

# **El Valor Diagnóstico de los Instrumentos Biométricos**

**John Charles Radke & Gerardo Ruiz Velasco**

## **Capítulo 3: Mediciones Electromiográficas de la Función Muscular**

### **Contenido**

Historia y Confiabilidad de la Electromiografía	1
Preparación para la toma de registros EMG	2
Introducción para el análisis electromiográfico	3
Actividad en Reposo y la postura	3
• Efectos de la mala relación máxilo-mandibular	
Actividad de Deglución	5
• Deglución Normal	
• Deglución con proyección / interposición lingual	
Clench Apretamiento en PMI y la distribución de la actividad	6
• Dolor dental y actividad reducida	
• Dientes faltantes y actividad reducida	
• ATM dolorosa y actividad reducida	
• Relación máxilo-mandibular aberrante	
Importancia de Periodo de silencio	10
• Periodo de Silencio temprano en la activación	
• Periodo de Silencio tardío en la activación	
• Efecto de la disfunción en la duración	
EMG de la Actividad Masticatoria	12
Referencias	14
Palabras clave y Definiciones	16
Abreviaturas del Inglés y del Español	16
Apéndice – Mecánicas para Marcar Registros de EMG	17

## Electromiografía (EMG) del Sistema Masticador

### Historia y Confiabilidad de la EMG

La Electromiografía (EMG), el registro los potenciales de acción de los músculos, ha sido utilizada por muchas décadas para la investigación en el campo de la fisiología tiempo atrás cuando menos desde 1930 (Tower, 1933), y más recientemente en la clínica odontológica (Thompson, 1946). Una de las limitaciones de la EMG es la amplia variación en los niveles de actividad muscular entre los diferentes individuos. Esto ha ocasionado que algunos investigadores se inclinen por normalizar los datos de la actividad muscular. (Kashiwagi, Tanaka, Kawazoe, Furuichi & Takada, 1995). Kashiwagi et al, mostraron que normalizar en grupos de media o de amplitud pico, reduce las variaciones entre diferentes sesiones de registros. Aunque la estandarización en normas puede brindar valor en ciertos aspectos en el análisis de EMG, existen algunas mediciones donde los valores reales absolutos son más significativos. En situaciones donde los niveles relativos de contracción de varios músculos son lo más interesante, la normalización es muy útil, pero en situaciones donde un valor aproximado del nivel real absoluto de la actividad es significativo, la normalización puede ser contraproducente.

Uno de los primeros usos de la EMG fue realizado por los Neurólogos mediante agujas insertadas en los músculos para estudiar su fisiología, especialmente para observar la actividad de músculos específicos con daño en su inervación (Weddell, 1943). La ventaja de las agujas es que con ellas se registra un área, muy pequeña del músculo y pueden captar la actividad de una sola unidad motora (Campbell, 1961). La EMG por medio de agujas es utilizada para identificar patologías específicas del músculo y la condición de los nervios. En contraste, la **EMG de superficie (sEMG)** capta impulsos originados por una área más amplia del músculo, lo cual le da a la electromiografía de superficie (sEMG)

una indicación mucho mejor para estudiar la función muscular. La sEMG generalmente también registra la actividad que se presenta en otros músculos adyacentes o vecinos de la misma área (Owall & Elmqvist, 1975; Garnick, 1975), pero aún, así, es el medio mejor y más adecuado para evaluar la función muscular.

La confiabilidad de la sEMG depende de la cuidadosa colocación de los electrodos bipolares y del conocimiento y entendimiento de lo que es posible medir y lo que no lo es. Ya que no existen dos individuos idénticos, debemos entender que la variabilidad entre sujetos es alta. Por consecuencia, cualquier comparación entre pacientes requiere el uso de valores de normalización o al menos la comprensión de que el rango de valores será grande. Sin embargo, hay muchas otras situaciones en el ambiente clínico que requieren solamente comparaciones entre valores del mismo paciente para con él mismo, lo cual es muy repetible. (Garnick, 1975; Garrett & Kapur, 1986; Christensen, 1989; Castroflorio, Bracco & Farina, 2008; Gonzalez, Iwasaki, McCall Jr, Ohrbach, Lozier & Nickel, 2011; Kravchenko, et al, 2014; Giannasi, et al, 2014). Para repetir cualquier medición de sEMG, por supuesto que es necesario que el individuo realice de nuevo la actividad. Por ello, la evaluación de la confiabilidad de la sEMG puede variar enormemente. Depende de la aplicación específica. Algunas actividades son repetidas más fácilmente (Kim, Kim, Park. & Chee, 2015; Nakatsuka, et al, 2011). Es importante entender que las variaciones en los datos de sEMG son debidas en gran medida a variaciones en la respuesta de los individuos y no a la variabilidad del equipo utilizado para los registros. Aún los pacientes con desórdenes y disfunciones ATM's generalmente pueden repetir su actividad con confiabilidad aceptable. (Markiewicz, Ohrbach & McCall, Jr., 2006).

Unos pocos autores han menospreciado el valor clínico de la sEMG basándose en que no puede ser utilizada para diagnosticar Desórdenes Temporomandibulares (DTM). Sin embargo, ese argumento es una cortina de humo, ya que DTM no es para nada un diagnóstico. Más bien, DTM es una categoría de varios diagnósticos (Klasser & Okeson, 2006; Gonzalez, Greene & Mohl, 2008;). Un término algunas veces utilizado como alternativa para referirse a DTM es "Dolor Miofacial," y es aceptado por algunos, como si todos los dolores en el área facial tuvieran una etiología común a ellos. Esto ha llevado las cosas hacia una segunda cortina de humo; que la sEMG no tiene valor clínico porque no puede ser utilizada para diagnosticar "Dolor Miofacial" tampoco. (Manfredini, et al, 2011). En estas declaraciones se asume que todos los pacientes con dolor en el área facial deben tener función muscular particularmente diferente a los que no tienen dolor. Esta afirmación ignora la posibilidad de que la función masticatoria de un paciente puede ser pobre aún en ausencia de dolor o que un paciente con dolor puede aún ser capaz de funcionar bien.

Un "diagnostico" de DTM es inútil para determinar la aplicación de un tratamiento mientras no se tenga un diagnóstico *especifico* revelado. En las diversas patologías 1) desorden interno de las ATM's, 2) desordenes de los músculos masticadores, o 3) maloclusiones, no se puede esperar que todas respondan positivamente a un mismo tratamiento, aún cuando todas ellas están clasificadas como DTM.

