



REVISIÓN

Protocol for the manufacture and clinical use of Michigan splints in the management of temporomandibular disorders (ttm): literature review

Protocolo para la confección y uso clínico de férulas Michigan en el manejo de trastornos temporomandibulares (ttm): revisión de la literatura

Diego Mauricio Laverde Albarracín¹  , Melani Nicole Chasiluisa Hurtado¹  , Miguel Enrique Aroca Rea¹  

¹Universidad Regional Autónoma de Los Andes. Ecuador.

Citar como: Laverde Albarracín DM, Chasiluisa Hurtado MN, Aroca Rea ME. Protocol for the manufacture and clinical use of Michigan splints in the management of temporomandibular disorders (ttm): literature review. Health Leadership and Quality of Life. 2024; 3:.529. <https://doi.org/10.56294/hl2024.529>

Enviado: 08-04-2024

Revisado: 25-07-2024

Aceptado: 08-11-2024

Publicado: 09-11-2024

Editor: PhD. Prof. Neela Satheesh 

Autor para la correspondencia: Diego Mauricio Laverde Albarracín 

ABSTRACT

Temporomandibular disorders (TMD) represent a frequent challenge, with multifactorial causes that affect the position of the condyle with respect to the articular cavity of the mandible, being considered part of the musculoskeletal disorders. The repositioning splint or Michigan, a removable device widely used in the management of these disorders, stands out for its importance in clinical practice. The main purpose of this study is to develop a detailed protocol for its elaboration in dental laboratories. Through a qualitative literature review, 61 sources were compiled, excluding 37 that did not meet the inclusion criteria, leaving 24 articles and books analyzed. The final protocol integrates from the parallelization of the model to the esthetic finish, serving as a practical tool for training in Dental Mechanics.

Keywords: Temporomandibular Disorders (TMD); Repositioning Splints; Michigan Splints; Protocol; Treatment.

RESUMEN

Los trastornos temporomandibulares (TTM) representan un desafío frecuente, con causas multifactoriales que afectan la posición del cóndilo respecto a la cavidad articular de la mandíbula, siendo considerados parte de los desórdenes musculoesqueléticos. La férula reposicionadora o Michigan, un dispositivo removible ampliamente utilizado en el manejo de estos trastornos, destaca por su importancia en la práctica clínica. Este estudio tiene como propósito principal desarrollar un protocolo detallado para su elaboración en laboratorios dentales. Mediante una revisión cualitativa de literatura, se recopiló 61 fuentes, excluyendo 37 que no cumplían los criterios de inclusión, quedando 24 artículos y libros analizados. El protocolo final integra desde la paralelización del modelo hasta el acabado estético, sirviendo como herramienta práctica para la formación en Mecánica Dental.

Palabras clave: Trastornos Temporomandibulares (TTM); Férulas Reposicionadoras; Férulas Michigan; Protocolo; Tratamiento.

INTRODUCCIÓN

La articulación temporomandibular (ATM) parte esencial del sistema estomatognático, que abarca dientes, estructuras de sostén, maxilar y mandíbula. Esta compleja articulación formada por el cóndilo mandibular, la eminencia articular, la cavidad glenoidea del hueso temporal y los músculos de la masticación, trabajan en

conjunto en ambos lados permitiendo los movimientos necesarios de la mandíbula esencialmente la masticación y fonación. La ATM juega un papel crucial en la oclusión dental y está estrechamente ligada al sistema neuromuscular.^(1,2)

El análisis y tratamiento de las anomalías de la articulación temporomandibular pueden ser complicado y han generado debate en la comunidad médica.⁽³⁾ Estas afecciones se presentan con una variedad de manifestaciones, que van desde leves a graves, que incluyen una amplia gama de indicios y síntomas que incluyen artralgias, dolor auricular, disfunción y mialgia, dolor cervical, tinnitus, vértigo, náuseas, cefaleas y clics articulares.⁽³⁾

Los trastornos temporomandibulares (TTM) son conocidos como la causa primordial de dolor en la zona orofacial que no está relacionado con problemas dentales específicos y parte de una categoría subordinada de los desórdenes musculoesqueléticos.

Estos trastornos afectan a más de la mitad de la población global, siendo más comunes en los músculos de la masticación, en la zona preauricular, así como en la articulación temporomandibular.⁽⁴⁾

La causa principal del dolor orofacial suele estar asociada principalmente de enfermedades dentales (odontogénicas). Sin embargo, las condiciones musculoesqueléticas y neuropatológicas constituyen la causa más frecuente de esta clase de dolor, excluyendo las afecciones como la caries dental y las enfermedades periodontales.⁽⁵⁾

Los trastornos temporomandibulares pueden ser influenciados por una variedad de factores, que incluyen ausencias dentarias, prótesis mal adaptadas, maloclusión dental, traumatismo, bruxismo, artritis reumatoidea, aumento exagerado del movimiento articular y el estrés, este último siendo un factor predominante en la población actual. Además, los factores relacionados con el crecimiento y evolución de los maxilares también se consideran como agentes causales.⁽⁶⁾

En este contexto, la férula reposicionadora o Michigan, también conocida como plana, de Shore, desprogramador muscular o de relación céntrica, desempeña un papel fundamental en el tratamiento de dolores musculares y articulares, especialmente en casos de discrepancias de contactos oclusales o hábitos para funcionales. Además, puede emplearse en el tratamiento del bruxismo del sueño, al cubrir todo el arco dental (generalmente el maxilar) y permitir que cada diente opuesto haga contacto con el plano de la férula, incluyendo una guía canina dirigida a movimientos laterales y protrusivos.^(7,3)

En consecuencia, la utilización de férulas reposicionadoras o Michigan en odontología se ha consolidado como un enfoque común para el tratamiento de trastornos temporomandibulares y condiciones asociadas con la ATM. Este estudio se enfoca en llevar a cabo una revisión sistemática para la elaboración de un protocolo de estas férulas, abarcando tanto su fase de laboratorio dental como su aplicación en el entorno clínico.

METÓDO

La metodología empleada en esta investigación se fundamentó en un enfoque cualitativo, basado en una revisión bibliográfica exhaustiva de información actualizada y relevante sobre la elaboración de férulas reposicionadoras o Michigan en el ámbito odontológico. Este enfoque permitió analizar tanto aspectos laboratoriales como clínicos, explorando prácticas, métodos y tecnologías actuales. La revisión de artículos científicos y libros especializados facilitó una comprensión profunda y detallada que respalda la mejora continua en la confección de estas férulas, promoviendo su aplicación efectiva por estudiantes y profesionales de Mecánica Dental.

