

기준면이 다른 반조절성 교합기의 전방시상과로각과 교합평면경사각에 대한 연구

김효중 · 이성복 · 최대균 · 백 진

경희대학교 치과대학 치과보철학교실, 경희대학교 구강생물학 연구소

연구목적: 기존의 교합기들은 서양인의 악안면구조와 하악운동 평균치에 맞추어 제작되어 있다. 이에 현재 임상교육에 널리 사용하고 있는 반조절성 교합기 (KaVo PROTAR, Hanau Modular)를 한국인에게 적용함에 있어서 적절한 기준을 구하고자 이번 연구를 시행하였다.

연구방법: 24~41세 한국인 성인 59명 (남41명, 여18명)을 선정하였다. 피검자 일인당 두쌍의 상하악 모형을 제작, KaVo PROTARRevo 7과 Hanau Modular 반조절성교합기에 facebow transfer하여 교합기에 부착 후 전방시상과로각, 교합평면경사도, 교합기 상의 하악의 위치를 측정하였다.

연구성적: 1. 평균 전방시상과로각은 KaVo PROTAR 반조절성 교합기상에서 33.75° (표준편차 12.46°)였고, Hanau Modular 반조절성 교합기상에서 40.72° (표준편차 12.09°)였다.

2. 평균 교합평면경사각은 KaVo PROTAR 반조절성 교합기상에서 -2.76° (표준편차 3.63°)였고, Hanau Modular 반조절성 교합기상에서 11.87° (표준편차 3.63°)였다.

3. 하악치열의 중심은 교합기의 중심에서 평균 5~7 mm 범위내에 있었으며 KaVo PROTAR 반조절성 교합기에서는 전치부와 구치부 모두 교합기의 상하적 위치관계에서 중앙에 위치하였고, Hanau Modular 반조절성 교합기에서는 교합기의 중앙높이에서 전치부는 하방 5 mm, 구치부는 상방 3 mm에 위치하였다. (대한치과보철학회지 2008;46:420-430)

주요단어: 교합기, 시상과로각, 교합평면경사각, Camper's plane, F-H plane

서론

하악의 운동은 근신경계, 악관절, 치아에 의해 규제를 받는 복잡한 3차원 운동이다. 해부학적으로 결정된 상하악 치열의 교합관계와 과로로 인한 기계적 요소로 규제되며, 또한 하악운동을 유발시키는 근기능의 생리적 작용으로 인한 유기적 요소로 규제를 받고 있다. 이러한 하악의 운동을 재현 (reproduction) 또는 흉내 (simulation)내기 위하여 교합기를 사용하는 것은 보철치료에 있어 필수적이며, 그 필요성은 Weinberg¹, Brill² 등에 의해 강조되었다.

일반적으로 사용되는 교합기를 조절기능별로 크게 분류하면 과로형과 비과로형으로 나눌 수 있고 과로형 교합기는 다시 비조절성, 반조절성, 전조절성 교합기로 나눌 수 있다.³ Hobo와 Shillingburg⁴는 다수 치아의 고정성

국소의치 수복시 정확성이 요구되고 수직고경의 상실이 없으며, 교합질환이나 immediate side shift가 없는 경우에 반조절성 교합기의 사용을 추천하였다. 반조절성 교합기의 특징은 check-bite법으로 교합기의 과로를 조절할 수 있으며, 안궁기록을 할 수 있고, 기종에 따라서는 hinge axis transfer도 할 수 있다. 또한 시상과로경사각, 측방과로경사각, 시상절치로경사각, 측방절치로경사각을 각각 조절할 수 있으며, 기종에 따라서는 immediate side shift를 조절할 수 있는 것, 과두간 거리를 조절할 수 있는 것 등이다.³

2006년 현재 전국치과대학에서 학부생 교육용으로, 그리고 임상가에서 가장 널리 사용되는 교합기는 Arcon type의 반조절성 교합기이다.

반조절성 교합기에서 안궁전이시 상악모형은 2개의 후방기준점과 1개의 전방기준점으로 이루어지는 기준

교신저자: 교수 이성복

130-701 서울특별시 동대문구 회기동 1번지 경희대학교 치과대학 치과보철학교실 02-958-9340: e-mail, lsb@khu.ac.kr

원고접수일: 2008년 2월 25일 / 원고최종수정일: 2008년 4월 30일 / 원고채택일: 2008년 8월 18일

면에 대한 공간적 위치로 옮겨진다. Hanau Modular는 후방기준점으로 arbitrary hinge axis를, 전방기준점으로 orbitale를 이용하며, orbital indicator의 높이를 arbitrary hinge axis보다 7 mm 높게 설정함으로써 FH plane을 기준면으로 사용할 수 있게 제작된 반조절성 교합기이다.^{5,6}

KaVo PROTAR 반조절성 교합기는 tragus medialis와 subnasal point를 연결하는 Camper s plane을 기준면으로 이용하고 있다.⁷ 일반적으로 FH plane과 Camper s plane간의 각도 차이는 8~15°로 알려져 있으며, Camper s plane은 교합평면과 평행하다는 것이 통념이지만 전후방 기준점의 설정에 따라 -애초의 Camper s plane은 외이도공의 상연과 비익을 연결하는 평면으로 정의하였으나 Gisy는 외이도공 하연과 비익을 연결하는 평면이 더 교합평면과 평행하다고 하여 이 평면을 추천하였음 - 그리고 선학들의 연구성적에 따라 약간의 차이를 보였다.⁸

한편, Ow^{9,10} 등은 중국인을 대상으로 한 cephalometric view 분석 결과, 중국인의 악안면 구조가 서양인에 비해 상악의 높이와 깊이가 크게 나타나는 인종간 차이를 보였으며, 이로 인해 FH plane을 기준면으로 사용하는 교합기에 상악모형을 부착시 너무 후하방으로 처지는 경향을 보인다고 하였다. 또한 중국인에게서 FH plane이 Camper s plane에 비해 위치의 변동이 심하다고 하였다. 따라서 중국인과 비슷한 체형을 가진 한국인 또한 유사한 문제점이 발생할 것이 예상되므로, 실제 교합기 사용시 나타나는 양상과 그에 따른 각 교합기 조절기구의 적절한 기준을 구해볼 필요가 있다.

