Add-picture 방법을 이용한 교합접촉점 분석

강릉원주대학교 치과대학 치과보철학교실 및 구강과학연구소

박고운 · 조리라 · 김대곤 · 박찬진

교합접촉 분석에 이용되는 T-Scan Ⅲ® (Tekscan, South Boston, MA, USA)의 정확도 및 신뢰도를 Add picture 방법을 통해 평가하였다. 두 방법에서 공통적인 교합접촉점의 분포 및 교합접촉면적을 비교하여 교합진단 및 조정 술식에서 T-Scan 방법의 적용 시 고려점을 밝히고자 하였다.

Angle Ⅰ급 교합관계, 정상치열자 한 사람의 구강을 대상으로 부가중합형 실리콘인상재를 이용하여 상하악치열궁을 10회 인상채득하였으며, 10쌍의 초경석고 모형을 제작하였다. 자체제작한 하중장치에 모형을 자석과 경석고를 이용하여 부착한 후 최대감합위와 최대교합력을 재현하기 위해 78.9kg의 하중을 가하였다. T-Scan 측정 시에는 상하악 모형과 T-Scan 센서의 위치가 변하지 않는 상태에서 2번 반복 측정하였다. Add Picture의 경우 상하악모형을 동일한 하중을 가하여 최대감합위에서 폴리이써 교합인기재를 이용하여 교합을 인기하였다. 교합접촉 양상은 접촉점 수와 총 교합면적에 대한 접촉면적 백분율을 측정하여 비교하였다. T-Scan 방법은 포토샵 프로그램 상에서 픽셀수를 계산하여 색상에 따른 면적을, Add picture 방법은 빛 투과 정도에 따라 인상재 두께를 0~10㎛, 0~30㎛, 0~60㎛의 3가지로 나누고, 이에 따른 면적을 실측하여 계산하였다. 총 교합면면적은 접촉면을 표시한 모형의 촬영상에서 픽셀수를 계산하여 함께 촬영된 격자를 기준으로 제곱미터값으로 변환하였다. 대응표본 t-검정을 이용하여 통계분석하였다.

T-Scan 방법에서 분홍색상 및 붉은 색상으로 표시된 면적의 일부가 Add picture 방법에서 0~10㎛, 0~30㎛, 0~60㎛의 상하악 치아 간 거리에 해당하는 면적에 상응하였다. 교합접촉점 분포 비교 시 T-Scan 방법과 Add picture 방법은 유사하였다. 교합접촉면적 비교 시 T-Scan 방법에서 확대된 결과가 관찰되었으며, 전체교합면적에 대한 접촉면적 백분율 비교에서도 T-Scan 방법과 Add picture 방법의 백분율값은 유의한 차이를 보였다(P<.05). T-Scan에서 분홍색상 및 붉은 색상으로 표시된 부위의 면적값은 Add picture의 0~10㎛, 0~30㎛ 부위의 면적값보다 크고(P<.05), 0~60㎛ 부위와는 유사한 값을 보였다(P>.05). T-Scan에서의 교합접촉상은 실제보다 확대되어 나타났으며, 따라서 교합접촉에 대한 진단 및 조정 술식에서 보조적인 수단으로 활용하는 것이 추천된다.

주요어: T-Scan Ⅲ®, Add picture, 교합접촉점, 교합접촉면적, 광투과법 (**구강회복응용과학지** 2013:29(1):45~58)

서 론

치아의 교합면 형태 및 상하악 치열의 교합양상에 관한 연구는 교합접촉점 연구의 기본적 바탕이 된다고 할 수 있다. 조화로운 교합은 치열, 측두하악관절, 근신경계의 안정된 상태를 이루기 위한 조건 중의 하나이며, 이에 대한 평가는 진단 및 치료계획을 위한 필수적인 과정이다. 더

교신저자: **박찬진**
강릉원주대학교 치과대학 치과보철학교실,
강원도 강릉시 강릉대학로 1번지, 210-702, 대한민국.
Fax: + 82-33-640-3103, E-mail: doctorcj@gwnu.ac.kr
원고접수일: 2012년 12월 15일, 원고수정일: 2013년 2월 18일, 원고채택일: 2013년 3월 25일

불어 교합이 원인인 치과질환을 치료하거나 새로운 교합을 형성해야 하는 경우 교합상태 평가는 예후에 가장 큰 영향을 미치는 인자이다.[1]

교합상태를 평가하는 방법은 크게 정성분석법과 정량분석법으로 나뉜다.[2] 전통적으로 사용한 정성분석법으로는 왁스, 교합지, shimstock 등이 있다.[3,4] 왁스는 체적안정성이 낮아 구내 적용 시나 보관 중 변형되기 쉽고,[5] 교합지는 환자의 교합압에 따라 표시되는 교합점과 면적이 달라지며,[6] 충분한 가시적 결과를 위해서 평상시보다 큰 교합압이 요구된다. 또한 shimstock의 경우는 얇은 두께로 인해 보다 정밀한 교합 측정이 가능하나, 접촉점의 수나 강도를 기록하기에는 부적당한 것으로 보고되었다.[7] 이러한 방법은 사용재료의 두께, 재질, 성분 및 시술 시 구강내 환경에 따라 오차가 쉽게 발생할 수 있으며 술자의 주관적인 판단에 의존하므로 교합의 객관적인 평가가 어렵고 치아 조기접촉의 미세한 차이와 치아 접촉점 간의 교합력 차이 등을 분석할 수가 없다는 단점이 있다.