La investigación, de tipo aplicada, tuvo como propósito desarrollar un protocolo integral para la elaboración de férulas reposicionadoras, combinando información clave de fuentes indexadas y de alto impacto, como PubMed, Scielo, Elsevier, ProQuest, Google Académico y Cochrane. Los artículos seleccionados, publicados en los últimos 15 años y en idiomas inglés o español, se identificaron mediante palabras clave específicas como férulas Michigan, férulas oclusales, y trastornos temporomandibulares (TTM), utilizando encabezados como MESH. La selección de fuentes fue guiada por criterios de inclusión estrictos que garantizaron la pertinencia, actualidad y rigor científico de los materiales, excluyendo estudios irrelevantes o desactualizados.

El diseño descriptivo de la investigación permitió detallar los procedimientos y materiales requeridos en el laboratorio dental, explorando la necesidad y la pertinencia de las férulas reposicionadoras en el tratamiento de los TTM. Se recopilaron 61 artículos y libros relevantes, de los cuales se seleccionaron 24 tras aplicar los criterios de inclusión y exclusión. Este análisis riguroso resultó en un protocolo claramente definido, diseñado como una herramienta práctica y educativa para estudiantes de Mecánica Dental en la Universidad Regional Autónoma de los Andes "UNIÁNDES", contribuyendo al perfeccionamiento de las técnicas laboratoriales y al enriquecimiento del conocimiento clínico en este campo.

RESULTADOS

Se llevó a cabo una búsqueda avanzada en las principales bases de datos científicas y académicas: PubMed, Elsevier, Scielo, Google Académico, Cochrane y ProQuest. Paralelamente, se realizó una revisión exhaustiva de libros actualizados relacionados con férulas Michigan y férulas reposicionadoras. Esta estrategia permitió

obtener un total inicial de 70 artículos relevantes. La distribución de los resultados fue la siguiente: PubMed (n=20), Cochrane (n=3), Elsevier (n=5), ProQuest (n=10), Scielo (n=8), Google Académico (n=15) y Libros (n=9). Estas fuentes resultaron fundamentales para la investigación, al proporcionar aportes científicos significativos y actuales que se integraron al análisis.

Los datos recopilados fueron evaluados meticulosamente según los criterios de inclusión establecidos, seleccionándose finalmente 15 artículos y 9 libros que cumplieran con los estándares de rigor científico y pertinencia temática. Este proceso garantizó la calidad y relevancia de las fuentes empleadas, consolidando la base teórica y metodológica del presente trabajo de titulación. Los detalles de la selección y distribución de las fuentes se presentan en la figura 1, reflejando la importancia de esta revisión para los objetivos planteados.

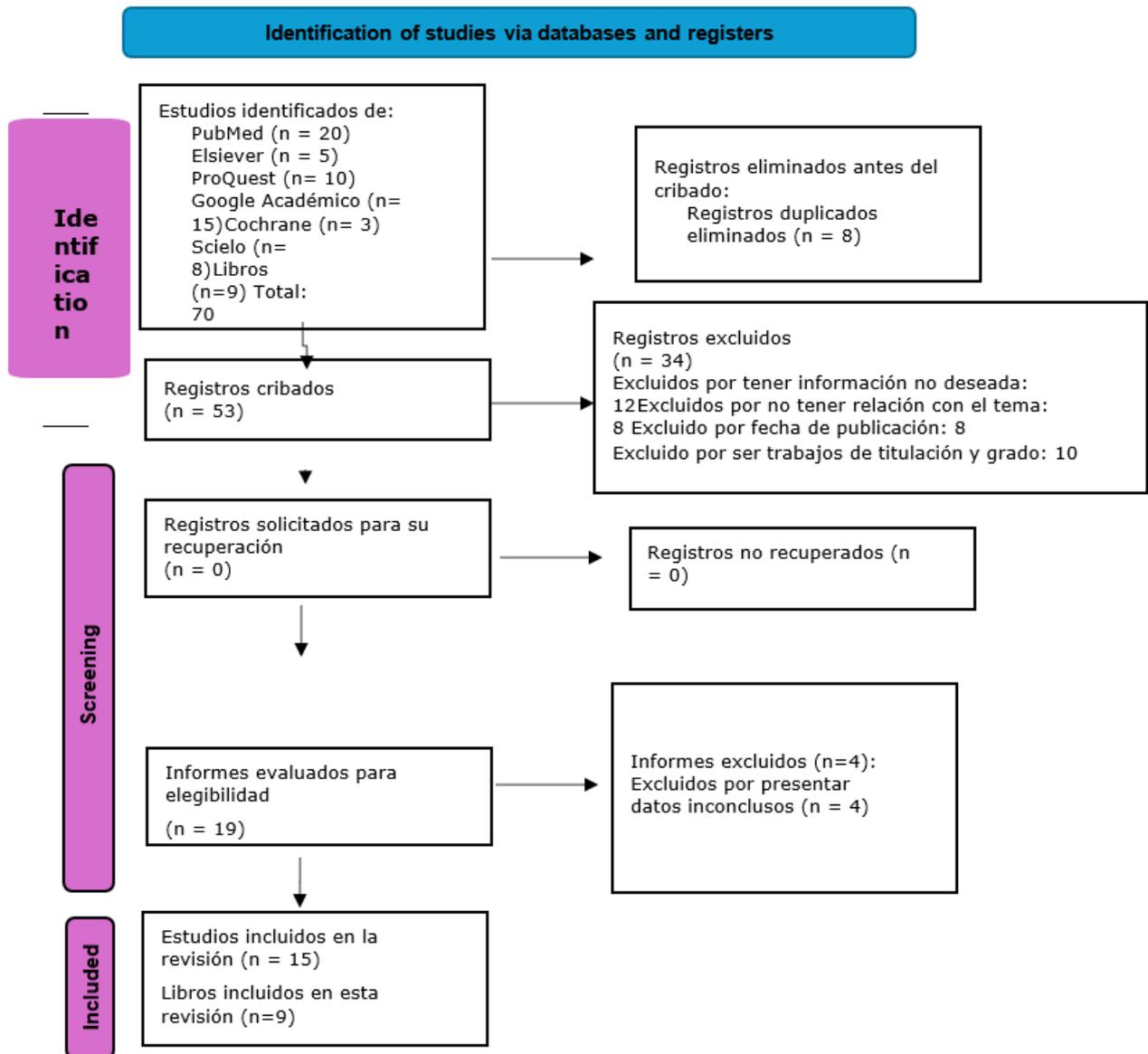


Figura 1. Diagrama de flujo PRISMA 2020 para nuevas revisiones sistemáticas que incluían búsquedas de bases de datos y registros solamente

Se excluyeron artículos en los que la información sobre férulas reposicionadoras o Michigan no aportaba datos esenciales para los objetivos de la investigación, así como aquellos cuya fecha de publicación no cumplía con los criterios de inclusión establecidos. También se descartaron publicaciones en idiomas distintos al español o inglés, además de tesis de titulación de maestría y grado, resultando en un total de 46 artículos eliminados. Tras este proceso, se obtuvo un conjunto final de fuentes relevantes compuesto por 24 artículos.

