

Información Importante

La Universidad Santo Tomás, informa que el(los) autor(es) ha(n) autorizado a usuarios internos y externos de la institución a consultar el contenido de este documento a través del Catálogo en línea de la Biblioteca y el Repositorio Institucional en la página Web de la Biblioteca, así como en las redes de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad.

Se permite la consulta a los usuarios interesados en el contenido de este documento, para todos los usos que tengan **finalidad académica**, nunca para usos comerciales, siempre y cuando mediante la correspondiente cita bibliográfica se le dé crédito al trabajo de grado y a su autor.

De conformidad con lo establecido en el Artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, la Universidad Santo Tomás informa que “los derechos morales sobre documento son propiedad de los autores, los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.”

Bibliotecas Bucaramanga
Universidad Santo Tomás

**DISPOSITIVOS INTRAORALES PARA MEDIR LA FUERZA
MASTICATORIA: REVISIÓN DE LA LITERATURA.
UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS, 2015**

Adriana Marcela Arias Rueda, Luz Katherine Calderón Gutiérrez, William Maldonado
Guarín

Proyecto de grado para optar el título de Especialista en Rehabilitación Oral

Director

Juan Carlos Cabrera
Facultad de Odontología

Universidad Santo Tomás, Bucaramanga
División de Ciencias de la Salud
Especialización en Rehabilitación Oral
Facultad de Odontología
2015

Tabla de contenido

RESUMEN	6
I. INTRODUCCIÓN.....	7
I.A. Planteamiento del Problema.....	8
I.B. Justificación.....	9
I.D. Objetivos.....	10
I.D.1. Objetivo General	10
I.D.2. Objetivo Específico.....	10
II. Marco Teórico	11
II.A. Antecedentes Históricos.....	11
II.B. Marco Conceptual.....	11
II.B.1. Fuerza en la mordida	11
II.B.2. Fuerza en la mordida máxima	11
II.B.3. Fuerza en la mordida máxima Funcional	12
II.B.4. Fuerza habitual de la mordida.....	12
II.B.5. Registros de la fuerza masticatoria	12
II.C.5. Posición del dispositivo en el arco dental.....	12
III. METODOLOGÍA	13
III.A. Diseño o tipo de estudio.....	13
III.B. Componentes de la Revisión	13
III.B.1. Universo y muestra	13
III.C. Criterios de Elegibilidad	13
III.C.1. Criterios de Inclusión.....	13
III.C.2. Criterios de Exclusión	14
III.C.3. Bases de datos electrónicas a consultar	14
III.D. Estrategias de búsqueda	14
III.D.1. Descriptores temáticos para revistas	14
III.D.2. Valoración de artículos como fuentes de información.	14
III.D.3. Consideraciones éticas	15
IV. RESULTADOS	16
IV.A. Estrategia de búsqueda	16
IV.B. Valoración y descripción de los artículos	17
IV.C. Formas de medir fuerza masticatoria.....	25
IV.C.1. Gnatodinamometro	27
IV.C.2. Transductores de fuerza basados en la técnica de extensometría eléctrica.....	27
IV.C.3. Transductores de fuerza piezoeléctricos.....	28
IV.C.4. Transductores de fuerza por técnicas fotográficas.....	28
IV.C.5. Bruxismo.....	28
IV.D. Factores que condicionan la fuerza masticatoria	30
IV.E. Ventajas y Desventajas.....	32
IV.F. Limitaciones del estudio.....	33
VI. DISCUSIÓN.....	34
V. CONCLUSIONES.....	36
VI. RECOMENDACIÓN	37
REFERENCIAS BIBLOGRAFICAS	38

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Número de artículos publicados de dispositivos para medir fuerzas masticatorias en el Journal of Oral Rehabilitation and Journal of Prosthetic desde 1951 hasta 2014.	22
Figura 2.	Número de articulos publicados de dispositivos para medir fuerzas masticatorias de acuerdo a los Journal of Oral Rehabilitation and Journal of Prosthetic.	23
Figura 3.	Número de articulos publicados de dispositivos para medir fuerzas masticatorias por los 10 principales autores en el Journal of Oral Rehabilitation and Journal of Prosthetic.	24
Figura 4.	Número de articulos publicados de dispositivos para medir fuerzas masticatorias por los 10 primeros países en el Journal of Oral Rehabilitation and Journal of Prosthetic.	24
Figura 5.	Tipos de publicación de dispositivos para medir fuerzas masticatorias en el Journal of Oral Rehabilitation and Journal of Prosthetic.	25

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Resultado del desarrollo de la estrategia de búsqueda en bases de datos Pubmed, Scielo y Dentistry and Oral Science Source.	17
Tabla 2. Resultado de la búsqueda de artículos que contuvieran los descriptores de la estrategia de busqueda.	17
Tabla 3. Descripción de los artículos incluidos en la revisión.	17
Tabla 4. Descripción del tipo de estudio de los artículos contemplados en la revisión.	21

RESUMEN

Para el odontólogo es fundamental tener información de los dispositivos que miden la fuerza masticatoria, estos dispositivos son Gnatodinamometro, transductores de fuerza piezo eléctrico y transductores de extensometría eléctricas; estos transductores son partes del dinamómetro. A través de la revisión de la literatura que es un tipo de investigación secundaria se reunió y se valoró la información disponible y accesible de artículos en el idioma ingles preferiblemente; de esta manera se obtuvo la información referente a los dispositivos que miden la fuerza masticatoria los cuales son de creación propia de los investigadores, estos dispositivos cumplieron su función de cuantificar la fuerza muscular a través de transductores. Este tipo de dispositivos no poseen una calibración y comparación contra un Gold estándar indicando falta de fiabilidad, además existen factores que condicionan la fuerza masticatorias como la edad, sexo, posición mandibular, agotamiento muscular, stress que influyen o afectan la fuerza masticatoria.

Palabras Claves: Fuerza de mordida

ABSTRACT

To the dentist is essential to have information from devices that measure the bite force, these devices are Gnatodinamometro, transducers of piezo electric strength and strain gauge transducers; These transducers are parts of the dynamometer. Through literature review is a type of secondary research met and information available and accessible articles in English language preferably assessed; thus the information about the devices that measure the bite force of which are very creation of trialists, these devices played a role in quantifying muscle strength through transducers. These devices do not have a calibration and comparison against a standard Gold ocasionados unreliability, there are also factors that influence the masticatory force as age, sex, mandibular position, muscular exhaustion, stress that influence or affect masticatory force.

Keywords: Bite force

I. INTRODUCCIÓN

En los seres humanos es primordial conocer el estado funcional del sistema masticatorio, para que esta labor sea eficiente no solo es importante el estado de los dientes sino que esta depende igualmente de la dirección de las fuerzas de los músculos elevadores de la mandíbula, información proporcionada a través de los mecanorreceptores del ligamento periodontal, la fuerza y la coordinación de la lengua, las mejillas y los labios, que son esenciales para formar un bolo alimenticio y volver a situar entre las superficies oclusales después de cada golpe masticatorio.

Se tiene conocimiento de la realización de varios estudios para entender la mecánica de la masticación, evaluar el nivel individual de la fuerza de mordida y su importancia en el diagnóstico para lo cual existen dispositivos de medición directa de fuerza de mordida y actividad muscular como lo son el transductor y el electromiógrafo. Una alternativa para estas mediciones es la evaluación indirecta, pero esta no aporta resultados confiables.

En la actualidad existen varios dispositivos para medir la fuerza de la masticación, algunos investigadores se han interesado por la fuerza real que se utilizan durante la masticación pero la falta de equipos adecuados ha impedido la medición directa de estas fuerzas, en el mercado se puede encontrar numerosos aparatos para medir las fuerzas masticatorias pero se observa que son de gran tamaño, voluminosos, sensibles a la manipulación, dispendiosos para transportar, de elevado costo y que ocupan gran espacio en el consultorio.

En la actualidad el conocimiento de los datos de las fuerzas masticatorias permite obtener información sobre el comportamiento de los materiales en los pacientes ante distintas rehabilitaciones y poder comprobar cómo responden a las fuerzas de mordida; el riesgo de no usar un equipo para medir las fuerzas masticatorias, conlleva a la elección y al uso inadecuado de los materiales a la hora de la rehabilitación oral, esto puede provocar la fractura de los implantes o de los componentes protésicos, coronas completas y materiales restaurativos tales como amalgama o resina en el momento en el que el paciente realice movimientos fuertes al ocluir y poder efectuar medidas fiables de fuerzas oclusales o de mordida.

El propósito de revisar la literatura es tener información actualizada de base de datos como Pubmed, Dentistry & Oral Science Source y Scielo en donde se encontró artículos que describían características de los diferentes dispositivos para medir la fuerza de la masticación, dichas características brindan al odontólogo alternativas para interpretar lo que sucede a nivel muscular y protésico, contribuyendo a mejorar los diseños y elaboración de aparatología protésica.

I.A. Planteamiento del Problema

La fuerza en la mordida es un indicador que tiene como propósito fundamental describir dicha fuerza y estado del sistema masticatorio que es producto de la acción de los músculos elevadores del maxilar inferior y de la biomecánica mandibular. El medir la fuerza de la masticación ha sido una actividad importante para la odontología, estas mediciones se entienden por la mecánica del proceso y sirven para mejorar los diseños de aparatos protésicos, aparte de esto proporciona valores o datos de referencia para ser utilizados en biometría, comparando las fuerzas de la masticación con y sin aparatología y diagnosticando problemas en la cavidad oral y ATM (articulación temporomandibular) (1, 3, 4).

El valor de la fuerza de la masticación es un componente importante dentro de las características de las funciones masticatorias, esta fuerza depende de la acción y coordinación de los músculos de la masticación además del sistema nervioso en su función regulatoria y estado clínico (1, 3, 4).

Se han registrado diferentes gamas de valores de las fuerzas de mordida, esta variabilidad se la ha atribuido a algunos factores relacionados con las características anatómicas y fisiológicas de los sujetos, así como las técnicas de grabación empleadas. La fuerza de la mordida puede ser medida a través de varios dispositivos tales como transductores tenzométricos, película piezoeléctrica, gnatodinamometro, transductor de fuerza de cuarzo, hoja sensible a la presión o dispositivos sensibles a la presión (1).

En los estudios de Koc, Ikebe y Farias (4, 6, 8) el propósito de sus estudios fue definir las fuerzas que se producen durante el proceso de la masticación, pero la falta de equipos adecuados y descripción de manejo de estos ha impedido una correcta medición directa de estas fuerzas. Otra característica a tener en cuenta es el sitio o punto de la zona oclusal donde se concentra la fuerza de la masticación. La utilización de equipos que puedan medir las fuerzas de la masticación han resultado ser muy complejos por ejemplo los instrumentos modernos que se basan en la acción de la resistencia eléctrica midiendo fuerzas desde 50 a 800 Newtons (N). Las fuerzas de la masticación varían según el tipo de rehabilitación, se evidenció que la fuerza oclusal en pacientes con prótesis completas puede ser limitada haciendo que el tejido de soporte este sujeto a la incomodidad por la compresión de la prótesis, por consiguiente los pacientes generan tolerancia en los tejidos de soporte ofreciendo estabilidad a las prótesis.

La medición de la fuerza de la mordida puede hacerse de una forma directa que consiste en el uso de un transductor que se coloca entre un par de dientes, parece ser un método conveniente para evaluar la fuerza; la forma indirecta se trata de evaluar las variables fisiológicas que están relacionadas con la producción de la fuerza. Se encuentran pocos dispositivos disponibles comercialmente (1, 5).

Surge la pregunta de investigación ¿Cuáles son las características de los dispositivos usados para medir fuerzas masticatorias o de mordida?

I.B. Justificación

Es importante que el odontólogo conozca los beneficios que puede adquirir al poseer este equipo que mide la fuerza masticatoria, ya que con él se puede determinar la elección del material ideal para cualquier fase de rehabilitación o en casos de desórdenes temporomandibulares, al diseñarlo en un tamaño reducido y de bajo costo, los profesionales podrán mejorar su práctica clínica, conllevando a la minimización de los fracasos en sus tratamientos protésicos. La utilización de equipos que puedan medir las fuerzas de la masticación ha sido muy compleja ya que los que están a disposición hoy en día son de gran tamaño y de costos muy elevados (6).

