

# EL ARCO FACIAL EN LA ELABORACIÓN DE LAS FÉRULAS OCLUSALES TIPO MICHIGAN

## FACE BOWS IN THE DEVELOPMENT OF MICHIGAN OCCLUSAL SPLINTS

JESÚS GÁMEZ C.,<sup>1</sup> ALEJANDRO DIB K.,<sup>2</sup> IRENE AURORA ESPINOSA DE S.<sup>3</sup>

**RESUMEN. Introducción:** la férula oclusal tipo Michigan (FOM) es un dispositivo usado frecuentemente para el manejo de pacientes con bruxismo. La literatura menciona el uso del arco facial para el montaje de modelos en el articulador semiajustable, sin embargo el beneficio de este en la elaboración de las FOM aún es controvertido. Por lo tanto el objetivo de esta investigación fue comparar el registro de número de puntos de contacto y el tiempo de ajuste entre las FOM elaboradas con y sin el uso del arco facial en pacientes con diagnóstico de bruxismo. **Métodos:** se elaboraron 90 férulas entregadas a 45 pacientes de la Clínica de Rehabilitación Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP), previo diagnóstico de bruxismo. Las dos férulas elaboradas (una con modelos montados con arco facial y otra sin él), se compararon en el articulador y clínicamente. Se registró el número de puntos de contacto obtenidos en ambas férulas y el tiempo de ajuste requerido. Las comparaciones se hicieron con la prueba estadística de Wilcoxon y significancia menor a 0,05. **Resultados:** la media de puntos de contacto en boca de las férulas con el uso del arco fue superior (11,67) a la de sin uso del arco (11,58) sin diferencias significativas ( $p = 0,799$ ). El tiempo de ajuste fue superior en las férulas elaboradas sin arco (51 s) que con arco (33 s), sin diferencias significativas ( $p = 0,332$ ). **Conclusión:** no existen diferencias significativas con el uso del arco facial o sin él para la elaboración de las FOM en pacientes bruxómanos.

**Palabras clave:** Arco facial, férula oclusal Michigan, articulador semiajustable, bruxismo, plano oclusal.

Gámez J, Dib A, Espinosa IA. El arco facial en la elaboración de las férulas oclusales tipo Michigan. Rev Fac Odontol Univ Antioquia 2013; 25(1): 117-131.

**ABSTRACT. Introduction:** Michigan occlusal splints (MOS) are frequently used for the management of patients with bruxism. The literature mentions the use of face bows for mounting models in semi-adjustable articulators, but its benefit in the development of MOS is still controversial. Therefore, the objective of this study was to compare the record of number of contact points and mounting time between MOS made with and without face bows in patients diagnosed with bruxism. **Methods:** a total of 90 splints were made and distributed among 45 patients diagnosed with bruxism at the Oral Rehabilitation Clinic of Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP). The two splints (one made with a face bow mounted model and the other one without it) were compared at the articulator and clinically. The number of obtained contact points was recorded in both splints as well as the time needed for mounting. The comparisons were made with Wilcoxon statistical test and a significance level lower than 0.05. **Results:** the splints with face bows showed a greater average of contact points in the mouth (11.67) compared with the ones without face bows (11.58), with no significant difference ( $p = 0.799$ ). Mounting time was higher in the splints made without face bows (51 s) compared with the ones with face bows (33 s), with no significant difference ( $p = 0.332$ ). **Conclusion:** there are no significant differences in using face bows for developing MOS in bruxism patients.

**Key words:** face bow, Michigan occlusal splint, semi-adjustable articulator, bruxism, occlusal plane.

Gámez J, Dib A, Espinosa IA. Face bows in the development of Michigan occlusal splints. Rev Fac Odontol Univ Antioquia 2013; 25(1): 117-131.

- 1 Licenciado en Estomatología, DDS, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP), Puebla, México. Residente de la especialidad en Prótesis Bucal e Implantología, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Correo electrónico: jgamcal@gmail.com.
- 2 Maestría en Ciencias Médicas e Investigación y Especialista en Odontología Integral, DDS, MS, docente de la Facultad de Estomatología, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP), Puebla, México. Correo electrónico: adibk@unidentis.com.
- 3 Ph.D. en Ciencias Médicas y especialista en Cirugía Maxilofacial, DDS, MS, docente de la Facultad de Estomatología, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP), Puebla, México. Correo electrónico: irenees@buffalo.edu.

- 1 BSc in Stomatology, DDS, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP), Puebla, Mexico. Intern at the Specialization in Oral Prosthesis and Implantology, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Email address: jgamcal@gmail.com.
- 2 MSc in Biological Sciences. Comprehensive Dentistry Specialist. DDS, MS. Professor at the School of Stomatology, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP), Puebla, Mexico. Email address: adibk@unidentis.com.
- 3 Ph.D. in Biological Sciences. Maxillofacial Surgery Specialist. DDS, MS. Professor at the School of Stomatology, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP), Puebla, Mexico. Email address: irenees@buffalo.edu.

RECIBIDO: FEBRERO 19/2013-ACEPTADO: JULIO 30/2013

SUBMITTED: FEBRUARY 19/2013-ACCEPTED: JULY 30/2013

## INTRODUCCIÓN

El bruxismo es un trastorno caracterizado por el apretamiento y rechinar de los dientes inconsciente y parafuncional.<sup>1</sup> Aproximadamente del 85 al 90% de la población ha apretado sus dientes en algún momento de su vida.<sup>2</sup> Aunque la etiología del bruxismo es atribuida a factores periféricos, como las interferencias oclusales, y a factores centrales, como los procesos neurofisiopatológicos, la personalidad y el estrés, es ampliamente aceptado asumir que la génesis de esta parafunción es multifactorial.<sup>3</sup> El tratamiento para los pacientes bruxómanos, por lo tanto, es muy variado. Entre los tratamientos propuestos para el control del bruxismo, se ha sugerido la terapia oclusal reversible e irreversible, considerada como cualquier tratamiento que altera directamente la posición mandibular, el patrón oclusal o ambas.<sup>1</sup> La terapia oclusal reversible, con uso de férulas oclusales (FO), fue introducida por Karolyi en 1901 para el tratamiento del bruxismo. El desarrollo de la FOM se llevó a cabo en la Universidad de Michigan entre los años 50 y 60.<sup>4</sup> Sin embargo, los autores nunca sugieren el uso del arco facial para montar el modelo superior en el articulador.<sup>5</sup>

El arco facial fue introducido por Snow en 1900, con la idea de localizar el eje de rotación de bisagra de la mandíbula. El arco facial es un instrumento similar a un calibre utilizado para registrar la relación espacial de la arcada superior con algún punto o puntos tomados de referencia anatómica y para transferir posteriormente esta relación a un articulador. Orienta el modelo dental en la misma relación respecto al eje de apertura y cierre del articulador. Las referencias anatómicas clásicas son el eje horizontal transversal de los cóndilos mandibulares y otro punto anterior seleccionado.<sup>6,7</sup> Rosenstiel y colaboradores afirman que para tener una exactitud razonable en la reproducción de los movimientos del paciente es necesario transferir el modelo superior mediante el arco facial, el registro interoclusal en relación céntrica para la articulación del modelo inferior y los elementos condilares ajustados de forma apropiada (registros interocclusales en movimientos de protrusión y lateralidad).<sup>7</sup>

