임플란트 보철물과 자연치 사이의 인접접촉강도의 경시적 변화

[1]조선대학교 치의학전문대학원 치과보철학교실, [2]조선대학교 치의학전문대학원 치과보존학교실

김진아[1] · 오상호[1] · 김희중[1] · 민정범[2]

이 연구의 목적은 임플란트 보철물과 자연치 사이의 인접접촉강도의 경시적 변화를 평가하는 것이다. 단일 임플란트 보철물을 장착한 31명(상악제2대구치; 13명, 하악 제2대구치; 18명)의 피험자에게서 측정이 이루어졌다. 측정은 교합되지 않은 안정 상태에서 임플란트 보철 장착 직후, 1개월 그리고 6개월 후에 이루어졌다. 임플란트 보철물과 자연치 사이의 접촉강도는 상악($p<.01$), 하악($p<.05$) 모두 시간이 흐름에 따라 감소하였다.

주요어: 인접치간 접촉강도, 치과 임플란트, 자연치 (**구강회복응용과학지** 2012:28(3):232~243)

서 론

인접치와의 적절한 접촉관계는 치열의 안정과 유지 뿐만 아니라, 건강한 치주조직의 유지에도 중요한 역할을 하고 있다.[1-3] 인접면 접촉이란 동일 악궁에서 인접치아와 연결 또는 접촉되는 치아의 한 부분으로 정의되고 있다.[4] 치아 사이의 접촉이 너무 약하면 음식물 삽입으로 인한 치아우식, 구취, 치주질환 등을 야기할 수 있고 반대로 과도한 접촉은 치아 간에 쐐기작용을 일으켜 바람직하지 않은 치아의 이동을 일으킬 수 있다.[3,5-9] 따라서, 임상에서 치아의 수복 시, 이상적인 접촉관계를 부여하는 것이 매우 중요하다. 일반적으로 인접치간 접촉강도의 평가에는 치실이 많이 사용되는데, 치실이 인접 치아 사이를 약간 저항감 있게 통과할 경우 적절한 접촉강도로 여겨지고 있다.[10-11] 그러나, 치실은 접촉강도의 미세한 변화를 인지하기 어렵고, 술자의 주관적인 판단에 의존하기 때문에 인접치간 접촉강도를 객관적으로 평가하기에는 부적절하다는 보고도 있다.[12] Osborn[13]은 구강 내에서 인접치간 접촉강도의 정량화를 시도하였는데, 치아사이에 삽입된 얇은 금속판을 잡아당길 때 발생하는 마찰력의 개념을 도입하였다. 이러한 마찰력을 이용하여 인접치간 접촉강도를 평가한 논문들이 그 후 계속 발표되었는데, Southard 등[14]은 digital tension transducer를 이용하여 0.038mm 두께의 금속판을 잡아당길 때 발생하는 마찰력을 측정함으로써, Dörfer 등[15]은 0.05mm의 금속판을 교합면 방향으로 제거할 때 발생하는 마찰력을 측정함으로써 인접치간 접촉강도를 측정하였다. Oh 등[16]은 치간부에 삽입된 0.03mm 두께의 금속판

교신저자: **민정범**
광주광역시 동구 서석동 375, 501-825
조선대학교 치의학전문대학원 치과보존학교실
E-mail: minjb@chosun.ac.kr
원고접수일: 2012년 06월 05일, 원고수정일: 2012년 08월 30일, 원고채택일: 2012년 09월 25일

을 제거할 때 발생하는 마찰력을 압축력으로 전환하여 인접치간 접촉강도를 측정할 수 있는 장치를 고안하였으며, 이 장치는 안정 시 뿐만 아니라 이악물기 시에도 측정이 가능하도록 설계되었다. 또한, Choi[17]는 인접면에 삽입한 금속판을 전기모터를 이용하여 일정한 속도로 제거하고, 그 때 발생하는 마찰력을 측정하여 인접치간 접촉강도를 평가하는 디지털 방식의 인접면 접촉강도 측정장치를 개발하였다. 일반적으로 안정 시 치아는 치근막의 혈류에 의해 맥동을 하고 있는 것으로 알려져 있으며,[18] Körber[19]는 전치부에서의 맥동방향 및 파고의 정도를 보고하기도 하였다. 그러나, 골유착 임플랜트는 자연치와 달리, 치근막과 같은 기계적 자극에 대한 수용기가 없어,[20,21] 안정 시에 자연치에서와 같은 맥동에 의한 미소변화를 나타내지 않고, 교합력이 가해졌을 때의 변화량도 자연치에 비해 매우 적다.[22] 따라서, 임플랜트 보철물에서의 인접치간 접촉강도는 자연치와는 다른 양상을 보일 것으로 생각된다. 또한 자연치열에서는 인접접촉의 상실이 쉽게 나타나진 않지만,[23,24] 자연치와 임플랜트 보철물 사이의 인접치간 접촉은 임상적으로 다소 느슨해지는 경향이 있음이 보고되고 있다.[25] 이러한 인접접촉의 상실은 식편압입, 치주질환 등을 일으킬 수 있고 나아가 치열궁 전체의 균형에 이상을 초래할 수 도 있을 것이다. 그러나, 임플랜트 보철물 장착 후의 인접치간 접촉강도의 변화에 관해 정량적으로 평가한 논문은 찾아보기 어렵다.

