

Dental Prescale과 편측 교합력 측정기를 이용한 정상성인의 교합력 비교

연세대학교 치과대학 예방치과학교실, 구강과학연구소, *보철학교실

권호근 · 유자혜 · 권영숙* · 김백일

I. 서 론

저작(mastication)의 목적은 음식을 잘게 분쇄하여 소화액이 침투할 수 있는 표면적을 증가시키는 것이다. 이러한 저작행위는 음식을 소화시키는 일련의 과정 중에서 최초의 단계로써, 전신 건강상태를 유지하고 향상시키는데 매우 중요한 요인이다.

그 동안 저작 기능(masticatory function)을 객관적으로 평가하기 위해서 교합력(occlusal force), 저작 효율(chewing efficiency), 연하 경계점(swallowing threshold), 저작근의 활성도 등을 측정해 왔다.^{1,4)} 그 중에서 가장 오래전부터 객관적인 측정을 시도해 온 항목은 저작근의 힘을 나타내는 교합력 측정이다.³⁾ 교합력에 대한 관심은 17세기까지 거슬러 올라간다. 20세기에는 저작력을 측정하기 위해서 다양한 형태의 하악운동 측정기가 개발되었다. Linderholm과 Wennström⁵⁾은 금속 막대(steel bar)와 전위차계(potentiometer writer)로 구성된 대표적인 바이트 포크 형태의 교합력 측정기를 개발했다. Helkimo 등^{1,6)}도 압력계를 포크 모양으로 변형시켜서 교합력을 측정하였다. 한편 Flöystrand 등²⁾은 3-4 mm 두께의 작은 형태의 미니 바이트 포크를 개발하기도 하였다. 이러한 형태의 편측 교합력 측정기는 일본에서 상품화(MPM-3000, Morita, Japan)되기도 하였다. 이

기계는 치과용 거울처럼 생긴 부위에 버튼이 있어서 이곳을 씹게 되면 그 해당 치아의 교합력을 잴 수 있게 한 것이다. 그러나 이러한 종류의 편측 교합력 측정기는 근본적으로 개별치아 1쌍의 교합력을 측정할 수밖에 없으며, 여러 개의 치아에 교합력을 재려면 구강 내에 splint와 같은 장치를 장착한 뒤 측정해야만 가능하다. 하지만 이러한 계측법은 측정기간 동안 피검자가 상당한 수준의 불편감을 느끼게 되며, 피검자의 치아에 치아균열(crack)을 발생시킬 수 있는 가능성도 높은 편이다. 또한 일인당 측정에 소요되는 시간이 상당히 긴 편이어서, 역학 조사와 같이 다수의 대상자를 대상으로 측정하기는 어려운 실정이었다. 한편 Devlin 등⁷⁾은 근육활성도 계측기를 이용해서 교근(masseter muscle)의 활성도를 측정해서 교합력과의 상관관계를 분석했는데, 그 결과 교근의 활성도와 교합력 간에는 완전한 선형의 상관관계는 나타나지 않는 것으로 보고하였다. 국내의 경우 서 등⁸⁾은 악교정수술환자에서 술전·후의 교합력 변화를 조사하였고, 조 등⁹⁾과 정 등¹⁰⁾은 인공치아 매식술 후의 교합력 변화를 측정하였으며, 이 등¹¹⁾은 성인 정상교합자의 최대 교합력에 관해서 연구한 바 있었다. 그러나 이 모든 연구들 역시 교합력 측정 도구로는 기존의 편측 교합력 측정기를 활용하여 조사하였다.

※ 이 논문은 2004년도 연세대학교 치과대학 교내 연구비 지원에 의해서 연구되었음. (6-2004-0007)

이러한 상황 속에서 1990년대 초반 일본에서는 새로운 방식의 교합력 측정법이 개발되었다. 그것은 후지필름에서 개발한 Dental Prescale System®이다. 이 시스템은 기존의 압력계 형태의 교합력 측정방식이 아니라 매우 얇은 두께의 압력감지필름(pressure sensitive film)을 사용하여, 피검자에게 필름을 교합시킨 뒤 찍힌 압력점을 별도의 컴퓨터 스캔장비로 분석하는 방식이다. 그 결과 자연스런 교합상태에 최대한 가까운 상태에서 치열 전체의 교합력의 분포와 강도를 측정할 수 있었다.^{1,2)} 또한 이 새로운 측정법은 사용하는 장비가 비교적 간단하고, 측정에 이용한 압력감지필름이 일정시간 보관이 가능하기 때문에 대규모의 피검자를 대상으로 하는 역학조사에서도 활용도가 높은 방법이다.

