

INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA COLEGIOS DE COLOMBIA

COLEGIO ODONTOLÓGICO

ÁREA DE EDUCACIÓN AVANZADA Y CONTINUADA

POSGRADO DE PROSTODONCIA



**DESCRIPCIÓN DE LA MAGNITUD DE FUERZAS MASTICATORIAS COMPARANDO
DIFERENTES DISPOSITIVOS DE MEDICIÓN. REVISIÓN SISTEMÁTICA.**

AUTORES

LUISA FERNANDA CUBIDES DE LA HOZ

JENNY MILENA HERNANDEZ SANCHEZ

YORLADY ANDREA RODRIGUEZ AVELLA

INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA COLEGIOS DE COLOMBIA COLEGIO

ODONTOLOGICO

AREA DE EDUCACIÓN AVANZADA Y CONTINUADA

POSGRADO DE PROSTODONCIA

BOGOTÁ D.C 2021

**DESCRIPCIÓN DE LA MAGNITUD DE FUERZAS MASTICATORIAS COMPARANDO
DIFERENTES DISPOSITIVOS DE MEDICIÓN. REVISIÓN SISTEMÁTICA**

AUTORES

LUISA FERNANDA CUBIDES DE LA HOZ

JENNY MILENA HERNANDEZ SANCHEZ

YORLADY ANDREA RODRIGUEZ AVELLA

Asesor científico

DR. PABLO VILLAMIL

Odontólogo, Especialista en Rehabilitación oral

Asesor metodológico

DR. LUIS GABRIEL LADINO

Odontólogo, Especialista en Prostodoncia

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA COLEGIOS DE COLOMBIA COLEGIO
ODONTOLÓGICO COLOMBIANO**

ÁREA DE EDUCACIÓN AVANZADA Y CONTINUADA

POSGRADO DE PROSTODONCIA

BOGOTÁ, 12 DE JULIO DEL 2021

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a Dios principalmente, por día a día llenarnos fortaleza, sabiduría y persistencia para no decaer y permitarnos llegar al final de este valioso y enriquecedor proceso.

A nuestras familias quienes de manera incondicional nos respaldaron durante este largo camino, por ser nuestro apoyo en cada uno de los obstáculos que se presentaron y ahora los cómplices de este logro y finalmente, por ser la motivación para persistir y alcanzar este nuevo éxito a nivel personal y profesional.

Luisa Fernanda Cubides De la Hoz:

A mi ayuda idónea, mi amado esposo Arnold Gelves; por apoyarme incondicionalmente y creer en mi desde el primer día. A mis amados padres Cleotilde De la Hoz y Pedro Cubides, por ser mi guía, mi apoyo y una de mis mayores motivaciones para ser mejor cada día.

Jenny Milena Hernández Sánchez:

A mi hija Salomé Meneses Hernández quien ha sido mi motor y fuerza en este camino del posgrado, a mis padres Martha Sánchez y Omar Hernández, y mi hermana Erika Hernández por el apoyo y ánimo en este gran proyecto de vida profesional y personal.

Yorlady Andrea Rodríguez Avella:

A mis padres Martha Avella y Mauricio Rodríguez, mi hermana Sofia por ser el pilar fundamental y apoyo incondicional para culminar este proyecto de vida, los amo infinitamente.

AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecerle a Dios por ser el principal responsable de que hoy podamos decir que estamos cada vez más cerca de este sueño; a la Institución Universitaria Colegios de Colombia (UNICOC) por ser nuestro segundo hogar y ser parte de nuestro crecimiento profesional, a nuestro asesor metodológico el Dr. Luis Gabriel Ladino, por su inmensa dedicación, profesionalismo y compromiso para lograr culminar satisfactoriamente este proceso.

A nuestro grupo de trabajo de grado por su amistad, disposición y dedicación incondicional para culminar con éxito nuestro proyecto.

Y en general a todas las personas que de una u otra manera hicieron posible que este proyecto culminara exitosamente; gracias a todos por su amor, amistad, ánimo y apoyo.

CONTENIDO

	PÁGINA
1. ASPECTOS TEÓRICO-CIENTÍFICOS	15
1.1 Introducción	15
1.2 Planteamiento del problema	17
1.3 Justificación	19
1.4 Objetivos	20
1.4.1 Objetivo general	20
1.4.2 Objetivos específicos	20
1.5 MARCO TEÓRICO	22
1.5.1 Factores que pueden influenciar los valores de las fuerzas masticatorias	27
1.5.1.1 Edad	27
1.5.1.2 Género	29
1.5.1.3 Composición músculo esquelética	29
1.5.1.4 Etnia	30
1.5.1.5 Tipo de alimentación	31
1.5.1.6 Grupos dentarios y lado de mordida	32

1.5.1.7 Bruxismo	32
1.5.2 Efectos de las fuerzas masticatoria máximas en los dientes y periodonto	34
1.5.3 Dispositivos de medición de las fuerzas masticatorias	36
1.5.3.1 Sistema T-Scan	40
2. ASPECTOS METODOLÓGICOS	42
2.1 Materiales y métodos	42
2.1.1 Pregunta PICO	42
2.1.2 Criterios de selección	43
2.1.3 Búsqueda en base de datos	44
3. RESULTADOS	51
4. DISCUSIÓN	67
4.1 Dispositivos de medición de magnitud de FMM	67
4.2 Valores máximos y mínimos de la FMM	71
4.3 Factores que influyen en los valores de la FMM	74
4.3.1 Género	75
4.3.2 Edad	75
4.3.3 Patrón oclusal	76

4.3.4 Posición en el arco	76
4.3.5 Tipo facial e índice de masa corporal (IMC)	77
4.3.6 Bruxismo	77
4.4 Efectos a nivel dental y periodontal	79
5. CONCLUSIONES	81
6. BIBLIOGRAFÍA	82

LISTA DE TABLAS

	PÁGINA
Tabla 1. Conversión de unidades de medida en kilogramo / fuerza a Newton	24
Tabla 2. Dispositivos para medir fuerzas masticatorias	37
Tabla 3. Tabla de resumen de resultados	51
Tabla 4. Dispositivos de medición de FMM y sus características	68
Tabla 5. Valores mínimos y máximos de FFM	73
Tabla 6. FMM Por grupo etario	73
Tabla 7. Resistencia a la carga de materiales dentales restauradores	74

1. ASPECTOS TEÓRICOS

1.1 INTRODUCCIÓN

La fuerza masticatoria o para algunos autores fuerza oclusal, es un componente de la función masticatoria, y se ha definido como la máxima fuerza generada entre los dientes maxilares y mandibulares.¹ Algunos estudios indican que la magnitud de la fuerza es mayor en el lado de trabajo y, en algunos casos, el movimiento realizado por los dientes inferiores sobre los superiores influye en la distribución de estrés².

Este tipo de fuerzas son registradas por distintos tipos de dispositivos los cuales usan diversas metodologías para su obtención, generalmente estas están dadas ya sea en Newtons (N) el cual se define como la fuerza necesario que se debe aplicar a un objeto de 1 kilogramo para lograr que esta se acelere a un 1m/S^2 , o también pueden estar dadas en kilogramo sobre fuerza (Kg/f), este es considerado un sistema gravitacional de unidades, en donde se considera la fuerza ejercida a un objeto de 1 kilogramo para lograr dicha aceleración. Estas dos unidades de medida pueden ser comparables y se puede lograr su conversión teniendo en cuenta que 1 kg/f es equivalente a 9.806 N^3 .

Esta puede variar según la localización del dispositivo de medición como lo describen estudios como el realizado por Ferrario y col. en 2004, en el cual se identificó que un promedio de fuerza masticatoria máxima puede alcanzar rangos entre 300 y 600 N⁴. Así mismo Fernández y col. en 2003, por medio de sensores interoclusales determino la fuerza masticatoria máxima teniendo como referente del 100% la zona de molares (650N), a medida que el dispositivo se acerca más hacia la zona anterior, estas fuerzas

también iban disminuyendo, haciendo un equivalente del 70% de fuerza registrada en premolares y un 40% registrada en dientes anteriores⁵.

Existen diferentes efectos biomecánicos que producen las cargas oclusales en los dientes, esto se debe a razones funcionales como la arquitectura externa e interna de los dientes los cuales deben distribuir los altos grados de estrés producidos durante la masticación entre estos y las estructuras de soporte⁶. La sobrecarga oclusal puede tener efectos como fracturas de restauraciones y de los mismos dientes, así como algunas lesiones no cariosas y efectos en los tejidos de soporte⁷.

Los dispositivos que miden de fuerza masticatoria pueden ser mecánicos o electrónicos o una combinación de ambos; se han desarrollado varios dispositivos algunos fueron inventados recientemente, mientras que otros fueron modificaciones o alteraciones de los anteriores. Estos incluyen el resorte de palanca, el resorte y la palanca del manómetro, y los dispositivos micrométricos. Hoy en día, los dispositivos electrónicos sensibles se utilizan en la mayoría de los casos para medir la fuerza de mordida. Dichos dispositivos son suficientemente precisos para propósitos comunes de medición de carga. La mayoría de los dispositivos pueden registrar un amplio rango de fuerza 50-800 N con error de 10 N y precisión 80%. Estos dispositivos usan celdas de carga (transductores) para convertir la fuerza en energía eléctrica que puede basarse en uno de los siguientes principios de funcionamiento; tipos de celdas de carga (transductores de fuerza): 1. Transductores de galgas extensométricas; 2. Transductores piezoeléctricos; 3. Transductores de presión⁸.

Clínicamente el análisis oclusal por computador se convierte en una herramienta con la que se puede analizar lo funcional y parafuncional de todas las fuerzas masticatorias para poder determinar el tiempo de las secuencias de contacto y observar las superficies en donde se tiene mayor presión oclusal. Entre los dispositivos que usualmente existen se encuentra el sistema de análisis oclusal T-Scan⁹, este sistema mide la fuerza relativa y fue desarrollado por Maness en 1987 en donde se utiliza un sensor intraoral, el diseño original del sistema T-Scan ha sido modificado y mejorado tanto en el software y hardware en donde se presenta su última versión que es el T-Scan III¹⁰.

El objetivo de la revisión de literatura es describir la fuerza masticatoria máxima en adultos sanos con dentición natural comparando en diferentes dispositivos de medición para así poder escoger un dispositivo que brinde mayor exactitud a la hora de establecer las medidas de estas fuerzas.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La fuerza masticatoria que algunos autores se refieren a ella como fuerza oclusal, es un componente de la función masticatoria, es un indicador de su estado funcional y se define como la máxima fuerza generada entre los dientes maxilares y mandibulares, la generación de estas fuerzas depende de la acción, orientación, volumen y coordinación de los músculos masticatorios, de los mecanismos de la articulación temporomandibular

(ATM), regulación del sistema nervioso central y del estado clínico del sistema estomatognático.

Actualmente los efectos biomecánicos de las fuerzas masticatorias en la cavidad oral han sido evaluados y a su vez existen numerosos estudios que relacionan estas fuerzas con el tejido periodontal, el cual por medio de mecanorreceptores que presenta el ligamento periodontal (LP) envían información al sistema nervioso central, y la adaptación de la fuerza de mordida en este va a estar relacionada con la dureza de los alimentos que consume el individuo; debido a estos factores hay estudios que están enfocados en la medición de estas fuerzas y si estas logran generar cambios nocivos en los tejidos de soporte periodontal y dentales, pero no son los suficientes que describan los métodos para medir la magnitud de fuerzas y los cambios nocivos que estas generan.

Es por eso por lo que con este trabajo se quiere profundizar en los dispositivos de medición de magnitudes de las fuerzas masticatorias en sus valores mínimos y máximos en pacientes adultos que presenten dentición natural, así como la selección de un sistema preciso para la medición de estas.

PREGUNTA PICO

P: Pacientes con dentición natural permanente

I: Dispositivo T- SCAN

C: Otros dispositivos de medición

O: Fuerza masticatoria máxima

¿Cuál es la fuerza masticatoria máxima en pacientes con dentición natural permanente comparando diferentes dispositivos de medición?

1.3 JUSTIFICACIÓN

El sistema estomatognático es una unidad morfofuncional conformada por distintas estructuras en las cuales encontramos esqueléticas, nerviosas, musculares, periodontales y por supuesto dentales, estas dos últimas son dos de las vías de menor resistencia presentes en el sistema, teniendo en cuenta que son las que registran mayores signos y síntomas ante cualquier afección.

Uno de los factores tal vez menos predecibles y difíciles de controlar son las fuerzas que se ejercen sobre el plano oclusal, teniendo en cuenta que durante la función masticatoria se pueden presentar diferentes tipos de fuerzas entre las que encontramos fuerza masticatoria máxima funcional Y fuerza masticatoria máxima anatómica; la estabilidad entre estos tres factores (dientes, periodonto y fuerzas masticatorias) son fundamentales en el manejo prostodóntico, la importancia de esta revisión es saber si las fuerzas masticatorias máximas generan algún efecto negativo sobre estas estructuras y cuáles son los principales dispositivos de medición para estas fuerzas.

Por lo anterior, es de suma importancia que el prostodoncista posea el conocimiento de cual es la fuerza masticatoria máxima que puede llegar a generar un paciente, cuáles son los efectos que estas fuerzas causan en los tejidos de soporte y los dientes. Así

mismo tener el conocimiento del sistema de medición adecuado que para efectos de esta revisión se dará en Newtons (N) para que sea preciso a la hora de calcular la fuerza oclusal, esto se lograra con una revisión de literatura adecuada seleccionando los artículos de mejor calidad, con el fin de generar un impacto positivo para la práctica clínica de nuestra comunidad UNICOC mediante la descripción de los distintos dispositivos que se utilizan para medir las fuerzas masticatorias y su mecanismo de acción.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. General

Describir la fuerza masticatoria máxima en adultos sanos con dentición permanente natural comparado en diferentes dispositivos de medición.