이에 저자는 서양인의 악안면 구조를 바탕으로 제작된 두 교합기를 한국인에게 적용함에 있어서 적절한 기준을 구하고자 각 교합기에서의 전방시상과로각, 교합평면경사각, 하악의 위치를 계측한 결과, 약간의 지견을 얻었기에 여기에 보고하는 바이다.

연구대상 및 방법

1. 연구대상

이번 연구는 경희대학교 치과대학 부속치과병원 임상시험 심사위원회의 심의를 통과하였으며, 임상시험 참여동의서에 서명하고, 다음의 조건을 만족하는 성인 24세에서 41세의 유치악자 남녀 59명 (남자 41명, 여자 18명)을 대상으로 하였다.

- ① 교정치료의 경험이 없을 것
- ② 제3대구치를 제외한 치아의 결손이 없을 것

- ③ 교합평면의 변화를 수반한 광범위한 수복이 없을 것
- ④ 악관절 질환이 없을 것

2. 연구방법

1) 인상채득 및 모형제작

피검자의 상하악 모형제작은 통법에 따라 기성 tray를 선택하여 putty type의 고무인상재 (Exafine, GC Corp., Tokyo, Japan)와 injection type의 고무인상재 (Exafine, GC Corp., Tokyo, Japan)를 이용하여 전악 인상을 채득하였으며 경석고 (New Plastone, GC Corp., Tokyo, Japan)로 피검자 일인당 두 쌍의 모형을 제작하였다.

2) 모형의 교합기 부착

각 교합기 제작사가 추천하는 face bow-KaVo face bow ARCUS (KaVo Corp., Biberach, Germany), HANAU Spring-Bow (waterpik®, Buffalo, NY, Colorado, USA)-를 이용하여 두개골에 대한 상악골의 위치를 각각 기록한 후 상악모형을 KaVo PROTARevo 7 반조절성 교합기 (KaVo Corp., Biberach, Germany)와 Hanau Modular (Model 190-291111) 반조절성 교합기 (waterpik®, Buffalo, NY, USA)에 부착하고 하악 모형은 최대교합 접촉점을 갖는 최대교두감합 위 상태로 부착하였다.

3) 시상과로각 측정

① 피검자의 하악을 절단교합이 되도록 전방이동시킨 상태에서 왁스 (Kim's, England)를 이용하여 전방 bite를 채득하였다.

② KaVo PROTAR 반조절성 교합기에서의 시상과로각 측정

상하악 모형이 부착된 교합기의 잠금장치를 풀고 상대 (upper frame)와 하대 (lower frame)를 분리한 다음, 상대의 양쪽 시상과로각 (CE)을 -30°로, 측방과로각을 가장 open 된 위치 (30° 이상)로 조정 한 후, 전방 bite를 하악의 교합면에 적합시키고 상악모형이 부착된 상대를 전방 bite에 일치하도록 안착시켰다. 교합기의 좌우측 condylar housing을 과두가 상벽에 닿을 때까지 과도한 압력없이 회전시켜 좌우측 시상과로각을 얻었다.

③ Hanau Modular 반조절성 교합기에서의 시상과로각 측정

동일한 방법으로 상대를 분리한 다음, 양쪽 시상과로각을 0°, 측방과로각을 30°로 조정 한 후, 전방 bite

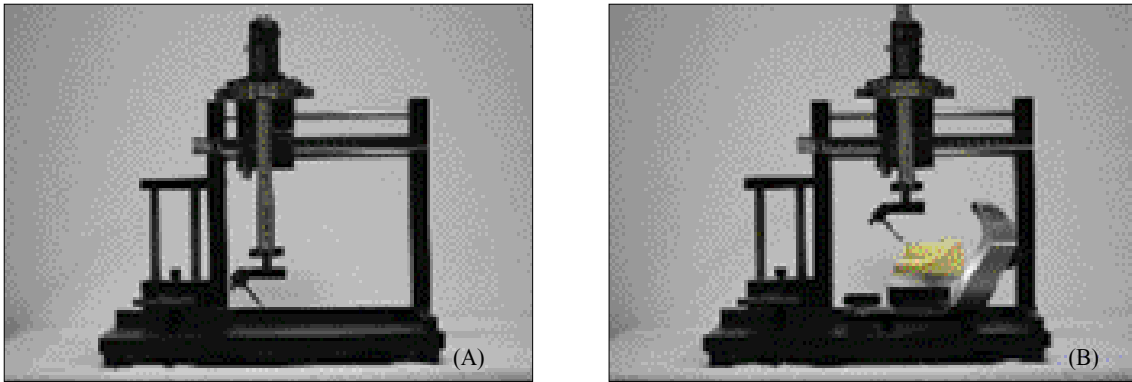


Fig. 1. Customised 3-axis measuring machine (A) and measurement of vertical & horizontal distances between reference points (B).