본 연구의 목적은 새롭게 개발된 Dental Prescale System과 기존의 교합력 측정방법이었던 편측 교합력 측정기간에 측정된 교합력을 비교함으로써 Dental Prescale System의 교합력 측정 능력을 평가하고자 하였다.

II. 연구재료 및 방법

1. 연구 대상

신체 건강한 치과대학생 22명이 본 연구에 참가하였다. 성별로는 남녀 각각 11명씩 이었고, 연령대는 22-32세였으며 평균 연령은 23.9세였다. 이들은 완

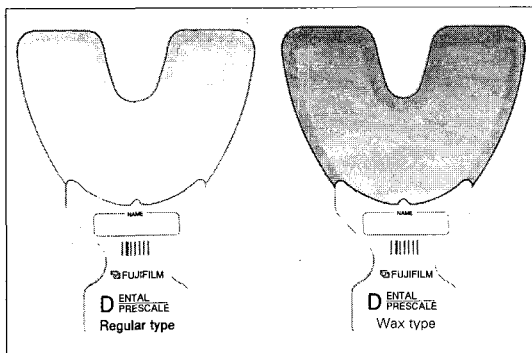


Fig. 1. Pressure sensitive sheets.

전한 자연 치열을 갖고 있고, 상실치와 부정 교합이 없으며, 두개안면영역에 이상이 없는 건강한 사람들 이었다.

2. 연구방법

후지필름에서 개발한 Dental Prescale System® (Fuji Photo Film, Tokyo)은 압력감지필름(pressure sensitive film)과 컴퓨터 스캔 장비(Occluser FDP-703)로 구성되어 있다.(Fig. 1, 2) 압력감지필름은 두께 0.097 mm의 말발굽 모양의 투명한 모양으로, 현상액은 polyethylene terephthalate(PET)필름의 한쪽면에 코팅되어 있고, 다른 쪽에는 색깔을 유발하는 발색 마이크로캡슐이 분포되어 있다.(Fig. 3) 양쪽면은 모두 진공 포장된 얇은 PET 필름으로 싸여져 있다. 5 MPa 이상의 압력이 가해질 경우 마이크로캡슐이 깨지면서 무색의 염료가 외부의 현상액과 만나서 접촉점에 붉은색의 마크를 형성하게 된다. 가해지는 압력의 정도에 따라서 압력점의 색깔은 다양하게 변화하는데, 압력이 셀수록 접촉점의 색깔도 더 진하게 표시된다. 본 연구에서는 50H(Type R)라는 압력 감지필름을 사용하였다. 교합력 검사 후에 압력감지필름에 찍힌 접촉점들을 컴퓨터 스캔 시스템

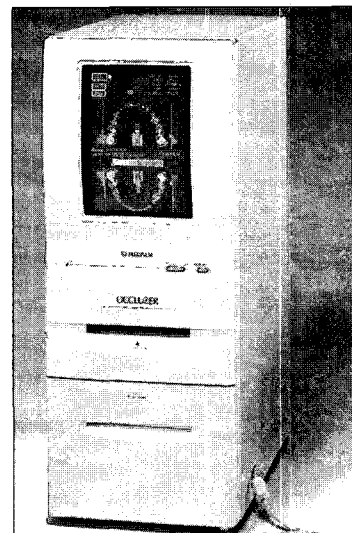


Fig. 2. Analyzing computer. (Occluser FDP-703)

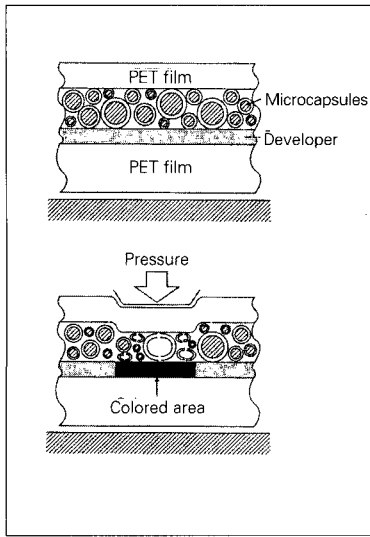


Fig. 3. The structure of Pressure sensitive sheet®.

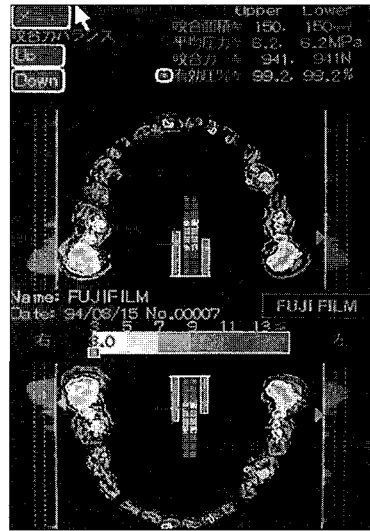


Fig. 4. Typical display of the recorded occlusal data.