1.4.2. Específicos

- Describir los dispositivos de medición de magnitud de fuerzas masticatorias, sus ventajas y desventajas reportados en la literatura
- Identificar los valores mínimos y máximos de las fuerzas masticatorias
- Describir los factores que influyen en la variabilidad de las fuerzas masticatorias
- Describir los efectos a nivel periodontal y dental ante las fuerzas masticatorias máximas

1.5 MARCO TEÓRICO

El sistema masticatorio puede ser entendido como un conjunto de actos que constituyen la primera fase del proceso digestivo, captura, corte, desgarramiento y trituración, también puede ser definida como la actividad de degradación mecánica de los alimentos cuyos fragmentos son unidos por la saliva en donde se obtiene un bolo alimenticio para después se deglutido¹¹.

Las fuerzas oclusales (también conocidas como fuerzas masticatorias por algunos autores), son definidas como todas las cargas que recibe el sistema estomatognático conformado por un conjunto de sistemas como lo son la articulación temporomandibular (ATM), músculos de la masticación, ligamentos y dientes. Estas fuerzas son dirigidas en forma horizontal y vertical¹². Ferro en el 2007 define las fuerzas masticatorias como una fuerza creada por la acción dinámica de los músculos masticatorios durante el acto fisiológico de la masticación; estas fuerzas pueden ser funcionales (normales) o deletéreas (anormales)¹³.

Ringqvist en 1973¹⁴ y Proffit y col. en 1983¹⁵ coincidieron en que la morfología facial está afectada por la fuerza oclusal: a mayor fuerza oclusal menor ángulo goniaco¹⁶. Para Fogle y Glaros en 1995 este resultado es diferente encontrando que no para todos los pacientes la morfología facial tiene influencia en la fuerza oclusal¹⁷. Las primeras mediciones que se realizaron para medir las fuerzas masticatorias fueron descritas por Borelli en el año 1681 por medio de un dispositivo llamado gnatodinamómetro en donde

coloco una cuerda con pesas suspendidas en los molares inferiores y midió el peso que puede ser sostenido al momento del cierre mandibular^{8,16}.

La fuerza masticatoria máxima funcional (FMMF) es definida como la máxima fuerza que se genera entre los dientes superiores y los dientes inferiores y está asociada con la salud del sistema masticatorio así como también están involucrados los músculos y los dientes¹⁸. Existe una gran diferencia entre la fuerza masticatoria máxima funcional que es la que el individuo desarrolla durante la masticación y es de aproximadamente 10 kg/f, y la fuerza masticatoria máxima real o voluntaria es el apretamiento que se puede realizar en forma consiente y puede estar entre 40 y 70 kg/f, con pequeñas variaciones según edad, género y biotipo facial¹⁹. Existen diferentes factores que pueden influir en la fuerza masticatoria como lo son las condiciones de la dentición, la fuerza de los músculos de la masticación, las condiciones de la ATM, asociación al tipo de alimentación (dieta rica en alimentos de mayor dureza y fibras), además la fuerza masticatoria decrece a medida que aumenta la edad y también esta relaciona con la presencia o ausencia de dientes²⁰. Por lo descrito anteriormente para efectos de nuestra investigación vamos a manejar el término de “fuerzas masticatorias”.

Adicional a estas se encuentra la fuerza masticatoria máxima anatómica (FMMA) y fuerza masticatoria máxima funcional (FMMF); la FMMA corresponde a la potencia contráctil máxima de los músculos elevadores mandibulares, calculada con base a la suma de las fuerzas teóricas máximas que podría desarrollar cada uno de estos músculos basado en medidas aproximadas de la fuerza de un músculo esquelético por unidad de área transversal. Y la FMMF se refiere a la fuerza máxima mandibular real

medida en un sujeto mediante un dispositivo de registro durante el apriete voluntario máximo²¹.

Las fuerzas masticatorias son registradas por distintos tipos de dispositivos los cuales usan diversas metodologías para su obtención, generalmente estas están dadas ya sea en Newtons (N) los cuales son una unidad de medida compuesta por unidades básicas como son kilogramo por masa sobre segundo al cuadrado, un Newton se define como la fuerza necesario que se debe aplicar a un objeto de 1 kilogramo para lograr que esta se acelere a un 1m/S^2 , o también pueden estar dadas en kilogramo sobre fuerza (kg/f), este es considerado un sistema gravitacional de unidades, en donde se considera la fuerza ejercida a un objeto de 1 kilogramo para lograr dicha aceleración. La unidad de medida kg se considera una de las magnitudes o dimensiones fundamentales de medida con la cual se va a calcular el peso de una masa determinada, la unidad kg/f es una variación de esta la cual es considerada una unidad técnica de masa, en la cual va a actuar no solo la fuerza sino también la aceleración y la gravedad. Estas dos unidades de medida pueden ser comparables y se puede lograr su conversión teniendo en cuenta que 1 kg/f es equivalente a 9.806 N^3 , un ejemplo de esta conversión se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Conversión de unidades de medida en kilogramo / fuerza a Newton.

UNIDAD	
Kilogramo/fuerza (kg/f)	Newton (N)
1 kg/f	9.806 N
10 kg/f	98.066 N
100 kg/f	980.66 N

Ohi y cols²² en el 2018, por medio de un estudio de cohorte prospectivo demostró que hay factores como la edad, la sarcopenia en los músculos masticatorios definida como la pérdida progresiva de la masa y la fuerza muscular descrita por Rosenberg en la década de los 80²³, el mal estado periodontal, y dolores orofaciales son síntomas coadyuvantes que influyen en que en los adultos mayores la fuerza masticatoria sea disminuida, y esta se asoció con el grado y riesgo de discapacidad funcional de los adultos mayores²². Así mismo, un estudio realizado por Alcantara y cols en el 2017, demuestran por medio de un estudio observacional descriptivo, que la máxima fuerza de mordida y la fuerza de masticación cambian dependiendo de la edad y el género²⁴. La fuerza de mordida (FM) se define como la fuerza máxima que hace un individuo al momento del mayor engranaje entre los diente maxilares y mandibulares, esta fuerza va a depender de la armonía que se establezca entre los músculos y la ATM, estudios

demuestran que si este sistema se encuentra en desarmonía la fuerza de masticación va a verse alterada¹².

Es importante reconocer que dentro de las funciones del sistema estomatognático están la masticación, la fonación y la deglución, en donde en la masticación se encuentra la fuerza que se realiza para este proceso. Se debe tener en cuenta que las fuerzas no son iguales en todos los pacientes, sino que depende del género, edad, dientes en boca, presencia de prótesis, estrés y algunas patologías oclusales y las cargas producidas por los músculos masticatorios.²⁵

Una variedad de análisis se ha utilizado para estudiar las reacciones biológicas que se han presentado en el ligamento periodontal y en el hueso alveolar circundante en la zona donde se aplica la fuerza, entre ellos se encuentra la aplicación de elementos finitos²⁶.

Los músculos de la masticación son los principales productores de fuerza masticatoria, su función y su actividad son directamente proporcionales a la cantidad de fuerza que se produce durante la mordida, Martinovic y cols., en un estudio que hicieron en el 2019 midieron la presión máxima de mordida y la zona de contacto oclusal entre pacientes que presentaban trastornos temporomandibulares y pacientes sanos, en donde se demostró que los pacientes sanos presentaban un mayor valor en la fuerza de mordida máxima en comparación con los que presentaban trastornos temporomandibulares²⁷.

Otro factor importante que se debe tener en cuenta y que puede estar influenciado en los patrones de fuerza masticatoria es la morfología de oclusal de los molares, esto, por

la relación cúspide-fosa de la corona y los ángulos de las cúspides en la tabla oclusal, estos muestran un amplio rango de variación de las fuerzas masticatorias que actúan en el diente antagonista²⁸ (Figura 1). La tensión que se presenta en la región cervical vestibular de los dientes podría dañar los prismas del esmalte²⁹. Según Rees y Hammadeh en el año 2004, el mecanismo de formación de la lesión cervical se basa en el socavamiento del esmalte en la unión amelodentinal, la discontinuidad del esmalte y daños a la dentina³⁰. La teoría biomecánica sugiere que la sobrecarga mecánica en la zona cervical causada por la flexión de las cúspides puede contribuir a la pérdida de tejido y esta sobrecarga conducir inicialmente a la creación de grietas y posteriormente a una fractura³¹. Cuando estas cargas son aplicadas en los premolares maxilares hay una relación más estrecha con las lesiones cervicales no cariosas, debido a que se producen concentraciones de fuerza alrededor de la cresta alveolar, lo que resulta en la flexión del diente²⁸.

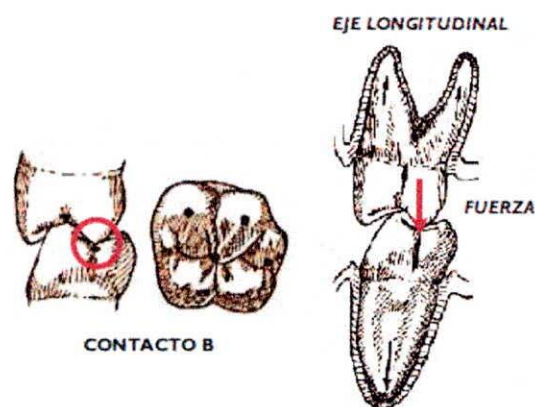


Figura 1. Dirección de las fuerzas. Fuente: Gélvez M, Velosa J, Pérez B. Efecto de las fuerzas oclusales sobre el periodonto analizado por elementos finitos. Univ Odontol

2016; 35(74).

1.5.1 FACTORES QUE PUEDEN INFLUENCIAR LOS VALORES DE LAS FUERZAS MASTICATORIAS

1.5.1.1 EDAD

Un estudio realizado por Takaki y cols., en 2014 quiso demostrar la diferencia de fuerza masticatoria máxima que se presenta en la población según su rango de edad, para esto tuvieron una población de 100 individuos de la ciudad de Sao paulo (Brasil), con edades comprendidas entre los 11 hasta los 60 años que tuvieran toda su dentadura permanente completa. En cuanto a los resultados se pudo observar que la menor fuerza masticatoria se obtuvo en la población comprendida entre de 15 a 19,9 años denominada por los autores como post adolescentes (148.7 N mujeres – 238 N hombres), y la mayor fuerza masticatoria se obtuvo en la población con una edad comprendida entre los 18 y 25 años denominada adultos jóvenes (345.2 N mujeres – 354 N hombres)³².

De igual manera Palinkas y cols., en 2010, realizaron un estudio con el fin de investigar la influencia de la edad y el género en la fuerza máxima masticatoria en zona de molares, para esto tuvieron una población de 177 individuos brasileños con edades comprendidas entre 11 a 80 años. Los resultados de este estudio arrojaron que la menor fuerza de masticación se presentó en el grupo I en las edades incluidas entre 11 y 12.9 años (156 N – 184 N), seguido del grupo V comprendiendo edades entre 61 a 80 años (153 N – 353 N), el grupo que mayor fuerza de masticación presento fue el grupo II que abarca edades entre 13 y 20 años (287 N – 405 N)³³.

1.5.1.2 GÉNERO

Alcantara y cols., en 2018, realizaron un estudio con el fin de determinar la correlación entre la Máxima Fuerza de Masticación (MFM) y la Eficiencia Masticatoria (EM) con respecto al tiempo y ciclos requeridos para preparar el alimento antes de su deglución, para esto contaron con una población de 31 provenientes de la región de Xochimilco (México), que se encontraban en un rango de edad de 18 a 30 años y que contaran con su dentición permanente completa. Como resultados este estudio arrojó que las mujeres presentaron una mayor eficiencia masticatoria con respecto a los hombres (54% y 47.7% respectivamente), sin embargo, los hombres presentaron una mayor fuerza máxima masticatoria (48.0 kg/f y 45.3 kg/f respectivamente)²⁴.

Así mismo, Todic y cols., en 2019, quisieron determinar si los trastornos temporomandibulares afectaban la fuerza máxima masticatoria, para esto tuvieron una población de 350 adultos jóvenes de la región de Mitrovica (Kosovo) con edades comprendidas 18 a 25 años, a los cuales se les realizó un análisis clínico funcional para detectar la presencia o no de trastornos temporomandibulares, la muestra se dividió en pacientes con trastornos temporomandibulares y pacientes sanos. Los resultados de este estudio mostraron que la fuerza máxima masticatoria disminuyó en los pacientes tanto hombre como mujeres que presentaban trastornos temporomandibulares con respecto a los pacientes sanos (mujeres con trastornos temporomandibulares 506 N - mujeres sin trastornos temporomandibulares 746 N, hombres con trastornos temporomandibulares 745 N – hombres sin trastornos temporomandibulares 939 N), de igual manera se demostró que la fuerza máxima masticatoria es mayor en los hombres

con respecto a las mujeres, independientemente de presentar o no trastornos temporomandibulares²⁷.