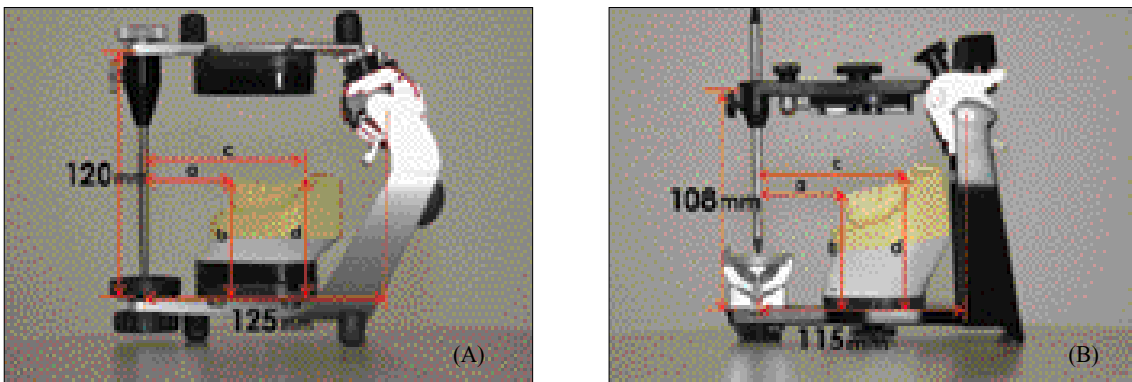


Fig. 2. (A) Measurement items on KaVo PROTAR articulator (B) Measurement items on Hanau Modular articulator
 a = The horizontal distance from incisal pin to mid. point of incisal edges
 b = The vertical distance from superior border of lower member of articulator to mid. point of incisal edges
 c = The horizontal distance from incisal pin to distobuccal cusp of lower 2nd molar
 d = The vertical distance from superior border of lower member of articulator to distobuccal cusp of lower 2nd molar

를 하악의 교합면에 적합시키고 상악모형이 bite에 일치하도록 좌우측 condylar housing을 과도한 압력 없이 조정하여 시상과로각을 얻었다.

4) 교합평면경사도 및 하악의 위치 측정

① 교합평면의 설정

Gysi가 정의한 보철학적 교합평면에 따라 하악중절치 절단연의 중점 (이하 절치점)과 하악 좌우 제2대구치 원

심협측 교두정 (이하 좌우 구치점)을 연결하여 이루어진 가상평면을 교합평면으로 설정하였다.

② 계측기기

주문제작된 3차원계측기를 이용하였다. X축, Y축, Z축에 1/100 mm 까지 측정할 수 있는 digital veneer caliper가 부착되어 있다 (Fig. 1).

③ 계측항목

i. 교합기 하대상연에서부터 절치점 및 좌우 구치점

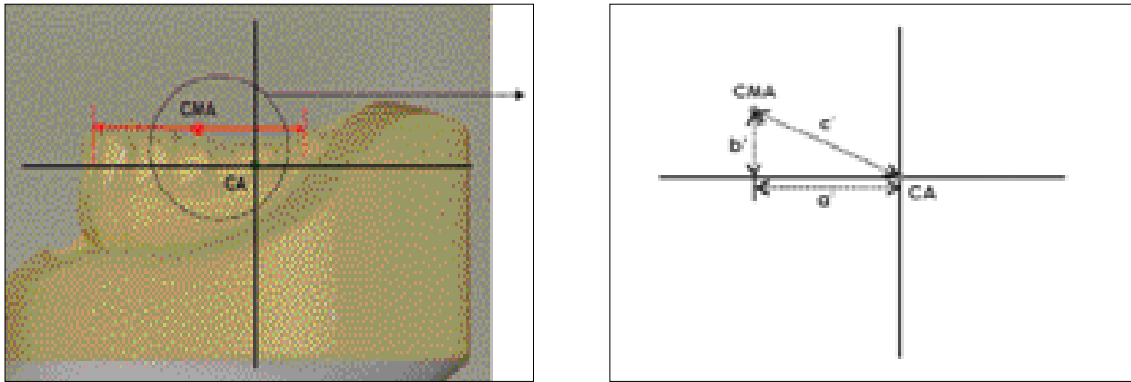


Fig. 3. Measurement of distance between CMA and CA.
 CA = center of articulator
 CMA = center of mandibular arch
 a' = The horizontal distance from CA to CMA
 b' = The vertical distance from CA to CMA
 c' = The distance from CA to CMA

까지의 수직높이

- ii. 전방 incisal pin에서부터 절치점 및 좌우 구치점까지의 수평거리
- iii. 하악치열의 중심과 교합기 중심 간의 거리

④ 측정방법

편의상 각 교합기 incisal table의 중앙점을 기준점으로 정한 후 이 기준점에 대한 절치점, 좌우 구치점의 3차원적 좌표를 측정하였다 (Fig. 2). 이후 하대상연으로부터 incisal table상의 기준점까지의 높이를 각 좌표의 Z축값에 더해주었다.

하악치열의 중심은 좌우 구치점의 중점과 절치점간의 중점으로 가정하고 각 교합기의 제원으로 부터 구해진 교합기의 중심-KaVo PROTAR (62.5, 0, 60), Hanau Modular (57.5, 0, 54)-과의 거리를 구하였다 (Fig. 3).

교합평면경사각은 절치점과 좌우 구치점의 중점을 이은 선분을 빗변으로 하는 직각삼각형으로부터 삼각함수를 이용하여 산출하였다.

3. 통계처리

통계처리는 SPSS version 11 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하였으며, 남녀 성별에 따른 차이를 비교하기 위해 독립표본 t검정을, Hanau 교합기와 Kavo 교합기 간 차이와 좌우간의 차이를 비교하기 위하여 대응표본 t검정을 실시하였다.