La teoría que sugiere un único tratamiento para todos los DTM es la "Teoría de Etiología Psicosocial" (Dworkin & LeResche, 1992; Truelove, Sommers, LeResche, Dworkin & Von Korff, 1992). Si los DTM fuesen causados por estrés, ansiedad, depresión, etc. y fueran el resultado de la somatización de estados emocionales, entonces la Terapia Cognitivo Conductual pudiera ser el tratamiento de elección (Turner, Dworkin, Mancl, Huggins & Truelove, 2001) o tal vez una etapa adicional al tratamiento de los DTM. Mientras pareciera racional asumir

que el estrés emocional y la depresión tengan un efecto negativo sobre cualquier condición de dolor, es exagerado afirmar que todas las condiciones que cursan con dolor facial son el resultado de causas emocionales.

**Preparación para la toma de registros de sEMG.** La piel debe ser limpiada con alcohol para remover cualquier impureza en la piel, maquillaje, etc. antes de aplicar los electrodos al paciente. Los electrodos deben ser colocados en pares izquierda y derecha para evaluar simetría.



Figura 1. El electrodo de referencia para EMGs puede ser colocado en cualquier lugar en el cuello o un hombro, que no sea en la zona de algún músculo que vamos a registrar su actividad. Un electrodo tipo TENS ofrece menor resistencia en la conexión.

El electrodo de referencia (tierra) puede ser un electrodo grande para TENS por su menor resistencia. Debe ser aplicado y conectado primero para equilibrar el amplificador aislado con el paciente. Los cables serán conectados inicialmente a los electrodos y después al amplificador. El orden de este procedimiento es importante para evitar descargas de electricidad estática que pudieran provenir de daños potenciales de cualquier conexión.



Figura 2. Los electrodos del EMG pueden ser colocados hasta en 8 músculos. El eje longitudinal del electrodo es aplicado lo más paralelo posible a la dirección de las fibras musculares.



Figura 3. Una vez que todos los cables están conectados al amplificador, el programa BioPAK puede ser abierto. El amplificador del BioEMG III está ópticamente aislado de la interfase y de la computadora

### Introducción para el análisis electromiográfico

La interpretación de sEMG es más cualitativa que cuantitativa, el significado de esto es que diferencias relativas son más significativas que los valores absolutos. Aunque existen rangos de normalidad, el patrón de actividad es generalmente más importante que los valores individuales.

### Actividad de Reposo en la sEMG y Postura

La actividad de los músculos de la masticación puede ser registrada mediante la electromiografía de superficie sEMG, pero siendo realistas las señales registradas no son completamente específicas para cada músculo individual y algunos de los músculos son inaccesibles. Sin embargo, los músculos elevadores Masetero y Temporal Anterior, son relativamente expuestos y accesibles a la sEMG. Registrar la actividad del vientre anterior de los Digástricos es menos específico, pero cuando estamos buscando “Falta de Contracción” es suficientemente específico. (p.ej. Cuando no hay señal de contracción, significa que los Digástricos tampoco se están contrayendo).

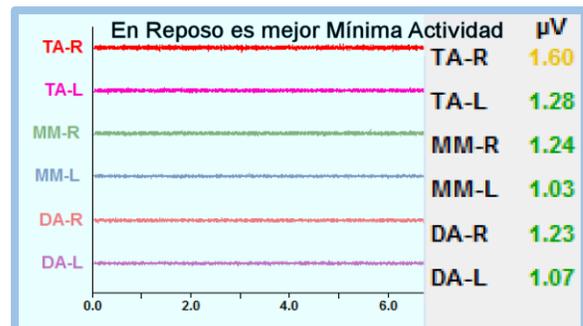


Figura 4. La Actividad de Reposo en un sujeto normal registra valores mínimos en todos los músculos. Tratándose de reposo, menor actividad significa más reposo.

Los músculos en reposo idealmente no se están contrayendo como se ilustra en la gráfica abajo. A simple vista, la gráfica representa una interpretación subjetiva, pero los valores numéricos promedio en la *ventana de resumen EMG (EMG Summary)* provee una medida más

objetiva del nivel de la actividad muscular en reposo, es decir, cuando la actividad postural está llevándose a cabo. Hemos encontrado empíricamente que individuos asintomáticos promedian una actividad de reposo en un rango de 1 a 2 microvoltios para cada músculo, mientras que pacientes con síntomas tienen uno o más músculos con valores por arriba de ese rango (Kamyszek, Ketcham, Garcia, Jr. & Radke, 2001).

Por default, si la actividad está entre 1.5 y 2.0 los valores numéricos cambian de color verde a amarillo (amarillo=precaución) indicando actividad ligeramente elevada pero aún dentro de los límites normales. Esto es ilustrado en la figura 4. Cuando la actividad de un músculo excede los 2.0 microvoltios los valores numéricos se mostrarán en rojo. El propósito de este cambio es llamar la atención hacia los músculos más activos. Un músculo que presenta

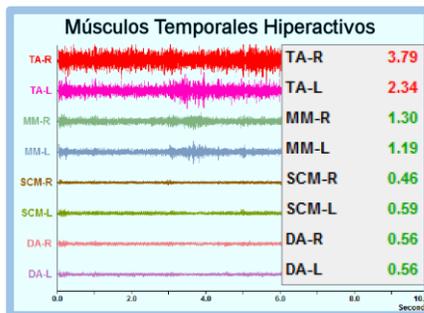


Figura 5. Un paciente con músculos Temporales hiperactivos, es indicación de una mandíbula distalizada en oclusión habitual.

hiperactividad puede ser una pista para la disfunción en algunos casos. En la figura 5 los músculos Temporales están hiperactivos. Los músculos Esternocleidomastoideos (SCM) también fueron registrados en el estudio. Generalmente estos se activan en presencia de postura de la cabeza anormalmente adelantada, Sin embargo, en este ejemplo ambos músculos SCM están relajados.

Para interpretar el significado de uno o más músculos hiperactivos es necesario recordar las lecciones de anatomía respecto a origen e

inserción de los músculos. En resumen, Los músculos Maseteros llevan a la Mandíbula en direcciones resultantes hacia adelante y arriba. En contraste, los músculos Temporales jalan la Mandíbula en direcciones resultantes hacia arriba y atrás. Cuando un músculo se contrae las fibras intentan acortarse, así la fuerza es aplicada en una dirección paralela a la dirección promedio de las fibras en contracción. Una mala relación entre la Mandíbula y el Maxilar provocará hiperactividad en algunos músculos durante el reposo postural en diversos patrones diferentes:

Por ejemplo: Una posición de máxima intercuspidadación (**PMI**) moderadamente retruida provocará hiperactividad en los músculos Temporales derecho e Izquierdo. Vea la figura 5.

Una PMI con retrusión mandibular severa provocará hiperactividad en los músculos Temporales y músculos Digástricos bilateralmente.

Una PMI protrusiva provocará hiperactividad en los músculos Maseteros derecho e izquierdo.

Una rotación horizontal (**YAW**) entre el Maxilar y la Mandíbula provocará hiperactividad en el músculo Temporal ipsilateral y en el Masetero contralateral.

Un sobre cierre vertical provocará hiperactividad en ambos Maseteros y ambos Temporales. Vea la Figura 6.