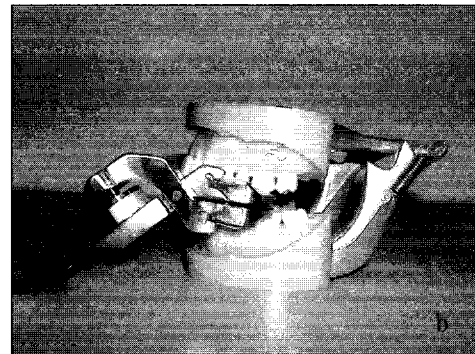
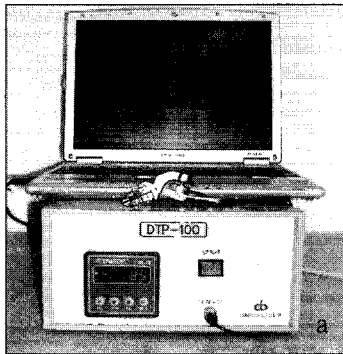


Fig. 5. Custom made unilateral bite force recorder (Denbotics Co. Korea).

(a) Overall view of bite force recorder

(b) lateral view of transducer

에 의해서 분석되어 최종 교합력이 산출된다.(Fig. 4) 피검자를 대상으로 먼저 Dental Prescale System의 압력감지필름(R-Type 50H)을 2초간 최대한 꼭 다물게 하였다. 교합력 측정은 일인당 2회를 시행해서 최종 분석은 평균값을 사용하였다.

한편 Dental Prescale System과 함께 비교하게 될 전통적인 편측 교합력 측정방법으로는 국내의 Denbotics사에서 제작한 교합력 측정기와 프로그램을 사용하였다.(Fig. 5) 이 교합력 측정기는 strain

gauge와 load cell을 이용한 것으로 교합부위에서 발생된 힘이 load cell에서 감지되고, digital indicator와 컴퓨터상에 연결된 프로그램에 측정수치가 나타나며 컴퓨터 프로그램 상에는 최대수치만 기록된다. 편측 교합력 측정기구의 교합부위는 동일한 2개의 금속판으로 구성되어 있으며 폭은 가로 세로 7 mm × 9 mm, 두께는 2 mm이고 금속판 사이에 1 mm 정도의 공간이 있다. 측정 시 치아를 보호하기 위해서 1 mm 두께의 양면접착테이프(3M)를 교합되는 금속판 양

면에 접촉시켰다. 교합력을 측정할 때는 측정 기구를 상하악 제1대구치 사이에 위치시켰으며, 3초간 최대교합을 시켰는데, 이때 상하악 치아 사이가 약 6 mm 정도 이격 되었다. 피검자에게 이 장치를 이용하여 오른쪽과 왼쪽 각 3회씩 최대 교합력을 측정하여 평균값을 이용하였다.

3. 통계 분석

통계적 검정은 Dental Prescale System으로 측정된 교합력과 편측교합력 측정기로 측정된 교합력간에 paired t-검정을 실시하였다. 또한 남녀 간에 교합력의 차이는 t-검정을 실시하였다. 그리고 두 측정기구에서 얻어진 교합력간에 상관성을 확인하기 위해서 피어슨 상관분석을 시행하였다. 모든 통계분석은 Window SAS(statistical analysis system) 8.1 통계패키지(SAS Institute, Inc. Cary, U. S. A)를 이용하였다.

III. 결 과

22명의 피검자를 대상으로 새롭게 개발된 Dental Prescale System으로 측정된 전악 평균 교합력은 1423 N이었고, 기존의 편측교합력 측정기에 의해서 측정된 평균 교합력은 256 N이었다. Prescale system에 의해서 측정된 전체 교합력은 기존의 편측 교합력 측정기에 의해서 측정된 교합력에 비해서 5.6 배 정도 더 높게 나타났다.($p < 0.001$, Table I) 한편 Prescale을 이용해서 제1대구치부위의 교합력만 측정된 경우는 208 N으로 편측 교합력 측정기에 의해서 측정된 교합력(256 N)에 비해서 다소 낮은 값을 나타냈다.($p < 0.001$) 또한 Prescale을 이용하여 교합면적을 측정된 결과, 전체 평균 교합면적은 34.5 mm^2 였고, 제1대구치부위의 교합면적은 5.1 mm^2 로 나타났다. 즉, Prescale을 이용해서 측정된 제1대구치부위의 교합력과 교합면적은 전체교합력 및 교합면적의 약 15%정도를 차지하였다.

