



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO

INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA SALUD

**“Análisis de la Raíz Cuadrática Media (RMS) y del Índice de Hurst (DFA) en la EMG Digital en dos Grupos de Pacientes Clase I y II de Kennedy Pre-post Tratamiento Protésico, Comparado con Sujetos Sanos.”**

Tesis que para obtener el grado de:

**MAESTRA EN CIENCIAS BIOMÉDICAS Y DE LA SALUD**

Presenta:

**FATIMA GABRIELA OCÁDIZ LÓPEZ.**

**DIIRECTOR: JUAN ELIEZER ZAMARRIPA CALDERÓN.**

**CODIRECTOR: FERNANDO ÁNGELES MEDINA**

San Agustín Tlaxiaca Hgo. a 3 de Noviembre de 2014.





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO  
INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA SALUD

MAESTRÍA EN CIENCIAS BIOMÉDICAS Y DE LA SALUD

Of. No MCBS/2014/112  
Asunto: Asignación de Jurado de Examen

**CD Fátima Gabriela Ocádiz López**  
**Candidata a Maestra en Ciencias Biomédicas y de la Salud**

Por este conducto le comunico el jurado que le fue asignado a su Tesis titulada "Análisis de la Raíz Cuadrática Media (RMS) y el Índice de Hurst (DFA), en la EMG Digital en Dos Grupos de Pacientes Clase I y II de Kennedy, Pre-post Tratamiento Protésico Comparados con Sujetos Sanos", con el cual obtendrá el **Grado de Maestra en Ciencias Biomédicas y de la Salud**; después de revisar la tesis mencionada y haber realizado las correcciones acordadas, han decidido autorizar la impresión de la misma.

A continuación se anotan las firmas de conformidad de los integrantes del jurado:

PRESIDENTE MTRA. ADRIANA LETICIA ANCONA MEZA  
PRIMER VOCAL DR. JUAN ELIEZER ZAMARRIPA CALDERÓN  
SECRETARIO DR. FERNANDO ÁNGELES MEDINA  
SUPLENTE MTRO. CARLOS ENRIQUE CUEVAS SUÁREZ  
SUPLENTE DR. JOSÉ ALEJANDRO RIVERA GONZAGA

Sin otro asunto en particular, reitero a usted la seguridad de mi atenta consideración.

Atentamente  
"AMOR, ORDEN Y PROGRESO"  
San Agustín Tlaxiaca Hgo. a 3 de noviembre de 2014

M.C. ESP. JOSÉ MARÍA BUSTO VILLARREAL  
DIRECTOR

DRA. ARACELI ORTIZ POLO  
COORDINADORA DE POSGRADO ICSA

DR. JUAN ELIEZER ZAMARRIPA CALDERÓN  
COORDINADOR DEL PROGRAMA



Durante el desarrollo de estos estudios, se contó con una beca de manutención otorgada por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT), número de beca 274705.

Durante el periodo Agosto de 2012 a Julio 2014 se realizó una estancia nacional de investigación en la Facultad de Odontología de la Universidad Autónoma de México, en México D.F., apoyada por Beca Mixta del CONACyT.

**Agradecimientos:**

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.

Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Odontología, Laboratorio de Fisiología DEPeI.

Proyecto PAPIIT IT 202314 DGAPA. UNAM. Electromiógrafo digital utilizado en esta investigación.

Programa de Maestría en Ciencias Biomédicas y de la Salud de la UAEH.

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, por el apoyo recibido como becaria.

Dr. Juan Eliezer Zamarripa Calderón, coordinador de la Maestría en Ciencias Biomédicas y de la Salud UAEH.

Dr. Fernando Angeles Medina coordinador del Laboratorio de Fisiología de la DEPeI de FO UNAM.

## **Dedicatorias y agradecimientos**

Dedico este trabajo a Dios mi principal motor, por concederme la vida y permitirme llegar a este momento.

A mi amadísima Madre y a mi queridísima tía Julie, porque gracias a su apoyo constante, a su confianza y a su infinito amor logré culminar esta etapa de mi vida profesional que me realiza y me da la oportunidad de ser una mejor persona.

A mi tía Laura, mi hermano Ricardo, a Sheila, Itzel y Dani, porque son mis seres más queridos y porque han compartido los mejores momentos, los amo a todos con toda mi alma.

A Miguel, mi gran amor, por enseñarme la alegría de la vida, por impulsarme y darme la confianza para realizar con éxito los retos cotidianos y sobre todo por amarme tanto.

A mi estimado codirector Dr. Fernando Ángeles Medina quien ha sido un ejemplo de superación y determinación durante mi formación, por abrirme las puertas del laboratorio de Fisiología en la UNAM y por confiar en mi proyecto y facilitarme los instrumentos de trabajo y sobre todo por brindarme su amistad y confianza.

A mi director Dr. Eliezer Zamarripa Calderón por enseñarme y demostrarme que la constancia, esfuerzo y paciencia me encaminaron a realizar un trabajo muy exitoso.

Al Dr. Julio Morales González por apoyarme a lo largo de la investigación, por su generosidad y ayuda en los momentos de confusión.

A mis amigos y compañeros por haber compartido esta maravillosa etapa, gracias por todos esos momentos Cinthia, Isaacito y Pepe los llevaré siempre en mi corazón.

# ÍNDICE GENERAL

1.	INTRODUCCIÓN .....	14
2.	ANTECEDENTES .....	16
2.1	<i>ANTECEDENTES DEL PROBLEMA</i> .....	16
2.2	<i>MARCO TEÓRICO</i> .....	20
2.2.1	<i>Aplicación en Odontología</i> .....	20
2.2.2	<i>Análisis de la fatiga muscular por medio de la EMG</i> .....	23
2.2.3	<i>Factores que influyen en la actividad eléctrica de los músculos masticadores</i> .....	24
2.2.4	<i>Actividad muscular en pacientes protésicos</i> .....	25
3.	JUSTIFICACIÓN .....	29
4.	HIPÓTESIS .....	30
5.	OBJETIVOS .....	31
5.1	<i>OBJETIVO GENERAL</i> .....	31
5.2	<i>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</i> .....	31
6.	MATERIALES Y MÉTODO .....	31
6.1	<i>TIPO DE ESTUDIO</i> .....	31
6.2	<i>POBLACIÓN DE ESTUDIO</i> .....	32
6.3	<i>SELECCIÓN Y TAMAÑO DE LA MUESTRA</i> .....	32
6.4	<i>CRITERIOS DE SELECCIÓN</i> .....	32
6.4.1	<i>Inclusión</i> .....	32
6.4.2	<i>Exclusión</i> .....	32
6.4.3	<i>Eliminación</i> .....	32
6.5	<i>DEFINICIÓN OPERACIONAL Y ESCALA DE MEDICIÓN DE LAS VARIABLES</i> .....	33
7.	RESULTADOS .....	42
7.1.1	<i>Estadísticos descriptivos</i> .....	42
7.1.2	<i>Análisis estadístico</i> .....	46
8.	DISCUSIÓN .....	53
9.	CONCLUSIONES .....	56
10.	RECOMENDACIONES .....	56
11.	BIBLIOGRAFÍA .....	58

12. ANEXOS .....	64
12.1 HISTORIA CLÍNICA .....	64

## ÍNDICE DE IMÁGENES

Imágen 1. Vista frontal del electromiógrafo.....	36
Imágen 2. Equipo conectado a la computadora.....	36
Imágen 3. Paciente en posición diagnóstica para el registro de EMG.....	37
Imágen 4. Preparación de la zona facial con alcohol para eliminar la grasa acumulada y favorecer la adhesión de los electrodos de superficie.....	37
Imágen 5. Colocación de los electrodos de superficie sobre la superficie del músculo masetero y sobre la superficie del hueso mastoides como referencia.....	38
Imágen 6. Visualización correcta del electromiógrafo para realizar el registro electromiográfico.....	38
Imágen 7. Vista de las tres lecturas para ajustar el nivel de MCV.....	39
Imágen 8. Grabación del registro de la EMG durante 30 segundos.....	39
Imágen 9. Esquema capturado que representa el análisis del RMS.....	40
Imágen 11. Esquema capturado que representa el Índice de Hurst.....	41

## INDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Frecuencia y porcentaje de edad entre los grupos. ....	44
Gráfica 2. Porcentaje de los grupos.....	45
Gráfica 3. Distribución de género de los grupos. ....	46
Gráfica 4. Media del CC del RMS antes del tratamiento protésico.....	47
Gráfica 5. Media del CC del RMS después de la rehabilitación protésica. ....	49
Gráfica 6. Media del CC del Índice de Hurst antes del tratamiento protésico.....	51
Gráfica 7. Media del CC del Índice de Hurst después de la rehabilitación protésica. ....	52

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Casificación de Kennedy, imágenes obtenidas de la página <a href="https://www.google.com.mx">https://www.google.com.mx</a> .....	27
Tabla 2 Descripción de las variables.....	33
Tabla 3. Frecuencia y porcentaje de los grupos.....	42
Tabla 4. Frecuencia y porcentaje de Género. ....	43
Tabla 5. Frecuencia y porcentaje de los grupos para el segundo registro.....	43
Tabla 6. Frecuencia y porcentaje de los grupos.....	45
Tabla 7. Media y Desviación estándar del registro basal del CC del RMS de los tres grupos. ....	47
Tabla 8. Cuadro de ANOVA del CC del RMS antes de la rehabilitación protésica. ....	48
Tabla 9. Prueba post hoc de los subconjuntos del CC del RMS antes de la rehabilitación protésica. ....	48
Tabla 10. Media y desviación estandar del CC del RMS después de la rehabilitación protésica. ....	49
Tabla 11. Cuadro de ANOVA del CC del RMS después de la rehabilitación protésica.....	50
Tabla 12. Media y desviación estandar del CC del Índice de Hurst. ....	50
Tabla 13. Cuadro de ANOVA del CC del Índice Hurst antes de la rehabilitación protésica. ....	51
Tabla 14. Media y desviación estandar del CC del Índice de Hurst después de la rehabilitación protésica. ....	52
Tabla 15. Cuadro de ANOVA del CC del Índice de Hurst después de la rehabilitación protésica.....	53

## **ABREVIATURAS**

**ARV:** Valor Rectificado promedio

**ATM:** Articulación Temporomandibular

**CC:** Coeficiente de Correlación

**DEPeI:** División de Estudios de Posgrado e Investigación

**DFA:** Análisis de Fluctuaciones sin Tendencia

**EMG:** Electromiografía

**FO:** Facultad de Odontología

**Hz:** Hertz

**IMC:** Índice de Masa Corporal

**KHz:** Kilohercios

**MCV:** Máxima Contracción Voluntaria

**MNF:** Frecuencia Media

**mV:** Micro Volts

**PF:** Prótesis Fija

**POC:** Porcentaje de Coeficiente de Superposición

**PPR:** Prótesis Parcial Removible

**RFXG:** Reflexímetro

**RMS:** Raíz Cuadrática Media

**SE:** Sistema Estomatognático

**SNC:** Sistema Nervioso Central

**TDM:** Trastornos Temporomandibulares

**UAEH:** Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo

**UM:** Unidad Motora

**UNAM:** Universidad Nacional Autónoma de México

**V:** Volts

## RESUMEN

Dentro del área de la Odontología se realizan diversas acciones para el diagnóstico y tratamiento de las patologías del SE, sin embargo es de suma importancia guiar nuestras decisiones terapéuticas basadas en evidencia científica por medio de herramientas que puedan aproximarnos a tomar decisiones acertadas, ya que el SE es un conjunto anatómico capaz de realizar diversas funciones complejas y especializadas. La EMG digital es una herramienta útil, que no solo es capaz de guiar durante el proceso de detección de patologías bucales, también proporciona datos cuantificables de los músculos maseteros y de la mejoría obtenida a través de la rehabilitación protésica.

**Objetivo:** Comparar el CC del RMS y el CC del Índice de Hurst de la actividad eléctrica de los músculos maseteros generados durante la oclusión máxima entre sujetos sanos y pacientes parcialmente edéntulos clase I y II de Kennedy antes y después de la rehabilitación protésica.

**Materiales y Métodos:** Se realizó un estudio longitudinal comparativo en dos grupos de pacientes parcialmente edéntulos clase I y II de Kennedy antes y después del tratamiento protésico y un grupo de sujetos sanos entre 20 y 65 años de edad que asistieron al laboratorio de fisiología y a la clínica de prótesis de la DEPEI de la FO de la UNAM para evaluar la actividad eléctrica de los músculos maseteros por medio de EMG digital.

**Resultados:** Se realizó un análisis univariante para comparar el CC del RMS y el CC del Índice de Hurst en la EMG pre-post tratamiento protésico, se encontraron diferencias estadísticamente entre los grupos con un valor de  $p < 0.05$  antes de la colocación de la PPR, para el segundo registro después del tratamiento protésico no se encontraron diferencias significativas entre los grupos.

**Conclusiones:** La prótesis causó un efecto estimulante en la actividad del músculo masetero ya que no se encontraron diferencias significativas respecto a los sujetos sanos después del segundo registro en los pacientes Clase I y II de Kennedy.

## ABSTRACT

Within the area of dentistry various actions for the diagnosis and treatment of diseases of the stomatognathic system are made, however it is important to guide our therapeutic decisions based on scientific evidence through tools that can approach to make good decisions, because SE is an anatomical entity capable of performing a variety of complex and specialized functions. The digital EMG is a useful tool that is not only able to lead during oral pathology detection, also provides quantifiable data masseter and the improvement obtained through the prosthetic rehabilitation.

**Objective:** To compare the CC RMS and CC Hurst index of electrical activity generated by the masseter muscles during maximum occlusion between healthy subjects and patients partially edentulous class I and II Kennedy before and after prosthetic rehabilitation.

**Materials and Methods:** A comparative longitudinal study of two groups of partially edentulous patients class I and II Kennedy before and after prosthetic treatment and a group of healthy subjects between 20 and 65 years who attended the physiology laboratory and prosthesis clinic DEPeI FO UNAM to evaluate the electrical activity of the masseter muscle through digital EMG.

**Results:** Univariate analysis was performed to compare the CC RMS and CC Hurst index in EMG prosthetic treatment pre-post differences between groups statistically  $p < 0.05$  before the removable partial dentures, for the second record after prosthetic treatment no significant differences were found between the groups.

**Conclusions:** The prosthesis caused a stimulatory effect on the activity of the masseter muscle as no significant differences were found compared to healthy subjects after the second record in the Class I and II patients from Kennedy.

## 1. INTRODUCCIÓN

El sistema estomatognático (SE) es una unidad morfofuncional ubicada en la región craneofacial, compuesto por estructuras anatómicas que le permiten realizar diversas funciones como la masticación, deglución, respiración, fonación y estética. Todas estas acciones se realizan gracias a la coordinación del Sistema Nervioso Central (SNC) guiados a través de las articulaciones temporomandibulares, la oclusión y el periodonto.

La valoración de la función muscular ha sido objeto de estudio durante muchos años. En el SE se involucran elementos anatómicos como la articulación temporomandibular (ATM) y los músculos de la masticación los cuales normalmente se encuentran protegidos por reflejos nerviosos y por el control neuromuscular mediante la coordinación de las fuerzas musculares. Por consiguiente cualquier alteración capaz de producir un hábito repetitivo tales como las interferencias oclusales, ausencia de piezas dentales, estrés emocional, o hábitos parafuncionales son capaces de producir desordenes en el sistema masticatorio comúnmente conocidas como disfunción de la ATM (1, 2).