## INTRODUCTION

Bruxism is a disorder characterized by teeth clenching and grinding in a parafunctional and unconscious manner.<sup>1</sup> Approximately 85 to 90% of the population has tightened their teeth at some point in their lives.<sup>2</sup> Although the etiology of bruxism is attributed to peripheral factors such as occlusal interferences and key factors such as neuro-physiopathological processes, personality, and stress, it is widely accepted that the genesis of this parafunction is multifactorial.<sup>3</sup> The treatment for bruxism patients is therefore varied. One of the treatments suggested for managing bruxism is reversible and irreversible occlusal therapy, defined as any treatment directly altering the mandibular position, the occlusal pattern, or both.<sup>1</sup> Reversible occlusal therapy with occlusal splints (OS) was introduced by Karolyi in 1901 for the treatment of bruxism. MOSs were developed at the University of Michigan between the 1950's and the 1960's.<sup>4</sup> However, the authors never suggested using face bows to mount upper models in articulators.<sup>5</sup>

Face bows were first introduced by Snow in 1900, with the intention of locating the rotation axis of the jaw hinge. A face bow is a gauge-like instrument used to record the spatial relationship of the maxilla with one or several points of anatomical reference in order to later transfer this relationship to an articulator. It guides the dental model in the same direction of the articulator's opening and closing axis. The anatomical references traditionally used are the transverse horizontal axis of the mandibular condyles and another selected point.<sup>6,7</sup> Rosenstiel et al point out that in order to be accurate in reproducing the patient's movements, it is necessary to transfer the upper model by means of the face bow, the interocclusal record in a centric relation to the lower model articulation, and condylar elements appropriately adjusted (interocclusal records of protrusion and lateral movements).<sup>7</sup>

Los arcos faciales arbitrarios son menos exactos que los cinemáticos, aunque son suficientes para ser empleados en la mayoría de los tratamientos dentales rutinarios. Se fundamentan en valores anatómicos promedio que nos aproximan al eje transversal horizontal. Los fabricantes han diseñado estos arcos faciales de tal forma que su relación con el verdadero eje presente un error aceptable. De forma típica se sirven de una referencia fácilmente identificable, como el meato auditivo externo, para estabilizar el arco, por lo que llevan unas piezas intraauriculares. Se puede esperar un error mínimo de 5 mm en la localización del eje, así como dar lugar a una falta de inclinación en el plano oclusal.<sup>7</sup>

En estudios en los que se evalúa la eficacia de las FO mencionan en sus procedimientos para elaborar una FO el uso del arco facial para el montaje de modelos en el articulador.<sup>3, 8-11</sup> Sin embargo, hay estudios de la misma índole que no mencionan haber usado el arco facial para montar los modelos en el articulador.<sup>12-16</sup> Incluso hay investigaciones que evalúan directamente el uso del arco facial para la elaboración de FO y de prótesis totales y afirman que no brinda ningún beneficio clínico.<sup>17-20</sup>

Por lo tanto el objetivo de la presente investigación fue comparar el número de puntos de contacto y el tiempo usado en ajustar FOM elaboradas con y sin el arco facial para pacientes con diagnóstico de bruxismo.

## MÉTODOS

Inicialmente, se hizo un estudio piloto ex profeso para identificar la diferencia entre la cantidad de puntos de contacto obtenidos en las férulas elaboradas con el arco facial y sin él (media de 0,8 puntos de contacto). Con base a dicha diferencia y con una confianza del 95% y una potencia del 80%, se calculó un tamaño de muestra de 47 unidades por grupo. Por lo que se elaboraron un total de 94 férulas oclusales tipo Michigan, dos para cada paciente (una con cada método). Se incluyeron pacientes que acudieron a la consulta externa de la Maestría en Ciencias Estomatológicas en Rehabilitación Oral de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP),

Arbitrary face bows are less accurate than the kinematic ones but they are sufficient in most routine dental treatments. They are based on average anatomical values that provide an estimate of the transverse horizontal axis. Manufacturers have designed face bows so that their relationship with the real axis offer an acceptable level of error. The bow is usually stabilized by using an easily identifiable reference such as the external auditory meatus, and for this reason they are provided with intra-auricular devices. A minimum error of 5 mm may be expected at the point where the axis located, and it may lead to a lack of inclination in the occlusal plane.<sup>7</sup>

The studies that evaluate OS effectiveness mention the use a face bow as one of the procedures to develop OS in order to mount models on the articulator.<sup>3, 8-11</sup> However, studies of a similar nature do not mention the use of face bows to mount models on the articulator.<sup>12-16</sup> Moreover, some other studies that directly evaluate the use of face bows for developing OS and full dentures argue that it provides no clinical benefits.<sup>17-20</sup>

The objective of this study was therefore to compare the number of contact points and the time used to mount Michigan OS made with and without face bows on patients diagnosed with bruxism.

## METHODS

First, a pilot study was expressly made to identify differences between the amount of contact points obtained in splints made with face bows and those without them (with a mean of 0.8 points of contact). Based on this difference and with a confidence level of 95% and a power of 80%, a sample of 47 units per group was calculated. In consequence, a total of 94 Michigan occlusal splints were made, two for each patient (one with each method). The sample included patients treated at the outpatient clinic of the Master of Science in Stomatology and Oral Rehabilitation at Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP),

que leyeron y firmaron voluntariamente el consentimiento informado y cumplieron con los siguientes criterios de inclusión y exclusión:

#### *Criterios de inclusión:*

- De 18 a 70 años de edad.
- De cualquier sexo.
- Que aceptaron participar voluntariamente en el estudio y firmaron el consentimiento informado.

#### *Criterios de exclusión*

- Pacientes que presentaron más de 8 órganos dentarios perdidos sin remplazo (excepto terceros molares).

A cada paciente, se le entregó un cuestionario de tamizaje basado en la presencia de signos y síntomas de bruxismo, el cual constó de diez preguntas (tabla 1). Posteriormente, se hizo un examen clínico para corroborar el diagnóstico de bruxismo. Dicha evaluación incluyó: el registro de la presencia y el tipo de desgaste dental en el que se utilizó la clasificación de desgastes de Pergamalian,<sup>21</sup> así como de la presencia de hipertrofia muscular del masetero por medio de la palpación indolora estandarizada superior a 2 libras, con base en los criterios de Dworkin en 1992,<sup>22</sup> que consideran que en un paciente sano, 2 libras de presión ejercida sobre el músculo debe ser indolora. Por lo tanto si la presión ejercida es mayor y no hay respuesta dolorosa, puede considerarse hipertrofia maseterina.