Es primordial conocer el estado funcional del sistema masticatorio no solo basta en reconocer el estado de los dientes, el estado de los músculos elevadores de la mandíbula, el estado periodontal, la fuerza y movimientos de la lengua, actividad de mejillas y labios, todo esto es importante para caracterizar el golpe masticatorio, de acuerdo a los reportes de la literatura son varios dispositivos que se utilizan para medir las fuerzas masticatorias pero no se describe con claridad estas técnicas lo que ocasiona que este recurso solo se utilice en investigaciones aisladas y no de uso cotidiano por el prostodoncista (2, 7).

Las investigaciones realizadas con estos dispositivos sirven para generar nuevas hipótesis que tengan que ver con la medición de la fuerza masticatoria de acuerdo a lo reportado por otras investigaciones y comparar las mediciones de otros países o de otro tipo de pacientes con las mismas o distintas características raciales, registrando la fuerza masticatoria de cada paciente y obteniendo resultados más confiables (8).

Es importante que el odontólogo conozca los diferentes dispositivos y formas de uso de estos, el beneficio con la medición de las fuerzas de mordida o masticatorias sería la determinación del material ideal para cualquier fase de rehabilitación o en casos de desórdenes temporomandibular; de esta manera se puede dar un giro a la práctica del Prostodoncista reduciendo costos, mejorando diseño y minimizando fracasos.

De acuerdo a las anteriores consideraciones el presente estudio va a contribuir a dar inicio a investigaciones relacionadas con el diseño y medición de fuerza masticatoria, brindando temas de investigación encaminadas en el diseño soportados por ingeniería mecatrónica de la Universidad Santo Tomás.

I.D. Objetivos

I.D.1. Objetivo General

Determinar las Características de los dispositivos intraorales reportados en la literatura usados para medir fuerzas masticatorias.

I.D.2. Objetivo Específico

- Describir las técnicas para medir las fuerzas masticatorias según los dispositivos utilizados.
- Describir los factores que intervienen en la medición de la fuerza masticatoria reportados en la literatura.
- Describir las ventajas y desventajas de los dispositivos usados para medir la fuerza masticatoria reportada en la literatura.

II. Marco Teórico

II.A. Antecedentes Históricos

La medición de las fuerzas intraorales ha tenido una larga historia en la investigación pero poco consolidada en el proceso; a lo largo del tiempo, se han creado métodos y dispositivos para determinar la fuerza de la mordida o masticatoria; estos dispositivos van desde unas placas simples hasta dispositivos electrónicos. El primer estudio en 1681, define la fuerzas intraorales por Borelli quien diseñó un gnatodinamometro donde se colocaban pesos a cuerdas que se pasan por los molares inferiores y se sometían a medir en contrapeso la fuerza al morder; el primer examen científico se realizó en 1893 y arrojó un nuevo diseño de gnatodinamometro; posteriormente, varios investigadores e ingenieros diseñaron la palanca primaria, manómetro y palancas. Hoy en día, se utilizan dispositivos electrónicos sensibles. Dichos instrumentos son precisos con cargas comunes. La función de todos los instrumentos modernos se basa en la acción de la resistencia eléctrica de la cepa de medidores y la mayoría de ellos son capaces de volver a los niveles de fuerza de la mordida en el rango de 50 a 800N con un nivel de precisión de 10N y 80% de precisión. En Colombia no se le ha dado la importancia pertinente a la medición de la fuerza masticatoria, lo que lleva a que esta medición no sea utilizada por los Prostodoncistas, quienes por no tener un equipo manufacturado por una casa comercial, no utilizan este dispositivo. En el CES en Medellín se diseñó un gnatodinamometro, el cual fue utilizado en cuatro grupos de edades entre los 6, 9, 12 y 15 año. (1, 2, 12).

II.B. Marco Conceptual

II.B.1. Fuerza en la mordida

La fuerza en la mordida corresponde a la fuerza que se genera entre ambos maxilares, como el resultado de la contracción isométrica de los músculos elevadores de la mandíbula, los maseteros, temporales y pterigoideos internos (9, 11, 30, 32).

II.B.2. Fuerza en la mordida máxima

A los músculos elevadores mandibulares, se les calculó la fuerza y relación entre la fuerza desarrollada por el músculo y la unidad de área transversal muscular. En base a datos fisiológicos de que 1 cm de área transversal muscular desarrolla entre 5 a 12kgs de fuerza; calcularon la fuerza masticatoria máxima anatómica entre 210 a 400kgs (9, 11, 30, 32).

II.B.3. Fuerza en la mordida máxima Funcional

La fuerza entre ambas arcadas dentarias se ha medido mediante un transductor de tensión, durante la contracción máxima voluntaria de los músculos elevadores mandibulares. Los valores se encuentran entre 60 a 70kgs. La fuerza masticatoria máxima funcional representa solamente una fracción de la fuerza masticatoria máxima anatómica y no depende únicamente de la potencia muscular elevadora sino que también de los mecanismos neuromusculares que la regulan la función propioceptora (9, 11, 30, 32).

II.B.4. Fuerza habitual de la mordida

La fuerza interoclusal que se ejerce durante el proceso masticatorio normal, cuyo rango de valores fluctúa entre 15 y 25Kgs. Lo que corresponde a un 25 al 35% de la fuerza masticatoria máxima funcional (9, 11, 30, 32).

II.B.5. Registros de la fuerza masticatoria

Registros Intraorales: es el uso de transductores de tensión ubicados ya sea en dientes naturales, en dientes artificiales o en rieles metálicos fijados al maxilar superior e inferior.

Registros Intra-extraorales: los dispositivos denominados Gnatodinamómetros, consisten fundamentalmente en dos platinas de mordida que se ubican entre ambas arcadas dentarias. La fuerza de mordida desarrollada entre ambas platinas es transmitida a un dispositivo de medición extraoral (transductor de tensión).

Registros extra-orales: método que permite medir la fuerza masticatoria sin instrumentación intraoral (el sistema de transmisión de sonido) (9, 11, 20, 30, 31, 32).

II.C.5. Posición del dispositivo en el arco dental

Fuerza masticatoria varía en las diferentes regiones de la cavidad oral, la más posterior del transductor se coloca en el arco dental, mayor será la fuerza de la mordida. Se ha explicado por el sistema de palanca mecánica (4, 24). Además, mayor fuerza de mordida puede tolerarse mejor en los dientes posteriores, debido a la zona más grande y ligamento periodontal alrededor de los dientes posteriores. De hecho, las diferentes posiciones del transductor en el arco dental pueden influir en los diferentes músculos que intervienen en la producción de fuerza. Si el transductor se coloca hacia delante entre los dientes incisivos, con una protrusión mandibular resultante, el músculo masetero producirá la mayor parte de la fuerza junto con el músculo pterigoideo medial. Si el transductor de fuerza de mordida es colocado más posteriormente, a continuación, fibras anteriores del músculo temporal se vuelven más activos y por lo tanto hacer una mayor contribución a la esfuerzo (11).

III. METODOLOGÍA

III.A. Diseño o tipo de estudio

La revisión narrativa de la literatura es una investigación secundaria, que permite una síntesis narrativa y comprensiva de información publicada previamente. Estas revisiones pueden motivar una discusión, una idea de investigación, o aclarar algunos conceptos. Este tipo de revisión tiene dos desventajas:

- 1) No hay norma sobre cómo conseguir los datos primarios, cómo integrar los resultados y lo que prima es el criterio subjetivo del revisor.
- 2) El revisor narrativo no sintetiza cuantitativamente los datos hallados en las distintas publicaciones, por tanto, estas revisiones son muy susceptibles a imprecisiones y sesgos. En la revisión narrativa tanto la elección como el análisis de los estudios dependen del juicio del experto encargado de la revisión. Este tipo de revisión dará recuento de muchos aspectos del tópico revisado en la parte de epidemiología, para los diagnósticos, pronósticos y tratamientos terapéuticos de las diferentes condiciones relacionadas con la salud Oral (63).

III.B. Componentes de la Revisión

III.B.1. Universo y muestra

Se constituyó por fuentes de informaciones bibliográficas, disponibles, accesibles y consultadas en medio físico o electrónico; se incluyeron publicaciones referenciadas sin restricción de años, publicadas en idiomas inglés, español o portugués, que hacían referencia a dispositivos intra-orales para medir la fuerza de masticación. Se consultaron artículos de revistas generales y especializadas.

III.C. Criterios de Elegibilidad

III.C.1. Criterios de Inclusión

- Artículos incluidos en bases de datos electrónicas disponibles y accesibles en la universidad Santo Tomás.
- Artículos completos publicados.
- Artículos accesibles en bases de datos electrónicas o en forma individual, disponibles en diferentes sitios web.
- Fuentes de información bibliográfica publicadas en el idioma inglés, español o portugués.

III.C.2. Criterios de Exclusión

No se excluyó ningún tipo de información accesible y disponible, ya que toda la información sobre el área temática de interés, se consideró útil para el estudio.

III.C.3. Bases de datos electrónicas a consultar

PubMed, Scielo, Dentistry& Oral Sciences Source.

III.D. Estrategias de búsqueda

III.D.1. Descriptores temáticos para revistas

En el momento que se realizó la búsqueda de la información se efectuó en revistas generales y especializadas, se estableció el tema a investigar, posteriormente, se localizaron las fuentes de donde fue obtenida la información, no se diseñó una estrategia de búsqueda porque solo hay un término para llegar a información apropiada y relevante.

La bibliografía se recopiló y se llevó a cabo consultando diferentes bases de datos electrónicas, utilizando la palabra clave relacionada con el tema a investigar, que aparece en el MeSH (Medical Subject Headings); esto contiene un amplio repositorio de vocabulario o términos controlado para publicaciones de artículos.

El descriptor fue en idioma inglés, español o portugués en forma individual, por no haber otro término para esta búsqueda, se logró un número de publicaciones en artículos que presentaron mayor coherencia con el tema revisado con la información más adecuada para seleccionarlos.

Se determinó el grado de coincidencia de los artículos en las bases de datos, es decir, se estableció la posible duplicidad de indexación de un mismo artículo en diferentes bases de datos electrónicas, identificando el tema, los autores, revista y año de publicación.

III.D.2. Valoración de artículos como fuentes de información.

Se consultó, valoró y revisó la información con sus características específicas de manera corroborable.

Primera valoración: se consideró el título, el resumen y el contenido de los artículos encontrados en la búsqueda, luego de verificar la pertinencia de los artículos de acuerdo con el descriptor utilizado, con los criterios de inclusión y con las temáticas definidas.

Segunda valoración: se revisaron los textos completos, verificando la pertinencia con el tema y los objetivos de la investigación.

Al final del proceso se procedió a la selección de los artículos, teniendo en cuenta los criterios de elegibilidad especificados.

Límites: Con el fin de delimitar la búsqueda se consideraron los siguientes límites de acuerdo con las posibilidades de uso en las bases de datos bibliográficas.

- Descriptores localizados en el título o resumen.
- Artículos referentes a estudios realizados en humanos.
- Artículos referentes a estudios experimentales.
- Artículos en idioma inglés o español.
- Artículos de libre lectura o pagos.
- Artículos completos para la lectura.
- Artículos de revisión de la literatura.
- Artículos sin restricción de año.

III.D.3.Consideraciones éticas

De acuerdo a la Resolución 008430 del 4 de Octubre de 1993 del Ministerio de Salud de Colombia, por la cual se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud, este estudio se considera sin riesgo, por lo que no requiere consentimiento informado (61).Se respetaron y se reconocieron los derechos de autor de cada publicación utilizada en la revisión de la literatura realizada en el presente trabajo (62).Se observó y se aplicó toda la normatividad vigente en el país sobre derechos de autor para investigaciones científicas (62).No se omitirá información alguna que se considere de interés para cumplir con los objetivos del estudio realizado.

IV. RESULTADOS

IV.A. Estrategia de búsqueda

Los artículos y datos se recopilaron por medio de las bases de datos electrónicas Pubmed, Scielo, Dentistry & Oral Science Source, utilizando el descriptor temático relacionado con el tema a investigar que aparecieron en el MeSH (Medical Subject Headings). Se detalla los resultados de la búsqueda de acuerdo con el descriptor temático, las bases de datos electrónicas consultadas y el número de artículos obtenidos (tabla 3).