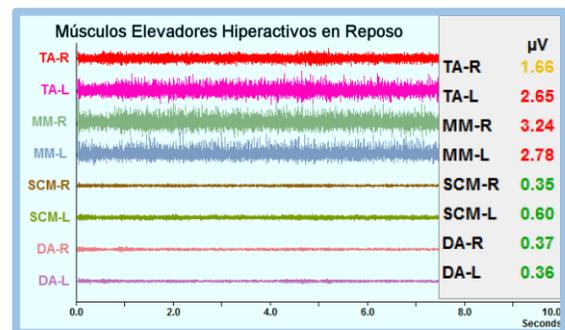


Figura 6. En caso de mordida profunda, los músculos Maseteros y Temporales pueden estar hiperactivos en reposo como se ve arriba. Una excepción sería si el paciente además tiene Deglución con interposición lingual.

Un sobre cierre unilateral provocará hiperactividad en el Masetero y en el Temporal ipsolaterales.

NOTA: Un caso de Deglución con interposición lingual puede enmascarar a un sobre cierre mandibular que describimos previamente, de tal manera que la actividad muscular de reposo aparezca "normal" aún en presencia de sobre cierre máxilo-mandibular. La Deglución con proyección lingual es un mecanismo de adaptación empleado con éxito en algunos casos para conseguir la relajación muscular. En un adulto con una oclusión estable no es considerada un problema. Sin embargo, en adolescentes a quienes se les planea realizar tratamiento de ortodoncia, la Deglución con proyección lingual puede significar un gran problema, especialmente en la retención y estabilidad del caso post tratamiento (Williamson, Hall & Zwemer, 1990; Palmer, 1989; Goldstein, et al, 1997).

### Actividad muscular durante la deglución

El patrón de actividad normal de deglución muestra una elevación relativamente mayor en los músculos elevadores que en los músculos depresores. (porción anterior de los Digástricos, los de la lengua, Suprahioideos, etc.). Los dientes son mantenidos en contacto ligero para estabilizar la mandíbula. En contraste, el patrón de actividad muscular de deglución con la lengua entre los dientes es justamente lo opuesto, con mucha actividad de los depresores y una actividad relativamente menor de los elevadores.

En una deglución normal, la actividad de los músculos elevadores excede a aquella de los músculos del área de los Digástricos. La duración de un evento de Deglución normal es casi de un segundo. Figura 7.

Durante un evento de Deglución con interposición lingual *bien adaptada*, la actividad muscular de los músculos del área de suprahioideos en zona de los músculos Digástricos anteriores excede a la actividad total de los elevadores, pero la duración de la

Deglución es cercana a un segundo. (Fraser, 2006).

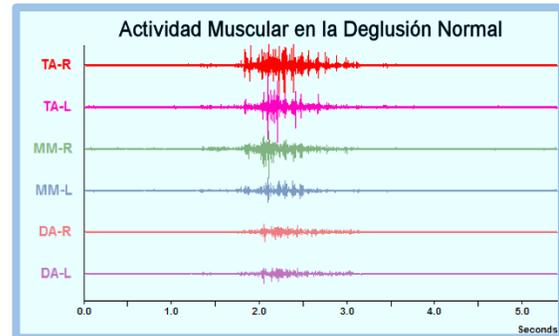


Figura 7. Una contracción muscular típica durante la deglución con los dientes en contacto ligero para estabilizar la Mandíbula.

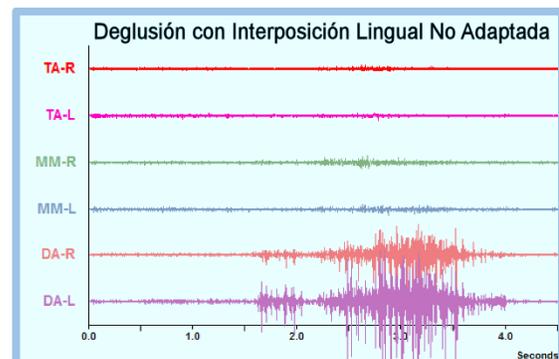


Figura 8. Deglución con interposición lingual no adaptada con una duración de 2 ½ segundos. Larga duración significa que está presente alguna dificultad.

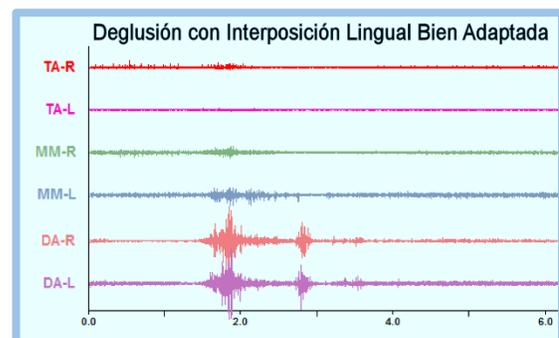


Figura 9. Una deglución con interposición lingual, bien adaptada con una duración ligeramente mayor a un segundo. La deglución con interposición lingual que está presente desde el desarrollo del individuo generalmente está bien adaptada ya que se inició desde la niñez.

Debido a que el patrón Electromiográfico de la Deglución con interposición lingual es el inverso del patrón normal con contacto dentario interoclusal, es muy sencillo distinguir la diferencia entre ellos. Una Deglución normal es generalmente completada en un tiempo muy cercano a un segundo. Cuando un paciente deglute con dificultad, con o sin interposición lingual, toma más que ese tiempo para realizarlo. La importancia clínica de una Deglución con interposición lingual depende de varias circunstancias, como cuando se planea hacer algún tratamiento y qué tipo del mismo, además de que tan bien será éste realizado.

### Analizando Actividad Muscular: "Clenching" (Máximo Apretamiento Interoclusal)

Un sujeto normal (control) que ejerce un máximo apretamiento interoclusal en su PMI puede producir elevada activación bilateral en los músculos Temporales Anteriores y Maseteros. El inicio de la contracción debe ser casi simultáneo y el balance en la amplitud (intensidad de señal) entre los músculos elevadores debe ser muy bueno. (Ferrario, Sforza, Colombo & Ciusa, 2000). Vea las Figuras 10 – 13.

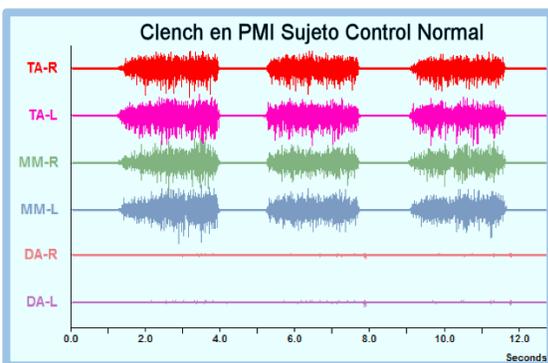


Figura 10. Clench en MIP de un sujeto normal. El balance es muy bueno entre músculos y el inicio de la contracción es casi simultáneo. No hay activación presente en el área de suprahioideos.