El análisis detallado de los artículos seleccionados, que incluye sus principales aportes científicos y cómo contribuyen al desarrollo del protocolo de férulas, se presenta resumido en la tabla 1.

Tabla 1. Resultados

Autor	Población	Beneficio	Métodos	Procedimiento	Resultados
Saavedra J, Balarezo J, Catillo D	Revisión de la literatura	Dar a conocer la existencia de una variedad de diseños de férulas oclusales, confeccionados condistintos materiales,asimismo como sus indicaciones y resultados	Estudio de revisión sistemática descriptiva. Literaturasactuales	Comienza describiendo una férula oclusal y su ejecución en la corrección de TTM, trata de igualmanera sobre la función y el propósito terapéutico, seguido por una descripción de los distintos tipos de férulas existentes, junto con las ventajas e indicaciones para su uso,finalmente menciona el mantenimiento que el paciente debe llevar a cabo.	Se realizo un análisis de la literatura disponible tanto reciente como anterior acerca de los diferentes tipos de férulas utilizadas en la corrección de trastornos temporomandibulares
Alessandro N, Alexander N. Ryakhosky, Florianabosco, Simona Tecco	Caso Clínico 1 paciente	La paciente recibió unaférula de reposicionamientodiseñada virtualmente con el Software Avantis 3D.	Estudio experimental Polimetil -Metacrilato transparente	Realizaron una exploración en la cual se pudo observar un desgaste notorio en las superficiesocclusales de premolares, tras varias pruebas seindicó la necesidad de una férula con reposicionamiento mandibular. Se utilizó el software Avantis 3D y su adoptó un procedimiento de fresado CAD/CAM utilizando una maquina VHF S2 de 5 ejes para confeccionar la férula de PMMA transparente	Una férula oclusal, planificada digitalmente con un software de reposicionamiento mandibularvirtual basado en datos CBCT, parece ser capaz de lograr la posición establecida y adecuada delcóndilo en la cavidad glenoide.
Santander H, SantanderMC, Valenzuela S, Fresno MJ, Fuentes A, Gutiérrez MF, Miralles R	Revisión de la literatura	Informar si las férulas oclusales tienen algún efecto terapéutico,asimismo como los distintos aspectos que pueden influir en su efectividad y la variabilidad de los resultados	Estudio de revisión narrativa. Literaturasrecientes	Comienza describiendo las férulas oclusales y abordando la variedad de diseños y materiales utilizados, así como su eficacia en el tratamientode trastornos temporomandibulares (TTM) y bruxismo. Además, se mencionan los diferentes propósitos para los cuales se han desarrollado estas férulas.	Señala que el tratamiento más utilizado para corregir los TTM son las férulas oclusales pero que depende en gran medida deldiagnóstico acertado, indicación específica y control del paciente
Hidalgo Ordoñez S., Mora Rojas M., Velásquez Ron B.	Revisión de la literatura	Analizar la efectividad delas férulas oclusales en ladisfunción temporomandibular, así como las causas asociadasque desencadenan unaserie de problemas y comúnmente el dolor.	Estudio demetaanálisis	Inicia destacando la complejidad de la articulación temporomandibular (ATM) y la disfunción temporomandibular (DTM), resaltando los diversos síntomas asociados conlos trastornos temporomandibulares. Se enfatiza el impacto positivo de las férulas oclusales en pacientes con estos trastornos.	Las férulas oclusales son el primer tratamiento utilizado para la corrección de trastornostemporomandibulares, ya que, colaboran en la relajación muscular,y ayudan enormemente al posicionamiento del cóndilo en relación céntrica y a su vez mitigando el dolor

<p>Hamad A., Ibrahim A., Abdulrahman B., Nawaf A., Meteb A., Yousef K., Abdulrahman A., Mohammad A.</p>	<p>Revisión de la literatura</p>	<p>Presentar los diversos tipos de férulas oclusales que son utilizados comunmente para tratar anomalías, y la efectividad en el manejo de trastornos temporomandibulares</p>	<p>Estudio de revisión sistemática y metaanálisis. Literatura en base de datos Medline</p>	<p>Se adentra en la explicación de los beneficios derivados de su uso, así como en las situaciones donde su aplicación es frecuente. Posteriormente detalla los diferentes tipos de férulas, sus indicaciones específicas y las limitaciones asociadas a cada una de ellas. Incluyen imágenes que ilustran cómo se visualizan estas férulas en la cavidad oral.</p>	<p>Las férulas oclusales pueden tratar varios trastornos, como, el bruxismo, dolores de cabeza, desequilibrios posturales, disminución de la dimensión vertical y corrección de trastornos temporomandibulares, pero que no son superiores en relación con la fisioterapia</p>
<p>Gallardo C., Balderas M., Campillo A.</p>	<p>Artículo de revisión</p>	<p>Proporcionar información detallada sobre el tratamiento de los TTM mediante el uso de férulas oclusales elaboradas con la técnica de polimerización en microondas (GOTMI)</p>	<p>Estudio experimental y de revisión sistemática Literatura actual</p>	<p>Describe las indicaciones, contraindicaciones, ventajas y desventajas de las férulas oclusales, así como los beneficios específicos de la técnica GOTMI en comparación con otros métodos de elaboración. Además, destaca los efectos terapéuticos de las férulas oclusales, como la reducción del dolor en la ATM, la mejora de la oclusión, estética y protección de tejidos dentales y periodontales</p>	<p>Las férulas oclusales confeccionadas a partir de un acetato son completamente rígidas permitiendo un contacto uniforme y simultáneo en todos los dientes, proporcionando una desoclusión canina, para lograr disminuir signos o síntomas de los trastornos temporomandibulares.</p>
<p>Nenad L., Timo S., Mei-Yin H., Aleksandra Z., Luigi M Gallo., Vera C.</p>	<p>Caso clínico 10 pacientes evaluados como bruxistas</p>	<p>Proporcionar información sobre los efectos de dos diseños diferentes de férulas oclusales en la acción de los músculos masticadores en personas bruxistas</p>	<p>Estudio experimental Férula Michigan Dispositivo NTI-tss</p>	<p>Se realizó un ensayo clínico controlado en pacientes bruxistas, se fabricaron individualmente una férula Michigan y un dispositivo NTI-tss, cada dispositivo se designó de manera aleatoria para su utilización, se realizó una recolección de datos donde se registró la actividad electromiografía de los músculos masticatorios durante cuatro noches consecutivas, tanto con o sin férula</p>	<p>El dispositivo NTI-tss demostró ser más efectivo para reducir la actividad de los músculos masticatorios durante el sueño en comparación con la Férula Michigan, pero la férula Michigan obtuvo mayor preferencia por parte de los participantes en relación con la comodidad.</p>
<p>Jesús Gámez C., Alejandro Dib K., Irene Aurora Espinosa de S</p>	<p>Caso clínico 45 pacientes bruxistas atendidos en la BUAP</p>	<p>Proporciona evidencia sobre la efectividad del uso del arco facial en la elaboración de Férulas Oclusales tipo Michigan (FOM) para pacientes con bruxismo</p>	<p>Estudio experimental Férula tipo Michigan Arco Facial</p>	<p>Elaboración de 90 férulas oclusales tipo Michigan para 45 pacientes bruxistas, las cuales se fabricaron mediante 2 técnicas; la primera utilizando el arco facial para el articulado de modelos y la segunda sin utilizar el arco facial, posteriormente se registró el número de contactos obtenidos en dichas férulas y se realizaron las comparaciones</p>	<p>No hubo diferencias significativas o prominentes en el número de contactos, tampoco en el tiempo de ajuste, ya que su única diferencia significativa es la inclinación del plano oclusal</p>