본 연구의 목적은 자연치와 임플랜트 보철물 사이의 인접치간 접촉강도를 경시적으로 측정하는 것이었다.

연구재료 및 방법

1. 피험자

상악 좌측 제1대구치 및 하악 좌측 제1대구치는 자연치이고, 상악 좌측 제2대구치또는 하악 좌측 제2대구치에 단일 임플랜트가 식립되어 상부 보철물이 장착된 성인 31명(상악;13명, 하악;18명, 남;19명, 여;12명, 평균나이;48.2세)을 대상으로 하였다. 피험자 모두 교정치료의 기왕력이 없었고, 턱관절 장애의 증상 및 징후도 없었다. 또한 상,하악 좌측 제1대구치의 치주상태는 치주낭의 깊이가 3mm 이하로 매우 안정되어 있었으며, 원심 인접면은 수복치료를 받지 않은 자연치 상태였다. 식립된 모든 임플랜트는 3i 사의 내부연결형의 parallel walled implant(Implant Innovations, Inc., Florida, USA)로 fixture의 직경은 모두 4.0 mm이었고, 길이는 11.5 mm 이상이었다. 모든 지대주는 나사유지형 UCLA gold(hexed) abutment 였다. 모든 상부 보철물은 금과 백금의 함량이 56% 이상인 금합금 전부주조관 이었고, 20 Ncm의 힘으로 나사를 조였다. 상부보철 장착 시의 인접치간 접촉강도는 0.05 mm의 금속판(Contact gauge: GC Co., Tokyo, Japan)은 약간의 저항을 갖고 삽입가능하고, 0.11 mm는 삽입되지 않도록 조정하였다.[26] 모든 피험자에게서 고지에 입각한 동의를 얻었고 동일 술자에 의해 임플랜트 상부 보철물이 장착되었다.

2. 측정장치

인접치간 접촉강도를 측정하는 장치는 이전 논문[17]에 자세히 소개되어 있다. 간략히 요약하면, 본 측정 장치는 감지부, 구동부, 몸체부 및 측정부로 구성되어 있으며, 본 장치의 핵심부분인 감지부는 strain gauge 센서에서 나오는 출력전압을 디지털로 변환하여 처리할 수 있도록 해주는 부분이고, 구동부는 driving motor로서 stepping motor를 사용하였으며, 장치의 각 부분은 두랄루민(duralumin) 합금 본체에 고정되어 있다(Fig. 1,2). 측정부는 21 mm 직경의 두랄루민 파이프를 가공하여 손잡이를 만들고 내부에 15 mm 직경의 알루미늄합금 봉 재료를 가공하여 몸체에서 연결된 강철선과 인접면에 삽입되는 금속판을 나사로 고정하였다(Fig. 3). 금속판의 제거속도는



Fig. 1. Measuring device.

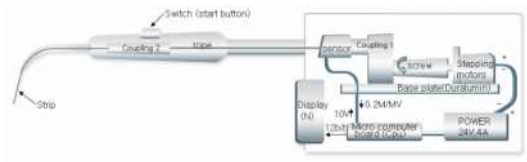

Fig. 2. Diagram of the measuring system.

8 mm/s로 편의성을 위해 측정 후 자동으로 원위치로 이동하는 리미트 스위치를 장착하였다.