Tabla 1. Preguntas del cuestionario de tamizaje

|                                                                     | Si | No |
|---------------------------------------------------------------------|----|----|
| 1. ¿Siente o le han dicho que aprieta los dientes durante el día?   |    |    |
| 2. ¿Siente o le han dicho que aprieta los dientes durante la noche? |    |    |
| 3. ¿Siente o le han dicho que rechina los dientes durante el día?   |    |    |
| 4. ¿Siente o le han dicho que rechina los dientes durante la noche? |    |    |
| 5. ¿Tiene algún tipo de dolor o molestia en la cara o el cuello?    |    |    |
| 6. ¿Tiene sensibilidad o algún tipo de dolor por delante del oído?  |    |    |
| 7. ¿Siente algún malestar en la mandíbula cuando despierta?         |    |    |
| 8. ¿Tiene dolor de cabeza frecuentemente?                           |    |    |
| 9. ¿Tiene algún tipo de fractura o desgaste anormal de sus dientes? |    |    |
| 10. ¿Siente estar estresado frecuentemente?                         |    |    |

who reading and voluntarily signing informed consent and meeting the following inclusion and exclusion criteria:

#### *Inclusion criteria:*

- 18-70 years of age.
- Either sex.
- Voluntarily participating in the study, signing an informed consent.

#### *Exclusion criteria*

- Patients with more than 8 lost teeth without replacement (except third molars).

Each patient was given a screening questionnaire on signs and symptoms of bruxism, containing ten questions (Table 1). Later, a clinical examination was performed to confirm the diagnosis of bruxism. This assessment included: presence and type of tooth wear using Pergamalian classification,<sup>21</sup> and presence of masseter muscle hypertrophy through standardized painless palpation greater than 2 pounds, based on Dworkin's criteria of 1992,<sup>22</sup> according to which, in a healthy patient, 2 pounds of pressure on muscle should be painless. Hence if the pressure is higher and there is no pain response, masseter hypertrophy can be considered.

Table 1. Screening questionnaire

|                                                                             | Yes | No |
|-----------------------------------------------------------------------------|-----|----|
| 1. Do you feel or have been told that you clench your teeth during the day? |     |    |
| 2. Do you feel or have been told that you clench your teeth at night?       |     |    |
| 3. Do you feel or have been told that you grind your teeth during the day?  |     |    |
| 4. Do you feel or have been told that you grind your teeth at night?        |     |    |
| 5. Do you have any type of pain or discomfort around your face or neck?     |     |    |
| 6. Do you have some kind of sensitivity or pain by your ear?                |     |    |
| 7. Do you feel any jaw discomfort when you wake up?                         |     |    |
| 8. Do you have frequent headaches?                                          |     |    |
| 9. Do you have any type of fracture or abnormal teeth wear?                 |     |    |
| 10. Do you feel being stressed often?                                       |     |    |

El diagnóstico de bruxismo se confirmó al analizar tanto el cuestionario de tamizaje como las evaluaciones clínicas. Si el paciente contestó a por lo menos una de las primeras cinco preguntas positivamente o tres de las últimas cinco preguntas, y además presentó; ya sea un desgaste dental o hipertrofia maseterina, entonces dicho paciente se consideró como bruxómano.

Se incluyeron 47 pacientes, de los cuales se obtuvieron los modelos de ambas arcadas; 4 impresiones de trabajo con hidrocoloide irreversible (Alginoplast, Heraeus Kulzer; Hanau, Alemania) dos superiores y dos inferiores, para posteriormente obtener los modelos con yeso tipo IV (Elite rock, Zhermack; Rovigo, Italia), con un tiempo aproximado de diez minutos. A cada paciente se le elaboraron dos FO tipo Michigan, una con el registro y la transferencia con el arco facial y otra con el uso de un dispositivo para plano oclusal.<sup>17, 20</sup> Para montar los modelos en ambas técnicas se utilizó un articulador semiajustable “Whip Mix 8500” (Whip Mix; Kentucky, Estados Unidos), el cual contiene el arco facial “Quick Mount #8645”. El registro interoclusal fue hecho en oclusión céntrica o máxima intercuspidación,<sup>4, 10</sup> con un material de impresión de mordida (Imprint Bite, 3M ESPE; Seefeld, Alemania). Para obtener el registro del arco facial se siguieron las instrucciones del fabricante descritas en el manual de uso para este modelo de arco facial.

Las FO tipo Michigan fueron elaboradas con acrílico autocurable transparente (Opti-Cryl, New Stetic; Antioquia, Colombia) y confeccionadas de acuerdo con las especificaciones de Ramfjord y Ash, con una superficie oclusal plana, con contacto oclusal para todos los dientes antagonistas, y completamente libres de interferencias en cualquier excursión mandibular.<sup>4, 5</sup>

De los 47 pacientes inicialmente incluidos, dos fueron eliminados; uno por no acudir a su segunda cita (bajo el argumento de falta de tiempo) y otro más por presentar cambios sustanciales en su condición dental que impidió la colocación de la férula.

Una vez hechas las FO se observaron y se registraron los puntos de contacto de las cúspides de trabajo de la arcada inferior, libres de interferencias obtenidas en

The bruxism diagnosis was confirmed by analyzing both the screening questionnaire and the clinical evaluations. If patients responded affirmatively to at least one of the first five questions or to three of the last five questions, and they also presented either tooth wear or masseter hypertrophy, then they were considered as having bruxism.

A total of 47 patients were included, obtaining models from their both arches: 4 impressions with irreversible hydrocolloid (Alginoplast, Heraeus Kulzer, Hanau, Germany), two of the upper area and two of the lower one, later obtaining type IV gypsum models (Elite rock, Zhermack, Rovigo, Italy), with a period of approximately ten minutes. Each patient was prepared two Michigan FOs, one with face bow record and transfer and another one with the use of an occlusal plane device.<sup>17, 20</sup> In order to mount the models in both techniques, we used a semi-adjustable articulator “Whip Mix 8500” (Whip Mix, Kentucky, United States), which contains the “Quick Mount # 8645” face bow. The interocclusal record was made in centric occlusion and maximum intercuspidation,<sup>4, 10</sup> with a bite registration material (Bite Imprint, 3M ESPE, Seefeld, Germany). To obtain face bow records we followed the manufacturer’s instructions described in the owner’s manual for this face bow model.

The Michigan-type OSs were made on self-curing transparent acrylic (Opti-Cryl, New Stetic, Antioquia, Colombia) according to the specifications of Ramfjord and Ash, with a flat occlusal surface, occlusal contact for all opposing teeth, and completely free from interference in mandibular excursions.<sup>4, 5</sup>

Out of the 47 patients initially enrolled, two were discarded: one did not return for his second appointment (on the grounds of lack of time) and the other one presented substantial changes in his dental condition, which prevented splinting.

Once the OSs were completed, we observed and recorded the contact points of the lower arch cusps, free of interference obtained in t



el articulador con el papel para articular (Articulating Paper 200  $\mu$  Bausch; Nashua NH, Estados Unidos). También se observaron los movimientos excéntricos y se evaluó la desoclusión de los órganos posteriores al hacer movimiento de protrusión y lateralidad. Adicionalmente, se tomó una fotografía de los puntos de contacto obtenidos. Posteriormente, se colocó la férula en el paciente y se observaron los puntos de contacto, obtenidos con el papel de articular y se compararon con los de la fotografía. En caso de haber diferencias en el número de puntos de contacto, se registró el tiempo de ajuste para igualar la cantidad de puntos que se obtuvieron en el paciente y en el articulador. Los ajustes fueron hechos con una fresa de carburo (NTI-Kahla GmbH Rotary Dental Instruments; Kahla, Alemania) colocada en una pieza de mano de baja velocidad. El investigador que registró las diferencias en los puntos de contacto y el tiempo requerido para el ajuste de las mismas se mantuvo cegado al grupo de elaboración de las férulas para evitar sesgos. Se hizo una base de datos en el programa estadístico SPSS 19 y se manejó estadística descriptiva e inferencial. La comparación de las variables; puntos de contacto y el tiempo de ajuste de ambos procedimientos, se hicieron con prueba estadística de Wilcoxon, dada la distribución de la variable, con significancia menor a 0,05.