1.5.1.3 COMPOSICIÓN MÚSCULO-ESQUELETICA

Islam y cols., en 2017 realizaron una revisión sistemática con el fin de determinar la relación entre la corrección del prognatismo mandibular (Clase III) con los valores de fuerza de masticación, para esto realizaron una búsqueda de literatura en los cuales se incluyeron 127 de los cuales 17 fueron los elegidos para esta revisión, la población de estos estudios se encontraba en un rango de 17 a 44 años, con una disposición de 47 % mujeres y 53% hombres. En cuanto a los resultados del estudio, los valores encontrados antes de la cirugía en los 17 estudios comprendían rangos de fuerza de masticación entre los 200 y 460 N, 6 meses después de haber practicado la cirugía se reporto en 14 estudios que la fuerza de masticación aumento en un aproximado de 30% (70 a 200 N), en tres de los estudios los valores de fuerza de masticación disminuyeron en un aproximado de 20 a 70 N, posterior a esto se registro el valor dado en la ultima toma de fuerza de masticación en los que en algunos casos fue a los 6 meses y en otros al año, en esta ultima toma se reporto en el 100% de los casos que la fuerza de masticación aumento considerablemente con respecto a la fuerza de mordida prequirúrgica, obteniendo rangos entre 308 a 1500 N³⁴.

De igual manera Quiudini y cols., en 2017 realizaron un estudio con el fin de determinar cual era la magnitud de fuerza de masticación en pacientes con perfiles cráneo faciales dolicocefalo y braquiocefálico y verificar si existía diferencia entre ellos, para esto

tuvieron una población de 190 pacientes asistentes a la clínica de Ortodoncia de la Facultad Mandic de São Leopoldo (Campinas, Brasil). Al comparar los cálculos obtenidos en los dos momentos de la toma de fuerza de masticación se obtuvo como resultado que la hemicara que mayor fuerza de masticación produjo fue la izquierda en los dos grupos tanto dolicocefalo como braquiocefálico, en cuanto a que población tuvo mayor fuerza de masticación se encontró que los pacientes braquiocefálicos tuvieron una mayor fuerza con respecto a los dolicocefalos (mujeres y hombres braquiocefálicos 412.6 N y 604.6 N respectivamente - mujeres y hombres dolicocefalos 372.6 N y 499.7 N respectivamente)³⁵.

1.5.1.4 ETNIA

Regalo y cols., en 2008 realizaron un estudio para evaluar cual era la fuerza de mordida de la comunidad indígena de la aldea Xingu en Brasil con respecto a la fuerza de masticación de la población estudiantil y empleados del Colegio Ribeirão Preto de Odontología. Para este estudio tuvieron una población total de 82 personas divididas equitativamente en grupos de 41 personas para cada población de estudio. Al evaluar los resultados obtenidos se pudo observar que en la región moral la población indígena mostro mayores valores de fuerza de masticación con respecto al grupo control (molar derecho 421N, molar izquierdo 429N - molar derecho es 410N, molar izquierdo 422N respectivamente) sin embargo no se consideró una diferencias estadísticamente significativa, a diferencia de lo anterior en la zona de incisivos la población indígena también mostro valores mas altos pero en estos si se encontró diferencia

estadísticamente significativa con respecto al grupo control (194 N y 117 N respectivamente)³⁶.

De igual manera Sondang y cols., en 2003 presentaron un estudio con el fin de evaluar la correlación existente entre la fuerza máxima de masticación y la morfología craneofacial de 64 jóvenes indonesias que realizaban sus estudios en la facultad de odontología en la Universidad del norte de sumatera (Medan, Indonesia), la población tuvo un rango de edad entre 19 y 27 años y se encontraban con una oclusión normal (Clase I). Los resultados arrojaron que los participantes que poseían ciertas características como mayor altura facial posterior, un ángulo goniaco más pequeño, un maxilar más grande y una longitud posterior más recta de la base craneal generan un 52% mas de fuerza de masticación (806.2 N) que las personas que poseen rasgos o características distintas a las mencionadas anteriormente (324.8 N)³⁷.

1.5.1.5 TIPO DE ALIMENTACIÓN

Según Berkhus y col., seleccionaron dos grupos de 50 sujetos cada uno (grupo masculino y otro femenino), debían masticar cubos de cera de parafina una hora al día durante 50 días. Después de un mes la fuerza masticatoria se incrementaba en un 20 a 25% en ambos grupos. Sin embargo, luego de dos semanas del termino del experimento los valores de fuerza retornaban a sus valores iniciales. Así mismo se observa un predominio de una masticación unilateral en donde se presenta el doble de fuerza que el otro lado no predominante²¹.

1.5.1.6 GRUPOS DENTARIOS Y LADO DE MORDIDA

La fuerza masticatoria máxima presenta diferentes valores de acuerdo con la ubicación anteroposterior, la fuerza crece monótonicamente a lo largo de la arcada desde los incisivos hasta el primer molar. Se presenta con mas alto nivel del 1er molar y en menor magnitud de fuerza masticatoria a nivel de los incisivos. Esta distribución diferencial antero-posterior de la fuerza masticatoria entre ambas arcadas dentarias debido a tres factores: un factor neurofisiológico en donde las piezas anteriores presentan menores umbrales mecano-sensitivos y mayor densidad de mecanorreceptores periodontales; factor biomecánico en donde la mandíbula funciona en el plano sagital como una palanca de 3er orden. La desconexión de las piezas posteriores y la información mecano-sensitiva articular en donde ante ausencia del freno oclusal posterior durante el apriete sobre las superficies de mordida constituye el tercer factor²¹.

1.5.1.7 BRUXISMO

El bruxismo según Przystańska y cols., en 2019 se define como una actividad inusual de los músculos masticatorios que se caracteriza por apretar los dientes en un estado de inconciencia de la persona que lo padece, esta patología puede producirse en dos momentos específicos; el primero que ocurre durante el sueño (Bruxismo del sueño), el cual se caracteriza por producirse en el momento en que la persona logra conciliar por completo el sueño, el cual generalmente es durante la noche y se producen movimientos repetitivos de los músculos masticatorios rítmicos y no rítmicos que repercuten en el rechinar de los dientes, y el segundo que ocurre durante la vigilia

(Bruxismo despierto) la cual se caracteriza por el contacto repetitivo o sostenido con los dientes y / o por el refuerzo o empuje de la mandíbula³⁸.

Muñoz y cols., en 2018 realizaron un estudio con el fin de determinar la fuerza máxima de masticación en pacientes bruxomanos y no bruxomanos mediante el dispositivo T-scan II, para esto contaron con una muestra de 60 personas la cual se dividió en 30 pacientes catalogados como bruxomanos (presencia de desgaste en bordes incisales y/o caras oclusales, hipertonicidad en maseteros, presencia de dolor en músculos masetero y temporal y encuestas de personas cercanas) y pacientes no bruxomanos. Los resultados obtenidos fueron que la fuerza máxima de masticación en pacientes bruxomanos fue de $(40.47 \pm 12.89 \text{ kg/f})$, y en los no bruxomanos fue de $(46.97 \pm 14.37 \text{ kg/f})$, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre la fuerza de masticación máxima entre bruxomanos y no bruxomanos³⁹.

De igual manera Wang y cols., en 2012 realizaron un estudio para caracterizar la estabilidad oclusal en adultos jóvenes con trastornos temporomandibulares, entre los cuales consideraron al bruxismo en esta categoría, su población de estudio fueron 62 pacientes. En cuanto a los resultados se encontró, que no hubo diferencia estadísticamente significativa en cuanto al porcentaje de fuerza máxima masticatoria en pacientes con trastorno temporomandibular con respecto a los pacientes sin trastorno temporomandibular, pero si se encontró una diferencia estadísticamente significativa con respecto a la asimetría de la fuerza masticatoria bilateral, siendo el lado izquierdo el lado predominante con mayor fuerza masticatoria⁴⁰.

1.5.2 EFECTOS DE LAS FUERZAS MASTICATORIAS MÁXIMAS EN LOS DIENTES Y PERIODONTO

El comportamiento biomecánico dentro de la cavidad oral está íntimamente relacionado con la generación de estrés en las estructuras dentales, este estrés se puede presentar durante los procesos de masticación y de parafunción, en donde se pueden presentar fuerzas compresivas, de cizallamiento y de tracción, las cuales podrían ser un factor etiológico de lesiones cervicales⁶, estas sobrecargas mecánicas en la zona cervical causada por la flexión de las cúspides puede contribuir a la pérdida de tejido y provocar las lesiones anteriormente mencionadas²⁷. Dentro de estas lesiones cervicales se encuentra la abfracción, la cual es definida como la pérdida patológica de la sustancia dura de diente causada por fuerzas de cargas biomecánica⁴¹. En este proceso describe que las fuerzas oclusales crean tensiones en el esmalte y la dentina a lo largo del área cervical⁴².

La fuerza lateral produce una tensión de compresión en el lado hacia el cual se dobla el diente y la tensión de tracción están en el otro lado, estas tensiones crean microfracturas en el esmalte o la dentina en la región cervical, estas microfracturas se propagan en una dirección perpendicular al eje largo del diente, lo que lleva a un defecto localizado alrededor de la unión amelocemental⁴³ (Figura 2).

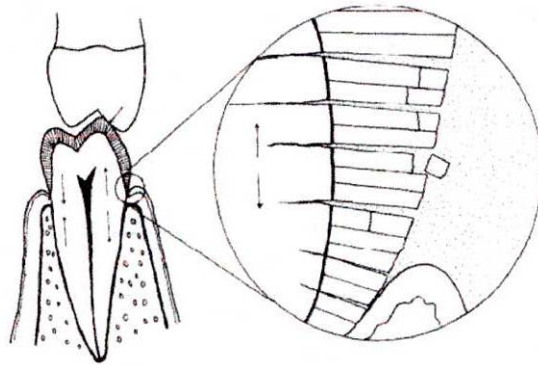


Figura 2. Las fuerzas laterales crean regiones cervicales de tensión y compresión.

Fuente: Lee W, Eakle W. Possible role of tensile stress in the etiology of cervical erosive lesions of the teeth. J prosthet dent 1984; 52(3): 374-380

Estas lesiones abfractivas clínicamente tienen forma de cuña profunda con estrías y grietas, pueden presentarse en un grupo dentario, pero generalmente se ubica en la pieza dentaria que está sometida al proceso de flexión⁴⁴ (Figura 3).



Figura 3. Vista clínica de las lesiones de abfracción. Fuente: Grippo J. Abfractions: a new classification of hard tissue of teeth. J Esthetic dent 1991; 3(1): 14-19

La reacción de los tejidos a todas estas fuerzas excesivas está directamente relacionada con la magnitud y esta se va a representar en alteraciones vasculares, del tejido conectivo y en la reabsorción ósea²⁶.

Cuando las fuerzas se aplican en los premolares superiores existe también una estrecha relación con las lesiones cervicales no cariosas, entre ellas la abfracción, debido a que se producen concentraciones de fuerza alrededor de la cresta alveolar²⁸.

Rees y col. reportan que las lesiones de abfracción se encuentran con mayor frecuencia en las superficies vestibulares de los incisivos superiores, seguidos de los premolares y son menos comunes en los caninos⁴⁵. La variación en la prevalencia de las lesiones de abfracción entre los tipos de dientes pueden estar relacionado con el área del ligamento periodontal y la movilidad que se presenta durante la carga⁴⁶.

1.5.3 DISPOSITIVOS DE MEDICIÓN DE LAS FUERZAS MASTICATORIAS

El funcionamiento de los dispositivos modernos está basado en la utilización de sensores o transductores de fuerza y en la acción de resistencias eléctricas, los hay sumamente delgados para obtener medidas en una posición lo más cercana posible a la posición natural intercuspídea⁴⁷. Al cargar, estas placas metálicas se deforman, por lo que su resistencia cambia, lo que a su vez da como resultado un cambio en el potencial eléctrico o el voltaje. Este cambio de voltaje puede calibrarse con un peso conocido para indicar la carga aplicada.; 2. Transductores piezoeléctricos: Cuando se somete a la fuerza, cierto material cristalino (por ejemplo, cuarzo) produce cargas en su superficie que es directamente proporcional a la tasa de cambio de esa fuerza. Estos cristales se

denominan cristales piezoeléctricos; 3. Transductores de presión: Los transductores de presión consisten en una cámara llena de un fluido o aire. Cuando se somete a la fuerza, aumenta la presión dentro de la cámara. Este aumento de presión puede transmitirse al manómetro para medir. Según el contenido de la cámara, los transductores de presión pueden ser de dos tipos: neumáticos (el aire es el medio) e hidráulicos (el líquido es el medio). Algunos de los dispositivos para medición de fuerzas masticatorias disponibles comercialmente se describen en la (Tabla 2) ⁸