Las bases de datos utilizadas fueron:

- Pubmed
- Scielo
- Dentistry & Oral Science Source

El siguiente fue el término usado no se utilizaron combinaciones porque es el único término registrado para la búsqueda

- "Bite Force"[Mesh] Fuerza de mordida

Los términos que se muestran a continuación hacen parte del término principal y llevan a los mismos artículos:

- | | |
|-----------------------|-----------------------|
| • Force, Bite | Fuerza, Mordida |
| • Forces, Bite | Fuerzas, Mordida |
| • Occlusal Force | Fuerza oclusal |
| • Force, Occlusal | Fuerza oclusal |
| • Forces, Occlusal | Fuerzas oclusales |
| • Occlusal Forces | Fuerzas oclusales |
| • Masticatory Force | Fuerza masticatoria |
| • Force, Masticatory | Fuerza masticatoria |
| • Forces, Masticatory | Fuerzas masticatorias |
| • Masticatory Forces | Fuerzas masticatorias |

Tabla 1. *Resultado del desarrollo de la estrategia de búsqueda en bases de datos Pubmed, Scielo y Dentistry & Oral Science Source.*

Descriptor	Base de Datos	N° de Artículos
Bite Force	Pubmed	3208
Bite Force	Scielo	29
Bite Force	Dentistry & Oral Science Source	123

IV.B. Valoración y descripción de los artículos

En total se seleccionaron 59 artículos encontrados en las bases de datos, utilizando los descriptores mencionados. De este total, se escogieron 18 artículos por que hablan de dispositivos intraorales para medir fuerza masticatoria (tabla 4).

Tabla 2. *Resultado de la búsqueda de artículos que contenga el descriptor seleccionado.*

Artículos	Base de datos		
	PubMed	Scielo	Dentistry & Oral Science Source
N° Artículos	3208	29	123
Primera revisión	239	29	83
Segunda revisión		18	

La coincidencia fue de 59 artículos, estos fueron encontrados de manera simultánea en la base de datos PubMed, Scielo y Dentistry & Oral Science Source; se eliminaron 41 publicaciones en total quedaron 18 artículos seleccionados de las tres bases de datos.

Tabla 3. *Descripción de los artículos incluidos en la revisión.*

No	Titulo	AutorAño	Revista	Dispositivo
1	Masticatory Function and bite Force in Stroke Patients	Schimmel M, Leemann B, Herrmann F.R, Kiliaridis S, Schnider A, Müller F. 2011	J Dent Res 2011	Fuerza masticatoria se registró con la fuerza oclusal force-Meter GM 10 ® (Nagano Keiki, Higashimagome, Ohta-ku, Tokio, Japón).

2	Bite Force and Influential Factors on Bite Force Measurements	Koç D, Doğan A, Bülent Bek. 2011	J Appl Oral Sci. 2011	Dos transductores tenzométricos miniatura (Modelo VLPB; Célula de carga central, Monroeton, PA, EE.UU.) con carcasa de acero inoxidable.
3	Evaluación de la calidad de una sesión de registro simultáneo de la fuerza oclusal y la actividad electromiográfica del músculo masetero	Peláez A, Álvarez M E, Gaviria M I, Gallego G. 2003	Revista Mexicana de Ingeniería Biomédica 2003	Sensor metálico en forma de viga doble empotrada unilateralmente, a la cual estaban conectados sensores de microdeformación (tipo Strain Gauge, Vishay Measurements Group, Rd).
4	Association of Masticatory Performance with Age, Posterior Occlusal Contacts, Occlusal Force, and Salivary Flow in Older Adults.	Ikebe K, Matsuda K, Morii K, Furuya M, Nokubi T, Renner R. 2006	International journal of prostodontics. 2006	Fuerza oclusal máxima bilateral se midió con hojas sensibles a la presión, 97 m de espesor (Dental preescala tipo 50H R, Fuji Film).
5	Chewing side, bite force symmetry, and occlusal contact area of subjects with different facial vertical patterns	Farias S, Custodio W, Faot F, Altair Antoninha Del Bel Cury, Renata Cunha, Rodrigues M. 2011	Braz Oral Res. 2011	Se utilizó un transductor compuesto por dos sensores (HBM São Paulo, Brasil) y las señales se registraron, amplificada y analizada por Catman Easy (HBM, São Paulo, Brasil) de software. Los sensores miden 12 mm (diámetro) y 0,25 mm (de espesor); FSR no 151 (Interlink Electronics Inc., Camarillo, EE.UU.), y fueron protegidos en ambos lados con un dispositivo de metal que mide 1 mm de espesor, lo que constituye un sistema que mide 2,25 mm de grosor.
6	Influence of static and dynamic occlusal characteristics and muscle force on masticatory performance in dentate adults	Lujan M, Martinez J, Palau S, Ayuso R, Salsench J, Peraire M. 2008	Eur J Oral Sci 2008	transductor Bite-fuerza (Gnatodynamometer) utilizado en este estudio: Medición de la fuerza de agarre del dedo pulgar, la fuerza de la lengua contra el paladar, y la fuerza de la mejilla en la cara vestibular de los molares. Para medir la fuerza de la mejilla, los sujetos fueron instruidos para comprimir el aparato contra los molares tan duro como puedan.
7	Bite force in patients with functional disturbances of the masticatory system	Helkimo E, Carlsson G, Carmeli Y. 1975.	journal of Oral Rehabilitation, 1975	Fuerza oclusal se midió y evaluó usando una película sensible a la presión y su analizador (Dental preescala 50 Tipo H R y OCCLUZER

				FPD-703, Fuji Photo Film.Co)
8	Measurement Of Occlusal Forces In The Therapy Of Functional Disorders With The Use Of Botulinum Toxin Type A	M. Pihut, G. Wisniewska, P. Majewski, K. Gronkiewicz, S. Majewski. 2009	Journal Of Physiology And Pharmacology 2009	Este dispositivo consiste en dos placas de acero inoxidable de 1,5 mm de espesor, conectada con tornillos (Fig. 2). La parte terminal de la placa superior contiene la llamada penetrador 3,0 mm de diámetro, y la placa inferior contiene una depresión que es un cojinete para placas de aluminio ovals desechables 10 mm de diámetro.
9	Sistema electrónico de adquisición para procesar y almacenar datos de fuerza oclusal	Isaza JF, Londoño E, Roldán S. 2008	Revista CES Odontología 2008	Se desarrolló un sistema de adquisición de datos que implicó, la recolección y conversión de una señal analógica proveniente del Gnatodinamómetro, a una señal digital para su posterior registro, almacenamiento y visualización.
10	Range of motion exercise of temporo-mandibular joint with hot pack increases occlusal force in patients with Duchenne muscular dystrophy	S. Nozaki, M. Kawai, R. Shimoyama, N. Futamura, T. Matsumura, K. Adachi, Y. Kikuchi. 2010	Acta Myologica 2010	Medidor de presión de mordida (oclusal Fuerza Meter GM10 (Na-gano Keiki).
11	Unilateral, isometric bite force in 8-68- year-old women and men related to occlusal factors.	Bakke M, Holm B, Jensen BL, Michler L, Moller E. 1990	Scand J Dent Res 1990;	Se midió por un grabador construido de acuerdo con Floy Strand, conectado a un amplificador con pantalla digital, incluyendo las instalaciones de almacenamiento (Modelo 204B-3, Newport) y un registrador de gráficos (Modelo BD 41, Kipp & Zonen).
12	A novel bite force recorder and maximal isotnetric bite force values for healthy young adults	Waltimo A, Kononen M. 1993	Scand J Dent Res 1993	Un transductor de fuerza cuarzo kistler 9001 (Kistler Instrumente AG, CH 8408 Winterthur Suiza), sirve como la unidad sensorial.
13	Bruxism and Voluntary Maximal Bite Force in Young Dentate Adults	Cosme D, Baldisserotto SM, Canabarro S, Shinka R. 2005	Int J Prosthodont 2005	Se utilizó un transductor de carga de compresión (Sensotec 13/2445-02).

14	Occlusal force, electromyographic activity of masticatory muscle and mandibulare flexures of subjects with different facial types.	Custodio W, Gomes Sgf, Faot F, Garcia Rcmr, Del Bel Cury A. 2010	J Appl Oral Sci; 2010	Sensor de fuerza de mordida sobre la base de las resistencias de detección de fuerza (FSR No 151 NF; Interlink Electronics Inc., Camarillo, California, EE.UU.)
15	Evaluación electromiográfica de los músculos masticadores durante la fuerza máxima de mordedura	Coelho MJP, Bérzin F, Amorim C. 2008	Rev Esp Cir Oral y Maxilofac 2008	Se utilizó un electromiografo EMG-800C de EMG System of Brazil, Ltd.
16	An Innovative Miniature Bite Force Recorder	Sarabjeet Singh, Ashok K Utreja, Navreet Sandhu, Yadvinder S Dhaliwal. 2011	International Journal of Clinical Pediatric Dentistry, May-August 2011	Key-Win 2.0 electromiógrafo de superficie (srl Biotronic, San Benedetto Del Tronto, Ascoli Piceno, Italia) con electrodos desechables (F3010 DUO bipolar-10 mm, Ag-AgCl, gel de cloruro de litio, unidad de distancia 22 mm; LTT FIAB Vicchio, Firenze, Italia).
17	Human Masticatory Muscle Forces during Static Biting.	J.C. Nickel, L.R. Iwasaki, R.D. Walker, K.R. McLachlan, and W.D. McCall, Jr. 2003	J Dent Res 82	El dispositivo real fue desarrollado en conjunto con el conocimiento técnico superior, así como armamento avanzado en el Central Organización instrumentos científicos y de precisión Herramientas Galaxy, Chandigarh. Se componía de los siguientes componentes (Fig. 1): • tenedor metálico y el sensor • Instrumento Electrónico • Baterías de amplificador de instrumentación, panel digital puente de medición y Wheatstone • Dispositivo de estandarización instantánea • tapones de polipropileno desechables.
18	Aparato odontologico para la medición de fuerzas de mordida	Cortada Colomer, Miquel; Giner Tarrida, Lluís; Lousa Rodríguez.	OFICINA ESPANOL A DE PATENTE S Y MARCA.	El aparato consistía en dos horquillas perforadas de metal y proporcionadas con medidores de deformación. En la carga de las horquillas de la fuerza de mordida se registró gráficamente (Speedomax, Leeds & Northrup), que tenía un rango de grabación máxima de 25kg para un tenedor y de 100kg para la otra.

Tabla 4. Descripción del tipo de estudio de los artículos contemplados en la revisión.

No	Título	Tipo de estudio
1	Masticatory Function and bite Force in Stroke Patients	Observacional descriptivo transversal
2	Bite Force and Influential Factors on Bite Force Measurements	Observacional descriptivo transversal
3	Evaluación de la calidad de una sesión de registro simultáneo de la fuerza oclusal y la actividad electromiográfica del músculo maseter	Observacional descriptivo transversal
4	Association of Masticatory Performance with Age, Posterior Occlusal Contacts, Occlusal Force, and Salivary Flow in Older Adults.	Observacional descriptivo transversal
5	Chewing side, bite force symmetry, and occlusal contact area of subjects with different facial vertical patterns	Observacional descriptivo transversal
6	Influence of static and dynamic occlusal characteristics and muscle force on masticatory performance in dentate adults	Observacional descriptivo transversal
7	Bite force in patients with functional disturbances of the masticatory system	Observacional descriptivo transversal
8	Measurement Of Occlusal Forces In The Therapy Of Functional Disorders With The Use Of Botulinum Toxin Type A	Ensayo clínico
9	Sistema electrónico de adquisición para procesar y almacenar datos de fuerza oclusal	Observacional descriptivo transversal
10	Range of motion exercise of -mandibular joint with hot pack increases occlusal force in patients with Duchenne muscular dystrophy	Observacional descriptivo transversal
11	Unilateral, isometric bite force in 8-68- year-old women and men related to occlusal factors.	Observacional descriptivo transversal
12	A novel bite force recorder and maximal isometric bite force values for healthy young adults	Observacional descriptivo transversal
13	Bruxism and Voluntary Maximal Bite Force in Young Dentate Adults	Observacional descriptivo transversal
14	Occlusal force, electromyographic activity of masticatory muscle and mandibular flexures of subjects with different facial types.	Observacional descriptivo transversal
15	Evaluación electromiográfica de los músculos masticadores durante la fuerza máxima de mordedura	Observacional descriptivo transversal
16	An Innovative Miniature Bite Force Recorder	Observacional descriptivo transversal

17	Human Masticatory Muscle Forces during Static Biting.	Observacional descriptivo transversal
18	Aparato odontológico para la medición de fuerzas de mordida	Observacional descriptivo transversal

Total de publicaciones por años desde 1951 hasta 2014 son 472 se destaca que el pico de publicación se presentó alrededor del año 1992 con un máximo de 32 publicaciones, en la actualidad el número de publicaciones viene en decremento; la revista de mayor publicación para el año 1992 fue el Journal of Prosthetic Dentistry con 23 artículos (Figura 1 y 2).