## RESULTADOS

Los resultados del tamizaje se muestran en la figura 1, donde se aprecia que tanto el apretamiento nocturno como el estrés se presentaron en casi la mayoría de la población independientemente del sexo. En la figura 2 se ven los resultados observados en la exploración clínica; la hipertrofia del músculo masetero fue el signo que se presentó con mayor frecuencia, consistente con el reporte de apretamiento nocturno, en más del 80% de los pacientes y más de la tercera parte de estos presentó restauraciones fracturadas. Los órganos dentarios más severamente desgastados fueron los caninos (superiores e inferiores), los cuales presentaron los mayores porcentajes de notable aplanamiento y exposición de dentina y pérdida de contorno, seguidos por los incisivos superiores e inferiores derechos (tabla 2).

the articulator with articulating paper (Articulating Paper 200  $\mu$  Bausch; Nashua NH, United States). Eccentric movements were also observed and posterior organs disocclusion was evaluated when making protrusion and lateral movements. A photo of the contact points obtained was also taken. The splints were later placed on patients, observing the contact points obtained with the articulating paper and comparing them with those of the photograph. In case of differences in the number of contact points, the mounting time was recorded in order to match the number of points obtained in the patient and in the articulator. Adjustments were made with a carbide bur (NTI-Kahla GmbH Rotary Dental Instruments, Kahla, Germany) attached to a low speed handpiece. The researcher recorded the differences between contact points and the required adjustment time, which remained blinded to the group processing the splints to avoid bias. A database was made in SPSS 19 and descriptive/inferential statistics was used. Comparison of variables, points of contact, and the adjustment time of both procedures were made with Wilcoxon test statistics, given the distribution of the variable, with a significance level lower than 0.05.

## RESULTS

The screening results are shown in Figure 1, which shows that both night clenching and stress occurred in almost all of the study population regardless of gender. Figure 2 shows the results observed in the clinical examination; masseter muscle hypertrophy was the sign most frequently occurring, consistent with the reports of nighttime clenching, in more than 80% of patients—and more than a third part of these presented fractured restorations—. The teeth most severely worn were the canines (both upper and lower), which had the highest percentages of considerable flattening, dentin exposure and contour loss, followed by the right upper and lower incisors (table 2).

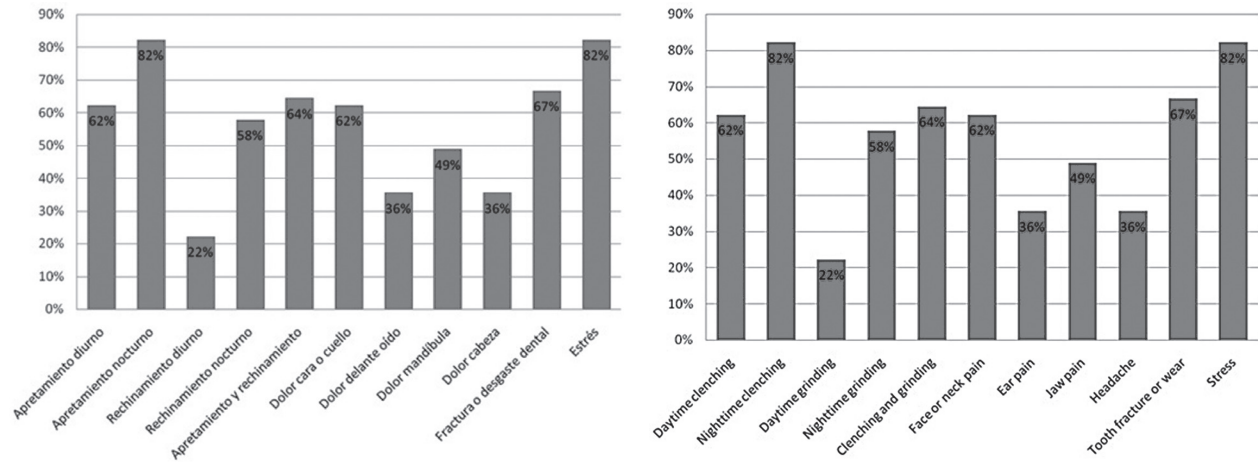


Figura 1. Frecuencia de respuesta en el cuestionario de tamizaje (n = 45)

Figure 1. Frequency of screening questionnaire response (n = 45)

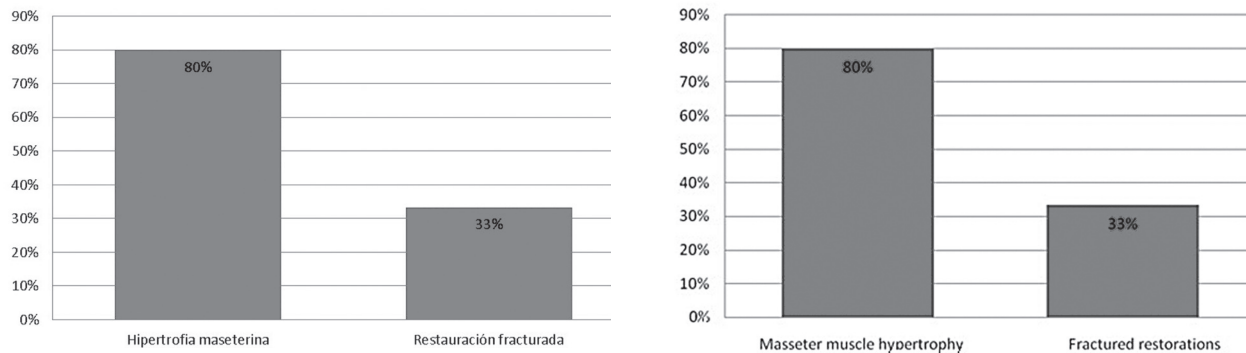


Figura 2. Frecuencia de hallazgos en la exploración clínica (n = 45)

Figure 2. Frequency of clinical examination findings (n = 45)

Tabla 2. Tipo de desgaste dental por severidad

|       | Sin desgaste |      | Mínimo desgaste |      | Notable aplanamiento |      | Exp. dentina y pérdida contorno |      |
|-------|--------------|------|-----------------|------|----------------------|------|---------------------------------|------|
|       | N            | %    | n               | %    | n                    | %    | n                               | %    |
| OD 11 | 3            | 6,7  | 22              | 48,9 | 16                   | 35,6 | 1                               | 2,2  |
| OD 13 | 2            | 4,4  | 14              | 31,1 | 21                   | 46,7 | 7                               | 15,6 |
| OD 16 | 6            | 13,3 | 28              | 62,2 | 8                    | 17,8 | 1                               | 2,2  |
| OD 21 | 2            | 4,4  | 21              | 46,7 | 14                   | 31,1 | 3                               | 6,7  |
| OD 23 | 1            | 2,2  | 14              | 31,1 | 22                   | 48,9 | 5                               | 11,1 |
| OD 26 | 7            | 15,6 | 26              | 57,8 | 6                    | 13,3 | 1                               | 2,2  |
| OD 31 | 2            | 4,4  | 23              | 51,1 | 16                   | 35,6 | 3                               | 6,7  |
| OD 33 | 0            | 0,0  | 18              | 40,0 | 23                   | 51,1 | 4                               | 8,9  |
| OD 36 | 2            | 4,4  | 19              | 42,2 | 9                    | 20,0 | 2                               | 4,4  |
| OD 41 | 1            | 2,2  | 21              | 46,7 | 18                   | 40,0 | 4                               | 8,9  |
| OD 43 | 2            | 4,4  | 18              | 40,0 | 19                   | 42,2 | 6                               | 13,3 |
| OD 46 | 6            | 13,3 | 18              | 40,0 | 11                   | 24,4 | 2                               | 4,4  |