Tabla 2: Dispositivos para medir fuerzas masticatorias

NOMBRE DE DISPOSITIVO	MARCA – PAIS	UNIDAD DE MEDIDA	COMPOSICIÓN	MECANISMO DE ACCIÓN
Dentoforce 2	ITL AB, Sollentuna, Suecia	Newtons (N)	Es un dispositivo que tiene una horquilla metálica provista de un transductor de galgas extensométricas cubierta por una goma suave, que se puede colocar en la región interoclusal y sobre la cual los sujetos pueden morder.	Puede mostrar los valores mínimos y máximos durante la medición, así como también puede mostrar una lectura instantánea durante la mordida.
IDDK	Kratos, Cotia, São Paulo, Brasil	Newtons (N) o kilogramos (kg)	Se compone de un tenedor de mordida compuesto por dos barras de metal con discos de plástico	El dispositivo tiene una tecla "set-zero" que ayuda en el control exacto de los valores

			como cubierta exterior sobre la cual los sujetos pueden morder, conectado a una pantalla digital con un cable.	obtenidos. También registra el valor máximo que ayuda a recodificar el valor máximo obtenido incluso después de quitar la carga.
GM10	Nagano Keiki, Japón	Newtons (N)	Consiste en un medidor de presión hidráulica con un elemento de mordida hecho de un material de vinilo, encerrado en un tubo de polietileno llamado tapa oclusal desechable. Tiene 17 mm de ancho, 5,4 mm de altura y 63,5 mm de longitud	Medición digital instantánea de la fuerza de mordida, ya que se calcula y se muestra digitalmente en Newtons; se puede medir unilateral o bilateralmente.
Sistema T-Scan	Tekscan, Inc., South Boston, MA	Newtons (N)	El modelo más nuevo (es decir, T-Scan III) utiliza un sensor reutilizable ultrafino (0.004 pulgadas, 0.1 mm) que tiene la forma para adaptarse al arco dental.	Su sensor delgado puede evaluar la fuerza de mordida y el área de contacto oclusal en la posición intercuspal.
Sistema de	GC Co.	Newtons (N)	La película es una lámina en forma de herradura sensible a la presión diseñada para registrar la fuerza de mordida de	Los sujetos deben estar sentados con la cabeza erguida y en una posición natural. La lamina se debe colocar en la boca del

preescala	Ltd, Japón		la dentición completa	paciente para que la línea media del arco coincida con la línea media de la lámina. Seguido de un apriete máximo en los arcos dentales maxilar y mandibular con fuerza máxima durante 3 segundos, 5 segundos o 10 segundos.
MPX 5700	Motorola, SPS, Austin, TX, EE. UU	Kilopascales (kPa)	En este sistema, un tubo (7 mm de diámetro) y el sensor están conectados a un convertidor analógico a digital.	Este tubo debe colocarse interoclusalmente y luego se le pide al sujeto que lo muerda.
FSR No. 151	Interlink Electronic s Inc., Camarillo, CA, EE. UU.	Kilogramos (kg)	Se compone de dos láminas termoplásticas; la lámina inferior se deposita con dos electrodos interdigitados conductores y la lámina superior se recubre con una tinta de polieterimida semiconductor	Se colocan las láminas interoclusalmente y se le pide al sujeto que muerda.
MPM -3000	Nihon, Koudenshi Co, Tokio	Kilogramos (kg)	El dispositivo incluye un multímetro digital MPM -3000 (Nihon Koudenshi Co,	El bloque debe colocarse en la superficie oclusal de los dientes y

			Tokio) y un transductor de fuerza oclusal. Tiene una placa de 17 mm de diámetro en el extremo y un bloque de 1 mm de alto y 3 mm de diámetro ubicado en el centro.	luego se le pide al sujeto que muerda el bloque, mientras que las lecturas digitales máximas se medirán y mostrarán en kg.
Flexiforce	Tekscan, South Boston, MA, EE. UU.	Newtons (N)	Su aparato consta de dos partes; una celda de carga piezoresistiva y un dispositivo electrónico para detectar los cambios en la resistencia del sensor.	Para registrar la fuerza de la mordida en sujetos humanos, deben estar sentados en posición vertical sin apoyo para la cabeza y con el plano de Frankfort casi paralelo al piso y los pies apoyados en el piso.

1.5.3.1 SISTEMA T-SCAN

El equipo T-Scan original fue inventado por el Dr. William Maness en 1987 en la Universidad de Tufts (Medford/Somerville, Boston, Massachusetts, EE. UU.). Este dispositivo se diseñó para medir fuerzas relativas de mordida. Su principal característica es que son sensores delgados que recolectan y digitalizan la distribución de la presión. Su aplicación en odontología abarca áreas como la rehabilitación, la ortodoncia y la oclusión, Los sensores son versátiles y de gran resolución, su espesor es de 100 micras y se define como una lámina táctil flexible que en su exterior está cubierta por poliéster

que permite su uso intraoral en humanos; en su interior tiene una configuración de unidades de celdas de carga y estas captan las presiones, son electrodos distribuidos en forma de patrones en columnas y filas que crean una célula sensible y tienen un rango de presión de 0 a 175 MPa, sus fabricantes afirman que puede realizar las siguientes acciones diagnosticas: Valoración de las fuerzas oclusales relativas, Registro de datos, Determinación de contactos prematuros, estudio y manejo del equilibrio oclusal en pacientes con dentición natural con rehabilitaciones de coronas completas o restauraciones sobre implantes, Herramienta de educación para el paciente, manejo de las fuerzas oclusales en pacientes periodontales, aplicación en desórdenes temporomandibulares⁴⁸.

2. ASPECTOS METODOLÓGICOS

2.1 MATERIALES Y MÉTODOS

2.1.1 PREGUNTA PICO

P: Pacientes con dentición natural permanente

I: Dispositivo T- SCAN

C: Otros dispositivos de medición

O: Fuerza masticatoria máxima

¿Cuál es la fuerza masticatoria máxima en pacientes con dentición natural permanente comparando diferentes dispositivos de medición?

KEY WORDS

QUIÉN	QUÉ	CON QUÉ	PARA QUÉ
Adults	T-Scan	Bite devices	Occlusal forcé
Adult	System T-Scan	Force measurements systems	Bite forcé
Elderly			Chewing forcé
Young			Masticatory forcé
			Maximun forcé

2.1.2 CRITERIOS DE SELECCIÓN

- **CRITERIOS DE INCLUSIÓN**

- Artículos en inglés, español y portugués
- Estudios sin restricción de año
- Estudios que incluyan pacientes con dentición natural permanente
- Estudios que expliquen el funcionamiento de los dispositivos de medición

- **CRITERIOS DE EXCLUSIÓN**

- Reporte de estudios en donde se presente un tamaño de muestra menor a 20 personas
- Estudios donde en los resultados no se especifique la fuerza masticatoria máxima voluntaria y funcional
- Estudios que no describen la magnitud de fuerzas en unidades de medida Newton o kilogramo fuerza
- Estudios que describan la fuerza mediante dispositivos de actividad neuronal

P	I y C	O
"Adult"	T-Scan	Occlusal force
"Adults"	System T-Scan	"Bite force"
Young	Bite devices	Chewing force
Elderly	Force measurement system	Masticatory Force
	Bite force recording device	Magnitude force

2.1.3 BUSQUEDA EN BASES DE DATOS

BÚSQUEDA EN PUBMED

Estrategia de búsqueda	Resultados
P	
#1 "Adult" (Termino mesh)	5.632.579
#2 "Adults" (Termino mesh)	572.435
#3 Young	1.358.375
#4 Elderly	5.424.804
#1 OR #2 OR #3 OR #4	8.354.704

I y C	
# 6 T-Scan	481
#7 System T-Scan	157
#8 Bite devices	5.959
#9 force measurement system	21.313
#10 bite force recording device	540
#6 OR #7 OR #8 OR #9 OR #10	27.490
O	
#12 Occlusal force	5.835
#13 "bite force" (Termino mesh)	4.509
#14 Chewing force	2.395
#15 Masticatory force	5.453
#16 Magnitude force	14.380
#12 OR #13 OR #14 OR #15 OR #16	20.970
BÚSQUEDA FINAL	
((("Bite Force"[Mesh]) OR ("masticatory force"))AND ((devices) OR (gnathodynamometer))) NOT ("Dental Implants"[Mesh])	128

BÚSQUEDA GOOGLE SCHOLAR

Estrategia de búsqueda	Resultados
#1 "bite force measurement" + "gnathodynamometer"	80
BÚSQUEDA FINAL	
Total	80

BÚSQUEDA EN BASE DE DATOS LILACS

Estrategia de búsqueda	Resultados
#1 Fuerza masticatoria máxima	3
#2 Fuerza oclusal máxima	30
#3 Fuerza de mordida máxima	31
BÚSQUEDA FINAL	
Total	64

BÚSQUEDA BASE DE DATOS SCOPUS

Estrategia de búsqueda	Resultados
#1 (“Bite force” OR “masticatory force” OR “occlusal force”) AND (devices)	548
BÚSQUEDA FINAL	
Total	548

BÚSQUEDA EN EMBASE

Estrategia de búsqueda	Resultados
P	
#1 “Adult”	9.247.797
#2 “Adults”	766.097
#3 Young	1.222.428
#4 Elderly	560.351
#1 OR #2 OR #3 OR #4	9.964.234
I y C	
# 6 T-Scan	606
#7 System T-Scan	7
#8 Bite devices	1
#9 force measurement system	100

#10 bite force recording device	0
#6 OR #7 OR #8 OR #9 OR #10	707
0	
#12 Occlusal force	708
#13 "bite force"	1.556
#14 Chewing force	49
#15 Masticatory force	160
#16 Magnitude force	15
#12 OR #13 OR #14 OR #15 OR #16	2.380
BÚSQUEDA FINAL	
#5 AND #11 AND #17	38

DESENLACES PRIMARIOS

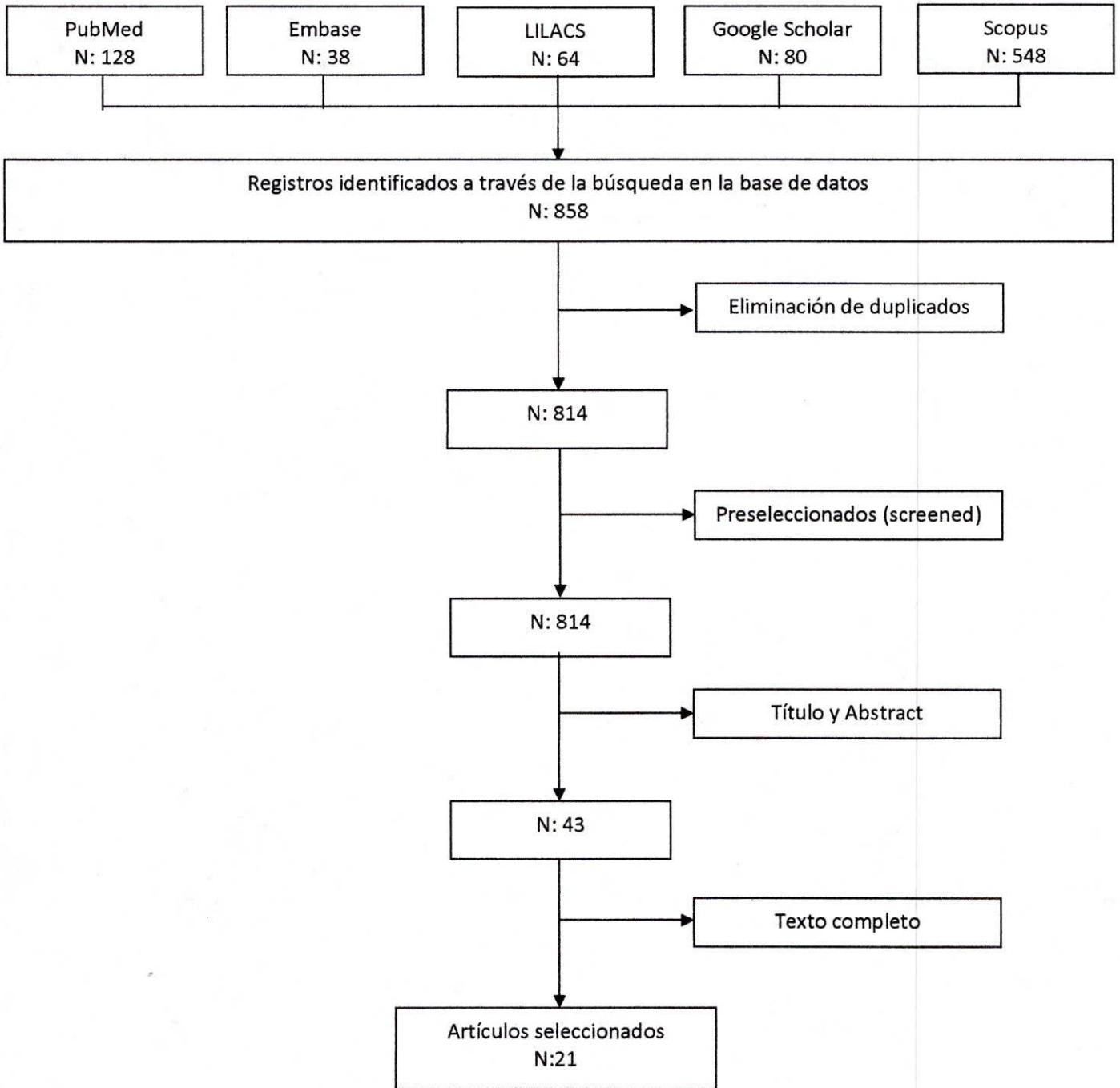
- Definir la fuerza máxima de masticación voluntaria en adultos con dentición natural
- Describir los diferentes dispositivos disponibles para medir fuerza masticatoria

DESENLACE SECUNDARIO

- Describir cual es la fuerza máxima de masticación teniendo en cuenta factores como la edad, genero, etnia, bruxismo de vigilia y bruxismo del sueño

- Describir los efectos que tiene la fuerza máxima de masticación en los tejidos periodontales
- Definir características, ventajas y desventajas de los dispositivos disponibles para medir la fuerza máxima masticatoria

FLUJOGRAMA DE TRABAJO



3. RESULTADOS

Se seleccionaron 21 artículos que cumplieron con los criterios de inclusión, de los cuales 11 son ensayos clínicos, 1 es una tesis de grado doctoral, 2 son casos y controles y 7 son estudios de corte transversal. De los estudios seleccionados 8 midieron fuerza masticatoria máxima en dientes anteriores y 21 en dientes posteriores; adicionalmente, 6 usaron gnatodinamómetro digital, 4 el sistema T- scan, 2 con dispositivo de presión hidráulico (GM-10), 1 el sistema Prescale dental, 6 con sensor eléctrico (Flexidone) y 2 transductores de fuerzas con galgas extensométricas. (Tabla 3)