따라서 기존 방법의 재현성과 신뢰성에 많은 한계와 의문점이 제시되었고, Gazit 등[5]은 환자의 저작력과 같은 작은 힘으로도 충분한 재현성 및 기록성을 보이는 재료 및 방법에 대한 연구의 필요성을 언급하였다. 정량분석법은 교합접촉점수와 분포 뿐만 아니라 교합접촉면적, 교합력을 양적으로 측정하는 것이다. 광교합 기술(photoocclusion technique)은 그 중의 하나로서 광탄성 웨이퍼(wafer)와 편광기(polariscope)를 이용하여 분광정도에 따라 교합접촉을 측정하는 방법이다. 피험자가 10초동안 연속적인 압력으로 교합웨이퍼를 감합하면, 압력이 편광계를 통해 정량적으로 분석되어 나타나고, 교합접촉점은 색상패턴에 따라 정성적으로도 나타난다.[8,9] Gazit와 Lieberman은 웨이퍼를 40%로 투과하는 점을 약한 접촉점, 40~60% 투과하는 점을 중간강도, 60% 이상 투과하는 점을 강한 접촉점으로 분류하였다.[10] 그러나 1986년 Gazit등[12]이 수행한 추적연구(follow-up study)에서 광교합기술과 교합지는 재현성 및 신뢰성 모두 전반적으로 낮았으나, 두 방법을 비교 시 광교합기술의 신뢰성이 교합지보다 더 높았다.[5] 이는 광탄성 웨이퍼의 두께나 경직성이 폐구를 방해하기 때문인 것으로 추측되었다.

치과용 기기의 발전과 디지털 처리방식이 임상에 도입됨에 따라 교합점 및 교합양상에 대한 다양한 분석방법이 대두되어 왔는데, T-Scan Ⅲ® (Tekscan Inc., Boston, USA)과 Dental prescale이 대표적이다. T-Scan Ⅲ®는 압력측정 센서를 통해 악운동 및 교합상태를 측정한다. 상하악 치아의 초기접촉점과 감합의 순서, 교합접촉의 강도가 컴퓨터화면에 2, 3차원으로 표시되어 이를 통해 교합접촉 시간, 교합력의 전후방, 좌우균형, 치아에 따른 상대적인 교합력 비교가 가능하다.[11] Dental prescale은 얇은 두께의 압력감지필름을 사용하여 교합력에 따른 색상의 밀도를 측정하고 컴퓨터 상에서 교합력을 양적으로 표시하는 방법이다.[12] 또다른 특징은 측정에 이용한 필름이 일정시간 보관이 가능하며, 교합력의 총합이 객관적인 수치로 표시가 된다는 것이다. 또한 50H 필름의 경우 교합력을 측정할 수 있는 범위가 1200kgf/㎠까지 넓으므로 개인의 다양한 저작력범위에 따라 필름의 감도를 변경할 필요가 없고, 악궁전체의 힘을 합하여 객관적 수치로 나타내므로 측정시점에 따른 데이터 차이가 적다. 따라서 Hattori 등[13]은 코호트 연구와 같이 대규모의 피검자를 대상으로 자료를 수집했을 때 과학적인 데이터로 서로 수치 비교가 가능하여 역학조사에서 활용도가 높다고 언급하였다. 그러나 센서를 이용한 측정방법의 경우 압력측정 센서의 두께가 두꺼워 환자의 악운동을 방해할 가능성이 있고, 상대적으로 정밀성이 떨어지는 것이 단점이다. 그리고 기성품인 센서의 크기가 제한되어 정확한 악궁의 형태를 따르기 어려우므로 치아에 따른 접촉점의 위치 구분이 어렵고 적용 범위가 제한된다.[14,15] 또한 치아 교합면의 형태학적인 고려가 미흡하여 센서의 변형으로 인해 가성접촉점이 유발되거나 실제보다 더 큰 힘으로 인

지되기도 한다.[16]

또 다른 방법인 교합인기재를 이용한 광투과법(light transmission method)은 흐름성이 좋은 실리콘이나 폴리이써를 이용하여 저항이 없는 폐구위에서 채득된 교합기록을 CCD 카메라 등으로 투과하여 그에 대한 투과광량을 통해 상하악 치아 간 거리를 규정하고 교합접촉양을 컴퓨터 그래픽을 통해 표시하는 것이다. 기존의 교합진단 방법에 비해 비교적 환자의 교합상태를 최대한 자연스럽게 획득할 수 있고 교합접촉수, 교합접촉면적, 상하악 치아 간 거리를 양적으로 측정하여 우수한 정밀성을 가지는 것으로 보고된다.[17]

그러나 광투과법은 재료 및 기기로 인한 한계점을 가지고 있었는데, 일반적으로 쓰인 Regisil (Dentsply/Caulk, Milford, DE USA)과 Blu-mousse (Parkell Inc., Edgewood, New York, USA)는 재료의 두께가 섬세하지 못하였고, 기기의 한계로 인해 최소 50㎛의 두께차이만 인지할 수 있어 정밀도가 낮았다.[18]

이를 응용한 Add picture 방법은 교합인기재를 이용하여 시각적으로 분석하는 것이다.[19] 블랙 실리콘이나 폴리이써를 이용해 좀 더 세밀한 두께와 형태인기가 가능하였으며, 기기의 발달로 인해 5㎛의 두께 차이도 인지할 수 있으므로 교합접촉에 대한 정밀성을 확보할 수 있다. 컴퓨터 모니터에서 회색도를 조절한 2진법의 이미지를 통해 투과광량에 따라 교합접촉을 양적으로 산출하게 된다. 그리고 교합접촉의 위치, 형상, 면적을 직접 실측하여 진단하므로 수치에 대한 객관성이 보장된다는 장점이 있다. 이미지 입력부는 고감도 CCD 카메라를 사용하므로 배율을 변경하여 전체치열에서부터 하나의 치아단위까지 입력이 가능하고, 높은 해상도로 인해 접촉상태의 미세한 변화까지 추적 가능하다. 그리고 실리콘인상재를 교합인기재로 사용하므로, 교합지처럼 치아와 보철물의 표면성상이나 타액 등에 영향을 받지만 교합지의 이동에 의한 불필요한 표시가 생기지 않으며 실리콘의 좋은 흐름성으로 인해 교합에 대한 방해가 적은 장점을 가진다. 채득한 인기재는 이미지로 직접입력이 가능하며 소요되는 시간은 약 60초(1분)로 짧고 저장도 가능하다. 입력된 이미지는 모니터 화면에서 바로 관찰이 가능하여 시각적인 효과가 크다. 또한 컴퓨터 프로그램을 통해 상하악 치아 간 거리에 대한 임의 설정과 그에 따른 교합접촉영역을 자동으로 추출할 수 있다. 상하악 치아 간 거리를 교합접촉영역으로 간주하는 기준은 연구자에 따라 다양한데, 이러한 편차를 Add picture 방법에서는 단일 교합인기재에서도 반영이 가능하다.[20,21]