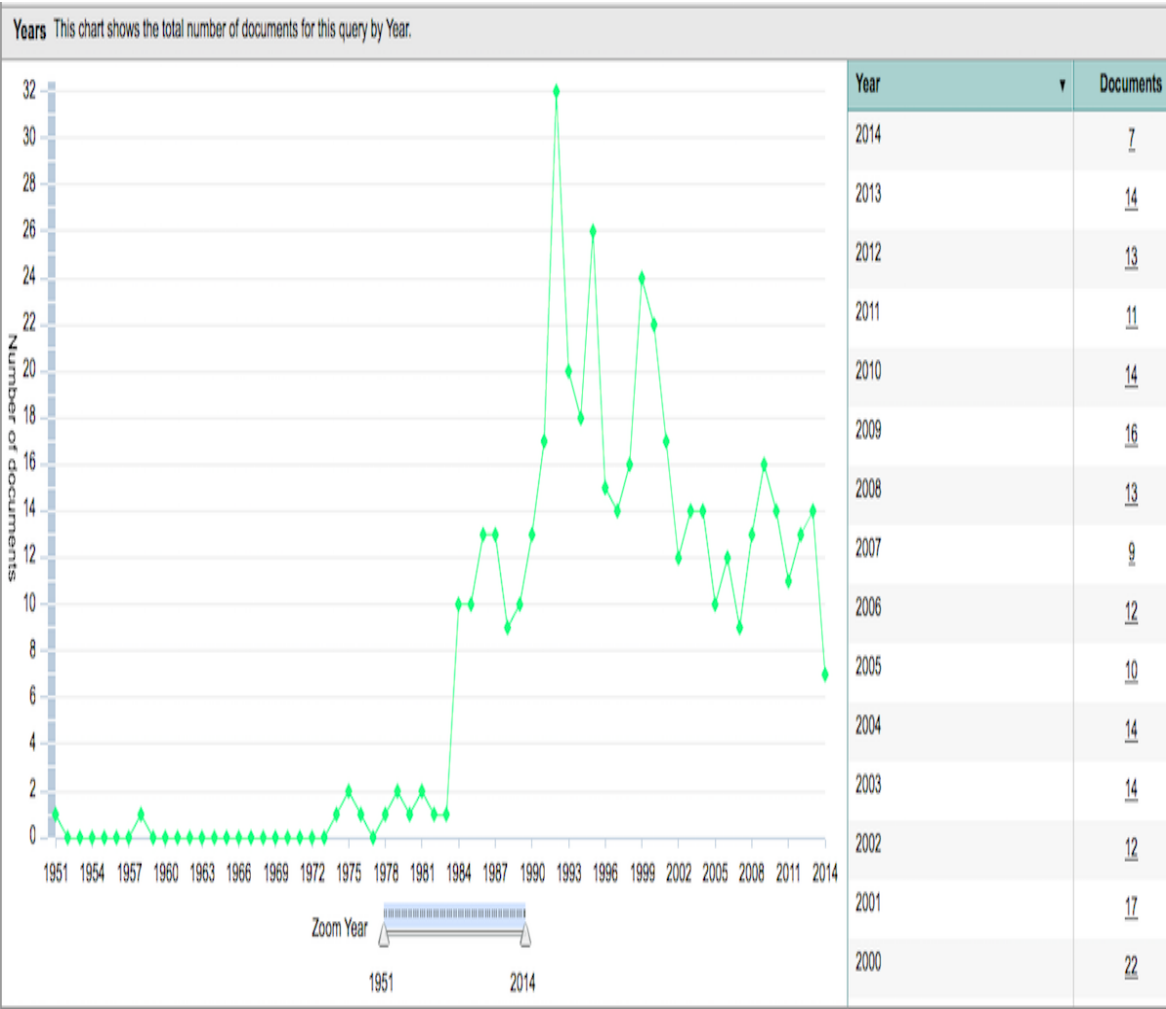


Figura 1. Número de artículos publicados de dispositivos para medir fuerzas masticatorias en el Journal of Oral Rehabilitation desde 1951 hasta 2014

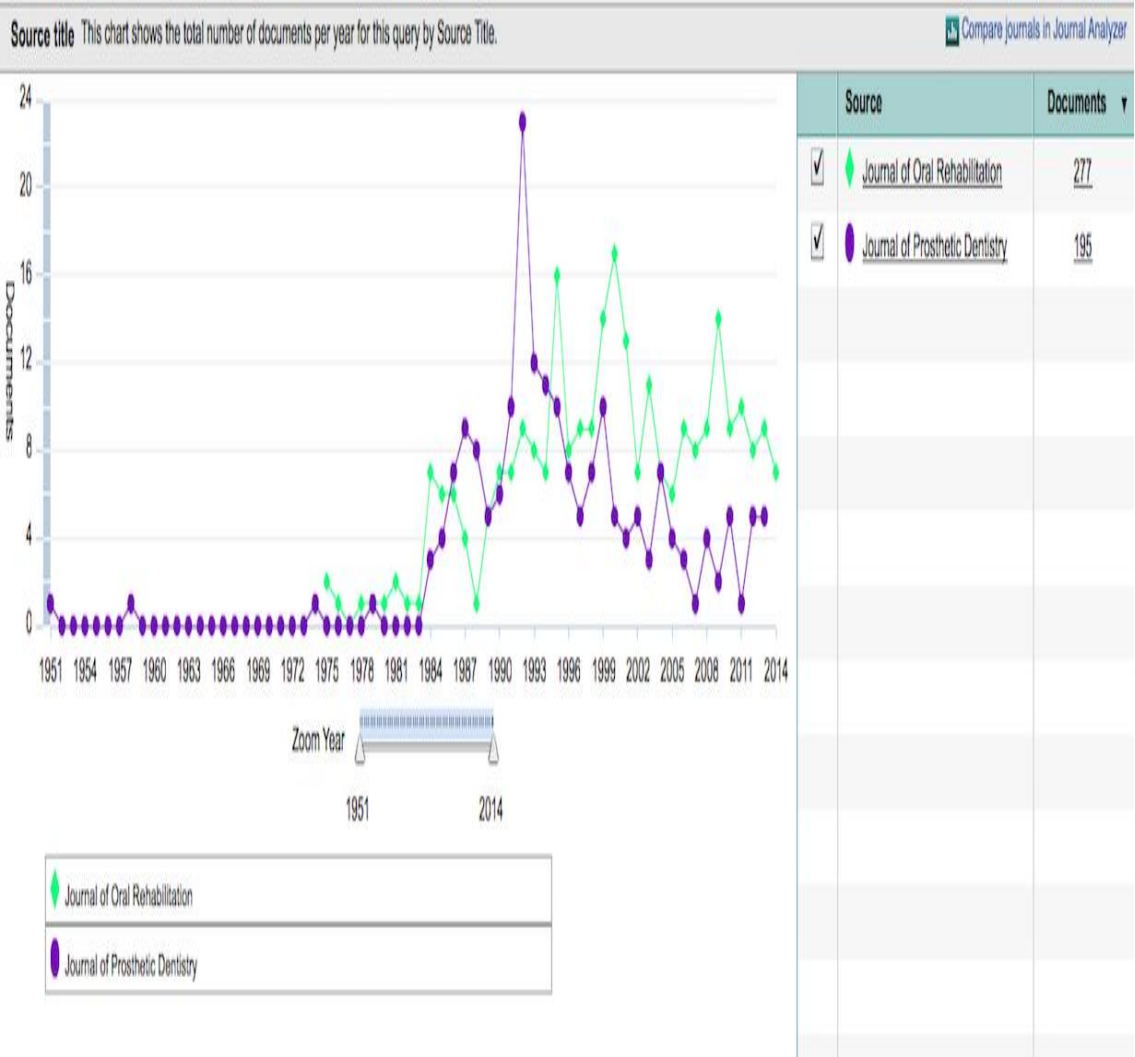


Figura 2. Número de artículos publicados de dispositivos para medir fuerzas masticatorias de acuerdo a los Journal Of Oral Rehabilitation and Journal of Prosthetic Dentistry

Los autores de mayor publicación son Carisson con 11 publicaciones, seguido de Caputo con 10 publicaciones y en tercer lugar Lundgren con 9 publicaciones. (Figura 3) El país con mayor publicación sobre el tema fuerzas masticatorias es Estados Unidos con 115 artículos, seguido de Japón con 94 artículos en tercer lugar Suecia con 20 artículos hasta julio de 2014 (Figura 4).

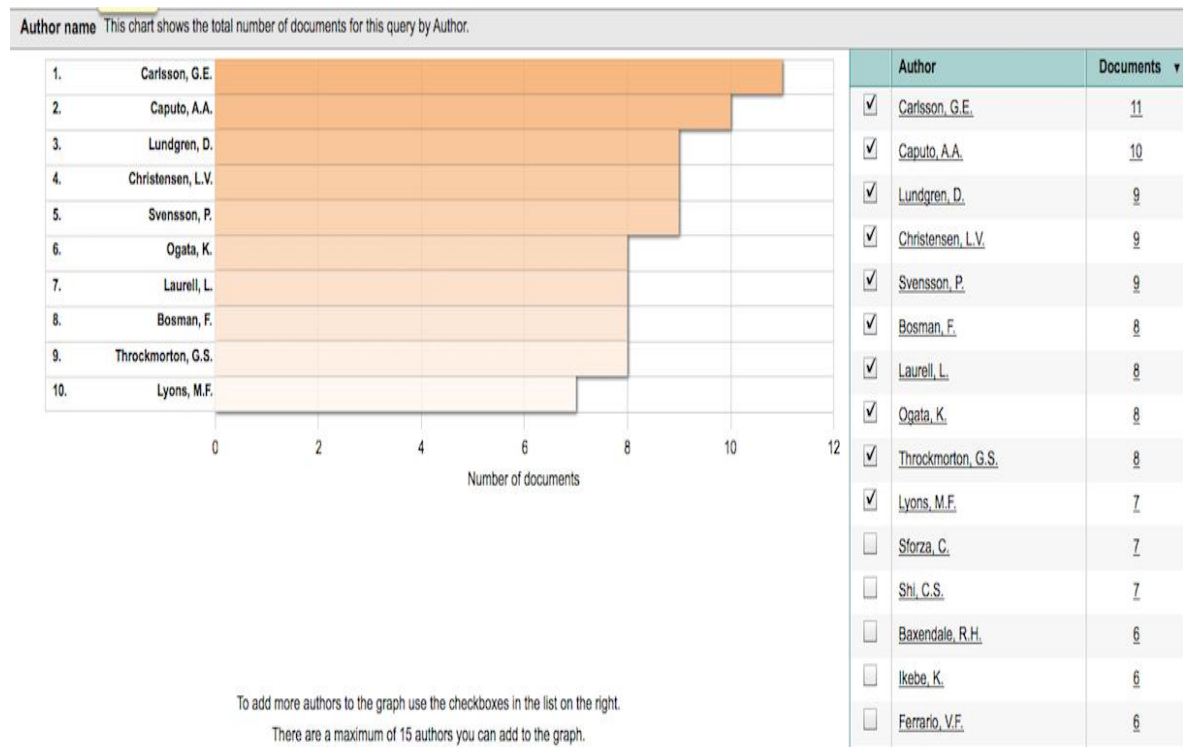


Figura 3. Número de artículos publicados de dispositivos para medir fuerzas masticatorias por los 10 principales autores en el Journal of Oral Rehabilitation