3. 인접치간 접촉강도의 측정

먼저 피험자를 치과용 의자에 정좌위(upright position)로 앉힌 후, 피험자의 모든 근육을 이완시킴으로써 안정 상태를 유지시켜, 상,하악간의 치아 접촉이 없게 하였다. 상,하악의 좌측 제1대구치와 제2대구치 사이의 인접 접촉면을 압축공기로 건조시킨 후, 두께 0.03 mm, 폭 2 mm의 금속판을 인접면에 삽입하여 위치시켰다(Fig. 4). 측정부의 시작 버튼을 누르면 금속판이 일정한 속도로 제거되는데, 제거 시 마이크로 프로세서에 나타나는 최대값을 기록하였다. 측정은 동일 부위에서 각각 5번씩 반복하여, 이 중 최대값과 최소값을 제외한 나머지의 평균값을 그 치간부의 대표값으로 결정하였다. 매 측정 시 마다 2분



Fig. 3. Measuring part.

이상의 휴식간격을 부여하였고,[27] 하루 일과 중의 측정시점은 제한을 두지 않았지만 측정 1시간 전에는 음식을 섭취하지 못하도록 제한하였다. 측정은 임플랜트 상부 보철물을 최초 장착한 직후, 장착 1개월 후, 6개월 후에 시행하였다.

4. 통계분석

소프트웨어 패키지 SPSS 버전 12.0(SPSS Inc., Chicago, USA)을 이용하여 통계처리를 하였다. 측정시기에 따른 측정값을 Friedman test를 이용



Fig. 4. Measurement of proximal contact tightness between the left first molar and second molar (dental implant) in the mandible.

Table Ⅰ. Values (N) of proximal contact tightness between left maxillary first molar and second molar (dental implant)(n=13)

subject	Immediately after delivery	1 month later	6 months later	p value
1	1.31	1.19	1.22	
2	0.98	0.94	0.96	
3	1.30	0.71	0.81	
4	1.39	0.56	0.60	
5	0.91	0.77	1.06	
6	1.35	0.70	0.65	.007
7	1.41	0.74	0.79	
8	0.92	1.19	1.18	
9	1.42	1.27	1.28	
10	1.30	1.06	0.71	
11	1.42	1.27	1.28	
12	1.41	1.38	1.30	
13	1.41	1.44	1.20	

Statistic analysis; Friedman test

하여 비교하였고, P<.05 의 경우를 통계적으로 유의한 것으로 간주하였다.

결 과

상악 제1대구치와 제2대구치(임플랜트) 사이에서 장착 직 후, 장착 1개월 후, 장착 6개월 후의 접촉강도 사이에 통계적으로 유의한 차이를 보였고,(p=0.007)(Table Ⅰ, Fig. 5) 하악 제1대구치와 제2대구치(임플랜트)에서도 장착 직 후, 장착 1개월 후, 장착 6개월 후의 접촉강도 사이에 통계적으로 유의한 차이를 보였다(p=0.027) (Table 2, Fig. 6) 장착 직후에 비해 장착 6개월 후에 접촉강도가 낮아진 경우는 상악에서 13명 중 10명, 하악에서 18명 중 14명 이었고, 식편압입을 호소한 경우는 상악에서 13명 중 8명, 하악에서 18명 중 11명 이었다.

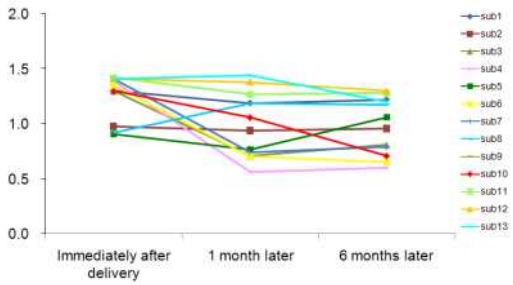

Fig. 5. Mean values (N) of proximal contact tightness between left maxillary first molar and second molar (dental implant) of all subjects.

Table Ⅱ. Values (N) of proximal contact tightness between left mandibular first molar and second molar (dental implant)(n=18)

subject	Immediately after delivery	1 month later	6 months later	p value
1	1.42	1.48	0.86	
2	1.09	0.96	0.80	
3	1.13	1.23	0.70	
4	1.32	0.95	0.95	
5	0.96	1.05	1.07	
6	0.76	0.88	0.97	
7	1.37	1.38	0.94	
8	1.40	1.55	1.00	
9	0.92	0.64	0.68	.027
10	1.45	1.43	0.71	
11	0.91	1.07	1.09	
12	1.12	1.12	1.11	
13	1.49	1.48	0.73	
14	1.38	1.44	1.42	
15	1.35	1.49	1.28	
16	1.19	0.69	0.69	
17	1.35	1.17	1.05	
18	1.16	1.19	1.12	

