



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN
ESPECIALIDAD EN ORTODONCIA
TESIS
MEDICIÓN DE FUERZAS OCLUSALES Y UBICACIÓN DE PUNTOS DE CONTACTO
MEDIANTE SENSOR DE FUERZA FSR402-6 DURANTE EL ESCANEO
DIAGNOSTICO EN PACIENTES DE ORTODONCIA

PRESENTA:

C.D. ZAYRA MIRIAM ABOYTES SAMANO

PARA OBTENER EL GRADO DE ESPECIALISTA EN ORTODONCIA

ASESOR:

VIDAL ALMANZA AVILA

COASESORES

ARACELI FRANCO SOTO

HÉCTOR ADRIAN SALDAÑA MARTÍNEZ

MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

AGOSTO 2024

AGRADECIMIENTOS

Dedico esta tesis a mis padres, Ma. Consuelo Sámano Guzmán y Jose Luis Aboytes López , por su amor incondicional, apoyo constante y sacrificios inquebrantables. A mis hermanos, quienes me han inspirado con su ejemplo y paciencia. A mi esposo por siempre tener las palabras adecuadas para darme el aliento necesario para continuar. A mis amigos y compañeros de estudio, por compartir risas y desafíos a lo largo de este camino. A mis asesores y profesores por su orientación y sabiduría que han sido fundamentales en mi crecimiento académico. Y a todos aquellos que de una forma u otra, han sido parte de este logro, ¡gracias!.

ÍNDICE

Resumen.....	4.
Abstrac.....	5.
Introducción.....	6.
Antecedentes generales.....	7.
Antecedentes específicos.....	31.
Objetivos.....	34.
Justificación.....	35.
Hipótesis.....	36.
Materiales y métodos.....	40.
Resultados.....	54.
Discusión.....	57.
Conclusiones.....	58.
Recomendaciones.....	60.
Sugerencias para trabajos futuros.....	62.
Referencias bibliográficas.....	63.

RESUMEN

Introducción: Existen diversos artículos para analizar y medir cambios oclusales durante el uso de planos desprogramadores, prótesis e implantes; sin embargo, la investigación es pobre al momento de demostrar los cambios oclusales durante un tratamiento ortodóncico. Las medidas oclusales cualitativas son comúnmente utilizadas debido a su bajo costo y facilidad de manejo. Las principales limitaciones de tales métodos son la evaluación subjetiva, la imposibilidad de identificar la secuencia y la carga aplicada de los contactos, la presencia de saliva y el espesor de la película.

Objetivo: Analizar y comparar los puntos de contacto prematuros encontrados en oclusión habitual por medio sensores de fuerza y modelos digitales en escaneo intraoral.

Materiales y métodos: Sensor de fuerza circular FSR402-6, microcontrolador, resistencia de carbón de 1 watt al 5% de tolerancia de 330 OHMS, entorno de desarrollo integrado y escáner intraoral.

Resultados: Se observó una distribución uniforme de la fuerza aplicada en anterior en la tentativa de céntrica, a fuerza máxima registrada durante la tentativa de céntrica fue de 39.2 Newtons, la duración promedio de la fuerza aplicada fue de 7 segundos.

Conclusiones: La incorporación de tecnologías innovadoras, como el sensor de fuerza FSR402-6, marca un avance significativo en la evaluación de la oclusión y la planificación del tratamiento ortodóncico, mejora la precisión diagnóstica, optimización del tratamiento ortodóncico y previene complicaciones.

Palabras clave: sensor de fuerza, oclusión, escaneo intraoral, puntos de contacto, ortodoncia.

ABSTRACT

Introduction: There are several articles to analyze and measure occlusal changes during the use of deprogramming planes, prostheses and implants; however, research is poor when it comes to demonstrating occlusal changes during orthodontic treatment. Qualitative occlusal measurements are commonly used due to their low cost and ease of use. The main limitations of such methods are subjective evaluation, the impossibility of identifying the sequence and applied load of contacts, the presence of saliva and the thickness of the film.

Objective: To analyze and compare the premature contact points found in habitual occlusion by means of force sensors and digital models in intraoral scanning.

Materials and methods: FSR402-6 circular force sensor, microcontroller, 1 watt carbon resistor at 5% tolerance of 330 OHMS, integrated development environment and intraoral scanner.

Results: An even distribution of the applied force was observed anteriorly in the centric attempt, the maximum force recorded during the centric attempt was 39.2 Newtons, the average duration of the applied force was 7 seconds.

Conclusions: The incorporation of innovative technologies, such as the FSR402-6 force sensor, marks a significant advance in the evaluation of occlusion and orthodontic treatment planning, improves diagnostic accuracy, optimization of orthodontic treatment and prevents complications.

Keywords: force sensor, occlusion, intraoral scanning, contact points, orthodontics.

INTRODUCCIÓN

La práctica contemporánea de la ortodoncia se caracteriza por un renovado interés por la oclusión, y no solo el objetivo primitivo estético, que une el terreno común de la prótesis, la periodoncia y la odontología conservadora.

Las decisiones clínicas que se deben tomar, continuamente se basan en conocimientos, muchos de ellos obtenidos a lo largo de nuestra formación académica que, como indican Pareja y Cuenca solo están validados por la experiencia, éxito o fracaso individual.

Al realizar un diagnóstico ortodóncico, se han observado cambios importantes en la oclusión y puntos de contactos prematuros, que durante la evolución del tratamiento van cambiando hasta lograr en la mayoría de los casos una oclusión mutuamente protegida.

Existen diversos artículos para analizar y medir cambios oclusales durante el uso de planos desprogramadores, prótesis e implantes; sin embargo, la investigación es pobre al momento de demostrar los cambios oclusales durante un tratamiento ortodóncico.

La falta de referencias en cuanto al tema del cambio de los puntos oclusales se debe también a que la mayoría de los protocolos de tratamiento sólo contempla tres re-valoraciones que incluyen radiografías y montajes, limitando la información a solo tres fases durante el tratamiento; dejando de lado los ajustes oclusales necesarios que podrían facilitar o dificultar el tratamiento dependiendo de las decisiones clínicas tomadas en el momento.

Las medidas oclusales cualitativas son comúnmente utilizadas debido a su bajo costo y facilidad de manejo. Incluyen papel articulado, seda articulada, película articulada, película Shimstock metálica e indicadores de punto alto. Las principales limitaciones de tales métodos son la evaluación subjetiva, la imposibilidad de identificar la secuencia y la carga aplicada de los contactos, la presencia de saliva y el espesor de la película.

ANTECEDENTES GENERALES

1. ANTECEDENTES
2. OCLUSIÓN
 - 2.1 OCLUSIÓN MUTUAMENTE PROTEGIDA
 - 2.2 RC
 - 2.3 MIC
 - 2.4 ATM
3. INDICADORES OCLUSALES
 - 3.1 INDICADORES OCLUSALES ESTÁTICOS
 - 3.2 PAPEL DE ARTICULAR
 - 3.3 LÁMINAS DE SHIM-STOCK
 - 3.4 MATERIALES DE IMPRESIÓN ELASTÓMEROS
 - 3.5 LÁMINAS DE CERA
 - 3.6 INDICADORES OCLUSALES ANATÓMICOS
 - 3.7 SISTEMA DE ANÁLISIS OCLUSAL COMPUTARIZADO T- SKAN III
 - 3.8 SISTEMA BAUSCH OCCLUSSENSE
4. ARTICULADOR
 - 4.1 REGISTRO Y POSICIÓN CONDILAR
 - 4.2 TOMOGRAFÍA

-
5. IMPORTANCIA DE LA OCLUSIÓN FUNCIONAL EN ORTODONCIA
 6. DIAGNÓSTICO EN ORTODONCIA
 7. SALUD ARTICULAR
 8. MATERIALES Y MÉTODOS
 9. PRUEBA PILOTO

La transición de la odontología convencional desde el uso del papel de articular para determinar la oclusión ha sido una herramienta estándar en procedimientos odontológicos convencionales, hasta llegar a la era digital, destacando hitos clave como introducción de escáneres intraorales y la digitalización de los procesos clínicos. en la adopción de tecnologías digitales en la práctica odontológica.

OCLUSIÓN

” El concepto de oclusión, posición condilar y su relación con la ortodoncia ha sido controversial a través de los años. Pese a que los objetivos del tratamiento ortodóncico incluyen la alineación y estabilidad de los dientes, salud periodontal, estética facial y dental, así como una oclusión funcional, la interrelación de estos factores y la posición condilar no ha sido del todo entendida”. (Kaczynski R. 2003).

Las interacciones morfológicas y funcionales dinámicas incluyen todo el sistema masticatorio, es decir, los dientes, los tejidos periodontales, el sistema neuromuscular, ATM y los huesos craneofaciales.

Con respecto a cualquier procedimiento dental, la mandíbula puede asumir dos posiciones como referencia para la ejecución de un plan de tratamiento: relación céntrica (RC) y máxima intercuspidadación (MI).(Klar NA,. 2003).

OCLUSIÓN MUTUAMENTE PROTEGIDA

También conocida como oclusión protegida canina u oclusión orgánica, tiene su origen en el trabajo de D'Amico, Stuart, Stallard y Lucia y los miembros de la sociedad Gnathologica. Según D'Amico, los caninos superiores, cuando están en contacto funcional con los caninos inferiores, determinan los movimientos laterales y protrusivos de la mandíbula. Así, los caninos impiden que las fuerzas masticatorias sean aplicadas a los dientes restantes durante los movimientos funcionales de la mandíbula. Además, los propioceptores del ligamento periodontal de los caninos son mucho más sensibles que los de cualquier otro diente. En consecuencia, los propioceptores de los caninos transmiten impulsos deseables a los músculos de la masticación y el trauma oclusal se previene así por la tensión muscular reducida y la magnitud de la fuerza aplicada (Alexander 1967). Una articulación canina protegida se define como "una forma de articulación mutuamente protegida en la que la superposición vertical y horizontal de los dientes caninos desengranan los dientes posteriores en los movimientos excursivos de la mandíbula", mientras que la función de grupo se caracteriza por múltiples relaciones de contacto entre los dientes maxilares y mandibulares en movimientos laterales en el lado de trabajo por lo que el contacto simultáneo de varios dientes actúa como un grupo para distribuir las fuerzas oclusales (136 Academy of Prosthodontics 2005)

RELACIÓN CÉNTRICA

La RC es considerada el punto de referencia más confiable y reproducible para registrar la relación precisa de la mandíbula con el maxilar donde las articulaciones pueden soportar cargas sin provocar incomodidad o malestar. Por otro lado, la MI se define como la relación oclusal en la que los dientes de ambas arcadas se interponen

De acuerdo con el glosario de términos prostodóncicos del 2005, relación céntrica (RC) se define como «la relación maxilomandibular en la cual los cóndilos se articulan con la porción más delgada y avascular de sus respectivos discos articulares con el complejo en la posición más anterior y superior contra las paredes de la eminencia articular. (Academy of Prosthodontics, 2005).

MÁXIMA INTERCUSPIDACIÓN

Máxima intercuspidadación (MIC) se define como la completa intercuspidadación de los dientes independiente de la posición condilar, lo cual puede o no coincidir con la máxima intercuspidadación. (The glossary of prosthodontic, 2005).

Una posición mandibular estable y repetible que se utilice como referencia es la base desde la cual se puede realizar un acertado diagnóstico ortodóncico. Esta posición es conocida como relación céntrica (RC), la cual ha ganado la aceptación como una posición referencial debido a que es la única relación maxilomandibular reproducible. Schmitt, Freeland T,2003).

ARTICULACIÓN TEMPOROMANDIBULAR

Es una de las más complejas del organismo, clasificada como gínglimoartroidal o diartrosis bicondílea, que, a pesar de estar formada por 2 huesos, es considerada como compuesta, y funcionalmente es la única articulación bilateral.