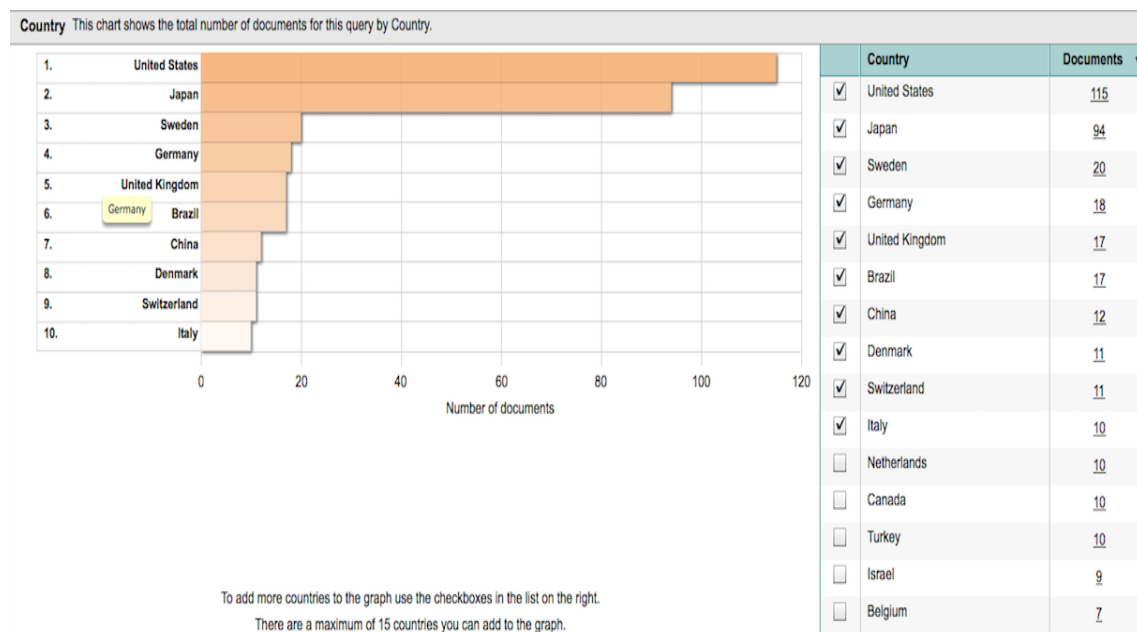


Figura 4. Número de artículos publicados de dispositivos para medir fuerzas masticatorias por los 10 primeros países en el Journal of Oral Rehabilitation and Journal of Prosthetic Dentistry

El tipo de publicación de mayor realización durante este periodo (1951-2014) es artículos originales en un 94,1% seguido de revisiones en un 4% (figura 5).

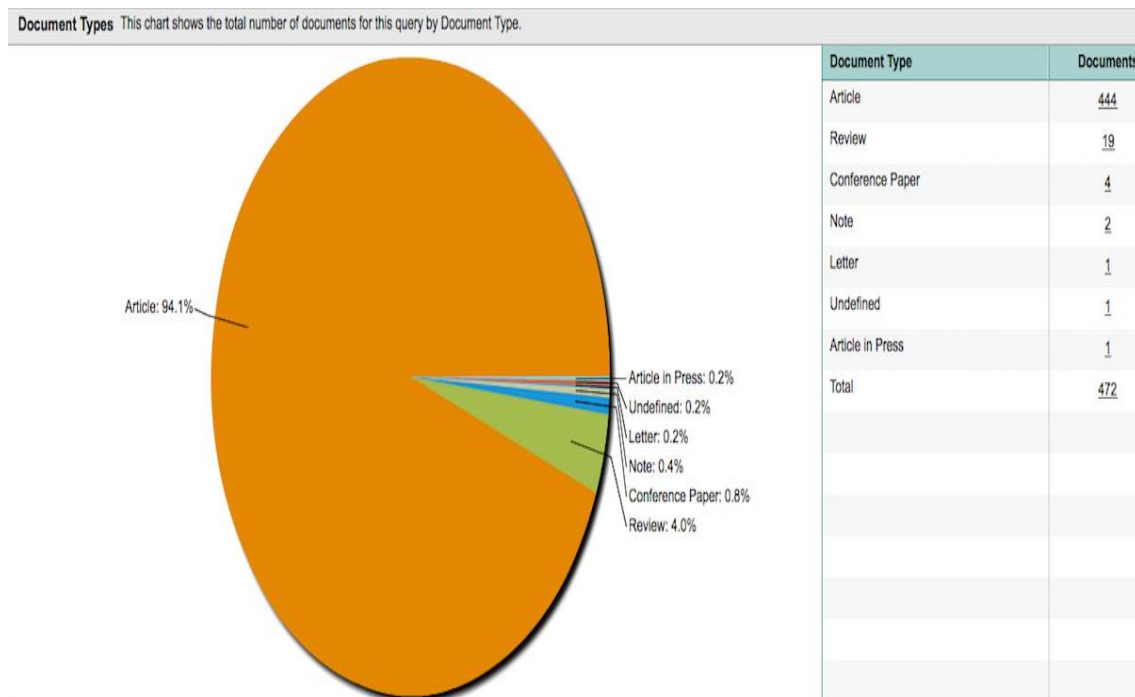


Figura 5. Tipos de publicación de dispositivos para medir fuerzas masticatorias en el Journal of Oral Rehabilitation and Journal of Prosthetic Dentistry

IV.C. Formas de medir fuerza masticatoria

Los gnatodinamómetros se han utilizado para medir las fuerzas masticatorias durante mucho tiempo y algunos investigadores utilizan medidores montados para grabar las fuerzas. Se ha desarrollado un gnatodinamómetro digital, este aparato utiliza la tecnología electrónica y consiste en el tenedor de mordida y el cuerpo digital. Su célula de carga de alta precisión y un circuito electrónico para indicar una proporción de la fuerza en una medida precisa. Se ha evaluado la fuerza de mordida máxima en pacientes con trastornos temporomandibulares utilizando un dinamómetro digital (modelo IDDK) con una capacidad de 100kgf y un 14,6mm de altura. En su estudio, la fuerza de mordida máxima media en sujetos control se ha encontrado como 338N, que es similar a la de otros estudios. Recientemente, la película piezoeléctrica de deformación sensible se ha empleado como un sistema de detección y grabador de fuerzas, la deformación de la película piezoeléctrica genera una señal, que varía con la fuerza aplicada a la película. Debido a la señal eléctrica generada es una muy pequeña corriente eléctrica, un amplificador está diseñado para amplificar la señal de la película piezoeléctrica. Investigadores como Lasilla y colaboradores han utilizado este dispositivo en el cual la corriente fue llevada a un grabador digital, y el valor podría leerse directamente con ayuda de un registrado gráfico. Baba y Takeuchi han conectado el detector directamente a un amplificador y luego a un circuito de umbral de protección en la que se envió la señal de salida a un computador (26, 27, 28).

Floystrand y colaboradores (30) han introducido una película miniatura grabadora de fuerza de mordida es un semiconductor de silicio que sirve como una unidad sensorial. Las cargas sobre el sensor producen una alteración proporcional en las dos resistencias y conduce a cambios eléctricos en el circuito. Su prueba de calibración ha demostrado fuerzas de mordida en la gama de 10 a 1000N teniendo una buena fiabilidad. Del mismo modo, Fernández y colaboradores han utilizado sensores de presión a base de polímeros conductores, con un diámetro de 12 mm y un espesor de 0,25 mm que consistió en la colocación de dos electrodos intercalados en una hoja termoplástica que se enfrentaba a una segunda hoja recubierta con una tinta poliéterimida que es semiconductora (1, 20-29, 30-34).

Un transductor de fuerza de cuarzo también ha servido como una unidad sensorial en el que los resultados de la acción se grafican en una pantalla de cristal líquido (LCD). Waltimo y Konotten (18) han informado de que las fuerzas de mordida en el rango de 113 a 1692N podrían ser registrados con una buena fiabilidad con este dispositivo; este dispositivo ha sido descrito como una buena herramienta para la medición de la fuerza de mordida. El dispositivo de grabación de mayor aceptación es la cepa-gage traductor de fuerza de mordida. El transductor de fuerza de mordida cepa-gage está disponible en diferentes alturas y ancho. Ferrario (32) y Kogawa (33) han medido la fuerza de mordida con un transductor de 4 mm de altura y 5x7 mm de ancho. La calibración del instrumento se realizó a temperatura ambiente entre 0 y 350 N, con un error de $\pm 2\%$. La desviación de la linealidad con la carga de 300N fue $\pm 7,3\%$. Una gran variabilidad de la fuerza de mordida se ha encontrado para ser clasificado entre 446N y 1221N (1, 4, 17, 31, 32, 33).

Otro dispositivo de grabación es el sistema de preescala dental que consiste en una lámina en forma de herradura con una película sensible a la presión y un sistema de exploración computarizado para el análisis de la carga. Cuando se aplica la fuerza de contacto oclusal, un color clasificado se produce por la reacción química. Las láminas autoadhesivas expuestas (PSF) se analizan en el escáner oclusal. El escáner lee la intensidad de área y el color de los puntos rojos para evaluar el área de contacto oclusal y la presión. Finalmente, calcula las cargas oclusales automáticamente. Existen dos tipos de hojas sensibles a la presión que están disponibles: Tipo I (97 m de espesor) y el tipo II (unos 800 m de espesor). Cada tipo de hoja se divide en dos subtipos, 30 H y 50 H. La hoja 30 H se utiliza para una gama de 30 a 130kgf/cm², y la hoja 50 H para una gama de 50 a 120kgf/cm² (1, 16, 33, 38, 55-58).

Shinogaya (40) ha comparado la carga oclusal total medida con PSF y transductor de deformación gage unilateral convencional (UT). Las fuerzas máximas de mordida se grabaron con transductor de deformación gage colocado en los primeros molares mandibulares en 6-7 mm de apertura de la mordida, con forma de herradura se registran presión sensible en la lámina (Dental preescala 50 H, tipo R) con un espesor de 0,097 mm y las fuerzas máximas de mordida en la posición de intercuspidadación. La lámina sensible a la presión delgada le da la posibilidad de calcular fuerzas de mordida de cada diente en grabaciones con el menor trastorno posible en la oclusión. En el tipo convencional de este sistema en el que la fuerza de cierre total de la mandíbula se mide en puntos específicos sobre la dentición, la oclusión es distorsionada por la separación

de las láminas reduciendo el apoyo oclusal. Algunas de las diferencias entre la fuerza total de UT máximo y la fuerza máxima PSF ha sido explicado por una limitación técnica de escaneo computarizado aparato del sistema preescala dental. Sin embargo, a pesar de la diferencia en los valores absolutos de fuerza, esta fuerza de fibras discontinuas de poliéster total máximo y la fuerza de UT se han encontrado que se correlacionan; la fuerza promedio total de fibras discontinuas de poliéster, fuerza PSF a nivel mandibular y la fuerza UT han registrado como 1109N, 148N, 553N, respectivamente. Según Shinogaya (40), los sistemas de medición de las fuerzas de mordida, tales como el sistema de preescala odontológica utiliza una película sensible a la presión delgada (aproximadamente 0,1 mm) es superior a la común utilizada en los sistemas de medición del transductor. Este resultado ha sido explicado por dos factores. En primer lugar, la fuerza en la mordida se puede medir cerca de la posición intercuspídea, ofreciendo una mejor oportunidad para estimar la fuerza de mordida en condiciones naturales. En segundo lugar, la distribución de las cargas sobre la dentición pueden estudiarse al mismo tiempo (1, 38, 39, 40).

Fernández (31) han comparado la fuerza de la mordida con una herradura de mordida cepa gaged y una resistencia de conductor de detección de presión de polímero (resistencia de fuerza-sens-ing). Los valores de la fuerza de mordida obtenidos a partir de estos dos han demostrado diferencias estadísticamente significativas en los niveles de fuerza de mordida de 50 a 300N. La fiabilidad del sensor para registrar los niveles de fuerza reproducibles entre las dos series de carga resultó ser del 93%. Los resultados de las pruebas de carga insitu han demostrado que el sensor de película de mordida es capaz de registrar las fuerzas intraorales con suficiente precisión clínica. Sin embargo, los investigadores han señalado algunos problemas asociados con el sensor de mordida (1, 30, 31).