Vojkan Lazić, Igor Djordjević, Ana Todorović	Artículo informativo	Informar una comprensión detallada de la disfunción craneomandibular, incluyendo causas, síntomas y opciones de tratamiento	Estudio descriptivo y metaanálisis. Literatura actual	Inicialmente se brinda una descripción de disfunción craneomandibular (DMC), abarcando trastornos estructurales y funcionales. Se describen dos tipos de férulas oclusales: estabilización (estabilización del cóndilo) y de relajación (provocan desoclusión para eliminar efectos negativos de la interferencia oclusal)	Las férulas ayudan a establecer relaciones anatómicas y fisiológicas concretas entre las arcadas dentales y los componentes de la ATM. Ayuda a reducir el dolor intra y extracapsular.
Subachanya Ramalingam, Saravana Priyan G L	Revisión de la literatura	Brindar información detallada sobre la disfunción de la ATM y los trastornos temporomandibulares TMD, y sobre los tratamientos disponibles.	Estudio descriptivo y de revisión narrativa. Literatura actual o reciente	Comienza describiendo la ATM y la terapia de férulas oclusales como parte del tratamiento. Se describe que los TMD pueden ser intraarticulares o extraarticulares, con una etiología multifactorial. Posteriormente nos brinda información sobre las férulas oclusales y los distintos tipos de férulas con imágenes intraorales y las funciones de estas	Se pueden administrar diferentes tipos de férulas para distintos problemas y seleccionar las férulas adecuadas mediante las indicaciones y parámetros mencionados y descritos.
Tom Wilkinson	Revisión de la literatura	Brindar una visión general sobre la utilización de dispositivos oclusales en la terapia de trastornos temporomandibulares y otros problemas relacionados con la mandíbula y la oclusión	Estudio descriptivo Literatura actual	Inicia brindándonos información general e historia de las férulas oclusales, previamente detalla aspectos clínicos y las etapas de laboratorio de preparación para este dispositivo removible y procedimientos para su ajuste y uso, también describe las indicaciones que debe tener el paciente	Se detalla que el aparato más utilizado en todo el mundo es la férula de estabilización (Michigan), ya que, es un aparato superior rígido con un plano oclusal y guía anterior, además detalla que se construye con un aumento mínimo en la dimensión vertical
Octavio Lescas M., Hernández Ma., Sosa A., Sánchez M., et al.	Artículo de revisión	Informar la complejidad de los trastornos temporomandibulares, la subclasificación de los trastornos musco-esqueléticos y la eficacia principalmente de las férulas Michigan	Estudio descriptivo Literatura reciente	Describe la constitución de la ATM y la serie de alteraciones intraarticulares, signos, síntomas y epidemiología de los TTM, además de su diagnóstico, análisis oclusal y tratamiento que puede llevarse a cabo con férulas ubicadas tanto en la parte superior como inferior que establece una posición específica de la mandíbula, resalta el uso de Férulas Michigan y su efectividad para el tratamiento de trastornos musculares	Los TTM son un grupo de anomalías que se presenta en la población, por lo cual, es esencial saber diagnosticarlo y tratarlo, las férulas Michigan son consideradas un tratamiento eficaz para la corrección de TTM y el posicionamiento de los cóndilos en su posición más anterosuperior.

Chalco Valdivia A., LopezFlores A.	Revisión Crítica	Describe la existencia de una gran variedad en el diseño de dispositivos oclusales, elaborados con diversos materiales y resistencias, adaptados para cada trastorno temporomandibular y para funciones existentes	Estudio de revisión narrativa crítica. Literatura descriptiva y analítica	Explica las férulas oclusales y sus usos clínicos, en conjunto con su efectividad terapéutica positiva sobre los TTM, de igual manera se detalla la evaluación de tipos de férulas oclusales en pacientes con TTM y bruxismo y resalta el análisis del comportamiento mecánico y terapéutico en los cuales se encuentra la disminución del dolor miofascial, estabilidad del maxilar y mandíbula de las férulas Oclusales	Señala la efectividad de la aplicación de dispositivos oclusales en el tratamiento de síntomas y signos de TTM incluyendo patologías como el bruxismo, pero resalta que el mecanismo de acción es controversial debido a que algunas de ellas colocadas en boca producen ruidos articulares.
Ferreira F., Simamoto P., Soares C., Monteiro Ramos A., Fernández A	Artículo de revista Generación de modelos de elementos finitos	Proporcionar información detallada sobre el efecto de las férulas oclusales con respecto a la posición del disco articular en la distribución de tensiones en la ATM	Estudio experimental	Inicia proporcionando información detallada anatómicamente entre el cóndilo y la fosa articular, de igual manera las funciones y limitaciones del disco articular. Además, resalta el impacto de la férula oclusal en el reflejo neuromuscular.	No se observó diferencias significativas en la intensidad y ubicación de la tensión en el disco articular, pero se observó una reducción del estrés derivado del uso de férulas oclusales
Castañeda M., Jiménez Ramón R.	Revisión bibliográfica	Ofrece una visión integral de las férulas oclusales en pacientes con TTM, exponen aspectos como características clínicas, causas, tratamiento con férulas oclusales, clasificación y ventajas	Estudio descriptivo, basado en evidencia	Establece un grupo de factores musculo-esqueléticos que afectan la ATM. Por otra parte, explica las distintas clasificaciones, ventajas, desventajas y tipos de férulas oclusales existentes. Finalmente, brinda una explicación exhaustiva sobre el proceso de confección de las férulas oclusales, que abarca pasos específicos y detalla de manera minuciosa cada etapa.	Las férulas oclusales disminuyen los síntomas en individuos con TTM al mejorar la posición de ATM mediante el aumento de la dimensión vertical, beneficiando a que las articulaciones obtengan una posición más estable

Protocolo de elaboración de férulas reposicionadoras omichigan en el laboratorio dental

Basándose en la revisión sistemática mencionada, se desarrolló el siguiente protocolo para la elaboración de una férula reposicionadora o Michigan en el laboratorio dental:

Primer paso, los modelos maestros (superior e inferior) junto con registro en relación céntrica en silicona de condensación llegan al laboratorio dental (figura 2).^(8,4)