Statistic analysis; Friedman test

고 찰

일반적으로 치과의사들은 교합접촉이 없는 안정 상태에서 치열궁 내의 인접치아들은 서로 접촉하고 있다고 믿어왔다. Southard 등[28]은 안정시의 치아는 약간의 압력을 가지면서 인접치아와 접촉한다고 하였고, 따라서 주조 수복물을 제작할 때, 인접접촉을 확실히 부여하는 것이 바람직한 것으로 여겨져 왔다.[29-31] 그러나 이와 반대로 Körber[19]는 안정 시, 인간의 치아는 치근막 내에 흘러들어간 혈류에 의해 심박수와 같은 주기로, 1 μm 전후로 맥동을 하고 있다고 보고한 바 있다. 특히 Kato[32,33]는 3차원 미소변위계를 사용하여 치아의 변위를 측정한 결과, 안정 시의 인접치아 사이에 0.25-0.75 μm의 공간이 존재한다고 하였고, Kasahara 등[34]은 CCD(Charge Coupled Device) 마이크로스코프를 사용, 인접치아 사이에서 3-21 μm 공간을 직접 관찰함과 동시에 치아

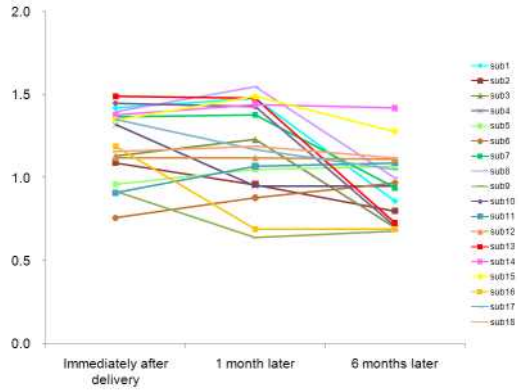

Fig. 6. Mean values (N) of proximal contact tightness between left mandibular first molar and second molar (dental implant) of all subjects.

는 기능 시에 변위되고 이런 변위에 의해 치아의 인접치간 사이의 공간은 사라진다고 하였다.

Oh 등[16]은 마찰력을 압축력으로 변환시키도록 고안된 장치를 이용해 안정 시 뿐만 아니라 이악물기 시에도 인접치간 접촉강도를 측정하여, 안정 시에 비해 이악물기 시에 접촉강도가 증가함을 보여주었고, 교합접촉이 이러한 기능 시의 접촉강도의 증가와도 밀접하게 관련되어 있다고 하였다.[35] 한편, 치근막이 존재하지 않는 골유착성 임플랜트는 자연치에 비해 교합인식이 떨어지고,[36,37] 고유수용정보를 전달하는데도 자연치에 비해 느리다.[38] 또한 가벼운 하중에도 즉각적으로 움직이는 자연치아와는 반대로, 순간적인 초기의 수직 운동은 거의 없으며, 이차적인 운동으로 3-5 μm의 범위에서 변화 한다.[39] 이러한 이유 등으로 임플랜트 보철물의 인접치간 접촉은 자연치와는 다른 양상을 보일 것으로 생각되며 임플랜트 보철물 수복 시 이 부분을 충분히 고려할 필요가 있을 것으로 여겨진다.

Kim[40]은 임플랜트 보철물 장착 후 3개월이 지난 시점에서 자연치와의 사이에서 인접치간 접촉강도를 측정하여 자연치 사이의 대조군과 비교한 결과, 자연치 사이에 비해 접촉강도가 다소 낮다는 논문을 발표하면서 임플랜트 보철물에 있어서 경시적 변화에 따른 인접치간 접촉강도의 변화를 평가할 필요가 있음을 보여주었다. Wei 등[25]도 임상적 경험 상, 임플랜트 상부 보철물 장착 후 경시적 변화에 따라 임플랜트와 자연치사이의 접촉강도가 약해지는 경향을 보고하고 있다. 그러나, 자연치와 임플랜트 보철물 사이의 인접치간 접촉강도의 경시적 변화를 정량적으로 평가한 논문은 찾아보기 어려웠다.