Table I. Maximal occlusal force and occlusal load areas in 22 healthy subjects

	Both		p-value ⁴⁾	Males		Females		p-value ⁵⁾
	Mean	SD		Mean	SD	Mean	SD	
UTF ¹⁾ (N)	255.9	56.0	***	282.1	28.0	229.8	65.6	*
PSF ²⁾ in total(N)	1423.0	496.5		1627.1	546.7	1218.9	356.5	*
PSF at first molar(N)	208.3	94.9		247.8	86.4	168.8	89.6	*
OLA ³⁾ in total(mm ²)	34.5	14.2		39.8	15.6	29.3	10.9	
OLA in first molar(mm ²)	5.1	2.6		6.1	2.3	4.1	2.7	

1) UTF: Unilateral Transducer Force, 2) PSF: Prescale force, 3) OLA: Occlusal load areas by Prescale, 4) paired t-test, 5) t-test by gender, *: $p < 0.05$, ***: $p < 0.001$

Table II. Correlation analysis for occlusal forces and load areas

	UTF	PSF in total	PSF at first molar	OLA in total	OLA in first molar
UTF ¹⁾		0.46*	0.66***	0.42	0.59***
PSF ²⁾ in total			0.86***	0.98***	0.90***
PSF at first molar				0.81***	0.96***
OLA ³⁾ in total					0.89***

1) UTF: Unilateral Transducer Force, 2) PSF: Prescale force, 3) OLA: Occlusal load areas by Prescale
*: $p < 0.05$, ***: $p < 0.001$

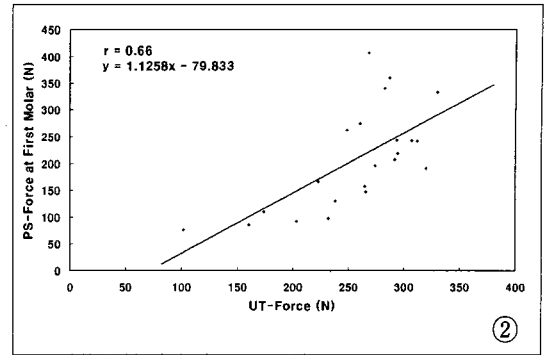
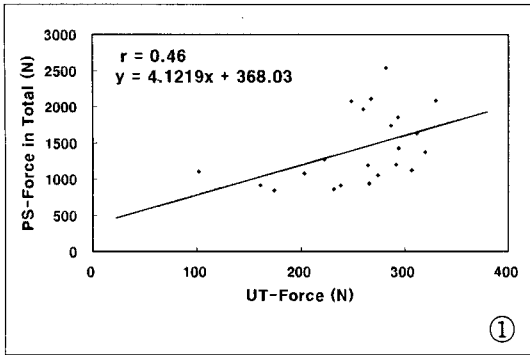


Fig. 6. Occlusal forces relationship between unilateral transducer and Dental Prescale System(① prescale force in total ② prescale force at first molar), Solid line is regression line.

성별에 따른 최대 교합력은 두 측정기구 모두 남성이 여성에 비해서 높게 나타났다. ($p < 0.05$) 또한 Prescale에 의해서 측정된 전체 및 제1대구치 교합면적 역시 남성이 여성에 비해서 높았으나 통계적으로 유의하지는 않았다.

Table II는 Prescale과 편측 교합력 측정기로 측정된 교합력 및 교합면적 간에 상관관계를 확인하기 위해서 피어슨 상관분석을 시행한 결과이다. 편측 교합력(Unilateral Transducer Force)과 전체 Prescale 교합력간에 상관계수는 약 0.46($p < 0.05$)이었으며, 편측 교합력과 제1대구치 부위의 Prescale 교합력간에 상관계수는 0.66($p < 0.001$)이었다. 또한 편측 교합력과 Prescale로 측정된 제1대구치의 교합면적 간에도 통계적으로 유의할만한 수준의 상관성($r = 0.59$, $p < 0.001$)이 있었다. 또한 전체 Prescale 교합력과 전체 교합면적 간에는 매우 높은 상관성($r = 0.98$, $p < 0.001$)을 보여서 Prescale이 인가된 교합면적에 의해서 교합력을 산출하는 시스템이라는 것을 확인할 수 있었다. Fig. 6은 편측 교합력과 Prescale로 측정된 전체 및 제1대구치 교합력 간에 상관성을 그래프로 나타낸 것이다.