Los desórdenes masticatorios son un problema de salud que disminuye la calidad de vida. Actualmente existen métodos que nos permiten monitorear o valorar la función masticatoria, por mencionar algunos: signos sintomáticos, resonancia magnética, rayos x, laminografía etc., sin embargo dichas alternativas presentan algunas desventajas como falta de objetividad de datos, riesgos para el paciente o costo elevado (3).

El estudio de la actividad muscular con la electromiografía (EMG) ha reportado que los pacientes con algún desorden o disfunción de la ATM presentan cambios en su actividad muscular en comparación de los grupos control con ausencia de sintomatología. Es por eso la importancia de la implementación de ésta al área odontológica como herramienta de diagnóstico ya que nos proporciona información de la actividad muscular de manera cuantitativa.

La EMG es el registro de los cambios de voltaje que se producen en las fibras musculares durante la contracción muscular, este método de diagnóstico anteriormente se utilizaba en

aplicaciones médicas como la Neurología, Miología o Neurocirugía, sin embargo ha trascendido al campo de la Odontología con el fin de poder evaluar de manera objetiva el aparato masticatorio así como las disfunciones y la evolución de los tratamientos de las patologías en las que se encuentran involucradas las estructuras craneofaciales.

La dinámica maxilar ha sido el centro de atención de numerosas investigaciones científicas y hay diversos aspectos de la biomecánica que aún no se entienden completamente. El patrón de actividad de los músculos masticadores durante la apertura y cierre máximos de la boca depende de ciertos factores oclusales como contactos prematuros de los dientes, morfología facial, la fuerza muscular y las diferencias fisiológicas entre ambos sexos, Coelho-Ferraz y col. en el 2007 estudiaron la estructura anatómica y fisiológica en la dinámica de los músculos de la masticación concluyendo que es importante la comprensión de la biomecánica mandibular, la cual sirve para una planificación terapéutica y la interpretación adecuada de los resultados alcanzados con los tratamientos aplicados en la odontología (4).

Tecco y col., han sugerido que la estabilidad oclusal es un requisito previo para la generación óptima de fuerzas bilaterales equilibradas durante el cierre mandibular y que una oclusión adecuada parece facilitar las órdenes neuromusculares motoras de igual fuerza (5).

El avance tecnológico en conjunto con los hallazgos médicos, han permitido el desarrollo de instrumentos que son capaces de medir hechos que no podrían ser apreciados únicamente con los sentidos y facultades intelectuales. Los diferentes aparatos de diagnóstico universalmente utilizados tales como la radiología han marcado el surgimiento de una nueva era de diagnóstico médico, la EMG marca el surgimiento de un modelo con el cual es posible evaluar la actividad eléctrica del músculo.

La sintomatología y tonicidad muscular es valorada por medio de la palpación y la observación y aunque éstas son importantes partes del análisis clínico no es posible obtener información objetiva sobre la actividad del músculo analizado.

Muchos de los síntomas temporomandibulares son el resultado de espasmos cervicales, faciales o de los músculos masticadores los cuales son generados cuando la posición craneomandibular requiere una adaptación repetida para alcanzar una posición intercuspidea que consiga una función oclusal adecuada.

La EMG permite identificar cuando el músculo está en estado de hipertonicidad por medio de un registro que muestra como la actividad eléctrica se encuentra elevada. Por lo tanto restaurar protésicamente a un paciente con los músculos dentro de un estado de hipertonicidad solo contribuirá a mantener la patología existente.

## **2. ANTECEDENTES**

### *2.1 Antecedentes del problema*

La EMG es una herramienta invaluable para el diagnóstico de la disfunción del sistema masticatorio, ofrece una técnica reproducible, sensible y específica durante el estudio de la fisiología muscular, muchas veces su uso se ha limitado dentro de la odontología ya sea por el gran número de equipo requerido, el costo, la poca divulgación e incluso la renuencia a cambiar de la observación a la cuantificación de los datos. El uso de la EMG principalmente se ha dedicado a la investigación clínica, primordialmente para detectar hiperactividad y desbalances musculares durante la posición de reposo y oclusal mandibular (6, 7).

Esta técnica, se ha utilizado para evaluar los músculos masticatorios antes, durante y después de tratamientos con aparatos ortopédicos. Se ha reportado como a través de esta técnica se pueden determinar los cambios en la actividad muscular en diversos tratamientos, como la cirugía en pacientes con retrognatismo o prognatismo, así como también existen variaciones electromiográficas después de cirugía ortognática en los pacientes, las cuales se deben al cambio del vector de fuerza del músculo, al origen de las inserciones musculares y al aumento en el número de puntos de contacto, lo que conlleva a una mejor estabilidad muscular y mayor actividad electromiográfica (8, 9).

Existen diversos indicadores para valorar la función masticatoria como las características del ciclo masticatorio, refleximetría masticatoria, la autoevaluación del paciente sobre su

capacidad masticatoria, la eficiencia masticatoria, la fuerza de mordida, la actividad electromiográfica de los músculos involucrados, entre otros (10-23).

La EMG ha tenido una amplia aceptación en la investigación biomédica tanto en la práctica general como en la odontológica, pero como en toda actividad científica la precisión y confiabilidad de la instrumentación utilizada para el registro de las señales electromiográficas juegan un papel fundamental en el avance de la investigación. En este sentido, refiriéndose al uso general de la EMG, Farinaa en 2010 somete a discusión las imperfecciones actuales de la amplitud de la EMG, Clancy por su parte considera necesario reducir el ruido e interferencia en la señal registrada, así como una mejor estimación de la amplitud de dicha señal, para lo que insisten en el uso de instrumentación basada en procesadores de mayor fidelidad, en el mismo sentido, De Luca y colaboradores proponen una técnica para descomponer la señal de la EMG de superficie y un arreglo de los sensores para registrar varios canales que diferencien las señales con mayor precisión (24-26).

Por eso es importante destacar que es necesario un método adecuado para la cuantificación de las condiciones clínicas a través de la actividad EMG de los músculos involucrados durante la actividad masticatoria (3).

Hanault propone a Du Boys Raymond como el primero en utilizar la EMG, al demostrar en 1849 la actividad eléctrica del músculo humano durante la contracción voluntaria conectando la mano de un sujeto a las agujas de un galvanómetro, observando que la aguja se impulsaba durante la flexión del brazo, Adrian y Bronk en 1929 dieron el diagnóstico diferencial de las atrofas neurógenas y miógenas, proporcionando el primer diagnóstico por medio de la utilización de la EMG (27).

La EMG consiste en el registro de las variaciones de voltaje que se producen en las fibras musculares como expresión de la despolarización de sus membranas durante la contracción espontánea o voluntaria, la señal se obtiene a través de electrodos fijos a la piel o por medio de un electrodo en forma de aguja insertada dentro del músculo (28).

A partir de la EMG es posible evaluar cuantitativamente la actividad estática y dinámica de los músculos, aunque pueden existir factores que pueden modificar la dinámica muscular, tales como la propia anatomía facial, la oclusión y el grosor de los tejidos blandos (29).

Se pueden evaluar los músculos a partir de dos técnicas, la cualitativa que consiste en la observación por medio de la disección del músculo o mediante la palpación que se basa en distinguir el volumen del músculo durante la realización de algún movimiento, y la cuantitativa por medio de la EMG que registra los potenciales eléctricos de las fibras musculares. La EMG nos dice que músculo es más activado por el SNC ya sea durante la máxima contracción voluntaria (MCV) o en reposo (27).

La señal electromiográfica es una señal compleja y ruidosa, que por lo general debe ser filtrada, se puede describir por su amplitud y frecuencia en función del tiempo. La EMG de superficie es un método común para la adquisición de las señales de la fatiga muscular tanto en la forma estática durante una contracción sostenida como en la forma dinámica, en este caso la colocación adecuada de los electrodos de superficie es fundamental para asegurar resultados fiables y repetibles (30).

Esta señal se ha utilizado para proporcionar un panorama en función del sistema músculo-esquelético a través de la estimación de la velocidad de conducción de la fibra muscular y los producidos durante la fatiga muscular, así como durante el análisis de la marcha o de la trayectoria de ciertos movimientos. También se ha utilizado la amplitud de la EMG estimada a partir de los registros bipolares tomada de la superficie de la piel para controlar el nivel de activación muscular y la duración, y para estimar las fuerzas producidas por los músculos (24).

Básicamente cualquier sistema de adquisición de señal se encuentra dividido en 5 etapas que son: sujeto, interfase-electrodo-electrolito-piel, etapa analógica, conversor analógico-digital, y la etapa digital. Un electromiógrafo amplifica la señal entre 200 y 5000 veces la señal del músculo, con selectividad de frecuencias de 1-2 kHz. Se puede decir también que es la suma temporal de las señales eléctricas de las fibras musculares que se disparan a diferentes frecuencias (27).

Para tener un registro confiable debemos tomar en cuenta ciertos factores que pueden modificar o distorsionar la señal tales como la posición del paciente, la edad, composición y forma de la cara, cantidad de tejido conectivo y graso principalmente cuando se utilizan electrodos de superficie, por eso es importante una adecuada colocación de estos sobre la superficie del músculo a evaluar.

La cuantificación de la señal electromiográfica se mide a partir del análisis en el dominio de tiempo y análisis en el dominio de frecuencia. Debido a la naturaleza de las unidades motoras la señal obtenida durante la activación del músculo se asemeja a un proceso aleatorio cuyo nivel de desviación es proporcional número de unidades motoras activas y la velocidad a la que se activan. Las características más importantes de la señal son la frecuencia y la amplitud, la suma temporal o acumulación de la señal cruda electromiográfica en un intervalo de tiempo corresponde a la integración de la señal. El análisis de frecuencia es muy importante ya que se puede observar como las frecuencias bajas aumentan cuando un sujeto es sometido experimentalmente a la fatiga.

Existen diversos valores que miden la señal EMG, De Luca determinó el Valor Rectificado Promedio (ARV) y la Raíz Cuadrada de la Potencia Media (RMS) como los métodos de análisis adecuados para evaluar la señal. El ARV mide el promedio del valor absoluto de la señal y RMS calcula la raíz cuadrada de la potencia media de la señal cruda durante un periodo de tiempo específico (31).

En una revisión bibliográfica realizada por Al-Mulla en 2010 menciona a diversos autores en donde se discute que la EMG basada en el análisis multifractal mediante los indicadores fractales ha demostrado que éstos son sensibles a la fuerza durante la contracción isométrica, por su parte Gang en 2007 encuentra que la zona de espectro aumenta con la fatiga durante contracciones estáticas, por lo tanto puede ser un indicador de fatiga, Hagberg 1981 establece que un aumento en la amplitud de la señal electromiográfica indica fatiga muscular durante contracciones estáticas el cual difiere con Petrofsky donde estudia los cambios en la amplitud y frecuencia, encontrando una disminución en la frecuencia central del espectograma en diferentes grupos de músculos estudiados respecto en los dominios de tiempo y tiempo-frecuencia (30, 32-34).

## 2.2 *Marco teórico*

### 2.2.1 *Aplicación en Odontología*

La exploración electrofisiológica de los músculos resulta de gran utilidad durante el diagnóstico médico u odontológico, se han realizado diversos estudios tratando de encontrar similitudes en sujetos sanos, sin embargo no se tienen resultados estandarizados para poder considerar como normal la actividad registrada durante la contracción isométrica.

Los principales usos clínicos de la EMG incluyen el diagnóstico y la terapia en trastornos de ATM, la actividad eléctrica de los músculos de la masticación se puede grabar durante pruebas estáticas como la apertura máxima, o el apretamiento máximo, o durante pruebas activas como los movimientos de apertura y cierre, protrusión, retrusión, lateralidades, el habla, la masticación o la deglución, aunque desde el punto de vista prácticamente reproducible y cuantificable los más importantes son las actividades mecánicas como la masticación, y las estáticas tales como el reposo y la contracción isométrica principalmente del los músculos maseteros y temporales (35).

Desde la década de los 80's la EMG ha sido la técnica principal para evaluar la fatiga muscular, este método hace que sea posible estimar la fatiga durante el registro de la señal eléctrica de los músculos durante su activación. La fatiga muscular se relaciona con una carga excesiva lo cual puede originar alteraciones en el sistema musculo-esquelético, por lo tanto al reducir la fatiga durante la contracción muscular podría disminuir las alteraciones musculares, por eso son importantes los métodos y algoritmos para evaluar tanto la actividad como la fatiga muscular (36).

Los trastornos temporomandibulares así como la ausencia de dientes causan una disarmonía dentro de la actividad muscular, provocando síntomas dolorosos dentro de las estructuras como la ATM, y los propios músculos los cuales son diagnosticados principalmente por medio de la exploración y la historia clínica. Se ha planteado que en pacientes disfuncionales existe hipertrofia y fatiga muscular muscular, es por eso la importancia del monitoreo de la actividad muscular en reposo y durante algún esfuerzo para diagnosticar adecuadamente la patología (37).

Diversas investigaciones se han realizado para monitorear la actividad de los músculos que intervienen durante el cierre mandibular tratando de cuantificar la fuerza realizada durante dicha actividad. Castro Florio refiere que la electromiografía de superficie durante la contracción isométrica de los músculos elevadores mandibulares tiene una buena reproductibilidad clínica y menciona que hay cierto desbalance y asimetría muscular dependiendo del lado de trabajo, de los hábitos y el tipo de alimentación (38).

Coelho concluye que existe asimetría muscular durante la contracción isométrica tal como Prium y Naeije; Ferrario considera normal una asimetría del 18%, y que la actividad muscular y la fuerza de mordida es aún más elevada en hombres que en mujeres esto debido al dimorfismo sexual (39-41).

Albornoz no encuentra diferencias significativas en los registros electromiográficos con respecto a la edad, peso, talla e índice de masa corporal (IMC) en sujetos sanos y con maloclusión. Robertson en 2004 deduce que la amplitud de la onda electromiográfica durante la contracción isométrica es proporcional a la fuerza que desarrolla el músculo y que cada sujeto genera una tensión activa respecto a la longitud del músculo para generar la máxima fuerza muscular, sin embargo no existen diferencias significativas en el promedio de amplitud del voltaje en las diferentes morfologías faciales, de acuerdo a lo estudiado por Ferrario nos dice que ante la presencia de las diferentes maloclusiones con respecto a una neutroclusión existen variaciones compensatorias dentro del sistema neuromuscular que permiten conservar una eficiencia masticatoria e integridad estructural y funcional óptimas dentro del sistema masticatorio (42-44).

Los seres humanos generamos el acto masticatorio por medio de dos tareas motoras básicas en las cuales realizamos un esfuerzo muscular voluntario y por medio de respuestas reflejas utilizamos la sensación de esfuerzo que en combinación son reguladas por el sistema nervioso periférico. La oclusión y el número de dientes presentes juegan un papel importante ya que generan un mayor rendimiento masticatorio y aumenta la actividad electromiográfica durante el ciclo, la actividad simétrica de los músculos de la masticación durante la intercuspidación máxima está determinada en gran parte por la oclusión. El sistema masticatorio se adapta a la dureza de los alimentos, produciendo un mayor número

de ciclos masticatorios cuando los alimentos presentan mayor dureza, con lo cual aumenta la actividad electromiográfica (29, 45).

