of T-scan system

에 있는지 확인하므로써 위치의 재현성을 부여하였다.

피검자 고유의 치열공을 인지하기 위해 환자로 하여금 중심 교합위로 폐구하도록 유도하여 각 환자의 고유 치열공 크기 및 형태를 인식한 다음 T-scan system의 software중 교합력 및 교합접촉점을 측정할 수 있는 교합력 순간포착모드를 이용하여 환자의 습관성 교두감합위(habitual intercuspation)로 폐구하도록 하였다.

이때 폐구시 교합력은 환자에게 저작 근육을 충분히 이완시킨후 가볍게 물도록 하여 video monitor상에 접촉점이 약 2-3개 나타날 때의 교합력을 가벼운 폐구 상태(Fig. 2)로 기록하고 최대 교두 감합위로 폐구시켜서 나타나는 최대 교합력을 강한 폐구 상태(Fig. 3)로 나누어 결과를 기록하였으며 환자의 정확한 습관성 교두감합위를 찾기 위해 감압지를 구강내에 위치시킨 후 수차례에 걸쳐 환자로 하여금 습관성 교두감합위로 폐구를 유도하여 유사한 양상으로 재현될 때 bite를 기록하였고 이때 감압지의 정확성을 위해 각각의 환자마다 새로운 감압지를 사용하였으며 한감압지로는 2회의 폐구만 실시하였다<sup>(38)</sup>.

먼저 임플란트 지지 상부 보철물을 제작할 때 자연치 지지 상부 보철물의 제작할 때 자연치 지지 상부 보철물의 제작시와 동일하게 최대 치아 접촉을

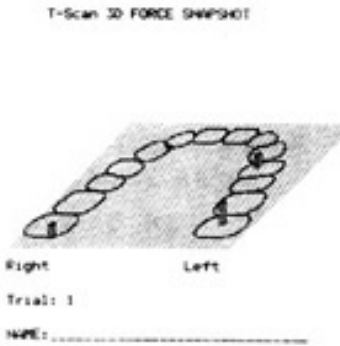
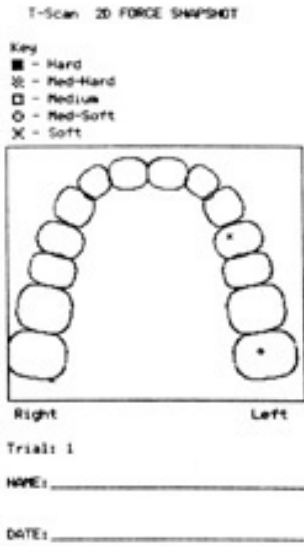


Fig. 2. T-scan 2D(upper) and 3D(lower) force snapshot at light closure.

이루도록 교합면을 형성하여 환자 구강내에 정착한 후 T-scan system을 이용하여 가벼운 폐구 상태와 강한 폐구상태에서 교합력 및 교합접촉점을 video monitor상에서 평가하고 각각 2회의 bite에 대한 data를 printer로 출력하였다.

그다음 강한 폐구시 T-scan상에서 교합 접촉점이 균일하게 분포되고 좌우측 교합력이 균등하게 확인될 때까지 교합조정을 시행하였으며 이때 8 $\mu$ m의 Shimstock를 기본 두께로 이용하여 가벼운 폐구시 임플란트 보철물의 대합치와 교합접촉정도를 측정하였으며 교합조정 전과 동일한 방법으로 가벼운 폐구시와 강한 폐구시의 bite를 각각 2회씩 기록

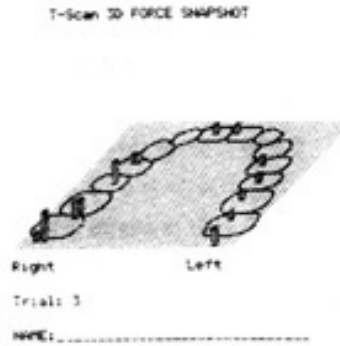
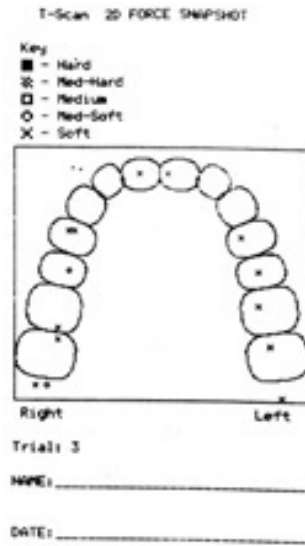


Fig. 3. T-scan 2D(upper) and 3D(lower) force snapshot at heavy closure.

하였다.

bite의 기록은 교합력 모드 중 교합력 순간 포착 모드에서 교합력에 대한 통계를 얻었으며 이를 교합력의 크기에 따라 soft, med-soft, medium, med-hard, hard로 표시되는 2차원 그림과 각 부위의 교합력 크기를 원주 형태로 나타내는 3차원 그림을 printer로 출력하여(Fig. 2, 3) 각 환자에서 교합조정 전과 후의 가벼운 폐구 상태와 강한 폐구 상태의 기록에서 정중 시상선을 경계로 자연치 측과 임플란트 측으로 나누어 각각의 경우에 대한 교합력 크기 및 교합접촉점 수를 비교하였으며 교합조정후 가벼운 폐구상태에서 측정된 임플란트 보철

물의 대합치와의 교합접촉정도를 평가하였다.

### III. 연구성적

#### 1. 교합력에 관한 분석

##### A. 교합조정전과 후의 비교

가벼운 폐구의 경우 Table 1과 같이 자연치측교합력의 총합인 NF는 교합조정전과 후에 각각

6.19N, 6.60N으로 별 차이가 없었으나 임플란트측 교합력의 총합인 IF는 조정전에 6.49N에서 조정수 3.13N으로 유의성있게 감소하였으며(P<0.01) 강한 폐구의 경우 NF는 교합조정전과 후에 각각 22.83N, 24.53N이며 IF는 각각 41.38N, 26.17N으로 교합조정후 유의성있게 감소하였다(P<0.05).

한편 자연치측과 임플란트측의 교합력의 좌우균형(NIM)은 정중 시상축을 중심으로 좌측을1, 우측을 2로 표시하는데 본 논문에서는 절대값만을 취하여 정중 시상축으로부터 교합력의 편위된 정도를 나타냈다. 이를 계측한 결과 Table 1, 2에서 보는 바와

Table 1. Measurement of force moment statistics at light closure

	NF (N)	IF (N)	NIM (Nmm)
	Mean ± S.D.	Mean ± S.D.	Mean ± S.D.
Pre-adjustment	6.19 ± 3.36	6.49 ± 3.63	90.92 ± 85.27
Post-adjustment	6.60 ± 3.98	3.13 ± 2.34	198.94 ± 159.12

\* : P < 0.05, \*\* : P < 0.01

NF : occlusal force of natural tooth side

IF : occlusal force of implant side

NIM : natural tooth side-implant side moment

Table 2. Measurement of force moment statistics at heavy closure

	NF (N)	IF (N)	NIM (Nmm)
	Mean ± S.D.	Mean ± S.D.	Mean ± S.D.
Pre-adjustment	22.83 ± 14.26	41.38 ± 33.72	470.16 ± 391.06
Post-adjustment	24.53 ± 15.84	26.17 ± 14.88	183.01 ± 199.34

\* : P < 0.05

NF : occlusal force of natural tooth side

IF : occlusal force of implant side

NIM : natural tooth side-implant side moment

같이 가벼운 폐구시 교합조정전과 후에 각각 90.92 Nmm, 198.94Nmm이며 강한 폐구시는 각각 470.16Nmm, 183.01Nmm로서 모두 유의한 차이를 보였다.