IV. 고 찰

그동안 저작기능을 평가하는 데 있어서 교합력 측정이라는 항목은 매우 중요한 부분으로 간주되어왔다. 그러나 지금까지 교합력 측정에 주로 활용해 왔

던 방법은 저울의 원리를 활용한 편측교합력 측정기였다. 그러나 이 측정법은 보통 편측 일부 치아의 교합력만 측정하기 때문에 그 측정치를 일반화시키는 데도 문제가 있을 뿐만 아니라 교합력 측정 시 환자의 동통 유발 및 치아 균열 가능성 등으로 인해서 대규모의 사람들을 대상으로 하는 역학조사에는 활용하기 어려운 제한점을 갖고 있었다.

이에 본 연구에서는 교합력 측정 시 환자에게 큰 불편감없이 최대 감압위 상태의 양측 교합력을 측정할 수 있는 Dental Prescale System과 기존의 교합력 측정법인 편측교합력 측정기간에 측정된 교합력을 비교함으로써 새롭게 개발된 교합측정기기의 타당성을 평가해 보고자 하였다.

본 연구결과 새롭게 개발된 Prescale에 의해서 측정된 전악 평균 교합력(1423 N)은 기존의 측정방법인 편측교합력 측정기(256 N)에 비해서 5.6배 이상 높게 나타났다. 이와 같은 결과는 Shinogaya 등¹³⁾이 보고한 결과와도 일치하고 있다. 그는 17명의 덴마크 치과대학생을 대상으로 Prescale과 기존의 편측교합력 측정기를 이용하여 최대 교합력을 비교한 결과 각각 1109 N, 553 N이 나왔다고 보고하였다. 본 연구결과와 Shinogaya¹³⁾의 결과에 비해 Prescale 교합력은 약간 더 높고, 편측교합력은 더 낮게 나타났다. 두 가지 교합력 측정 장비에 의해서 측정된 교합력에 차이가 나타난 원인으로 기존의 편측교합력 측정기가 교합력을 실제보다 낮게 측정할 가능성과 Prescale이 실제보다 높게 측정할 가능성으로 나뉘서

설명하고자 한다.

먼저 편측교합력 측정기로 측정된 교합력이 실제보다 낮게 측정될 가능성에 대해서 살펴보하고자 한다. 첫 번째 원인으로서는 편측교합력 측정기는 전체 치열이 아닌 치열 중에서 어느 특정 부위의 교합력만을 측정한다는 점이다. 보통 편측교합력 측정기는 상하악 제1대구치 부위에 장치를 위치시킨 뒤 교합력을 측정하게 된다. 이것은 치열 전체의 교합력이라기보다는 특정 치아 부위의 교합력이기 때문에 치열 전체의 교합면적을 이용해서 최대 교합력을 산출하는 Prescale System과 비교해보면 측정치가 작을 수밖에 없다.

두 번째 원인으로서는 편측교합력 측정기로 교합력을 측정할 때는 필연적으로 측정기구의 두께 때문에 자연치열의 최대 교합위까지 교합하는 것이 불가능하다는 점이다. 보통은 측정기구의 두께로 인해서 6-7 mm 정도 공간(bite opening)이 발생하기 때문에, 편측교합력 측정기로 진정된 최대 교합력을 측정하는 것은 불가능하다. Bakke 등¹⁴⁾은 편측교합력 측정기를 이용해서 편측 구치부의 교합력을 측정된 경우와 이 시스템을 양쪽 구치부 모두 닿게 변형시켜 교합력을 측정한 경우를 비교한 결과, 양쪽 측정이 가능한 기구라 할지라도 편측에 비해서 교합력이 최대 20-40%밖에 증가되지 않는다고 보고하였다. 이러한 이유로는 교합력 측정 시 상하악이 어느 정도 벌어진 상태에서 교합력을 측정할 경우 개구근과 폐구근이 동시에 수축함(co-contraction)으로써 최대 교합력까지 도달할 수 없기 때문으로 생각된다. 반면에 Prescale System의 압력감지필름은 두께가 0.097 mm에 불과하여 교합을 최소한으로 방해하면서 거의 자연 교합상태에 가깝게 저작근육의 최대 수축을 유도할 수 있다.