교합상태를 평가하는 정량분석 중 기기나 방법 이외에 분석하고자 하는 대상에 대해서도 재고찰을 할 필요가 있다. 교합안정성에 대한 평가는 접촉이 일어나는 순간의 치아접촉점의 갯수, 분포, 이들의 균형여부, 그리고 접촉력의 균형을 분석함으로써 이루어진다.[1] 또 다른 측정인자로 교합접촉면적이 있다. 교합접촉면적은 마모도, 저작효율 및 정상적인 기능과 연관이 있는 것으로 보고되어 있다. Sato 등[22]은 턱관절의 관절원판변위가 있는 환자에서 교합접촉면적이 더 적었다고 보고하였으며, Kim 등[23]은 저작효율을 측정하는 데 있어 교합접촉면적이 교합압보다 더 정확히 실제를 반영한다고 하였다. 그러므로 교합면적이 넓을수록 저작효율이 높고 정상적인 기능자에 속하는 것으로 추정된다.

이렇듯 교합진단방법은 점차 다양해지고 발전해 나가고 있는 반면, 정확도 및 신뢰도에 대한 연구는 미비한 실정이다. 그러므로 본 연구에서는 현재 가장 널리 쓰이는 T-Scan Ⅲ® (Tekscan, South Boston, MA, USA)와 Add picture 방법의 정확도 및 신뢰도를 비교하고 평가하였다. 비교하고자 하는 분석대상은 두 방법에서 모두 나타나는 교합접촉점의 분포 및 교합접촉면적을 선택하였으며, 이를 통해 교합진단 및 조정술식에서 T-Scan 방법의 적용 시 특별히 고려해야 할 점을 밝히고자 하였다.

연구재료 및 방법

1. 연구 대상

실험자 본인 한 사람을 대상으로 실험을 진행하기 위하여 강릉원주대학교 치과병원 임상시험 윤리위원회(IRB)의 심의를 통과한 후 진행하였다(임상시험심사번호: IRB2012-16-4). 전신질환 병력이 없는 26세 여자로 치주염, 부정교합, 보철치료 병력 및 악관절질환이 없었으며, 제 3 대구치를 제외한 전 치열이 완성된 Angle Ⅰ급 교합관계를 가졌다.

2. 연구 방법

1) 인상채득 및 모형제작

부가중합형 실리콘인상재(Imprint Ⅱ heavy body and Imprint Ⅲ light body, 3M ESPE, Seefeld, Germany)를 사용하였다. 개인트레이를 이용한 일회법 인상채득방법으로 상하악 치열궁을 10회 채득한 후 10쌍의 상하악 초경석고 모형(Fuji Rock, GC Corp. Europe, Leuven, Belgium)을 제작하였다(Fig. 1).

2) 하중장치 장착

자체적으로 제작한 하중장치에 추의 중심이 모형의 상악 견치를 지나는 선과 구개중심선의 접점을 지나도록 모형을 위치시키고 자석과 경석고를 이용하여 부착하였다. 상악과 하악은 최대감합위로 교합시켰으며, 최대교합력을 재현하여 78.9kg의 하중을 가하였다.

3) T-Scan 방법

T-Scan Ⅲ®를 이용하여 측정하였다. T-scan 교합감지기의 돌출부위가 상악 중절치간에 오도록 모형내에 위치시켜 재현성을 부여하였고, 알맞은 센서의 감도를 설정한 후 상하악 모형이 최대감합위가 되도록 하였다. 최대교합력을 인위적으로 부여한 후 상하악 모형과 T-Scan 센서의 위치가 변하지 않는 상태에서 2번 반복측정하였다(Fig. 2).

4) Add picture 방법

상하악 모형을 최대감합위로 부착한 후 폴리이써(Impregum penta soft, 3M ESPE)를 이용하여 교합을 인기하였다. 그 후 CCD카메라를 이용해 투과광량에 따른 접촉점과 접촉면적을 측정하였다(Fig. 3~5.).



Fig. 1. Stone cast.



Fig. 2. Measurement by T-Scan method.

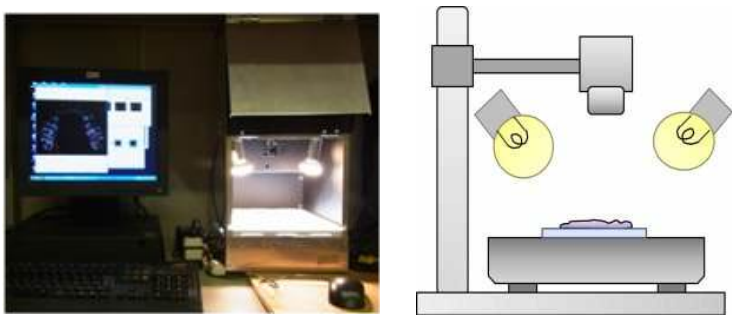


Fig. 3. Photagraph (left) and schematic diagram (right) of equipment for Add picuture method.



Fig. 4. Light transmission.