### B. 자연치측과 임플란트측의 비교

교합조정전과 후에서 가벼운 폐구시와 강한 폐구시 정중 시상선을 경계로 한 자연치측과 임플란트 교합력 비교는 Table 3과 같다.

교합조정전 자연치측과 임플란트측의 교합력의 총합인 NF, IF는 가벼운 폐구시 각각 6.19N, 6.49N으로 교합력 차이가 거의 없으나 강한 폐구시 NF, IF값은 각각 22.83N, 41.38N으로 임플란트측의 교합력이 유의성있게 증가되었다(P<0.01).

반면, 교합조정 후 가벼운 폐구시의 NF, IF는 각각 6.60N, 3.13N으로 자연치측에 비해 임플란트측의 교합력이 유의성있게 감소하였으나(P<0.01). 강한 폐구시의 NF, IF는 각각 24.53N, 26.17N으로

거의 유사하게 나타났다.

## 2. 교합접촉점에 관한 분석

### A. 교합조정전과 후의 비교

NC, IC는 정중 시상선을 경계로 자연치측과 임플란트측으로 구분하여 각각의 총 치아 접촉점수를 측정된 값으로 Table 4에서 보는 바와 같이 가벼운 폐구시 교합조정 전과 후의 NC는 각각 1.97개, 2.33개이며 IC는 각각 2.27개, 1.47개로서 임플란트측에서 조정전에 비해 조정후에 유의성있게 감소하였다(P<0.05). Table 5에서 보는 바와 같이 강한 폐구시 교합조정 전과 후의 NC는 6.00개, 6.67개, IC는 8.53개, 7.13개로서 자연치측과 임플란트측 모두에서 유의성은 보이지 않았으나 임플란트측 접촉점 수가 교합조정전에 비해 조정후에 다소 감소하였다.

Table 3. Comparison of occlusal force between natural tooth side and implant side

(Unit : N )

		light closure	heavy closure
		Mean ± S.D.	Mean ± S.D.
pre-adjustment	NF	6.19 ± 3.36	22.83 ± 14.26
	IF	6.49 ± 3.63	41.38 ± 33.72
	NF - IF	-0.30 ± 0.27	-18.55 ± 19.46
post-adjustment	NF	6.60 ± 3.98	24.53 ± 15.84
	IF	3.13 ± 2.34	26.17 ± 14.88
	NF - IF	3.47 ± 1.64	-1.64 ± 0.96

\*\* : P < 0.01

NF : occlusal force of natural tooth side

IF : occlusal force of implant side

NF - IF : difference of occlusal force between natural tooth side and implant side

Table 4. Statistical analysis of the number of occlusal contact point at light closure

	NC	IC
	Mean ± S.D.	Mean ± S.D.
pre-adjustment	1.87 ± 0.92	2.27 ± 0.70
post-adjustment	2.33 ± 2.32	1.47 ± 0.64

\* : P < 0.05

NC : number of contact point of natural tooth side

IC : number of contact point of implant side

Table 5. Statistical analysis of the number of occlusal contact point at heavy closure

	NC	IC
	Mean ± S.D.	Mean ± S.D.
pre-adjustment	6.00 ± 2.36	8.53 ± 2.80
post-adjustment	6.67 ± 2.32	7.13 ± 3.09

NC : number of contact point of natural tooth side

IC : number of contact point of implant side

### B. 자연치측과 임플란트측의 비교

교합조정전과 후에서 자연치측과 임플란트측의 교합접촉점 수에 대한 비교 결과는 Table 6과 같다.

가벼운 폐구시의 교합조정전 자연치측과 임플란트측의 교합접촉점 수는 1.97개, 2.27개이며 교합조정후는 2.33개, 1.47개로서 유의성을 보이면서 (P<0.05) 교합조정후 자연치측에 비해 임플란트측의 교합접촉점 수가 많이 감소하여 자연치측과 임플란트측 차이가 증가하였다.

강한 폐구시의 교합조정전 자연치측과 임플란트측의 교합접촉점 수는 NC, IC가 각각 6.00개, 8.53개로서 자연치측에 비해 임플란트측에서 유의성있

게 높았으나(P<0.05) 교합조정후 각각 6.67개, 7.13개로서 자연치측과 임플란트측의 차이가 감소함을 나타냈다.

### 3. 교합접촉정도에 관한 분석

강한 폐구시 비교적 양측으로 균등한 교합력과 균일한 분포의 교합접촉점을 보일때 가벼운 폐구 상태에서 측정된 임플란트 보철물의 대합치와 교합접촉정도는 Table 7에서 보는 바와 같이 평균 34.13 $\mu$ m, 표준 편차 21.69 $\mu$ m로 나타났으며 최소 8 $\mu$ m에서 최대 80 $\mu$ m의 범위를 보였다.

Table 6. Comparison of the number of occlusal contact point between natural tooth side and implant side

		light closure	heavy closure
		Mean ± S.D.	Mean ± S.D.
pre-adjustment	NC	1.87 ± 0.92	6.00 ± 2.36
	IC	2.27 ± 0.70	8.53 ± 2.80
	NC - IC	-0.40 ± 0.22	-2.53 ± 0.44
post-adjustment	NC	2.33 ± 0.82	6.67 ± 2.32
	IC	1.47 ± 0.64	7.13 ± 3.09
	NC - IC	0.86 ± 0.18	-0.46 ± 0.77

\* : P < 0.05

NC : number of contact point of natural tooth side

IC : number of contact point of implant side

NC - IC : difference of the number of contact point between natural tooth side and implant side

Table 7. Measurement of degree of occlusal contact at light closure of post-adjustment

(Unit : μm)			
Mean	S.D.	Min.	Max.
34.13	21.69	8.0	80.0

#### IV. 총괄 및 고안

교두 감합위에서 양측성의 균일한 치아 접촉은 저상 교합에 있어 매우 중요한 요건이 된다<sup>7, 17, 25, 33)</sup>.