본 실험에 사용된 장치는 기능 시에도 인접치간 접촉강도를 측정할 수 있도록 새롭게 고안되었는데, 인접면에 삽입한 금속판이 전기모터에 의해 일정한 속도로 제거될 수 있도록 설계되었고, 또한 구강 내에 들어가는 부위의 부피가 최소화되도록 하여 제1,2대구치 사이에서도 쉽게 측정할 수 있도록 하였다.[17] 또한, 본 장치의 최대측정범위인 98N 내에서의 측정오차는 ±0.02 N으로,[17] 안정 시와 교근의 50% MVC(maximum voluntary contraction) clenching에서의 인접치간 접촉강도가 0.1-23 N 범위[16] 내에 있다고 하였을 때, 그 측정능력은 만족할 만한 것으로 생각된다. 또한, 본 장치에서는 금속판이 8 mm/s의 일정한 속도로 제거되도록 하였는데, 이는 0.83-8.33 mm/s의 범위에서는 속도가 마찰력에 영향을 주지 않는다는 Fuhrmann 등[41]의 보고에 근거를 두었다.

하루 일과 중의 측정시점에 있어, Dörfer 등[15]은 하루 일과 중의 인접치간 접촉강도가 치주인대의 피로와 점탄성 성질의 변화로 인해 오전에서 증가하다가 오후에는 다시 감소하였지만, 그 변화량은 극히 적다고 보고하였고, 또한, 하루 중, 식사 시에 저작근의 활성이 가장 높은 것으로 나타나기 때문에,[42] 본 실험에서의 측정시점은 큰 문제가 없는 것으로 생각된다. 또한 치아는 기능 시 가해지는 힘의 수직적 요소에 의해 치조골 내로 치아를 함입되며, 수평적 요소에 의해 근심 측으로 변위된다. 이러한 치아함입이나 근심변위는 인접치간 접촉강도에 영향을 미친

다.[43] 또한, 치아 뿐만 아니라 악골, 특히 하악의 치조골도 변형이 되는데,[44,45] 이러한 기능 시 치아의 변위 및 악골의 변형이 인접치간 접촉강도에 미치는 영향을 최소화하기 위해 측정 1시간 전에는 음식 섭취를 제한하였다. 그러나 연하와 같은 기능 시에 발생하는 교합 접촉이나 교합력은 제한하지 않았다. 측정은 정좌위(upright position) 상태에 시행하였으며,[14] 치아 접촉이 없는 약간 개구된 상태의 안정 상태에서 측정하였고, 개구량은 특별히 통제하지 않았다. 그러나 개구량이 커질 경우, 외측익돌근의 활성에 의한 하악의 휨 현상으로 구치부간 거리가 좁아지며 이것은 인접 접촉 강도에 영향을 미친다.[13] 따라서, 측정 시 치아 접촉이 없는 상태에서 개구량을 최소로 하였으며 가능한 한 모든 근육을 이완된 편안한 상태에서 측정하였다. 특히 본 실험에 사용된 측정장치는 금속판을 수평방향으로 제거하므로 교합면으로 금속판을 제거하는 일부 측정 장치[15]에서와 같은 과도한 개구를 요하지 않는다. 또한 마찰력은 접촉면의 상태에 따라 달라질 수 있기 때문에,[46] 측정 시, 측정부위는 압축공기를 사용하여 가능한 건조시켰다.

본 연구에서는 실제 임상에서 이루어지고 있는 임플랜트 보철물과 자연치 사이의 인접치간 접촉강도를 경시적인 변화에 따라 정량적으로 평가하고자 하였다. 식립된 임플랜트에 따른 변수를 최소화 하기 위해 동일 회사의 임플랜트가 식립된 피험자를 선택하였고, 상부보철물을 나사 타입의 금주조 합금으로 제작한 경우만으로 선택하였기 때문에 피험자 수의 확보에 다소 제한이 있었다. 본 연구의 결과에 의하면 상,하악 모두 제1대구치와 제2대구치(임플랜트 보철물) 사이에서 시간이 흐를수록 접촉강도가 낮아지는 것으로 나타났다. Wei 등[25]은 접촉강도를 직접 측정한 실험은 아니지만, 실험대상자 50% 이상에서 경시적으로 접촉강도가 낮아진다고 보고하면서, 이는 강한 교합력이 인접 자연치아를 근심방향으로 이동시키기 때문일 거라고 설명하였고, 접촉강도가 낮아진 그룹에서는 교합력의 방향성분이 근심과 설측 방향으로 향해진 경우가 많았다고 보고하였다. 즉, 교합력에 의한 전방치아의 근심 방향으로의 이동에 의해 임플랜트 보철물 전방에 공간이 생기기 때문으로 여겨진다.[47] 본 연구에서는 최후방 구치에 임플랜트를 식립, 임플랜트 보철물의 근심 인접면만을 측정하였는데, 임플랜트 보철물의 근, 원심 모두에 자연치가 존재하는 경우 근심과 원심부위의 경시적 변화에 따른 접촉강도를 측정, 비교하는 것도 매우 흥미로운 실험이 될 것으로 생각된다.