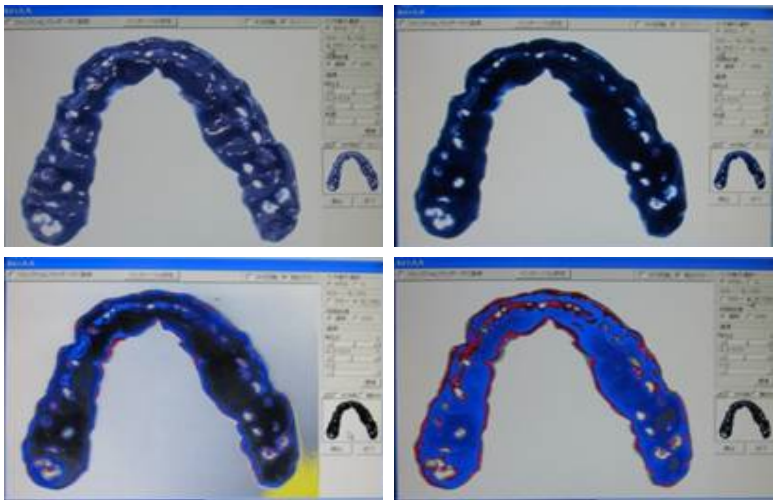


Fig. 5. Determination of the intraocclusal distances from the intensities of transmitted light.

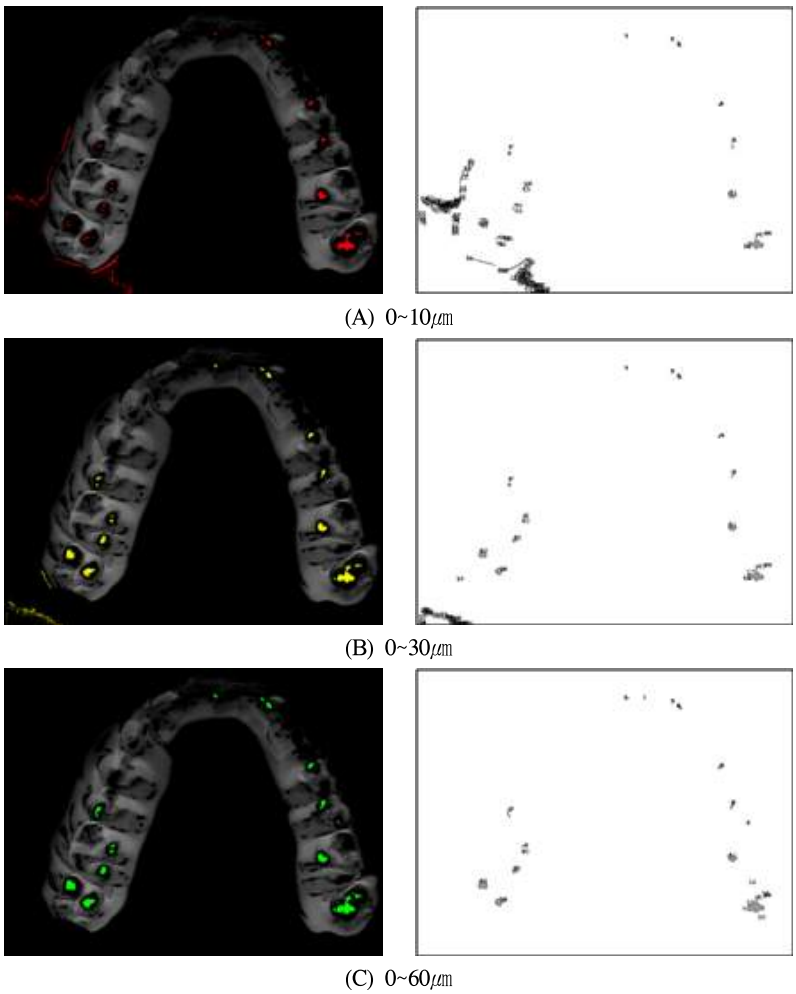


Fig. 6. Index area depending on interocclusal distances.

5) 교합접촉값 측정 및 비교

교합접촉 양상은 접촉점의 분포와 접촉점에 따른 총교합면적에 대한 접촉면적백분율(Contact area, %)을 측정하여 비교하였다. T-Scan의 경우 포토샵 프로그램(Adobe photoshop CS3, Adobe. San Jose, USA)을 이용해 픽셀수를 계산하여 색상에 따른 면적을 산출하였다(Fig. 6). Add picture 방법의 경우, 빛 투과정도에 따라 인상재 두께를 0~10㎛, 0~30㎛, 0~60㎛의 3가지로 나누고, 이에 따른 면적을 실측하여 계산하였다.

총 교합면면적을 얻기 위해 접촉면을 모형에 표시한 후 교합평면에 대하여 수직으로 촬영한 이미지(Fig. 7)에서 함께 촬영된 격자(1 mm x 1 mm)를 기준으로 포토샵이미지의 픽셀값을 환산하여 제곱미터값으로 변환하고 두 측정방법 모두에서 백분율을 구하기 위한 기준으로 삼았다.



Fig. 7. Occlusal surface identified on mandibular cast on grid paper.

6) 통계분석

T-Scan의 교합접촉면적과 Add picture의 교합접촉면적의 차이를 분석하기 위해 대응표본 t-검정(paired t-test)을 시행하였다. SPSS 19.0 (IBM Corporation, Somers, New York, USA)을 사용하여 95% 신뢰구간에서 통계적 분석을 시행하였다.

결 과

1. T-Scan

T-Scan의 경우 상대적인 교합력에 따라 색상별로 표시되는데, 크게 센서가 압력을 받는 부위인 파란색과 치아접촉부위인 녹색/노란색/주황색/빨간색/분홍색으로 분류된다. 교합력은 파란색-초록색-노란색-주황색-빨간색-분홍색의 순으로 높아지며, 실험결과 각 색상에 해당하는 부위의 면적은 파란색이 가장 넓었고, 분홍색이 가장 좁은 것으로 나타났다(Table I).

2. Add picture

교합인기재의 두께는 곧 상하악 치아 간 거리를 나타내며, 접촉점 포함부위를 증가시킬수록 교합접촉면적은 넓어지는 것으로 나타났다(Table Ⅱ).