Risse<sup>(65, 66)</sup>는 교합의 안정을 이루는 최적의 교합 상태에 대해서 후방 접촉위에서 양측으로 안정된 접촉 상태를 이루고 중심 교합위에서 양측 견치와 구치가 동시에 균등한 치아 접촉이 되며 치아의 장

축 방향으로 교합력이 가해지며 측방운동시 균형축의 교합 간섭이 없고 작업측에서도 균등한 치아 접촉을 이루며 전방 이동시 가능한한 전체에서만 대칭적인 균등한 접촉이 있는 상태라 정의 했고, Okeson<sup>(61)</sup>과 Dawson<sup>(26, 27)</sup>등도 안정된 교합 상태에 대해서 모든 치아의 동시적 균등한 접촉의 중요성을 강조하였으며, McNamara<sup>(52)</sup> 등의 균형을 이루는 좋은 교합을 얻기 위한 적절한 치아 접촉수에 관한 연구에서 중요한 것은 교합 접촉점의 수를 증



가시킴을 위해서 중요한 것은 교합접촉점의 수를 증가시키기 위해 노력하는 것보다 교합의 안정을 성취하는 것이라 하였다.

임플란트 보철물에 부여되는 교합에 대해서는 아직 논란의 여지가 많으나 대부분은 자연치의교합 개념에서 도입되었다<sup>(5, 55)</sup> 골유착성 임플란트 보철물을 위한 이상적인 교합에 대해 Hobo<sup>(40)</sup>는 생리적 비정상 상태를 유발함이 없이 효과적인 저작과 좋은 심미성을 제공하며 악구강계와 조화를 이루는 교합으로 정의하였으며 Guichet<sup>(35)</sup>는 이상적인 교합을 표준화한 항목으로 수직적 응력을 감소시키는 교합과 함께 중심위에서 최대 교두 감합을 제공하는 교합을 강조하였다. 한편 Chapman<sup>(21)</sup>은 임플란트 보철의 기본적인 교합적 목표로서 양측성 동시적 접촉, 후방 접촉위에서 조기 접촉의 부재와 균형 측 간섭이 없는 부드럽고 동시적인 측방 편심 운동 및 교합력의 균일한 분포등을 내세웠으며 이중 양측성 동시적 접촉은 이상적 교합의 표준으로서 교합 구성에 가장 중요한 요소이며 임플란트 보철에 있어 특히 중요하다고 강조하였다.

골유착성 임플란트 지지 보철물을 제작시 기능적이고 자연치와 조화를 이루는 교합을 형성하는 것은 잔존 치아와 치조골 및 악관절의 건강 보존을 위해 중요할 뿐만 아니라 임플란트 자체와 그 상부에 부착된 보철물의 장기적인 성공에 결정적인 요소가 된다<sup>(21)</sup> 특히 부분 무치악 환자의 임플란트가 동일 악궁에 존재하므로 교합 형성이 어려우며 치아와 임플란트 사이의 탄성(resiliency) 등이 달라 여러 가지 문제점을 유발할 수 있으므로<sup>(10)</sup> 교합의 안정을 성취하는 것은 무엇보다도 중요하다.

교합 안정성에 대한 평가는 접촉이 일어나는 순간의 치아 접촉점의 갯수, 분포, 이들의 균형 여부, 그리고 접촉력의 균형을 분석함으로써 이루어지는<sup>(3, 11)</sup> 이는 크게 두 가지, 즉 정성 분석법(qualitative method)와 정량 분석법(quantitative method)로

나눌 수 있다.

정성 분석법은 기존의 교합지, Shimstock, 교합 왁스, 실리콘 인상재등을 단독 또는 복합적으로 이용하여 치아의 접촉 여부, 접촉 위치등을 확인하여 이의 갯수, 분포등을 평가하는 방법이다<sup>(16, 35, 46, 58, 69)</sup>. 그러나 이러한 방법은 사용 재료의 두께, 재질, 성분, 및 시술시 구강내 환경에 따라 오차가 쉽게 발생할 수 있으며 술자의 주관적인 판단에 의존하므로 교합의 객관적인 평가가 어렵고 조기 치아 접촉의 미세한 차이와 치아 접촉점간의 force의 차이등을 추가할 수가 없는 단점이 있다.

정량분석법으로는 접촉점의 강도를 알 수 있는 광교합 기술(photo-occlusion)<sup>(14, 28, 60)</sup>을 들 수 있는데, 광탄성 wafer의 두께나 경직성이 폐구를 방해 할 수 있어 교합 접촉의 정확한 재현성에 문제가 제기되었고, Pameijer 등<sup>(62)</sup>에 의해 소개된 intraoral occlusal telemetry는 치아 접촉의 발생 부위와 빈도를 기록할 수 있는 소형화된 기계 장치이나 대상이 고정성 보철물을 가진 경우로 제한되어 정상 교합의 전형적인 예가 될 수 없으므로 그 사용이 제한되어 있다.

반면 Maness 등<sup>(49, 50)</sup>에 의해 최근에 개발된 T-scan system(Tekscan, Inc., Boston, U.S.A)은 교합 접촉점의 정성 및 정량 분석이 가능한 혁신적인 교합 진단 방법으로서 교합 자료에 정확성과 다양성을 제공하였으며 교합 접촉을 연속적인 시간 단위에서 상대적인 교합압 및 교합 접촉 위치로 나타냄으로써 가시화된 즉각적인 정보를 얻을 수 있으므로 이에 본 연구에서는 T-scan system을 이용하여 교합력 및 교합접촉점을 측정하였다.

T-scan system에 관한 많은 연구가 있었는데 maness 등<sup>(49)</sup>, 金田 등<sup>(60)</sup>, 徳村 등<sup>(71)</sup>, 中島 등<sup>(72)</sup>은 교합적 진단 도구로서 T-scan system 자체의 각부분 및 기능에 대해 상세히 연구했으며 그 결과 T-scan에 대해 교합접촉정보를 정량화할 수 있는 진

단적 도구로서 이용할 수 있다고 하였다.

Maness와 Podoloff<sup>(50)</sup>, 연등<sup>(8)</sup>은 이 시스템을 이용하여 교두 감합위에서의 치아 접촉 분포를 연구하였고 Mizui등<sup>(56)</sup>, 방등<sup>(4)</sup>은 성인 정상 교합자의 교두 감합위에서 교합 안정에 대한 진단적 검사 방법으로 T-scan system을 사용하였으며 川添<sup>(73)</sup>등, 박등<sup>(3)</sup>은 측두하악장에 환자의 교합 접촉을 정상인과 비교 연구하였고 권등<sup>(1)</sup>은 측두하악 장애 환자의 교합 이개 신가를 측정하는데 이 시스템의 교합력 모드를 이용하였다. 한편, T-scan system은 의치와 관련되어 이용되기도 하였는데 이등<sup>(9)</sup>은 국소의 치환자의 중심 교합시 교합 접촉연구에, Boening등<sup>(18)</sup>은 총의치 환자에서 교합적 부하를 측정하는데 T-scan을 이용하였다. Chapman등은 두 위치 변화에 따른 교합 접촉 변화를 보고<sup>(23)</sup>하면서 임플란트 보철물을 갖는 치열의 교합 접촉<sup>(21)</sup>과 교합력 연구<sup>(22)</sup>에 T-scan system을 이용하여 보고하였다.