En el programa BioPAK los valores para máximo apretamiento (*Clench*) de los músculos elevadores que caen por debajo de 100 microvoltios (de promedio) son mostrados en la

ventana de resumen (*Summary View*) en rojo simplemente para llamar la atención a los valores relativamente bajos. Si los valores son cercanos a los 100 microvoltios, y el balance, simetría y sinergismo están en el rango aceptable (>77%), *el Clench* puede que se encuentre dentro de los límites normales. Valores que caen entre 77% y 50% son considerados como marginales. Debajo de 50% es considerado deficiente.

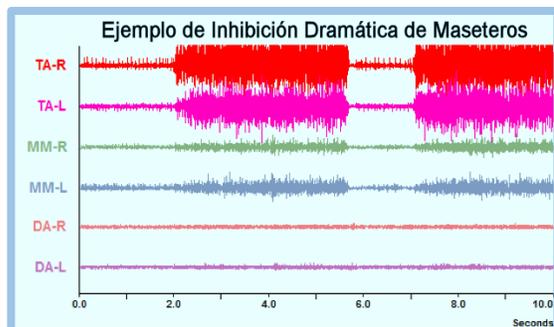


Figura 11. Un ejemplo de inhibición de Maseteros por *Clench* en una posición interoclusal retruida (mordida distal) Para examinar si es resultado de músculos débiles, el paciente es instruido a apretar con rollos de algodón interoclusalmente colocados en dientes posteriores.

Una disfunción en la musculatura masticatoria es la mayoría de las veces reflejada como desequilibrio entre lado izquierdo y derecho o como una inhibición dramática de los Maseteros. Vea la figura 12.

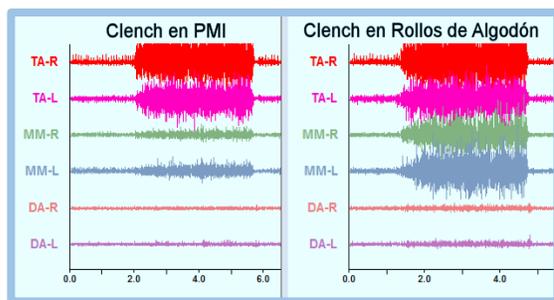


Figura 12. Un cambio en el patrón de actividad de Clench confirma que esta PMI está distalizada. Esta es una prueba muy simple que ayuda a diferenciar una maloclusión de un caso por debilidad muscular.

El registro en la figura 13 es un ejemplo de un clench normal, pero con valores bajos de intensidad (Gama Baja). Note que el balance

entre izquierdo y derecho y el sinergismo son bastante buenos (todos con altos porcentajes). El inicio de la contracción parece ser simultáneo para los cuatro músculos elevadores. Por todo lo anterior, este patrón se encuentra "dentro de los límites normales" (WNL).

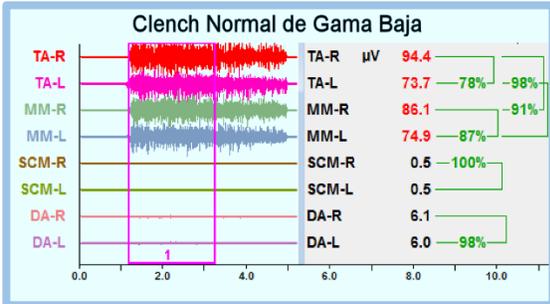


Figure 13. Un ejemplo de Máximo Apretamiento interoclusal (Clench) Normal (con buena simetría y buen sinergismo) de Gama Baja.

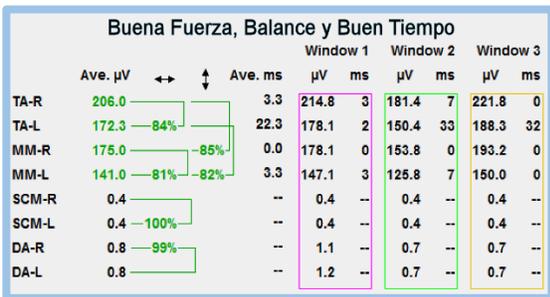


Figure 14. Además de buena fuerza y balance, vemos que el momento de inicio de la contracción es casi simultáneo como se puede apreciar en esta imagen. El Temporal Izquierdo (TA-L) se activó en promedio 22 milisegundos después.

El ejemplo abajo en la figura 15 muestra la falta de sinergismo entre los músculos Maseteros y Temporales. Mientras que los valores de *clenching* de los músculos Temporales están cerca de ser normales, los valores de los Maseteros (especialmente el Masetero Derecho MM-R) está muy por debajo en comparación. Aunque el balance izquierdo-derecho es aceptable para todos los músculos registrados (columna izquierda de los porcentajes), se aprecia que los músculos Maseteros están débiles o siendo inhibidos, cualquiera de las dos, por algunos aspectos oclusales o posiblemente por

una mala relación maxilo-mandibular o pudiera ser por ambas.

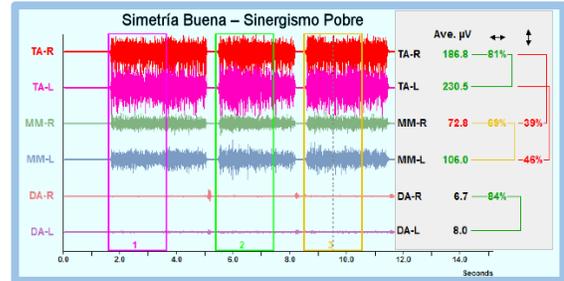


Figure 15. Tres Máximos apretamientos en MPI mostrando buena simetría, pero pobre sinergismo.

La Figura 16. muestra un ejemplo en el cual el sinergismo es aceptable (entre Masetero y Temporal del mismo lado), pero el balance entre izquierdo-derecho no es simétrico. Los valores de *clench* en el lado izquierdo caen dentro de los límites normales, pero los valores del lado derecho están demasiado bajos. Esto sugiere que la calidad y/o cantidad de contactos interoclusales en el lado derecho son en menor número y/o más pobres que aquellos en el lado izquierdo de esta dentición. Es además posible que haya ocurrido una disminución unilateral de la dimensión vertical en el lado derecho, más que en el lado izquierdo.

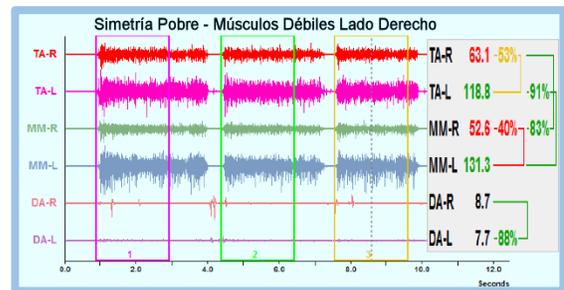


Figure 16. Un ejemplo de simetría pobre en el Clench en el que la actividad de los músculos del lado derecho resulta con menor intensidad que la de los músculos del lado izquierdo.