Table Ⅱ. Occlusal contact area by interocclusal distances in Add picture method

Interocclusal distances	Area (mm^2)	Percent (%)
0~10㎛	10.5	1.4
0~30㎛	15.0	2.0
0~60㎛	20.8	2.7

*Occlusal surface area: 756.9 mm2

* Percent(%): percentage against the occlusal surface

Table I. Occlusal contact area by color in T-Scan method

	Pink	+Red	+Orange	+Yellow	+Green	+Blue	Occlusal surface
Area ($mm^{2)}$	21.8	22.9	25.9	29.3	58.7	125.9	1006.9
Percent (%)	2.2	2.3	2.6	2.9	5.8	12.5	100

* Percent(%): percentage against the occlusal surface

3. T-scan과 Add picture 결과의 비교

T-scan 센서의 두께(67㎛)에 해당하는 Add picture의 0~60㎛ 부위는 총 교합면 면적의 2.7%를 차지하였다. Add picture method와 T-Scan method의 결과 비교 시 T-Scan에서 분홍색상 및 붉은 색상으로 표시된 부위의 면적값은 Add picture의 0~10㎛, 0~30㎛ 부위의 면적값보다 크고 유의한 차이($P < .05$) 를 보였으나($P < .05$), 0~60㎛ 부위와는 유사한 값($P > .05$) 을 보였다(Table Ⅲ,Ⅳ). T-Scan에서 그 외 색상으로 표시된 부위의 면적값은 Add picture의 0~10㎛, 0~30㎛, 0~60㎛ 부위의 면적값보다 모두 크고 유의한 차이($P < .05$) 를 보였다(Table Ⅴ,Ⅵ). 그래프 및 실측상 비교시에도 Add picture에서 교합접촉점에 해당되는 부위는 T-scan에서 분홍색상 및 붉은 색상 면적의 일부에 상응하여 나타났다(Fig. 8,9). T-scan의 교합접촉면적 백분율값과 Add picture에서의 교합접촉면적의 백분율값은 유의한 차이를 보였다($P < .05$).

따라서, T-scan에서 표시되는 교합접촉점은 상하악 치간거리가 30㎛ 이상으로 실질적으로는 교합접촉이 일어나지 않는 부위까지 포함하는 전반적으로 과장된 교합접촉 결과를 보였다.

Table Ⅲ. Comparison of occlusal contact area between T-Scan method (pink area) and Add picture method

	T-scan	Add picture		
	Pink	0~10 ㎛	0~30 ㎛	0~60 ㎛
Percentage(%)	2.2	1.0	1.5	2.1
mm^2	21.8	10.5	15.0	20.8
P-values*		.000	.009	.652

* Statistical significance was evaluated by paired T-test.
* 95% confidence interval.

Table Ⅳ. Comparison of occlusal contact area between T-Scan method (pink+red area) and Add picture method

	T-scan	Add picture		
	+Red*	0~10㎛	0~30㎛	0~60㎛
Percentage(%)	2.3	1.0	1.5	2.1
mm^2	22.9	10.5	15.0	22.0
P-values*		.000	.006	.373

* T-scan +Red: pink area + red area
* Statistical significance was evaluated by paired T-test.
* 95% confidence interval.

Table Ⅴ. Comparison of occlusal contact area between T-Scan method (pink+red+orange area) and Add picture method

	T-scan	Add picture		
	+Orange*	0~10㎛	0~30㎛	0~60㎛
Percentage(%)	2.6	1.0	1.5	2.1
mm^2	25.9	10.5	15.0	20.8
P-values*		.000	.001	.064

* T-scan +Orange: pink area + red area + orange area
* Statistical significance was evaluated by paired T-test.
* 95% confidence interval.

Table Ⅵ. Comparison of occlusal contact area between T-Scan method (other colors) and Add picture method

	T-scan			Add picture		
	+Yellow*	+Green*	+Blue*	0~10㎛	0~30㎛	0~60㎛
Percentage(%)	2.9	5.8	12.5	1.0	1.5	2.1
mm^2	29.3	58.7	125.9	10.5	15.0	20.8
P-values*				.000	.000	.000

* T-scan +Yellow: pink area + red area + orange area + yellow area; T-scan +Green: pink area + red area + orange area + yellow area + green area; T-scan +Blue: pink area + red area + orange area + yellow area + green area + blue area
* Statistical significance was evaluated by paired T-test.
* 95% confidence interval.

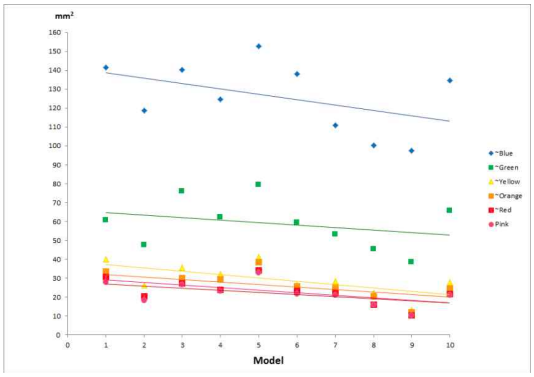


Fig. 8. Graphic chart of occlusal contact area in T-Scan.

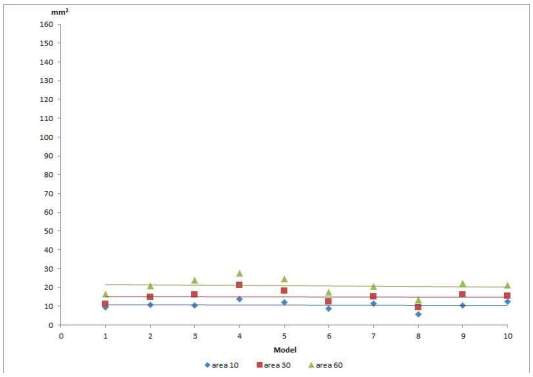


Fig. 9. Graphic chart of 0~60㎛ area in Add picture.