Table 2. Type of dental wear by severity

|       | No dental wear |      | Minimum wear |      | Substantial flattening |      | Dentin exposure and contour loss |      |
|-------|----------------|------|--------------|------|------------------------|------|----------------------------------|------|
|       | N              | %    | n            | %    | n                      | %    | n                                | %    |
| TN 11 | 3              | 6,7  | 22           | 48,9 | 16                     | 35,6 | 1                                | 2,2  |
| TN 13 | 2              | 4,4  | 14           | 31,1 | 21                     | 46,7 | 7                                | 15,6 |
| TN 16 | 6              | 13,3 | 28           | 62,2 | 8                      | 17,8 | 1                                | 2,2  |
| TN 21 | 2              | 4,4  | 21           | 46,7 | 14                     | 31,1 | 3                                | 6,7  |
| TN 23 | 1              | 2,2  | 14           | 31,1 | 22                     | 48,9 | 5                                | 11,1 |
| TN 26 | 7              | 15,6 | 26           | 57,8 | 6                      | 13,3 | 1                                | 2,2  |
| TN 31 | 2              | 4,4  | 23           | 51,1 | 16                     | 35,6 | 3                                | 6,7  |
| TN 33 | 0              | 0,0  | 18           | 40,0 | 23                     | 51,1 | 4                                | 8,9  |
| TN 36 | 2              | 4,4  | 19           | 42,2 | 9                      | 20,0 | 2                                | 4,4  |
| TN 41 | 1              | 2,2  | 21           | 46,7 | 18                     | 40,0 | 4                                | 8,9  |
| TN 43 | 2              | 4,4  | 18           | 40,0 | 19                     | 42,2 | 6                                | 13,3 |
| TN 46 | 6              | 13,3 | 18           | 40,0 | 11                     | 24,4 | 2                                | 4,4  |

Los resultados de los puntos de contacto obtenidos y el tiempo de ajuste con ambos métodos se muestran en la tabla 3. La elaboración de las dos férulas oclusales tipo Michigan mostraron similitud en la cantidad de puntos de contacto registrados (11 puntos). No se encontraron diferencias significativas en la comparación entre los métodos, tanto en el articulador ( $p = 0,124$ ) como en la boca ( $p = 0,799$ ), así como en la comparación de la diferencia de los mismos entre ambos métodos ( $p = 0,101$ ). Similarmente el tiempo de ajuste fue similar entre los dos métodos utilizados ( $< 1$  min). El análisis estadístico no arrojó diferencias significativas ( $p = 0,330$ ).

The results of the contact points obtained and the adjusting time with both methods are shown in Table 3. Development of the two Michigan occlusal splints showed similarity in the number of registered contact points (11 points). No significant differences were found in comparing the methods, both in the articulator ( $p = 0.124$ ) and the mouth ( $p = 0.799$ ) and in comparing the difference between these two methods ( $p = 0.101$ ). Similarly, adjustment time was similar between the two methods ( $< 1$  min). The statistical analysis showed no significant differences ( $p = 0.330$ ).



Tabla 3. Puntos de contacto y tiempo de ajuste entre grupos

|                                      | Con arco facial |       | Sin arco facial |       | p**   |
|--------------------------------------|-----------------|-------|-----------------|-------|-------|
|                                      | Media           | DE*   | Media           | DE*   |       |
| Puntos de contacto en el articulador | 11,73           | 2,77  | 11,89           | 2,65  | 0,124 |
| Puntos de contacto en boca           | 11,64           | 2,78  | 11,58           | 2,83  | 0,799 |
| Diferencias (articulador-boca)       | 0,27            | 0,50  | 0,47            | 0,94  | 0,101 |
| Tiempo de ajuste                     | 00:33           | 01:06 | 00:51           | 01:47 | 0,330 |

\* Desviación estándar. \*\* Wilcoxon.

Posteriormente se hizo la comparación intragrupo (puntos de contacto en boca vs. puntos de contacto en articulador) de cada uno de los grupos (férulas elaboradas con el arco facial ( $p = 0,462$ ) y del grupo de las férulas elaboradas sin el mismo ( $p = 0,078$ ), sin encontrarse diferencias significativas en ambos grupos, aunque en el grupo de las férulas elaboradas sin arco facial se aprecia una tendencia (tabla 4).

Tabla 4. Puntos de contacto intragrupo

|                 | Puntos de contacto en el articulador |      | Puntos de contacto en boca |      | p**   |
|-----------------|--------------------------------------|------|----------------------------|------|-------|
|                 | Media                                | DE   | Media                      | DE   |       |
| Arco facial     | 11,73                                | 2,77 | 11,64                      | 2,78 | 0,462 |
| Sin arco facial | 11,89                                | 2,65 | 11,58                      | 2,83 | 0,078 |

## DISCUSIÓN

Los resultados de la presente investigación demostraron que el uso del arco facial en la elaboración de FO tipo Michigan no brinda beneficio clínico. Los análisis estadísticos, denotaron que no existen diferencias significativas entre las férulas elaboradas con el uso del arco facial y sin él, tanto en los puntos de contacto obtenidos en el articulador como en la boca del paciente. Similarmente, el tiempo de ajuste requerido en el sillón dental con el paciente para su ajuste, no mostró diferencias.

La presente investigación coincide con el estudio de Shodadai y colaboradores, quienes tampoco encontraron diferencias con y sin el uso del arco facial, tanto en los puntos de contacto como en el tiempo requerido de ajuste en cada uno de los métodos utilizados,<sup>17</sup> a pesar

Table 3. Contact points and adjustment time between groups

|                                   | With face bow |       | Without face bow |       | p**   |
|-----------------------------------|---------------|-------|------------------|-------|-------|
|                                   | Media         | SD*   | Media            | SD*   |       |
| Contact points in the articulator | 11,73         | 2,77  | 11,89            | 2,65  | 0,124 |
| Contact points in mouth           | 11,64         | 2,78  | 11,58            | 2,83  | 0,799 |
| Differences (articulator-mouth)   | 0,27          | 0,50  | 0,47             | 0,94  | 0,101 |
| Adjustment time                   | 00:33         | 01:06 | 00:51            | 01:47 | 0,330 |

\* Standard Deviation. \*\* Wilcoxon.

The intragroup comparison was later performed (mouth contact points vs. articulator contact points) for each group [(splints made with face bow ( $p = 0.462$ ) and splints made without it ( $p = 0.078$ )]. No significant differences were found in both groups, but a tendency is observed in the group of splints made without face bow (Table 4).