El paciente altamente disfuncional puede presentarse como el de la figura 16. Esto puede deberse a; a.) músculos débiles, b) un diente adolorido, pero es más probable que sea por: c) menor número de contactos dentarios posteriores o d) calidad pobre de contactos posteriores en el

lado derecho. La debilidad muscular debida a inhibición por largo periodo de tiempo o por desuso es secundaria a una maloclusión o a una mala relación en cualquier sentido espacial del maxilar con la mandíbula.

En una relación intercuspídea severamente distalizada, los músculos Digástricos suelen activarse durante **clench**. Esto puede apreciarse en la figura 17.

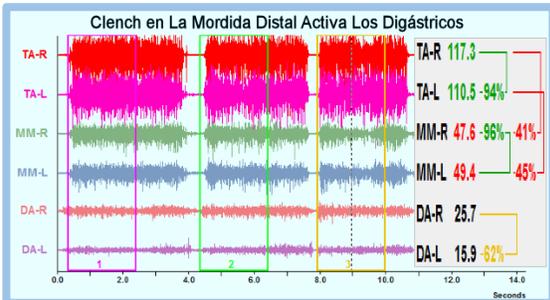


Figura 17. En casos de mordida distal severa los músculos Digástricos pueden estar activos durante Clench ya que estos son capaces de llevar la Mandíbula a realizar movimientos retrusivos.

Es importante distinguir entre estas dos condiciones tan diferentes; a) músculos débiles o b) músculos inhibidos. Los tratamientos disponibles son diferentes para cada una de las condiciones mencionadas. Históricamente, el examen con rollos de algodón (**Cotton Rolls**) ha sido utilizado para diferenciar entre estas dos condiciones. Consiste simplemente en colocar un rollo de algodón entre los dientes posteriores antagonistas, ambos lados izquierdo y derecho, e instruir al paciente a realizar un máximo apretamiento sobre ellos (**Clench on cotton rolls**).

Los rollos de algodón colocados entre los dientes posteriores pueden; a) compensar al menos parcialmente la pérdida de dimensión vertical, b) proveer un medio de estabilización para el **Clench**, c) aumentar el número de dientes involucrados para recibir y desarrollar las fuerzas musculares aplicadas y d) amortiguar cualquier contacto que recibiera excesiva fuerza que pudiera estar presente en un único diente.

La mayoría de las veces el resultado del test de Rollos de Algodón da por consecuencia una diferencia respecto al **Natural Clench**. Siempre que veamos niveles bajos en el **Clenching** en oclusión de máxima intercuspidad (PMI), al colocar algo interoclusalmente en los dientes posteriores por lo general aumenta la respuesta de todos los músculos. En la figura 18 abajo el aumento, especialmente en la actividad de los músculos Maseteros, indica una oclusión retruida mandibular.

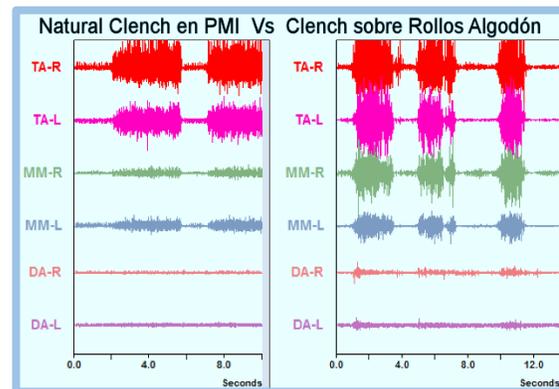


Figura 18. Cuando el paciente ocluye sobre rollos de algodón, incrementó la intensidad de actividad en todos los músculos elevadores. Este aumento indica que el sistema Nervioso Central (SNC) está inhibiendo los músculos durante cierre en MPI.

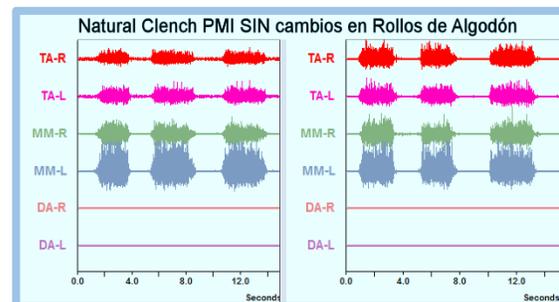


Figura 19. La actividad de todos los músculos elevadores es por debajo de lo normalmente esperado y la prueba de rollos de algodón no provoca aumento en la actividad. Los músculos están débiles o hay algún diente sensible y lastimado produciendo dolor al ocluir.

En la figura 19 el paciente presenta actividad más baja que lo normal al **Clench**. Cuando se le colocaron Rollos de Algodón interoclusalmente de dientes posteriores hubo un cambio muy

pequeño en los valores, (justo un leve aumento en el Temporal derecho). Esto indica que la musculatura está debilitada en general y que los valores bajos no se deben a inhibición por parte del SNC. Por supuesto, es posible que cualquier otra condición dolorosa está inhibiendo e impidiendo que todos estos músculos puedan desarrollar actividades más elevadas. Alternativamente, cualquier condición dolorosa reportada por el paciente puede reducir el nivel de actividad durante el *Clench*.

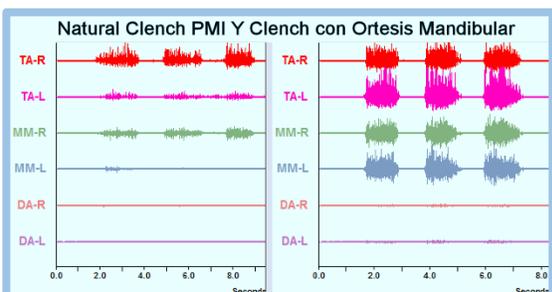


Figura 20. Una órtesis puede ser utilizada para corregir una relación Máxilo-Mandibular no satisfactoria que está limitando la función. La EMG puede mostrar la mejoría en los niveles de actividad conseguidos con ésta colocada.

Cuando los músculos están severamente inhibidos, el colocar una órtesis de cobertura completa oclusal puede dramáticamente incrementar la actividad muscular durante el *Clenching*. Esto demuestra que la corrección de una mala relación máxilo-mandibular, permite que los músculos desempeñen una función más normal.

Grupo Control de Voluntarios Hombres Vs Mujeres				
n = 50	TA-R	TA-L	MM-R	MM-L
Hombres	188.3	185.8	201.4	215.6
Mujeres	205.7	196.6	203.1	194.7
p	0.42	0.66	0.95	0.38

Tabla 1. Resultados del análisis de la actividad de Apretamiento Máximo Voluntario de 50 sujetos control. El promedio de los 8 músculos fue de 199 microvoltios, sin diferencias entre género.