Paralelizado de modelos

Segundo paso, se coloca el modelo superior en la base del paralelógrafo y se delimita el ecuador dentario en las piezas dentarias por vestibular para saber el límite de la férula (figura 3), ya que, en palatino se extiende hasta el paladar. Luego, se cubren los espacios retentivos que se encuentren debajo de la línea del ecuador dentario por vestibular y palatino, eliminando excedentes con la asta del paralelógrafo denominado recortador de cera (figura 4).^(8,9,10,11,12)

Duplicado de modelos

Tercer paso, se realiza un duplicado del modelo paralelizado con una cubeta estándar y alginato (figura 5). La impresión se vacía con escayola (Yeso tipo III). El yeso se mezcla utilizando un tazón para escayola o taza de goma, vertiendo primero el agua y espolvoreando después el polvo (la proporción se realiza según las recomendaciones del fabricante) (figura 6) después se bate con una espátula metálica para yeso durante 1 minuto hasta conseguir una mezcla homogénea, que puede realizarse de forma manual o mecánica (figura 7).^(12,8,13)

Cuarto paso, el vaciado se realiza con la ayuda de un vibrador vertiendo la escayola desde los extremos posteriores de la cubeta para prevenir la aparición de burbujas y poros (figura 8). Se espera el tiempo de fraguado del yeso, que varía entre 30 min - 45 min (figura 9). Una vez fraguado completamente, se utiliza un recortador de modelo (trimadora) para eliminar los excesos de yeso (figura 10).^(9,12,8)

Articulado de modelos

Quinto paso, en los modelos maestro se realizan retenciones para su posterior montaje en el articulador semiajustable (figura 11), este paso puede realizarse en la clínica o laboratorio dental.

Sexto paso, en el articulador se coloca los siguientes parámetros estándares 30° inclinación de la Guía condílea y 15° para el ángulo de Bennet (figura 12 y 13). Luego se coloca el arco facial y se ubica el modelo superior sobre la horquilla (figura 14). Se coloca el yeso tipo II (Blanco nieve) (figura 15), el cual debe resultar una mezcla cremosa y se ubica hasta cubrir completamente el espacio entre la platina y el modelo superior (figura 16). Posteriormente, se articula el modelo inferior con ayuda de los registros en silicona de condensación y el Jip de Lucia tomadas en clínica en relación céntrica, dichos registros debemos ubicar en el modelo superior y sobre ellos se ubica el modelo inferior (figura 17), para por consiguiente colocar yeso entre la platina y el modelo y esperar que el yeso fragüe (figura 18).^(8,13,10,14,15,16,17)

Séptimo paso, se ajusta la dimensión vertical (DV) a la que se va a modelar la placa, se eleva el puntero incisal del articulador hasta que entre los bordes incisales de los antagonistas en el sector anterior exista un espacio mínimo de 2,5 mm y máximo de 3 mm de espacio, que garantiza la no perforación de la férula (figura 19).^(8,14,12,16,18)

Octavo paso, delimitar el área de la cobertura de la férula (figura 20), luego se coloca un separador de cera en el modelo (figura 21), y posteriormente se coloca una plancha de cera (cera base) de 1,5 mm a 2 mm de espesor, se calienta muy bien con el mechero y se coloca sobre el modelo adaptándola a la superficie oclusal. Se recortan excesos con una hoja de bisturí y se da la forma similar a una herradura extendiéndose por el paladar aproximadamente de 0,5 mm a 10 mm (1 cm) desde la base de los dientes (figura 22).^(8,10,19,9,17)

Noveno paso, calentar otra plancha de cera y colocar sobre el modelo, llevar al articulador y cerrar para marcar las cúspides antagonistas en la superficie de la cera (figura 23). Las huellas que se marcaron en la cera se suavizan con una espátula de cera hasta que desaparecen y obtener una superficie plana sin huellas y con los puntos de contacto necesarios (figura 24). Deben contactar todas las cúspides puntiformes vestibulares de los molares y premolares, el plus de los caninos y los bordes incisales de los incisivos centrales y laterales inferiores (figura 25). Posteriormente, se debe modelar en la zona palatina anterior una repisa donde ocluyan los incisivos y caninos inferiores.

Esta repisa o tope anterior colocado tras los incisivos superiores debe prolongarse hacia palatino aproximadamente 1 mm por detrás de la zona de oclusión de los dientes anteroinferiores con una angulación de 45°, para que la mandíbula pueda desplazarse sin problema, y contener contactos donde se deben asentar los incisivos inferiores (figura 26). El espesor de esta férula es de 2,5 a 4 mm en el sector anterior, ya que, si es muy gruesa tiene la posibilidad de impedir la deglución, el sellado de labios o el habla.^(1,16,4,8,14,9,11,12,20,21)

Décimo paso, se modelan las guías caninas que sirven para guiar los movimientos extrusivos (protrusión, lateralidad izquierda y derecha) de la mandíbula, se debe marcar la trayectoria de cada movimiento para

conseguir los ángulos y las vertientes correspondientes (figura 27). Se coloca una cera más rígida donde se modela una pequeña plataforma inclinada que permita a los caninos antagonistas realicen su función en los movimientos extrusivos consiguiendo la separación del grupo posterior (figura 28, 29, 30).^(8,12)

Proceso de enmuflado

Undécimo paso, retiramos la férula del modelo articulado y lo colocamos en el modelo de trabajo, corrigiendo imperfecciones y sellamos la periferia con cera (figura 31). Duodécimo paso, se realiza el enmuflado, colocamos aislante en la mufla y contramuflamétrica, posteriormente, posicionamos el modelo con la férula modelada en cera en el centro, realizamos la mezcla de yeso tipo II y rellenamos en la mufla, retiramos excesos de yeso y alisamos la superficie (figura 32). Se deja endurecer y secar el yeso, después se coloca una capa ligera de aislante en toda la superficie del yeso para posteriormente colocar la contramufla y rellenar el espacio con la mezcla realizada de yeso tipo III, se debe colocar en el vibrador para evitar la formación de burbujas y poros (figura 33). Colocamos la tapa de la mufla, aseguramos y dejamos secar el yeso (figura 34). Colocamos a hervir agua, cuando ya se encuentre hirviendo colocamos la mufla para realizar el descenderado por 10 minutos (figura 35). Después de dicho tiempo retiramos la mufla del agua y dejamos enfriar hasta poder manipular manualmente, abrimos la mufla y realizamos un enjuague con agua jabonosa caliente para retirar todas las impurezas y restos de cera (figura 36). Se aplica el barniz separador de escayola-acrílico en toda la superficie de yeso con ayuda de un pincel tanto en la mufla como en la contramufla (figura 37). Posteriormente se realiza la mezcla de acrílico transparente termopolimerizable, se coloca vierte 10 ml de monómero y se satura con el polvo (polímero), cuando se encuentre en su fase plástica podemos manipular dicho material (figura 38), colocamos directamente en forma de herradura en la contramufla (figura 39), realizamos el prensado que nos permitirá conseguir la forma certera e inicial de la férula y dejamos reposar (figura 40).^(16,4,8,18)