Tabla 3. Tabla de resumen de resultados

ID	Autor y año	Tipo de estudio	Objetivos	Tamaño de muestra	Resultados y conclusiones
1	Manoj y cols.2018 ⁴⁹	Ensayo clínico	Evaluar las fuerzas de mordida en un grupo de jóvenes sanos con dentición permanente completa, así como la eficiencia de mordida entre las diferentes regiones de la boca y el sexo de los individuos.	110 jóvenes sanos entre las edades de 19 a 35 años, 75 mujeres y 35 hombres.	- Hombres: MVBF de 17.62 ± 5.13 kg (incisivos), 46.38 ± 13.33 kg (PM derecho) y $49,10 \pm 15,16$ kg (PM izquierdo) - Mujeres: MVBF de 9.51 ± 4.28 kg (incisivos), 34.87 ± 7.31 kg (PM derecho) y 35.94 ± 7.86 kg (PM izquierdo). MVBF es

					significativamente mayor en hombres que en mujeres y se generan fuerzas significativamente mayores en la región molar con distribución simétrica entre el lado derecho e izquierdo del arco.
2	Koç D. y cols. 2011 ⁵⁰	Ensayo clínico	Determinar la fuerza de mordida máxima media en individuos con oclusión normal y examinar el efecto del sexo, dimensiones faciales, IMC, tipo de oclusión funcional y equilibrando las interferencias laterales	34 individuos entre los 19-20 años: 17 hombres y 17 mujeres	La fuerza de mordida es significativamente mayor en hombres que en mujeres, en los hombres mostraron correlación en la fuerza de mordida en las dimensiones faciales y no hubo correlación estadísticamente significativa en la IMC y tipo de oclusión funcional equilibrada. Los datos sugieren que la fuerza de mordida se ve afectada por el género y los demás factores no influenciaron en la fuerza de mordida.
3	Pizolato	Casos y	Evaluar la fuerza	- Grupo I: adultos	Las mujeres que

	R. y cols. 2007 ⁵¹	controles	máxima de mordida en presencia de trastornos temporomandibulares (TMD) y bruxismo en adultos jóvenes.	entre los 19 y 31 años con TMD y bruxismo (12 mujeres y 7 hombres) - Grupo control: 19 adultos sanos entre los 19 y 31 años	presentaban TMDB presentaron valores mas bajos en la MBF en comparación con los presentados en los hombres TMDB y en el grupo control. Se concluyó que la MBF se redujo en las mujeres con TMDB ya que presentaban mas signos y síntomas, los hombres presentaron valores de MBF más altos que las mujeres, pero el TMD y el bruxismo no disminuyeron la MBF.
4	Takaki, P. Y cols. 2014 ³²	Ensayo clínico	Analizar la fuerza máxima de mordida (MBF) de los sujetos de acuerdo con el grupo de edad.	100 individuos divididos en grupos según la edad y sexo.	Hasta el final de la adolescencia, se observó una disminución de la MBF en ambos sexos, la fuerza masculina fue mayor que la fuerza femenina. En los adultos jóvenes, la fuerza femenina se hizo mayor que la de los hombres, luego disminuyó en

					la edad adulta. No hubo correlación entre MBF e IMC.
5	Calderon PS. Y cols. 2006 ⁵²	Ensayo clínico	Evaluar la influencia del genero y el bruxismo en la fuerza máxima de mordida	118 individuos - Grupo I: no mujeres bruxistas - Grupo II: no hombres bruxistas - Grupo III: mueres bruxistas - Grupo IV: hombres bruxistas	- Mujeres no bruxista: fuerza de mordida más alto es de 834.6 N y el más bajo de 165.7 N - Hombres no bruxista: fuerza de mordida más alto es de 893.4 N y el más bajo 337.4 N - Mujeres bruxistas: valor más alto 656.1 N y el más bajo de 108.9 N - Hombres bruxistas: valor más alto 999.3 N y el valor más bajo 262.8 N
6	Chimendes LH. 2013 ⁵³	Tesis de grado doctorado	Construir un gnatodinamómetro con interfaz de computadora para analizar y comparar la fuerza de los músculos de la masticación para medir la fuerza de mordida en la región de los incisivos.	- Grupo I: 5 mujeres y 5 hombres entre los 20 y 60 años con cualquier trastorno temporomandibular - Grupo II: 5 mujeres y 5 hombres entre los 20 y 60 años sin síntomas de	La fuerza de mordida para el primer grupo fue de 137.82N para las mujeres y 190.67N para los hombres y para el segundo grupo fue de 196.91N para las mujeres y 239.53N para los hombres. Los individuos sanos tienen un

				trastorno temporomandibular	valor medio de mayor fuerza de mordida en relación con TMD, los hombres tienen una fuerza de mordida promedio más alta en comparación con las mujeres.
7	Amid R. y cols. 2018 ⁵⁴	Ensayo clínico	Diseñar, fabricar y utilizar un circuito eléctrico simple portátil y eficiente para medicar de manera confiable y reproducible la carga masticatoria.	50 mujeres y 50 hombres entre los 20-58 años de edad. 100 sujetos	La fuerza máxima a masticatoria del lado derecho en hombres fue de 636.5 N y en las mujeres de 484.8N. Y para el lado izquierdo en hombres fue de 625.5N y en mujeres de 480.4N. Las fuerzas masticatorias bilaterales en las zonas posteriores eran más altas que las fuerzas unilaterales y las de las regiones anteriores. Los diferentes patrones craneofaciales no causaron diferencias en las fuerzas masticatorias máximas y los hombres tenían una

					fuerza masticatoria mayor que las mujeres.
8	Curiqueo A. y cols. 2015 ⁵⁵	Ensayo clínico	Obtener datos reales sobre la fuerza masticatoria máxima funcional a nivel molar, premolar, canino e incisivo en adultos jóvenes.	25 mujeres y 25 hombres entre los 18 y 25 años	<p>Hombres: molar derecho 705.40 N, izquierdo 690.72N. PM derecho 522.96N, izquierdo 510.24N. Canino derecho 347.72N, izquierdo 297.08N. Incisivo 220.24N</p> <p>Mujeres: molar derecho 475.64N, izquierdo 457.40N. PM derecho 434.00N, izquierdo 429.28N. Canino derecho 242.28N, izquierdo 221.76N. Incisivo 174.6N.</p> <p>Se presentaron diferencias significativas en FMMF entre ambos sexos en las diferentes regiones, los mayores valores en hombres en la región molar.</p>
9	Santos A y Silva C. 2013 ⁵⁶	Ensayo clínico	Analizar la fuerza de mordida de pacientes candidatos a gastroplastia	23 mujeres y 16 hombre entre los 26 y 27 años 39 pacientes	Fuerza de mordida anterior en promedio 9.1kg, lateral izquierdo 16.3 kg y lateral

					derecho 14.0 kg. La fuerza de mordida fue menor a la descrita para la población general y el sexo no fue una variable para ello.
1 0	Karakis D y Dogan A. ⁵⁷	Ensayo clínico	Evaluar la contribución relativa de la actividad del bruxismo a la morfología craneofacial de pacientes bruxistas con signos y síntomas del trastorno temporomandibular (TMD), y también para comparar la fuerza máxima de mordida entre bruxistas y no bruxistas según el género.	14 estudiantes con bruxismo y 14 estudiantes sin bruxismo.	Se encontró la fuerza de mordida máxima media 43,83 y 33,62 kg para hombres bruxistas y mujeres, respectivamente. No hubo significantes diferentes valores de fuerza de mordida entre mujeres bruxistas y no bruxistas (P50.736, P.0.05), mientras que los hombres con bruxismo revelaron resultados estadísticamente significativos, valores de fuerza de mordida más altos que los sujetos no bruxistas
1 1	Rane V y cols. 2016 ⁵⁸	Estudio de corte transversal	Evaluar la fuerza máxima de mordida voluntaria (MVDF) en la	20 hombres y 2 mujeres (14 pacientes entre los 20 y 30 años, 3 pacientes entre	En el grupo control la media en hombres fue entre 11.57kg y 51.64kg. Y en mujeres fue de

			<p>población india con oclusión normal y después del tratamiento de fractura del ángulo mandibular.</p>	<p>30 y 40 años y 5 pacientes entre 40 y 60 años)</p> <p>22 pacientes</p>	<p>10.03kg a 34.67kg.</p> <p>En el grupo tratante en hombres en la primera semana fue de 3.22kg y en mujeres de 3.13kg. Y en la semana 12 en hombres fue de 27.79kg y en mujeres de 26.00kg.</p> <p>La diferencia de genero fue estadísticamente significativa en hombres y mujeres.</p>
1 2	Campiño y cols. 2019 ⁵⁹	Ensayo clínico	<p>El objetivo fue analizar la evidencia disponible para la asociación entre fuerzas oclusales traumáticas y periodontitis.</p>	<p>14 artículos de texto completo</p>	<p>Los estudios transversales informaron una asociación significativa entre las discrepancias oclusales y la profundidad de sondaje y el nivel de inserción clínica. Sin embargo, la magnitud del efecto es insignificante cuando se comparan grupos con y sin discrepancias oclusales. Los estudios de intervención informaron un</p>

					efecto mínimo sobre la profundidad de sondaje y el nivel de inserción clínica después del ajuste oclusal en pacientes con periodontitis en comparación con los dientes sin ajuste oclusal.
1 3	Gonçalves T y cols. 2011 ⁶⁰	Estudio de corte transversal	Investigar el papel de la fluctuación de las hormonas sexuales en la fuerza oclusal máxima en mujeres sanas.	60 mujeres entre los 23 y 27 años	La MOF en el primer ciclo en fase menstrual fue de 460.54N, en la fase folicular de 475.44N, fase ovulatoria de 513.59N y fase luterar de 461.41N. en el segundo ciclo en fase menstrual fue de 459.56N, fase folicular de 464.85N, fase ovulatoria de 485.94N y fase luterar de 439.35N. Y en el tercer ciclo en la fase menstrual fue de 444.26N, fase folicular de 470.93N, fase ovulatoria de 476.62N y fase luterar de 431.90N.

					Las fluctuaciones hormonales durante el ciclo menstrual no afectan la MOF de una muestra de mujeres sanas.
1 4	Pereira T y cols. 2007 ⁶¹	Estudio de corte transversal	Medir la máxima fuerza de mordida en la región molar e incisiva entre sujetos con y sin signos y síntomas de trastornos temporomandibulares.	160 adultos con dentición natural. Entre 25 y 30 años.	Los resultados del estudio arrojaron valores en mujeres con y sin trastornos temporomandibulares (417 N – 390 N segmento posterior y 142 N – 129 N respectivamente en segmento anterior) y en hombres con y sin trastornos temporomandibulares (645 N – 607 N segmento posterior y 227 N y 177 N segmento anterior respectivamente). El estudio concluyo que la fuerza de mordida no fue afectada por trastornos temporomandibulares.
1 5	Abu Alhaija E. y cols. 2010 ²⁰	Estudio de corte transversal	Registrar la fuerza máxima de mordida oclusal (MBF) en estudiantes jordanos con tres	60 hombres y 60 mujeres con dentición natural	La MBF promedio en los adultos jordanos fue 573,42 ± 140,18 N. Los que tenían una cara corta tenían la

			tipos de rostro diferente: corto, medio y largo.		<p>mayor MBF (679,60 ± 117,46 N), mientras que los tipos de cara larga tenían la MBF más baja (453,57 ± 98,30 N)</p> <p>La MBF difirió significativamente entre sujetos con diferentes morfologías faciales verticales. La cara corta tuvo la MBF más alta de 680 N, el tipo de cara larga el MBF más bajo de 454 N, y el tipo de cara promedio ancha MBF de 593 N.</p>
1 6	Jansen van Vuuren L. y cols. 2020 ⁶²	Ensayo clínico	Medir la carga entre dos dientes opuestos directamente por medio de transductores de galgas extensométricas.	40 adultos con dentición natural	<p>En los resultados del presente estudio se generaron 211 mediciones de fuerza de mordida máxima con este dispositivo en premolares y molares y se registraron valores entre 83,9 N hasta 1642,8 N, siendo la media 430,4 N.</p> <p>Se concluyó que este dispositivo debido a su tamaño</p>

					y facilidad de uso puede ser de gran ayuda para registrar la fuerza de mordida máxima voluntaria, además demostró una adecuada precisión en la medición de estos valores.
1 7	Iwase M y cols. 2006 ⁶³	Casos y controles	Evaluar la fuerza de mordida, el área de contacto oclusal y eficiencia masticatoria antes y después de la osteotomía sagital de la rama mandibular en pacientes con prognatismo mandibular.	27 individuos con prognatismo mandibular (10 hombres – 17 mujeres) y 27 individuos control (10 hombres – 17 mujeres)	Tanto la fuerza de mordida como el área de contacto oclusal de los pacientes antes de la cirugía fueron significativamente menores que los de los controles, aunque los tres los parámetros habían mejorado después de la cirugía ortognática, la fuerza de mordida y oclusal el área de contacto no alcanzó los valores de los controles en los 2 años posteriores a la operación (sujetos control 1500 N – sujetos después de la cirugía ortognática 1000 N).
1	Apostolov	Estudio	Medir la fuerza	80 estudiantes	Los resultados de