Existen valores nominales asociados con los registros de EMGs de los músculos elevadores durante el *Clench*. La Tabla 1. corresponde a un

grupo de 50 sujetos normales con muy buena oclusión. Por sorpresa, no parece haber ninguna diferencia significativa relacionada con el género durante el Máximo Apretamiento Voluntario (MVC) en los valores de actividad conseguida en los sujetos del grupo de buena oclusión. Los datos de un grupo experimental de sujetos sintomáticos de edades de 50 años, comparando su género es presentado en la Tabla 2. Los valores medios de los músculos Temporales en el grupo control normal fueron más del doble elevados que los valores entre los de los del grupo sintomático. Los valores para los Maseteros en el grupo control fueron tres a cuatro veces más elevados. La diferencia más grande en los valores de los Maseteros es debida al fenómeno conocido de *supresión de los Maseteros* por parte del SNC ante la presencia de alguna maloclusión.

Grupo Sintomático, Hombres Vs Mujeres				
n = 50	TA-R	TA-L	MM-R	MM-L
Hombres	83.6	80.6	61.2	53.3
Mujeres	84.1	77.3	55.4	56.0
p	0.97	0.78	0.67	0.78

Tabla 2. Los niveles de actividad en MVC entre los sujetos del grupo sintomático (n = 50) fueron significativamente más bajos, y de nuevo, sin diferencias entre género.

Cuando este grupo control de sujetos normales con muy buena oclusión realizaron el *Clench* sobre rollos de algodón colocados inter-oclusalmente en sus premolares y molares, no hubo diferencia significativa comparada a realizar el *Clench sin rollos de algodón*.

En algunas situaciones, pudiera ser que un paciente esté apretando mucho anormalmente sus dientes. La EMGs puede ser aplicada para monitorear el tratamiento intencionado a reducir, algunas veces drásticamente, la actividad excesiva hacia un nivel más bajo. La figura 21 muestra el efecto en la actividad de los elevadores al hacer al paciente morder un rollo de algodón entre sus dientes anteriores, lo cual simula un dispositivo en dientes anteriores para desocluir posteriores (como el NTI), disminuyendo mucho la mayoría de la actividad de los músculos

Temporales. Esto es especialmente efectivo tratándose de los músculos Temporales, pero no para los Maseteros. En el ejemplo de la figura 21 se nota el máximo efecto producido. La mayoría de los pacientes no responden tan espectacularmente como en este caso.

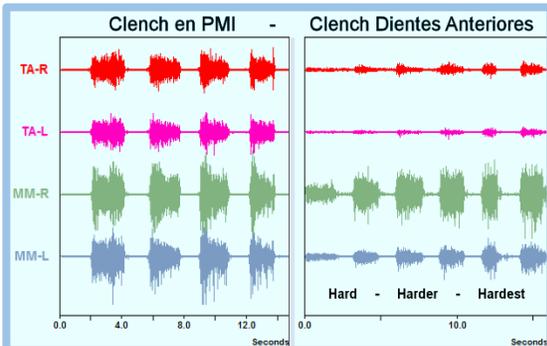


Figura 21. El contraste entre Clench en MPI y Clench sobre los dientes anteriores es generalmente muy grande. La excepción es en el caso donde hay muy pocos o muy deficientes contactos entre dientes posteriores en PMI.

Parte del efecto de la reducción en la actividad muscular se debe a la inhibición del SNC por el número reducido de contactos interoclusales involucrados, pero aún cuando los músculos Maseteros son activados al máximo, la actividad de los músculos Temporales es reducida en gran medida.

Cuando evaluamos a un paciente por primera vez es posible hacer un registro en un solo trazo de las tres condiciones usando una sola secuencia. Solo es necesario hacer más extenso el tiempo de grabación en los ajustes del programa para que nos permita que registremos más actividad dentro de una sola secuencia. Para conseguir esto, en el modo de **"Record Mode"** hacemos click en [Presets], [Edit] y seleccionamos la opción **"Clench"** de la lista. Cambiaremos el 10 por el 30-segundos (hacemos click O. K.). El ejemplo de la figura 22 muestra la respuesta de un sujeto control normal registrando dos **Clench** en **PMI** seguidos por dos **Clench** con rollos de algodón colocados interoclusalmente en todos los dientes posteriores, (cubriendo las premolares y molares bilateralmente), seguido por dos **Clench**

interponiendo un rollo de algodón entre los bordes incisales. Esta es la respuesta de un sujeto control normal.

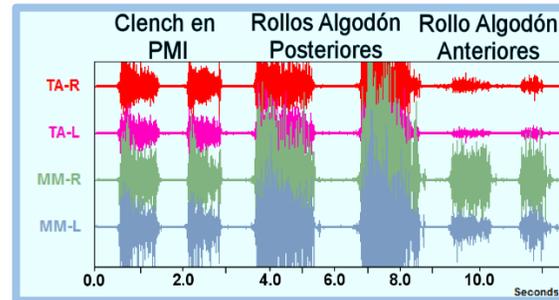


Figura 22. Una secuencia de registros que incluye Clench en MPI, Clench en rollos de algodón bilateral interoclusal de posteriores, y Clench con un rollo de algodón interincisal.

### Analizando Periodos de Silencio (SP)

Existen dos aspectos del periodo de silencio en la sEMG de los músculos masticadores (supresión exteroceptiva) que pueden ser de interés dependiendo de las circunstancias bajo las cuales fue provocado. Si fue producido intencionalmente, tal como en una actividad de cierre-apretamiento (**Close-Clench**) voluntario por parte del paciente, la única importancia significativa es la duración del periodo. En un sujeto con función muscular normal la duración del periodo de silencio, cuando es intencionalmente provocado, es de un rango de alrededor de 10 milisegundos hasta un máximo rondando los 25 milisegundos. La muestra de Cierre-apretamiento de un sujeto normal de la Figura 23 se observa un periodo de silencio que tiene una duración de 13 milisegundos.

La duración del periodo de silencio tiende a incrementarse en presencia de disfunción muscular considerablemente alta. (Beemsterboer, McNamara, Holden & Ash, Jr., 1976); Chong-Shan & Hui-Yun, 1989). Hay evidencias en estudios previos que muestran que cuando los periodos de silencio son inducidos con mucha frecuencia, la duración de estos aumenta tanto como hasta 50-60 milisegundos. El ejemplo en la Figura 24 es de una secuencia de masticación de chicle del lado derecho en donde se observó periodo de

silencio consistentemente en 21 de los 21 ciclos registrados.