Table 4. Intragroup contact points

|                  | Articulator contact points |      | Mouth contact points |      | p**   |
|------------------|----------------------------|------|----------------------|------|-------|
|                  | Media                      | SD   | Media                | SD   |       |
| With face bow    | 11,73                      | 2,77 | 11,64                | 2,78 | 0,462 |
| Without face bow | 11,89                      | 2,65 | 11,58                | 2,83 | 0,078 |

## DISCUSSION

The results of this study showed that the use of face bows in manufacturing Michigan occlusal splints does not provide clinical benefits. The statistical analyzes yielded no significant differences between the splints made with face bows and those without them at contact points obtained in both the articulator and the patient's mouth. Similarly, the required time to adjust the splints on patients showed no differences.

This research study agrees with that of Shodadai et al, who did not either find differences with and without the use of facial bow, both in contact points and in adjustment time required for each of the methods used,<sup>17</sup> although

de que ellos solo hicieron un estudio piloto y su análisis estadístico fue en una sola dirección.

En una investigación similar pero con tres diferentes técnicas de montaje de modelos para elaborar las FO: con el arco facial, con el plano de Camper y con un plano paralelo al piso, Cunha y colaboradores no encontraron diferencias entre los tres métodos. De igual forma, los investigadores usaron la prueba de Wilcoxon y no encontraron diferencias ( $p = 0,2580$  en puntos de contacto en el articulador y  $p = 0,640$  en los puntos obtenidos después de tres ajustes) en sus análisis estadísticos.<sup>20</sup>

El uso del arco facial ha sido cuestionado no solamente para la elaboración de las FO. En 2004 Fernandes y colaboradores compararon las prótesis totales hechas con dos técnicas distintas, con y sin el arco facial. Ambos grupos presentaron prótesis balanceadas, pero la técnica que no usó el arco facial presentó mejores resultados estéticos, de confort y de estabilidad, además de obtener una oclusión balanceada aun sin usar el arco facial.<sup>18</sup> De igual forma Heydecke y colaboradores, determinaron diferencias entre las prótesis totales elaboradas con y sin arco facial. Los pacientes calificaron de mejor forma a las prótesis sin el uso de arco facial en estética ( $p = 0,026$ ), estabilidad ( $p = 0,021$ ) y en satisfacción general ( $p = 0,044$ ). Los anteriores resultados, demostraron que en otros campos es también cuestionable el uso del arco facial ya que no mejora las condiciones de satisfacción, estabilidad y masticación de una prótesis total.<sup>19</sup>

Ni en la presente investigación ni en los artículos antes mencionados se encontraron diferencias relevantes entre usar y no el arco facial; sin embargo, es complicado determinar con exactitud los resultados. Para Shodadai y colaboradores, el no encontrar diferencias se debe a una combinación de varios factores: cambio de la dimensión vertical por el registro oclusal de mordida; pobre evidencia de una rotación condilar pura y la existencia de un eje de rotación de bisagra condilar en la apertura mandibular; movimientos impredecibles y variables del cóndilo en apertura mandibular; uso de un eje de rotación de bisagra fijo en los articuladores y la presencia de dolor temporomandibular.<sup>17</sup>

they only performed a pilot study using statistical analysis in one direction only.

In a similar study that included the three different mounting techniques to prepare OS models: with face bow, with Camper's plane, and with a plane parallel to the floor, Cunha et al found no differences among the three methods. Similarly, the researchers used the Wilcoxon test and their statistical analyzes resulted in no difference ( $p = 0.2580$  at the articulator's contact points and  $p = 0.640$  at the points obtained after the three adjustments).<sup>20</sup>

The use of face bows has been questioned in fields other than OS development. In 2004, Fernandes et al compared dentures made with two different techniques: with and without face bows. Both groups presented balanced prosthesis, but the technique without face bow showed better cosmetic results, as well as more comfort and stability, besides a balanced occlusion even without using the face bow.<sup>18</sup> Similarly, Heydecke et al identified some differences between dentures made with and without face bows. In general, patients preferred the prostheses with no face bow as they provided the best results in terms of esthetics ( $p = 0.026$ ), stability ( $p = 0.021$ ), and overall satisfaction ( $p = 0.044$ ). These results showed that the use of face bows is also questionable in other fields as it does not improve the conditions of satisfaction, stability and masticatory functions of full dentures.<sup>19</sup>

Neither the present study nor the aforementioned articles found relevant differences between using or not a face bow, but it is hard to determine the results accurately. According to Shodadai et al, the difficulty in finding differences is due to a combination of factors: a change in vertical dimension due to occlusal bite registration; poor evidence of a pure condylar rotation, and the existence of an axis of rotation of the condylar hinge at mandibular opening; unpredictable and variable condyle movements at mandibular opening; use of a fixed hinge rotation axis at the articulators, and the presence of temporomandibular pain.<sup>17</sup>

Incluso en cirugía maxilofacial se suele usar el arco facial convencional para montar modelos cuando se va a hacer una cirugía ortognática la efectividad del uso del arco facial por su pobre reproducibilidad y precisión, es cuestionable. Además de todos los factores que pueden estar presentes en el laboratorio y pudieran afectar su desempeño.<sup>23</sup>

La presente investigación permitió detectar que una de las diferencias más significativas entre los modelos montados con arco facial y los modelos montados con el plano oclusal paralelo al piso, es simplemente la inclinación del plano oclusal. En todas las demás características que comprende la elaboración de FO tipo Michigan, no se observó ninguna otra diferencia. Por lo tanto, al no haber encontrado diferencias estadísticamente significativas en puntos de contacto y en tiempo entre las FO elaboradas con y sin arco facial, se puede inferir que esta diferencia en la inclinación del plano oclusal no afecta dichas variables.

El hecho de que la inclinación del plano oclusal no afecte en la obtención de puntos de contacto, lo confirman Adrien y Shouwer, quienes examinaron los errores que ocurren al montar el modelo mandibular. La localización del error fue calculada por cuatro planos oclusales que estuvieron a 0, 10, 20 y 30° con un grosor de 1, 2, y 3 mm de cera. Encontraron que un error en la orientación del plano oclusal tiene una pequeña incidencia en la localización del modelo mandibular ya que por cada 10° de diferencia el error se puede incrementar a 0,0730 mm como máximo con un grosor de cera de 3 mm, y este error disminuye a 0,0235 mm con una cera de 1 mm de grosor. Por lo tanto concluyen que el plano oclusal tiene relativamente poca influencia en la localización del error.<sup>24</sup> Gateno y colaboradores, también compararon la inclinación del plano oclusal de modelos montados, pero lo hicieron con tres diferentes sistemas de arco facial con el plano oclusal medido con un cefalograma, para cirugía ortognática. Dichos autores encontraron gran diferencia al comparar la inclinación de los modelos montados con el arco facial convencional con la medición obtenida en el cefalograma. Este resultado que encontraron se debe a la diferencia que existe

Even maxillofacial surgery uses conventional face bows for mounting models before an orthognathic surgery, but the effectiveness of face bows is questionable due to their poor reproducibility and accuracy—besides all the factors that may be present in the laboratory affecting its performance.<sup>23</sup>

The present study allows us to conclude that one of the most significant differences between the face-bow mounted models and those mounted with occlusal plane parallel to the floor is simply occlusal plane inclination. No additional difference was found in all the other features involved in the development of Michigan OS. Therefore, since no statistically significant differences have been found in terms of points of contact and adjusting time between OS made with and without face bows, it might be inferred that this difference in occlusal plane inclination does not affect the abovementioned variables.