Davison realizó un estudio en sujetos sanos, sin embargo no encuentra diferencias significativas con respecto a los resultados, sin embargo concluye que existe cierta asimetría del músculo masetero tanto en contracción isométrica como en reposo y que puede ser debido a la posición de los electrodos, la forma facial, el grosor cutáneo y espesor del músculo (46).

En el 2012 De Felício realizó un estudio para comparar a sujetos sanos y pacientes con Trastornos temporomandibulares (TMD), realizando registros de EMG durante la MCV por 5 segundos. Posteriormente se calcularon los índices obtenidos de la EMG como el POC (Porcentaje del coeficiente de superposición) para el músculo temporal, POC para el músculo masetero, para observar la distribución simétrica de la actividad muscular la cual oscila entre el 0% (sin simetría) y 100% (simetría perfecta). Encontrando diferencias significativas entre los grupos ( $p= 0.03$ ) para el POC del temporal y ( $p= 0.01$ ) para el POC del masetero. Basándose en estos resultados la simetría de los músculos elevadores de la mandíbula produce una correcta funcionalidad del sistema estomatognático (47).

El funcionamiento adecuado del sistema estomatognático se logra mediante la interacción armoniosa de la oclusión y el complejo músculo-SNC, si alguno de estos dos sistemas falla se conduce a un deterioro gradual del sistema estomatognático, la hipotonicidad así como la hipertonicidad son demasiado perjudiciales para el sistema porque pueden conducir a un acortamiento de las fibras musculares y en casos extremos llegar a una atrofia muscular. Se ha reportado incluso que a través de las conexiones neuronales se pueden manifestar síntomas de los procesos fisiopatológicos en diversos tejidos lejos del sistema masticatorio, esto puede tener relación ya que los músculos que intervienen dentro de la masticación incluyen desde los músculos maseteros, músculos temporales, músculos pterigoideos internos y externos hasta los músculos de la lengua, garganta y el paladar. Esto conlleva a realizar una adecuada rehabilitación como necesidad primordial entre los maxilares en las diversas áreas de la odontología (35).

### 2.2.2 *Análisis de la fatiga muscular por medio de la EMG*

Se han propuesto varios enfoques para evaluar la fatiga muscular mediante la EMG, estos estudios se han limitado al estudio del bíceps durante contracciones isométricas fatigantes. Parámetros espectrales como la Frecuencia Media (MNF) se han estudiado ampliamente como un medio de seguimiento de la progresión de la fatiga con el tiempo. Se ha demostrado que valores como el ARV O el RMS se ven afectados durante la fatiga muscular (48).

Las manifestaciones de fatiga muscular pueden ser detectadas mediante la medición de la corriente eléctrica en el músculo, esto a partir de los cambios en la amplitud y frecuencia de la señal así como la velocidad de conducción del musculo, mientras que en los factores mecánicos se puede observar la pérdida de la fuerza ejercida. La fatiga se produce rápidamente después del inicio de un ejercicio sostenido aunque el sujeto pueda ser capaz de mantener la actividad y se desarrolla con el tiempo, es progresiva y se define como todos los cambios fisiológicos que ocurren en el músculo antes de llegar a la incapacidad de ejercer fuerza (30).

Se han realizado estudios en donde se comparan los cambios en la amplitud y frecuencia de la EMG, Petrofsky describe una disminución en la frecuencia, esto demuestra que la fatiga muscular se correlaciona con cambios en la amplitud de la señal, debido a la falta de sincronización de las UM (49).

Aunque la amplitud y los parámetros espectrales reflejan cambios en la EMG inducidos por la fatiga durante contracciones isométricas de fuerza constante o contracciones dinámicas, la naturaleza no estacionaria de la señal EMG causa un aumento en la variabilidad de la señal por diversos factores como la detección de la señal a través de las unidades motoras captada por los electrodos, el filtro espacial variable en el tiempo o la zona de inervación en relación con los electrodos de superficie (28).

Recientemente se ha investigado el análisis multifractal o análisis de fluctuaciones sin tendencia propuesto por Talebinejad, el cual evalúa la fatiga muscular mediante el exponente de Hurst de la señal EMG con el tiempo. Este enfoque tiene cierta ventaja ya que

a partir de la multifractalidad de la señal EMG en diferentes escalas de tiempo encuentra la escala que es más sensible a la fatiga produciendo mayores cambios en la señal (50).

En las imágenes 1 y 2 se muestra el electromiógrafo al que le fue implementado el análisis multifractal como algoritmo para el análisis de la señal EMG para los músculos maseteros el cual fue diseñado por García en 2011 y se encuentra ubicado en el laboratorio de fisiología de la DEPeI de la FO de la UNAM. En su estudio se realizaron pruebas durante ciclos masticatorios en personas que no presentaban sintomatología de ATM encontrando diferencias estadísticamente significativas (3).

### *2.2.3 Factores que influyen en la actividad eléctrica de los músculos masticadores.*

Actualmente no se ha determinado una diferencia explícita de la influencia del sexo en la actividad de los músculos masticatorios, Ferrario observó diferencia entre la actividad del músculo masetero y músculos temporales en hombres y mujeres de acuerdo a los registros obtenidos de 92 sujetos sanos, durante la Máxima MCV en la posición de intercuspidadación. Los potenciales medios de MCV para el músculo masetero y los músculos temporales fueron mayores en los varones (181.918 mV, 216.2 mV) que en mujeres (161.7 mV, 156.8 mV), estos resultados no coinciden con lo reportado por Rilo quien manifiesta que la actividad mas alta se registró en las mujeres con (65.17 mV) y en los hombres (51.24mV) sobre la base de una evaluación de 40 sujetos sin signos o síntomas de trastornos de la ATM (44, 51).

La edad es un factor muy importante que debe tomarse en cuenta en cualquier evaluación de la actividad de los músculos, esto lo demuestran las grabaciones electromogáficas obtenidas durante 24 horas por Ueda y colaboradores donde indicaron una mayor duración de la actividad de los músculos temporales en los niños y los músculos maseteros en adultos. Los autores atribuyen esto al desarrollo incompleto de las articulaciones temporomandibulares y su dentición, así como la inmadurez de los músculos en los niños (52).

La fatiga muscular es la reducción de la capacidad del músculo para contraerse y ejercer fuerza, generalmente se produce después de una actividad muscular prolongada. Los

músculos que están fatigados absorben menos energía de tal modo que al estirarse o contraerse pueden llegar a lesionarse y esto ocurre en un instante durante el tiempo en que se realiza la contracción muscular (11, 31).

Las manifestaciones fisiológicas se producen por la acumulación de ácido láctico en el tejido muscular y el agotamiento de glucógeno, lo que reduce las propiedades contráctiles del músculo. Un sistema como la EMG puede ayudar en la corrección de problemas de postura antes de la aparición de la distensión o lesión muscular.

Los factores fisiológicos también influyen en la calidad de la señal de EMG, tales como:

- La cantidad de tejido entre el electrodo.
- La superficie del músculo.
- El número de UM activas, el flujo de sangre, el diámetro, la profundidad y la localización de las fibras activas.
- El tiempo y la intensidad de la contracción muscular.
- Las propiedades del electrodo y amplificador.
- Las propiedades eléctricas del contacto entre el electrodo y la piel.
- La distancia entre los electrodos en la superficie de la piel.
- El material de gel utilizado en los electrodos.

#### *2.2.4 Actividad muscular en pacientes protésicos.*

Durante el proceso de envejecimiento se producen cambios fisiológicos que afectan todo el organismo, en el SE además de la pérdida de dientes se reduce la fuerza de mordida, aparecen cambios en hueso y mucosa oral, lo cual conlleva a una disminución de la actividad muscular (53).

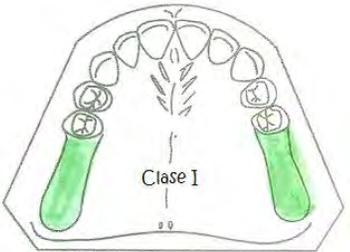
Varios estudios han demostrado que la función muscular está influenciada según los diferentes tipos de oclusión y la condición dental o estado de las prótesis. Los pacientes con necesidades protésicas están más o menos distribuidos entre los géneros y pertenecen predominantemente a grupos de edad mediana o adultos mayores, los cambios en su actividad muscular puede ser producto de la pérdida de órganos dentales, así como de la disminución de la dimensión vertical y del tono muscular (54-57).

El edentulismo es un problema de salud grave en todo el mundo, se asocia principalmente al envejecimiento y bajos ingresos, sin embargo el estilo de vida también es un factor que influye dentro de la calidad de vida de los pacientes volviéndolos más vulnerables a las enfermedades bucodentales, así que probablemente el número de individuos desdentados se mantendrá alto durante varios años (45).

El tratamiento idóneo para personas parcialmente edéntulas de primera elección será la prótesis fija (PF), sin embargo existen ciertos factores que la contraindican, cuando esto ocurre la cavidad oral de dichos pacientes puede ser rehabilitada con prótesis parcial removible (PPR), la cual puede indicarse en diversas circunstancias tales como:

- Salud general del paciente
- Cantidad y calidad del tejido de soporte
- Número y posición del tamaño de los dientes remanentes
- Tamaño de los dientes remanentes y su relación con el diente antagonista
- Necesidades estéticas
- Condiciones en las que se encuentra el proceso residual y los tejidos blandos
- Factores psicológicos y neuromusculares
- Posición y tamaño de la lengua
- Extensión distal libre

Para poder clasificar los arcos parcialmente desdentados en 1923 el Dr. Edward Kennedy propone una clasificación, la cual actualmente es la más utilizada y con la cual también sugiere el diseño de la prótesis (58-60).

CLASIFICACIÓN	DEFINICIÓN	IMAGEN
Clase I	Zonas edéntulas bilaterales localizadas posteriores a los dientes remanentes.	

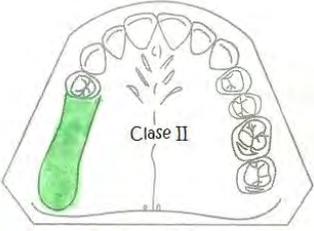
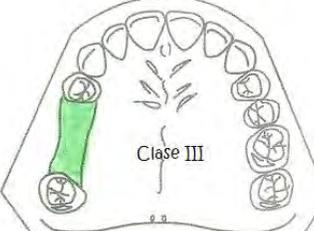
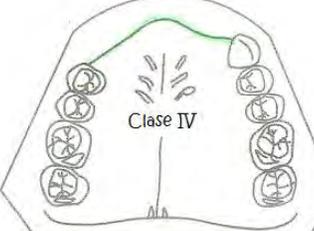
Clase II	Zona edéntula unilateral localizada posterior a los dientes remanentes.	
Clase III	Zona edéntula unilateral con dientes remanentes a cada lado de ella.	
Clase IV	Zona edéntula bilateral localizada anterior a los dientes remanentes.	

Tabla 1. Casificación de Kennedy, imágenes obtenidas de la página <https://www.google.com.mx>.

Las primeras investigaciones dentro del campo odontológico por medio de la electromiografía fueron realizadas por Thomson, Kapur utilizó este método para comparar patrones de actividad masticatoria en personas normales y pacientes con prótesis. Posteriormente Ingervall establece que la fuerza máxima de mordida es más baja en pacientes con prótesis totales que en sujetos con dientes naturales y Tallgren prueba que los cambios en las relaciones oclusal y mandibular afectan la actividad muscular al modificarse la longitud del músculo debido a la resorción de los rebordes residuales (61-64)

Por su parte Hatch encuentra que la edad y el sexo no mostraron algún efecto sobre el rendimiento masticatorio, pero que si hay ciertos factores como la fuerza de mordida y el número de dientes presentes en boca que son determinantes clave para el adecuado rendimiento masticatorio, lo que sugiere que la prevención y tratamiento oportuno de las

enfermedades del SE son de suma importancia para promover un estado funcional saludable (17).

Las personas de edad avanzada presentan cierto deterioro dentro de su salud general por lo cual podrían experimentar un mayor impacto dentro de sus tejidos orales, esto podría traducirse en una disminución de la fuerza de mordida y de la actividad muscular. Dado que la pérdida de dientes no es un factor de envejecimiento fisiológico si no mas bien patológico Ikebe y colaboradores sostienen que no se puede demostrar que la reducción de fuerza y actividad muscular es un efecto natural del envejecimiento, por lo tanto el mantenimiento de un número razonable de dientes naturales y el soporte oclusal optimo es la garantía de una buena capacidad masticatoria respecto al aumento de la edad (65).

Se han realizado diversos estudios con prótesis totales para comprobar si la eficiencia masticatoria y la fuerza de mordida son los adecuados en este tipo de pacientes, se ha encontrado que ambos índices se encuentran disminuidos en comparación con personas que presentan su dentadura natural, esto puede deberse a los cambios histoquímicos producidos en las fibras musculares por la ausencia de piezas dentales (66).

Los pacientes portadores de prótesis presentan bajo esfuerzo muscular sobre todo por la edad avanzada, molestias causadas por la prótesis y falta de uso, provocando un debilitamiento de los músculos de la masticación, no obstante una adecuada rehabilitación con una prótesis que ofresca buena retención y estabilidad de la misma aumenta la fuerza y el potencial muscular significativamente, Pisani en 2013 concluye que el rebase de las prótesis genera una mayor estabilidad de la misma generando una oclusión equilibrada lo cual aumenta la actividad electromiográfica de los músculos masetero y temporal además de mejorar la función masticatoria, lo que concuerda con los estudios realizados por Tetsuka en 2012 reportando que el volumen y grosor del músculo masetero disminuye con el incremento de espacios edéntulos, y que el uso de dentaduras disminuye la atrofia del músculo masetero en pacientes con maxilares edéntulos (45, 57).

Santos concluye que el uso de prótesis total implantosoportada disminuye el tiempo del ciclo masticatorio así como el tiempo de contracción muscular en comparación con los

pacientes que utilizan prótesis total convencional, esto debido a una mejor estabilidad oclusal (55).

Estudios de refleximetría realizados por Ángeles y colaboradores en 1997 demuestran que el uso del reflexímetro (RFXG) es una herramienta útil para caracterizar y medir la mejoría en pacientes tratados con férula. En un estudio realizado con pacientes edéntulos a los cuales les fue colocada la prótesis seguida de un primer registro, se observó como todos los casos respondieron favorablemente al tratamiento gracias a la adaptación adecuada de la prótesis. Para realizar el análisis de la señal obtenida mediante el programa computacional del equipo se utilizó lo que denominaron como “Coeficiente de correlación” (CC) el cual indica la relación temporal del evento registrado en el lado derecho con respecto al lado izquierdo (67).

Es importante tomar en cuenta que los materiales así como la técnica llevada a cabo para el diseño de la prótesis, juegan un papel importante ya que ésta se asocia íntimamente a la mucosa bucal y a los cambios generados en los tejidos de soporte por la pérdida de los dientes y ya que esto provoca una disfunción dentro del SE sería adecuado diseñar una prótesis que sea capaz de interactuar dentro del entorno físico y fisiológico del paciente para devolverle una eficiencia masticatoria de acuerdo a las necesidades y al estado de salud del individuo (62).