한편 시스템 자체에 대한 평가도 이루어졌는데 T-scan의 중요한 요체인 감압지에 대한 연구에서 Hsu등<sup>(43, 44)</sup>은 감압지의 면 전체를 통해 균일한 민감성을 가지지 않음을 관찰하고 그 민감성과 신뢰성에 의문을 제기했으며 Harvy등<sup>(39)</sup>은 감압지를 두 번까지 사용시는 유효하고 신뢰할만 하나 세 번 사용시 정확성이 감소된다고 했고 시스템의 재현성에 관한 연구<sup>(38)</sup>에서도 실험 상태에 따른 다양성의 결과를 보인다고 했으며 Kong등<sup>(45)</sup>은 T-scan을 왁스, 교합지와 비교분석한 결과 이 두 방법과 큰 차이는 없으나 종종 false negative contact를 나타낸다고 했다. 반면, Moini<sup>(57)</sup>는 T-scan system은 교합 접촉을 분석함에 있어 정확성과 재현성이 우수할 뿐만 아니라 그 기록을 보존할 수 있는 장점을 가졌다고 설명하였다. 교두감합위에서의 치아 접촉은 치열에서 교합의 본질을 이해하고 정확한 진단, 치료 및 수복을 계획하는데 있어 중요하다<sup>(29)</sup>. 교합 접촉점 수에 영향을 미치는 요소로는 교합 접촉을

측정하는데 사용되는 기구의 유형<sup>(15, 18, 28)</sup>, 두께<sup>(36, 67)</sup>, 교합력<sup>(65, 66)</sup>, 머리와 신체의 자세<sup>(23, 51)</sup>, 시간<sup>(16, 46)</sup> 등을 고려해야 한다.

Riise<sup>(65, 66)</sup>는 습관성 교두감합위치(Habitual intercuspation position)에서 가벼운 폐구와 강한 폐구로 물었을 때 강한 폐구시의 교합접촉점 수와 분포는 가벼운 폐구시보다 증가하였으나 유의한 차이는 없다고 보고하였으며 maximal clenching시 발생할 수 있는 저작근 피로의 문제점을 인식한 김등<sup>(2)</sup>은 T-scan system을 이용하여 maximal clenching과 habitual clenching시의 치아 접촉수와 접촉 시간을 연구한 결과 habitual clenching을 이용하는 방법이 maximal clenching을 사용하는 경우보다 더 재현성이 높은 것을 발견함으로써 치아 접촉을 연구할 때 기준으로 사용될 수 있다고 제시하였다. 한편, Berry등<sup>(46)</sup>은 교합 접촉의 매일의 변화에 대해 연구하였는데 교합 접촉은 하루를 통해 계속 변화하며 환자 저작근의 물리적 상태와 정신적 상태의 영향을 받으나 교합재 수복시 이러한 개념의 효과는 의심스럽다고 했다.

따라서 본 연구에서는 근육의 피로로 인한 오차를 줄이기 위해서 물리적인 근이완 요법을 충분히 시행한 후 측정을 시행하였으며 반복 시행시 교합력과 교합접촉점의 재현성이 높은 습관성 교두 감합위로 폐구하도록 유도하여 각각 2회씩 감압지를 물도록 함으로써 감압지의 변형에 의한 오차를 최소화 하도록 노력하였다.

T-scan system은 시스템 유닛, 소프트 웨어, 손잡이와 전선, 감압지로 구성되어 있으며 1회용인 감압지는 이 시스템의 가장 중요한 요체(Fig. 4)로서 이는 60 $\mu$ m의 두께를 가지며 표면과 바닥에는 1500개 이상의 감자점이 0.67mm의 정확성을 갖는 X-Y glrd로 형성되어 있고 강도, 찢김, 또는 천공에 대한 저항성 및 변형에 대한 신축성의 장점을 가지는 폴리에스터 필름 기질에 전기적으로 도체인

서너층의 잉크로 구성되어 있다<sup>(49)</sup>.

감압지에는 감도가 높은 붉은 색의 감압지와 푸른색의 표준 감압지가 있는데 붉은 색의 감압지는 통상적인 푸른 색의 감압지보다 약 4배 가량 감도가 높아 소수의 교합 접촉과 적은 교합력이 적용될 때 사용하도록 설계되어 있는 감압지이다. 그러나 접촉점이 10개 이상으로 많은 경우 감압지의 정확성이 떨어지므로 전체적인 교두 교합의 진단용으로는 적절하지 못해 본 연구에서는 푸른색의 표준 감압지를 사용하였다.

T-scan system은 교합 상태와 교합면압 분포를 실제 상태로 평가할 수 있으며 기록을 보존하고 치료전, 후의 분석이나 비교가 가능하다는 장점을 갖는 반면 치열궁의 모형이 생체와 완전히 일치하지 않는다는 문제점이 있는데 이는 표시된 교합 접촉을 상대적인 위치 관계의 표준으로 해석하면 될 것이며 다른 하나의 문제로는 감압지의 두께로서 본 연구에 사용된 감압지는 60  $\mu\text{m}$ 로 피검자의 구강내에 감압지가 있는 경우와 없는 경우 교합력 및 교합 접촉점 분포에 다소 변화를 초래할 수 있으나 자연 치측과 임플란트측이 동일한 두께의 감압지에 의해 기록되므로 상대적인 비교에는 큰 무리가 없을 것이라 사료되며 교두감합위로 폐구를 유도시 감압지의 최소 반응 하중 역치인 약 100g 이상의 교합력이 확실히 감압지에 미치게 하고<sup>(21)</sup> 교합접촉면적도 크게 되도록 배려하였다.

T-scan system에서 얻을 수 있는 자료는 크게 시간 분석모드(time analysis)와 교합력 분석모드(force analysis)로 나누어지는데 교합력 분석모드는 다시 교합력 순간 포착 모드(force snapshot)와 교합력 이동모드(force movie)로 나누어진다.

교합력 순간 포착 모드에서 얻을 수 있는 자료로는 LF(left Force), RF(Right Force), LRF(Left-Right Moment), LL(Left Lever), RL(Right Lever)의 5가지(Fig. 5)이며 이 중 LF, RF는 좌측

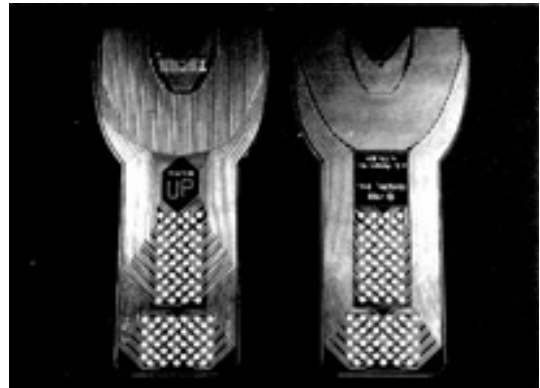


Fig. 4. Diagram of T-scan sensor.

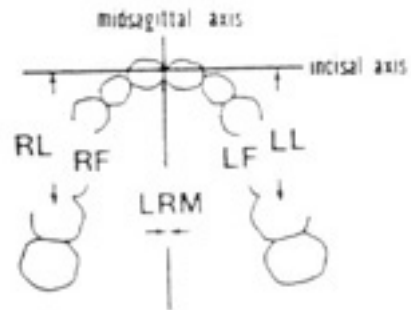


Fig. 5. Diagram of force snapshot analysis statistics.