The fact that occlusal plane inclination does not affect the collection of points of contact was confirmed by Adrien and Shouwer, who examined the errors occurring when mounting mandibular models. Error location was calculated by four flat occlusal planes at 0, 10, 20 and 30° with wax of 1, 2, and 3 mm in thickness. They found out that an error in occlusal plane orientation has a small influence on the location of mandibular models since for every 10° in difference the error may increase to a maximum of 0.0730 mm with wax of 3 mm in thickness, and this error drops to 0.0235 mm with wax of 1 mm in thickness. Therefore, they conclude that the occlusal plane has relatively little influence on error location.<sup>24</sup> Gateno et al also compared the occlusal plane inclination of mounted models, but they used three different face bow systems measuring the occlusal plane with a cephalogram for orthognathic surgery. These authors found big differences when comparing the inclination of models mounted with conventional face bow and the measurement obtained on the cephalogram. This finding is due to the difference between the

entre el plano eje-orbital y el plano de Frankfort, puesto que el arco facial convencional tiene como referencia el plano eje-orbital y no el plano de Frankfort como se creía. Por lo tanto los arcos faciales que sí tienen como referencia el plano de Frankfort obtuvieron mejores resultados al compararlos con las medidas del cefalograma. Por lo que concluyen que el arco facial convencional no reproduce con precisión la inclinación del plano oclusal.<sup>25</sup>

De tal manera, conforme a lo observado en la literatura y en la presente investigación, se puede concluir que hay tres factores principales que determinan que el usar un arco facial arbitrario no brinda ningún beneficio clínico en la elaboración de FO tipo Michigan. El primero es el eje de rotación de bisagra de la mandíbula, ya que el arco facial arbitrario no puede transferir de manera precisa la localización de este eje de rotación, además de que el articulador semiajustable tiene un eje de rotación fijo. Por lo consiguiente, no se puede reproducir exactamente el movimiento de apertura mandibular, puesto que dicho movimiento comprende un movimiento de rotación y traslación del cóndilo, por lo tanto el eje de rotación de la mandíbula cambia de posición impredeciblemente. Esta variación en la posición del eje de rotación puede traer como consecuencia que sea cual sea la técnica para montar los modelos en el articulador, en boca se tenga que ajustar para tener el mismo resultado que se obtuvo en el articulador.<sup>17, 24</sup> El segundo factor es la inclinación del plano oclusal, que es la diferencia más fácil de apreciar entre los modelos montados con y sin el arco facial. Esta inclinación del plano oclusal puede variar de 0 hasta 30° y tener un mínimo de diferencia aproximadamente 0,0730 mm cuando mucho, lo cual clínicamente es irrelevante.<sup>24</sup> Por eso probablemente no hubo diferencia estadísticamente significativa entre las FO elaboradas sin arco facial con una inclinación de 0° y las que estaban montadas con arco facial que podían tener grado de inclinación variable de acuerdo con cada paciente. El último factor es la relación que tiene el arco facial con el plano de Frankfort y el plano eje-orbital. Ambos comparten un punto que es el punto más inferior de la órbita, la discrepancia radica en el segundo punto, puesto que el plano de Frankfort va al porion

axis-orbital plane and the Frankfort plane, since conventional face bows are usually referenced to the axis-orbital plane and not to the Frankfort plane as previously thought. Therefore, face bows that have the Frankfort plane as a reference point performed better when compared with the cephalogram measurements. The authors conclude that conventional face bows do not accurately reproduce the occlusal plane inclination.<sup>25</sup>

Thus, as noted in the literature and in the present study, we may conclude that there are three main factors to claim that the use of an arbitrary face bow provides no clinical benefit in the development of Michigan OS. The first one is the rotation axis of the jaw hinge, since arbitrary face bows cannot accurately transfer the precise location of this rotation axis; in addition, the semi-adjustable articulator has a fixed rotation axis. Therefore, it cannot accurately reproduce mandibular opening movements since such movements comprise a rotational and translational movement of the condyle, and therefore the rotation axis of the jaw changes position unpredictably. This variation in rotation axis position may have a consequence: regardless of the technique for mounting models in the articulator, it must be adjusted in the mouth in order to have the same result obtained in the articulator.<sup>17, 24</sup> The second factor is occlusal plane inclination—the most easily visible difference between models mounted with face bows and without them—. Occlusal plane inclination may vary from 0 to 30° and have a difference of about 0.0730 mm at the most, which is clinically irrelevant.<sup>24</sup> This is probably the reason why there was no significant difference between OSs made without a face bow with an inclination of 0° and the ones mounted with a face bow and a possible variable inclination degree depending on each patient. Finally, the last factor is the relationship of the face bow with the Frankfort plane and the axis-orbital plane. Both share the lowest point of the orbit but the difference lies in the second point, since the Frankfort plane goes to the porion and



y el eje-orbital va al eje de rotación de bisagra de la mandíbula. Debido a que la parte posterior de los brazos del arco facial van al conducto auditivo externo, dichos brazos estarían pasando sobre el eje de rotación de bisagra de la mandíbula y no sobre el porion. Por lo tanto es un error afirmar que el arco facial arbitrario tiene como referencia el plano de Frankfort. Incluso si la inclinación del plano oclusal fuera fundamental, el arco facial arbitrario no reproduciría con precisión dicha inclinación.<sup>25, 26</sup>

Sin embargo, esto no significa que el arco facial arbitrario no sea útil, al contrario es un instrumento, que como ya se ha mencionado, transfiere la relación espacial de la arcada superior al articulador de gran forma, es excelente opción para el diagnóstico y como método de enseñanza en las universidades. El problema estriba en que no es un mecanismo reproducible y preciso. Sustituir su uso por otro mecanismo más simple no genera ningún inconveniente de trascendencia, por lo menos para la elaboración de FO tipo Michigan. Esto quiere decir que es igual usar el arco facial o no hacerlo, o visto de otro modo, las FO tienen los mismos errores tanto las elaboradas con arco facial como sin él, y al final en algunos casos, ambas deben ser ajustadas en boca. La sugerencia ahora es hacer una investigación con el uso del arco facial cinemático, el cual es mucho más exacto. De esta manera se podría determinar si realmente el uso del arco facial brinda beneficios.

De acuerdo con los resultados obtenidos, se concluye que el arco facial arbitrario para el articulador Whip Mix 8500 no brinda ningún beneficio clínico relevante ni en número de puntos de contacto ni en el tiempo de ajuste en la clínica, es decir, no hay diferencias significativas entre usar o no el arco facial arbitrario para la elaboración de FO tipo Michigan en pacientes con diagnóstico de bruxismo.