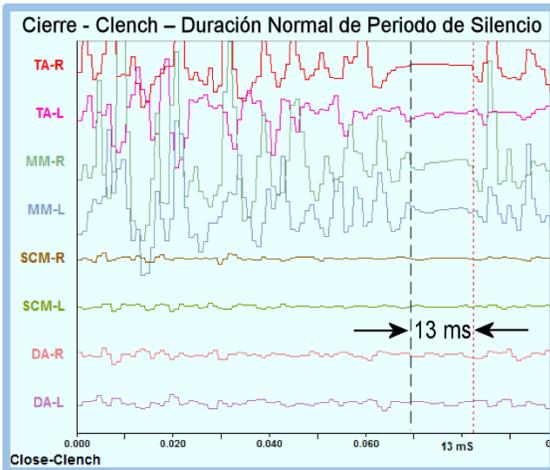


Figura 23. El periodo de silencio provocado por el contacto dentario en esta secuencia de “cierrepresamiento” se inició a los 70 milisegundos después de iniciada la contracción y duró por 13 milisegundos. El SP se limitó solo a los elevadores.

Este fenómeno es la producción involuntaria de reflejo monosináptico (nociceptivo) con una duración extendida de 37 milisegundos. Ya que está ocurriendo dentro de un evento masticatorio muscular tiene importancia adicional. Es ocasionado muy seguramente por un contacto oclusal *Deflectivo* o interferencia oclusal. Un periodo de silencio ocasional es normal, pero la repetición constante de un periodo de silencio indica la presencia de interferencias oclusales que el sistema neuromuscular no puede evitar.

Aunque los periodos de silencio pueden ser provocados como respuesta a varias circunstancias diversas, la presencia de periodos de silencio regularmente dentro de la activación muscular de ciclos masticatorios en una secuencia sugiere la presencia de contacto(s) oclusales *defectivos* e interferencias oclusales. Los contactos prematuros inevitables durante la masticación reducen la eficiencia de la actividad muscular. Esta evaluación tan simple puede ser aplicada para conocer el estado inicial de un paciente. Se puede evaluar de esta manera la función de restauraciones temporales antes de terminar la prótesis final. Puede también

aplicarse para verificar que el caso quedó terminado sin interferencias en la función muscular masticatoria.

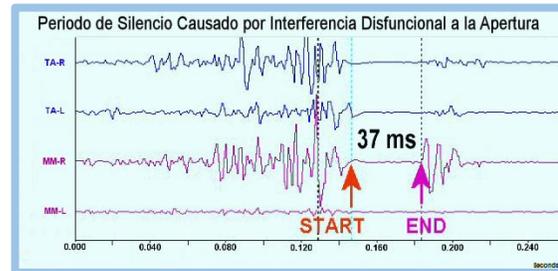


Figura 24. Un periodo de silencio de 0.037 segundos causado por una interferencia a la apertura en un sujeto con disfunción mientras masticaba chicle en su lado derecho.

En el registro de muestra de pre tratamiento abajo se documentó la presencia de un periodo de silencio dentro de cada activación de los 22 ciclos masticatorios registrados (22 en 22). El periodo de silencio mostrado se extendió por 36 milisegundos de duración. Después de que se aplicó el T-Scan para reducir el tiempo de desoclusión mediante ajuste oclusal guiado, la presencia de periodos de silencio fue inmediatamente reducida (a sólo 8 en 21 activaciones). La duración de estos pocos periodos de silencio también disminuyó haciéndose menos notorios. Vea Figura 25.

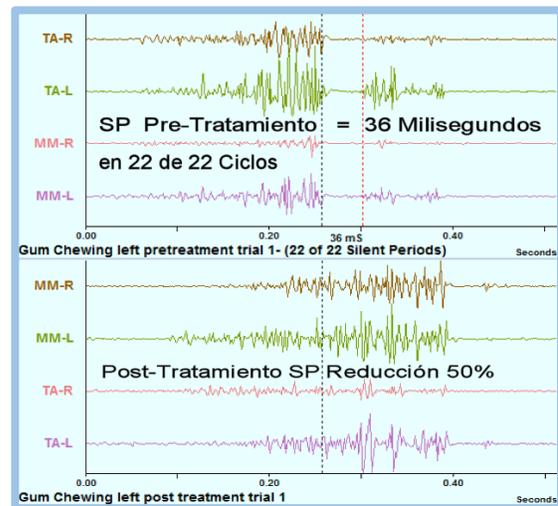


Figura 25. Inicialmente los SPs estuvieron presentes en cada ciclo (22 de 22), pero después de DTR se hicieron más cortos en tiempo o se eliminaron al menos en 50 % de las veces.

Es común observar una respuesta favorable de un paciente a su tratamiento hasta después de unas semanas de terminado, pero en este caso la respuesta fue inmediata, debido a la eliminación precisa y efectiva de las interferencias oclusales.

### EMG de la Actividad Masticatoria

La sEMG es la única tecnología disponible para evaluar de manera dinámica la calidad de la musculatura masticatoria y a pesar de esto, ha sido utilizada escasamente. Una de las maneras más simples para evaluar la función muscular durante la masticación es observar la actividad relativa de cada uno de los cuatro músculos elevadores durante un evento de activación muscular masticatoria. Aún con esta simple gráfica del registro primario (*EMG Raw Data*) de una secuencia de masticación de chicle del lado izquierdo, es obvio que el músculo Masetero Izquierdo no está siendo el músculo dominante como debería serlo normalmente.

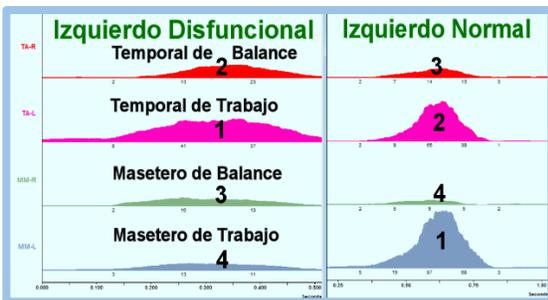


Figura 26. En la parte derecha se muestra la distribución normal de la actividad. A la izquierda vemos la actividad disfuncional. El Masetero de Trabajo está sólo dejándose llevar sin ser capaz de realizar el esfuerzo dominante como debería.

El volumen de la activación es proporcional a la cantidad de actividad presente. El área de la activación en la Figura 26 nos da una impresión visual de qué tan activo está siendo cada músculo. Como es ésta una secuencia masticatoria del lado izquierdo, esperamos que el Masetero izquierdo estuviera trabajando lo más intenso, seguido por el Temporal izquierdo, el Temporal derecho y por último en intensidad el Masetero del lado de Balance (el Masetero derecho). Lo que es más

obvio aquí es que el Masetero del lado de balance (el Masetero derecho) está trabajando más duro aún que ni el Masetero del lado de trabajo. Este patrón es evidencia de un mecanismo de adaptación automático necesario para compensar la maloclusión.