8	N y cols. 2014 ⁶⁴	de corte transversal	máxima de mordida (MBF) en la dentición natural con la ayuda de un dispositivo de medición de fuerza: gnatodinamómetro, diseñado y construido especialmente para el propósito del estudio	de odontología (35 hombres y 45 mujeres)	<p>estudio arrojaron que la fuerza máxima de mordida fue mayor en los estudiantes varones (522 N hombres – 441 N mujeres), que en los dos géneros la fuerza máxima de mordida es mayor en la zona distal en comparación con la fuerza máxima de mordida en la región de centrales (130 N centrales hombres, 98 N mujeres – 353 N hombres, 218 N mujeres en posteriores).</p> <p>El estudio concluye que la fuerza máxima de mordida en los hombres es mayor que en las mujeres. Los valores en el área de los molares izquierdos y derechos son casi iguales, mientras que los valores en las regiones molares son aproximadamente 3 veces mayores que</p>
---	------------------------------	----------------------	---	--	--

					los de la región anterior.
19	Wang X y cols. 2013 ⁶⁵	Estudio de corte transversal	Registrar simultáneamente la fuerza de mordida, contactos oclusales y actividad electromiográfica de los músculos que cierran la mandíbula.	16 hombres con al menos 28 dientes permanentes y relación molar clase I	Se concluye por medio del método simultáneo de sistemas de registro para contactos oclusales, mordida fuerza y señales electromiográficas, que la máxima de fuerza de mordida podría lograrse con un submáximo nivel de actividad electromiográfica del músculo de cierre de la mandíbula en el relación intercuspil máxima bien equilibrada con el número máximo de contactos oclusales.
20	Zhou S y cols. 2017 ⁶⁶	Estudio de corte transversal	Determinar la asociación de fuerza máxima oclusal (HOF) con los signos de traumatismos oclusales y afecciones periodontales en pacientes con periodontitis.	30 pacientes adultos con periodontitis crónica no tratada.	Los resultados del estudio arrojaron una media en valores de HOF en intercuspilación máxima, excursión lateral y protrusión utilizando el sistema T-Scan II los cuales fueron 89,5 N, 92,3 N y 90,7 N respectivamente. Los dientes que

					<p>presentaron mayor HOF fueron los molares en los cuales se presenta mayor incidencia de bolsas periodontales e índice de sangrado, así mismo se observe mayor ensanchamiento del espacio del ligamento periodontal en molares inferiores y mayor movilidad en molares superiores.</p> <p>El estudio concluye que los dientes posteriores con HOF en sujetos con periodontitis crónica puede reflejar afecciones periodontales asociadas a traumatismos oclusales que probablemente podrían aumentar el riesgo de una mayor destrucción periodontal.</p>
2 1	Romeed y cols. 2012 ⁶⁷		El propósito de este estudio fue investigar por medios del	Un diente canino superior humano, que fue extraído por motivos de	Se encontró que las tensiones se concentraron en la UAC en todos los

			<p>análisis tridimensional de elementos finitos (3D-FEA) biomecánica de las lesiones por abfracción en los caninos superiores bajo diferentes condiciones de carga.</p>	<p>ortodoncia, escaneado en un escáner de tomografía microcomputado (μCT) (Skyscan, Kontich, Bélgica)</p>	<p>escenarios, seguido del tejido representativo de la dentina. La carga lateral produjo tensiones máximas mayores que las cargas axiales, y los tejidos pulpares, sin embargo, experimentaron niveles mínimos de tensiones.</p>
--	--	--	---	--	--

4. DISCUSIÓN

4.1 Dispositivos de medición de magnitud de FMM

La fuerza masticatoria ha sido medida bajo diferentes métodos y bajo una gran variedad de dispositivos de registro. Es importante mencionar que hay gran variedad de dispositivos, pero no se tiene una clasificación precisa entre ellos, sin embargo, se distinguen principalmente 2 tipos de gnatodinamómetros:

- Basados en cambios de presión hidráulica: dispositivo digital compacto, el cual en su interior presenta un canal que permite la entrada y salida de líquido contenido en el dispositivo. Cuando el paciente muerde el fluido se desplaza por el canal, y se generan cambios de presión hidráulica, los cuales son captados por un manómetro también incorporado en el sistema. En el pequeño lapso de mordida, se registran 10 valores los cuales se promedian; y la fuerza masticatoria es la media de estos valores.
- Basados en transducción de tensión: consiste en dos platinas metálicas de mordida, las cuales se ubican entre ambas arcadas dentarias. La fuerza de mordida desarrollada entre ambas platinas es transmitida a un transductor de tensión, de tal forma que la fuerza es registrada mediante los cambios en la resistencia eléctrica de este. Es el gnatodinamómetro de mayor uso en las investigaciones.

De acuerdo con el análisis de los diferentes dispositivos, es posible afirmar que la FMM depende en gran parte del método de medición empleado²¹.

Los dispositivos de uso frecuente para medir fuerza masticatoria reciben el nombre de gnatomómetros, existen tres tipos de estos dispositivos entre los cuales encontramos: mecánico, este es el primer diseño de estos equipos el cual basa su funcionamiento en la elasticidad dada por un resorte, que presenta en sus dos extremos una punta, una de ellas va conectada directamente al equipo y la otra va estrechamente ligada al individuo que ejerce la fuerza. Hidráulico; estos manejan en su interior fluidos que hacen una contrafuerza a la presión ejercida en la oclusión. Y por último el digital, el cual en la actualidad es el más utilizado, este es de gran precisión y puede dar sus valores directamente en el dispositivo o por medio de una conexión a un software, un ejemplo de este dispositivo es el T- Scan el cual utiliza unas laminas delgadas que son sensibles a la presión el cual permite registrar la fuerza oclusal de los contactos en máxima intercuspidad, contactos prematuros, movimientos de lateralidad, protrusión y contactos de sobrecarga, este dispositivo está ligado a un software que registra los valores en una pantalla. Los valores de las fuerzas masticatorias dadas por estos equipos se darán en libras, Kg/fuerza o en Newtons.

Tabla 4. Dispositivos de medición de FMM y sus características

DISPOSITIVO	MARCA	CARACTERÍSTICAS
GNATOMÓMETRO DIGITAL	Kratos Industrial Equipment Ltd., SP, Brasil,	Dispositivo que genera valores de la fuerza de mordida en Kg/f, N y lb/f. Para ello se sirve de una galga extensométrica la cual calcula la fuerza de mordida al cerrar los maxilares y una estructura de viga en voladizo la cual funciona como base o

		apoyo
T-SCAN III	Tekscan Inc	Dispositivo que utiliza láminas delgadas sensibles a la presión ejercida para registrar la fuerza oclusal de contactos en máxima intercuspidadación, graba la secuencia de aparición en el tiempo de estos, registra movimientos de lateralidad y protrusión, también contactos prematuros en oclusión céntrica, contactos en desbalance céntrico, excéntrico y contactos con sobrecarga, este se interconecta directamente a un software el cual por medio de una pantalla genera los datos analizados
MIOTOOL 200/400	Miotec	Dispositivo que por medio de accesorio USB como el sensor SDS 1000 refleja por medio de una pantalla los valores de activación motora y relajación muscular, puntos máximos de mordida al contraer los músculos faciales
MEDIDOR DE FUERZA OCLUSAL GM10	Nagano Keiki	Medidor de fuerza portátil que consiste en un manómetro hidráulico y un elemento de mordida hecho de un material de vinilo encerrado en un tubo de polietileno
SISTEMA DENTAL PRESCALE TIPO 50H	Occluzer FDP 703, Fuji Photo film Co, Tokio, Japón	Compuesto por una computadora Apple Macintosh personal con una carpeta especial y un software. Compuesto de una lamina
TRANSDUCTOR DE GALGAS EXTENSOMÉTRICA	Analog and Digital Instrumentation, Artech	Fabricado con un sensor de mordida de acero inoxidable de 5 mm x 10 mm de ancho y un indicador de carga

	Transducers Pvt., Ltd.	digital basado en microcontrolador
TRANSDUCTOR DE FUERZA EN MINIATURA MODELO VLPB	Load Cell Central, Monroeton, PA, EE. UU.	Carcasas de acero inoxidable con altura de 4 mm y un diámetro de 12 mm, se obtiene la medida en kg.
GNATODINAMÓMETRO CON DOS GALGAS EXTENSOMÉTRICAS KFG -1-D16-11	Kyowa Electronic Instruments CO., LTD., Tokio, Japón	Presentaba 10 mm de altura y 10 mm de diámetro, registraba la fuerza en kg
SENSOR DE FUERZA FlexiForce® A201	Tekscan, South Boston, Maryland, EE. UU.	De 0,2 mm de espesor con un área de detección circular de 9,53 mm de diámetro. Las tiras de metal y el sensor estaban rodeados por una cubierta de espuma suave para permitir que los sujetos ejercieran la máxima fuerza sin restricción.
SENSOR DE FUERZA FlexiForce® A401	Tekscan Inc., South Boston, USA	Este sensor es capaz de medir todo tipo de cargas y, por lo tanto, se considera como un medidor de tensión (para medir las cargas de flexión del sensor) y también como una celda de carga (para medir cargas verticales, Por lo tanto, puede absorber todo tipo de cargas aplicadas desde los dientes al sensor durante la masticación y muestra interacciones cuantitativamente en Newton (N).

Dentro de las desventajas entre los dispositivos anteriormente mencionados es que los sistemas digitales necesitan de un computador con software para su uso, algunos dispositivos necesitan de una posición específica del paciente para poder establecer la

medida de FMM, no todos los dispositivos dan los valores de las FMM en Newton algunos los dan en Kg/f por lo que es necesario hacer la conversión para poder llegar a un consenso o promedio en general de todos los valores determinados. Y dentro de las ventajas los dispositivos hidráulicos son de fácil manejo a comparación de los dispositivos de galgas extensométricas ya que estos son sensibles a la presión por lo cual se pueden deteriorar o dañar, los valores que cada uno de estos dispositivos brindan son exactos y se pueden medir unilateral o bilateralmente y en especial el T-Scan marca el área de contacto oclusal en la posición intercuspal.

4.2 Valores mínimos y máximos de las FMM.

Manoj y cols., en 2018, realizaron un estudio en el cual se quiso medir la FMM en hombres y mujeres por medio de un gnatodinamómetro digital con galga extensométrica, tomando como referencia incisivos y primeros molares, los valores arrojados para los hombres fueron 17.62 ± 5.13 Kg (172 – 215 N) y en zona de molares 46.38 ± 13.33 (454 – 578 N) para el lado derecho y 49.10 ± 15.16 Kg (481- 629 N) para el lado izquierdo, y en mujeres los valores dados para zona de incisivos fue de 9.51 ± 4.28 Kg (93 -130 N) y en zona de molares fue en el lado derecho $34,87 \pm 7.31$ Kg (342 - 464 N) y en el lado izquierdo fue de 35.94 ± 7.86 Kg (352 – 440 N)⁴⁹. De la misma manera Amid y cols., en 2018 evaluaron la FMM tanto en hombres como mujeres en zona de primeros molares por medio de un gnatodinamómetro digital, dando como resultado en zona de molares del lado derecho en hombres la FMM fue de 636N y en el lado izquierdo fue 625N, y los valores obtenidos en mujeres para el lado derecho fue de 484N y para el lado izquierdo 480N; entre estos dos estudios se evidencia una

diferencia entre los valores de FMM en molares del lado derecho en hombres, lo cual posiblemente puede deberse a la diferencia en el rango de edad de los hombres evaluados, los hombres con mayor rango de FMM se encontraban entre 22 y 59 años a diferencia de los hombres con menor rango en estos valores los cuales se encontraban en un rango de edad entre 19 a 35 años⁵⁴. En el año 2013 Santos y Silva quisieron medir la FMM del sector anterior en 39 pacientes entre hombres y mujeres por medio de un gnatodinamómetro digital, en los cuales se obtuvo como resultado que la fuerza de mordida anterior promedio para la zona izquierda fue de 16.3 Kg (159 N) y en zona derecha fue de 14 Kg (137 N) sin obtener diferencia estadísticamente significativa entre los dos géneros⁵⁶. Así mismo Curiqueo y cols., 2015 evaluaron por medio de un gnatodinamómetro de presión hidráulica (GM10) esta misma fuerza en el sector anterior obteniendo valores distintos entre hombres y mujeres, en hombres la FMM fue de 220 N y en mujeres 174 N. En cuanto a estos valores obtenidos podríamos inferir que los resultados de los dos estudios difirieron entre si teniendo en cuenta la cantidad de mujeres que se evaluaron en el estudio de Santos y silva puesto que fue el 59% de la población a estudiar, a diferencia del estudio de Curiqueo el cual tuvo una proporción equitativa tanto de hombres como mujeres⁵⁵. Los valores mínimos y máximos de la FMM se encuentran descritos en la tabla 5.

Tabla 5. Valores mínimos y máximos de FFM.