IV.C.1. Gnatodinamometro

Las fuerzas oclusales han sido tradicionalmente evaluadas a través de sistemas invasivos y no invasivos, basados en: Transductores piezoeléctricos, fabricados a partir de cristales de cuarzo, Películas poliméricas, Películas sensitivas de presión, que constan de galgas de deformación, que dependiendo de la aplicación que utilizan extensómetros lineales para medir deformaciones en un solo eje, o rosetas de deformación que consideran varias direcciones y finalmente los magnéticos (47-50).

IV.C.2. Transductores de fuerza basados en la técnica de extensometría eléctrica

La extensometría eléctrica, se encarga de medir las deformaciones mecánicas superficiales de los cuerpos, a través de una resistencia eléctrica llamada galga de deformación o strain gage. Su operación, se basa en el principio de que la resistencia eléctrica de un conductor, cambia cuando se somete a una deformación mecánica. Comúnmente, una galga de deformación se fija a un determinado espécimen, por medio

de un pegante en condiciones sin carga; entonces se aplica una fuerza que produce una deformación en el espécimen y en la galga. Esta deformación, se registra por medio de un cambio de resistencia del elemento (1, 3, 4, 6, 48).

IV.C.3. Transductores de fuerza piezoeléctricos

El efecto piezoeléctrico, es una propiedad de algunas sustancias naturales cristalinas, que pueden desarrollar un potencial eléctrico a lo largo de ciertos ejes cristalográficos en respuesta al movimiento de cargas que resultan de una deformación mecánica y viceversa, es decir, convierte energía mecánica en energía eléctrica, y energía eléctrica en mecánica. Algunos cristales como el cuarzo, la sal de Rochelle, el sulfato de litio y el dihidrogenuro de amonio poseen propiedades piezoeléctricas, y generalmente son la base de la construcción de transductores de fuerza (1, 3, 5, 56).

IV.C.4. Transductores de fuerza por técnicas fotográficas

Básicamente, el sistema de medición de fuerzas por técnicas fotográficas se basa en la utilización de una lámina, que al ser sometida a una carga, reacciona químicamente registrando áreas con determinados colores según el valor de las fuerzas, es decir, el color que aparece en la lámina después de ser mordida se puede relacionar con valores específicos de fuerzas. La visualización de los colores, es posible gracias a otro producto comercial de Fuji Photo Film Co, llamado Occluzer. Las láminas con las que se realizaron las mediciones de fuerza oclusal, encontradas en la literatura científica, son comercializadas por Fuji Photo Film Co. La relación entre las fuerzas y los colores que aparecen en la lámina son suministrados por el fabricante. Los estudios que evalúan la fuerza de mordida y que pretenden relacionar esta con cualquier otro tipo de factor, buscan correlacionar la fuerza de mordida con los patrones de crecimiento esqueléticos en hombres y mujeres; en el cual se pretende evaluar y registrar el potencial de mordida máxima parafuncional, esto requiere de un dispositivo calibrado que registre la fuerza de masticación, luego de ser aplicado en la boca del paciente, el dato puede ser confiable al ser transpolado al área investigativa, muchos autores coinciden en que el bruxismo es una entidad en la cual los dientes se aprietan o se rechinan en momentos diferentes a cuando se está masticando algún alimento (39-44), de esta manera, esta entidad conlleva a quien la padezca, a lo que son los signos y síntomas más reconocidos; que son el desgaste dental y el dolor orofacial, los cuales van ligados a una hiperactividad y una hipertrofia de los músculos de la masticación, especialmente el músculo masetero. Un bruxismo severo puede conllevar a un alto riesgo de fractura dental, fractura de restauraciones y fracturas de prótesis dentales (49).

IV.C.5. Bruxismo

Algunos autores cuestionan el papel del bruxismo como agente causal del desgaste dental (50), mientras que otros sugieren que el incremento del desgaste dental está

relacionado con la fuerza de mordida y los hábitos parafuncionales como así lo relata Johansson y Pigno en la introducción del artículo de Ducia Caldas Cosme y col (38). En este mismo artículo se da la definición de fuerza de mordida máxima, que aunque es simple y concreta es de real importancia tenerla como parámetro, para poderla comparar ante diferentes situaciones de esquema oclusal. Esta hace referencia, al esfuerzo ejercido entre los dientes maxilares y mandibulares, cuando la mandíbula es elevada por los músculos masticatorios. Su magnitud, varía entre sujetos y depende de métodos usados para medir la fuerza, así lo reporta también Cosme (38). Luego de la participación de 40 hombres y 40 mujeres en el estudio de Cosme con un promedio de 25,3 años para comparar la fuerza máxima de mordida en bruxómanos y no bruxómanos vs la fuerza de mordida máxima voluntaria en los mismos, encontraron que la fuerza de mordida máxima voluntaria no difería entre bruxómanos y no bruxómanos. Una posible explicación, como se menciona en la discusión del artículo, puede ser que la fuerza de mordida máxima voluntaria es diferente de la fuerza de mordida máxima ejercida durante el bruxismo. El estudio de Nishigawa y col (51), muestra que la fuerza de mordida máxima ejercida durante episodios de bruxismo al dormir puede exceder la fuerza de masticación máxima voluntaria en un 54,5% de los casos. En este estudio realizado en la universidad de Tokushima Japón (39), fue medida la fuerza de mordida nocturna en 10 sujetos por medio de un artefacto acrílico que tenía un transductor a nivel de los primeros molares, después de una semana de familiarización con el dispositivo, la fuerza de mordida nocturna fue medida por tres noches en casa de cada sujeto. De 30 registros, 499 eventos de bruxismo que satisficieron los criterios de definición, fueron seleccionados. Sobre el sistema descrito en el estudio también se evaluó la medición de fuerzas de mordida voluntarias máximas durante el día. El promedio de la amplitud detectada en los eventos de bruxismo fue de 22,5Kgf (s.d. 13,0Kgf) y el promedio de duración fue 7,1 segundos (49, 52).

La más alta amplitud de la fuerza de mordida nocturna fue 42,3Kgf. La fuerza de mordida máxima voluntaria durante el día fue 79,0Kgf y el cociente promedio de la fuerza de mordida máxima nocturna y diurna fue 53,1Kgf estos datos indican que la fuerza de mordida máxima durante el bruxismo puede exceder la amplitud de la fuerza de mordida máxima voluntaria durante el día (49, 52).

Estudios como el realizado por Cosme (38) sugieren que, no hay diferencias estadísticamente significativas en cuanto a la fuerza de mordida máxima voluntaria entre pacientes bruxómanos y no bruxómanos, cuando evaluaron una muestra de jóvenes adultos dentados, en donde se controló el sexo, la masa corporal y la presencia de dolor muscular orofacial durante las mediciones de la fuerza de mordida máxima (49, 52).

En un estudio publicado por Baba (28), se evaluó la duración del bruxismo por medio de una placa intraoral que detectaba las fuerzas ejercidas durante cada episodio (ISFT). El estudio constaba de un grupo de 5 bruxómanos y un grupo control de 5 personas sin bruxismo. El grupo de bruxómanos exhibió eventos de bruxismo significativamente de mayor duración que el grupo control, (27 segundos/ hora VS 7,4 segundos/hora $P < 0,01$).

También en la literatura revisada se reportan estudios que correlacionan la magnitud de la fuerza de mordida con la forma facial, con el desgaste dental, maloclusiones,

alteraciones psicológicas manifiestas en hábitos parafuncionales, actividad muscular y problemas sistémicos (54, 55).

La morfología facial esta aparentemente en relación directa con el volumen del músculo masetero, el cual puede hipertrofiarse a causa de las fuerzas parafuncionales generadas por el apretamiento o el rechinamiento dental. Este hallazgo fue corroborado por Waltimo (18) et al en 1994, quienes relacionaron la fuerza de mordida aumentada con un prognatismo mandibular, con inclinación anterior de la mandíbula y un ángulo goniaco disminuido. Mostraron mayor significancia al comparar la fuerza de mordida en molares que en incisivos entre individuos con signos de rechinamiento y normales (18, 54, 55).

Son pocos los estudios revisados que al utilizar un transductor de fuerzas oclusales evalúa o cuestiona críticamente la forma en la cual este hace la medición.

En un estudio realizado por Waltimo (56) y López (57) se evaluó la fuerza máxima de mordida en premolares, realizada de una manera convencional con un transductor de presión. Durante las mediciones, las extremidades de las cúspides bucales hacían contacto con el transductor. Ellos demostraban que la fuerza de mordida máxima, incrementaba significativamente si la carga excéntrica de los premolares superiores era hecha más céntrica y axial con respecto al transductor por cubrimiento completo de las superficies oclusales de los dientes. Ellos concluyen que la mordida de un transductor de presión con una carga excéntrica, no da una estimación justa del valor real de la fuerza de mordida máxima durante el apretamiento en posición de intercuspidadación. Las hojas o películas transductoras de fuerza oclusal, usando la piezoelectricidad, o la presión que depende de la resistencia eléctrica, son candidatos potenciales para la medición, no solo de los niveles absolutos de la fuerza de mordida, sino también de sus cambios (56, 57).

Se han realizado pruebas de fuerza de mordida, no solo en pacientes con parafunciones, sino también, en pacientes que han sido rehabilitados protésicamente con coronas. Un estudio realizado por Rother (58) et al, describió un método desarrollado para estudiar las fuerzas oclusales en denticiones restauradas. Usando este método la magnitud, duración y frecuencia de las fuerzas pueden ser medidas en varias partes de la dentición simultáneamente. Las mediciones son basadas en el uso de un aparato traductor de tensiones de tales dimensiones que pueden ser montados adentro de las coronas, pónicos o dentaduras removibles sin interferir con la oclusión, la señal de salida de cada transductor es lineal para las fuerzas mayores de 300N la cual corresponde con una magnitud (deformación elástica) de 20 micrones. Por lo menos cuatro transductores son usados distribuyendo sobre el diente arco para crear contactos simultáneos y bilaterales. Al final la suma de las fuerzas locales constituye la fuerza total que actúa en la dentición entera en un momento dado (58).

IV.D. Factores que condicionan la fuerza masticatoria

En cuanto a los factores que condicionan la fuerza masticatoria, existen varios condicionantes, que se detalla a continuación.

Sexo y edad: Se han demostrado valores más altos de fuerza masticatoria máxima funcional en el sexo masculino entre 15 y 20 años. No obstante, la diferencia relacionada con el sexo es probablemente menor que la que se pudiera esperar en vista de la diferencia en su fuerza muscular general (2, 3, 5, 7, 33, 45, 50).

Tipo de alimentación: los individuos que usualmente mastican alimentos resistentes y duros y utilizan sus piezas dentarias como herramientas de trabajo presentan valores más altos (2, 3, 5, 7, 33, 45, 50).

Grupos Dentarios: Se han visto que la fuerza masticatoria máxima funcional es mayor a nivel del grupo dentario de los molares, disminuyendo gradualmente hacia el grupo incisivo. Las fuerzas a nivel incisivo son aproximadamente un tercio de las medidas a nivel de molares. La mayor magnitud de fuerza masticatoria en los molares es debida a su mayor área de soporte dentario y a su favorable posición en relación al eje de inserción de los músculos elevadores (2, 3, 5, 7, 33, 45, 50).

Dimensión Vertical o Separación Interoclusal: (posición mandibular en el plano sagital.) Algunas investigaciones han demostrado que los valores más altos de fuerza masticatoria se registran a una dimensión vertical considerada como óptima, coincidente con separaciones interoclusales entre 15 a 20 mm. Diferencias en las características esqueléticas craneofaciales permiten explicar el rango de dimensión vertical óptima encontrado (2, 3, 5, 7, 33, 45, 50).

Posiciones Mandibulares en el Plano Horizontal: Los valores de fuerza masticatoria en las posiciones mandibulares laterales, protrusivas y retrusivas son menores que la registrada en la posición intercuspil o MIC (2, 3, 5, 7, 33, 45, 50).