### **3. JUSTIFICACIÓN**

Actualmente dentro de la Odontología, es necesario diagnosticar y tratar los problemas que afectan al SE por medio valores objetivos y cuantitativos, obtenidos a través de herramientas que nos permitan la adquisición de datos, para una valoración más precisa de la sintomatología y llevar a cabo una intervención adecuada durante la rehabilitación.

Existe una gran prevalencia de alteraciones en SE, lo que conlleva la necesidad de tener al alcance una herramienta auxiliar en el diagnóstico, y por consiguiente que proporcione datos relevantes durante los procedimientos terapéuticos cotidianos de la práctica odontológica.

La EMG de los músculos maseteros se puede utilizar como elemento objetivo de registro de la función y disfunción muscular, con base a la evaluación clínica y a la metodología a seguir, permite la adquisición de datos cuantificables válidos de las condiciones funcionales de los músculos de la masticación.

Por tal motivo al enfrentar alguna alteración bucodental no solo se debe considerar aspectos aislados a la problemática, si no considerar al paciente como una unidad integral, al que se le deberá diagnosticar, tratar y rehabilitar funcionalmente.

Tomando en consideración lo anteriormente expuesto, la EMG se convierte en un elemento indispensable en el diagnóstico y tratamiento oportuno, ya que es una herramienta capaz de ofrecer un panorama más acertado acerca del estado muscular, al obtener datos cuantificables y objetivos de la sintomatología y de la mejoría obtenida a través de la rehabilitación.

#### **4. HIPÓTESIS**

HA1: Existen diferencias significativas en el CC del RMS entre los pacientes sanos y los pacientes con clase I y II de Kennedy.

HA2 Existen diferencias significativas en el CC del RMS de los pacientes con clase I y II de Kennedy antes y después del tratamiento protésico.

H01: No existen diferencias significativas en el CC del RMS entre los pacientes sanos y los pacientes con clase I y II de Kennedy.

H02: No existen deferencias significativas en el CC del RMS de los pacientes con clase I y II de Kennedy antes y después del tratamiento protésico.

HA1: Existen diferencias significativas en el Índice de Hurst entre los pacientes sanos y los pacientes con clase I y II de Kennedy.

HA2 Existen diferencias significativas en el CC del Índice de Hurst de los pacientes con clase I y II de Kennedy antes y después del tratamiento protésico.

H01: No existen diferencias significativas en el CC del Índice de Hurst entre los pacientes sanos y los pacientes con clase I y II de Kennedy.

H02: No existen diferencias significativas en el CC del Índice de Hurst de los pacientes con clase I y II de Kennedy antes y después del tratamiento protésico.

## **5. OBJETIVOS**

### *5.1 Objetivo general*

Comparar el CC del RMS y el CC del Índice de Hurst de la actividad eléctrica de los músculos maseteros generados durante la oclusión máxima entre sujetos sanos y pacientes parcialmente edéntulos clase I y II de Kennedy antes y después de la rehabilitación protésica.

### *5.2 Objetivos específicos*

- Obtener registros electromiográficos de sujetos sanos durante la MCV.
- Obtener registros electromiográficos de pacientes parcialmente edéntulos clase I y II de Kennedy durante la MCV antes y después de la rehabilitación protésica.
- Comparar el CC de los sujetos sanos con el CC de los pacientes parcialmente edéntulos.
- Comparar el CC los pacientes parcialmente edéntulos antes y después de la rehabilitación protésica con el CC de los sujetos sanos.
- Establecer la asociación entre la ausencia de piezas dentales y la actividad electromiográfica de los músculos maseteros.
- Realizar el análisis del CC del RMS y el CC del Índice de Hurst del registro electromiográfico.

## **6. MATERIALES Y MÉTODO**

### *6.1 Tipo de estudio*

Longitudinal comparativo

## 6.2 *Población de estudio*

Sujetos sanos y pacientes parcialmente edéntulos clase I y II de Kennedy entre 20 y 60 años de edad que asistieron al laboratorio de fisiología y a la clínica de prótesis de la División de Estudios de Posgrado e Investigación (DEPeI) de la Facultad de Odontología (FO) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

## 6.3 *Selección y tamaño de la muestra*

Se obtuvo una muestra a conveniencia de los pacientes que acudieron a la clínica de Prótesis Bucal de la DEPeI de la Facultad de Odontología de la UNAM en el periodo comprendido entre abril 2013 – abril 2014.

## 6.4 *Criterios de selección*

### 6.4.1 *Inclusión*

1. Pacientes que acudieran a la clínica de diagnóstico de la DEPeI de la F.O. de la UNAM.
2. Sujetos sanos de ambos sexos, entre 20 y 65 años de edad.
3. Pacientes parcialmente edéntulos con clase I y II de Kennedy, entre 20 y 65 años de edad.
4. Que deseen participar en el estudio.

### 6.4.2 *Exclusión*

1. Que presenten caries importantes, enfermedad periodontal, disfunción de ATM, presencia de sensibilidad muscular y tratamiento de ortodoncia previo o actual.
2. Pacientes parcialmente edéntulos portadores de prótesis parcial removible o fija.
3. Pacientes con enfermedades sistémicas importantes.
4. Pacientes que consuman relajantes musculares en forma habitual.
5. Que no deseen participar en el estudio.

### 6.4.3 *Eliminación*

1. Pacientes que no deseen continuar en el estudio.
2. Que abandonen el estudio

## 6.5 Definición operacional y escala de medición de las variables

A continuación se presenta una breve descripción de las variables analizadas en este estudio.

VARIABLE	TIPO DE VARIABLE	DEFINICIÓN	OPERACIONAL	ESCALA DE MEDICIÓN
SEXO	Independiente	Características fenotípicas presentes.	Sexo observado al momento de la entrevista.	Cualitativa nominal. 1= Femenino 2= Masculino
SUJETO SANO	Independiente	Sujeto que al realizar la exploración clínica no presenta alteraciones bucodentales.	Sujeto que al realizar la exploración clínica no presenta alteraciones bucodentales.	Cualitativa nominal. 1= Femenino 2= Masculino
PACIENTE CLASE I DE KENNEDY	Independiente	Grupo en el que las zonas desdentadas son bilaterales y se encuentran por detrás de los dientes remanentes.	Grupo en el que las zonas desdentadas son bilaterales y se encuentran por detrás de los dientes remanentes.	Cualitativa nominal. 1= Clase I
PACIENTE CLASE II DE KENNEDY	Independiente	Zona desdentada posterior unilateral con ausencia total o parcial de premolares o molares.	Zona desdentada posterior unilateral con ausencia total o parcial de premolares o molares.	Cualitativa nominal. 2= Clase II
EMG	Dependiente	Técnica para la evaluación y registro de la actividad eléctrica producida por los músculos esqueléticos. La EMG se desarrolla utilizando un instrumento médico llamado electromiógrafo, para producir un registro llamado electromiograma.	Electromiografía	Cuantitativa discreta. uV.
RMS	Dependiente	Se emplea para comparar la actividad bioeléctrica de los músculos maseteros derecho e izquierdo, conociendo su grado de actividad e incidencia de cada lado.	Raíz Media Cuadrática	Cuantitativa discreta. uV.
DFA	Dependiente	Indica el índice de fatiga muscular entre ambos lados y su correlación.	Índice de Hurst	Cuantitativa discreta. Índice

Tabla 2 Descripción de las variables.

## 6.6 Método de recolección de la muestra

Este estudio se realizó en el laboratorio de Fisiología de la DEPeI de la FO de la UNAM en sujetos sanos y pacientes parcialmente edéntulos que acudieron a la clínica de prótesis de la

unidad de la División de Estudios de Posgrado e Investigación de la misma institución durante el periodo abril 2013 a abril 2014.

Se contactó a los pacientes de ambos turnos de la clínica de prótesis y se informó detalladamente sobre el propósito del estudio y el tiempo de seguimiento. A cada paciente se le realizó una exploración clínica para valorar que cumpliera con los criterios de inclusión, se utilizó instrumental de diagnóstico esterilizado y empaquetado, así como guantes, cubrebocas y bata como mecanismos de barrera de protección.

Se ingresaron los datos generales en la ficha de identificación e historia clínica (Anexo 1) y se procedió a tomar los registros electromiográficos correspondientes. Posteriormente se contactó a cada paciente para dar el seguimiento respectivo.

Se conformaron tres grupos para hacer las comparaciones respectivas entre sujetos sanos y pacientes parcialmente edéntulos:

**Grupo 1:** Sujetos sanos, de ambos sexos serán aquellos individuos que presenten todos los órganos dentarios, con presencia o ausencia de terceros molares.

**Grupo 2:** Pacientes parcialmente edéntulos de ambos sexos que presenten una clasificación de arcos parcialmente desdentado de Kennedy I.

**Grupo 3:** Pacientes parcialmente edéntulos de ambos sexos que presenten una clasificación de arcos parcialmente desdentado de Kennedy II.

#### *6.6.1 Características del electromiógrafo:*

Proyecto PAPIIT IT 202314 DGAPA. UNAM:

- Numero de canales: 2
- Ancho de banda: 10 a 500 Hz.
- Nivel de amplificación: 1 a 100 kV/V
- Voltaje de alimentación: 127 VCA
- Numero de bits: 16
- Resolución: 2.44 uV.

Impedancia de entrada:  $1012 \Omega$ . 6.6.2 *Software del EMG*

El electromiógrafo está diseñado para realizar las siguientes funciones:

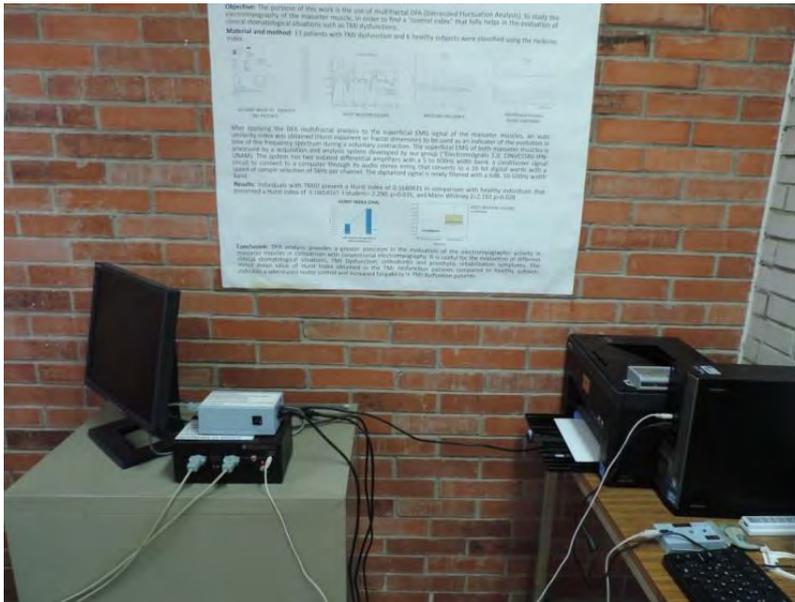
- Capturar el registro de actividad EMG superficial en tiempo real.
- Mostrar en tiempo real el porcentaje de la MCV.
- Aplicar filtros digitales en tiempo real si es necesario.
- Calibración en base a una señal patrón.
- Almacenar registros EMG en disco duro.
- Realizar el análisis de RMS, MNF y DFA de la señal electromiográfica superficial.
- Actualizar base de datos de pacientes.

En la implementación de la interfaz gráfica de usuario se utiliza el programa MATLAB® versión 2011 para sistemas de 32 bits de la compañía MathWorks. Y para la implementación de la base de datos se utiliza el programa Access 2007 de Microsoft Office para sistemas de 64 bits. Aunque se implementa con dos programas diferentes, el usuario lo percibe como único (3).

El electromiógrafo contiene un amplificador, un generador de onda triangular y un acoplador que le permite ser conectado a la entrada de la tarjeta de audio de una computadora (Imagen 1 y 2).



Imágen 1. Vista frontal del electromiógrafo.



Imágen 2. Equipo conectado a la computadora.

### 6.7 Procedimientos clínicos

Una vez calibrado el sistema se procede a tomar el registro EMG, el paciente debe estar sentado en el sillón dental en una posición cómoda realizar una Historia Clínica completa.



Imágen 3. Paciente en posición diagnóstica para el registro de EMG.

Se procede a limpiar la zona de la superficie del músculo masetero y la apófisis mastoides en ambos lados para colocar los electrodos.



Imágen 4. Preparación de la zona facial con alcohol para eliminar la grasa acumulada y favorecer la adhesión de los electrodos de superficie.

Se colocan tres electrodos de superficie (Meditrace 100) identificados por tres colores blanco-superior, rojo-inferior y negro-referencia siempre en paralelo y a la misma distancia en promedio.



Imágen 5. Colocación de los electrodos de superficie sobre la superficie del músculo masetero y sobre la superficie del hueso mastoides como referencia.

El paciente podía observar el registro en el segundo monitor, para su correcta realización.



Imágen 6. Visualización correcta del electromiógrafo para realizar el registro electromiográfico.

Se le pide al paciente visualizar la pantalla para mejorar el control de apretamiento de los músculos maseteros de manera visible hasta lograr el nivel de señal deseado (20 a 2000 uV). Se realizan tres lecturas para ajustar la escala del nivel de contracción automatizada por el software diseñado para este sistema.



Imágen 7. Vista de las tres lecturas para ajustar el nivel de MCV.

Se procede a tomar el registro EMG pidiendo al paciente que mantenga una MCV durante 30 segundos del lado derecho e izquierdo apareciendo en pantalla esta señal , de forma pura sobre los maseteros proporcionando un promedio general para su análisis posterior.



Imágen 8. Grabación del registro de la EMG durante 30 segundos.

Una vez realizado el registro EMG se puede analizar la señal obteniendo el RMS (Imagen 9), el cual se emplea para comparar la actividad bioeléctrica de los maseteros derecho e izquierdo, conociendo su grado de actividad e incidencia de cada lado.