연구성적

1. 전방시상과로각

1) KaVo PROTAR 반조절성 교합기

우측 전방시상과로각의 평균은 33.54°였고, 좌측 전방시상과로각의 평균은 33.95°였다. 좌우평균치는 33.75°였고 표준편차는 12.46°이었다. 좌우측 간, 남녀 간 유의차는 없었다 ($P > .05$) (Table I).

2) Hanau Modular 반조절성 교합기

우측 전방시상과로각의 평균은 41.59°였고, 좌측 전방시상과로각의 평균은 39.85°였다. 좌우평균치는 40.72°였고 표준편차는 12.09°이었다. 좌우측 간, 남녀 간 유의차는 없었다 ($P > .05$) (Table I).

2. 교합평면 경사각

KaVo PROTAR 반조절성 교합기에서는 평균 -2.76°, 표준편차는 3.63°이었으며, Hanau Modular 반조절성 교합기에서는 평균 11.87°, 표준편차는 3.63°이었다. 두 교합기 모두 남녀 간 유의차는 없었다 ($P > .05$) (Table II).

Table I. Mean sagittal condylar inclinations and standard deviations on both articulators

		No. of Case	Mean (°)	SD (°)
KaVo PROTAR	Right	59	33.54	13.16
	Left	59	33.95	14.05
	Total	118	Av 33.75	Av 12.46
Hanau Modular	Right	59	41.59	12.07
	Left	59	39.85	13.54
	Total	118	Av 40.72	Av 12.09

Av = average SD = standard deviation

Table II. Mean inclinations of occlusal plane and standard deviations on both articulators

		No. of Case	Mean (°)	SD (°)
KaVo PROTAR	Sex			
	Male	41	-3.12	3.39
	Female	18	-1.94	4.11
	Total	59	Av -2.76	Av 3.63
Hanau Modular	Sex			
	Male	41	11.59	3.48
	Female	18	12.45	3.99
	Total	59	Av 11.87	Av 3.63

Av = average SD = standard deviation

Table III. Means and standard deviations of horizontal and vertical distances of incisal point and distobuccal cusp of lower second molar on KaVo PROTAR articulator (unit : mm)

Referance Point	Sex	HD		VD	
		Mean	SD	Mean	SD
Incisal Point	Male	36.2	4.63	61.45	4.57
	Female	43.83	5.00	62.13	3.65
	Average	38.53	5.89	61.66	4.29
Lower 2nd Molar DBC	Male	76.09	4.36	59.28	4.17
	Female	82.12	4.28	60.94	3.66
	Average	77.93	5.05	59.79	4.00

DBC = distobuccal cusp SD = standard deviation

HD = horizontal distance (a and c in Fig. 2.(A)) VD = vertical distance (b and d in Fig. 2.(A))

3. 하악의 위치

1) KaVo PROTAR 반조절성 교합기

① 절치점의 위치

incisal pin의 중심으로부터 수평거리는 평균 38.53 mm (표준편차 5.89 mm)였고, 남성 36.20 mm, 여성 43.83 mm로 여성이 남성에 비해 약 7.6 mm 후방에 위치하였다($P <$

.05). 하대상연으로부터 수직높이는 평균 61.66 mm (표준편차 4.29 mm)였으며, 남녀 간 유의차는 없었다 ($P >$.05) (Table III).

② 좌우 구치점의 위치

incisal pin의 중심으로부터 수평거리는 평균 77.93 mm (표준편차 5.05 mm)였고, 남성 76.09 mm, 여성 82.12 mm로

Table IV. Means and standard deviations of horizontal distances, vertical distances and distance between center of mandibular arch and center of KaVo PROTAR articulator (unit: mm)

Sex	HD'		VD'		Distance	
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
Male	6.36	4.34	-0.37	4.18	7.73	4.06
Female	-0.47	4.33	-1.54	3.39	4.97	2.60
Average	4.27	5.34	-0.72	3.96	6.89	3.87

SD = standard deviation

HD' = horizontal distance (a' in Fig. 3)

VD' = vertical distance (b' in Fig. 3)

Distance = c' in Fig. 3

(-) value means that center of mandibular arch is anterior or upper than center of KaVo PROTAR articulator.

Table V. Means and standard deviations of horizontal and vertical distances of incisal point and distobuccal cusp of lower second molar on Hanau Modular articulator (unit: mm)

Reference Point	Sex	HD		VD	
		Mean	SD	Mean	SD
Incisal Point	Male	36.18	4.15	48.07	3.51
	Female	42.16	5.15	51.10	3.34
	Average	38.00	5.23	48.99	3.71
Lower 2nd Molar DBC	Male	75.30	4.05	56.60	3.86
	Female	79.47	3.99	59.47	3.31
	Average	76.57	4.36	57.13	3.86

DBC = distobuccal cusp SD = standard deviation

HD = horizontal distance (a and c in Fig. 2.(B))

VD = vertical distance (b and d in Fig. 2.(B))

Table VI. Means and standard deviations of horizontal distances, vertical distances and distance between center of mandibular arch and center of Hanau Modular articulator (unit: mm)

Sex	HD'		VD'		Distance	
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
Male	1.77	3.92	1.92	3.39	5.33	2.17
Female	-3.31	4.35	-1.28	2.92	5.41	3.12
Average	0.22	4.66	0.94	3.56	5.36	2.47

SD = standard deviation

HD' = horizontal distance (a' in Fig. 3)

VD' = vertical distance (b' in Fig. 3)

Distance = c' in Fig. 3

(-) value means that center of mandibular arch is anterior or upper than center of Hanau Modular articulator.