고 찰

교두감합위에서의 치아접촉은 자연치열에서 접촉의 본질을 이해하고, 정확한 진단, 치료 및 수복을 계획하는 데 있어 중요하다.[24] 교합접촉점 분석 시 영향을 미칠 수 있는 인자는 다양한데 Chapman 등[25]은 두부위치변화에 따른 교합접촉변화를 보고하였고, Kim 등[26]은 T-scan으로 최대감합 시와 습관성감합 시 자세에 따라 치아접촉점수에서 차이가 있다고 하였다. McLean 등[27]은 자세가 직립위로 갈수록 교합접촉위치도 점차 전방으로 간다고 하였다. 폐구 시의 압력에 대해 Risse 등[28,29]은 습관성 폐구위치(habitual intercuspation position)에서 물었을 때 강한 교합력에서의 접촉점의 수는 약한 교합력에서의 접촉점의 수에 비해 유의한 차이는 없었으나 대체적으로 증가하였다고 보고하였다.

따라서 사람을 대상으로 할 때는 두부의 위치, 폐구시 압력의 불균일성, 시간과 장소, 측정 시 전신상태 및 근신경계의 복합작용으로 인한 요인의 다양성으로 일정한 결과를 도출해내기 어려우므로, 본 연구에서는 재현성을 높이고 일관성을 유지하기 위해 모형을 제작하여 결과에 영향을 미칠 수 있는 인자들을 제한하였다.

사람이 발휘하는 최대교합력에 대해 많은 연구가 있었지만, 사람의 성별, 연령, 악골과 치아의 형태 및 배열, 근육 발달정도 등의 개별적 차이와 교합력과 같은 기능적인 요소에 대한 측정방법의 다양함으로 인해 결과를 하나로 통일하기는 곤란하였다. Ledley[30]와 Lindblom[31]은 최대교합력을 정량적으로 얻는 것은 교합을 분석하기 위해 중요하다고 주장하였다. 그 외에도 사람이 발휘하는 최대교합력에 대해 많은 연구가 있었다. Kim 등[32]은 40명의 치과대학생을 대상으로 근전도활성을 기준으로 측정 시 평균 45 ± 5 kg/f으로 보고하였고, Yoon 등[33]은 평균 23.4세인 남녀를 대상으로 압력센서(Dental Prescale)를 이용한 측정 시 평균 교합력이 81.4 ± 22.1 kg/f, 평균 교합접촉면적은 24.0 ± 6.9㎟으로 보고하였다. 인종이나 문화의 차이에 따라서도 최대교합력은 서로 달랐는데, Carlsson 등[34]은 현대적 문명사회에 사는 사람에 비해 원시적 문화에서 사는 사람의 교합력이 크고, Gibbs 등[35]에 따르면 에스키모인에서의 교합력은 150kg인 반면, 유럽과 미국인의 교합력은 60~75kg이라고 보고된 바 있다. 이외에도 Hattori 등[36]은 각 치아의 평균 교합력을 측정한 후 이를 합한 평균값은 79.3 kg/f, Bonakdarchian 등[37]은 40명의 20대 이란국 치과대학생을 대상으로 평균 64.4 ± 24.0 Kg/f, 최대교합력 143.2 Kg/f, 최소교합력 24.6 kg/f 을 보고하였다.

본 연구에서는 최대교합력을 측정하기 위해 5개의 모형을 대상으로 약 10kg씩 증가시킨 하중을 2번 반복 부여하였으며, 이를 판단하는 기준은 교합접촉면적으로 삼았다. T-Scan 이미지 상에서 분홍색상의 분포가 증가하는 단점이 있었으나, 이를 통제하기 위한 센서의 감도조절 시 교합접촉면적은 같은 하중에서도 다르게 나타나며, 감도범위 내에서 교합접촉면적은 하중이 증가함에 따라 거의 무한하게 증가하게 되었다. 그 결과 78.9kg의 하중값을 얻을 수 있었으며, 이는 여러 문헌에서 보고된 최대교합력의 범위내에 있는 것으로 생각되었다.

T-scan 측정 시에는 교합력에 따른 상대적인 면적값이 컴퓨터 화면에 나타나는 데 반해, Add picture 측정 시에는 상하악 치아 간 거리인 절대값에 따라 교합접촉면적이 실측된다. 그러므로 각 방법에 따라 교합접촉면적을 나타내도록 하는 수단이 T-scan에서는 교합력, Add picture에서는 상하악 치아 간 거리로 다르며, 또한 T-scan에서는 센서의 감도에 따라 상대값이 나오는 데 반해, Add picture에서는 직접 실측하므로 실제값을 나타내는 재현성과 정밀함에서 큰 차이를 보인다고 할 수 있다.

본 연구에서는 다른 방법으로 산출한 수치를 서로 비교하기 위해, T-Scan의 픽셀값을 mm^2단위로 변환하였다. 변환 시 전체 총 교합면면적의 촬영상으로부터 산출한 픽셀수를 함께 촬영된

격자를 기준으로 하였다.

결과를 비교해 보면, T-scan에서의 붉은색과 분홍색으로 표시된 면적의 일부가 Add picture 상에서 0~10㎛, 0~30㎛, 0~60㎛의 치간거리에 해당하는 면적에 상응한다. 단순한 교합접촉면의 수는 유사하나, 교합접촉면의 분포 비교 시 T-scan에서는 가성접촉점이 표시되거나, 실제의 위치와 분포모양을 따르지 못하는 경우가 빈번하였다. 면적값을 비교하였을 때는 T-scan에서 확대된 결과가 나왔으며, 이는 통계적으로 유의한 차이를 보였다(P<.05).

T-Scan을 비교하는 대상인 Add picture 방법은 간편하고 환자의 실제 교합상태를 가깝게 재현하는 정밀함을 가지고 있으며, 환자의 교합력에 따라 초기접촉부(가벼운 힘)와 최대감합접촉부(강한 힘)를 비교하여 조기접촉부를 관찰할 수 있다. 그러나 T-Scan 방법과는 달리 시간에 따른 교합의 변화양상은 관찰하기 어려우므로 관찰가능한 조기접촉부는 한계가 있다. Add picture 방법에서 실제 접촉하는 부위는 두께에 따른 투과도에 따라 강하게 닿는 부위와 약하게 닿는 부위로 구분할 수 있으나 사용하는 교합인기재에 따라 천공되는 부위로 나타나는 경우에는 두 부위를 구분할 수 없다. 또한 교합인기재가 경화하는 시간 동안 동일한 교합접촉위를 유지해야 하는 어려움이 있으며, 흐름성이 좋은 교합인기재일지라도 자체의 두께로 인한 오차는 존재한다.