## CORRESPONDENCIA

Jesús Gámez C.  
3 sur 103-D San Pedro Cholula  
Teléfono: (52) 222 2471253  
Fax: (52) 222 2471253  
Puebla, México  
Correo electrónico: jgamcal@gmail.com

the axis orbital plane goes to the rotation axis of the jaw hinge. Since the back portion of face bow arms go into the ear canal, these arms would pass over the rotation axis of the jaw hinge instead of the porion. It is therefore wrong to say that arbitrary face bows are referenced to the Frankfort plane. Even if the occlusal plane inclination were relevant, the arbitrary face bow would not accurately reproduce this inclination.<sup>25, 26</sup>

However, this does not mean that arbitrary face bows are useless; they are rather an instrument which, as mentioned, are good to transfer the spatial relationship of the maxilla to the articulator and are an excellent choice for diagnosis and a great teaching method in universities. The problem is that it is not a reproducible, accurate mechanism. Replacing it by a simpler mechanism generates no significant drawbacks, at least for developing Michigan OS. This means that using a face bow or not is about the same or, viewed another way, OS present the same errors whether made with a face bow or without it, and at the end, in some cases, both must be adjusted in the mouth. Our suggestion is then to do some research on the use of kinematic face bow, which is much more accurate. This would let us determine whether or not the use of face bows provides benefits.

According to our results, we may conclude that arbitrary face bows for the Whip Mix 8500 articulator provides no significant clinical benefit in terms of number of contact points or adjusting time at the clinic, i.e., there are no significant differences between using or not arbitrary face bows for developing Michigan OS in patients diagnosed with bruxism.

## CORRESPONDING AUTHOR

Jesús Gámez C.  
3 sur 103-D San Pedro Cholula  
Telephone number: (52) 222 2471253  
Fax number: (52) 222 2471253  
Puebla, México  
Email address: jgamcal@gmail.com



## REFERENCIAS / REFERENCES

- Okeson JP. Etiología e identificación de los trastornos funcionales del sistema masticatorio. En: Okeson JP, Tratamiento de oclusión y afecciones temporomandibulares 5.ª ed. Michigan: Mosby; 2005; 149-180.
- American Academy Of Sleep Medicine, The International Classification of Sleep Disorders, Revised: diagnostic and coding manual. Chicago Illinois: American Academy of Sleep Medicine; 2001.
- Ommerborn MA, Schneider C, Giraki M, Schäfer R, HandscheL J, Franz M et al. Effects of an occlusal splint compared with cognitive-behavioral treatment on sleep bruxism activity. *Eur J Oral Sci* 2007; 115: 7-14.
- Ramfjord SP, Ash MM. Reflections on the Michigan occlusal splint, *J Oral Rehabil* 1994; 21: 491-500.
- Ramfjord SP, Ash MM. Diagnóstico y plan de tratamiento del bruxismo. En: Ramfjord SP, Ash MM, Oclusión. 2.ª ed., México: Interamericana; 1972. p. 218-242.
- Academy of Prosthodontics. The glossary of prosthodontic terms. *J Prosthet Dent* 2005; 94(1): 10-92.
- Rosenstiel S, Land M, Fujimoto J. Modelos diagnósticos y procedimientos relacionados. En: Prótesis fija contemporánea. 4.ª ed. Barcelona: Elsevier; 2006. p. 42-81.
- Roark AL, Glaros AG, O'Mahony AM. Effects of interocclusal appliances on EMG activity during parafunctional tooth contact. *J Oral Rehabil* 2003; 30: 573-577.
- Rodrigues-Garcia R, Faot F, Cury AA. Effect of interocclusal appliance on masticatory performance of patients with bruxism. *J Craniomandibular Pract* 2005; 23(4): 264-268.
- Fujii T, TorisuT, Nakamura S. A change of occlusal conditions after splint therapy for bruxers with and without pain in the masticatory muscles, *J Craniomandibular Pract* 2005; 23(2): 113-118.
- Al-Ani MZ, Davies SJ, Gray RJM, Sloan P, Glenney AM. Tratamiento con placa de estabilización para el síndrome de disfunción temporomandibular [Internet] [Consultado 2012 May 23] Disponible en: <http://www.update-software.com>
- Hamada T, Kotani H, Kawazoe Y, Yamada S. Effect of occlusal splints on the EMG activity of masseter and temporal muscles in bruxism with clinical symptoms. *J Oral Rehabil* 1982; 9: 119-123.
- Hiyama S, Ono T, IshiwataY, Kato Y, Kuroda T. First night effect of an interocclusal appliance on nocturnal masticatory muscle activity. *J Oral Rehabil* 2003; 30: 139-145.
- Van der Zaag J, Lobbezoo F, Wicks DJ, Visscher CM, Hamburger HL, Naeije M. Controlled assessment of the efficacy of occlusal stabilization splints on sleep bruxism. *J Orofac Pain* 2005; 19(2): 151-158.
- Harada T, Ichiki R, Tsukiyama Y, Koyano K. The effect of oral splint devices on sleep bruxism: a 6-week observation with an ambulatory electromyographic recording device. *J Oral Rehabil* 2006; 33: 482-488.
- Nascimento DFF, Patto RBC, Marchini L, Cunha VPP. Occlusal splint for sleep bruxism: an electromyographic associated to Helkimo Index evaluation. *Sleep Breath* 2008; 12: 275-280.
- Shodadai P, Türp J, Gerdts T, Strub J. Is there a benefit of using an arbitrary facebow for the fabrication of a stabilization appliance? *Int J Prosthodont* 2001; 4(6): 517-522.
- Fernandes D, Luz RB, Marchini L, Prisco da Cunha VP. Double-blind study for evaluation of complete dentures made by two techniques with and without face-bow. *Braz J Oral Sci* 2004; 3(9): 439-445.
- Heydecke G, Vogeler M, Türp JC, Strub JR. Simplified versus comprehensive fabrication of complete dentures: Patient ratings of denture satisfaction from randomized crossover trial. *Quintessence Int* 2008; 39(2): 107-116.
- Cunha RE, De Lacerda PE, Navas A, Lucchesi M, Miranda ME. Assessment of three mounting techniques on a semi-adjustable articulator for fabricating occlusal appliances. *Int J Clin Dent* 2011; 4(4): 309-319.
- Pergamalian A, Rudy T, Zaki H, Greco C. The association between wear facets, bruxism, and severity of facial pain in patients with temporomandibular disorders. *J Prosthet Dent* 2003; 90(2): 194-200.
- Dworkin S, LeResche L. Research Diagnostic criteria for Temporomandibular Disorders; review criteria, examination and specifications, critique. *J Craniomandib Disord* 1992; 6: 301-355.

23. Bamber MA, Firouza RL, Harris MA, Lhmey. A comparative study of two arbitrary face-bow transfer systems for orthognathic surgery planning. *Int J Oral Maxillofac Surg* 1996; 25: 339-343.
24. Adrien P, Schouver J. Methods for minimizing the errors in mandibular model mounting on an articulator. *J Oral Rehabil* 1997; 24: 929-935.
25. Gateno J, Forrest K, Camp B. A comparison of 3 methods of face-bow transfer recording: implications for orthognathic surgery. *J Oral Maxillofac Surg* 2001; 59: 635-640.
26. Ercoli C, Graser GN, Tallents RH, Galindo D. Face-bow record without a third point of reference: theoretical considerations and an alternative technique. *J Prosthet Dent* 1999; 82(2): 237-241.