Decimotercer paso, iniciamos el calentamiento gradual utilizando la técnica de cocción a una temperatura de 20° C y aumentando hasta alcanzar los 65° C durante una hora y luego otra hora a temperatura de ebullición (99° C) (figura 41). Una vez concretado el tiempo de cocción se retira del agua y se deja enfriar totalmente para poder abrir la mufla en dos. Después con un martillo de goma se realiza pequeños golpeteos en las zonas laterales de la mufla y contramufla para conseguir el levantamiento de la férula (figura 42).^(16,4,8)

Ajustes adicionales

Decimocuarto paso, se coloca la férula sobre el modelo original, se comprueba la retención de la placa y de igual manera que no esté muy ajustada la placa para que no presione demasiado en boca. Con la placa en el modelo se coloca en el articulador y con un papel articular fino de 12 µm, se comienza a realizar el tallado selectivo comprobando los primeros puntos de oclusión que van apareciendo (figura 43). Se repasan las guías caninas simulando con el articulador los movimientos de extrusión con ayuda de un papel articular interpuesto entre ambas arcadas, hasta conseguir un ángulo, en el cual, el vértice de dicho ángulo es el punto de contacto de la cúspide del canino antagonista, las vertientes posteriores corresponden a la trayectoria que sobre la guía canina realiza los movimientos de lateralidad y las vertientes anteriores del triángulo corresponden a los movimientos de protrusión (figura 44).^(4,8)

Pulido y abrillantado

Decimoquinto paso, se realiza el pulido usando fresas cónicas de tungsteno adecuadas para pulir acrílico (figura 45). Después se utiliza una fresa Punta flama de manera paralela a la placa para que el resultado sea una superficie plana sin huellas (figura 46), este proceso repite todas las veces necesarias hasta que aparezcan todos los puntos de contacto deseados. Posteriormente se realiza el pulido por el perímetro de la placa consiguiendo una superficie lisa uniforme (figura 47). Después de terminar de pulir con las fresas de tungsteno se vuelve a repasar con gomas para acrílico realizando el mismo proceso (figura 48 y 49). Para finalizar se pule la placa con piedra pómez y fieltro a mediana velocidad (figura 50 y 51). Debe conseguirse una superficie uniforme lisa para que su uso no moleste en los tejidos blandos. Al terminar este pulido se coloca nuevamente en el articulador y se comprueba si no existe un desgaste intencional (figura 52). Por último, se abrillanta con ayuda de un cepillo de lana y pasta de alto brillo para resina (figura 53), finalmente se lava con agua jabonosa para eliminar los restos de pasta de alto brillo para acrílico (figura 54).^(4,8)

DISCUSIÓN

En la presente revisión sistemática se ha planteado que la férula reposicionadora o Michigan son dispositivos removibles utilizados para el manejo de trastornos temporomandibulares (TTM), que nos brinda equilibrio neuromuscular en el sistema estomatognático a nivel de la articulación, teniendo como efectividad entre 70 % a 90 % ayudando a reducir y aliviar los síntomas y el dolor, a través del aumento de dimensión vertical y modificando la actividad EMG durante la deglución.^(22,18,23)

Cabe mencionar que, según Saavedra J et al², las férulas de reposicionamiento, estimula que la mandíbula se

posiciones más adelante en comparación a la de MI, siendo una excelente herramienta para una reprogramación muscular, disminuyendo la actividad tónica de los músculos.⁽¹⁸⁾

En referencia al protocolo, Bettina Cortés et al², menciona que la impresión debe ser tomada con alginato, donde se pueda evidenciar el arco dentario completo hasta la caradistal de la última pieza y sea precisa, además recalca que la impresión y registros de mordida solo debe realizarse en la clínica.⁽⁸⁾

Por consiguiente, Bettina Cortés et al², menciona que la placa superior se extiende por el paladar aproximadamente de 1 cm desde la base de los dientes, mientras que, Tom Wikinson, nos dice que el aparato se extiende de 5 a 10 mm hacia el paladar más allá del margen gingival palatino, por otra parte, Alonso et al² menciona que la placa debe extenderse no más de 6mm desde el borde de la encía y, por último, infiere Peter Dawson, ya que, menciona que la extensión de la base debe cubrir todo el paladar siendosimilar a una prótesis total. Pero, se pudo tomar en cuenta mediante la práctica que lo más preferente es extenderse 1 cm para poder generar retención en la férula y evitar sudesplazamiento.^(8,17,10,19)

Por consiguiente, Jeffrey Okeson, nos menciona que debe realizarse un tope anterior que se ubicara lingual a los dientes anteriores mandibulares cuando ocluya y debe ser similar a una rampa anterior, coincidente con Tom Wikinson que menciona que de igualmanera debe realizarse una rampa anterior, pero de 45° para que la mandíbula se desplace sin problema alguno para deprogramar, produciendo una pacificación neuromuscular.^(20,17,23)

Según las distintas fuentes citadas, existen variaciones en las recomendaciones sobre su grosor ideal de la placa. Bettina Cortés et al², menciona que el grosor de la placa deber ser de 2,5 a 3 mm, mientras que Enrique Gonzales et al¹, nos dice que la selección del grosor depende del primer punto de contacto encontrado en el montaje en céntrica, a partir del cual se deberá aumentar la altura de 2 y 3 mm, y finalmente, Mario Castañeda et al², menciona que el grosor de la placa es de 3 a 4 mm en el sector anterior. Aunque existe discrepancia entre varios autores, en general se sugiere un grosor de 2,5 a 4mm en el sector anterior, evitando que no sea tan gruesa para que no interfiera en funciones diarias como la fonación y deglución.^(8,4,14)

CONCLUSIONES

Este estudio establece un protocolo integral para la elaboración de férulas reposicionadoras o Michigan en el tratamiento de trastornos temporomandibulares (TTM). La sistematización de los pasos necesarios, desde la llegada de los modelos al laboratorio hasta el ajuste final en el articulador, garantiza la precisión y la utilidad del dispositivo removible, colaborando la eficacia del tratamiento.

La presente revisión bibliográfica da a conocer recomendaciones específicas, como el grosor adecuado, aspecto muy importante para la elaboración de esta férula, además, resalta la relevancia de aspectos clave en el diseño y producción de estos dispositivos removibles. En este sentido, la disputa de diferentes enfoques y opiniones en la literatura proporciona una visión amplia de las consideraciones clínicas y prácticas relevantes, permitiendo a los estudiantes de Mecánica Dental comprender mejor las opciones disponibles y seguir un protocolo claramente definido y detallado.

En última instancia, este trabajo no solo enriquece la formación académica de los estudiantes de Mecánica Dental, sino que también, contribuye a adquirir habilidades y competencias técnicas en el laboratorio dental, además, impulsa una práctica de mayor calidad al tener un protocolo actualizado y respaldado por evidencia científica para el tratamiento de TTM. Así, este protocolo sienta las bases para la formación de profesionales competentes.