Es la única articulación del cuerpo humano que se caracteriza por trabajar conjuntamente con el lado opuesto de forma sincrónica, y a la vez puede hacerlo de forma independiente. La ATM está íntimamente relacionada con la oclusión dentaria y con el sistema neuromuscular. Esta articulación es una articulación sinovial con características especiales que le permiten realizar los complejos movimientos asociados con la masticación. Su especialización está reflejada en sus características anatómicas e histológicas. Está constituida por los siguientes elementos anatómicos:

- Córdilo mandibular, articula bilateralmente con la base del cráneo. Tiene forma convexa y posee la superficie articular de la mandíbula.
- Eminencia articular y fosa articular (cavidad glenoidea) del temporal, forman la parte craneana de la articulación temporomandibular. Constituyen las superficies articulares del hueso temporal.

- Disco articular, es un disco movable especializado que se relaciona y amortigua el trabajo de las piezas articulares. Separa la cavidad articular en 2 compartimientos: supradiscal e infradiscal.

- Membrana sinovial, cubierta interna articular que regula la producción y composición del líquido sinovial. Mediante este mecanismo mantiene la vitalidad de los tejidos articulares. El líquido sinovial es un fluido de matriz extracelular amorfa que participa en la nutrición y defensa de los tejidos articulares.

- Cápsula articular que envuelve y protege a la articulación.

Su interacción con la oclusión dentaria hace posible las funciones de masticación, deglución y fonación. Las superficies óseas articulares están recubiertas por un fibrocartílago con un menisco articular interpuesto que las hace compatibles, lo cual facilita los movimientos básicos de la mandíbula (apertura y cierre, lateralidades derechas e izquierda, protrusión y retrusión) Gay E, Vázquez R. 2004)

Las alteraciones patológicas de la ATM adquirieron importancia a principios de 1930, cuando Good Friend publica su trabajo original en 1933 (Kruger, 1986).

Los trastornos de articulación temporomandibular son de origen multifactorial, donde aparecen como las principales causas las interferencias o desarreglos oclusales, parafunciones e incompatibilidades estructurales de la articulación y aunado a todo esto, un factor psicológico-social desencadenante cada vez más frecuente, el estrés.

Uno de los mecanismos para el desencadenamiento de los trastornos temporomandibulares lo presentan las interferencias oclusales, que muy frecuentemente se acompañan de parafunciones del sistema estomatognático con el componente del estrés, y estas a su vez, ocasionan una actividad muscular exagerada y asincrónica, que se traduce en alteraciones importantes del complejo cóndilo-disco interarticular-eminencia articular, que se manifiesta como un desplazamiento antero medial del disco y alteraciones mesiales y distales de la posición mandibular, que van acompañadas de una sintomatología muy compleja y variada.

Desde el punto de vista de la ortopedia maxilofacial, el desequilibrio de la ATM causado por unos músculos extenuados o que trabajan de una forma no coordinada e ineficaz, y para lo que no fueron diseñados, pueden causar un atrapamiento neural, distalización del cóndilo mandibular con compresión de la zona bilaminar con interrupción o interferencia vascular y un traumatismo funcional excesivo de los músculos y estructuras articulares motivan la sintomatología del TTM, teniendo como agente etiológico principal el desplazamiento neuromuscular reflejo de la mandíbula que causa un desplazamiento posterosuperior del cóndilo. (Martínez 2001)

Dentro de las causas odontológicas, muchos investigadores han reportado que los factores que ocasionan los trastornos de la ATM (Rugh J, David S,1992) son:

1. La hiperactividad muscular o bruxismo.
2. La pérdida de dientes y las migraciones dentarias que sobrepasan la capacidad de adaptación del individuo.
3. Trauma mandibular.
4. Restauraciones dentarias no funcionales por exceso y defecto.
5. Traumatismos por maniobras quirúrgicas prolongadas en tratamientos estomatológicos.
6. Tratamiento de ortodoncia incompleto.
7. Rehabilitación protésica no funcional.
8. Trastornos del crecimiento y desarrollo craneomandibular que provoca maloclusiones que sobrepasan la capacidad adaptativa del individuo.
9. Pericoronaritis de los terceros molares inferiores, no tratados, que modifican el patrón habitual de masticación.
10. Procederes y tiempo prolongado de anestesia endotraqueal.

Estudios realizados por Grau, Otaño y Rigoldi a pacientes con trastornos temporomandibulares revelan la presencia de una alta frecuencia de interferencias oclusales, considerándose como la primera causa de esta enfermedad; coincidiendo

todos en que el síntoma de trastorno temporomandibular más frecuente asociado a las interferencias oclusales fue el dolor muscular y articular.

Los estudios expresan que el mayor número de interferencias se presenta a los movimientos de protrusión y de lateralidad en el lado de no trabajo. Las interferencias en el lado de no trabajo son consideradas importantes, alegando que pueden traer grandes dificultades para el sistema masticatorio, ya que destruyen la armonía al movimiento de lateralidad, pudiendo causar disfunción temporomandibular y perturbación de los músculos con dolor. Grau IL, Cabo RG. Evaluación de la oclusión en pacientes con trastornos temporomandibulares y desarmonías oclusales en el año 2010.

Otaño en 2005, señala a la RC como una posición mandibular importante, a partir de la cual se pueden realizar todos los movimientos mandibulares, que sirve como punto de partida para determinar los patrones oclusales adecuados sin producir alteraciones articulares o musculares.

En la actualidad, el número de pacientes con trastornos de la articulación temporomandibular ha aumentado. Más de 25 millones de personas experimentan algún síntoma de disfunción temporomandibular. (Manusov J,1992)

La posición de los cóndilos en la cavidad glenoidea es también dependiente de la intercuspidad, que, si es defectuosa, puede ocasionar desarmonías musculares y articulares. (Kirves KP. 1999)). Ekberg refiere la importancia de la estabilización de la oclusión para evitar disfunciones temporomandibulares.

Los tratamientos con ajustes oclusales por medio de desgaste dental, son procedimientos, que por exitosos que sean, si no cumplen con los objetivos de obtener una oclusión mutuamente protegida, con desoclusión y sin interferencias ni contactos prematuros, terminan con problemas de desgaste oclusal anormal, de reabsorción radicular o pérdida ósea, con problemas neuromusculares y temporomandibulares, o una combinación de todo lo mencionado, además de contribuir a la recidiva del tratamiento ortodóncico. Flores M. Conceptos de oclusión para prótesis retenidas por implantes. (Cult, 2002)

INDICADORES OCLUSALES

Un contacto oclusal puede definirse por su forma, tamaño y posición independientemente de si realmente hace contacto oclusal o casi oclusal con los dientes opuestos.

La evaluación de las fuerzas oclusales dentales no digitales requiere una interpretación subjetiva y compleja basada en el indicador oclusal utilizado, Interpretación subjetiva del clínico, del indicador de marcador utilizado, que se combina con la "sensación" verbal del paciente (Afrashtehfar 2016).

Qadeer en 2015 menciona algunos de los indicadores oclusales de uso común como son el papel de articular, las láminas Shimstock, las ceras de impresión y las impresiones de silicona; Pero ninguno de estos indicadores oclusales estáticos puede medir de forma objetiva y precisa la cantidad de fuerza oclusal o la secuencia de contactos que se produce durante el cierre o en las excursiones mandibulares cuando los pacientes ocluyen en los diferentes indicadores. Además, la sensibilidad y fiabilidad de estas técnicas es altamente susceptible a la inexactitud debido al espesor, la resistencia, las propiedades físicas y la elasticidad de los materiales cuando se utilizan en el medio oral, lo que puede provocar distorsión y falsas marcas positivas.

Requisitos generales del material de registro interoclusal "ideal" (Malone y Koth, 1989):

- Resistencia inicial limitada durante el cierre, para evitar el desplazamiento entre dientes y mandíbula.
- Excelente estabilidad dimensional.
- Alta resistencia a la compresión después de la polimerización.

-
- Facilidad de manipulación.
 - Ausencia de efectos adversos en los tejidos involucrados en los procedimientos de registro.
 - Registro con precisión las superficies incisales y oclusales de los dientes.
 - Facilidad de verificar los registros.

Los materiales estáticos que figuran demuestran diversos grados de limitación. No existe el material de registro oclusal ideal que esté disponible para los odontólogos en el mercado y que posea todas estas propiedades (Malone y Koth, 1989).

INDICADORES OCLUSALES ESTÁTICOS

Se denomina así a aquellos materiales dentales no digitales que registran las relaciones de contacto oclusal estático, basadas en las características físicas del material y la interpretación subjetiva del clínico. Estos materiales no son capaces de cuantificar el contacto oclusal funcional, la fuerza relativa, o los contactos oclusales durante la secuencia de tiempo.

Aunque los indicadores de este tipo revelan la ubicación de los contactos, no proporcionan información sobre las fuerzas oclusales relativas, ni el momento de las secuencias de contacto. Se ha observado que tan solo tienen un 21% de confiabilidad de la asociación entre las marcas oclusales y los niveles de fuerza, cualquier conclusión tomada sobre esta base ha sido descrita por Kerstein como "equivalente a la adivinación clínica".

Debido a la representación inadecuada de los vectores de fuerza presentes en los puntos de contacto con respecto a las marcas en las superficies de los dientes, la utilidad de estos indicadores debe limitarse únicamente a su función como localizadores de contacto

PAPEL DE ARTICULAR

El uso del papel de articular para marcar los contactos de los dientes es el método más ampliamente aceptado que se utiliza para intentar determinar la fuerza excesiva presente en diferentes contactos oclusales. Los pacientes ocluyen sobre las tiras de papel de articular que dejan varias marcas de tinta de tamaño y forma en las superficies oclusales o incisales de los dientes, que un clínico interpreta subjetivamente. Las marcas grandes y oscuras son indicativas de contactos pesados y fuertes, mientras que las marcas más pequeñas y más ligeras son indicativas de contactos de menor fuerza.

Limitaciones del papel de articular

Cuando el papel de articular es utilizado, está sujeto a fragmentación y perforación durante la intercuspidadación del paciente. También va perdiendo tinta cuando el paciente muerde repetidamente a través de la misma tira de papel varias veces, como consecuencia algunos dientes no reciben la marca de la tinta debido a que hay una cantidad de tinta ausente de las áreas de la tira donde se realizaron registros previos de interoclusión. La marca residual de papel que deja en los dientes resultante del efecto de morder sobre las tiras de papel, es entonces "subjetivamente interpretada" por el clínico, para evaluar las diferentes fuerzas oclusales que están presentes donde las marcas se asientan en los dientes. Los estudios muestran que estas marcas no cuantifican las fuerzas oclusales, ni la secuencia temporal del orden de los contactos oclusales, y que el sustrato de tinta que queda en los dientes no es un indicador preciso para juzgar los niveles de fuerza oclusal relativa de un contacto dental (Qadeer et al. Carey et al., 2007, Saad et al, 2008, Millstein y Maya, 1975).

Hasta la fecha, no hay evidencia publicada a largo plazo que respalde y defiendan de que el tamaño de la marca de papel es un indicador confiable para que los clínicos lo utilicen para determinar las diferencias en la carga oclusal aplicada.

LÁMINAS DE SHIM-STOCK

Son tiras muy delgadas de material que se puede utilizar para comprobar el contacto entre superficies. Por lo general, hecha de hojas de metal, puede estar recubierto en un lado con una sustancia de marcado.

MATERIALES DE IMPRESIÓN ELASTÓMEROS

Estos materiales, cuando son inyectados entre dientes opuestos para localizar contactos oclusales, se acumulan completamente donde hay contacto dental.