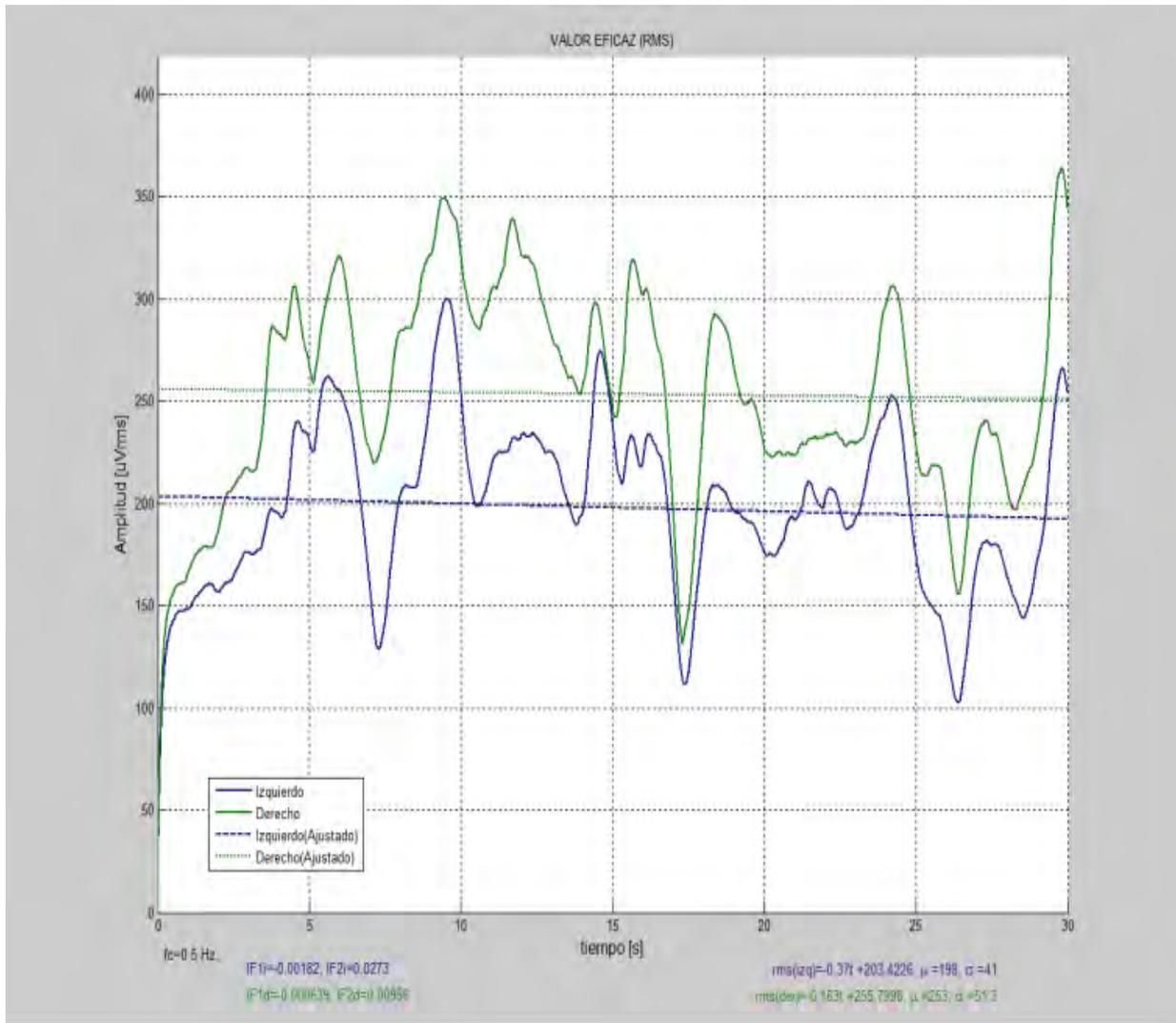


Imagen 9. Esquema capturado que representa el análisis del RMS.

El Índice de Hurst, indica el índice de fatiga muscular entre ambos lados y su correlación, la siguiente imagen representa su esquematización.

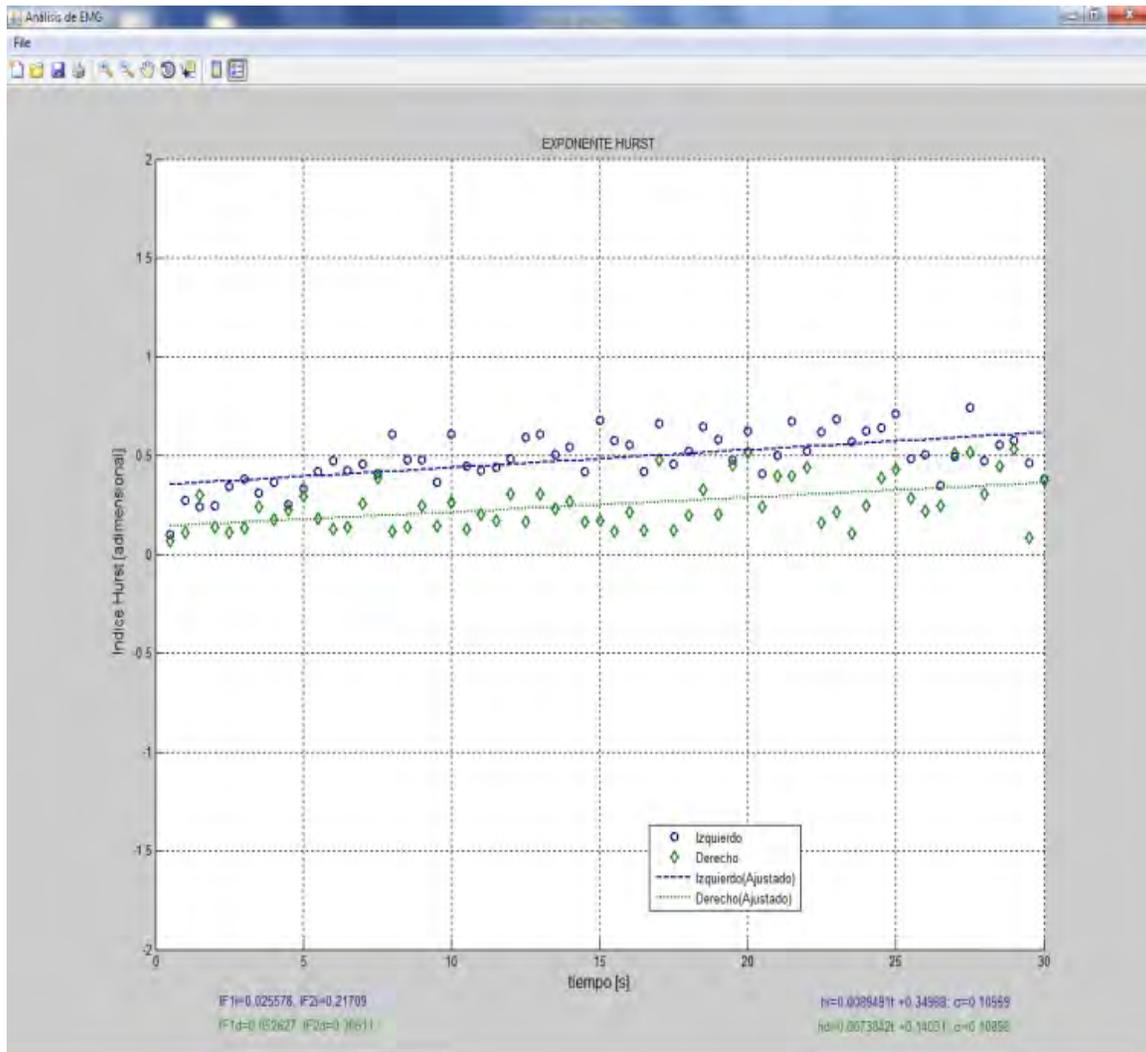


Imagen 10. Esquema capturado que representa el Índice de Hurst.

### 6.6 Variables analizadas

Se tomaron en cuenta variables independientes como el género, la clasificación de arcos parcialmente edéntulos de Kennedy y las variables dependientes resultantes de la electromiografía las cuales son el CC del RMS y el CC del Índice de Hurst.

## 7. RESULTADOS

Para poder obtener la relación existente entre la actividad muscular de los músculos maseteros derecho e izquierdo, se obtiene un CC de la actividad de ambos músculos, el cual se obtiene a partir del siguiente algoritmo matemático:

$$x_{rms} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i^2} = \sqrt{\frac{x_1^2 + x_2^2 + \dots + x_n^2}{n}}$$

En donde  $\chi_1, \chi_2$  = Conjunto de datos del canal izquierdo y derecho respectivamente, y  $n$  = Número de muestras por canal. Al realizar este coeficiente se obtiene un numero que al acercarse a 1 nos indica que que la actividad de ambos músculos varían en la misma proporción. Se tomaron en cuenta solo los resultados obtenidos del CC del RMS y el CC del Índice de Hurst para realizar el análisis estadístico respectivo.

### 7.1.1 Estadísticos descriptivos

La medición basal estuvo conformada por un total de 90 pacientes de los cuales el 21.1% ( $n=19$ ) fueron sujetos sanos, 42.2% ( $n=38$ ) fueron pacientes clase I de Kennedy y 36.7% ( $n=33$ ) eran pacientes clase II de Kennedy (Tabla 3), respecto al porcentaje de género el 70% eran mujeres y el 30% hombres (Tabla 4).

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	CLASE KENNEDY I	38	42.2	42.2	42.2
	CLASE KENNEDY II	33	36.7	36.7	78.9
	SANOS	19	21.1	21.1	100.0
	Total	90	100.0	100.0	

Tabla 3. Frecuencia y porcentaje de los grupos.

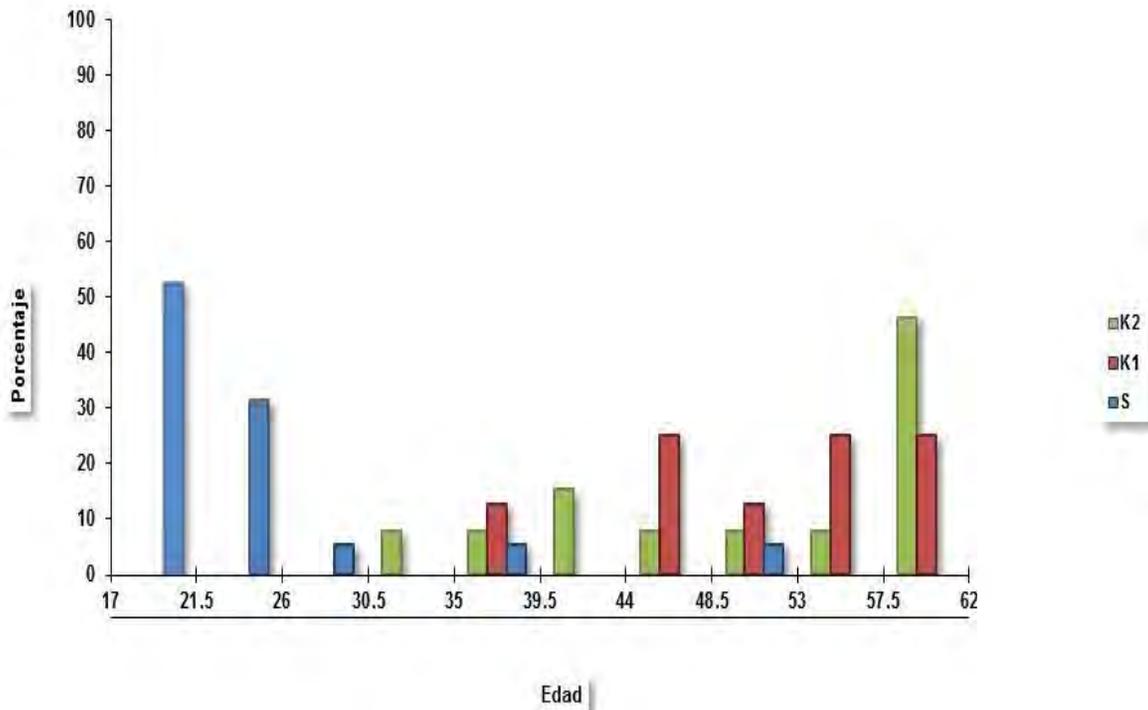
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	FEMENINO	63	70.0	70.0	70.0
	MASCULINO	27	30.0	30.0	100.0
	Total	90	100.0	100.0	

Tabla 4. Frecuencia y porcentaje de Género.

Para el segundo registro se perdieron 48 pacientes los cuales abandonaron el estudio, 22 pertenecían al grupo de clase I de Kennedy y 20 de clase II de Kennedy. La tabla 5 indica el número total de pacientes parcialmente edéntulos que continuaron en el estudio.

PACIENTE	FEMENINO	PORCENTAJE	MASCULINO	PORCENTAJE	TOTAL
SANOS	13	68.4%	6	31.5%	19
CLASE I DE KENNEDY	12	75%	4	25%	16
CLASE II DE KENNEDY	10	76.9%	3	23.03%	13
					48

Tabla 5. Frecuencia y porcentaje de los grupos para el segundo registro.



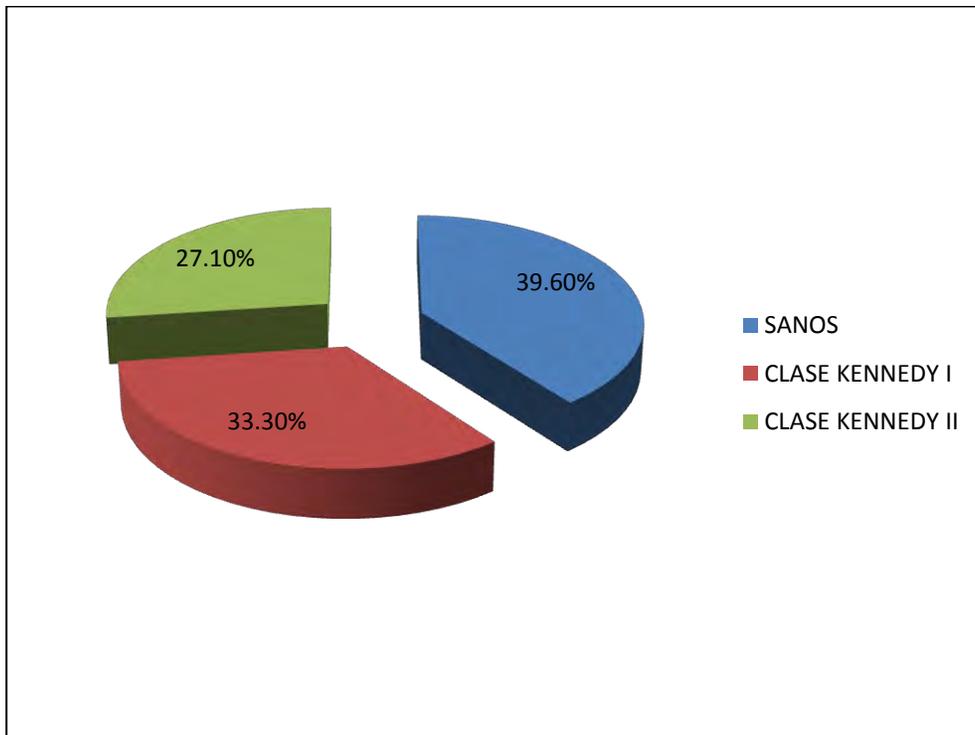
Gráfica 1. Frecuencia y porcentaje de edad entre los grupos.

Se determinó eliminar la variable edad para realizar la estadística del estudio ya que los patrones de actividad muscular presentaban similitudes tanto en jóvenes como en adultos, en la gráfica 1 se observan los porcentajes de edad en cada uno de los grupos.

Para el segundo registro de EMG el total de pacientes fué de 48, de los cuales el 33% (n=16) eran pacientes Clase I de Kennedy, 27.1% (n=13) pacientes clase II de Kennedy y 39.6% (n=19) pertenecían al grupo de los sanos (Tabla 6 y gráfica 2).