과 우측의 교합 접촉점에서 교합력의 총합으로서 본 연구에서는 정중시상측을 경계로하여 자연치가 있는 측의 교합력의 총합을 자연치측 교합력(occlusal force of natural tooth side, NF), 반대측의 부분 무치악 임플란트 지지보철물이 있는 측의 교합력의 총합을 임플란트측 교합력(occlusal force of implant side, IF)으로 구분하였고 LRM은 모든 교합 접촉에서의 교합력과 정중 시상측까지의 거리를 곱하여서 교합력의 좌우 균형 여부를 나타내며 본연구에서는 자연치측과 임플란트측의 좌우 균형여부(natural tooth side-implant side moment, NIM)로서 평가 되었다. 만일 교합 접촉이 이상적 양상인 동시적 접촉으로 동일한 교합력

이 각 접촉점에 가해져 균등한 분포를 나타낸다면 NF와 IF는 동일한 값이 되며 NIM은 0.00 Nmm가 될 것이다.

본 연구에서 자연치측과 임플란트측의 교합력 크기를 본 NF, IF 값은 Table 1, 2에서 보는 바와 같이 가벼운 폐구시 NF는 교합조정 전과 후를 통해 일정한 크기의 교합력을 보이는 반면 IF는 교합조정 후 많이 감소됨을 보였는데 이는 자연치와 임플란트 간의 수직 운동 차이를 보상하기 위해 임플란트 지지 보철물에 부여한 교합 간격으로 인해 가벼운 교합시 보철물이 대합치와 접촉되지 않아 임플란트측 교합력이 감소되었다고 여겨진다. 또한 강한 폐구시에도 NF는 교합조정 전과 후에 큰 차이를 보이지 않았으나 IF는 유의성 있는 차이를 보여 보철물의 교합 조정에 의한 임플란트측의 교합력 감소를 알 수 있었다.

교합조정 전과 후의 좌우적 교합 균형을 본 NIM은 Table 1, 2와 같으며 가벼운 폐구시 교합조정 전에 비해 조정후에 정중시상측으로부터 교합력의 편위된 정도가 심해짐을 알 수 있는데 이는 임플란트 보철물의 교합조정으로 인해 임플란트측의 교합력이 감소되면서 자연치측으로 균형이 이동함으로써 나타난 결과로 판단되며 강한 폐구시는 교합조정후 그 편위된 정도가 감소하여 정중시상측에 가까워짐으로써 조정전보다 후에 더욱 더 안정적인 경향을 보여 교합조정으로 인해 자연치측과 임플란트측 교합력이 더 균형있게 분포되었음을 평가할 수 있었다.

한편 Table 3에서 보는 바와 같이 가벼운 폐구시 조정전에는 자연치측과 임플란트측의 교합력은 거의 유사했으나 조정후에 자연치측 교합력이 임플란트측에 비해 높은 수치로서 유의하게 더 컸으며 강한 폐구시의 경우 조정전에는 임플란트측의 교합력이 훨씬 컸으나 조정후 자연치측과 임플란트측의 교합력이 거의 균등하게 됨을 보아 English<sup>(31)</sup>의 연

구에서와 같이 임플란트 지지 보철물을 저위 교합 시킴으로써 기능적 교합력이 작용시 치아와 임플란트 지지 보철물 부위의 교합력이 동등화된다는 의견과 상응하였다. 즉, 가벼운 교합시 임플란트 보철물이 대합치와 교합되는 상태라면 기능적 운동에 의한 강한 교합이 이루어지게 될 때 치아와 임플란트 간의 수직적 차이로 인해 인접자연치보다 임플란트에 더 많은 힘이 전달되게 되며 결과적으로 임플란트 주위 골조직의 소실 및 보철물과 임플란트에 기계적인 문제점을 야기시키게 될 것이다. 따라서 강한 교합시 임플란트 보철물에 인접 자연치와 거의 비슷한 정도의 접촉이 이루어질 수 있도록 가볍게 다물었을 때 대합치와 일정 정도의 간격을 부여하는 것은 임플란트 보철물을 제작시 충분히 고려해야 될 중요한 과정이라고 사료된다.

본 연구에서 교합접촉점 수는 정중 시상선을 경계로 자연치측과 임플란트측으로 나누어 각각의 치아 접촉점 수를 조사하였는데 Table 4, 5에서와 같이 가벼운 폐구시 교합조정전과 후를 비교해 보면 자연치측 접촉점 수, 즉 NC는 변화가 적으나 임플란트측 접촉점 수, 즉 IC는 유의성있게 감소함을 알 수 있었다. 교합접촉점 역시 교합력과 유사하게 조정후 가벼운 교합시 임플란트 보철물이 접촉되지 않도록 함으로써 임플란트측 접촉점 수가 감소되었다고 생각되며 강한 폐구시에서도 같은 이유로 자연치측에 비해 임플란트측의 교합접촉점 수가 감소됨을 관찰할 수 있었다.

교합조정전과 후에서 자연치측과 임플란트측의 교합접촉점 수 차이를 비교해 보면 Table 6에서와 같이 가벼운 폐구시 교합조정전보다 후에 그 차이가 훨씬 증가하였으며 조정전에는 임플란트측이 자연치측에 비해 약간 증가되었으나 조정후에는 그와는 반대로 임플란트측이 자연치측에 비해 유의성있게 감소 하였고 강한 폐구시 교합조정전에는 임플란트측의 접촉점 수가 자연치측에 비해 증가된 상

태였으나 조정후 그 차이가 줄어들어 자연치측과 임플란트측의 접촉점 수가 비교적 균등해짐을 볼 수 있었다. 이와 같이 교합조정 전과 후의 자연치측과 임플란트측의 접촉점 수의 차이를 볼 때 교합 조정에 의해 Chapman<sup>(21)</sup>이 주장한 임플란트 보철의 기본적 교합적 목표 중 양측성의 균일한 분포를 이루는 교합 접촉이 이루어짐을 관찰할 수 있었고 자연치와 조화로운 임플란트 보철물 설계시 교합력 및 교합접촉점의 적절한 분포가 임상적으로 중요한 지침이 되리라 생각된다.

자연치와는 상이한 임플란트의 골유착 상태 때문에 골-임플란트 계면과 보철물 둘 다에 최소의 스트레스가 가해지도록 교합을 형성하는 것은 중요하다<sup>(20, 41)</sup>. 특히 부분 무치악 임플란트 보철의 경우 한 악궁에 자연치와 임플란트가 동시에 존재하므로 임플란트 지지 보철물을 제작시 자연치의 수직적 운동을 보상해주지 않을 경우 모든 교합력이 임플란트에 전달되어 골 구조에 과도한 부하를 초래하게 된다. 이러한 교합면의 과도한 부하를 피하기 위해 보철물에 부여되는 대합치와의 교합접촉정도는 학자들마다 다양하게 보고되고 있다.