LÁMINAS DE CERA

Las ceras termoplásticas son usadas con frecuencia para la toma de registros interoclusales o como portadores de registro. La cera es ampliamente aceptada como material de registro interoclusal debido a su facilidad de manipulación. Estas son suavizadas y luego impresas por los dientes opuestos. Las perforaciones de cera o la delgadez aparente de la cera indican contacto oclusal, o cerca del contacto. El método de seleccionar los contactos oclusales para el tratamiento de acuerdo a las características, la apariencia, la profundidad del color de una marca de papel o el tamaño o la cantidad de la marca no miden la fuerza oclusal aplicada. Estos materiales dentales estáticos son indicadores de un único lugar de contacto y son incapaces de cuantificar fuerza oclusal funcional ni cuantifican el tiempo en el que ocurre la oclusión. Los estudios indican que ningún material dental estático ha demostrado la capacidad de cuantificar las fuerzas oclusales, para detectar el contacto oclusal tiempo simultaneidad, o determinar la secuencia de los contactos de los dientes que se producen durante un cierre mandibular en máxima intercuspidadación.

INDICADORES OCLUSALES ANATÓMICOS

Las fuerzas oclusales dentro de una oclusión fisiológica deberán reunir las siguientes características:

- i. El equilibrio de fuerzas oclusales debe ser iguales y que se compartan de forma bilateral entre ambas arcadas.
- ii. El equilibrio de fuerzas oclusales debe ser compartidos uniformemente entre los contactos de los dientes
- iii. Las fuerzas oclusales deben estar alineadas verticalmente a lo largo de los ejes longitudinales de los dientes en contacto opuestos.

Existen en el mercado tres indicadores oclusales dinámicos:

1. Fuji FilmCo. Tokio, Japón
2. Cumdente, Tübingen, Alemania.
3. T Scan III Tekscan INC. Boston, EE. UU

Estos tres sistemas de medición de presión trabajan con sistemas de pre-escala dental en dos pasos para medir las fuerzas.

SISTEMA DE ANÁLISIS OCLUSAL COMPUTARIZADO T- SKAN III

HISTORIA

Maness desarrolló en 1987 el sistema T-SCAN para el análisis oclusal por ordenador, ya que produce mediciones en tiempo real de las fuerzas oclusales registradas utilizando un sensor intraoral T-SCAN. El diseño original del sistema T-SCAN ha sido repetidamente modificado y mejorado tanto en el software como en el hardware hasta la versión actual del sistema - TScan III. El software utiliza un interfaz gráfico.

Considerando que el análisis oclusal digital (T-Scan III, Versión 8, Tekscan, Inc. S. Boston, MA, EE.UU.) proporciona variaciones cuantificables de tiempo y fuerza y muestra con precisión la secuencia de contacto oclusal en los movimientos de cierre y excursión, mejorando así la precisión Y el resultado del tratamiento de un procedimiento de ajuste oclusal. El sistema de análisis oclusal computarizado, fue desarrollado para registrar fuerzas oclusales relativas.

El sistema T- skan detecta si una fuerza oclusal en un conjunto de contactos dentarios opuestos es mayor, igual o menor que las fuerzas oclusales que se producen en otros dientes en contacto todo a lo largo de los arcos dentales.

El sensor de grabación, que viene con el sistema, consta de dos capas de rejilla conductora encerradas en láminas de plástico altamente sensibles a la presión. Tiene forma de U, una de sus partes es colocado en un manillar de exploración y la otra, en forma de arco dental, registra las relaciones oclusales.

Realizamos el estudio utilizando el dispositivo T-Scan III consistente en un sensor que registra contactos oclusales, un módulo de transferencia de datos vinculado a un ordenador, un programa de software para enviar datos al ordenador y visualizarlos en el monitor. Estos tres cuando se ensamblan se denominan en la bibliografía como sistema T-SCAN III.

El sistema T-SCAN III proporciona una forma muy precisa de determinar y evaluar la secuencia temporal y la magnitud de la fuerza de los contactos oclusales mediante la conversión de datos cualitativos en parámetros cuantitativos y su visualización digital.

Utilizando el sistema, se pueden realizar múltiples correcciones de fuerzas desequilibradas para cada segmento de la dentición. El sistema es un método clínico útil que elimina una evaluación subjetiva sesgada de las relaciones oclusales por parte del operador.

La determinación de la fuerza relativa es importante para el clínico, como la fuerza relativa ilustra las diferencias medidas de diferentes cargas aplicadas a todos los lugares de los dientes en contacto en cualquier instante dentro de un movimiento mandibular funcional la grabación de las fuerzas oclusales relativas se expresa como un porcentaje de la fuerza oclusal máxima obtenida dentro de la grabación. La fuerza oclusal relativa detectada es reportado como las variaciones de una fuerza oclusal relativa detectados se pueden emplear clínicamente para equilibrar con precisión una oclusión balanceada, mediante el uso de ajustes oclusales basados en el tiempo y por motivos de fuerza específicos, y se pueden diagnosticar áreas de concentración excesivamente con alta fuerza oclusal presente en una zona de la oclusión, mientras se hace el diagnóstico de forma simultánea, donde hay poca, moderada, o ninguna fuerza oclusal en otras áreas de la misma oclusión

ARTICULADOR

Mc Neil, Barome y Kondo, apuntan sobre la importancia del montaje de los modelos en un articulador semiajustable para facilitar una exploración oclusal más completa que apoye los resultados del análisis clínico. (Barome A, 1997)

según Okeson en el Dorlan's Medical Dictionary se define la oclusión como "el acto de cierre a estado de cierre". En estomatología se define como la relación que se establece entre las arcadas dentarias cuando estas toman contacto entre sí permaneciendo el arco inferior inmóvil con respecto al superior. Esta definición lleva implícito el concepto de estado estático cuando se refiere a la situación de los dientes de ambas arcadas. Sin embargo, el concepto es más amplio y debe incluir las relaciones funcionales, parafuncionales y disfuncionales que surgen de los componentes del aparato masticatorio, como consecuencia de los contactos de la superficie de los dientes. Para

ello se hace necesario el uso de dispositivos auxiliares con probada exactitud como es el articulador semiajustable, dispositivo de gran utilidad en la rehabilitación y el diagnóstico, ya que simula los movimientos mandibulares de apertura y cierre, anteroposteriores y lateralidad de manera bastante parecida a como los realiza el ser humano. Gron M, 1997)

Técnicas de registro y posición condilar

Referente a las técnicas de registro y las posiciones condilares y mandibulares resultantes tras el uso de las mismas, así como los diferentes instrumentos utilizados para su obtención y para tener un esquema a seguir vamos a dividir los registros de manera similar a como lo hizo Myers en 1982 en tres grupos:

- Estáticos o posicionales.
- Gráficos.
- Cefalométricos.

REGISTROS ESTÁTICOS O POSICIONALES

El registro más antiguo de RC es el intraoral directo, en 1756, Phillip Pfaft, dentista de Federico el Grande de Alemania, fue el primero en describir la técnica "Taking a Bite" (tomar una mordida) y hasta finales del siglo XIX fue la técnica más usada Schlosser RO.

Christensen, en 1905, fue uno de los primeros en usar "cera de impresión". Son numerosos los estudios que comparan los registros obtenidos por diferentes técnicas intentando hallar el más fiable o preciso.

Kantor, Silverman y Garfinken, en 1972, llevaron a cabo un estudio en el que comparaban 5 técnicas de registro: tragar o cierre libre, guiar el mentón con o sin el uso de un jig anterior, técnica bimanual de Dawson y miocéntrica. Sobre una muestra de 15 pacientes, toman 6 registros a cada uno, unen a la rama superior del articulador un inscriptor y una pletina al inferior, los datos obtenidos se magnifican microscópicamente 25 veces y se realiza un gráfico en el eje X-Y. (Kanter ME y cols.1972).

El cierre libre o tragar es una técnica defendida por Shanahan al afirmar que tragar saliva es el factor determinante para obtener la dimensión vertical y RC. Freese y Scheman lo consideran un medio fisiológico preciso de comprobación incluso de registro de RC.

Sin embargo, en el estudio anteriormente nombrado resultó ser la técnica menos precisa con una variación media de 0,40 mm. (Shanahan 1955)

Lucía, en 1964, propone el uso del Jig anterior (JA), consistente en un plano inclinado que provoca una disoclusión posterior y retrusión. Defendiéndose así la postura de que la RC debe estar libre de presión articular, no hay manipulación, el paciente va solo a esa posición posterior y superior, se produce un efecto tripódico, esto lo apoyaron autores como Long, en 1970, y Woelfel, en 1986, que, en lugar del jig, proponen el uso de un juego de laminillas.

El "leaf gauge" (LG) original de long constaba de 10 láminas de 0,01 pulgadas de espesor, se colocan en zona anterior y se van quitando láminas hasta que aparece el primer contacto dentario, entonces se añaden una o dos láminas y se interpone el material de registro. Woelfel modificó el diseño de long incorporando a las láminas una oblea intraoral con una ranura (Woelfel 1988).

El objetivo era el mismo del jig, obtener el mínimo aumento de dimensión vertical necesaria para el material de registro, minimizando así los errores sin embargo, Tripodakis, en 1995, expone que el posible error anteroposterior provocado por el aumento de dimensión vertical en el registro no es significativo, además de ser la propia neuromusculatura del paciente lo que lo lleve a RC sin manipulación. (Tripodakis AP y cols, 1995).

Santosa y cols., en 2006, estudian la influencia del LG y el JA en la actividad electromiográfica (EMG) y el desplazamiento condilar. Para registrar el movimiento condilar se usa un sistema de trazado óptico-electrónico denominado JAWS 3D. Concluyen que el uso del LG o JA no produce diferencias significativas en el

desplazamiento condilar en los 3 ejes y que reducen significativamente la EMG del temporal anterior. Además, el JA disminuye la actividad del Temporal posterior, aunque no se observaron cambios significativos en los Pterigoideos.

Williamson EH, en su estudio electromiográfico de 1980, concluía que los Temporales tienen más influencia en la posición de relación céntrica que los Maseteros cuando se usa una guía anterior y no hay contactos posteriores como ocurre al usar el jig o las laminillas Williamson.

REGISTROS GRÁFICOS

Los primeros registros gráficos estaban basados en estudios de movimiento mandibular llevados a cabo por Balkwill en 1866. La intersección del trazado producido por el movimiento de los cóndilos izquierdo y derecho en protrusión y lateralidades forman el conocido arco gótico o punta de flecha Balkwill FH. The best form and arrangement of artificial teeth for mastication. Trans Odont Soc Great Britain 1866;5:133-58.

REGISTROS CEFALOMÉTRICOS

En 1952, Pyoot y Schaeffer usaron la cefalometría para registrar la RC y dimensión vertical, pero esta técnica es poco práctica y nunca se ha extendido su uso. El diagnóstico de las alteraciones que afectan a la articulación craneomandibular (ACM) debe basarse en la información obtenida a través de la anamnesis médica, de la exploración física y de los factores psicoemocionales presentes en el paciente.

También es importante constatar los síntomas dolorosos y disfuncionales presentes, así como los problemas auditivos, del habla y de la deglución entre otros que le puedan aquejar. La valoración integral del complejo articular debe incluir los tejidos orofaciales, la función muscular y neurológica, el estudio de la oclusión y de los movimientos mandibulares y la identificación de los posibles hábitos para funcionales. (Velasco E, 2002)

Análisis métrico cuantitativo El análisis de la RM permite una interpretación de los parámetros anatómicos de forma fiable pero no nos permite realizar estudios cualitativos de la relación del cóndilo, el disco y la fosa. Existen, no obstante, los análisis métricos con RM, que son equivalentes a los estudios cefalométricos y permiten desarrollar 31 puntos de referencia, determinando 51 variables en total. Tiene especial valor en la situación articular antes y después del tratamiento ortodóncico o quirúrgico. Bumann A, Lotzmann U. Atlas de Diagnóstico (Masson. 2000).

TOMOGRAFÍA CONE BEAM

La técnica de Cone Beam se ha transformado en la herramienta primaria de diagnóstico por imágenes más utilizada en el campo del estudio de articulación temporomandibular en virtud a su accesibilidad, bajo costo, alta calidad de imagen y bajas dosis de radiación W. Scarfe, A. 2006)

La mayor limitación de la técnica Cone Beam radica en el hecho que sólo pueden ser visualizadas con detalle las estructuras calcificadas, como dientes y tejido óseo y el contorno de algunas estructuras blandas cuando están rodeadas de estructuras de densidad muy diferente.