En definitiva, se abre la posibilidad de llevar a cabo investigaciones adicionales que enriquezcan la formación de Mecánicos Dentales, estas investigaciones pueden ayudara incorporar datos actualizados que beneficien el proceso de formación de dichos profesionales, colaborando con el desarrollo de nuevas habilidades y conocimiento de nuevas tecnologías.

RECOMENDACIONES

Actualizar la malla curricular del programa de estudio dirigido a Mecánica Dental para implementar la elaboración de férulas reposicionadoras o Michigan. Con la intención de proporcionar conocimientos teóricos y habilidades prácticas necesarias para fabricar estos dispositivos de manera efectiva y precisa, además se podría incluir la utilización de tecnologías, garantizando que los futuros mecánicos dentales estén bien preparados para enfrentar los desafíos en su campo laboral.

La elaboración de férulas reposicionadoras o Michigan requiere atención al detalle, la precisión y la meticulosidad en cada paso del proceso, ayudando a desarrollar habilidades importantes y reducir tiempos de trabajo.

Durante la ejecución práctica de este protocolo en el laboratorio dental, se sugiere adquirir y seleccionar meticulosamente polímeros y monómeros de alta calidad, así como la optimización de los parámetros de cocción, con el fin de obtener férulas que sean efectivas y duraderas para el paciente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. S Hidalgo Ordoñez MMRBVR. Efecto de las férulas oclusales en la disfunción temporomandibular: revisión sistemática. *Avances en Odontoestomatología*. 2022 Jun; 37(2).
2. Octavio Lescas Méndez MEHASMSCUILURARyMÁ. Trastornos temporomandibulares. Complejo clínico que el médico general debe conocer y saber manejar. Cátedra especial “Dr. Ignacio Chávez”. *Revista de la Facultad de Medicina de la UNAM*. 2012 Enero-Febrero; Vol.55(Núm, 1).
3. Abad-Sánchez. Daniel Vázquez REGEC. Tratamiento conservador de los trastornos de la articulación temporomandibular: las férulas oclusales. *RCOE- Bibliid*. 2015; Vol.3(Núm.8).
4. Jiménez DMCDyDRR. Uso de férulas oclusales en pacientes con trastornos temporomandibulares. *MEDISAN*. 2016 Abril; vol.20 Santiago de Cuba(no. 4).
5. Tomislav Badel DZVBKMSSKL. Orofacial pain - diagnostic and therapeutic challenges. *Acta clinica Croatica*. 2019; 58(1).
6. Andrea Deregibus 1MFMGPMCDAdSaaTC. Are occlusal splints effective in reducing myofascial pain in patients with muscle-related temporomandibular disorders? A randomized-controlled trial. *National Library of Medicine-Pubmed Central*. 2021 Mar 4 ; 10.5606/tftrd.2021.6615.
7. Nenad Lukic 1 TSMYHAZWLMGVC. Short-term effects of NTI-tss and Michigan splint on nocturnal jaw muscle activity: A pilot study. *Clin Exp Dent Res*. 2021 Jun; 7(323-330).
8. Bettina Cortés LFyCP. Aparatos de ortodoncia y férulas oclusales. Primera ed. Sanchez BC, editor. España: ARÁN Ediciones, S.L. ; 2013.
9. Giménez FS. Manual básico del tratamiento protésico para odontólogos. Primera ed. Alzamora E, editor. Alicante : Area de innovación y desarrollo, S.L. ; 2016.
10. Dawson PE. Oclusión funcional: diseño de la sonrisa a partir de la ATM. Primera ed. Cruz GS, editor. EUA : Mosby. inc. an affiliate of Elsevier Inc ; 2020.
11. Bhargava D. Temporomandibular Joint Disorders: Principles and Current Practice. Primera ed. Bhargava D, editor. India : Springer Nature Singapore Pte Ltd.; 2021.
12. Carreño MR. Tratamiento con Placas y Corrección Oclusal por Tallado Selectivo. Primera ed. Rafael AJ, editor. Colombia : Actualidades Médico Odontológicas Latinoamérica, C.A.; 2005.
13. Arturo E. Manns Freese JLBP. Manual Práctico de Oclusión Dentaria. Tercera ed. Rafael AJ, editor. Venezuela : Amolca - Actualidades Médico Odontológicas Latinoamérica, C.A.; 2008.
14. García EG. Oclusión Práctica - conceptos actuales. Segunda ed. Cruz GS, editor. Venezuela : Amolca, Actualidades Médicas, C.A.; 2017.
15. S JGCADKIAEd. EL ARCO FACIAL EN LA ELABORACIÓN DE LAS FÉRULAS OCLUSALES TIPO MICHIGAN. *Revista Facultad de Odontología Universidad de Antioquia*. 2013 July; 25(1).
16. Carlos Andres Gallardo Leyva MABAAC. Guarda oclusal gnatólogica: técnica de elaboración, procesado y polimerizado por microondas. *Revista ADM*. 2018 Julio;75(4).
17. Wilkinson T. Chapter 20 - Occlusal Splints and Management of the Occlusion. *Functional Occlusion in Restorative Dentistry and Prosthodontics*. 2016;(245 - 252). J1 S. Férulas oclusales. *Rev Estomatol Herediana*. 2012 Oct; 22(4).
18. Alonso AyB. Oclusión y Diagnóstico en Rehabilitación Oral. Tercera ed. Alvear MTd, editor. Argentina : Editorial Médica Panamerica S.A.; 2004.
19. Okeson JP. Tratamiento de Oclusión y Afecciones Temporomandibulares. Octava ed. Unni D, editor. China: Elsevier ; 2013.

20. Hamad Albagieh IAABNAMAYKAAMA. Occlusal splints-types and effectiveness in temporomandibular disorder management. The Saudi Dental Journal. 2023 January; 35(1).
21. Chalco Valdivia AV LFA. Consideraciones actuales sobre el uso de férulas oclusales en rehabilitación oral. Rev Cient Odontol. 2019; 7(1).
22. H. Santander MCSSVMJFAMFGRM. Después de cien años de uso: ¿las férulas oclusales tienen algún efecto terapéutico? After a century of use: do the occlusal appliances have any therapeutic effects? Revista Clínica de Periodoncia, Implantología y Rehabilitación Oral. 2011 April; 4(1).
23. Aparicio MCR. Disfunción temporomandibular: causas y tratamientos. Revista del Nacional (Itauguá). 2018 June; Vol.10(No.1)
24. Robert S. Hardy SJB. The efficacy of occlusal splints in the treatment of bruxism: A systematic review. Journal of Dentistry. 2021 May; 108.
25. Alessandro Nota ANRBaST. A Full Digital Workflow to Design and Mill a Splint for a Patient with Temporomandibular Joint Disorder. Appl. Sci. 2021 January; 11(1).
26. Todorovic VL DAT. Occlusal Splints in Reversible Occlusal Therapy of Craniomandibular Dysfunction. Serbian Dental Journal. 2011; 58(3).
27. Subachanya Ramalingam GLSP. Occlusal splint therapy in TMD pain management: A review. J Global Oral Health. 2022; 5(2).
28. Ferreira F SPSCMR. Effect of Occlusal Splints on the Stress Distribution on the Temporomandibular Joint Disc. Braz. Dent. J. 2017 May - Jun; 28(3).
29. Jiménez DMCDyDRR. Uso de férulas oclusales en pacientes con trastornos temporomandibulares. MEDISAN. 2016 Abril; 20(4).