상악 제1대구치와 제2대구치(임플랜트 보철물) 사이에서는 장착 후 1개월 이내에 통계적으로 유의하게 접촉강도가 낮아졌다가 그 후 6개월까지 큰 변화가 없는 것으로 나타났고, 하악 제1대구치와 제2대구치(임플랜트 보철물) 사이에서는 장착 후 1개월 이내에는 큰 변화가 없다가 그 후 6개월 내에 통계적으로 유의하게 낮아지니는 것으로 나타났다. 이는 임플랜트 보철물 장착 직후, 처음 3개월 내에 접촉이 상실된다는 다른 논문[25]의 결과와 비슷하다. 특히 상악에서 접촉강도가 더 빨리 낮아진 것은 교합 시 치아의 미세변위량이 하악치아에 비해 상악치아가 더 크기 때문일 것으로 추측된다.[48] Oh 등[34]은 이악물기 시, 교합접촉 부위에 따라 인접치간 접촉강도가 변한다고 보고하면서, 특히 상악치아에서 교합접촉 부위에 따른 영향이 크다고 하였다. 즉, 상악 치아의 경우 협측교두 내사면에의 접촉은 기능교두 내사면의 접촉에 비해 치아의 변위량이 크고, 또한 치근방향으로 이동성분이 많아 인접치간의 접촉을 지나치게 강하게 만드는 경향이 있다고 보고하였다. 피험자가 식편압입을 호소한 경우는 상악에서 13명 중 8명, 하악에서 18명 중 11명 이었는데, 접촉강도가 낮아진 모든 경우에서 식편압입이 발생한 것은 아니었고, 접촉강도에 변화가 없는 경우에도 식편압입을 호소하기도 하였다. 이는 접촉 상실이 큰 경우, 음식물이 전적으로 통과되어 버리거나, 접촉강도에 변화가 없는 경우에도 접촉부위 하방의 큰 치간공극으로 음식물이 압입되는 경우도 있기 때

문으로 생각된다. 그러나 전반적으로 인접접촉이 느슨해짐에 비례해서 식편압입이 생기는 것은 부인하기 어렵다.

결 론

새로 개발된 인접치간 접촉강도 측정장치를 이용하여, 상악 또는 하악 제2대구치에 임플랜트 보철물이 장착된 경우, 상,하악 제1대구치와 제2대구치 사이의 인접치간 접촉강도를 상부보철 장착 직 후, 장착 1개월 후, 장착 6개월 후에 측정하여, 인접치간 접촉강도의 경시적 변화를 정량적으로 평가, 비교하였다. 상, 하악 모두 임플랜트 상부보철물 장착 후 시간이 흐름에 따라 접촉강도가 낮아졌다. 이는 임플랜트 보철물 장착 후, 자연치와 임플랜트 보철물 사이의 접촉강도를 주기적으로 평가할 필요가 있음을 보여주고 있다.

연구비 지원 및 사의

이 논문은 2010년도 조선대학교 치과병원 학술연구비에 의해 의하여 연구되었음.