현재 T-Scan은 악궁 내의 교합력의 상대적 분포, 악운동 시 조기접촉부 관찰에 널리 쓰이고 있다. 그러나 센서의 저항 및 교합력의 개인차로 인해 센서의 감도를 조절하더라도 적정한 교합조정량을 가늠하기에 불충분하다. T-Scan에서 원하는 결과를 얻기 위해서는 환자가 올바른 위치에서 적정한 교합압으로 폐구하도록 유도하는 것이 필요하나, 반복되는 측정으로 인해 환자의 구강주위 근육이 쉽게 피로해질 수 있다. 실험결과를 토대로 T-Scan 방법을 임상과정에 적용 시, T-Scan 결과 상에 표현되는 교합접촉점은 실제로는 치아 간 거리가 30㎛이상으로, 정밀교합측정용으로 사용되는 교합지의 두께인 21㎛을 상회하며 실제로는 교합이 되지 않는 부분까지 포함된다. 따라서 정확한 교합진단 및 조정을 위해 T-Scan 방법은 다른 진단방법과 함께 사용하는 것이 바람직하다.

결 론

실제 치아의 접촉을 재현하는 방법으로서 T-Scan 방법과 Add picture 방법을 비교한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. T-Scan 방법에서 분홍색상 및 붉은 색상으로 표시된 면적의 일부가 Add picture 방법에서 0~10㎛, 0~30㎛, 0~60㎛의 상하악 치아 간 거리에 해당하는 면적에 상응하였다.
2. 교합접촉점 분포 비교 시 T-Scan 방법과 Add picture 방법은 유사하였다.
3. 교합접촉면적 비교 시 T-Scan 방법에서 확대된 결과가 관찰되었으며, 전체교합면적에 대한 접촉면적 백분율 비교에서도 T-Scan 방법과 Add picture 방법의 백분율값은 유의한 차이를 보였다(P<.05).
4. T-Scan에서 분홍색상 및 붉은 색상으로 표시된 부위의 면적값은 Add picture의 0~10㎛, 0~30㎛ 부위의 면적값보다 크고(P<.05), 0~60㎛ 부위와는 유사한 값을 보였다(P>.05).

참 고 문 헌

1. Park SJ, Jung JH. Occlusal analysis of patients with temporomandibular dysfunction by use of T-Scan System. J Korean Acad Prosthodont 1991;29:121-138.
2. Chai YA, Park NS, Choi BB. A study of the occlusal contact pattern during mandibular movement of adult with normal occlusion. J Korean Acad Prosthodont 1993;31:565-579.
3. Dawson, P. E. Evaluation, Diagnosis, and Treatment of Occlusal Problems. Ch. 8: The Plane of Occlusion. St. Louis: C.V. Mosby; 1974. pp. 190-205.

4. Berry DC, Singh BD. Effect of electromyographic biofeedback therapy on occlusal contacts. J Prosthet Dent 1984;51:397-403.
5. Gazit E, Fitzig S, Lieberman MA. Reproducibility of occlusal marking techniques. J Prosthet Dent 1986;55:505-509.
6. Berry DC, Singh BP. Daily variations in occlusal contacts. J Prosthet Dent 1983;50:386-391.
7. Gary C. Anderson, John K. Schulte, Dorothee M. Aeppli. Reliability of the evaluation of occlusal contacts in the intercuspal position. J Prosthet Dent 1970;70:320-323.
8. Elizabeth M. Bauer. Posterior Occlusal Changes with a Hawley Vs Perfector/Hawley Retainer: A Follow-up Study. Saint Louis University, 2008. p.16-24.
9. Amsterdam, M., Purdum, L.C., Purdum, K.L. The occlusograph: A graphic representation of photocclusion data. J Prosthet Dent 1987;57:94-98.
10. Gazit E, Lieberman MA. Occlusal contacts following orthodontic treatment. Measured by a photocclusion technique. Angle Orthod 1985;55:316-320.
11. Maness WL, Benjamin M, Podoloff R. Computerized occlusal analysis: a new technology. Quintessence Int 1987;18:287-292.
12. Sadamori S, Kotani H, Abekura H, Hamada T. Quantitive analysis of occlusal force balance in intercuspal position using the Dental Prescale system in patients with temporomandibular disorders. Int Chin J Dent 2007;7:43-47.
13. Hattori Y, Okugawa H, Watanabe M. Occlusal force measurement using Dental Prescale. J Jpn Prosthodont Soc 1994;38: 835-841.
14. Okamoto K, Okamoto Y, Shinoda K, Tamura Y. Analysis of occlusal contacts of children by the T-Scan system. (1) The reproducibility of the sensor. Shoni Shikagaku Zasshi 1990;28:975-983.
15. Maeda Y, Ohtani T, Okada M, Emura I, Sogo M, Mori T, Yoshida M, Nokubi T, Okuno Y. Clinical application of T-scan System. 1. Sensitivity and reproducibility and its application. Osaka Daigaku Shigaku Zasshi 1989;34:378-384.
16. Kurt Rottner, Ernst-Jurgen Richter. Effect of occlusal morphology on the accuracy of bite force measurements using thin film transducers. Int J Prosthodont 2004;17:518-523.
17. Tosa J, Tanaka M, Murata Y, Takada H, Kawazoe T. Reliability of computer-aided video system for measuring intraocclusal distances. J Jpn Prosthodont Soc 1993; 37: 1259-1264.
18. Shannon Owens, Peter H. Buschang, Gaylord S. Throckmorton, Leslea Palmer, Jeryl English. Masticatory performance and areas of occlusal contact and near contact in subjects with normal occlusion and malocclusion. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2002;121:602-609.
19. Sakaguchi RL, Anderson GC, DeLong R. Digital imaging of occlusal contacts in the intercuspal position. J Prosthodont 1994;3:193-197.
20. Tosa J, Takada H, Murata Y, Tanaka M, Kawazoe T. Investigation of occlusal contact in patient with temporomandibular disorders using add-Picture method. Proceeding of Japanese Society of Stomato-gnathic Function 1988;7: 119-124.
21. Tosa J, Tanaka M, Murata Y, Shao M, Ueda N, Kawazoe T. Visualization of occlusal contacs on a TV monitor. J Jpn Prosthodont Soc 1987;31:1553-1557.
22. Sato S, Ohta M, Sawatari M, Kawamura H, Motegi K. Occlusal contact area, occlusal pressure, bite force, and masticatory efficiency in patients with anterior disc displacement of the temporomandibular joint. J Oral Rehabil 1999;26:906-911.
23. Kim KS, Choi JH , Kim ST, Kim CY, Ahn HJ. Bite force, occlusal contact area and occlusal pressure of patients with temporomandibular joint internal derangement. Korean Journal of Oral Medicine 2006;31:265-274.
24. Ehrlich, J., Taicher, S. Intercuspal contacts of the natural dentition in centric occlusion. J Prosthet Dent 1981;45:419 - 421.
25. Chapman RJ. Principles of occlusion for implant prostheses : guideline for position, timing, and force of occlusal contacts. Quintessence Int 1989;20:473 - 480.
26. Kim KS, Kim CW. An experimental study on occlusal and vertical changes after denture processing. J