En el caso de la articulación Temporo Mandibular no es posible distinguir con esta técnica el disco articular, ligamentos, cápsula articular, musculatura ni otros componentes isodensos, por lo que en determinadas situaciones clínicas se hace aconsejable su complementación con exámenes de resonancia nuclear magnética M.L. (Barbosa, M. 2012)

La tomografía de haz cónico es una tecnología de reciente aparición, que permite el escaneado y la adquisición de volumen específico de la cabeza del paciente y que genera datos en 3D. La diferencia con la tomografía de haz cónico convencional es que el haz colimado es cónico, mientras que en la convencional es en abanico, disminuyendo también la emisión de radiación hasta 30 veces.

Es muy útil en la planificación de cirugía ortognática e implantología dental, teniendo también aplicaciones para la articulación temporomandibular sin olvidar que es una tomografía, no una resonancia. Sus ventajas son la versatilidad de los estudios, el poder colocar al paciente en posición anatómica, la calidad de imagen y el escaso volumen que ocupa, lo que la hace idónea para instalarla en consultas privadas. Además, los nuevos softwares permiten solapar imágenes 3D del esqueleto óseo con los tejidos blandos de la cara, hacer navegaciones 3D, así como estimaciones óseas volumétricas.

IMPORTANCIA DE LA OCLUSIÓN FUNCIONAL EN ORTODONCIA

Thompson presentó un trabajo titulado “La función, fase olvidada de la Ortodoncia”, que puso de manifiesto que una de las metas de la terapia ortodóncica es la normalización oclusal funcional. (Machado 1995)

La ortodoncia, como cualquier especialidad de la odontología, es una combinación de habilidades manuales, es decir arte, criterio y experiencia clínica, por un lado, y de ciencia, conocimientos basados en la más reciente evidencia científica por el otro.

La necesidad de contar con la mejor evidencia científica para la toma de decisiones en los diferentes campos de las ciencias de la salud es inminente. La necesidad de poner los conocimientos al día es básica si no se quiere quedar obsoleto.

Las decisiones clínicas que se deben tomar continuamente se basan en conocimientos, muchos de ellos obtenidos a lo largo de nuestra formación académica que, como indican Pareja y Cuenca, solo están validados por la experiencia, éxito o fracaso individual.

Es importante plasmar en las evidencias que demuestren al gremio ortodóncico la importancia de realizar tratamientos que tengan como principal objetivo la funcionalidad del aparato estomatognático y que la estética sea resultado de su estado de salud, para con ello observar a los pacientes como un ser humano holístico y no analizar el problema por separado.

La preocupación por mejorar las relaciones dentarias, es resultado del progreso de la gnatología. Se comienzan a estudiar las relaciones dentarias y la posición de los cóndilos mandibulares en el interior de las fosas glenoideas en distintas partes del ciclo masticatorio. El binomio oclusión-ATM (articulación temporomandibular) se considera muy importante en esta nueva filosofía. Por lo tanto, además de conseguir un engranaje correcto de los dientes se debe respetar la posición condilar para así no provocar ninguna patología de la ATM.

Una posición mandibular estable y repetible que se utilice como referencia es la base desde la cual se puede realizar un acertado diagnóstico ortodóncico. La búsqueda de la excelencia y distinción como profesionales de la salud nos debe llevar a mejorar la calidad de nuestros registros para establecer un diagnóstico y plan de tratamiento que nos brinde mejores resultados.

IMPORTANCIA DEL DIAGNÓSTICO EN ORTODONCIA

La ortodoncia es una rama importante de la odontología, ya que el hombre siempre le ha dado importancia a su propio cuerpo, brindándole una gran relevancia en primera instancia a la función estética de la dentición dentro de determinadas “normas” que han evolucionado continuamente, posteriormente se ha considerado la función que desarrollan los dientes, por lo que esta especialidad está ligada al arte facial; ya que nos brinda proporciones, que dan la medida de la simetría y balance facial, por lo que establece normas de belleza o fealdad, armonía o desarmonía. (Hernández, 2012)

Diagnóstico es una palabra que proviene del griego diagnosis y significa a través del conocimiento. Es la parte de la medicina que se ocupa de la determinación de las enfermedades por sus signos y síntomas. El diagnóstico en ortodoncia, como en cualquier otra especialidad médica, es el elemento principal para establecer y precisar las metas de un tratamiento; el diagnóstico indica el tratamiento para un padecimiento. Conocer y reconocer la etiología de los problemas que se presentan y definir las

relaciones entre los problemas esqueléticos, dentales, faciales y funcionales, juegan un papel fundamental al especificar las características individuales y considerar un orden de prioridad en el plan de tratamiento. Al término de un tratamiento de ortodoncia los preceptos esenciales que se deben conseguir son: función, estabilidad, salud periodontal, salud articular y estética.

Los maxilares se deben dimensionar de forma óptima en los tres planos del espacio y se colocan en RC. Se tienen métodos bien establecidos en la ortodoncia para el diagnóstico de la relación esquelética del maxilar a la mandíbula en dimensiones sagitales y verticales, varios análisis de la dimensión transversal también están disponibles, pero estos análisis no son del todo aceptados como parte del diagnóstico tradicional de ortodoncia. (Vanaldall 1999).

De acuerdo a McNamara y Brudon. La orientación de las cúspides linguales de los dientes posteriores superiores a menudo por debajo del plano oclusal, este hallazgo es común en pacientes con constricción del maxilar posterior y la compensación dentoalveolar en la que los dientes posterosuperiores están en una posición acampanada. “los resultados de un estudio realizado por MCMurphy y secchi indican que la distracción vertical de los cóndilos en RC/OC puede estar relacionada con una curva de Wilson exagerada, secundaria a una deficiencia transversal de maxilar. Los objetivos del tratamiento de ortodoncia están bien establecidos para las relaciones oclusales estáticas y funcionales, con el fin de lograr las seis llaves de la oclusión de Andrews en una dentición normal. (Andrews.1972).

SALUD ARTICULAR Y ORTODONCIA

Los estudios de prevalencia han mostrado que los trastornos temporomandibulares (TTM) son relativamente frecuentes en la población en general y se estima que el 65 % presenta al menos un signo y el 35 % presenta al menos un síntoma. (Acosta, 2011)

El 97 % de los pacientes con relación molar de clase II, presentaban disfunción temporomandibular. El 42,9 % de los pacientes con una maloclusión, presentaban

disfunción grado I. El 60 % de los pacientes con dos maloclusiones presentaban disfunción grado II y el 66,7 % de los pacientes con tres maloclusiones, presentaban disfunción grado III. La mayor cantidad de pacientes tuvieron disfunción grado II (Moderada). Por lo tanto, ellos concluyen en su estudio que el mayor por ciento de los pacientes con disfunciones presentó una clase II molar y a medida que aumentó el número de maloclusiones aumentó también la severidad de la disfunción. (Caballero, 2014)

A pesar de que diferentes revisiones de la literatura han concluido que el tratamiento de ortodoncia no debe ser considerado como factor etiológico, preventivo o terapéutico de los trastornos temporomandibulares, este artículo muestra que el papel del tratamiento de ortodoncia en los trastornos no es del todo claro. La literatura científica relacionada con los trastornos temporomandibulares es sin duda alguna controvertida y la evaluación de los reportes epidemiológicos en esta área no es fácil de analizar e interpretar.

A pesar de que la tendencia general (70% de los estudios) fue la de presentar una ausencia de asociación entre el tratamiento de ortodoncia (ya sea como factor etiológico, preventivo o terapéutico) y los trastornos temporomandibulares en los diferentes reportes, un número no despreciable de investigaciones (30%) asociaron al tratamiento de ortodoncia (como factor de mejoramiento o empeoramiento) y a los trastornos temporomandibulares. Aunque existe esta tendencia mayor (más del doble de los estudios) a mostrar la ausencia de correlación entre ambos, no debería considerarse esta relación como completamente nula. Por el contrario, se deberá dejar la puerta abierta para hacer más y mejores investigaciones para lograr entender, si es que existe, algún tipo de asociación. Posiblemente otros factores, como los genéticos, puedan ser variables de confusión y deberían ser considerados en la prevención, etiología o manejo de los trastornos temporomandibulares. (Acosta, 2006)

La posibilidad de que el tratamiento de ortodoncia puede producir cambios óseos y articulares en los pacientes, como por ejemplo en los huesos maxilar superior e inferior. Las paredes de los alveolos tienen menos células, en ese sentido la médula ósea

contenida en el hueso esponjoso es adiposa y no hematógica,¹⁶ posibilitando bajo ciertas condiciones alteraciones específicas que deben ser estudiadas. La corrección dentaria reduce el metabolismo óseo y articular que modifica la estructura y las tensiones de ligamentos, cápsula y disco articular produciendo dolor y disfunción de la articulación. (Sarmiento, 2014). Existen varios estudios que relacionan la ortodoncia con las alteraciones de la articulación Temporomandibular, sin embargo, existe controversia al momento de definir cuál es la estructura más afectada y su etiología exacta.

Un estudio similar investigó la ortodoncia y la disfunción temporomandibular, concluyendo que este tratamiento tiene efectos negativos sobre patologías asociadas a la mal oclusión, independientemente del tipo de tratamiento ortodóntico realizado, produciendo desencadenamiento o inclusive agravamiento de un síndrome de disfunción temporomandibular, aumentando sus signos y síntomas, además se atribuye un mayor riesgo de desarrollar esta disfunción. (Figuroa, 2003). Por el contrario, se establece la misma relación para identificar si la ortodoncia es la causa de disfunción temporomandibular, sus resultados indican un efecto positivo. Los pacientes con mal oclusiones presentan mayor prevalencia de síntomas de disfunción temporomandibular, de tal modo que si se corrige la mal oclusión con el tratamiento de ortodoncia también se corrige la presencia de la disfunción. (Gómez, 2014)

LIMITACIONES DE OTROS SISTEMAS NO DIGITALES

Tradicionalmente los contactos oclusales se evalúan con papel de articular cuya fuerza al extraer el papel en intercuspidad ayuda a evaluar los primeros contactos. Las marcas más oscuras y anchas se entienden que son sitios de gran presión mientras que las marcas más ligeras están asociadas con sitios sometidos a cargas menores y la presencia de numerosas marcas similares nos sugiere que las cargas oclusales están distribuidas de manera uniforme.

Sin embargo algunos autores ha observado que las marcas reproducidas por el papel de articular pueden ser difíciles de reproducir y se prestan a una interpretación subjetiva tomando en cuenta que pueden ser afectados por la forma de morder del paciente, la

morfología oclusal, la impregnación de saliva sobre las superficies dentales el cual puede difundirse a través del papel de articular y todo esto puede dar lugar a falsos positivos (Gümüş, 2013).

Un indicador oclusal digital utilizado durante los procedimientos de equilibrio oclusal. Un análisis oclusal completo puede detectar anomalías en la intensidad de las fuerzas oclusales, que reflejan asimetrías funcionales que pueden contribuir a una disfunción muscular.

ANTECEDENTES ESPECÍFICOS

De acuerdo a la literatura y los artículos revisados, la evolución natural de la terapia con férulas recae actualmente en realizar la evaluación de la posición mandibular en articuladores virtuales que permite realizar terapias con férulas más precisas.

La evaluación de la posición mandibular para la terapia con férulas utilizando un articulador virtual representa un avance significativo en la odontología restaurativa y la terapia de oclusión. Ofrece una mayor precisión, versatilidad y eficiencia en comparación con los métodos tradicionales, lo que beneficia tanto a los profesionales de la odontología como a los pacientes.