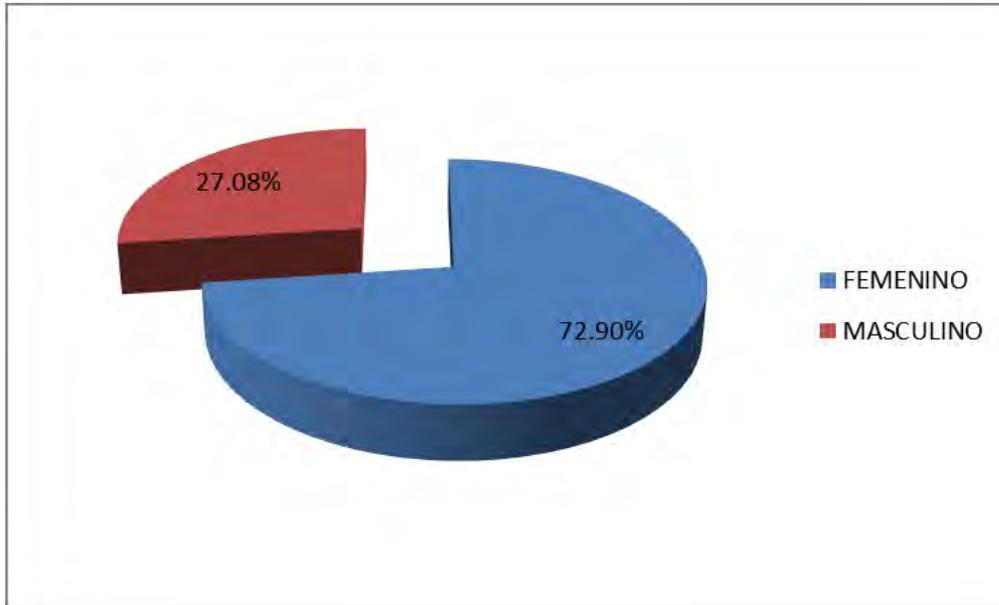
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	K1	16	33.3	33.3	33.3
	K2	13	27.1	27.1	60.4
	S	19	39.6	39.6	100.0
	Total	48	100.0	100.0	

Tabla 6. Frecuencia y porcentaje de los grupos.



Gráfica 2. Porcentaje de los grupos.

La gráfica 2 muestra el porcentaje de género del total de los 48 pacientes.



Gráfica 3. Distribución de género de los grupos.

Los 29 pacientes Clase I y II de Kennedy que continuaron en el estudio fueron rehabilitados con PPR, todos los registros electromiográficos fueron obtenidos en el laboratorio de Fisiología de la DEPeI de la FO UNAM. A los sujetos sanos solo se les realizó un solo registro basal y a los pacientes parcialmente edéntulos se les realizó un registro como medición basal y un segundo registro después de la rehabilitación protésica.

#### 7.1.2 *Análisis estadístico*

Se realizó un análisis univariado para comparar las medias del CC obtenida de los registros electromiográficos de los músculos maseteros derecho e izquierdo respectivamente. Las medias del CC del RMS de los grupos fueron de .63 para el grupo de Clase I de Kennedy, .72 en el grupo de Clase II de Kennedy y .90 para el grupo de Sanos (Tabla 7) (Gráfica 4).

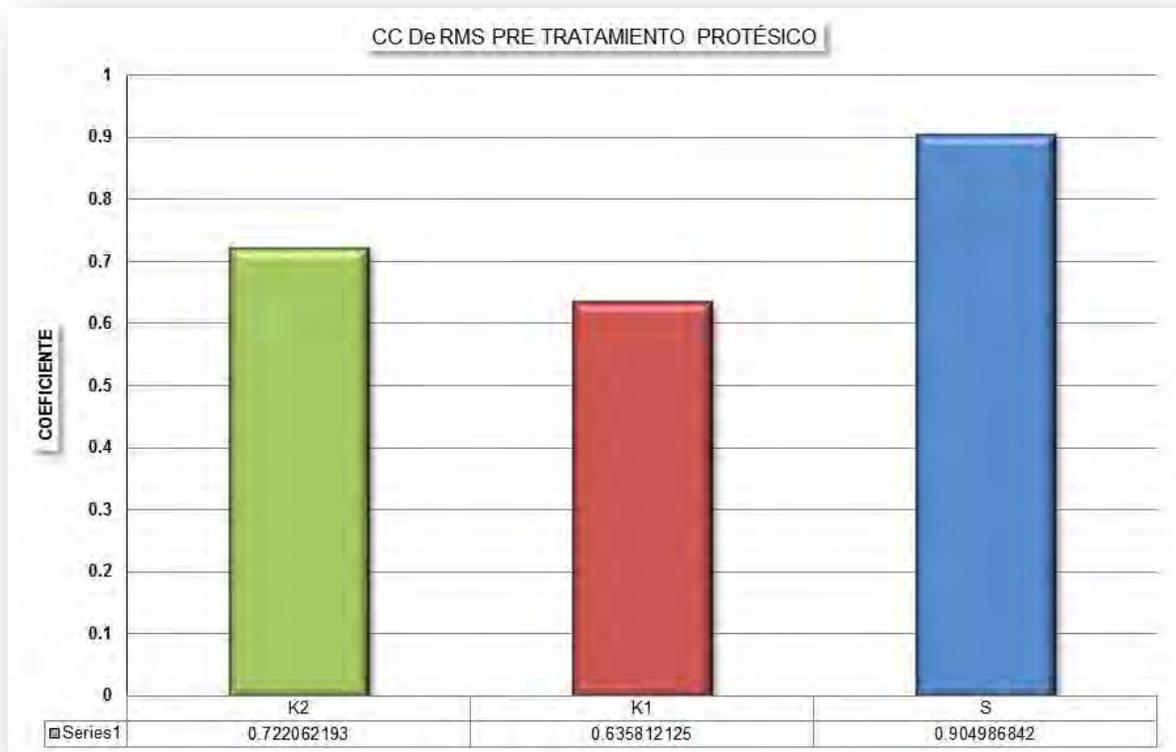
### Estadísticos descriptivos

Variable dependiente: Corr\_RMS\_pre

Paciente	Media	Desviación típica	N
K1	.63581	.137212	16
K2	.72208	.213845	13
S	.90500	.055621	19
Total	.76573	.181612	48

Tabla 7. Media y Desviación estándar del registro basal del CC del RMS de los tres grupos.

El análisis univariante muestra diferencias significativas (Tabla 8) y para comparar las medias de los grupos se realizó una prueba post hoc para muestras relacionadas del CC del RMS de la medición basal, los resultados muestran diferencias estadísticamente significativas con valor de  $p < 0.05$  en el primer registro (tabla 8).



Gráfica 4. Media del CC del RMS antes del tratamiento protésico.

**Pruebas de los efectos inter-sujetos**

Variable dependiente: Corr\_RMS\_pre

Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	.663 <sup>a</sup>	2	.332	16.830	.000
Intersección	26.663	1	26.663	1352.899	.000
Paciente	.663	2	.332	16.830	.000
Error	.887	45	.020		
Total	29.695	48			
Total corregida	1.550	47			

Tabla 8. Cuadro de ANOVA del CC del RMS antes de la rehabilitación protésica.

**Corr\_RMS\_pre**

DHS de Tukey<sup>a,b,c</sup>

Paciente	N	Subconjunto	
		1	2
K1	16	.63581	
K2	13	.72208	
S	19		.90500
Sig.		.210	1.000

Tabla 9. Prueba post hoc de los subconjuntos del CC del RMS antes de la rehabilitación protésica.

Lo resultados muestran similitudes entre los grupos de Clase I y II de Kennedy, sin embargo se encontraron diferencias significativas entre los sujetos sanos y los pacientes parcialmente edéntulos  $p < 0.05$ . Es evidente la diferencia entre el grupo de los sanos comparado con los grupos de Clase I y II de Kennedy respecto a los subconjuntos en la prueba de Tukey.

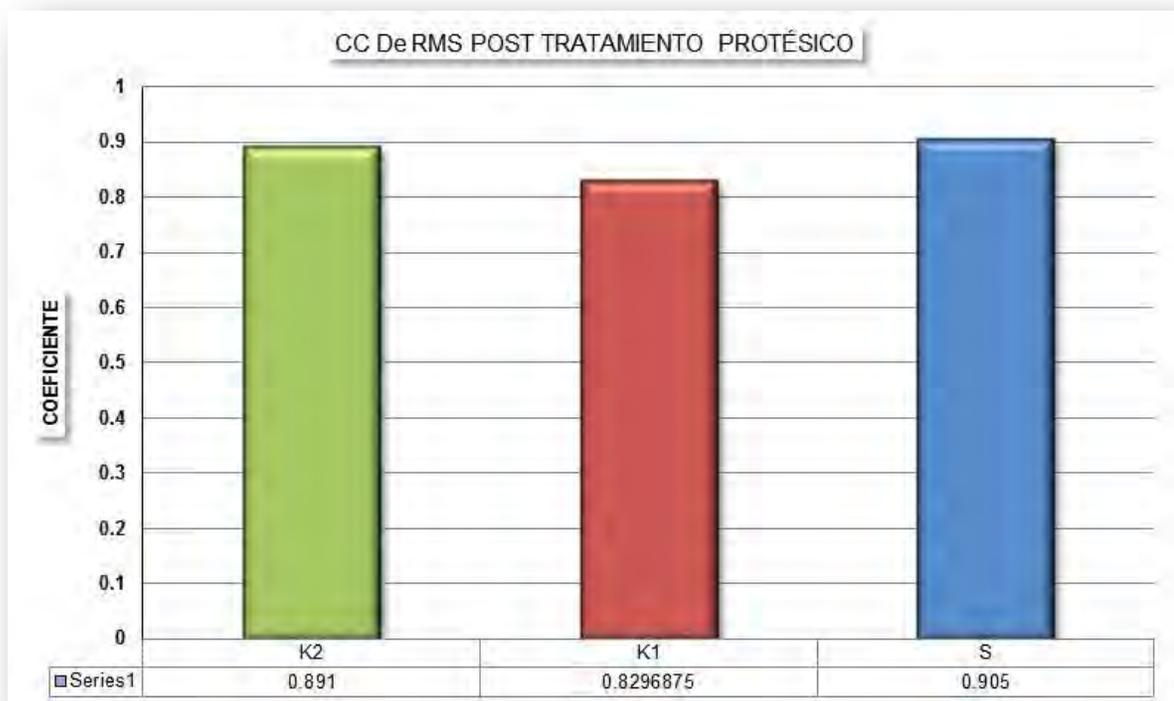
Después de la rehabilitación protésica las medias del CC del RMS obtenidas fueron .82 para los de Clase I de Kennedy, .89 para los de Clase II de Kennedy y .90 para los Sanos la tabla 9 muestra la media y desviación estándar de los registros.

### Estadísticos descriptivos

Variable dependiente: Corr\_RMS\_post

Paciente	Media	Desviación típica	N
K1	.82969	.161702	16
K2	.89100	.058654	13
S	.90500	.055621	19
Total	.87610	.107427	48

Tabla 10. Media y desviación estandar del CC del RMS después de la rehabilitación protésica.



Gráfica 5. Media del CC del RMS después de la rehabilitación protésica.

**Pruebas de los efectos inter-sujetos**

Variable dependiente: Corr\_RMS\_post

Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	.053 <sup>a</sup>	2	.027	2.448	.098
Intersección	35.897	1	35.897	3302.176	.000
Paciente	.053	2	.027	2.448	.098
Error	.489	45	.011		
Total	37.385	48			
Total corregida	.542	47			

Tabla 11. Cuadro de ANOVA del CC del RMS después de la rehabilitación protésica.

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los tres grupos respecto a los subconjuntos, después de la rehabilitación protésica como lo describe la tabla 11.

A continuación se muestra la comparación de los registros de la medición basal de los sujetos sanos con los registros obtenidos de los pacientes Clase I y II de Kennedy después de la rehabilitación protésica para el Índice de Hurst.

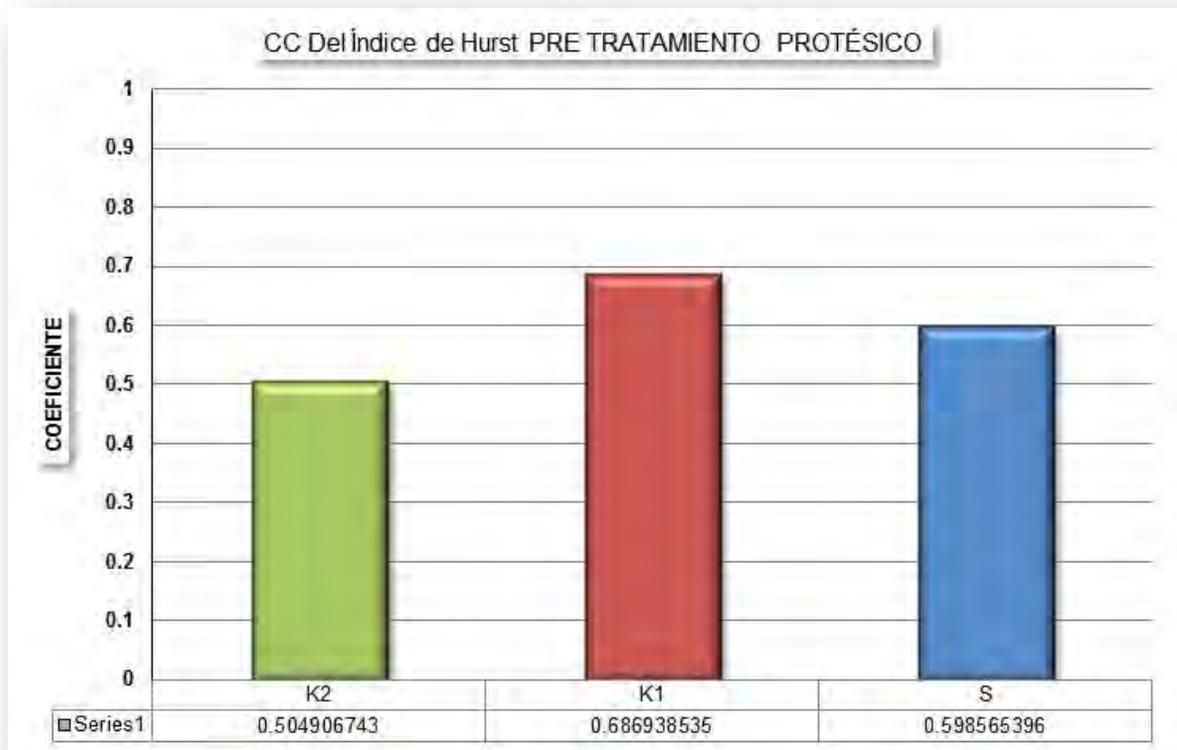
La siguiente tabla describe la media y desviación estándar del CC para el Índice de Hurst que se obtuvo de los registros electromiográficos de los músculos maseteros derecho e izquierdo respectivamente de tres los grupos. Las medias fueron .68 para el grupo de Clase I de Kennedy, .50 para el grupo clase II de Kennedy y .59 para el grupo de los Sanos.

**Estadísticos descriptivos**

Variable dependiente: HURTS\_pre

Paciente	Media	Desviación típica	N
K1	.68700	.284558	16
K2	.50492	.275941	13
S	.59858	.241163	19
Total	.60269	.269496	48

Tabla 12. Media y desviación estandar del CC del Índice de Hurst.



Gráfica 6. Media del CC del Índice de Hurst antes del tratamiento protésico.

La tabla 13 describe el resultado obtenido del análisis univariante antes de la rehabilitación protésica el cual indica que no hubo diferencia estadísticamente significativa entre los grupos.

**Pruebas de los efectos inter-sujetos**

Variable dependiente: HURTS\_pre

Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	.238 <sup>a</sup>	2	.119	1.689	.196
Intersección	16.693	1	16.693	236.574	.000
Paciente	.238	2	.119	1.689	.196
Error	3.175	45	.071		
Total	20.849	48			
Total corregida	3.414	47			

Tabla 13. Cuadro de ANOVA del CC del Índice Hurst antes de la rehabilitación protésica.