세 번째 원인으로서는 편측교합력 측정기는 보통 금속으로 구성되어 있기 때문에 저작력 측정 시 피검자의 불편감을 감소시키고, 측정 센서를 보호하기 위해서 보호용 튜브나 테이프를 붙이게 된다. 기존의 연구에 의하면 이러한 보호용 장비들은 측정되는 교합력을 쿠션처럼 흡수하는 역할을 하기 때문에 원래 교합력의 평균 15%정도는 감소시키는 것으로 알려져 있다.¹⁴⁾

네 번째 원인으로서는 본 연구에서 사용한 편측교합

력 측정기는 국내의 Denbotics에서 개발한 제품으로써 Shinogaya 등¹³⁾이 사용한 제품(Kleven, strain-gauge transducer)과는 차이가 있었다. 그 결과 Shinogaya 등은 편측 교합력 측정기로 측정된 교합력이 553 N으로 보고하였으나, 본 연구에서는 256 N으로 상당히 낮게 측정되었다. Shinogaya 등의 실험에 참여한 피검자는 덴마크 치과대학생(17명)으로서, 평균 연령(20-29세, 평균 23.1세)이 본 실험에 참여한 피검자(22-32세, 평균 23.9세)와 비슷한데도 불구하고, 교합력 측정 수치의 큰 차이가 발생한 것은 두 실험에서 사용한 측정기구의 차이에서 오는 비표본오차(non sampling error)로 여겨진다.

다음으로 Dental Prescale System이 실제 교합력보다 과대 측정될 가능성에 대해서 살펴보하고자 한다.

첫 번째 원인으로서는 Dental Prescale System에 의해서 교합력을 측정할 때, 특히 전치부 치아의 경우 최대 교합위로 이동하는 과정 중에 압력감지필름에 실제 교합력과는 상관없는 위양성(false positive)의 교합 반응이 생길 수 있다는 점이다. Dental Prescale System에는 불필요한 교합 흔적을 지울 수 있는 기능이 내장되어 있으므로, 전치부의 불필요한 교합 흔적이나 측정과정 상에 발생하는 인위적인 오류 등은 해석상에 주의가 필요하다. 본 연구에서도 전치부에 인위적으로 생긴 교합점은 제거하고 최종 분석을 시행하였으나 이러한 오류의 가능성을 완전히 배제할 수는 없었다.

두 번째로는 Dental Prescale System의 컴퓨터 스캔 장비의 기술적인 제한점에 대해서 지적하고자 한다. Dental Prescale System은 교합된 접촉점을 일정 수준(0.25×0.25 mm²)의 해상도 단위로 분석하고 있다. 만약에 이 분석단위 안에 일부분만 교합점이 찍혔다 하더라도 컴퓨터 스캔 시스템은 이 분석단위 전체가 찍힌 것으로 인지하게 된다. 이와 같은 과정이 계속해서 반복된다면 Dental Prescale System에 의해서 측정된 교합력이 실제보다 과대 측정될 가능성도 존재한다.¹⁵⁾

그러나 Dental Prescale System과 기존의 편측교합력 측정기간에 측정된 교합력간의 상관관계를 분석한 결과, Shinogaya 등¹³⁾이 보고한 결과($r=0.68$)보다는 다소 낮은 상관관계수 값($r=0.43$)을 나타냈으

나 통계적으로는 유의하였다. ($P < 0.05$) 한편 편측 교합력 측정기로, 측정된 교합력과 Prescale로 측정된 제1대구치 부위의 교합력 ($r = 0.66$, $p < 0.001$)이나 제1대구치의 교합면적 ($r = 0.59$, $p < 0.001$) 간에는 통계적으로 유의할만한 수준의 높은 상관성을 나타냈다.

또한 Dental Prescale System은 기존의 편측교합력 측정기가 갖지 못하는 많은 장점들을 갖고 있다.¹⁵⁾ 가장 큰 장점으로는 압력감지필름의 두께가 매우 얇기 때문에 교합고개의 변화를 최소로 하면서 최대 감합위상태의 저작력을 측정할 수 있다는 점이다. 또한 최대교합력 측정 시 환자가 느끼는 불편감이 적고 편측교합력 측정기에 비해서 치아균열(crack)의 가능성이 거의 없다는 점이다. 다음으로는 교합력 측정 시 별도의 장비가 필요 없이 압력감지필름만 있으면 간편하게 교합력 측정이 가능하고, 일인당 측정에 소요되는 시간이 짧으며, 측정된 압력감지필름은 어느 정도 시간까지는 보존이 가능하므로 대규모의 역학조사에서도 활용이 가능하다. 또한 Dental Prescale System에서는 최대 교합력 이외에 교합압력, 교합면적, 교합 균형(occlusal balance) 등을 측정할 수 있다. 특히 교합 균형은 총의치 환자와 같이 교합에 있어서 균형이 중시되는 경우 유용하게 활용할 수 있는 기능이라고 생각된다.¹⁵⁻¹⁶⁾ 한편 Dental Prescale System의 재현성(reproducibility)에 대해서 Sodeyama 등¹⁷⁾이 3년간의 간격을 두고서 평가한 결과 매우 높은 재현성을 갖는 것으로 나타났다.