여성이 남성에 비해 약 6.0 mm 후방에 위치하였다 ($P < .05$). 하대상연으로부터 수직높이는 평균 59.79 mm (표준편차 4.0 mm)였으며, 좌우 간 남녀 간 유의차는 없었다 ($P > .05$) (Table III).

③ 교합기 중심과 하악치열의 중심 간의 거리

하악치열의 중심이 교합기의 중심으로부터 전방으로 평균 4.27 mm (표준편차 5.34 mm), 상방으로 평균 0.72 mm (표준편차 3.96 mm) 떨어져 있었고, 여성이 남성에 비해 약 6.8 mm 후방에 위치하였으며 ($P < .05$), 두 중심 간 평균거리는 6.89 mm (표준편차 3.87 mm)였다 (Table IV).

2) Hanau Modular 반조절성 교합기

① 절치점의 위치

incisal pin의 중심으로부터 수평거리는 평균 38.0 mm (표준편차 5.23 mm)였고, 남성 36.18 mm, 여성 42.16 mm로 여성이 남성에 비해 약 6.0 mm 후방에 위치하였다 ($P < 0.05$). 하대상연으로부터 수직높이는 평균 48.99 mm (표준편차 3.71 mm)였으며, 남성 48.07 mm, 여성 51.10mm로 여성이 남성에 비해 약 3.0 mm 상방에 위치하였다 ($P < .05$) (Table V).

② 좌우 구치점의 위치

incisal pin의 중심으로부터 수평거리는 평균 76.57 mm (표준편차 4.36 mm)였고, 남성이 75.30 mm, 여성이 79.47 mm로 여성이 남성에 비해 약 4.2 mm 후방에 위치하였다 ($P < .05$). 하대상연으로부터 수직높이는 평균 57.13 mm (표준편차 3.86 mm)였으며, 남성 56.60 mm, 여성 59.47 mm로 여성이 남성에 비해 약 3.2 mm 상방에 위치하였다 ($P < .05$) (Table V).

③ 교합기 중심과 하악치열의 중심간의 거리

하악치열의 중심은 교합기의 중심으로부터 전방으로 평균 0.22 mm (표준편차 4.6 mm), 하방으로 평균 0.94 mm (표준편차 3.56 mm) 떨어져 있었고, 여성이 남성에 비해 약 5.0 mm 후방, 3.2 mm 상방에 위치하였으며 ($P < 0.05$), 두 중심 간 평균거리는 5.36 mm (표준편차 2.47 mm)였다 (Table VI).

고찰

- 전방시상과로각에 관하여 -

악관절은 하악운동의 후방조절요소로서 건강한 사람에게서는 임의적으로 조절할 수 없는 고정된 요소이며 악관절의 해부학적 형태와 과로는 보철학에서 매우 중

요한 요소로 생각되어져 왔다. Olsson과 Posselt¹¹는 시상과로각은 교합평면, FH plane, Camper's plane, Nasion-Sella plane과 같은 기준평면과 이루는 각도로서 측정되며 각 기준평면에 따라 각도가 달라진다고 보고하였다. FH plane을 기준면으로 측정한 경우 Dieter¹²는 우 50.5°, 좌 50.2°, Stern¹³은 우 37.9°, 좌 38.2°, Pelletier¹⁴는 우 45.3°, 좌 44.9°, 권 등¹⁵은 평균 43.33°, 배 등¹⁶은 우 36.47°, 좌 37.36°로 보고하였다. axis-orbital plane을 기준면으로 측정하였을 때는 Isaacson¹⁷은 평균 35.64°, Lundeen 등¹⁸은 평균 40°, Pröschel 등¹⁹은 평균 53°, 권 등¹⁵은 평균 35.18°로 보고하였다. Camper's plane을 기준면으로 하여서는 El-Gheriani²⁰는 우 27.72°, 좌 26.43°, Zamacona²¹는 우 35.75°, 좌 36.6°, Johnson²²은 우 31.5°, 좌 32°로 보고하였다. 이번 연구에서는 FH plane을 기준면으로 하는 Hanau Modular 반조절성 교합기에서는 평균 40.72° (표준편차 12.09°), Camper's plane을 기준면으로 하는 KaVo PROTAR 반조절성 교합기에서는 평균 33.75° (표준편차 12.46°)로 측정되어 선행들의 연구와 유사한 결과를 보였다. 두 교합기간 시상과로각의 차이는 약 7°였다. 두 교합기에서 남녀 간, 좌우 간 유의차는 없었는데 이는 Beard 등²³의 연구에서 시상과로각은 남녀 간 유의차가 없었다는 결과와 일치하였다.

한편 Hobo와 Shillingburg⁴는 시상과로각은 하악의 전방운동과 평형축 운동중 치아의 교두경사도에 영향을 준다고 하였으며 실제 환자의 과로각보다 크게 조절될 경우 positive error가 발생한다고 하였다. Weinberg²⁴는 Hanau 반조절성 교합기 (model H)에서 시상과로각의 5° 차이는 균형축 과두 높이에서 0.1 mm의 오차를 나타낸다고 하였고, Price²⁵는 시상과로각의 5° 차이는 3 mm 전방운동시 교두 높이는 0.13 mm 증가하고, 측방운동시 균형축 교두 높이는 0.24 mm 증가한다고 하였다.