참 고 문 헌

1. Wheeler RC. An atlas of tooth form, 4th edn. Philadelphia, W.B. Saunders Co; 1969:12.
2. Sluder TB. Clinical dental anatomy, histology, physiology and occlusion. In: Studevant CM, ed. The art and science of operative dentistry, 2nd edn. New York: McGraw-Hill; 1985:21.
3. Hirschfeld I. Food impaction. J Am Dent Assoc 1930;17:1504-1528.
4. The Academy of Prosthodontics. Glossary of prosthodontic terms, 8th edn. J Prosthet Dent 2005;94:46.
5. Gould MSE, Picton DCA. The relation between irregularities of the teeth and periodontal disease. Br Dent J 1966;121:20-23.
6. Hancock EB, Mayo CV, Schwab RR, Wirthlin MR. Influence of interdental contacts on periodontal status. J Periodontol 1980;51:445-449.
7. Nielson IM, Glavand L, Karring T. Interdental periodontal intrabony defects. J Clin Periodontol 1980;7:187-191.
8. Jernberg GR, Bakdash MB, Keenan KM. Relationship between proximal tooth open contacts and periodontal disease. J Periodontol 1983;54:529-533.
9. Plicher ES, Gellin RG. Open proximal contact associated with a cast restoration-progressive bone loss: a case report. Gen Dent 1998;46:294-297.
10. Barnes DM, Blank LW, Thompson VP, Hoston AM, Gingell JC. A 5-and 8-year clinical evaluation of a posterior composite resin. Quint Int 1991;22:143-151.
11. Prakki A, Cilli R, Saad JOC, Rodrigues JR. Clinical evaluation of proximal contacts of Class II esthetic direct restoration. Quint Int 2004;35:785-789.
12. Lindquist JT. Thesis: A study of the intra-arch relationships in normal human dentitions, Indiana University School of Dentistry; 1951.
13. Osborn JW. An investigation into the interdental forces occurring between the teeth of the same arch during clenching the jaws. Arch Oral Biol 1961;5:202-211.
14. Southard TE, Southard KA, Tolley EA. Variation of approximal tooth contact tightness with postural change. J Dent Res 1990;69:1776-1779.
15. Dörfer CE, von Bethlenfalvy ER, Staehle HJ, Pioch T. Factors influencing proximal dental contact strength. Eur J Oral Sci 2000;108:368-377.
16. Oh SH, Nakano M, Bando E, Shigemoto S, Kori M. Evaluation of proximal tooth contact tightness at rest and during clenching. J Oral Rehabil 2004;31:538-545.
17. Choi WJ. Evaluation and development of digital device for measuring proximal tooth contact tightness. Phd Thesis, IN, Korea: Chosun University School of Dentistry. 2007.
18. Parfitt GJ. Measurement of the physiological mobility of individual teeth in an axial direction. J Dent Res 1960;39:608-618.
19. Körber KH. Periodontal pulsation. Periodontol 1970;41:382-390.

20. American Academy of Implant Dentistry. Glossary of terms, Oral Implant 1986;12:284.
21. Trulsson M, Johansson RS. Encoding of tooth loads by human periodontal afferents and their role in jaw motor control. Prog Neurobiol 1996;49:267-284.
22. Morikawa O. Influence of occlusal contacts of implant on adjacent teeth and antagonists displacements. Kokubyo Gakkai Zasshi 2003;70:224-233.
23. Göthberg C, Bergendal T, Magnusson T. Complications after treatment with implant-supported fixed prostheses: a retrospective study. Int J Prosthodont. 2003;16:201-207.
24. Kim Y, Oh TJ, Misch CE, Wang HL. Occlusal considerations in implant therapy: clinical guidelines with biomechanical rationale. Clin Oral Implants Res. 2005;16:26-35.
25. Wei H, Tomotake Y, Nagao K, Ichikawa T. Implant prostheses and adjacent tooth migration: preliminary retrospective survey using 3-dimensional occlusal analysis. Int J Prosthodont 2008;21:302-304.
26. Kusakari H. Study on the contact point with special reference to interdental separation. J Japan Prosthodontic Soc. 1965;9:161-182.
27. Picton DCA. Some implications of normal tooth mobility during mastication. Arch Oral Biol 1964; 9:565-573.
28. Southard TE, Southard KA, Tolley EA. Periodontal force: a potential cause of relapse. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1992;101:221-227.
29. Eissmann, H.F. Wax pattern fabrication. In: Eissmann HF, Rudd KD, Morrow RM, eds. Dental Laboratory Procedure – fixed partial denture. St. Louis, MO, USA: C.V. Mosby Co. 1980:144-146.
30. Sturdevant, J.R. & Sturdevant, C.M. Gold inlay and gold onlay restoration for ClassII cavity preparations. In: Sturdevant C, Barton R, Sockwell C, Strickland W, eds. The Art and Science of Operative Dentistry. St. Louis, MO, USA: C.V. Mosby Co. 1985:490.
31. Malone, W.F.P., Koth, D.L., Cavazos, E. Jr., Kaiser, D.A. & Morgano, S.M. Laboratory support for fixed prosthodontics. In: Gregore H, ed. Theory and Practice of Fixed Prosthodontics, 8th edn, St. Louis, MO, USA: Ishiyaku EuroAmerica. 1993:288-289.
32. Kato H. The function of the tooth supporting structures. Part I. A method of measuring tooth displacement in two dimensions. J Jpn Prosthodont Soc 1981;25:733-745.
33. Kato H. The function of the tooth supporting structures. Part II. The dynamics of molars in function and at rest. J Jpn Prosthodont Soc 1982;26: 133-147.
34. Kasahara K, Miura H, Kuriyama M, Kato H, Hasegawa S. Observations of interproximal contact relations during clenching. Int J Prosthodontics 2000;13:289-294.
35. Oh SH, Nakano M, Bando E, Keisuke N, Shigemoto S, Jeong JH et al. Relationship between occlusal tooth contact patterns and tightness of proximal tooth contact. J Oral Rehabil 2006;33:749-753.
36. Jacobs R, van Steenberghe D. Comparative evaluation of the oral tactile function by means of teeth or implant-supported prostheses. Clin Oral Implants Res 1991;2:75-80.
37. Weiner S, Sirois D, Ehrenberg D, Lehrmann N, Simon B, Zohn H. Sensory responses from loading of implants: a pilot study. Int J Oral Maxillofac Implants 2004;19:44-51.
38. Mühlbradt L, Ulrich R, Möhlmann H, Schmid H. Mechanoperception of natural teeth versus endosseous implants revealed by magnitude estimation. Int J Oral Maxillofac Implants 1989;4:125-130.
39. Sekine H et al. Mobility characteristics and tactile sensitivity of osseointegrated fixture-supporting systems. In: van Steenberghe D, ed. Tissue integration in oral maxillofacial reconstructions. Amsterdam: Elsevier; 1986:306-332.
40. Kim SP. Evaluation of tightness of proximal tooth contact on implant prostheses. Phd Thesis, IN, Korea: Chosun University School of Dentistry. 2008.
41. Fuhrmann R, Grave C, Diedrich P. In vitro evaluation of a measurement method to analyze the interdental, mesially directed force. J Orofacial Orthop 1998; 59:362-370.
42. Miyamoto K, Yamada K, Ishizuka Y, Morimoto N, Tanne K. Masseter muscle activity during the whole day in young adults. Am J Orthod Dentofacial