즉, Dental Prescale System은 교합력 측정분야에서 매우 유용한 도구라고 생각되며 활용해서 정상인뿐만 아니라 고정성 및 가철성 보철 환자들을 대상으로 폭넓은 교합력 조사도 필요할 것으로 사료된다.

V. 결 론

본 연구에서는 교합력 측정을 위해서 새롭게 개발된 Dental Prescale System과 과거부터 교합력 측정에 사용해왔던 편측교합력 측정기간에 교합력 측정능력을 평가하기 위해서 정상성인을 대상으로 비교한 결과 다음과 같은 결론을 얻게 되었다.

1. Dental Prescale System으로 측정된 전악 평균 교합력은 1423 N이었고, 기존의 편측교합력 측정기

에 의해서 측정된 평균 교합력은 256 N이었다. ($p < 0.001$) 또한 이 두 가지 측정 변수 간에 상관계수는 0.46($p < 0.05$)이었다.

2. Dental Prescale System을 이용하여 제1대구치 부위의 교합력만 측정된 경우는 208 N으로 편측 교합력 측정기에 의해서 측정된 교합력(256 N)에 비해서 다소 낮은 값을 나타냈다. ($p < 0.001$) 또한 이들 두 측정 변수 간에 상관계수는 0.66($p < 0.001$)이었다.

3. Prescale을 이용하여 교합면적을 측정된 결과, 전체 평균 교합면적은 34.5 mm²였고, 제1대구치 부위의 교합면적은 5.1 mm²로 나타났다. 교합면적과 Prescale 교합력 간에 상관성을 분석한 결과 전체 교합력과 전체 교합면적 간에는 매우 높은 상관성 ($r = 0.98$, $p < 0.001$)을 보여서 Prescale이 압력감지 필름에 찍힌 교합면적에 의해서 교합력을 산출하는 시스템이라는 것을 확인할 수 있었다.

4. 두 측정법 간에 교합력이 크게 차이가 나타난 원인으로서는 첫째, 편측 교합력 측정기가 편측의 일부 치아의 힘만을 측정하는 데 비해서, Prescale은 전체 치아의 힘을 측정한다는 점이다. 둘째, 두 측정법 간에 측정 시 개구(開口) 정도에 따라서 나타나는 근수축의 차이를 들 수 있었으며, 셋째, 편측 교합력 측정기의 경우, 보호용 테이프에서 비롯되는 측정된 교합력 감소효과와 넷째, Prescale이 측정된 압력 감지 접촉점을 컴퓨터 스캔하는 과정에 기술적으로 발생할 수 있는 제한점 등을 지적하였다.

그럼에도 불구하고 Dental Prescale System을 활용한 교합력 측정법은 기존 방법에 비해서 측정 시간도 짧고, 환자의 불편감도 적으며, 측정된 압력감지필름은 어느 정도 시간까지는 보존이 가능하므로 대규모 역학조사에도 활용이 가능한 유용한 측정법이라고 생각된다.

참고문헌

1. Helkimo E, Carlsson GE, Helkimo M. Bite force and state of dentition. Acta Odontol Scand 1977;35:297-303.
2. Flöystrand F, Kleven E, Öilo G. A novel