부분 무치악 환자의 고정성 임플란트 지지 보철물에 부여되는 교합에 대해서는 아직 논의의 여지가 많고 확실히 정립되지 않았으며 대합치와의 교합접촉정도에 관해 학자들마다 여파 가지 견해가 있으나 임플란트 보철물의 교합을 형성시 임플란트에 의해 지지되는 보철물의 교합이 대합치와 약한 접촉이 되도록 형성함으로써 임플란트에 과도한 부하가 가해지지 않도록 하는 것은 임플란트 성공 및 장기적 예후에 중요한 과정이라고 여겨진다.

본 연구에서 부분 무치악 임플란트 보철을 장착한 15명의 환자에서 보철물의 최종 접촉시 양측성의 균일한 접촉점을 가지고 교합력이 균등화된 상태에서 측정된 교합접촉정도는 평균 34.13 $\mu$ m로서 8--80 $\mu$ m의 범위의 다소 넓은 분포를 보여 개인차

가 심한 양상을 보였다. 이러한 양상은 연구대상자의 연령, 측정시 전신적, 심리적 상태에 따른 근육 조건의 차이 및 환자 고유의 자연치를 둘러싼 치주 조직의 탄서 범위의 다양성에서 기인된 것으로 사료되며 이러한 면을 고려해 볼 때 임플란트 보철물의 교합면 형성시 모든 임플란트 환자에서 일관된 교합접촉정도를 부여하는 대신 각 환자마다에서 양측성의 균일한 접촉과 균등한 교합력 분포를 이루는 때의 교합접촉정도를 평가하여 임플란트 보철물의 교합면을 형성하는 것은 의미있는 일이라 판단되며 더불어 임플란트 보철물의 제작시 교합면 형성과 관련이 있는 여러 공학적 및 생역학적인 요소들에 대한 계속적인 연구가 필요하리라 사료된다

## V. 결론

임플란트 보철의 교합 개념을 기초로 한 임플란트 보철물의 교합접촉정도를 평가하기 위하여 자연치와 연결하지 않은 완전 임플란트 지지의 편측성 부분 무치악 임플란트 지지 보철물의 장착을 시행 중인 환자에서 교합접촉의 정성 및 정량 분석이 가능한 T-scan system을 이용하여 교합조정 전, 후를 통해 가벼운 폐구시와 강한 폐구시의 자연치측과 임플란트측의 교합력 및 교합접촉점을 비교, 분석하고 Shimstock을 이용해 교합접촉정도를 측정하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 정중 시상선을 경계로 한 자연치측 교합력(NF)은 교합조정전, 후를 통해 일정하였으나 임플란트 교합력(IF)은 교합조정 후 가벼운 폐구시(P<0.01)와 강한 폐구시(P<0.05)에서 각각 유의한 수준으로 감소되었다.
2. 정중시상축을 중심으로 한 교합력의 좌우 균

형(NIM)은 교합조정전과 후에 유의한 차이를 보였으며( $P<0.05$ ) 교합조정후 가벼운 폐구시는 정중 시상축으로부터 편위된 정도가 증가하였으나 강한 폐구시는 편위된 정도가 감소하였다.

3. 자연치측 교합력(NF)과 임플란트측 교합력(IF)을 비교시 교합조정전의 강한 폐구시에는 임플란트측 교합력이, 교합조정후의 가벼운 폐구시에는 자연치측의 교합력이 컸으나 교합조정전의 가벼운 폐구시와 교합조정후의 강한 폐구시에는 자연치측과 임플란트측의 교합력이 비교적 균등하게 나타났다.
4. 정중시상선을 경계로한 자연치측의 교합접촉점 수(NC)는 교합조정전과 후를 통해 비교적 일정하였으나 임플란트측 교합접촉점 수(IC)는 교합조정후 가벼운 폐구시에 유의성있게 감소하였으며( $P<0.05$ ) 강한 폐구시 유의한 차이는 없었으나 임플란트측의 교합접촉점수가 자연치측에 비해 감소하였다.
5. 자연치측과 임플란트측의 교합접촉점 수의 차이(NC-IC)는 가벼운 폐구시 교합조정후에 컸으나 강한 폐구시는 교합조정후에 감소하여 자연치측과 임플란트측에 교합접촉점이 비교적 균일하게 분포되었다.
6. 양측으로 균등한 교합력과 균일한 분포의 교합접촉점을 가질 때 가벼운 폐구시 임플란트 보철물과 대합치와의 교합접촉정도는 평균  $34.13 \pm 21.69\mu\text{m}$ 이었다.

## Reference

1. 권 혁신, 정 재현 : “측두하악 장애 환자의 교합이 개 시간에 관한 연구”, 「대한치과보철학회지」, 31 : 63-76, 1993.
2. 김 영구 : “T-scan system을 이용한 maximal clenching과 habitual clenching의 비교 연구”, 「구강내과학회지」, 14 : 35-42, 1989.
3. 박 선주, 정재현 : “T-scan system을 이용한 측두하악 장애환자의 교합분석에 관한 연구”, 「대한치과보철학회지」, 29 : 121-138, 1991.
4. 방 원동, 최 부병 : “T-scan system을 이용한 성인 정상교합자의 교두감합위에서 교합 안정에 관한 연구”, 「대한치과보철학회지」, 29 : 23-26, 1991.
5. 신 상완 : “골유착성 임플란트 보철물의 교합면 수복을 위한 개념”, 「대한치과의사협회지」, 32 : 463-472, 1994.
6. 신 상완 : “치과 보철학에서의 골유착성 임플란트”, 「대한치과의사협회지」, 31 : 867-874, 1993.
7. 양 재호 : “Computerized T-scan system을 이용한 정량적 교합분석방법에 관한 연구”, 「대한치과의사협회지」, 27 : 861-867, 1989.
8. 연 태호, 김 영구 : “Computerized occlusal analysis system을 이용한 occlusal contact에 관한 연구”, 「구강내과학회지」, 14 : 81-88, 1989.
9. 이 호용 : “유리단 국소치 환자에서 T-scan system을 이용한 중심교합시에 교합접촉 양상 연구”, 「대한치과보철학회지」, 30 : 565-573, 1992.
10. 정 재현, 최 충국, 이 돈오 : “임플란트 보철의 생역학적 고려”, 「구강생물학연구」, 17 : 99-130, 1993.
11. 채 영아, 박 남수, 최 부병 : “T-scan system을 이용한 성인 정상교합자의 하악 운동시 치아접촉 양상에 관한 연구”, 「대한치과보철학회지」, 31 :