Estado de la Dentición: los valores de la fuerza masticatoria son menores frente a las siguientes condiciones:

Patologías dentarias locales tales como pulpitis, periodontitis y lesiones periapicales o enfermedad periodontal: mientras mayor es la reabsorción ósea alveolar, menor es la capacidad de desarrollo de fuerzas entre los dientes. Lo mismo equivale para los dientes con trauma oclusal (2, 3, 5, 7, 33, 45, 50).

Portadores de prótesis: el promedio de la fuerza masticatoria máxima funcional medida en pacientes con prótesis removibles totales a nivel de los molares es del orden de los 12Kg. Representando en consecuencia a 1/4 a 1/5 parte de los valores registrados en pacientes con dentición natural completa.

En cambio, la fuerza masticatoria medida en pacientes con prótesis fija bilateral tiene valores comparables con los individuos con dentición natural. Cercanamente lo mismo equivale para los pacientes rehabilitados con prótesis implanto soportadas (2, 3, 5, 7, 33, 45, 50).

Parafunciones y disfunciones del Sistema Estomatognático: los hábitos de apriete y rechinar dentario tienen un efecto incremental en los registros de fuerza masticatoria máxima funcional. Valores de 443Kgs. Fueron registrados, en un hombre de 37 años de Lake City, Florida que presentaba músculos maseteros y temporales inusualmente grandes e hipertrofiados como consecuencia de su hábito bruxístico

crónico. Los pacientes con alteraciones funcionales del sistema estomatognático, tales como dolor en los músculos mandibulares y/o articulaciones temporomandibulares, presentaron valores de fuerza masticatoria máxima funcional más bajos que los sujetos sanos. Los valores de fuerza aumentaron hasta rangos normales después de la remisión sintomatológica disfuncional (2, 3, 5, 7, 33, 45, 50).

Características Esqueléticas Craneofaciales: Existe una mayor ventaja mecánica para los elevadores mandibulares de desarrollar mayores valores de fuerza masticatoria, si la rama mandibular es derecha y vertical, además de un ángulo goníaco relativamente agudo. Si el ángulo crece la ventaja mecánica muscular decrece y un esfuerzo equivalente del grupo mandibular produciría menores fuerzas interoclusales. No obstante, a pesar de que la morfología espacial cráneo facial puede diferir entre los sujetos, el tamaño de la sección transversal en los músculos maseteros y pterigoideos internos, permite explicar en gran proporción por sí solo las variaciones de fuerza masticatoria interindividuales encontradas (2, 3, 5, 7, 33, 45, 50).

IV.E. Ventajas y Desventajas

Ventajas

El conocimiento de la fuerza de masticación permite obtener información sobre el comportamiento de los pacientes ante diferentes tratamientos protésicos, comprobando cómo responden las fuerzas de masticación de sus portadores; esto se considera fundamental para ser utilizado en investigaciones clínicas, tales como estudio de biomecánica en implantes dentales, avance de nuevos materiales en restauración, aleaciones de metales para prótesis y valoración de resultados en cirugía ortognática (12, 16).

Otras ventajas son elección del plan de tratamiento, selección del material ideal para la fase de rehabilitación, para evaluar la longevidad de los tratamientos y para investigaciones relacionadas con crecimiento y desarrollo (12, 16).

Desventajas

Están relacionadas con el costo, el mayor peso y volumen total, el transporte del dispositivo, la necesidad de equipos y software para medir la fuerza; además, se necesita dispositivo de memoria donde guardar la información, con todo los problemas que conlleva esto, como lo son la pérdida o alteración de la información. Se ha reportado sistemas con los cuales es posible realizar las medidas de fuerza oclusal en donde estén los pacientes, para esto se requiere computadores especiales con software necesarios para ejecutar la medición. En estos sistemas, la desventaja crucial es el almacenamiento, porque por lo general, no se encuentran integrados al dispositivo de medición (12, 16).

IV.F. Limitaciones del estudio.

No existe en Colombia un dispositivo comercialmente disponible para medir la fuerza de masticación, ya que su diseño y fabricación carece de un proceso de estandarización confiable o reproducible, lo cual conlleva a mediciones erradas.

Las técnicas para el uso de los dispositivos no se describen con claridad en la literatura, imposibilitando el uso claro de los equipos referidos.

Las mediciones de la fuerza traducida en resistencia o elongaciones, se realizan estimando in vitro la resistencia de los materiales de odontología utilizados en la práctica clínica, lo cual no ayuda a tener en cuenta las demás variables como los factores que afectan la fuerza masticatoria; dichas mediciones no son representativas de la población observada.

Las diferentes facultades de odontología en Colombia, a excepción del CES en Medellín, no tienen la disponibilidad de uso de dispositivos que faciliten al Prostodoncista y Ortodoncista la planeación y la realización de sus tratamientos, por la limitación importante en la medición de la fuerza masticatoria.

VI. DISCUSIÓN

La fuerza de la mordida se registra a menudo usando uno o dos transductores colocados entre un par de dientes opuestos apretando durante un tiempo. Este es un método directo simple para uso clínico; sin embargo, aumenta la dimensión vertical de la mordida y deja el resto de la dentición separada; este aumento influye en la fuerza máxima de la mordida, situación que se presentó en los pacientes evaluados en estudio de Koc (4) y por lo tanto, no debe influir en la correlación entre la fuerza de mordida y morfología facial.

Los resultados de las fuerzas medidas tuvieron un promedio de 37Kg-f que equivale a 369Nw, con un rango entre 21Kg-f y 52Kg-f; estos datos son similares a los estudios realizados en los años 90, donde la fuerza medida en pacientes bruxómanos de 12 años de edad fue de 47Kg-f, utilizando una pieza intraoral que se colocó entre los espacios interoclusales aproximadamente a 10mm a nivel de los molares; todo esto se realizó utilizando dos vigas o platinas donde el paciente aprieta causando deformación y el sensor traduce esta deformación (57). Estas fuerzas medidas se han reproducido en otros dispositivos por poblaciones similares como lo realizado por Isaza en el CES en el 2008, en donde el prototipo desarrollado presento una buena reproducibilidad y un coeficiente de correlación de 0,999; además el sensor pudo medir una fuerza mínima de 150gr (12).

Las fuerzas registradas en los estudios ponen dentro de su calibración la fiabilidad y la validez de los métodos usados y son buenas. La fuerza de mordida más alta alcanzada no estaba conectada a ningún esfuerzo especial durante la sesión. El rango de medición para el registro de fuerzas de mordida es mayor que la publicada para equipos con carcassas unilaterales. Este aumento de la gama es debido a la alta capacidad de carga de tolerancia del transductor de fuerza de cuarzo utilizado (56).

En un estudio donde se evaluaron las fuerzas de mordida, la media para los hombres y las mujeres se presentaron más altas en ambos grupos de dientes (molares e incisivos) comparados con los resultados de López. Teniendo en cuenta que estos pacientes presentaban una característica particular de ansiedad por presentar la prueba, hecho que pudo hacer que elevaran los datos recolectados. Sin embargo, el valor más alto se presentó en la región incisal, probablemente como resultado de las férulas acrílicas individuales que usaban, las cuales cubrían caninos superiores y caninos inferiores y distribuyen la fuerza de mordida de varios dientes (17,18, 56). Los equipos utilizados para esta medición fue el gnatodinamometro mordiendo en placas o férulas transcriptoras de la tensión.

Las poblaciones participantes en los diferentes estudios donde se utilizaron diversos gnatodinamometros fueron muy pequeñas, considerando que el propósito de estos estudios fue probar los equipos; debido a esto, puede no haber sido lo suficientemente amplias para mostrar una correlación significativa.

Es poca la literatura donde se describen con claridad las técnicas para el uso de los dispositivos sobre la medición de la fuerza masticatoria y éstas se realizan según el

diseño de cada dispositivo, lo cual conlleva a que no haya una estandarización y especificidad de los datos que se obtienen.

En las facultades de odontología en Colombia, se han realizado numerosos estudios in vitro sobre la resistencia de los materiales de uso odontológico, sin tener en cuenta los factores que afectan la fuerza masticatoria; por lo tanto, sería de gran importancia el medir la fuerza directamente en boca, ya que en la cavidad oral es donde finalmente se van a utilizar dichos materiales.

En la actualidad, no se evidencia la importancia de medir la fuerza de la masticación en la práctica clínica habitual, ya que no existen comercialmente dispositivos para la medición de dichas fuerzas y según el comportamiento de las publicaciones de los últimos años, se ha disminuido el interés de investigar la medición directa de tales fuerzas.

V. CONCLUSIONES

- La base para la construcción de un dispositivo para medir las fuerzas masticatorias es un transductor que transforma la deformación que sufre en manifestaciones de energía de entrada y otra diferente a la salida, lo que permite traducir esto en un valor que se cuantifica como fuerza ya sea en kilogramos de fuerza o Newtons. De acuerdo con cada fabricante, estos dispositivos utilizan diferentes principios para iniciar su funcionamiento.
- Los dispositivos para medir la fuerza masticatoria son de creación o de uso propios por cada investigador, pero ellos no poseen pruebas de sensibilidad y especificidad, lo que dificulta la reproducibilidad y confiabilidad de la medición. Las mediciones de fuerza masticatoria, como de la eficiencia masticatoria, son variables que deberían ser consideradas al evaluar las condiciones del sistema estomatognático.
- Los factores que condicionan la fuerza masticatoria son los mecánicos, dietéticos y funcionales, los que conllevan a realizar comparación de la fuerza en diferentes grupos o en cada factor, permitiendo caracterizar la actividad muscular, tornándose crucial para la toma de decisiones y diseño de aparatología protésica.
- Los equipos utilizados para evaluar o medir las fuerzas masticatorias poseen estándares propios al momento de realizar sus mediciones, las cuales presentan algunas variaciones en el momento de la toma.
- El conocimiento del uso de los dispositivos para medir la fuerza masticatoria permite tener información sobre la elección del plan de tratamiento, del material ideal y evaluar la longevidad de los tratamientos realizados en prostodoncia.
- En Colombia no hay dispositivos disponibles comercialmente para la medición de la fuerza masticatoria.

VI. RECOMENDACIONES

Diseñar y fabricar un dispositivo para medir la fuerza masticatoria con el fin de ser utilizado para diagnóstico en clínicas de Prostodoncia.

Determinar la reproducibilidad y confiabilidad en las mediciones de los diferentes dispositivos para medir la fuerza masticatoria con el fin de mejorar su aplicabilidad o uso en la práctica clínica. (Si no hoy dispositivos en Colombia para investigación y/o comercialización, siendo difícil su disponibilidad por costo, tamaño y uso, esta recomendación no sería procedente).

Proponer que se lleven a cabo investigaciones que tengan como propósito la medición de las fuerzas masticatorias, contribuyendo a mejorar la práctica clínica del rehabilitador oral.

Realizar en las facultades de odontología más estudios acerca de los dispositivos para medición de fuerzas masticatorias, dando la importancia pertinente para aplicarlas en la práctica clínica, con el fin de que haya facilidad para determinar el tratamiento ideal y la longevidad en los tratamientos.

Motivar a la Facultad de Odontología de la Universidad Santo Tomás para que se interese en la creación de un equipo para la medición de fuerzas masticatorias para promover los estudios de investigación clínica, como también su posible comercialización, con el fin de incentivar a los prostodoncistas al uso de estos dispositivos.