이에 반해 Pröschel 등²⁶은 가상교합기를 이용한 실험에서 교합기의 모든 조절요소를 피검자 집단의 평균치로 설정한 경우와 나머지 조절요소들은 평균치로 설정하고 시상과로각만을 피검자 고유의 값으로 부여하였을 때의 제2대구치에서의 vertical error 발생비율을 비교한 결과, 0.2 mm 이상 positive error의 발생빈도는 전자의 경우 11% (균형축), 14% (작업축)이었고, 후자의 경우 9% (균형축), 11% (작업축)로 둘 간의 차이가 크지 않았다고 보고하였다.

- 교합평면경사도에 관하여 -

일반적으로 보철학에 이용되는 교합평면은 하악중절치 절단과 하악의 좌우 제2대구치 원심협축교두를 포함

하는 가상의 평면을 일컬으며 이는 Gysi가 정의한 Camper's plane과 거의 평행을 이룬다고 알려져 있다. 교합평면은 교합재구성을 행하는데 있어서, 보철물의 치관 및 교합면의 형태를 결정하는데 불가결한 기본적인 요소이다.

교합평면경사각에 관한 선학들의 연구결과를 살펴보면, FH plane을 기준면으로 측정하였을 때 Posselt¹¹는 10.7°, Ow^{9,10}는 11.2°라고 보고하였다. Camper's plane을 기준면으로 하여서는 Posselt¹¹는 -6.7°, Niekerk²⁷는 2.45°, Ow^{9,10}는 -2.1°, 이 등²⁸은 -1.41°라고 보고하였다. 이번 연구에서는 FH plane을 기준면으로 하는 Hanau Modular 반조절성 교합기에서는 11.87°(표준편차 3.63°), Camper's plane을 기준면으로 하는 KaVo PROTAR 반조절성 교합기에서는 -2.76°(표준편차 3.63°)로 측정되었다. 각 연구마다 기준면의 전후방 기준점이 조금씩 다르고 교합평면의 정의도 일치하지 않으므로 결과수치를 단순 비교하는 것은 무리가 있지만 기존의 연구성과 비교시 대체로 유사한 결과를 보인다고 할 수 있었다. 한국인을 대상으로 한 연구 중 정상 성인 342명의 두부방사선 계측에 의한 인²⁹의 연구자료로부터 산출된 결과에 의하면 교합평면경사도는 FH plane에 대해 10.86°, ANS와 tragus 중앙을 연결한 평면에 대해서는 -1.71°로 구해졌다. 이는 본 실험결과와 매우 유사하였다. 또한 인²⁹의 연구 중 교합평면과 가장 평행한 관계를 보이는 평면은 ANS와 tragus 중앙을 연결한 평면이라고 하였는데 이는 KaVo PROTAR 교합기의 기준평면과 거의 일치한다.

일반적으로 FH plane과 Camper's plane간의 각도 차이는 8~15°로 알려져 있으며 Posselt¹¹는 FH plane과 Gysi의 Camper's plane간의 각도 차이는 11°라고 보고하였다. 이번 연구에서는 두 평면간 각도 차이를 직접 측정하지는 않았지만 두 교합기간 시상과로각과 교합평면경사각의 차이를 간접 비교해 봄으로써 기준평면간의 각도 차이를 유추해 보았다. 두 교합기간 시상과로각의 차이는 약 7°, 교합평면경사각의 차이는 약 15°로 계측항목간 8°의 차이를 보였다. 이는 시상과로각 측정시 wax check bite의 오차와 Hanau Modular 교합기의 시상과로각 측정시 housing의 미세한 불안정함, 그리고 반조절성 교합기 중 Hanau Modular 교합기의 시상과로각의 크기가 다른 반조절성 교합기에 비해 상대적으로 적게 측정되는 경향³⁰에 의한 것이라 사료되었다.

- 하악의 위치에 관하여 -

일반적으로 교합기는 상악악 모형이 중앙 높이에 위치하도록 설계, 제작되었다. 하지만 이는 서양인의 악안면

구조를 기준으로 하였으며, Ow^{9,10}가 지적한 중국인과 서양인의 악안면 구조의 차이에 의해 orbitale를 전방기준점으로 설정한 교합기에 상악모형을 부착시 너무 후하방으로 치지는 경향을 보인다는 점을 고려할 때, 비슷한 체형의 한국인의 경우에는 모형의 위치에 있어서 문제점은 없는지 살펴볼 필요가 있다.

연구결과 KaVo PROTAR 교합기에서는 구치부가 전치부에 비해 미약하게 낮게 위치하지만 (-1.87 mm) 표준편차 범위 내이므로 교합기의 중앙높이에 위치한다고 볼 수 있었다. Hanau Modular 반조절성 교합기에서는 하대로부터 전치부는 48.99 mm, 구치부는 57.13 mm 높이에 위치하였는데 Hanau Modular 교합기의 중앙높이가 54 mm임을 고려하면, 교합기 중앙높이로부터 전치부는 약 5 mm 하방, 구치부는 약 3 mm 상방에 위치한다고 볼 수 있었다.

Hanau Modular 교합기의 경우 피검자 중 전치부에서 평균보다 4 mm 이상 하방에 위치한 경우(높이 45 mm 이하)는 11.8% (7/59명)이었고 5 mm 이상(높이 44 mm 이하)은 6.8% (4/59명)였으며 최대 6.7 mm(높이 42.30 mm)로 나타났다. 전치부 치아길이(약 10 mm), die base(약 10 mm), pin의 길이(약 15~20 mm), mounting plaster의 두께, mounting plate의 두께(9 mm)를 고려하면 기공작업을 위한 공간이 부족함을 알 수 있다. 하지만 이와 같은 공간부족이 Ow의 지적처럼 인종적 특성 때문인지, Hanau Modular 교합기 자체 제원의 기계적 결함 때문인지는 본 연구로 알 수 없었다. 이에 대해 추후 추가적인 연구가 필요하리라 사료되었다.