Park y colaboradores en su trabajo de investigación del 2020 describen la evaluación de un caso clínico de terapia de férulas, mediante tecnología digital, utilizando un articulador virtual y una imagen de tomografía computarizada de haz cónico único. Para determinar la eficacia del tratamiento con férulas, se realizó una evaluación secuencial de las posiciones mandibulares y la superposición de los datos tomografía computarizada de haz cónico inicial junto con la toma de escaneos intraorales en cada visita. Se usó TScan® III Versión 7.0 y el sistema T-scan® para registrar la distribución relativa de las fuerzas de mordida, Se tomaron tres registros de fuerzas y se sacaron porcentajes por cuadrantes.

Dado que en el 2021 la odontología y la ortodoncia experimentaron un aumento en el uso de tecnología digital para mejorar la precisión y la eficiencia de los procedimientos. En cuanto al uso de articuladores virtuales y montajes virtuales en el diseño y la planificación de tratamientos dentales y ortodóncicos. Algunos de los desarrollos permitían a los profesionales de la odontología simular la articulación de la mandíbula de un paciente de manera virtual. Esto ayudaba en la planificación de tratamientos, como la colocación de prótesis o implantes dentales, al permitir una mayor precisión en la determinación de la oclusión y la mordida ideal. Lepidi, L., Galli, M., Mastrangelo, F., Venezia, P., Joda, T., Wang, H. L., & Li, J. (2021).

Asimismo la prostodoncia también experimentó el aumento del flujo digital, y en relación con el diseño asistido por ordenadores (Chaturvedi, S, Addas, M.K, Alqahtani, N.M, & Alfarsi, M.A, 2021). Se centraron en examinar el rendimiento clínico de prótesis dentales completas que han sido fabricadas utilizando tecnología de diseño asistido por ordenador y fabricación asistida por ordenador (CAD-CAM). Este estudio además utiliza un analizador de fuerza oclusal computarizado para evaluar la función de estas prótesis.

En cuanto a la medición de la fuerza masticatoria; 1982 Fløystrand y cols. Realizaron un aparato que registró la fuerza de mordida con componentes de estado sólido, un semiconductor como unidad sensorial. El sistema de registro completo incluía una fuente de alimentación, un aparato de registro de fuerza de mordida, un procesador gráfico y un milivoltímetro. Se realizaron pruebas de calibración de laboratorio para detectar las limitaciones del registrador. Se aplicaron series de cargas en el rango de 10 a 1000 N.

Adicionalmente Van Eijden T. M. en 1990 registró la actividad de los músculos mediante el uso de electrodos de superficie, electromiografía con una fuerza de mordida de (250 N) y se examinó la forma en que se activaban el masetero y los músculos temporales anterior y posterior de sujetos humanos cuando se ejercía una fuerza.

Igualmente en 1993 Waltimo, A., & Könönen, M. desarrollaron un nuevo registrador de fuerza de mordida para medir las fuerzas de mordida humana máximas de estudiantes universitarios de odontología sanos, 15 hombres y 15 mujeres.

Incluso se realizaron mediciones de la fuerza de mordida utilizando un medidor de fuerza oclusal portátil en los lados izquierdo y derecho de la mandíbula en la región del primer molar durante el apretón máximo y distintas comparaciones de la fuerza máxima de mordida voluntaria en sujetos entre los 15 y 18 años de edad en sujetos con una oclusión normal.

Además en 2011 Singh & cols. detallan el desarrollo de un aparato llamado “gnatodinamómetro” que registró la fuerza de mordida, dicho aparato utiliza componentes de estado sólido y posteriormente se realizaron pruebas clínicas en 30 sujetos adultos obteniendo mediciones en newtons.

Posteriormente en 2020, se realizó un estudio comparativo igualmente de la fuerza de mordida en los lados dominantes y no dominantes de pacientes con masticación unilateral habitual con las mediciones de T-scan® (Tekscan Inc., South Boston, MA, EE. UU.). Se enfocan en analizar cómo varía la fuerza de mordida en individuos con diferentes tipos de oclusión dental. El estudio involucra la medición de la fuerza de mordida en grupos de personas con diferentes tipos de oclusión, como mordida abierta, mordida cruzada, maloclusión, etc. Luego, se compararon los datos recopilados para determinar si existen diferencias significativas en la distribución de la fuerza de mordida entre estos grupos.

Adicionalmente en el mismo año Khan, S y cols. Registraron mediciones de la fuerza de mordida en ambos lados de la mandíbula, con la finalidad de comparar la fuerza de mordida entre el lado dominante y no dominante de pacientes que tienen una masticación unilateral habitual. Los registros se tomaron mientras los sujetos estaban sentados en una posición natural erguida, en una sola sesión con un sensor portátil de registro de mordida personalizado.

Recientemente Matteo Pollis, (2022) Creación y evaluación de un dispositivo personalizado diseñado para la detección de fuerza en personas que padecen bruxismo. Se estudiaron cuatro voluntarios, tres de los cuales padecían bruxismo y uno no, se sometieron a cuatro pruebas para evaluar la detección de fuerza relacionada con el bruxismo durante el sueño con registro electromiográfico concurrente y cuatro sensores de fuerza.

OBJETIVOS

Objetivo General:

Analizar y comparar los puntos de contacto prematuros encontrados en oclusión habitual por medio sensores de fuerza y modelos digitales en escaneo intraoral.

Objetivos Específicos:

1.- Determinar los puntos de contacto en arcada superior e inferior de un paciente. Por medio de scanner Sirona y software inteligente de la misma compañía.

2.- Determinar el punto de contacto prematuro a través del software y archivo STL.

3.- Observar los cambios en los puntos de contacto en arcada superior e inferior de un paciente al colocar entre las caras oclusales posteriores un sensor de compresión.

4.- Obtener los datos de medición del sensor de compresión en el punto de contacto prematuro determinado.

5.-Evaluar las fuerzas que resiste el sensor circular de fuerza en el medio oral.

6.- organizar y plasmar los resultados.

JUSTIFICACIÓN

El papel de las anomalías de la oclusión dental como riesgo para trastornos de ATM se han estudiado a lo largo de los años. Como consecuencia, todas las estrategias con el objetivo de corregir las supuestas maloclusiones y perseguir esquemas ideales gnatólogicos se desalientan como una opción de tratamiento para dichos desórdenes.

La literatura existente sugiere que, en general, el tratamiento de ortodoncia proporciona más ventajas para la gestión o prevención de desórdenes temporomandibulares con respecto a los tratamientos conservadores.

Basado en eso, puede considerarse el tratamiento de ortodoncia valioso y recomendable para tratar dichos casos de disfunciones temporomandibulares al llevar al cóndilo a una posición ortopédica estable y proporcionando las mejores condiciones tanto articulares, así como musculares; sin embargo, puede actuar como arma de dos filos ya que en ocasiones podría actuar como factor desencadenante de sintomatología articular.

El desgaste dental ocasionado por maloclusiones es también un factor de riesgo para la salud de la ATM al no tener una correcta oclusión funcional generando puntos de contacto prematuros y atrofas musculares.

Al realizar dicho estudio se podrían evaluar los cambios en la oclusión, y también obtener una amplia visión del panorama diagnóstico para lograr mejoras constantes al tratamiento de ortodoncia.

HIPÓTESIS

HT. Al interponer el sensor de fuerza resistivo circular en las caras oclusales de los órganos dentarios de pacientes asintomáticos de articulación temporomandibular y realizar el registro de mordida habitual con el scanner de Dentsply Sirona® no se obtienen modificaciones en los puntos de contacto.

H0. Se obtienen modificaciones en la medición de los puntos de contacto en los órganos dentarios de pacientes asintomáticos de la articulación temporomandibular, al realizar la medición con el sensor de fuerza resistivo circular y scanner Dentsply Sirona®.

HA. Al colocar el sensor de fuerza resistivo, se obtienen modificaciones en la medición de los puntos de contacto y en la mordida habitual de pacientes asintomáticos de la articulación temporomandibular, por lo que no es viable la colocación del sensor de fuerza al momento de realizar el registro de mordida con el scanner y se piensa en otro elemento para realizar la medición.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La ortodoncia tradicional basa su diagnóstico y plan de tratamiento en una ortopantomografía, radiografía lateral de cráneo, y modelos de estudio y montaje en articulador; teniendo como objetivo la estética y el paralelismo radicular. En cuanto al tema de oclusión, solo se tomaba en cuenta el engranaje dental con la finalidad de poder observar clase I molar y canina, overbite y overjet visualmente aceptables, pero en ocasiones no comprobados, siendo la salud de la articulación temporomandibular y oclusión un sistema que no se consideraba en el diagnóstico ni en el plan de tratamiento, Algunos de los tratamientos ortodónticos presentan molestias articulares y en muchas ocasiones recidiva de la mal posición dental. En la práctica de la ortodoncia, la evaluación precisa de la oclusión y la identificación de los puntos de contacto interdientales son fundamentales para el diagnóstico y el diseño del tratamiento. Tradicionalmente, la medición de las fuerzas oclusales y la ubicación de los puntos de contacto se ha realizado de manera subjetiva o mediante técnicas indirectas que pueden presentar limitaciones en términos de precisión y objetividad.

En el año 1960, el Dr. Ronald Roth introduce formalmente los principios clásicos de la gnatología en ortodoncia (ortodoncia gnatológica); la ortodoncia se comienza a ver como una especialidad que tiene por objeto la salud bucodental integral, además de la estética. Por ello, los objetivos de Oclusión Funcional Estable, así como de Estética Dental y Facial, son metas irrenunciables. El binomio oclusión- articulación temporomandibular se considera muy importante en esta nueva filosofía y forma de trabajo. Por lo tanto, además de conseguir un engranaje correcto de los dientes se debe respetar la posición condilar y una oclusión mutuamente protegida. Siendo la prioridad la salud articular del sistema estomatognático.

Así mismo el Dr. Robert Little en su artículo del año 1981, observaba en más de un 70% de los casos recidiva de moderada a severa. Tras la evaluación de 65 casos tratados con extracciones a 10 años de postratamiento.

Pitts (2017) señala que la planificación de tratamiento de dicha técnica está basada en la posición del incisivo superior, con el objetivo primordial de unir la ortodoncia tradicional a los estándares modernos de belleza y el aumento constante de la prevalencia del tratamiento sin extracción.

Podemos sintetizar que, al realizar tratamientos interdisciplinarios, se introducen nuevos conceptos en la especialidad, para reducir las consecuencias que causaba la ortodoncia tradicional. La interacción de rehabilitación oral con ortodoncia, refleja tratamientos predecibles con mejores resultados, estéticos, pero sobre todo funcionales; brindando así el mejor complemento para la terminación de los tratamientos ortodónticos.

Es importante plasmar en las evidencias que demuestren al gremio ortodóntico la importancia de realizar tratamientos que tengan como principal objetivo la funcionalidad del aparato estomatognático, siendo la estética el resultado de su estado de salud, para con ello observar a los pacientes como un ser humano holístico.

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

"¿Cuál es la precisión y fiabilidad del sensor de fuerza FSR402-6 para medir las fuerzas oclusales durante el escaneo diagnóstico en pacientes de ortodoncia, en comparación con métodos tradicionales de evaluación oclusal?"

MATERIALES Y MÉTODOS

Clasificación del estudio. Estudio piloto

Definición del universo: 10px que acuden a consulta al posgrado de ortodoncia cuepi

Criterios de selección:

Pacientes que acuden a su primer tratamiento de Ortodoncia

Pacientes sin agenesias de dientes permanentes

Pacientes asintomáticos en su articulación Temporo mandibular

Pacientes masculinos

Pacientes entre 16 a 30 años

paciente sin indicación de extracción.