CRITERIO	RANGO EN NEWTONS	
	Mínimo	Máximo
Hombres	113.46 N ⁵⁸	999.3 N ⁵²
Mujeres	93.3 N ^{49,60}	834.6 N ^{52,60}
Molares	218 N ⁶²	1642 N ⁶¹
Premolares	429.28 N ⁵⁵	522.9 N ⁵⁵
Caninos	221.76 N ⁵⁵	347.7 N ⁵⁵
Incisivos	89.2 N ^{56,53}	220.2 N ^{55,53}
Unilateral	89.5 N ^{58,52,61,62,64}	834.6 N ^{58,52,61,62,64}
Bilateral	297 N ^{49,54,55,56}	1396.12 N ^{49,54,55,56}

Takaki y col, en el 2014 realizaron un estudio con el fin de evaluar si la edad de los participantes tenía influencia en la FMM para esto tuvo una población de 100 individuos con un rango de edad entre los 12 a 60 años, el cual se subdividió como preadolescentes entre el rango de 12 a 13,9 años, adolescente de 14 a 15,9 años, posadolescente de 16 a 19,9 años, adulto joven de 20 a 24,9 años y adulto de 25 a 60 años³². Los valores mínimos y máximos de la FMM se muestran en la tabla 6.

Tabla 6. FMM Por grupo etario.

GRUPO ETARIO	MÍNIMO	MÁXIMA
PREADOLESCENTE	156 N ^{21,32,33}	333 N ^{21,32,33}
ADOLESCENTE	157 N ^{21,32,33}	285 N ^{21,32,33}
POSADOLESCENTE	148,7 N ^{21,32,33}	238 N ^{21,32,33}
ADULTO JOVEN	262 N ^{21,32,33}	552 N ^{21,32,33}
ADULTO	115 N ^{21,32,33}	304 N ^{21,32,33}

Para la posterior rehabilitación es importante conocer los rangos mínimos y máximos que presentan cada uno de los materiales ante las FMM, ya que cada material presenta diferentes características de composición y por lo tanto se comportan de una manera biomecánicamente diferente y su resistencia ante las fuerzas es variable. Las diferentes resistencias de los materiales se presentan en la tabla 7.

Tabla 7. Resistencia a la carga de materiales dentales restauradores.

MATERIAL	RESISTENCIA EN NEWTONS	
	Mínimo	Máximo
Disilicato De Litio	369.2 N ⁶⁸	3.390 N ⁶⁸
Feldespato	1.120 N ⁶⁹	1.620 N ⁶⁹
Zirconio	1.256 N ⁷⁰	7.260 N ⁷⁰
Resina convencional	1.750 N ⁷¹	2.732 N ⁷¹
Resina Cad	1.028 N ^{72,73}	3.378 N ^{72,73}
Cerómeros	867 N ⁷⁴	1.641 N ⁷⁴

4.3 Factores que influyen en los valores de las FMM

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en la revisión se evidenció que existen varios factores los cuales pueden influir en los valores de la FMM, entre ellos están: el género, la edad, el patrón oclusal, la posición en el arco, el tipo facial y el índice de masa corporal.

4.3.1 Género

Según el estudio de Curiqueo y cols., en el 2015 registraron valores de FMM mayores para la región molar en el sexo masculino de 698 N y valores menores para la región incisiva en el sexo femenino de 174 N los cuales fueron tomados con un dispositivo de presión hidráulica⁵⁵. Manoj y cols. en el 2018 registraron valores aumentados en hombres con un valor de 172.79 N mientras que en las mujeres con un valor de 93.26 N valores tomados con un gnatodinamómetro⁴⁹. Abu Alhaija, y cols. en el 2010 evaluaron la FMM en 30 hombres y 30 mujeres en donde los valores de los resultados arrojaron un promedio de fuerza de 599 N para hombres y 546 N para mujeres el cual fue registrado con un dispositivo de presión hidráulica²⁰. Esta diferencia según los autores con respecto a los valores de la FMM en cada género se debe a la musculatura y a las dimensiones faciales las cuales hacen que la fuerza sea mayor en hombres.

4.3.2 Edad

De acuerdo con los valores mostrados en la tabla 6, se puede observar que los valores de máxima fuerza de masticación disminuyen alrededor de los 35 años, en las mujeres esta disminución es mas notable porque poseen una tasa de hormonas mucho mas alta que los hombres por lo que la fuerza se reduce más rápidamente, se ha reportado que la FMM disminuye en mujeres después de los 25 años y en hombres después de los 45 años. Así mismo, se observa que en los preadolescentes la FMM es menor teniendo en cuenta factores como el recambio dental, una mayor prevalencia de caries y su etapa de crecimiento y desarrollo³².

4.3.3 Patrón oclusal

En cuanto al factor del patrón oclusal, según Abu Alhaija y col., en el 2010 los pacientes que tenían una guía canina presentaban un promedio de 645 N y los pacientes que presentaban una oclusión dinámica de función en grupo fue de 523 N, así mismo encontró que los individuos que presentaban contactos prematuros tuvieron registros de una mayor fuerza de mordida en comparación a los que no los presentaban, valores registrados de 677 N y 555 N respectivamente²⁰. Wang y cols., en 2013 describe que este fenómeno puede darse a que la FMM se origina debido a la contracción de los músculos elevadores de la mandíbula los cuales son impulsados por el sistema nervioso central durante el apretamiento dado que en los pacientes que presentan contactos prematuros los músculos se encuentran en mayor contracción y esta actividad muscular se va a ver reflejado en la carga o fuerza que puedan generar estos dientes⁶⁵. Según Iwase y cols., en el 2006, evaluaron la fuerza de mordida, el área de contacto oclusal y eficiencia masticatoria antes y después de la osteotomía sagital de la rama mandibular en pacientes que presentaban prognatismo, dentro de los resultados arrojaron que la fuerza de mordida y el área de contacto oclusal de los pacientes antes de la cirugía fueron significativamente menores que los de los controles⁶³.

4.3.4 Posición en el arco

Según Amid y cols., en el 2018 evaluó la FMM en el lado derecho e izquierdo donde se evidencio que en los hombres en el lado derecho fue de 636,5 N y en mujeres de 484 N y para el lado izquierdo en hombres de 625,5 N y en mujeres 480,4 N⁵⁴. Santos y col.,

en el 2013 analizaron la fuerza de mordida en el lado izquierdo para hombres fue de 358.92 N y en el lado derecho 444.24 N y para mujeres en el lado izquierdo 545.25 N y en el lado derecho 321.66 N⁵⁶.

4.3.5 Tipo facial e índice de masa corporal (IMC)

El factor condicionante que corresponde al tipo facial, según Koç y cols., en el 2011 refieren que las dimensiones transversales faciales afectan en su mayoría a los hombres, en donde los hombres que presentan un rostro alargado van a tener una fuerza de mordida menor en comparación a los hombres de cara normal y los que presentan una cara cuadrada van a presentar una fuerza de mordida aumentada⁵⁰. Según Abu Alhaija y cols., en el 2010 encontraron una diferencia significativamente estadística al comparar personas con cara corta, promedio y alargada, en donde se encontró que las personas con cara corta promediaron valores mas altos con respecto a las de cara alargada y los valores se encontraron entre 689 N y 236 N respectivamente²⁰.

En la literatura también se ha reportado que el índice de masa corporal puede tener una correlación positiva con el aumento de FMM reportando que se puede generar un aumento del 2,75% de esta fuerza²⁰.

4.3.6 Bruxismo

Calderon y cols., en el 2006 evaluaron la fuerza de mordida en mujeres y hombres bruxomanos y no bruxomanos (22 mujeres y 25 hombres no bruxomanos; 23 mujeres y 26 hombres bruxomanos), el mayor valor de la FMM en mujeres no bruxomanas fue de

454,3 N y el menor fue de 125,3 N; en hombres no bruxomanos fue de 590 N y el menor valor fue de 145,8 N; en las mujeres bruxomanas el mayor valor fue de 395,6 N y el menor fue de 138,5 N; en hombres bruxomanos el mayor valor fue de 584,5 N y el menor valor fue 185,6 N. De lo anterior se concluye que la presencia de bruxismo no influyo en los valores de la FMM⁵². Karakis y Dogan en el 2015 realizaron un estudio teniendo como población 14 estudiantes con bruxismo nocturno y 14 estudiantes sanos en los cuales midieron la FMM, los valores arrojados fueron en mujeres bruxomanas de 323,6 N, en mujeres no bruxomanas de 311,8 N, lo cual no se reporto como una diferencia estadísticamente significativa, a diferencia de los valores encontrados entre los hombres bruxomanos y no bruxomanos los cuales fueron 429,5 N y 299,1 N respectivamente, en donde se aprecia una diferencia estadísticamente significativa⁵⁷. Sin embargo, al comparar estos valores con los dados en otros estudios de pacientes sin bruxismo, se encuentran en un rango de normalidad^{62,61}. En estudios como el de Pizolato y cols. en el 2007, evaluaron la fuerza máxima de mordida en presencia de bruxismo y trastornos temporomandibulares en adultos jóvenes, en donde los hombres con bruxismo presentaban valores de 415,8 N y mujeres con bruxismo valores de 185,79 N comparado con hombres sanos con valores de 653,88 N y mujeres sanas con 463,54 N, concluyeron que la fuerza máxima de mordida se redujo en las mujeres con trastorno temporomandibular y bruxismo ya que presentaban más signos y síntomas, los hombres presentaron valores de fuerza máxima de mordida más altos que las mujeres, pero el trastorno temporomandibular y el bruxismo no disminuyeron la fuerza máxima de mordida⁵¹.

4.4 Efectos a nivel periodontal y dental ante las FMM

Las fuerzas generadas durante las funciones orales, la parafunción y los contactos prematuros dan lugar a fuerzas de tensión significativas en el esmalte dental; una vez la carga aplicada y las tensiones producidas superan la tensión pueden provocar una lesión de abfracción que aparece como una lesión cervical en forma de cuña, por lo que si la FMM es repetitiva y continua podría causar este tipo de lesiones de lo contrario no afectaría los dientes⁶⁷.

En cuanto a los efectos de estas fuerzas sobre el periodonto, Campiño y cols, en el 2019 realizaron una revisión sistemática en la cual se evidenció muy poca relación entre las FMM y efectos negativos causados en el periodonto⁵⁹, mientras que en un estudio de Zhou y col, en el 2017 quienes evaluaron los parámetros periodontales y signos de trauma oclusal en 30 sujetos quienes presentaban periodontitis crónica no tratada y la asociación que esta tenía con la fuerzas oclusales determinaron que los dientes posteriores si reflejan condiciones periodontales asociadas al trauma oclusal lo cual puede aumentar el riesgo de destrucción periodontal mientras que para los dientes anteriores no se contaba con una alta evidencia para poder afirmar lo anterior⁶⁶. Sin embargo, hay que tener en cuenta que cuando estas fuerzas ya sean funcionales o parafuncionales se presentan de una manera constante, se encuentran en relación con parámetros de oclusión traumática y superan la capacidad adaptativa del periodonto pueden generar ensanchamiento del ligamento periodontal, reabsorción ósea, frémto, movilidad dental progresiva, migración dental patológica y dolor. Hay que tener en cuenta que varios autores en esta revisión de Campiño y col., reportan que los tejidos

periodontales no presentan una recuperación total después de realizar los debidos tratamientos para controlar el trauma oclusal y reestablecer la salud periodontal por lo tanto no se puede afirmar que estas fuerzas no produzcan alteraciones negativas en los tejidos periodontales⁵⁹.

5. CONCLUSIONES

- Existen diferentes tipos de dispositivos para medir la FMM como los gnatodinamómetros y los mas utilizados son: hidráulicos, mecánicos y digitales.
- La fuerza máxima masticatoria puede estar influenciada por factores como el género, edad, patrón oclusal, posición del diente en el arco, tipo facial e índice de masa corporal.
- El bruxismo no es un factor que influya en la FMM ya que los resultados encontrados en pacientes bruxomanos están en el rango de normalidad.
- La FMM no genera cambios en los dientes ni en el periodonto a menos de que estas sean de manera repetitiva y continua donde podrían causar lesiones en el área cervical como las abfracciones y en el periodonto ensanchamientos del ligamento periodontal, movilidad progresiva, entre otras.