- 565-579, 1993.
12. 최 충국, 계 기성, 조 규중 : “감소된 치조골 고정을 갖는 치아와 골유착성 임플란트에 의해 지지되는 고정성 국소의치 유한요소법적 응력분석”, 「대한치과보철학회지」, 32 : 296-326, 1994.
  13. Albertksson, T., and Jansson, T. : “Osseointegrated implant”, *Dent. Clin. North Am.*, 30 : 157-177, 1986.
  14. Amsterdam, M., Purdum, L.C., and Purdum, K.L. : “The occlusograph : A graphic representation of photocclusion data”, *J. Prosthet. Dent.*, 57 : 94-108, 1987.
  15. Battisuzzi, P.G.F.C.M., Eschen, S., and Pee, P.G.M. : “Contacts in maximal occlusion”, *J. Oral Rehabil.*, 9 : 499-507, 1982.
  16. Berry, D.C., and Singh, B.D. : “Effect of electromyographic biofeedback therapy on occlusal contacts”, *J. Prosthet. Dent.*, 56 : 487-492, 1986.
  17. Beyron, H. : “Optimal occlusion”, *Dent. Clin. North Amer.*, 13(3) : 537-554, 1969.
  18. Boening, K.W., and Walter, M.M. : “Computer-aided evaluation of occlusal load in complete dentures”, *J. Prosthet. Dent.*, 67 : 339-344, 1992.
  19. Bränemark, P.I., Hansson, B.O., Adell, R., Breine, U., Lindstrom, J., Hallen, O., and Ohman, A. : “Osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw. Experience from a 10-year period”, *Stockholm, Sweden : Almqvist and Wicksell*, 132, 1977.
  20. Brunski, J.B., and Hipp, J.A. : “In vivo forces on endosteal implants : A measurement system and biomechanical considerations”, *J. Prosthet. Dent.*, 51 : 82-90, 1984.
  21. Chapman, R.J. : “Principle of occlusion for implant prostheses : guidelines for position, timing, and force of occlusal contacts”, *Quintessence Int.* 20 : 473-480, 1989.
  22. Chapman, R.J., and Kirsh, A. : “Variation in occlusal forces with a resilient internal implant shock absorber”, *Int. J. Oral Maxillofac. Implant*, 5 : 369-374, 1990.
  23. Chapman, R.J., Maness, W.L., and Wsorio, J. : “Occlusal contact variation with changes in head position”, *Int. J. Prosthodont.*, 4 : 377-381, 1991.
  24. Cho, G.C., and Chee, W.W.L. : “Apparent intrusion of natural teeth under an implantsupported prosthesis : A clinical report”, *J. Prosthet. Dent.*, 68 : 3-5, 1992.
  25. Cohn, L.A. : “Occlusal rehabilitation, principles of diagnosis and treatment planning”, *Dent. Clin. North Amer.*, (March) : 259-281, 1962.
  26. Dawson, P.E. : *Evaluation, diagnosis and treatment of occlusal problems*, 2nd ed, St. Louis C.V. Mosby Co., 14-17, 1989.
  27. Dawson, P.E. : *Evaluation, diagnosis, and treatment of occlusal problems*, 2nd ed, St. Louis, C.V. Mosby Co., 470-493, 1989.
  28. Dawson, P.E., and Arcan, M. : “Attaining harmonic occlusion through visualized strain analysis”, *J. Prosthet. Dent.*, 46 : 615-622, 1981.
  29. Ehrlich, J., and Taicher, S. : “Intercuspal contacts of the natural dentition in centric occlusion”, *J. Prosthet. Dent.*, 45 : 419-421, 1981.
  30. English, C.E. : “Biomechanical concerns with fixed partial dentures involving implants”, *Implant Dent.*, 2 : 221-242, 1993.

31. English, C.E. : "Implant-supported versus implant-natural tooth-supported fixed partial denture", *Dental Symposia*, 1 : 10-15, 1993.
32. Ericsson, I., and Glantz, P.O., Bränemark, P.I. : "Tissue-integrated implants ad modum Bränemark in the rehabilitation of partially edentulous jawa", In : Laney, W.R. and Tolman, D.E. eds., *Tissue integration in oral and maxillofacial reconstruction*, Quintessence Publ. Co., Chicago, 174-178, 1992.
33. Glickman, I. : "Clinical periodontology-4th ed.", Philadelphia, W.B. Saunders Co., P827, 1972.
34. Greenfield, J. : "Implantation of artificial crown and bridge abutment", *Dental Cosmos*, 55 : 364, 1913.
35. Guichet, N.F. : *Principles of occlusion*, Anaheim, CA : Denar Cop. 23-29, 1970.
36. Halperin, G., Halperin, A., and Norling, B. : "Thickness, strength and plastic deformation of occlusal registration strips", *J. Prosthet. Dent.*, 48 : 575-578, 1982.
37. Haraldson, t., and Carlsson, G.E. : "Bite force and oral function in patients with osseointegrated oral implants", *Scan, J. Dent. Res.*, 85 : 200-208, 1977.
38. Harvey, W.L., Osborne, J.W., and Hauch, R.A. : "A preliminary test of the replicability of a computerized occlusal analysis system", *J. Prosthet. Dent.*, 67 : 697-700, 1992.
39. Harvey, W.L., Hauch, R.A., and Osborne, J.W. : "Computerized occlusal analysis : Enevaluation of the sensors", *J. Prosthet. Dent.*, 65 : 89-92, 1991.
40. Hobo, S., Ichida, E., and Garcia, L.T. : "Ideal occlusion", *Osseointeration and occlusal rehabilitation*, Tokyo, Quintessence Publishing Co., 1989.
41. Hobo, S., and Jo, Y.H. : "Occlusion for the osseointegrated prosthesis", *J. Oral Gnathol.*, 10 : 9-25, 1991.
42. Howard, B.K. : "Free-standing versus implant-tooth-interconnected restoration : understanding the prosthodontic perspective", *Int. J. Periodont. Res. Dent.*, 13 : 46-69, 1993.
43. Hsu, M.L., Gallo, L.M., and Pall, S. : "Sensitivity and reliablity of the T-scan for occlusal analysis", *J. Dent. Res.*, 69 : 335, abstr. No. 1809, 1990.
44. Hsu, M.L., Palla, S., and Gallo, L.M. : "Sensitivity and reliablity of the T-scan systemfor occlusal analysis" , *J. Craniomand. Disord. Facial and Oral Pain*, 6 : 17-23, 1992.
45. Kong, C.V., Yang, Y.L., and Maness, W.L. : "Clinical evaluation of three occlusal registration methods for guided closure contacts", *J. Prosthet. Dent.*, 66 : 15-20, 1991.
46. Long, J.H. : "Occlusal adjustment as treatment for tenderness in the muscles of mastication in category 1 patients", *J. Prosthet. Dent.*, 67 : 519-524, 1992.
47. Lundgren, D., and Laurell, L. : "Occlusal forces in prosthetical restored dentitions : A methological study", *J. Oral. Rehabil.*, 11 : 29-31, 1984.
48. Lundgren, D., Laurell, L., Falk, H., and Bergendal, T. : "Occlusal force pattern during mastication in dentition with mandibular fixed partial dentures supported