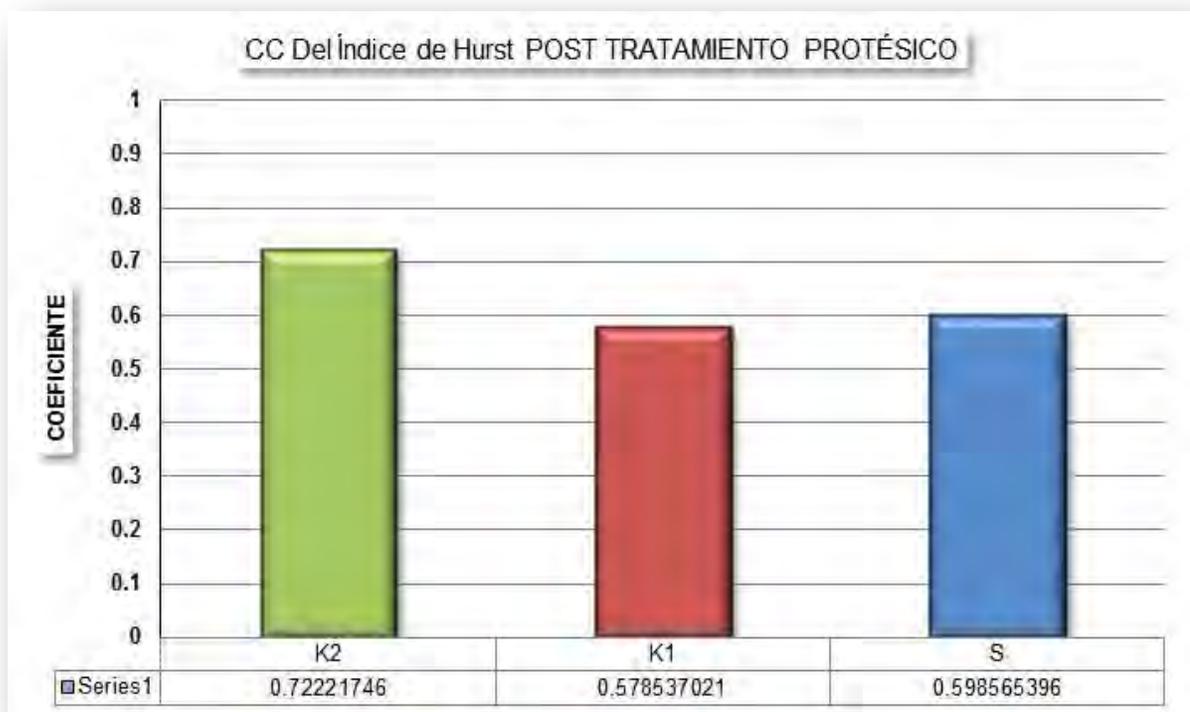
Las medias del índice de fatiga después de la rehabilitación protésica quedaron de la siguiente manera, .57 para los de clase I de Kennedy, .72 para los de Clase II de Kennedy y .59 para los sanos (tabla 14).

### Estadísticos descriptivos

Variable dependiente: HURTS\_post

Paciente	Media	Desviación típica	N
K1	.57863	.340759	16
K2	.72223	.263520	13
S	.59858	.241163	19
Total	.62542	.284062	48

Tabla 14. Media y desviación estandar del CC del Índice de Hurst despés de la rehabilitación protésica.



Gráfica 7. Media del CC del Índice de Hurst después de la rehabilitación protésica.

Existe similitud en el índice de fatiga de los músculos maseteros entre los tres grupos tanto en la medición basal como en el segundo registro, no se encontró diferencia significativa entre los sujetos sanos y los pacientes parcialmente edéntulos  $p < 0.05$  respecto a los subconjuntos (tablas 13 y 15).

#### Pruebas de los efectos inter-sujetos

Variable dependiente: HURTS\_post

Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	.171 <sup>a</sup>	2	.085	1.060	.355
Intersección	18.786	1	18.786	233.397	.000
Paciente	.171	2	.085	1.060	.355
Error	3.622	45	.080		
Total	22.568	48			
Total corregida	3.792	47			

Tabla 15. Cuadro de ANOVA del CC del Índice de Hurst después de la rehabilitación protésica.

## 8. DISCUSIÓN

Siendo el SE complejo en relación a todas las funciones que realiza y en el que actúan de manera interrelacionada todos sus componentes es importante considerar los cambios que se presentan por la ausencia de órganos dentales y evaluar de manera adecuada el proceso de rehabilitación cuando se instaura una nueva relación intermaxilar .

De acuerdo a la literatura el diagnóstico oportuno ayuda a prevenir la presencia de lesiones no solo en los en las piezas dentales, si no en general en los tejidos blandos, músculos y ATM. Por eso se consideró importante la valoración de la actividad eléctrica de los músculos maseteros antes y después de la rehabilitación protésica.

Aunque el diagnóstico de la sintomatología y tonicidad muscular se pueden realizar por medio de la palpación muscular y observación no se pueden considerar indicadores precisos que den información objetiva sobre la actividad del musculo analizado, es por eso que estudios realizados por Castro Florio probaron que el uso de electromiografía de superficie

durante la contracción isométrica tiene una buena reproducibilidad clínica y así poder evaluar cuantitativamente la actividad muscular tanto estática como dinámica (68).

Para hacer el análisis de este estudio se tomaron en cuenta los datos obtenidos de la RMS, el cual resultó un método adecuado para evaluar la señal tal como lo determinó De Luca, ya que se observó buena reproducibilidad de los datos (26).

En este estudio no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre hombres y mujeres, sin embargo no se ha podido definir con precisión estas diferencias, ya que estudios realizados por Ferrario demuestran que la actividad y la fuerza de mordida es mas elevada en hombres que en mujeres (41).

La edad tampoco fue una variable que arrojara significancia ya que los patrones de actividad muscular observadas durante este estudio presentaban similitudes tanto en jóvenes como en adultos mayores, lo cual no concuerda con lo realizado por Ueda quien manifiesta que existe mayor actividad en los músculos maseteros en personas jóvenes y Albornoz no encuentra diferencias significativas respecto a la edad, por su parte Hatch encuentra que la edad y el sexo no mostraron algún efecto sobre el rendimiento masticatorio, pero que si hay ciertos factores como el numero de piezas dentales en boca que son determinantes clave para el adecuado funcionamiento masticatorio, los resultados de estos dos últimos autores concuerdan con los resultados encontrados en este estudio (42, 52, 69).

Davison no encuentra diferencias significativas entre los sujetos sanos, por el contrario en este estudio si se encuentran diferencias significativas entre ellos y los pacientes parcialmente edéntulos, ya que la actividad eléctrica del musculo masetero resultó ser mas elevada en el grupo control que en los pacientes Clase I y II de Kennedy (46).

Ikebe sostiene que la perdida de dientes en personas adultas no es una causa natural del envejecimiento, por lo tanto tampoco lo es la disminución de fuerza y actividad muscular, estos resultados presentan lógica al comparalos con el presente estudio ya que se pudo determinar que mientras mayor número de piezas dentales en boca mayor actividad muscular presentaban los pacientes (65).

Los pacientes que participaron en este estudio se clasificaron como pacientes parcialmente edéntulos Clase I y II de Kennedy, al ser éste un estudio novedoso porque no se han realizado estudios con esta clase de grupos no se pueden realizar las comparaciones pertinentes con estudios realizados en pacientes totalmente edéntulos, sin embargo si se puede afirmar que el uso de prótesis parcial removible causa un efecto similar como los autores Pisani y Santos que coinciden en que el uso de prótesis totales en pacientes totalmente edéntulos disminuye los ciclos masticatorios y elevan la actividad muscular, ya que generan una buena estabilidad oclusal (45, 55).

Tecco sugirió que fuerzas equilibradas generadas por una oclusión óptima facilita las órdenes neuromusculares motoras de igual fuerza, en este estudio se observó que la prótesis fue capaz de generar una actividad equilibrada de los músculos maseteros durante la MCV (5).

Para hacer el análisis correspondiente de los datos de este estudio se tomaron en cuenta el CC generado por el software del electromiógrafo utilizado, que al igual que el coeficiente de correlación utilizado por Angeles en sus investigaciones indica la relación temporal de la actividad muscular del lado izquierdo con el lado derecho, el coeficiente al resultar 1 indica que el paciente se encuentra en condiciones normales. De Felicio utiliza el POC para observar la distribución simétrica de la actividad muscular el cual oscila entre el 0% y 100%, aunque en nuestro estudio no utilizamos porcentaje para el CC si podemos distinguir la asimetría existente tanto en el músculo masetero derecho como en el izquierdo (47, 67).

Se obtuvo el CC del Índice de Hust de la electromiografía de los músculos maseteros durante la MCV se trato de encontrar un índice de fatiga que correspondiera a los resultados obtenidos en la RMS pero no resultaron estadísticamente significativos esto puede deberse a que el estudio de García se limitó a registrar la actividad muscular durante ciclos masticatorios, la variabilidad de la señal electromiográfica puede ser diferente durante contracciones isométricas de fuerza constante que durante contracciones dinámicas. Es importante mencionar que su estudio presenta similitudes con los resultados encontrados por Talebinejad quien menciona que este enfoque tiene cierta ventaja ya que a partir de la multifractalidad de la señal EMG en diferentes escalas de tiempo encuentra la escala que es más sensible a la fatiga produciendo mayores cambios en la señal (3, 50).

## **9. CONCLUSIONES**

La actividad eléctrica del músculo masetero se puede ver alterada por diversas causas, en este caso se determinó una disminución de la actividad muscular en los pacientes parcialmente edéntulos respecto a los sujetos sanos esto podría ser por la influencia de los contactos oclusales ya que se observó que entre más numero de órganos dentales en boca y mayor contacto oclusal la actividad muscular se incrementaba.

La prótesis causó un efecto estimulante en la actividad del musculo masetero ya que al analizar los datos después del segundo registro no se encontraron diferencias significativas respecto a los sujetos sanos, ya que el CC aumento significativamente en los pacientes Clase I y II de Kennedy respecto de los sanos.

Aunque la literatura reporta que la edad es un factor que influye en los cambios fisiológicos de las personas, en este estudio no fue una variable que denotara significancia ya que la actividad muscular tanto en pacientes jóvenes como en adultos tenía mucha variabilidad, por tal motivo solo se tomó en cuenta la clasificación de Kennedy como variable independiente de mayor importancia.

## **10. RECOMENDACIONES**

Los resultados que se obtuvieron en el estudio demuestran que existen cambios en el comportamiento neuromuscular de los pacientes tratados con la prótesis, se encontraron diferencias significativas después de la colocación de la PPR esto implica que la actividad muscular se genere casi al 100% de su capacidad de trabajo,

Debido a las múltiples variables que se pueden relacionar con los cambios en el SE generados por la presencia de edentulismo parcial recomendamos realizar la evaluación subsecuente de los pacientes por lo menos 6 meses después de la colocación de la prótesis y realizar más investigaciones para determinar la relación que pueda existir a corto y largo plazo con la relación de ambas arcadas, sería importante considerar variables como:

- Biotipo facial
- Índice de masa corporal
- Eficiencia masticatoria

- Tipo de dieta
- Clasificación de Kennedy III y IV
- Número de dientes ausentes
- Dolor a la palpación muscular
- Presencia de chasquidos o crepitaciones de la ATM
- Clase molar y canina

De acuerdo a la literatura estas son variables que están directamente relacionadas con los cambios que se pueden producir en relaciones oclusales por la pérdida de piezas dentales.

## 11. BIBLIOGRAFÍA

1. Wright BW. Craniodental biomechanics and dietary toughness in the genus *Cebus*. *Journal of Human Evolution* 2005;48:473-92.
2. Hallak SC, Santos CM, Vitti M, Regalo CA, Batista de Vasconcelos P, Wilson Mestriner WJ, et al. Evaluation of molar and incisor bite force in indigenous compared with white population in Brazil. *Archives of Oral Biology*. 2008;53([www.intl.elsevierhealth.com/journals/arob](http://www.intl.elsevierhealth.com/journals/arob)):282-86.
3. García EL. Diseño y Construcción de Electromiógrafo para el Registro de EMG Superficial de Músculos maseteros e Implementación del Análisis Mutifractal por DFA. Mexico D.F.: Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional; 2011.
4. Coelho-Ferraz MJ, Bërzin F, Amorim C, De Paula DG. Electromyographic Evaluation of Mandibular Biomechanic. *Int J Morphol*. 2009;27(2):485-90.
5. Tecco S, Caputi S, Tete S, Orsini G, Festa F. Electromyographic activity of masticatory, neck and trunk muscles of subjects with different mandibular divergence. A cross-sectional evaluation. *Angle Orthod*. 2007 Mar;77(2):260-5.
6. Okenson J, editor. Oclusión y afecciones temporomandibulares. Madrid.: Harcourt-brace; 1999.
7. Harper RP, de Bruin H, Burcea I. Muscle activity during mandibular movements in normal and mandibular retrognathic subjects. *Oral Maxillofac Surg*. 1997;3:225-33.
8. Deguchi I, Garetto LP, Sato Y, Potter RH, Roberts WE. Statistical analysis of differential lissajous EMG from normal occlusion and Class III malocclusion. *Angle Orthod*. 1955;55(3):151-60.
9. Duque S, Jaramillo F, Farbiarz P, Alvarez J, Peláez V, Otalvaro C, et al. Electromyographic changes after orthognathic surgery: report of four cases. *Rev Fac Odontol Univ Antioquia*. 2002;13(2):35-50.
10. Scherder E, Posthuma W, Bakker T, Vuijk PJ, Lobbezoo F. Functional status of masticatory system, executive function and episodic memory in older persons. *Jornal of Oral Rehabilitation*. 2008;35:324-36.
11. Nicoline CW, Van der K, Maillow P, Jacobs J, Van der W, Machiel N, et al. Reproducible effects of subjectively assessed muscle fatigue on an inhibitory jaw reflex in humans. *Archives of Oral Biology* 2009;54:879-83.
12. Brinkwhorth R, Turker KS, Sabundra AW. Response of human jaw muscle to axial stimulation of the incisor. *Journal of Physiology*. 2003;547:233-45.