Orthop 1996;110:394-398.
43. Southard TE, Behrents RG, Tolley EA. The anterior component of occlusal force: Part I. Measurement and distribution. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1989;96:493-500.
44. Omar R, Wise MD. Mandibular flexure associated with muscle force applied in the retruded axis position. J Oral Rehabil 1981;8:209-221.
45. Korioth TWP, Versluis A, Beyer JP. Numerical simulation of approximal dental contact forces during clenching. J Dent Res 1997;76:245-250.
46. Shames IH. Engineering Mechanics, Vol.1, Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1966;170-174.
47. Wolpoff MH. Interstitial wear. Am J Phys Anthropol. 1971;34:205-227.
48. Satsuma T. Measurement and analysis of upper first molar movement in six-degree-of-freedom. J Japan Prosthodontic Soc. 1999;43:344-354.

Time Serial Change of Proximal Contact Tightness Between the Implant Prothesis and Natural Tooth

Jin-A Kim[1], Sang-Ho Oh[1], Hee-Jung Kim[1], Jeong-Bum Min[2]

[1]Department of Prosthodontics, School of Dentistry,Chosun University
[2]Department of Conservative Dentistry School of Dentistry Chosun University

The aim of this study was to evaluate time serial change of the TPTC(Tightness of Proximal Tooth Contact) between the implant prosthesis and natural tooth at rest state. Thirty-one patients(19 males and 12 females; mean age, 48.2 years) restored with a total 31 single-implant crowns in the left maxillary for 13 single-implant and left mandibular second molars for 18 single-implant crowns, respectively were selected. The TPTC was checked directly after delivery, 1 month after delivery and 6 months after delivery of prothesis at rest state. The TPTC decreased significantly as time goes by both maxilla($p<.01$) and mandible($p<.05$). The TPTC between the implant prosthesis and natural tooth decreased as time goes by after fixed implant prothesis placement.

Key words: proximal contact, dental Implant, natural tooth

Correspondence to : Min Jeong-Bum, D.D.S.,M.S.D.,Ph.D.
Department of Conservative Dentistry School of Dentistry Chosun University
375, Seosuk-Dong, Dong-gu, Gwangju, 501-825, Korea
Received: June 05, 2012, Last Revision: August 30, 2012, Accepted: September 25, 2012