- on osseointegrated implants”, *J. Prosthet. Dent.*, 58 : 197–203, 1987.
49. Maness, W.L., Benjamin, M., and Podoloff, R. : “Computerized occlusal analysis : A new technology”, *Quintessence Int.*, 18 ; 287–292, 1987.
50. Maness, W.L., and Podoloff, R. : “Distribution of occlusal contact in maximum intercuspation”, *J. Prosthet. Dent.*, 62 : 238–242, 1989.
51. McLean, L.F., Brenman, H.S., and Friedman, M.G.F. : “Effect of changing body position on dental occlusion”, *J. Dent. Res.*, 52 : 1041–1045, 1973.
52. McNamara, D.C., and Henry, P.J. : “Terminal hinge contact in dentition”, *J. Prosthet. Dent.*, 32 : 405–411, 1974.
53. MechEng, B.R., Gunn, J., and Sullivan, D.Y. : “Mechanical aspects of a Bränemark implant connected to a natural tooth : an in vitro study”, *Int. J. Oral Maxillofac. Implants*, 6 : 177–186, 1991.
54. Millstein, P.L. : “An evaluation of occlusal contact marking indications : A descriptive, qualitative method”, *Quintessence Int.* 14 : 813–818, 1983.
55. Misch, C.E. : “Contemporary implant dentistry”, St.Louis, Mosby, 1993.
56. Mizui, M., Nabeshima, F., Tosa, J., Tanaka, M., and Kawazoe, T. : “Quantitative analysis of occlusal balance in intercuspation position using the T-scan system”, *Int. J. Prosthodont.*, 7 : 62–71, 1994.
57. Moini, M.R., and Neff, P.A. : “Reproducibility of occlusal contacts utilizing a computerized instrument”, *Quintessence Int.*, 22 : 357–360, 1991.
58. Molligona, M.A., Berry, D.C., and Gooding, P.G. : “Measuring diurnal variation in occlusal contact area”, *J. Prosthet. Dent.*, 56 : 487–492, 1979.
59. Naert, I., Quirynen, M., and van Steenberghe, D. : “A six-year prosthodontic study of 509 consecutively inserted implants for the treatment of partial edentulism”, *J. Prosthet. Dent.*, 67 : 236–245, 1992.
60. Neff, P., Bindermann, I., and Arcan, M. : “The diagram of contact intensities : A basic characteristic of occlusion”, *J. Prosthet. Dent.*, 53 : 697–702, 1985.
61. Okeson, J.P. : Management of temporomandibular disorders and occlusion, ed. 2, St. Louis, C.V. Mosby Co., 107–121, 1989.
62. Pameijer, J.H.N., Glickman, I., and Roeger, F.W. : “Intraoral occlusal telemetry. Tooth contact in chewing, swallowing, and bruxism”, *J. Periodontol.* 40 : 253–258, 1969.
63. Reitz, J.V. : “Lingualized occlusion in implant dentistry”, *Quintessence Int.*, 25 : 177–180, 1994.
64. Richer, E.J., Spiekermann, H., and Jovanovic, S.A. : “Tooth-to-implant fixed prostheses : Biomechanics based on in vitro and in vivo measurements”, In : Laney, W.R., Tolman, D.E., eds. *Tissue integration in oral and maxillofacial reconstructions*, Chicago, Quintessence Publ. Co., 133–139, 1992.
65. Riise, C. : “A clinical study of the number of occlusal tooth contacts in intercuspation position at light and gard pressure in adults”, *J. Oral Rehabil.* 9 : 469–477, 1982.

66. Riise, C., and Ericsson, S.G. : “A clinical study of the distribution of occlusal tooth contacts in intercuspal position at light and hard pressure in adults”, *J. oral Rehabil.*, 10 : 473-480, 1983.
67. Schelb, E., Kaiser, D., and Brunkl, C. : “Thickness and marking characteristics for occlusal registration strip”, *J. Prosthet. Dent.*, 54 : 122-126, 1985.
68. Schulte, W. : “The intraosseous Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>(Frialit) Tübingen implant. Development status after eight years(III)”, *Quintessence Int.*, 3 : 297-300, 1984.
69. Ziebert, G.J., and Denegran, S.J. : “Tooth contacts and stability before and after occlusal adjustment”, *J. Prosthet. Dent.*, 42 : 276-281, 1979.
70. 金田 隆, 富山 文言, 鈴木 宏巳, 尾澤 光久 : “新しく開発された コンヒューク咬合 診査装置 ‘T-scan システム’について”, 『日本歯科評論』, 556 : 66-77, 1989.
71. 徳村 和明 山下 敦 : “咬合分析装置 T-scan systemに関する 研究その 1. 精度について”, 複綴誌, *J. Jpn. Prosthodont Soc.*, 33 : 1037-1043, 1989.
72. 中島 昭彦 一瀬 元史, 高濱 靖英, 永田正樹 : “咬合面積壓と 咬合面壓分布の 電氣的測定 システムの開発に 關する 研究”, 『日僑齒誌』, 49 : 37-46, 1990.
73. 川添堯彬, 田中昌博, 井田治彦 : “新咬合診査機器 : T-Scan system”, 『齒科醫學』, 51 : 1148-1154, 1988.

=Abstract=

## **A STUDY ON THE DEGREE OF OCCLUSAL CONTACT UNDER THE FIXED IMPLANT PROSTHESIS OF PARTIALLY DENTULOUS PATIENTS**

**Keum-Young Song, D. D. S., Kee-Sung Kay, D. D. S., M. S. D., Ph. D.,  
Chae-Heon Jung, D. D. S., M. S. D., Ph. D.**

*Department of Prosthodontics, School of Dentistry, Chosun University*

The purpose of this study was to evaluate the degree of occlusal contact under the fixed implant prosthesis of partially edentulous patients which was based on occlusal concept of implant prosthesis.

From the patients who have free-standing implant supported prosthesis of unilateral partially edentulous area, occlusal and occlusal contact point of the natural tooth side and implant side of light closure and heavy closure were analyzed by T-scan system through pre- and post-adjustment and the degree of occlusal contact was estimated by Shimstock.

The following results were obtained :

1. The occlusal force of natural tooth side(NF) from mid-sagittal axis was relatively constant at light and heavy closure through pre- and post-adjustment, but the occlusal force of implant side(IF) was decreased significantly at light closure( $P < 0.01$ ) and heavy closure( $P < 0.05$ ) of post-adjustment.
2. Natural tooth side-implant side moment(MIMoment) of occlusal force from mid-sagittal axis was significant( $p < 0.05$ ) through pre- and post-adjustment and the deviation from mid-sagittal axis was increased at light closure of post-adjustment, but was decreased at heavy closure of post-adjustment.
3. Comparing the NF and IF, IF was greater at heavy closure of pre-adjustment, and NF was greater at light closure of post-adjustment, and the NF and IF was relatively equally distributed at light closure of pre-adjustment and at heavy closure of post-adjustment.
4. The number of occlusal contact point of natural tooth side(NC) was relatively constant through pre- and post-adjustment, but the number of occlusal contact point of implant side(IC) was significantly decreased( $P < 0.05$ ) at light closure of post-adjustment, and was not significant but was lesser at heavy closure of post-adjustment.
5. Difference of the NC and IC was greater at light closure of post-adjustment, but it was less at heavy closure of post-adjustment, and therefore occlusal contact point of natural tooth side and implant side was relatively equally distributed at heavy closure of post-adjustment.
6. When bilaterally distribution of occlusal force and occlusal contact point was established, degree of occlusal contact of implant supported prosthesis with opposing teeth at light closure was  $34.13 \pm 21.69$

$\mu\text{m}$