13. Sowman PF, Turker KS. Periodontal masseteric reflexes decrease whit tooth pre-load. *Journal Dental Research*. 2008;87:175-9.
14. Sallen NM, Fueki K, Garret NR, Ohyama T. Objective and subjective hardness of a test item used for evaluating food mixing ability. *Journal of Oral Rehabilitation* 2007;34:227-34.
15. Bakke M, Handsdottir R. Mandibular function in patients whit temporomandibular joint pain: a 3-year follow-up. *Oral Surg* 2008;106:227-34.
16. Lujan-Climent M, G.J. M, Palau S, Ayuso-Montero R, Salsench J, Peraire M. Influence of static and dynamic occlusal Characteristics and muscle force on masticatory performance in dentate adults. *European Journal of Oral Sciences*. 2008;116:229-36.
17. Hatch JP, Shinkai RS, Sakai S, Rugh JD, Paunovich ED. Determinats of masticatory performans in dentate adults *Archives of Oral Biology*. 2001;46:641-8.
18. Cecilio S, Hallak R. Evaluation of molar and incisor bite in indigenous compared whit white population in Brazil. *Oral Biology*. 2008;53:282-6.
19. Ikebe K, Nokubi T, Morji K, Jumpei K, Furuya M. Association of bite force whit ageing and occlusal support in older adults. *Journal of Dentistry*. 2005;30:131-7.
20. Okiyama S, Ikebe K, Nokubi T. Association between masticatory performance and maximal occlusal force in young men. *Jorunal of Oral Rehabilitation*. 2003;30:278-82.
21. Watanabe K. The relationship between dentofacial morphology and the isometric jaw-opening and closing muscle function as evaluated by electromyography. *Journal Oral Rehabilitation*. 2000;27:639-45.
22. Suvinen TI, Kemppainen P. Review of clinical EMG studies related to muscle and occlusal factors in healthy and TMD subjects. *Jorunal of Oral Rehabilitation*. 2007;34:631-44.
23. Proschel PA, Raum J. Preconditions for estimation of masticatory forces from dynamic EMG and isometric bite force activity relations of elevator muscles. *Journal of Prosthodontics*. 2001;14:563-9.
24. Clancy EA, Morin EL, Merletti R. Sampling, noise-reduction and amplitude estimation issues in surface electromyography. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 2002;12:1-16.
25. Farinaa D, Holobarb A, Merlettib R, Enokad RM. Decoding the neural drive to muscles frome the surface electromyogram. *Clin Neurophysiol*. 2010;121(10):1616-23.

26. De Luca CJ, Adam A, Wortiz R, Gilmore LD, Nawab SH. Descomposition of surface EMG signals. *J Neurophysiol.* 2006;96:1646-56.
27. Caballero K, Duque L, Ceballos S, Ramirez J, Pelaez A. Conceptos básicos para el análisis electromiográfico. *Revista CES Odontología.* 2002;15(1):41-50.
28. Merletti R, Parker P. *Electromyography: physiology, engineering and non-invasive applications.* 1 ed: John Wiley & Sons; 2004.
29. Alfaro P, Osorno C, Romero G. Evaluación neuromuscular masticatoria. *Revista de Ciencias Clínicas.* 2003;4(1):41-51.
30. Al-Mulla M, Sepulveda F, Colley M. A Review of Non-Invasive Techniques to Detect and Predict Localised Muscle Fatigue. *Sensors* [serial on the Internet]. 2011; (1424-8220).
31. Al-Mulla MR, Sepulveda F. Novel feature modelling the prediction and detection of sEMG muscle fatigue towards an automated wearable system. *Sensors.* 2010;10:4838–54.
32. Gang W, Xiao-Mei R, Lei L, Zhi-zhong W. Multifractal analysis of surface EMG signals for assessing muscle fatigue during static contractions. *J Zhejiang Univ-Sci A.* 2007;8:910-15.
33. Hagberg M. Work load and fatigue in repetitive arm elevations. *Ergonomics.* 1981;24:543-55.
34. Petrofsky JS, Glaser RM, Phillips CA, Lind AR, Williams C. Evaluation of amplitude and frequency components of the surface EMG as an index of muscle fatigue. *Ergonomics.* 1982:213-23.
35. Kijak E, Lietz-Kijak D, Zbigniew C, Frączak B. Muscle activity in the course of rehabilitation of masticatory motor system functional disorders. *Postepy Hig Med Dosw (online).* 2013;67(1732-2693):507-16.
36. Bartuzi P, Danuta R. The Influence of Fatigue on Muscle Temperature. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics* 2012;18:233-43.
37. Ardizzone I, Celemin A, Aneiros F, del Rio J, Sanchez T, Moreno I. Electromyographic study of activity of the masseter and anterior temporalis muscles in patients with temporomandibular joint (TMJ) dysfunction: comparison with the clinical dysfunction index. *Med Oral Patol.* 2010 Jan;15(1):e14-9.
38. Castroflorio T, Icardi K, Torsello F, Deregibus A, Debernardi C, Bracco P. Reproducibility of surface EMG in the human masseter and anterior temporalis muscle areas. *Cranio.* 2005 Apr;23(2):130-7.
39. Coelho-Ferraz M. Evaluación electromiográfica de los músculos masticadores durante la fuerza máxima de mordedura *Rev Esp Cirug Oral y Maxilofac.* 2008;30:420-27.

40. Naeije M, Lobbezoo F, Van der Kaaij N, Maillou P, Van der Weijden J. Reproducible effects of subjectively assessed muscle fatigue on an inhibitory jaw reflex in humans. *Archives of Oral Biology*. 2009;54:879-83.
41. Ferrario V, Sforza A, Miani A, D'Addona A. Electromyographic activity of human masticatory muscles in normal young people. Statistical evaluation of reference values for clinical applications. *J Oral Rehabil*. 1993;20:271-80.
42. Albornoz M, Ogalde A, Aguirre M. Estudio Radiográfico y Electromiográfico de los Músculos Masetero y Temporal Anterior en Individuos con Maloclusión Tipo II, 1 de Angle y Controles. *Int J Morphol*. 2009;27(3):861-66.
43. Robertson G, Caldwell B, Hamill J, Kamen G. Research methods in biomechanics. *J Human Kinetics*. 2004;3:163-80.
44. Ferrario VF, Tartaglia GM, Galletta A, Grassi GP. The influence of occlusion on jaw and neck muscle activity: a surface EMG study in healthy young adults. *Journal of Oral Rehabilitation*. 2006;33:341-8.
45. Pisani M, de Sousa R, da Silva M, da Silva C. Electromyography of masticatory muscles after denture relining with soft and hard denture liners. *Journal of Oral Science*. 2013;55:217-24.
46. Davison L, Chiaron F, Sernik R, Tanaka C, Furquim C. Electromyographic and ultrasonographic assessment of the masseter muscle in normal individuals: a pilot study *Pró-Fono Revista de Atualização Científica* 2009;21:261-4.
47. De Felício CM, Pimenta FC, Magalhaes MA, Rodrigues DM, Tartaglia GM, Sforza C. Electromyographic indices, orofacial myofunctional status and temporomandibular disorders severity: A correlation study. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 2012;22:266-72.
48. Lowery M, O'Malley M. Analysis and simulation of changes in EMG amplitude during high-level fatiguing contractions. *Trans Biomed Eng*. 2003;50:1052-62.
49. Al-Mulla MR, Sepulveda F, Colley M, Kattan A. Classification of localized muscle fatigue with genetic programming on sEMG during isometric contraction. In: *In Proceedings of Annual International Conference of the IEEE Eng. in Medicine and Biology Society EMBC*. Minneapolis, MN U, editors. Minneapolis, MN, USA, 2009. p. 2633-8.
50. Talebinejad M, Chan AC, Miri A. Fatigue estimation using a novel multi-fractal detrended fluctuation analysis-based approach. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 2010;20:433-9.

51. Rilo B, Santana U, Mora MJ, Cardoso CM. Myoelectrical activity of clinical rest position and jaw muscle activity in young adults. *Journal of Oral Dentofacial Orthopedic*. 1997;118:616-24.
52. Ueda HM, Miyamoto K, Saifuddin M. Masticatory muscle activity in children and adults with different facial types. *J Orthod Dentofacial Orthop*. 2000;118:63-8.
53. Berretin G, Nary H, Padovani C, Trindade A, Monteiro W. Electromyographic evaluation of mastication and swallowing in elderly individuals with mandibular fixed implant-supported prostheses. *J Appl Oral Sci*. 2008;16(2):116-21.
54. Fernández L, Zanotta G, Kreiner M. Estudio comparativo del complejo electromiográfico post-estímulo del músculo masetero en pacientes rehabilitados con prótesis completa bimaxilar mediante técnica piezográfica y técnica convencional. *Odontoestomatología*. 2010;12(14):45-53.
55. Santos P, Trindade A, Sampaio A. Evaluación comparativa de la función masticatoria en individuos desdentados rehabilitados con prótesis soportadas por implantes óseo integrados. *Rev Odontol Dominic*. 2004;5(10):27-35.
56. Obrez A, Türp J. El efecto del dolor facial músculo-esquelético en los registros de las relaciones maxilomandibulares y la planificación del tratamiento: Una síntesis de la literatura. *The journal of prosthetic dentistry* 2006;47(3):439-45.
57. Tetsuka M, Saga T, Nakamura M, Tabira Y, Kusukawa J, Yamaki K. Relationship between Masseter Muscle Form and Occlusal Supports of Remaining Teeth. *Kurume Med J*. 2012;59(1-2):5-15.
58. Angeles F, Navarro B, editors. *Diseño en Prótesis Bucal Removible, procedimientos clínicos*. México, D.F: Trillas; 1998.
59. *Prosthodontics Ao*. The glossary of Prosthodontic Terms. *J Prosthet dent*. 1994;94.
60. Shifman A, Ben-Ur Z. The mandibular first premolar as an abutment for distal extension removable partial dentures: a modified clasp assembly design. *British Dent J*. 188:246-8.
61. Thompson JR. The rest position of the mandible and its significance to dental science. *JADA*. 1946;33:151-80.
62. Kapur KK. Studies of biologic parameters for denture design. Comparison of masseter muscle activity during chewing of crisp and soggy wafers in denture and dentition groups. *J Prosthet dent*. 1975;33:242.

63. Ingervall B, Hedegird B. An electromyographic study of masticatory and lip muscle function in patients with complete dentures. *The Journal of prosthetic dentistry*. 1980;43:266-71.
64. Tallgren A, Holden S, Lang BR, Ash MM. Jaw muscle activity in complete denture wearers. A longitudinal electromyographic study. *Journal of Prosthetic Dentistry* 1980:44-123.
65. Ikebe K, Nokubi T, Morii K, Kashiwagi J, Furuya M. Association of bite force with ageing and occlusal support in older adults. *Journal of Dentistry*. 2004;33:131-37.
66. Ingervall B, Hedegard B. An electromyographic study of masticatory and lip muscle function in patients with complete dentures. *Journal of prosthetic dentistry* 1980;43:266-71.
67. Ángeles MF, Nuño LA, González GH, García AA, García RJ. Refleximetría de los músculos maseteros: un método objetivo para la evaluación de la función masticatoria. *Arch neurocién (Mex)*. 1997;2:215-23.
68. Castroflorio T, Icardi K, Becchino B, Merlo E, Debernardi C, Bracco P, et al. Reproducibility of surface EMG variables in isometric sub-maximal contractions of jaw elevator muscles. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 2006;16:498-505.
69. Hatch JP, Shinkai RSA, Sakai S, Rugh JD, Paunovich ED. Determinants of masticatory performance in dentate adults. *Archives of Oral Biology*. 2001;46:641-48.

## 12. ANEXOS

### 12.1 Historia clínica

# Estudio de la Articulación Temporomandibular

## Lab. de Fisiología. DEPEI

### HISTORIA CLINICA

Fecha ingreso \_\_\_\_\_  
Nº exp. \_\_\_\_\_

#### ANTECEDENTES:

Nombre: \_\_\_\_\_ Sexo \_\_\_\_\_  
Edad \_\_\_\_\_

Peso \_\_\_\_\_ Estatura \_\_\_\_\_ Compleción \_\_\_\_\_  
Ocupación \_\_\_\_\_

Domicilio \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Teléfono \_\_\_\_\_ Estado civil \_\_\_\_\_ Hábitos  
bucales \_\_\_\_\_

Bruxismo personal \_\_\_\_\_ Bruxismo en  
familiares \_\_\_\_\_

Artritis o reumatismo en los padres \_\_\_\_\_ Ruidos articulares en los  
padres \_\_\_\_\_

Otros datos relevantes (traumatismos, extracciones,  
etc.) \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

#### INDICE ANAMNESICO:

	DER.		IZQ.	
Dolor en la región de la ATM.	SI	NO	SI	NO
Patrón asimétrico de apertura y cierre	SI	NO	SI	NO
Dolor al mover la mandíbula	SI	NO	SI	NO
Dificultad para abrir completamente la boca	SI	NO	SI	NO
Desplazamiento anterior del disco con retención	SI	NO	SI	NO

Sonido en la ATM	SI	NO	SI	NO
Sensación de fatiga en la ATM	SI	NO	SI	NO
Sensación de rigidez de la mandíbula al despertar	SI	NO	SI	NO
Sensación de rigidez al mover la mandíbula.	SI	NO	SI	NO

**INDICE CLINICO:**

Apertura de la mandíbula en mm. \_\_\_\_\_ Later. Der. \_\_\_\_\_ Later Izq. \_\_\_\_\_  
 Protrusivo \_\_\_\_\_

Overjet \_\_\_\_\_ Overbite \_\_\_\_\_

Patrón de apertura: Simétrico \_\_\_\_\_ Complicado \_\_\_\_\_ Desviación Der. \_\_\_\_\_ Desviación Izq. \_\_\_\_\_

Patrón de cierre: Simétrico \_\_\_\_\_ Complicado \_\_\_\_\_ Desviación Der. \_\_\_\_\_ Desviación Izq. \_\_\_\_\_

Dolor en los movimientos: Apertura \_\_\_\_\_ Cierre \_\_\_\_\_ Lateral Der. \_\_\_\_\_ Lateral Izq. \_\_\_\_\_  
 Protrusión \_\_\_\_\_

**RUIDOS ARTICULARES:** (Indicar Chasquido/**CH** o Crepitación/**CRE**)

**DER.**

**IZQ.**

Apertura temprana	SI _____	NO _____	SI _____	NO _____
Apertura tardía	SI _____	NO _____	SI _____	NO _____
Cierre temprano	SI _____	NO _____	SI _____	NO _____
Cierre tardío	SI _____	NO _____	SI _____	NO _____

**DOLOR MUSCULAR:**

**DER.**

**IZQ.**

Masetero superficial	SI	NO	SI	NO
Masetero profundo	SI	NO	SI	NO
Parte ant. del temporal	SI	NO	SI	NO
Parte media temporal	SI	NO	SI	NO
Parte posterior temporal	SI	NO	SI	NO
Pterigoideo externo	SI	NO	SI	NO
Pterigoideo interno	SI	NO	SI	NO
Digástrico	SI	NO	SI	NO
Trapezio	SI	NO	SI	NO
Esternocleidomastoideo	SI	NO	SI	NO

**DOLOR ARTICULAR:**

	DER.		IZQ.	
Palpación lateral.	SI	NO	SI	NO
Palpación posterior	SI	NO	SI	NO

**ANALISIS OCLUSAL:**

**Dientes ausentes:**

DERECHO								IZQUIERDO							
18	17	16	15	14	13	12	11	21	22	23	24	25	26	27	28
48	47	46	45	44	43	42	41	31	32	33	34	35	36	37	38

**Interferencias :** (T / Trabajo B / Balance)

DERECHO								IZQUIERDO							
18	17	16	15	14	13	12	11	21	22	23	24	25	26	27	28
48	47	46	45	44	43	42	41	31	32	33	34	35	36	37	38

**Mordida cruzada:** Anterior\_\_\_\_\_ Posterior\_\_\_\_\_ Derecha\_\_\_\_\_ Izquierda\_\_\_\_\_

	DER.			IZQ.		
<u>Clasificación Relación Molar</u>	I	II	III	I	II	III
<u>Clasificación Relación Canina</u>	I	II	III	I	II	III

**OBSERVACIONES:** (prótesis, tratamientos, etc.)

---

---

---