교합기간 전후상하 제원이 다르고 남녀 간 악궁의 크기가 다르므로 교합기의 중심점과 하악치열의 중심점의 위치를 비교해 봄으로써 교합기에서의 하악의 위치를 보다 쉽게 살펴보았다. 하악치열의 중심은 양 교합기에서 교합기 중심으로부터 7 mm 이내에 위치해 있음으로 보아 대체로 하악이 교합기 중앙에 위치한다고 판단되었다. 본 연구에서 여성이 남성에 비해 후방 혹은 후상방에 위치하는데, 피검자 집단 중 남성의 수가 여성의 2.3배(남:여 = 41:18)였음을 감안했을 때, 다소 여성피검자 수가 적기는 하였으나, 통계적 유의차로 인정되었다($P < .05$).

한편 Weinberg²⁴는 안궁전이지 교합기 상에서 face bow의 위치를 높게 잡더라도 상대적으로 교합기의 시상과로각이 낮게 측정되므로 전방운동시 교두로에 대한 영향은 없다고 하였다.

전술하였던 Pröschel²⁶의 연구에 의하면 교합기의 모든 조절요소를 피검집단의 평균치로 설정한 경우와 나머지

조절요소들은 평균치로 설정하고 시상과로각과 하악모형의 위치를 피검자 고유의 값으로 부여하였을 때의 제2대구치에서의 vertical error 발생비율을 비교한 결과 0.2 mm 이상 positive error의 발생빈도는 전자의 경우 11% (균형측), 14% (작업측)이었고, 후자의 경우 11% (균형측), 5% (작업측)로 임상에서 흔히 이용되는 check bite를 이용한 시상과로각 조절과 안궁전이가 실제로는 평균치 setting에 비해 교합면 error를 줄이는데 큰 효과가 없다고 하였다. 하지만 이는 모든 조절요소를 정확한 평균치로 설정하였을 때 차이가 없다는 것을 의미하며 정확한 기준없이 술자 임의로 조절하여도 된다는 것은 아니다.

결론

기준면이 다른 두가지 종류의 반조절성 교합기, Hanau Modular와 KaVo PROTAR 반조절성 교합기를 한국인에게 적용함에 있어서 적절한 기준을 설정하고자, 교정치료의 경험이 없고 제3대구치를 제외한 치아의 결손이 없으며, 교합평면의 변화를 수반한 광범위한 수복이 없고 악관절질환이 없는 남녀 59명을 대상으로 반조절성 교합기를 이용한 전방시상과로각, 교합평면경사각, 하악의 위치를 계측하여 통계처리한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 평균 전방시상과로각은 KaVo PROTAR 반조절성 교합기에서 33.75° (표준편차 12.46°)였고, Hanau Modular 반조절성 교합기상에서 40.72° (표준편차 12.09°)였다. 두 교합기 모두 좌우측 간, 남녀 간 유의차는 없었다 ($P > .05$).
2. 평균 교합평면경사각은 KaVo PROTAR 반조절성 교합기상에서 -2.76° (표준편차 3.63°)였고, Hanau Modular 반조절성 교합기상에서 11.87° (표준편차 3.63°)였다. 두 교합기 모두 남녀 간 유의차는 없었다 ($P > .05$).
3. 하악치열의 중심은 교합기의 중심에서 평균 5~7 mm 범위내에 있었으며 KaVo PROTAR 반조절성 교합기에서는 전치부와 구치부 모두 교합기의 상하적 위치 관계에서 중앙에 위치하였고, Hanau Modular 반조절성 교합기에서는 교합기의 중앙높이에서 전치부는 하방 5 mm, 구치부는 상방 3 mm에 위치하였다.

참고문헌

1. Weinberg LA. The occlusal plane and cuspal inclination in relation to incisal-condylar guidance for protrusive excursion.

- tion. J Prosthet Dent 1959;9:607-18.
2. Brill N, Schubeler S, Tryde G. Influence of occlusal patterns on movements of the mandible. J Prosthet Dent 1962;12:255-61.
3. Concept and Practice of Dental Articulators I. Jung C. Nanam Publishing Inc. 1993.
4. Hobo S, Shillingburg HT Jr, Whitsett LD. Articulator selection for restorative dentistry. J Prosthet Dent 1976;36:35-43.
5. Hanau Engineering : Hanau series H2 and 145 articulators technique for full denture prosthodontics. Buffalo NY.
6. Hanau Engineering : The Hanau spring bow. Cat. No.182-2, Buffalo NY.
7. PROTARevo Operating instructions, KaVo Corp., Leutkirch, Germany, 2002.
8. Occlusion. Yong Han Jo, Sumiya Hobo, Histo Takayama. Koonja Publishing Inc. 1996.
9. Ow RK, Djeng SK, Ho CK. The relationships of upper facial proportions and the plane of occlusion to anatomic reference planes. J Prosthet Dent 1989;61:727-33.
10. Ow RK, Djeng SK, Ho CK. Orientation of the plane of occlusion. J Prosthet Dent 1990;64:31-6.
11. Olsson A, Posselt U. Relationship of various skull reference line. J Prosthet Dent 1961;11:1045-9.
12. Dieter H. Untersuchung über Zusammenhänge der Gelenkbewegung und den Frontzahnbeziehungen. Med. Diss., Eberhard-Karls-Universität Tübingen, 1984.
13. Stern N, Hatano Y, Kolling JN, Clayton JA. A graphic comparison of mandibular border movements generated by various articulators. Part I ; Methodology. J Prosthet Dent 1988;60:194-8.
14. Pelletier LB, Campbell SD. Evaluation of the relationship between anterior and posterior functionally disclusive angles. Part II : Study of a population. J Prosthet Dent 1990;63:536-40.
15. Kwon KR, Woo YH, Choi DG. The study of relationship between sagittal condylar guide angle and incisal guide angle during mandibular protrusion in normal Korean. J Kor Acad Prosthodont 1989;27:11-36.
16. Pae IH, Choi DG, Park NS. A computer analysis on the condylar path in mandibular protrusive movement. J Kor Acad Prosthodont 1991;29:39-52.
17. Isaacson D. A clinical study of the condyle path. J Prosthet Dent 1959;9:927-35.
18. Lundeen HC, Wirth CG. Condylar movement patterns engraved in plastic blocks. J Prosthet Dent 1973;30:866-75.
19. Proschel P, Morneburg T, Hugger A, Kordass B, Ottl P, Niedermeierer W, Wichmann M. Articulator-related registration a simple concept for minimizing eccentric occlusal errors in the articulator. Int J Prosthodont 2002;15:289-94.
20. el-Gheriani AS, Winstanley RB. Graphic tracings of condylar paths and measurements of condylar angles. J Prosthet Dent 1989;61:77-87.