6. BIBLIOGRAFÍA

1. Hatch J, Shinkai R, Sakai S, Rugh J, Paunovich E. Determinants of masticatory performance in dentate adults. *Arch Oral Biol* 2001; 46:641-648.
2. Spranger H. Investigation into the genesis of angular lesions at the cervical region of teeth. *Quintessence Int.* 1995; 26(2): 149-154.
3. Cholewicki J., & Wolf S. W. Unit of measurement: Newton (N) versus kilogram force (kgf). *J Hand Surg Am* 1998; 23(5): 952.
4. Ferrario V, Sforza C, Serrao G, Dellavia C, Tartaglia G. Single tooth bite forces in healthy young adults. *J oral Rehabil* 2004; 31:18 - 22.
5. Fernandes C, Glantz P, Svensson S, Bergmark A. A novel sensor for bite force determinations. *Dent Mater* 2003; 19: 118- 126.
6. Benazzi S, Kullmer O, Grosse I, Weber G. Using occlusal wear information and finite element analysis to investigate stress distributions in human molars. *J Anat.* 2011; 219: 259-272
7. Gélvez M, Velosa J, Pérez B. Efecto de las fuerzas oclusales sobre el periodonto analizado por elementos finitos. *Univ Odontol* 2016; 35(74).
8. Prakash T, Iranagoudakumathalli K, Jain V, Kumar R. Bite Force Recording Devices - A Review; *J Clinical and Diagnostic Research.* 2017; 11(9): ZE01-ZE05

9. Cerna M, Ferreira R, Zaror C, Navarro P, Sandoval P. Validity and reliability of the T-Scan III for measuring force under laboratory conditions. *Journal of Oral Rehabilitation* 2015; 7-8
10. Bozhkova T. The T-SCAN system in evaluating occlusal contacts. *Folia Medica* 2016; 58(2):122-130.
11. Chutchalermpun T, Pumklin J, Tansalarak R, Sirijaroenpun S, Sedtasuppana A, Piyapattamin T. Occlusal Force Distributions in Various Angle's Malocclusions: an Evaluation by T-Scan III System. *J Int Dent Med Res* 2019; 12(2): 628-632.
12. Aras K, Hasanreisog U, Shinogaya T. Masticatory performance, maximum occlusal force, and occlusal contact area in patients with bilaterally missing molars and distal extension removable partial dentures. *Int J Prosthodont.* 2009; 22:204–209.
13. Ferro M, Gómez M. *Fundamentos De La Odontología Periodoncia. Segunda Edición.* Bogotá, Colombia. Pontificia Universidad Javeriana. 2007
14. Ringqvist M. Isometric bite force and its relation to the dimensions of the facial skeleton. *Acta Odonto Scand* 1973; 31:35-42
15. Proffit W, Field H, Nixon L. Occlusal forces in normal and long face adults. *J Dent Res* 1984; 63: 1154-1157
16. Vélez L, Osorio G, Bermúdez J, Marin J, Jiménez I. Correlación entre fuerza oclusal, profundidad del musculo masetero y estructura dento esqueletofacial. *CES Odont* 1997;

17. Fogle L, Glaros A. Contributions of facial morphology, age, and gender to EMG activity under biting and resting conditions: a canonical correlation analysis. *J Dent Res* 1995; 74(8)
18. Tekamp F, Slagter A, Van Der Bilt A, Van 'T Hof M, Witter D, Kalk W, Jansen J. Biting and chewing in overdentures, full dentures, and natural dentitions. *J. Dent. Res.* 2000, 79(7):1519-1524.
19. Quezada R. Análisis Funcional Oclusal. Primera Edición. Roma, Italia. Greenbooks Editore.2019
20. Abu Alhajja E, Al Zo'Ubi I, Al Rousan M, Hammad M. Maximum occlusal bite forces in Jordanian individuals with different dentofacial vertical skeletal patterns. *Eur J Orthod.* 2009; 32:71–77.
21. Manns Freeso Arturo. Sistema estomatognático: Fundamentos clínicos de fisiología y patología funcional. 2ª Ed. Editorial Caracas Amolca; 2013
22. Ohi T, Komiyama T, Miyoshi Y, Murakami T, Tsuboi A, Tomata Y, Tsuji I, Watanabe M, Hattori Y. Maximum Occlusal force and incident functional disability in older adults: The Tsurugaya project. *JDR Clin Transl Res.* 2018; 3(2):195–202.
23. Masanés F, Navarro M, Sacanella E, López A. ¿Qué es la sarcopenia? Revisión. *Semin Fund Esp Reumatol* 2010; 11(1):14–23

24. Alcántara B, Osorno C, Alfaro P, Oliva K, Cenoz E, Flores B, Santiago A. Eficiencia masticatoria, máxima fuerza de mordida y correlación con el tiempo-ciclos masticatorios. *Rev Oral*. 2018; 18(58):1510–1515.
25. Katz R. An Epidemiologic Study of the Relationship Between Various States of Occlusion and the Pathological Conditions of Dental Caries and Periodontal Disease. *J Dent Res*. 1978;57(3):433–439.
26. Ren L, Wang W, Takao Y, Chen Z. Effects of cementum-dentin junction and cementum on the mechanical response of tooth supporting structure. *J Dent*. 2010; 38: 882-891.
27. Todic J, Martinovic B, Pavlovic J, Tabakovic S, Staletovic M. Assessment of the impact of temporomandibular disorders on maximum bite force. *Biomed Pap*. 2019;163(3):274–278.
28. Rottner K, Richter E. Effect of occlusal morphology on the accuracy of bite force measurements using thin film transducers. *Int J Prosthodont*. 2004; 17: 518-523.
29. Dejak B, Mlotkowski A, Romanowicz M. Finite element analysis of mechanism of cervical lesion formation in simulated molars during mastication and parafunction. *J Prosthet Dent*. 2005; 94: 520-529.
30. Rees J, Hammadeh M. Undermining of enamel as a mechanism of abfraction lesion formation: A finite element study. *Eur J Oral Sci* 2004; 112: 347-352.

31. Consolaro A. Diagnosis of occlusal trauma: Extrapolations for peri-implant bone region can be done. *Dental Press Implantol.* 2012; 6(4): 22-37.
32. Takaki, P., Vieira, M., & Bommarito. Maximum bite force analysis in different age groups. *International archives of otorhinolaryngology*, 2014; 18(3): 272-276.
33. Palinkas, M., Nassar, M. S. P., Cecílio, F. A., Siéssere, S., Semprini, M., Machado-de-Sousa, & Regalo, S. C. H. Age and gender influence on maximal bite force and masticatory muscles thickness. *Archives of oral biology*, (2010). 55(10), 797-802.
34. Islam I, Lim A, Wong R. Changes in bite force after orthognathic surgical correction of mandibular prognathism: a systematic review. *International journal of oral and maxillofacial surgery* 2017;46(6), 746-755.
35. Quiudini P, Pozza, D, Dos Santos Pinto A, de Arruda M, Guimarães A. Differences in bite force between dolichofacial and brachyfacial individuals: Side of mastication, gender, weight and height. *Journal of prosthodontic research* 2017; 61(3): 283-289.
36. Regalo S, Santos C, Vitti M, Regalo C, de Vasconcelos P, Mestriner Jr W, Siéssere S. Evaluation of molar and incisor bite force in indigenous compared with white population in Brazil. *Archives of oral biology* 2008; 53(3): 282-286.
37. Sondang, P., Kumagai, H., Tanaka, E., Ozaki, H., Nikawa, H., Tanne, K., & Hamada, T. Correlation between maximum bite force and craniofacial morphology of young adults in Indonesia. *Journal of oral rehabilitation*, (2003). 30(11), 1109-1117.

38. Przysłańska, A, Jasielska, A, Ziarko M, Pobudek-Radzikowska M, Maciejewska-Szaniec Z, Prylińska-Czyżewska A, Czajka-Jakubowska A. Psychosocial predictors of bruxism. *BioMed Res Int* 2019. Oct 13;2019:2069716.
39. Muñoz E., Osorno C., Alfaro P, Oliva K., Ensaldo E, Flores B, & Santiago A. Maxima fuerza de morida, con- sin bruxismo, utilizando el sistema T-Scan® EH-2 (Research). *Oral* 2017; 18(57): 1470-1474.
40. Wang C, Yin X. Occlusal risk factors associated with temporomandibular disorders in young adults with normal occlusions. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol* 2012; 114(4): 419-423.
41. Ferro K, Driscoll C, Guckes A, Knoernschild K, McGarry T. Glossary of prosthodontic terms, ninth edition. *J prosthet dent* 2017; 1-34
42. Sarode GS, Sarode SC. Abfraction: A review. *J Oral Maxillofac Pathol* 2013; 17(2):222-7
43. Tanaka M, Naito T, Yokota M. Finite element analysis of the possible mechanism of cervical lesion formation by occlusal force. *J Oral Rehabil* 2003; 30:60-7.
44. Cuniberti N, Rossi G. Abfracción es un problema oclusal. *Fundación Juan José Carraro* 2011; 34(3):18-23
45. Rees J, Hammadeh M, Jagger D. Abfraction lesion formation in maxillary incisors, canines and premolars: a finite element study. *Eur J Oral Sci* 2003; 111: 149–154.

46. Rudd K, O'Leary T, Stumpf A. Horizontal tooth mobility in carefully screened subjects. *Periodontics* 1964; 2: 65–68.
47. Alfaro P, Ángeles F, Osorno M, Nuñez J, Romero G. Fuerza de mordida: su importancia en la masticación, su medición y sus condicionantes clínicos. Parte I. *Rev ADM*. 2012; 69(2):53-57.
48. Arellano L, Sandoval S, Flores M. Registro interoclusal digital en rehabilitación oral:««Sistema T-Scan®III»». Revisión bibliográfica. *Revista Clínica de Periodoncia Implantología y Rehabilitación Oral* 2016; 9 (2): 95-10
49. Manoj M, Pavan B, Venkatesh V, Vidya V. Evaluation of bite bite forces in healthy individuals. *Indian J Dent Adv* 2018, 10(3), 101-104
50. Koç D, Doğan A, Bek B. Effect of gender, facial dimensions, body mass index and type of functional occlusion on bite force. *J Appl Oral Sci*. 2011,19(3), 274-279.
51. Pizolato R, Duarte M, Martins A, Trindade A. Maximal bite force in young adults with temporomandibular disorders and bruxism. *Braz Oral Res* 2007, 12(3), 278-83.
52. Calderon PS, Kogawa EM, Lauris JR, Conti PC. The influence of gender and bruxism on the human maximum bite force. *J Appl Oral Sci* 2006, 14(6), 448-53
53. Chimendes LH, desenvolvimento de um gnatodinamômetro digital para estudo e análise da força dos músculos da mastigação. Tese (doutorado) Universidade Estadual paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá 2013.

54. Amid R, Ebrahimi N, Kadkhodazadeh M, Mirakhori M, Mehrinejad P, Nematzadeh F, Dehnavi F. Clinical Evaluation of a New Device to Measure Maximum Bite Force. Dentist case Rep 2018, 2(2), 26-29
55. Curiqueo A, Salamanca S, Borie E, Navarro P, Fuentes R. Evaluación de la fuerza masticatoria máxima funcional en adultos jóvenes chilenos. Int. J. Odontostomat, 2015, 9(3):443-447
56. Santos A, Silva C. Bite force in patients who are candidates for gastroplasty. ABCD Arq Bras Cir Dig, 2013, 26(4):315 – 318
57. Karakis D., Dogan A. The craniofacial morphology and maximum bite force in sleep bruxism patients with signs and symptoms of temporomandibular disorders. Cranio, 2015, vol. 33, no 1, p. 32-37.
58. Rane V, Hamde S & Agrawal A. Development of computerized masticatory force measurement system. Journal of Medical Engineering & Technology, 2016
59. Campiño J. et al. Association between traumatic occlusal forces and periodontitis: A systematic review. Journal of the International Academy of Periodontology, 2019, vol. 21, no 4, p. 148-158.
60. Gonçalves TM, de Vasconcelos LM, da Silva WJ, Del Bel Cury AA, Garcia RC.. Influence of female hormonal fluctuation on maximum occlusal force. Braz Dent J, 2011 22(6):497-501.

61. Pereira, L. J., Cenci, M. S., Bonachela, W. C., & Del Bel Cury, A. A. Maximal bite force and its association with temporomandibular disorders. *Brazilian dental journal*, 2007; 18(1), 65-68.
62. Jansen van Vuuren L, Jansen van Vuuren WA, Broadbent JM, Duncan WJ, Waddell JN. Development of a bite force transducer for measuring maximum voluntary bite forces between individual opposing tooth surfaces. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*, 2020, 103846.
63. Iwase, M., Ohashi, M., Tachibana, H., Toyoshima, T., & Nagumo, M. Bite force, occlusal contact area and masticatory efficiency before and after orthognathic surgical correction of mandibular prognathism. *International journal of oral and maxillofacial surgery*, 2006, 35(12), 1102-1107.
64. Apostolov, N., Chakalov, I., & Drajev, T. Measurement of the maximum bite force in the natural dentition with a gnathodynamometer. *MedInform*, 2014, (5), 70-73
65. Wang, X. R., Zhang, Y., Xing, N., Xu, Y. F., & Wang, M. Q. Stable tooth contacts in intercuspal occlusion makes for utilities of the jaw elevators during maximal voluntary clenching. *Journal of Oral Rehabilitation*, 2013, 40(5), 319-328.
66. Zhou, S. Y., Mahmood, H., Cao, C. F., & Jin, L. J. Teeth under high occlusal force may reflect occlusal trauma-associated periodontal conditions in subjects with untreated chronic periodontitis. *Chin J Dent Res*, (2017), 20(1), 19-26.

67. Romeed S, Malik R, Dunne S. Stress Analysis of Occlusal Forces in Canine Teeth and Their Role in the Development of Non-Carious Cervical Lesions: Abrfraction. *International journal of dentistry* 2012 (8):234845
68. Seydler, Bodo, et al. In vitro fracture load of monolithic lithium disilicate ceramic molar crowns with different wall thicknesses. *Clinical oral investigations*, 2014, vol. 18, no 4, p. 1165-1171.
69. Zesewitz T, Knauber A, Nothdurft F. Fracture resistance of a selection of full-contour all-ceramic crowns: an in vitro study. *Int J Prosthodont*, 2014, vol. 27, no 3, p. 264-6.
70. Att W, et al. Fracture resistance of different zirconium dioxide three-unit all-ceramic fixed partial dentures. *Acta Odontologica Scandinavica*, 2007, vol. 65, no 1, p. 14-21
71. YAP, A. U., et al. Fracture resistance of compomer and composite restoratives. *Operative dentistry*, 2004, vol. 29, no 1, p. 29-34
72. Chen Ch, et al. The fracture resistance of a CAD/CAM Resin Nano Ceramic (RNC) and a CAD ceramic at different thicknesses. *Dental Materials*, 2014, vol. 30, no 9, p. 954-962.
73. Shembish F, et al. Fatigue resistance of CAD/CAM resin composite molar crowns. *Dental Materials*, 2016, vol. 32, no 4, p. 499-509.
74. Mora B. Resistencia a la fractura del disilicato de litio vs cerómeros sometidos a fuerzas de presión verticales. 2016. Tesis de Licenciatura. Quito: UCE.