DESCRIPCIÓN DE MATERIALES Y MÉTODOS

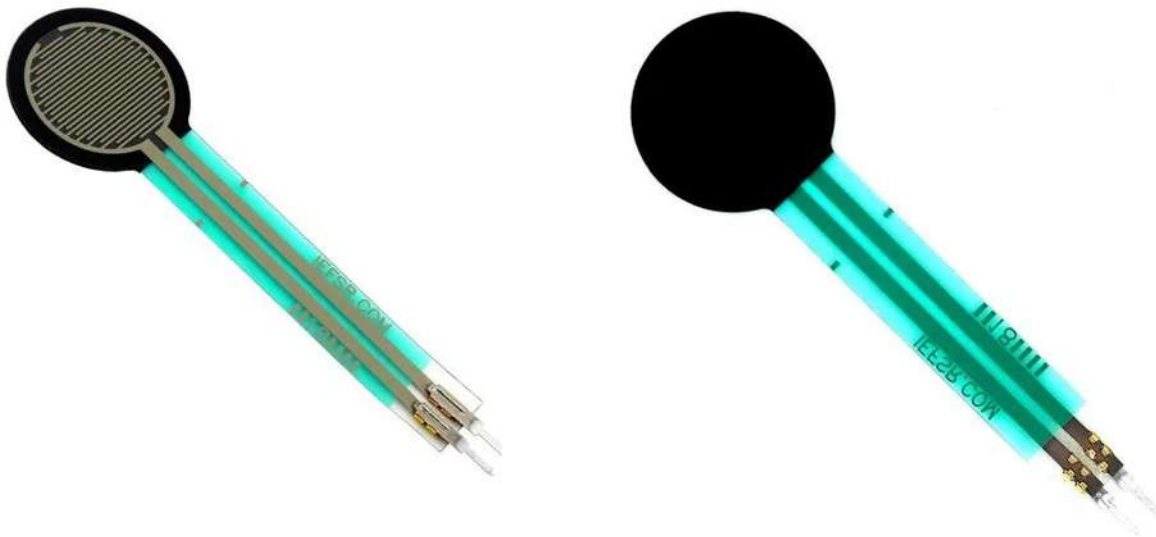
Materiales

1. SENSOR DE FUERZA RESISTIVO CIRCULAR FSR402-6

Es un sensor de presión en la región de la película FSR que se convierte en un cambio en el valor de resistencia, para obtener así información de presión. Cuanto mayor sea la presión, menor será la resistencia.

permite una presión de 0s-10kg.

este sensor de fuerza resistivo, varía dependiendo de la cantidad de presión que está siendo aplicada a la zona de detección.



sensor de fuerza resistivo circular fsr402-6.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- Gama sensible de la fuerza: 100 g ~ 10 kg
- Resistencia sin actuación: > 10 MO
- Repetibilidad (mismo elemento): $\pm 2 \%$
- Repetibilidad (entre diferentes elementos): $\pm 6 \%$
- Rise time: < 3 μs
- Hysteresis: +10 % en promedio
- Cuanto mayor sea la presión (fuerza), menor será la resistencia
- Auto adhesivo
- Vida útil: 10 000 000 de activaciones
- No genera EMI, no es sensible a ESD
- Señal de salida: Resistencia variable pasiva
- Curso de la vida: > 10 millones de impulsiones
- Temperatura de funcionamiento - 40 ~ 85 °C
- Fácil de instalar y excelente para detectar la presión
- Recorrido para activarse: 0.15 mm
- Variará su resistencia dependiendo de la cantidad de presión que está siendo aplicada a la zona de detección. Cuando no hay presión aplicada a la FSR su resistencia será mayor que 1 Mohm

CARACTERÍSTICAS

- Peso: 0.25 g
- Diámetro total: 18.29 mm
- Diámetro (grosor): 0.46 mm
- Diámetro área sensible: 14.68 mm

MICROCONTROLADOR

LaunchPad MSP-EXP430G2ET Texas Instrument MSP430G2

Launchpad es una herramienta de evaluación y de desarrollo para los dispositivos de Texas Instruments MSP-430. La tarjeta dispone de un socket DIP de 20 pines para uno de los dos microcontroladores de 16 bits de la familia MSP430 que vienen con el kit.

ESPECIFICACIONES

Características del LaunchPad

- Socket DIP de 20 pines que soporta toda la familia de microcontroladores MSP430 en encapsulado DIP.
- ISP y Debugeo en tiempo real.
- 2 LEDs programables.
- 1 LED de encendido.
- 2 botones programables (1 reset)

Contenido del LaunchPad

- Tarjeta de desarrollo LaunchPad (MSP-EXP430G2ET)
- Cable Mini USB
- 2x Dispositivos MSP430
 - MSP430G2211IN14
 - MSP430G2231IN14 (Con programa de ejemplo pre-cargado)
- Conectores 10-pin PCB (2 macho & 2 hembra)
- Cristal 32kHz (MS3V-T1R 32.768kHz CL: 12.5pF +/-20ppm)



LaunchPad MSP-EXP430G2ET Texas Instrument MSP430G2.

ENTORNO DE DESARROLLO INTEGRADO (IDE)



Entorno de desarrollo integrado (ide)

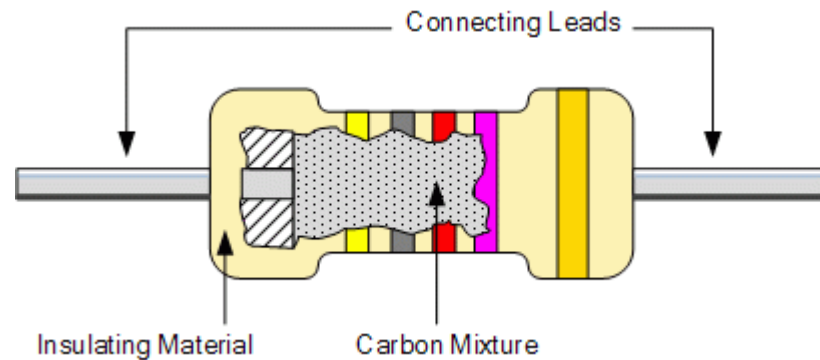
Un entorno de desarrollo integrado IDE (siglas en inglés de Integrated Development Environment) es una aplicación que facilita la labor de un ingeniero en software proporcionándole un conjunto de herramientas de programación. El cual consiste en un editor de código, un compilador, un depurador y un constructor de interfaz gráfico.

Además, el entorno de desarrollo puede dar soporte a un solo lenguaje de programación, pero usualmente encontraremos entornos multilenguaje o tendremos la opción de agregar más lenguajes mediante un plug-in.

RESISTENCIA DE CARBÓN, DE 1 WATT, AL 5% DE TOLERANCIA, DE 330 OHMS

Pequeña resistencia de película de carbón con un valor de 330 ohm y una tolerancia de $\pm 5\%$, capaz de disipar potencias de hasta 0,25w (1/4w) y soportar tensiones de trabajo de hasta 300v.

Un resistor es un dispositivo eléctrico que se opone al paso de la corriente. El material del que está fabricado un resistor es generalmente una mezcla de carbón, conectado con unas terminales y recubierto por un material aislante, lo cual aumenta la resistividad en un espacio muy reducido.



RESISTENCIA DE CARBÓN, DE 1 WATT, AL 5% DE TOLERANCIA, DE 330 OHMS,
Recuperada de <https://blog.330ohms.com/2020/09/23/electronica-basica-resistores/> 04/08/22021.

MÉTODOS

Escaneo inicial arcada superior

1.- Se realizó aislamiento relativo, colocando un Optragate® en el paciente para facilitar el acceso a la cavidad oral. Y así tener un campo accesible, mejorar la retracción de los tejidos blandos como mejillas y labios.

2.- Se posicionó al paciente horizontal en el sillón y el operador a las 09 para iniciar con el escaneado de la arcada superior.

3.- El escaneado inició de izquierda a derecha del paciente en la arcada superior, primero la cara oclusal de todas las piezas dentales presentes.

4.- se continuó con el barrido con el scanner en las caras vestibular y palatina, siguiendo el orden de izquierda a derecha.

5.- se analizaron de las estructuras escaneadas en la pantalla de la computadora para comprobar que no existan errores del escaneado.

6.- En caso de detectar errores o espacios no escaneados, se realizó la corrección de estructuras con espacios en blanco o estructuras sobreimpuestas.

7.- se revisó la oclusión habitual del paciente para evitar registros dobles o negativos con el scanner.

8.- se le indica al paciente mantener sus dientes en contacto asegurando que no exista desplazamiento de las estructuras.

9.- Se realizó registro de la oclusión habitual del paciente, realizando un movimiento en zigzag con el sensor del scanner hasta que el programa detecte la correlación de ambas arcadas y la transporte a la pantalla en el asistente del software.

10.- se comprobó el archivo final del paciente y se guarda para proceder con la siguiente toma.



Escaneo inicial de arcada superior. Se muestran los puntos de contacto oclusal en la arcada superior en la oclusión habitual del paciente.

Escaneo inicial arcada inferior

1.- Se le pidió al paciente que realizará un enjuague y escupa, posteriormente se aspiró la cavidad oral con eyector para proceder al escaneo de la arcada inferior.

2.- Se realizó aislamiento relativo, colocando un OptraGate® en el paciente para facilitar el acceso a la cavidad oral. Y así tener un campo accesible, mejorar la retracción de los tejidos blandos como mejillas y labios.

3.- Se posicionó al paciente horizontal en el sillón, se le pidió bajar la barbilla cerca del pecho y el operador se colocó a las 09 hrs para iniciar con el escaneado de la arcada inferior.

4.- El escaneado inició de izquierda a derecha del paciente en la arcada inferior, primero la cara oclusal de todas las piezas dentales presentes.

5.- se continuó con el barrido con el scanner en las caras vestibular y lingual, siguiendo el orden de izquierda a derecha.

6.- se analizaron las estructuras escaneadas en la pantalla de la computadora para comprobar que no existan errores del escaneado.

7.- En caso de detectar errores o espacios no escaneados, se realizó la corrección de estructuras con espacios en blanco o estructuras sobreimpuestas.

8.- Se revisó la oclusión habitual del paciente para evitar registros dobles o negativos con el scanner.

9.- Se le indica al paciente mantener sus dientes en contacto asegurando que no exista desplazamiento de las estructuras.

10.- Se realizó registro de la oclusión habitual del paciente, realizando un movimiento en zigzag con el sensor del scanner hasta que el programa detecte la correlación de ambas arcadas y la transporte a la pantalla en el asistente del software.

11.- se comprobó el archivo final del paciente y se guarda para proceder con la siguiente toma.



Escaneo inicial arcada inferior. Se muestran los puntos de contacto oclusal en la arcada inferior en oclusión habitual del paciente.

Escaneo con el sensor de fuerza circular en máxima intercuspidadación

1.- Se le pidió al paciente que realizará un enjuague y escupa, posteriormente se aspiró la cavidad oral con eyector para proceder al escaneo de las arcadas con el sensor de fuerza circular interpuesto en caras oclusales.

2.-Se realizó aislamiento relativo, colocando un OptraGate® en el paciente para facilitar el acceso a la cavidad oral. Y así tener un campo accesible, mejorar la retracción de los tejidos blandos como mejillas y labios.

2.- Se posicionó al paciente horizontal en el sillón y el operador a las 09 hrs. Se colocó el sensor de fuerza circular en el punto de contacto mayormente marcado por el escaneo, justo entre el segundo molar superior e inferior derecho en cara disto-palatina.

3.-Se verifico que la posición habitual del paciente para iniciar con el escaneo de ambas arcadas en máxima intercuspidadación.

4.- Se le indica al paciente mantener sus dientes en contacto asegurando que no exista desplazamiento de las estructuras.

5.- Se analizaron de las estructuras escaneadas en la pantalla de la computadora para comprobar que no existan errores del escaneado.

6.- En caso de detectar errores o espacios no escaneados, se realizó la corrección de estructuras con espacios en blanco o estructuras sobreimpuestas.

7.- Se revisó la oclusión habitual del paciente para evitar registros dobles o negativos con el scanner.

9.- Se realizó registro de la oclusión habitual del paciente, realizando un movimiento en zigzag con el sensor del scanner hasta que el programa detecte la correlación de ambas arcadas y la posición del sensor de fuerza circular

10.- Esperamos a que transporte a la pantalla en el asistente del software.