REFERENCIAS BIBLOGRAFICAS

1. Koc D,Dogan A,Bek B. Bite Force and Influential Factors on Bite Force Measurements.2010;4:223-232.
2. Schimmel M, Leemann B, Herrmann F.R, Kiliaridis S, Schnider A, Müller F. Masticatory Function and bite Force in Stroke Patients. *J Dent Res* 2011 90(2):230-234, 2011.
3. Moctezuma A, Medina F, Osorno Ma, Núñez J, Romero G. Fuerza de mordida: su importancia en la masticación, su medición y sus condicionantes clínicos. Parte I. *Revista Adm* 2012;69(2): 53-7.
4. Koç D, Dogan 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):274-9.
5. Peláez A, Álvarez M E, Gaviria M I, Gallego G. Evaluación de la calidad de una sesión de registro simultáneo de la fuerza oclusal y la actividad electromiográfica del músculo maseter. *Revista Mexicana de Ingeniería Biomédica* 2003; 24, (2) 163 – 169.
6. Ikebe K, Matsuda K, Morii K, Furuya M, Nokubi T, Renner R. Association of Masticatory Performance with Age, Posterior Occlusal Contacts, Occlusal Force, and Salivary Flow in Older Adults. *International journal prostodontic*. 2006; 19, 5: 475-481.
7. Helkimo E, Carlsson G, Carmeli Y. Bite force in patients with functional disturbances of the masticatory system. *journal of Oral Rehabilitation*, 1975,2, 397-406.
8. Farias S, Custodio W, Faot F, Altair Antoninha Del Bel Cury, Renata Cunha, Rodrigues M. Chewing side, bite force symmetry, and occlusal contact area of subjects with different facial vertical patterns. *Braz Oral Res*. 2011 Sep-Oct;25(5):446-52.
9. Lujan M, Martinez J, Palau S, Ayuso R, Salsench J, Peraire M. Influence of static and dynamic occlusal characteristics and muscle force on masticatory performance in dentate adults. *Eur J Oral Sci* 2008; 116: 229–236.
10. Motegu E, Nomura M, Takichi C, Miyazaki H, Takeuchi F, Takaku S, Abe Y, Miyatani M, Ogai T, fuma A, Fukagawa H, Kano M, Sueishi K. Occlusal force in people in the their sixties attending College for Elderly. *Bull Tokyo Dent Coll* (2009) 50(3): 135-140.
11. M. Pihut, G. Wisniewska, P. Majewski, K. Gronkiewicz, S. Majewski. Measurement Of Occlusal Forces In The Therapy Of Functional Disorders With The Use Of Botulinum Toxin Type A. *Journal Of Physiology And Pharmacology* 2009, 60, Suppl 8, 113-116.
12. Isaza JF, Londoño E, Roldán S. Sistema electrónico de adquisición para procesar y almacenar datos de fuerza oclusal. *Revista CES Odontología* 2008.;8;

- (2) 39-45.
13. S. Nozaki, M. Kawai, R. Shimoyama, N. Futamura, T. Matsumura, K. Adachi, Y. Kikuchi. range of motion exercise of temporo-mandibular joint with hot pack increases occlusal force in patients with Duchenne muscular dystrophy. *Acta Myologica* 2010; XXIX: p. 392-397.
 14. J. L. Davis, S. E. Santana, E. R. Dumont, I. R. Grosse. Predicting bite force in mammals: two-dimensional versus three-dimensional lever models. *The Journal of Experimental Biology* 2010, 213, 1844-1851.
 15. Eldin JasArevic, Jie Ning, Ashley N. Daniel, Rachel A. Menegaz, Jeffrey J. Johnson, M. Sharon Stack, And Matthew J. Ravosa. Masticatory Loading, Function, and Plasticity: A Microanatomical Analysis of Mammalian Circumorbital Soft-Tissue Structures. *THE ANATOMICAL RECORD* 2010; 293:642–650.
 16. Cortada Colomer, Miquel; Giner Tarrida, Lluís; Lousa Rodríguez, Arturo. Aparato odontológico para la medición de fuerzas de mordida. *OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS*. 2 107 939.
 17. Bakke M, Høj B, Jensen BL, Michlér L, Møller E: Unilateral, isometric bite force in 8-68- year-old women and men related to occlusal factors. *Scand J Dent Res* 1990; 98: 149-58.
 18. Waltimo A, Kononen M: A novel bite force recorder and maximal isometric bite force values for healthy young adults. *Scand J Dent Res* 1993; 101: 171-5.
 19. Kwon HK, Yoo JH, Kwon YS, Kim BI. Comparison of bite force with dental prescale and unilateral bite force recorder in healthy subjects. *J Korean Acad Prosthodont* Feb 2006;44(1): 103-11
 20. Custodio W, Gomes Sgf, Faot F, Garcia Rcmr, Del Bel Cury Aa. Occlusal force, electromyographic activity of masticatory muscle and mandibular flexures of subjects with different facial types. *J Appl Oral Sci*; 2010; 343-349.
 21. Coelho MJP, Bérzin F, Amorim C. Evaluación electromiográfica de los músculos masticadores durante la fuerza máxima de mordedura. *Rev Esp Cir Oral y Maxilofac* 2008;30,6:420-427.
 22. Sarabjeet Singh, Ashok K Utreja, Navreet Sandhu, Yadvinder S Dhaliwal. An Innovative Miniature Bite Force Recorder. *International Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, May-August 2011;4(2):113-118.
 23. J.C. Nickel, L.R. Iwasaki, R.D. Walker, K.R. McLachlan, and W.D. McCall, Jr. Human Masticatory Muscle Forces during Static Biting. *J Dent Res* 82(3):212-217, 2003.
 24. Mar Lujan-Climent, Jordi Martínez- Gomis, Sara Palau, Raul Ayuso- Montero, Juan Salsench, Maria Peraire. *Eur J Oral Sci* 2008; 116: 229–236.
 25. Castroflorio T, Bracco P, Farina D. Surface electromyography in the assessment of jaw elevator muscles. *Journal of Oral Rehabilitation* 2008 35; 638–645.
 26. Tecco S, Tetè S and Festa F. Electromyographic evaluation of masticatory, neck, and trunk muscle activity in patients with posterior crossbites. *European Journal*

- of Orthodontics 32 (2010) 747–752.
27. Takeuchi H, Ikeda T, Clark GT. A piezoelectric film-based intrasplint detection method for bruxism. *J Prosthet Dent* 2001;86:195-202.
 28. Baba K, Clark GT, Watanabe T, Ohyama T. Bruxism force detection by a piezoelectric film based recording device in sleeping humans. *J Orofac Pain* 2003;17:58-64.
 29. Lasilla V, Holmlund I, Koivumaa KK. Bite force and its correlations in different denture types. *Acta Odontol Scand* 1985;43:127-132.
 30. Floystrand F, Kleven E, Oilo G. A novel miniature bite force recorder and its clinical application. *Acta Odontol Scand* 1982;40:209-214.
 31. Fernandez CP, Glantz PJ, Svensson SA, Bergmark A. A novel sensor for bite force determinations. *Dent Mater* 2003;19:118- 126.
 32. Kogawa EM, Calderon PS, Laurus JRP, Araujo CRP, Conti PCR. Evaluation of maximal bite force in temporomandibular disorders patients. *J Oral Rehabil* 2006;33:559-565.
 33. Ferrario VF, Sforza C, Serrao G, Dellavia C, Tartaglia GM. Single tooth bite forces in healthy young adults. *J Oral Rehabil* 2004;31:18-22.
 34. Zhang X, Hans MG, Graham G, Kirchner HL, Redline S. Correlations between cephalometric and facial photographic measurements of cranio-facial form. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2007;131:67-71.
 35. Kumagai H, Suzuki T, Hamada T, Sondang P, Fujitani M, Ni-kawa H. Occlusal force distribution on the dental arch during various levels of clenching. *J Oral Rehabil* 1999;26:932-935
 36. Okiyama S, Ikebe K, Nokubi T. Association between masticatory performance and maximal occlusal force in young men. *J Oral Rehabil* 2003;30:278-282.
 37. Sato S, Ohta M, Sawatari M, Kawamura H, Motegi K. Occlusal contact area, occlusal pressure, bite force, and masticatory efficiency in patients with anterior disc displacement of the temporomandibular joint. *J Oral Rehabil* 1999;26:906-911.
 38. Cosme DC, Baldisserotto SM, Canabarro Sde A, Shinkai RS. Bruxism and voluntary maximal bite force in young dentate adults. *Int J Prosthodont* 2005;18:328-332.
 39. Shinogaya T, Tanaka Y, Toda S, Hayakawa I. A new approach to evaluate occlusal support by analyzing the center of the bite force. *Clin Oral Investig* 2002;6:249-256.
 40. Shinogaya T, Bakke M, Thomsen CE, Vilmann A, Sodeyama A, Matsumoto M. Effects of ethnicity, gender and age on clenching force and load distribution. *Clin Oral Investig* 2001;5:63-68.
 41. Keith, D. B Faulkner. Bruxism: A review of the literature. Part 1. Australian dental journal. 1990; 35(3) :266-76.
 42. Warren C Rivera- Morales-Dmd, MS and W. D McCall, Jr, PhD. The Journal of Prosthetic Dentistry. (73) 2 Feb 1995.

43. Zaag, Lobbezoo, Wicks, Visscher, Hamburger. Controlled Assessment of the Efficacy of Occlusal Stabilization Splints on Sleep Bruxism. *Journal of Orofacial Pain*. 2005; 19.
44. Haketa, Baba, Akishige, Fueki.Kino. Utility and Validity of a new EMG, Based Bruxism Detection System. *The International Journal of Prosthodontics*. (16) 42003.
45. Ommerborn, Giraki, Schneider, Schaefer, Gotter, Franz, Raab. A New Analyzing Method for quantification of Abrasion on the Bruxcore Device for Sleep Bruxism Diagnosis. *Journal of Orofacial Pain Vol 19. N 3* 2005.
46. Van eijden, t, koolstra, j.h, bruman, p. y weijjs, w.a. Feedback method to determine the three-dimensional bite-force capabilities of the human masticatory system. *J. Dent. Res. Boston, E.U.:* vol. 2. 1998 : p. 450-454.
47. Proffit, w. r, fields, h. w. y Nixon, w. l. Occlusal forces in normal- and long-face adults. *En: J. Dent. Res. Boston, E.U.:* vol. 62. 1983; p. 566-571.
48. Paphangkorakit, j. y Osborn, J. W. The effect of the pressure on a maxime incisal bite force in man. *J. Archs oral Biol. E.U.vol.* 42. 1997, p. 11-17.
49. Koriath, t. w. p., waldron, t. w., versluis, a. y schule, j. k. Forces and moments generated at the dental incisors during forceful biting in humans. *En: J. Biomech. New York, E.U. vol.* 30. 1997; p. 631-633.
50. Castroflorio T, Icardi K, Becchino B, Merlo E, Debernardi C, Bracco P, Farina D. Reproducibility of surface EMG variables in isometric sub-maximal contractions of jaw elevator muscles. *J Electromyogr Kinesiol* 2006;16:498-505. Epub 2005 Nov 15.
51. Nishigawa K. Quantitative study of bite force during sleep associated bruxism *J OReabilitation* 2001 may 28; 5 485-91.
52. Baba K, Watanabe T, Ohyama T. Bruxism force detection by Piezoelectric film-based recording device in sleeping humans. *journal Orofacial Pain* 2003; 17(1): 58-64.
53. Karkasis, H Kossioni, A. Surface emg activity of the masseter muscle in denture wearers during chewing of hard and soft food. *Journal of oral Rehabilitation* 1998, 25:8-14.
54. Lindqvist B Ringqvist, M. Bite force in children with bruxism. *Acta Odontologica Scandinavica*. 1973; 31: 255-259.
55. Belser, U Hannam. A the contribution of the deep fibers of the masseter muscle to selected tooth clenching and chewing tasks. *Jornal of Prosthetic Dentistry*. 1986; 56: 629-635.
56. Waltimo, A; Nystrom, M Coronen, M. Bite force and facial morphology in men with severe dental attrition. *Scandinavian Journal of Dental Research*, 1994; 102: 92-96.
57. Lopez RD, Gomez AL, Borrero LM, Gracia C. Gnatodinamometro y fuerza oclusal. *Revista estomatología*. 2002; Mar; 10(1): 15-19.
58. Rottner K, Richter EJ. Effect of occlusal morphology on the accuracy of bite force

- measurements using thin film transducers. *Int J Prosthodont*.2004; Sep-Oct; 17(5): 18-23.
59. Lundgren D; Laurell L. Occlusal forces in prosthetically restored dentitionsA metodological study. *J Oral Rehabil*. 1984; Jan 11 (1): 29-37.
60. MINISTERIO DE SALUD. Resolución 8430 de 1993, por la cual se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud. 1993.
61. Revisión Sistemática X Revisión Narrativa. *Acta Paul Enferm*; 20(2), 2007.