21. Zamacona JM, Otaduy E, Aranda E. Study of the sagittal condylar path in edentulous patients. *J Prosthet Dent* 1992;68:314-7.
22. Johnson A, Winstanley RB. Recording sagittal condylar angles using a mandibular facebow. *J Oral Rehabil* 1997;24:904-8.
23. Beard CC, Donaldson K, Clayton JA. A comparison of articulator settings to age and sex. *J Prosthet Dent* 1986;56:551-4.
24. Weinberg LA. An evaluation of basic articulators and their concepts. Part II Arbitrary, Positional, Semiadjustable articulators. *J Prosthet Dent* 1963;13:645-63.
25. Price RB, Kolling JN, Clayton JA. Effects of changes in articulator settings on generated occlusal tracing. Part I : Condylar inclination and progressive side shift settings. *J Prosthet Dent* 1991;65:237-43.
26. Pröschel PA, Maul T, Morneburg T. Predicted incidence of excursive occlusal errors in common modes of articulator adjustment. *Int J Prosthodont* 2000;13:303-10.
27. van Niekerk FW, Miller VJ, Bibby RE. The ala-tragus line in complete denture prosthodontics. *J Prosthet Dent* 1985;53:67-9.
28. Lee JI, Shin SW, Suh KW. A study on establishing the occlusal plane. *J Kor Acad Prosthodont* 1992;30:575-81.
29. Ahn SK. A roentgeno-cephalometric study on the occlusal plane in adult normal occlusion. *J Kor Dent Assoc* 1976;14:33-47.
30. Gross M, Nemcovsky C, Friedlander LD. Comparative study of condylar settings of three semiadjustable articulators. *Int J Prosthodont* 1990;3:135-41.

A study of sagittal condylar inclination and occlusal plane inclination of two semiadjustable articulators with different reference plane

HyoJung Kim, DMD, Sung-Bok Lee, DMD, MSD, PhD,
Dae-Gyun Choi, DMD, DDS, Jin Bak, DMD, MSD, PhD

Department of Prosthodontics and Institute of Oral Biology, School of Dentistry, Kyung-Hee University

Statement of problem & Purpose: Articulators are very important for education and overall clinical situation in the field of prosthodontics, however preexisting articulators are designed and built based on maxillofacial structures and mean values of mandibular movement of Western people. Purpose of this research is to find out a adequate basis for applying these articulators, presently used for clinical education, for Korean. **Material and methods:** 59 Korean adults (41 males, 18 females), aged between 24 to 41, were selected for this study. Two pairs of both maxillary and mandibular models were made for each examinee. These models were attached to both KaVo PROTARevo 7 and Hanau Modular semiadjustable articulators by using facebow transfer, then sagittal condylar inclination, occlusal plane inclination and position of mandibular on the articulator were measured. **Result and conclusion:** 1. Mean sagittal condylar inclination for KaVo PROTAR semiadjustable articulator was 33.75° (standard deviation 12.46°) meanwhile Hanau Modular semiadjustable articulator showed 40.72° (standard deviation 12.09°) for mean sagittal condylar inclination. 2. Mean occlusal plane inclination for KaVo PROTAR semiadjustable articulator was -2.76° (standard deviation 3.63°) meanwhile Hanau Modular semiadjustable articulator showed 11.87° (standard deviation 3.63°) for mean occlusal plane inclination. 3. On the average center of the mandibular dentition were in the range of 5 to 7 mm of the central position of the articulator. Both anterior and posterior dentition were positioned at the center of the articulator vernacularly for KaVo PROTAR semiadjustable articulators, meantime for Hanau Modular semiadjustable articulator, anterior dentition was positioned 5 mm downwards and 3mm upwards for posterior dentition from vertically central position of the articulator.

Key words: Dental articulator, Condylar inclination, Occlusal plane inclination, Camper's plane, Frankfort horizontal plane (F-H plane)

Corresponding Author: Prof. Sung-Bok Lee

Department of Prosthodontics, School of Dentistry, Kyung-Hee University

#1, Hoegi-Dong, Dongdaemoon-Gu, Seoul, 130-701, Korea

82 2 958 9340: e-mail, lsb@khu.ac.kr

Received February 25, 2008: Last Revision April 30, 2008: Accepted August 18, 2008.