11.- Se comprobó el archivo final del paciente y se guarda para proceder con la toma de presión con el sensor de fuerza circular.

En dicho escaneo se redujeron de manera significativa y cambiaron de color los puntos de contacto, pero no se observaron cambios de posición dentro de la cara oclusal del diente; por lo tanto, este sensor sirve para medir la fuerza en un punto de contacto específico teniendo la certeza de que no modificará la oclusión dental



Escaneo con el sensor de fuerza circular en máxima intercuspidad. El sensor se encuentra interposicionado entre las caras oclusales del segundo molar superior derecho y segundo molar inferior derecho. El escaneo se realizó en oclusión habitual del paciente.

ENCAPSULADO DEL SENSOR EN ACONDICIONADOR DE TEJIDOS PARA PRÓTESIS

De acuerdo a las experiencias adquiridas durante la primer prueba y planteando la posibilidad de resolver algunas limitaciones que se presentaron, como lograr la presión adecuada al cierre que puede realizar el paciente al momento de colocar el sensor, recordando que los sensores utilizados para este estudio no son del campo odontológico y su sensibilidad y resistencia son diferentes a los rangos recomendados por la FDA; sin embargo son una alternativa adecuada como primer acercamiento para comprender este tema y adquirir la destreza necesaria para incluir esta herramienta al diagnóstico de Ortodoncia. Dicho lo anterior se buscó una forma de fabricar una protección al sensor que permitiera obtener el registro necesario sin la preocupación de cuidar la presión al cierre que ejerce el paciente y que puede destruir el sensor en un pequeño descuido del clínico que está realizando la prueba.

Durante la prueba de encapsulado se midieron aspectos importantes para el funcionamiento del sensor: Integridad del encapsulado, compatibilidad con los tejidos orales, estabilidad del sensor, precisión de las mediciones, durabilidad, facilidad de aplicación

RESULTADOS

Aspecto de Evaluación	Resultado
Integridad del encapsulado	El encapsulado demostró proteger adecuadamente al sensor de las condiciones del entorno oral, incluyendo humedad, temperatura y cambios mecánicos durante la masticación.
Compatibilidad con los tejidos orales	El material utilizado para el encapsulado se mostró biocompatible y no causó irritación en los tejidos circundantes, como la mucosa oral y las encías.
Estabilidad del sensor	El sensor permaneció en su lugar de manera segura y estable dentro del acondicionador de tejidos durante el uso normal de la prótesis dental.
Precisión de las mediciones	El encapsulado afectó significativamente la capacidad del sensor para medir con precisión la presión u otras variables diseñadas para detectar.
Durabilidad	Se encontró que el encapsulado era duradero pero no mantuvo la funcionalidad del sensor a lo largo del tiempo, resistiendo desgastes y deterioros asociados con el uso del sensor
Facilidad de aplicación	El encapsulado demostró ser fácilmente aplicable por los profesionales de la odontología durante el proceso de ortodoncia.

Los resultados de esta prueba pueden influir en la adopción y el desarrollo futuro de esta tecnología, así como en su eventual implementación en ortodoncia para mejorar el monitoreo de la presión y la función masticatoria en pacientes.

Es importante seguir desarrollando métodos de protección al sensor y probar otros materiales odontológicos que permitan desarrollar el encapsulado sin afectar la función, percepción y trabajo del mismo sensor.

SENSOR DE FUERZA ANTERIOR EN TENTATIVA DE CÉNTRICA

Con las observaciones de las dos pruebas anteriores se desarrolla el protocolo que se describe a continuación que puede ser usado de forma rutinaria como complemento para el diagnóstico de ortodoncia en los pacientes que acuden a la clínica del posgrado de Ortodoncia de la Facultad de Ortodoncia. Se indicó a los pacientes morder 4 pastillas de goma de mascar trident, durante 40 minutos; posteriormente se prosiguió a la manipulación bimanual de Dawson para llevar a posición tentativa de céntrica y realizar escaneo intraoral con el sensor de fuerza, así como la medición en el punto anterior. Se observó un desplazamiento mandibular a distal en la técnica de Dawson.

Resultado	Descripción
Distribución de la fuerza	Se observó una distribución uniforme de la fuerza aplicada en anterior en la tentativa de céntrica.
Fuerza máxima aplicada	La fuerza máxima registrada durante la tentativa de céntrica fue de 39.2 Newtons.
Duración de la fuerza aplicada	La duración promedio de la fuerza aplicada en la tentativa de céntrica fue de 7 segundos.
Estabilidad durante la prueba	El sensor demostró una buena estabilidad durante la tentativa de céntrica, sin desplazamientos significativos.
Variabilidad entre sujetos	Se observaron diferencias significativas en la fuerza aplicada entre los sujetos evaluados.
Correlación con la oclusión	Se encontró una correlación positiva entre la fuerza registrada y la oclusión del paciente.



Imagen frontal del escaneo con sensor interpuesto.

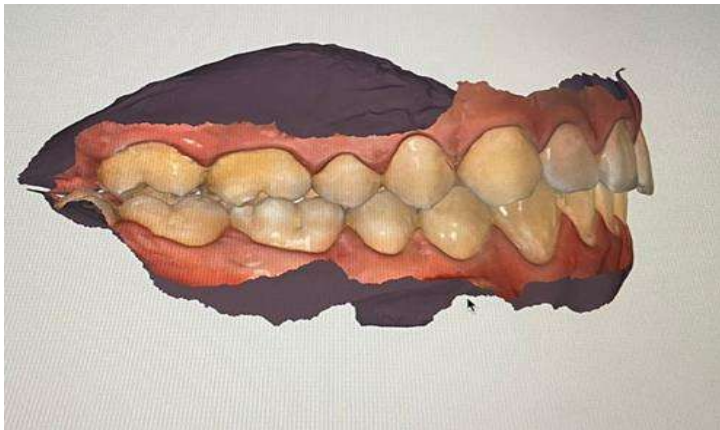


Imagen lateral del escaneo en máxima intercuspitación.

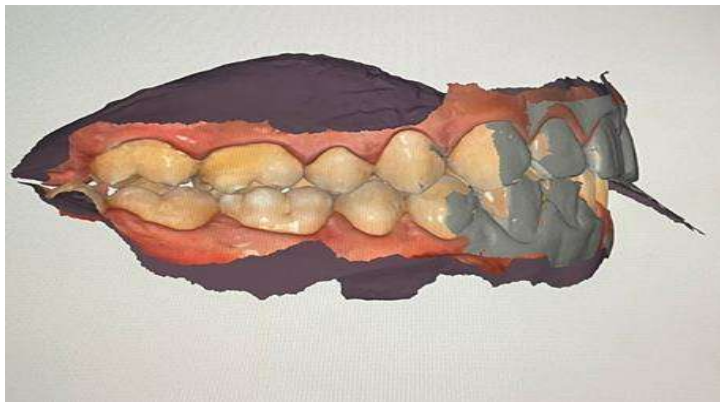


Imagen lateral del escaneo con sensor interpuesto.

DISCUSIÓN:

La medición de fuerzas oclusales y la ubicación de puntos de contacto mediante sensores de fuerza es un área que ha sido explorada en otras especialidades dentales, como la prótesis dental. Sin embargo, esto no significa que no sea relevante o importante en ortodoncia. De hecho, el uso de tecnologías de medición de fuerzas oclusales está ganando cada vez más atención en la ortodoncia debido a su potencial para mejorar el diagnóstico, el tratamiento y los resultados para los pacientes.

La ortodoncia se centra en el movimiento dental y la corrección de la oclusión, lo que implica ajustes precisos en la posición de los dientes y la oclusión.. Por lo tanto, comprender las fuerzas oclusales y la distribución de los contactos interdentes es fundamental para el éxito del tratamiento ortodóncico.

Al explorar el uso de sensores de fuerza en ortodoncia, los investigadores pueden descubrir nuevas formas de evaluar la oclusión, predecir el movimiento dental y mejorar la estabilidad post-tratamiento. Además, el análisis de la distribución de las fuerzas oclusales puede ayudar a prevenir complicaciones ortodóncicas, como la recidiva oclusal o la sobrecarga de ciertos dientes.

Si bien es cierto que otras especialidades dentales han investigado el uso de sensores de fuerza, su aplicación en ortodoncia presenta desafíos y oportunidades únicas debido a las características específicas de la disciplina ortodóncica. Por lo tanto, explorar esta área en el contexto de la ortodoncia puede proporcionar información valiosa y contribuir al avance del campo.

CONCLUSIONES:

Al interponer el sensor de fuerza resistivo circular en las caras oclusales de los órganos dentarios de pacientes asintomáticos de articulación temporomandibular y realizar el registro de mordida habitual con el scanner de Dentsply Sirona® no se obtienen modificaciones en los puntos de contacto.

En mi experiencia a pesar de sus ventajas, la medición de fuerzas oclusales y la ubicación de puntos de contacto mediante el sensor de fuerza FSR402-6 durante el escaneo diagnóstico en pacientes de ortodoncia también puede presentar algunas desventajas, que podrían incluir:

Desventajas	Descripción
Costo	Podría limitar su disponibilidad en entornos clínicos con recursos limitados.
Limitaciones en ciertos casos clínicos:	En casos clínicos específicos, en pacientes con restauraciones dentales extensas o maloclusiones.
Dependencia de la tecnología:	Existe el riesgo de fallas técnicas o mal funcionamiento del equipo, lo que podría afectar la precisión de las mediciones.

Ventajas	Descripción
Avance tecnológico:	La incorporación de tecnologías innovadoras, como el sensor de fuerza FSR402-6, marca un avance significativo en la evaluación de la oclusión y la planificación del tratamiento ortodóncico. Este estudio demuestra que estas herramientas abren nuevas posibilidades para mejorar la precisión y la objetividad en la medición de fuerzas oclusales y la ubicación de puntos de contacto.
Mejora de la precisión diagnóstica:	La investigación ha demostrado que el uso del sensor FSR402-6 durante el escaneo diagnóstico proporciona una herramienta precisa para medir las fuerzas oclusales y detectar puntos de contacto con mayor precisión. Esto conduce a diagnósticos más detallados y a un plan de tratamiento ortodóncico más efectivo y personalizado, lo que mejora la calidad de la atención para los pacientes.
Optimización del tratamiento ortodóncico:	La capacidad de medir con precisión las fuerzas oclusales y la ubicación de puntos de contacto permite a los ortodoncistas optimizar el diseño y la colocación de los aparatos ortodóncicos. Esta optimización conduce a tratamientos más eficaces, menos invasivos y con resultados más predecibles, lo que mejora la experiencia del paciente y los resultados a largo plazo.
Prevención de complicaciones:	La investigación ha demostrado que la evaluación detallada de la oclusión y los contactos interdentes mediante el sensor FSR402-6 puede ayudar a prevenir complicaciones ortodóncicas, como la recidiva oclusal o el desgaste excesivo de los dientes. Esto contribuye a mejorar la estabilidad a largo plazo de los resultados del tratamiento ortodóncico y a la satisfacción del paciente.

RECOMENDACIONES

Capacitación del personal: Proporciona capacitación y entrenamiento adecuados al personal clínico sobre el uso y la interpretación de los datos obtenidos con el sensor de fuerza FSR402-6. Esto garantizará una utilización efectiva y precisa de la tecnología en la práctica clínica. Establecer protocolos de calibración regulares para el sensor de fuerza FSR402-6 para garantizar la precisión y fiabilidad de las mediciones. Esto ayudará a mantener la calidad de los datos recopilados durante el escaneo diagnóstico.

Validación clínica: Realizar estudios clínicos adicionales para validar la precisión y fiabilidad del sensor FSR402-6 en una variedad de casos clínicos y situaciones ortodóncicas. Esto ayudará a confirmar la utilidad y efectividad de la tecnología en diferentes escenarios clínicos.