- miniature bite force recorder and its clinical application. *Acta Odontol Scand* 1982; 40:209-214.
3. Hagberg C. Assessments of bite force: a review. *J Craniomandib disord* 1987;1:162-169.
 4. Okiyama S, Ikebe K, Nokubi T. Association between masticatory performance and maximal occlusal force in young man. *J Oral Rehabil* 2003;30:278-282.
 5. Linderholm H, Wennström A. Isometric bite force and its relation to general muscle force and body build. *Acta Odontol Scand* 1970; 28:679-683.
 6. Helkimo E, Carlsson GE, Carmeli Y. Bite force in patients with functional disturbances of the masticatory system. *J Oral Rehab* 1975;2:397-406.
 7. Devlin H, Wastell DG. Bite force and masseter muscle electromyographic activity during onset of an isometric clench in man. *Arch Oral Biol* 1985;30:213-215.
 8. Seo JC, Kim JR, Yang DY. A study on changes in the maximum bite force after orthognathic surgery. *J Kor Oral Maxilofac Surg* 1996;22:121-129.
 9. Cho YC, Kim TK. A study on maximum bite force after dental implantation. *J Kor Oral Maxilofac Surg* 1997;23:541-547.
 10. Jung BY, Jeon YS, Han DH. Occlusal force and oral tactile sensibility measured in partially edentulous patients with Brnemark implants and natural teeth: a clinical study. *J Kor Acad Prosthodont* 1999;37:23-41.
 11. Lee JH, Song YB. A study on maximum occlusal force of korean adults with normal occlusion according to cephalometric measurements. *Ajou Medical Journal* 1997; 2:67-77.
 12. Shinogaya T, Matsumoto M. Evaluation of prosthodontic treatment by occlusal force distribution: a methodological study. *Eur J Prosthodont Rest Dent* 1998;6:121-125.
 13. Shinogaya T, Bakke M, Thomsen CE, Vilmann A, Matsumoto M. Bite force and occlusal load in healthy young subjects – a methodological study. *Eur J Prosthodont Rest Dent* 2000;8:11-15.
 14. Bakke M, Michler L, Han K, Moller E. Clinical significance of isometric bite force versus electrical activity in temporal and masseter muscles. *Scand J Dent Res* 1989;97:539-551.
 15. Suzuki T, Kumagai H, Watanabe T, Uchida T, Nagao M. Evaluation of complete denture occlusal contacts using pressure-sensitive sheets. *Int J Prosthodont* 1997; 10:386-391.
 16. Miyaura K, Morita M, Matsuka Y, Yamashita A, Watanabe T. Rehabilitation of biting abilities in patients with different types of dental prosthese. *J Oral Rehabil* 2000;27:1073-1076.
 17. Sodeyama A, Shinogaya T, Matsumoto M. Reproducibility of maximal bite force distribution over dentition. *Kokubyo Gakkai Zasshi*. 1998;65:339-43. Japanese.

Reprint request to:

Baek-II Kim D.D.S., Ph.D.

Department of Preventive Dentistry & Public Oral Health, College of Dentistry, Yonsei University
 #134 Shinchon-dong, Seodaemun-gu, Seoul 120-752, South Korea
 drkbi@yumc.yonsei.ac.kr

ABSTRACT

COMPARISON OF BITE FORCE WITH DENTAL PRESCALE AND UNILATERAL BITE FORCE RECORDER IN HEALTHY SUBJECTS

Ho-Keun Kwon, D.D.S., Ph.D., Ja-Hea Yoo, B.S., M.S.D.
Young-Sook Kwon, D.D.S., Ph.D. *, Baek-Il Kim, D.D.S., Ph.D.

Department of Preventive Dentistry and Public Oral Health, College of Dentistry, Yonsei University,
**Oral Science Reserch Center, Department of Prosthodontics, College of Dentistry, Yonsei University*

Statement of problem: The previous unilateral bite force recorder has several limitations for taking long time for measuring and causing discomfort to subjects. Because of these reasons, it could not use widely for epidemiological researches. However, "Dental Prescale System" which is new equipment for measuring bite force, is more convenient for measuring bite force than previous unilateral recorder.

Purpose: The purpose of this study was to compare a new technique(Dental Prescale System) using pressure sensitive foils for recording of maximal jaw closing force with conventional measurement using unilateral bite force recorder.

Material and method: This studies included 22 healthy dental students in college of dentistry, Yonsei university in Rep. of Korea. Mean age was 23.9 years. All subjects had continuous dental arches and no significant malocclusion or signs from the teeth and craniomandibular system. The Dental Prescale System (Fuji Film, Tokyo, Japan) consists of a horseshoe-shaped pressure sensitive sheet (50H, R type) and a computerized scanning system.(FPD705) We also used unilateral bite force recorder(Denbotics Co. Seoul, Rep.Korea) for comparing with Dental Prescale.

Results and conclusion: The total bite force recorded with Dental Prescale System (1423 N) was systematically higher than that recorded by unilateral bite force recorder.(256 N) However, the maximum bite force values measured in the two ways were significantly correlated ($r=0.46$, $p<0.05$). The Dental Prescale bite force calculated for first molar (208 N) was lower than that recorded by unilateral bite force recorder.(256 N) The two values were also very significantly correlated ($r=0.66$, $p<0.001$) There were significantly different in bite force between two measurement methods. The reasons were first, unilateral bite force recorder measured only the bite force of a part of teeth, and Dental Prescale measured the total teeth force. Second, in measurement, a difference in muscle contraction appeared by an extent of mouth-opening. Third, unilateral bite force recorder has the reducing effect of the bite force by protective tape. Fourth, Dental Prescale has limitations during the computer scanning procedure.

Therefore, Dental Prescale System is considered to be a very promising alternative to be conventional bite force recording methods.

Key words : Bite force, Dental Prescale, Unilateral bite force recorder