FINANCIACIÓN

Ninguna.

CONFLICTO DE INTERÉS

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA

Conceptualización: Diego Mauricio Laverde Albarracín, Melani Nicole Chasiluisa Hurtado, Miguel Enrique Aroca Rea.

Curación de datos: Diego Mauricio Laverde Albarracín, Melani Nicole Chasiluisa Hurtado, Miguel Enrique Aroca Rea.

Análisis formal: Diego Mauricio Laverde Albarracín, Melani Nicole Chasiluisa Hurtado, Miguel Enrique Aroca Rea.

Investigación: Diego Mauricio Laverde Albarracín, Melani Nicole Chasiluisa Hurtado, Miguel Enrique Aroca Rea.

Metodología: Diego Mauricio Laverde Albarracín, Melani Nicole Chasiluisa Hurtado, Miguel Enrique Aroca Rea.

Administración del proyecto: Diego Mauricio Laverde Albarracín, Melani Nicole Chasiluisa Hurtado, Miguel Enrique Aroca Rea.

Software: Diego Mauricio Laverde Albarracín, Melani Nicole Chasiluisa Hurtado, Miguel Enrique Aroca Rea.

Supervisión: Diego Mauricio Laverde Albarracín, Melani Nicole Chasiluisa Hurtado, Miguel Enrique Aroca Rea.

Validación: Diego Mauricio Laverde Albarracín, Melani Nicole Chasiluisa Hurtado, Miguel Enrique Aroca Rea.

Visualización: Diego Mauricio Laverde Albarracín, Melani Nicole Chasiluisa Hurtado, Miguel Enrique Aroca Rea.

Redacción - borrador original: Diego Mauricio Laverde Albarracín, Melani Nicole Chasiluisa Hurtado, Miguel Enrique Aroca Rea.

Redacción - revisión y edición: Diego Mauricio Laverde Albarracín, Melani Nicole Chasiluisa Hurtado, Miguel Enrique Aroca Rea.

ANEXOS



Figura 2. Modelos enviados por clínica



Figura 3. Paralelizado de modelosuperior



Figura 4. Aliviado de modelo



Figura 5. Duplicado de modelo



Figura 6. Proporción Yeso Tipo III



Figura 7. Mezcla de Yeso tipo III



Figura 8. Vaciado de Impresión



Figura 9. Fraguado



Figura 10. Trimado de Modelo



Figura 11. Retenciones



Figura 12. Inclinación de Guía Condílea



Figura 13. Ángulo de Bennet



Figura 14. Arco Facial con modelosuperior



Figura 15. Colocación de Yeso Tipo II



Figura 16. Colocación de Yeso Tipo II



Figura 17. Colocación de Modelo Inf



Figura 18. Articulado de Modelo Inf



Figura 19. Aumento de DV



Figura 20. Delimitación de Férula



Figura 21. Colocación de separador decera



Figura 22. Primera plancha de cera



Figura 23. Marcas de cúspides antagonistas



Figura 24. Suavizar las huellas



Figura 25. Contactos necesarios



Figura 26. Repisa anterior



Figura 27. Guías Caninas



Figura 28. Guías caninas en cera



Figura 29. Desoclusión canina en acción



Figura 30. Separación del grupoposterior



Figura 31. Transición de la férula al modelo duplicado



Figura 32. Enmuflado

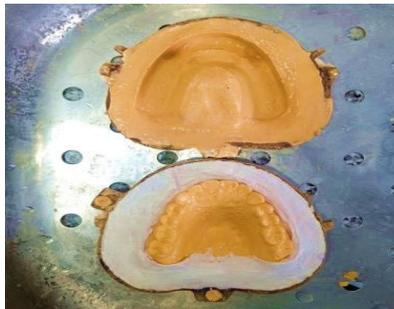


Figura 33. Vaciado de yeso Tipo III(enmuflado)



Figura 34. Tiempo de fraguado(enmuflado)



Figura 35. Descencerado



Figura 36. Enjuague con agua jabonosa caliente



Figura 37. Separador de escayola-acrílico



Figura 38. Acrílico transparente termopolimerizable



Figura 39. Colocación de acrílico en la contramufa



Figura 40. Prensado



Figura 41. Cocción de férula



Figura 42. desenmuflado



Figura 43. Tallado selectivo

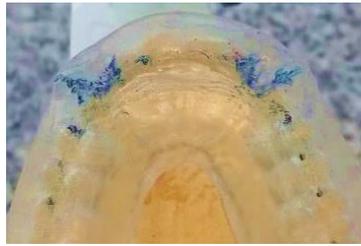


Figura 44. Guías caninas



Figura 45. Fresas cónicas de tungsteno



Figura 46. Superficie plana sin huellas



Figura 47. Pulido del perímetro de la férula



Figura 48. Gomas para acrílico



Figura 49. Pulido con gomas paraacrílico



Figura 50. Pulido con piedra pómez



Figura 51. Resultado del pulido con piedra pómez



Figura 52. Colocación en articulador

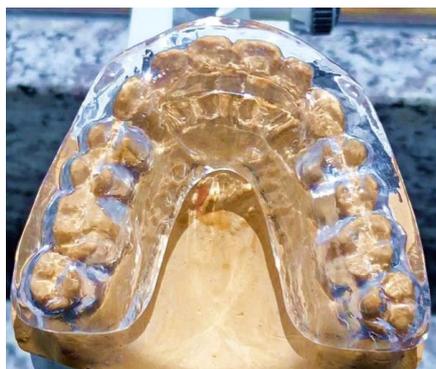


Figura 53. Abrillantado de férula



Figura 54. Enguaje de férula

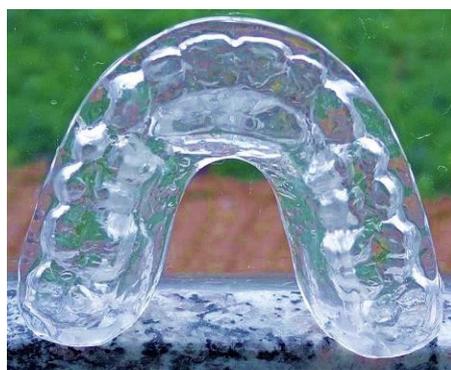


Figura 55. Resultado final