Investigación comparativa: Realizar comparaciones directas entre el sensor de fuerza FSR402-6 y otros métodos de medición de fuerzas oclusales y ubicación de puntos de contacto para evaluar su precisión, fiabilidad y costo-efectividad en diferentes contextos clínicos.

Evaluación de la experiencia del paciente: Realizar encuestas o estudios para evaluar la experiencia y la satisfacción del paciente durante el escaneo diagnóstico con el sensor FSR402-6, con el fin de identificar posibles áreas de mejora en términos de comodidad y aceptabilidad del procedimiento.

Investigación de seguimiento: Realizar estudios longitudinales para evaluar el impacto a largo plazo del uso del sensor de fuerza FSR402-6 en los resultados del tratamiento ortodóncico, incluyendo la estabilidad oclusal, la durabilidad de los resultados y la satisfacción del paciente.

Limitaciones en ciertos casos clínicos:

En algunos casos clínicos específicos, como en pacientes con restauraciones dentales extensas o maloclusiones severas, la precisión y fiabilidad de la medición de fuerzas oclusales y ubicación de puntos de contacto mediante el sensor FSR402-6 podrían verse comprometidas.

Dependencia de la tecnología:

Como con cualquier tecnología, existe el riesgo de fallas técnicas o mal funcionamiento del equipo, lo que podría afectar la precisión de las mediciones oclusales y la ubicación de puntos de contacto.

SUGERENCIAS PARA TRABAJOS FUTUROS

Los hallazgos de este estudio proporcionan una base sólida para futuras investigaciones en el campo de la ortodoncia. Se sugiere que estudios adicionales podrían explorar aún más el uso de sensores de fuerza en la evaluación y tratamiento de la oclusión, centrándose en la precisión y fiabilidad del sensor FSR402-6, así como en su impacto en los resultados clínicos y la experiencia del paciente. Estas investigaciones podrían impulsar aún más la evolución de la práctica ortodóncica y mejorar la atención proporcionada a los pacientes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Alexander, P. C. (1967). The periodontium and canine function theory. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 18, 571-578.
2. Andrews, L. F. (1972). Las seis claves de la oclusión normal. *American Journal of Orthodontics*, 62(3), 296-309.
3. Balkwill, F. H. (1866). The best form and arrangement of artificial teeth for mastication. *Transactions of the Odontological Society of Great Britain*, 5, 133-158.
4. Barome, A., Sbordome, G., & Ramaglia, L. (1997). Craneomandibular disorders and orthodontic treatment need in children. *Journal of Oral Rehabilitation*, 24(1), 2-7.
5. Bozhkova, T. P. (2016). The T-SCAN System in Evaluating Occlusal Contacts. *Folia Medica*, 58(2), 122-130.
6. Bumann, A., & Lotzmann, U. (2000). *Atlas de Diagnóstico Funcional y Principios Terapéuticos en Odontología*. Barcelona: Masson.
7. Carey, J. P., Craing, M., Kerstein, R. B., & Radke, J. (2007). Determining a relationship between applied occlusal load and articulating paper mark area. *Open Dentistry Journal*, 1, 1-7.
8. Cohen-Levy, J. (2015). Orthodontic T-Scan applications. In R. B. Kerstein (Ed.), *Handbook of research: Computerized occlusal analysis technology applications in dental medicine* (pp. 523-561). Hershey, PA: IGI Global.
9. Demir, A., Uysal, T., Basciftci, F. A., et al. (2005). The association of occlusal factors with masticatory muscle tenderness in 10-19 years old Turkish subjects. *Angle Orthodontist*, 75, 40-46.
10. Egermark, I., & Rönnerman, A. (1995). Temporomandibular disorders in the active phase of orthodontic treatment. *Journal of Oral Rehabilitation*, 22, 613-618.
11. Eliyas, S., & Martin, N. (2013). The management of anterior tooth wear using gold palatal veneers in canine guidance. *British Dental Journal*, 214(6), 291-297.
12. Fantini, S. M., & Abrão, J. (2001). Deslocamentos condilares entre RC e MIH, em jovens assintomáticos, com maloclusão de CI II. *Ortodontia*, 34(1), 28-34.
13. Flores, M. (2002). Conceptos de oclusión para prótesis retenidas por implantes. *Cultura Odontológica*, 1(3), 19-29.
14. Gay, E., & Vázquez, R. (2002). Unidad de ATM y dolor bucofacial. Disponible en: <http://www.gayescoda.com/telenon/UN-ATM.htm>
15. Heikinheimo, K., Salmi, K., Myllarniemi, S., et al. (1990). A longitudinal study of occlusal interferences and signs of craniomandibular disorder at the ages of 12 and 15 years. *European Journal of Orthodontics*, 12, 190-197.
16. Kantor, M. E., & Silverman, S. I. (1972). Centric relation recording techniques: A comparative investigation. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 28(6), 593-600.
17. Kerstein, R. B., & Radke, J. (2013). Clinician accuracy when subjectively interpreting articulating paper markings. *Journal of Craniomandibular Sleep Practice*, 32(1), 13-23.
18. Klar, N. A., Kulsbersh, R., Freeland, T., & Kaczynski, R. (2003). Maximum intercuspation - centric relation disharmony in 200 consecutively finished cases in a gnathologically oriented practice. *Seminars in Orthodontics*, 9, 109-116.

-
19. Koos, B., Godt, A., Schille, C., & Goz, G. (2010). Precision of an instrumentation-based method of analyzing occlusion and its resulting distribution of forces in the dental arch. *Journal of Orofacial Orthopedics*, 71(6), 403-410.
 20. Kondo, E. (1998). Occlusal stability in class II, division I, deep bite cases followed up for many years after orthodontic treatment. *Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 114(6), 611-630.
 21. Kruger, E. (1986). *Cirugía Buco Maxilofacial* (5th ed.). México: Editorial Médica Panamericana.
 22. Lucia, V. O. (1964). A technique for recording centric relation. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 14(3), 492-505.
 23. Machado, M. M., & Quintana, S. P. (1995). Disfunción cráneo mandibular y su relación con factores morfológicos de la oclusión. *Revista Cubana de Ortodoncia*, 10(1), 24-32.
 24. Manusov, J. (1992). Orofacial pain: Diagnosis and treatment. *American Family Physician*, 45(2), 773-782.
 25. Marklund, S., & Wänman, A. (2000). A century of controversy regarding the benefit or detriment of occlusal contacts on the mediotrusive side. *Journal of Oral Rehabilitation*, 27, 553-562.
 26. McKee, J. R. (1981). Redefining occlusion. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 80(2), 93-102.
 27. Mc Neill, C. (2000). Desgaste dentario selectivo y equilibrio oclusal. *Quintessence*, 20, 75-80.
 28. Michelotti, A., & Iodice, G. (2010). The role of orthodontics in temporomandibular disorders. *Journal of Oral Rehabilitation*, 37, 411-429.
 29. Myers, M. L. (1982). Centric relation: Historical review. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 47(2), 141-145.
 30. Ogawa, T., Ogimoto, T., & Koyano, K. (1998). Pattern of occlusal contacts in lateral position: Canine protection and group function validity in classifying guidance patterns. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 80, 67-74.
 31. Otaño, L. G., Llanes, M., Delgado, L., Grau, I., & Castillo, R. (2005). Interferencias oclusales en pacientes de alta de ortodoncia. *Revista Cubana de Estomatología*, 42(3), 28-29.
 32. Pyoot, J. E., & Schaeffer, A. (1952). Simultaneous recording of centric occlusion and vertical dimension. *Journal of the American Dental Association*, 44(4), 430-436.
 33. Qadeer, S. (2016). Limitations of traditional non-digital occlusal indicators when compared to T-Scan computerized occlusal analysis. In R. B. Kerstein (Ed.), *Handbook of research: Computerized occlusal analysis technology applications in dental medicine* (Vol. 1, pp. 36-65). Hershey, PA: IGI Global.
 34. Rugh, J. D., & David, S. E. (1992). Temporomandibular disorders: Psychological and behavioral aspects. In B. G. Sarnat & D. Laskin (Eds.), *The temporomandibular joint* (14th ed., pp. 324-345). Philadelphia: W. B. Saunders.
 35. Schmitt, Freeland, T., Bever, K., & Pink, F. E. (2003). Reproducibility of the Roth power centric in determining centric relation. *Seminars in Orthodontics*, 9, 102-108.
 36. Seligman, D. A., & Pullinger, A. G. (1991). The role of intercuspal occlusal relationships in temporomandibular disorders: A review. *Journal of Craniomandibular Disorders*, 5, 96-106.
-

-
37. Shanahan, T. H. (1955). Physiologic jaw relations and occlusion of complete dentures. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 5(3), 319-324.
 38. Throckmorton, G. S., Rasmussen, J., & Caloss, R. (2009). Calibration of T-Scan sensors for recording bite forces in denture patients. *Journal of Oral Rehabilitation*, 36, 636-643.
 39. Park, J. H., Lee, K. M., Kim, J. C., Moon, D. N., & Lee, G. H. (2020). Evaluation of mandibular position for splint therapy using a virtual articulator. *Journal of Clinical Orthodontics*, 54(8), 466-472.
 40. Lepidi, L., Galli, M., Mastrangelo, F., Venezia, P., Joda, T., Wang, H. L., & Li, J. (2021). Virtual articulators and virtual mounting procedures: Where do we stand? *Journal of Prosthodontics: Official Journal of the American College of Prosthodontists*, 30(1), 24-35. <https://doi.org/10.1111/jopr.13240>
 41. Turkistani, K. A., Alkayyal, M. A., Abbassy, M. A., Al-Dharrab, A. A., Zahran, M. H., Melis, M., & Zawawi, K. H. (2020). Comparison of occlusal bite force distribution in subjects with different occlusal characteristics. *Cranio: The Journal of Craniomandibular Practice*, 1-8. Advance online publication. <https://doi.org/10.1080/08869634.2020.183066>
 42. Chaturvedi, S., Addas, M. K., Alqahtani, N. M., & Alfarsi, M. A. (2021). Clinical analysis of CAD-CAM milled and printed complete dentures using computerized occlusal force analyser. *Technology and Health Care: Official Journal of the European Society for Engineering and Medicine*, 29(4), 797-811. <https://doi.org/10.3233/THC-202766>
 43. Khan, S., Rao, D., Ramachandran, A., & Ashok, B. V. (2020). Comparison of bite force on the dominant and nondominant sides of patients with habitual unilateral chewing: A pilot study. *General Dentistry*, 68(2), 60-63.
 44. Singh, S., Utreja, A. K., Sandhu, N., & Dhaliwal, Y. S. (2011). An innovative miniature bite force recorder. *International Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 4(2), 113-118.
 45. Fløystrand, F., Kleven, E., & Oilo, G. (1982). A novel miniature bite force recorder and its clinical application. *Acta Odontologica Scandinavica*, 40(4), 209-214. <https://doi.org/10.3109/00016358209019814>
 46. Waltimo, A., & Könönen, M. (1993). A novel bite force recorder and maximal isometric bite force values for healthy young adults. *Scandinavian Journal of Dental Research*, 101(3), 171-175. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0722.1993.tb01658.x>
 47. Varga, S., Spalj, S., Lapter Varga, M., Anic Milosevic, S., Mestrovic, S., & Slaj, M. (2011). Maximum voluntary molar bite force in subjects with normal occlusion. *European Journal of Orthodontics*, 33(4), 427-433. <https://doi.org/10.1093/ejo/cjq097>
 48. Van Eijden, T. M. (1990). Jaw muscle activity in relation to the direction and point of application of bite force. *Journal of Dental Research*, 69(3), 901-905. <https://doi.org/10.1177/00220345900690031401>
 49. Pollis, M., Maoddi, P., Letizia, M., & Manfredin, D. (2022). Customized appliance device for force detection in bruxism individuals: An observational study. *International Journal of Dentistry*, 2022, Article 2524327. <https://doi.org/10.1155/2022/2524327>