Korean Acad Prosthodont1990;28:77 - 89.
27. McLean, L.F., Brenman, H.S., Friedman, M.G.F. : Effects of changing body position on dental occlusion. J Dent Res 1973;52:1041- 1045.
28. Riise C. A clinical study of the number of occlusal tooth contacts in intercuspal position at light and hard pressure in adults. J Oral Rehabil 1982;9:469 - 477.
29. Riise, C., Ericsson, S.G. A clinical sutdy of the distribution of occlusal tooth contacts in intercuspal position at light and hard pressure in adults. J Oral Rehabil 1983;10:473 - 480.
30. Ledley RS. Engineering analysis of dental forces, theory and application. National biomedical research foundation. 1969
31. Lindblom G. Bite analysis and its significance in modern odontology. Odont T 1969;77:63-79.
32. Kim CS. An E.M.G. study of relationships between occlusal forces and masseter muscle. Graduate school Dankook university. 1989. P. 13
33. Yoon HR, Choi YJ, Kim KH, Chung C. Comparisons of occlusal force according to occlusal relationship, skeletal pattern, age and gender in Koreans. Korean J Orthod. 2010;40:304-313.
34. Carlsson GE. Bite force and chewing efficiency. Front Oral Physiol 1974;1:265-292.
35. Gibbs CH, Mahan PE, Lundeen HC, Brehnan K, Walsh EK, Holbrook WB. Occlusal forces during chewing and swallowing as measured by sound transmission. J Prosthet Dent 1981;46:443-449.
36. Hattori Y, Satoh C, Kunieda T, Endoh R, Hisamatsu H, Watanabe M. Bite forces and their resultants during forceful intercuspal clenching in humans. J Biomechanics 2009;42:1533-1538.
37. Bonakdarchian M, Askari N, Askari M. Effect of face form on maximal molar bite force with natural dentition. Arch Oral Biol. 2009;54:201-204.

Analysis of Occlusal Contacts Using Add-picture Method

Ko-Woon Park, Lee-Ra Cho, Dae-Gon Kim, Chan-Jin Park

Department of Prosthodontics and Research Institute of Oral Science, Gangneung-Wonju National University

The purpose of this study was to analyze the area of occlusal contact points using visual method. One subject was selected who had Angle Class Ⅰ, normal dentition, without dental caries, periodontal disease and temporomandibular disorders. Forty times PVS impressions were taken and 10 pairs casts were fabricated using dental super hard stone. After mounting the casts with customized loading apparatus, 78.9kg/f force was loaded as a maximum biting force. In T-Scan method, occlusal contact points measurement was repeated twice. Then, using Photoshop program (Adobe photoshop CS3, Adobe. San Jose, USA), the pixels which indicated occlusal contact points by color was recognized, and the distribution of recognized pixels were calculated to area. In Add picture method, polyether bite material applied to the occlusal surface of the casts. Then, the image of the translucent areas was recorded and classified 0~10㎛, 0~30㎛, 0~60㎛ area by the amount of transmitted light. To acquire occlusal surface, the numbers of pixels from the photograph of the contact area indicated cast converted to mm^2. The mean occlusal contact area by two methods was statistically analyzed (paired t-test). Part of the red and pink area in T-Scan image were almost equivalent to the 0~10㎛, 0~30㎛, 0~60㎛ area in Add picture image. The distribution of occlusal contact points were similar, but the average area of occlusal contact points was wider in T-scan image (P<.05). Pink and red area in T-scan image was wider than 0~10㎛, 0~30㎛ area in Add picture image (P<.05), but similar to 0~60㎛area in Add picture image (P>.05). Occlusal contact points in T-scan image did not indicate real occlusal contact points. Occlusal contact areas in T-scan method were enlarged results comparing with those in Add picture method.

Key words: T-Scan Ⅲ®, Add picture, occlusal contact point, occlusal contact area, light transmission method

Correspondence to: Prof. Chan-Jin Park
Department of Prosthodontics, College of Dentistry, Gangneung-Wonju National University,
Gangneung Daehangno 1, Gangneung, Gangwon-Do, 210-702, Korea.
Fax: + 82-33-640-3103, E-mail: doctorcj@gwnu.ac.kr
Received: December 15, 2012, Last Revision: February 18, 2013, Accepted: March 25, 2013