Cambiando a una vista de promedios en la ventana del software, se nota que el Temporal del lado de trabajo (Lado izquierdo) y el Masetero del lado de balance (Lado derecho) están realizando ambos un esfuerzo igual o incluso posiblemente mayor que el que realiza el Masetero del lado de trabajo (Lado Izquierdo), lo cual no es lo ideal.

Para obtener unas mediciones más objetivas de la actividad, el software BioPAK puede calcular valores promedio para cada músculo. La ventana de Ampliación (*The Zoom Window*) puede ser ajustada para abarcar 2 o 3 activaciones y enseguida ser utilizada para seleccionar de 12 a 18 eventos de actividad masticatoria. Esto dará por resultado valores promedio para cada músculo como se muestra en la gráfica abajo. Nótese que en el área del vientre anterior del músculo Digástrico éste se ve activo también y mantiene la tensión aún durante el cierre mandibular. Esto demuestra que existe una coordinación y sinergismo entre elevadores y depresores en el acto masticatorio.

El módulo de masticación (*Mastication Module*) nos brinda una vista más detallada de la relación entre los diferentes músculos durante la masticación. Sin embargo, se requiere el registro combinado entre actividad muscular y movimiento. La gráfica abajo muestra la actividad individual y general de cada músculo. En el lado izquierdo la vista de *CICLO MASTICATORIO PROMEDIO (ACP = Average Chewing Cycle)* muestra el patrón promedio de actividad para cada músculo. Los números 1-4 son "lo esperado" en relación a los valores relativos de intensidad pico de actividad. El Masetero del Lado de Trabajo (**WM**) es esperado sea el más alto = 1, el Temporal del lado de Trabajo (**WT**) = 2, el Temporal del lado de balance (**NT**) = 3 y el Masetero del lado de

balance (NM) = 4. Esta es la relación "normal" entre los músculos, la cual se muestra en la grafica de abajo. Cuando hay disfunción presente los números típicamente salen fuera de este orden. En el lado derecho de la ventana encontramos La vista de ciclos sobrepuestos (*RMS SUPERIMPOSED VIEW*) que muestra la consistencia de cada músculo individual. Note el área de los Digástricos es casi tan activa en esta gráfica como el Masetero de balance durante la máxima compresión del bolo y nunca se relaja por completo.

Una característica de que la función es buena es la limitada variabilidad. Ya que no hay dos ciclos masticatorios exactamente iguales, cada individuo con buena función masticatoria debe demostrar un patrón consistente de función muscular. Una variabilidad limitada puede además ser una indicación de adaptación exitosa. La ventana de superposición RMS (*RMS Superimposed View*) muestra qué tan consistente es cada músculo comparando sus diferentes ciclos en toda la secuencia registrada. Los ciclos "enmascarados" no están presentes en estas dos vistas de ventana.

1. En el pasado, por los años 1970s era evidente para unos importantes científicos investigadores, que la EMGs tenía capacidad muy valiosa para el diagnóstico y para la evaluación de la función masticatoria. (Vitti & Basmajian, 1975). El análisis de sus investigaciones les llevó a las siguientes conclusiones en 1975:

1. " El tono de reposo de la mandíbula no depende de la actividad neuromuscular en las tres porciones de los Temporales, Maseteros y los músculos depresores como grupo; ellos estuvieron inactivos bilateralmente.
2. La apertura mandibular ya sea lenta o máxima velocidad, y en contra de resistencia, es realizada por la contracción de los músculos depresores como grupo.

3. El cierre mandibular realizado rápidamente es realizado principalmente por contracción fuerte de los músculos Maseteros, y ligera contracción de los Temporales.
4. El cierre mandibular realizado rápidamente con contactos oclusales es afectado por los músculos Temporales y Maseteros.
5. La Protracción de la mandíbula es realizada por la contracción de los músculos Maseteros. El grupo de músculos depresores se contraen para mantener una ligera depresión seguida por la protracción.
6. La Deglución de saliva o tragar agua es acompañada por contracción de los músculos del grupo de depresores.
7. Masticar chicle y cacahuates con los dientes incisivos activa principalmente marcadas contracciones de los músculos Maseteros. y alguna ligera o moderada actividad es desarrollada por los Temporales.
8. El grupo de músculos depresores actúa antagónicamente con los músculos elevadores.
9. Masticar chicle en el lado derecho y el izquierdo y la masticación normal con las molares son afectados por la contracción de los músculos Temporales y los Maseteros. El grupo de músculos suprahiodeos actúa como antagonistas de los músculos elevadores
10. Infantes Normales con dentición decidua tienen los patrones similares a los de adultos normales.

El hecho de que el valor de la sEMG en odontología fue descubierta en los 1940s, y que para los 1970s fue claramente demostrado por muchos como un recurso valioso, uno tiene que preguntarse cómo es que ahora en el siglo 21 no hemos adoptado a la sEMG para la clínica de rutina. La terquedad e intransigencia de maestros y de las academias de odontología al refutar y rechazar alternativas para los planes de estudio

oficiales desde hace 50 años, es sin duda una mancha en la profesión en general.

Comentarios adicionales:

**POC:** Hay un índice de EMG en la literatura llamado Porcentaje de Coeficiente de Sobreposición (POC), el cual calcula la norma bilateral de simetría/asimetría de pares musculares, principalmente para los Maseteros y Temporales. Valores > 80 % son considerados dentro de los límites (ejemplo nivel de actividad de L-MM = 80 % de R-MM). BioPAK utiliza el límite inferior un 77%, para cambiar al color amarillo.

**TORS:** Otro índice de EMG que suma el L-MM y R-TA, y luego compara la suma con la suma de R-MM y el L-TA. Este es referido como el Coeficiente de Torque y busca medir fuerzas laterales que puedan posicionar la mandíbula alejándola de la línea media. Una diferencia del 10 % o menor es considerada normal (Soikher, Siokher & Slavicek, 2010). Este torque ocurre y puede ser visto en el registro de los datos primarios (RAW DATA VIEW)

Otro índice (**CERLOAD**) compara la actividad de los SCM durante el *Clench* con la actividad de máximo giro de la cabeza. Un valor debajo de 20% es considerado dentro de los límites normales.

Un valor pico no normado de la señal de actividad EMG puede ser referido como **IMPACT** y varía entre 500 a 2500 microvoltios. El valor pico (Peak value) de la señal EMG nunca es mostrado en BioPAK porque por sí mismo, no se ha encontrado que tenga relación con un diagnóstico específico.

**ATTIV** es un índice para evaluar el Sinergismo entre el músculo Masetero y el músculo Temporal de un mismo lado. Una diferencia de menos o igual al 10% es considerado dentro de los límites normales.

### Referencias

Atkinson, H. F. (1979). Research into mastication. *Aust Dent J*, 21(1), 23-9. PMID: 1065270

Beemsterboer, P. L., McNamara, D. C., Holden, S. & Ash, M. M., Jr. (1976). The effect of the bite plane splint on the electromyographic silent period duration. *J Oral Rehabil*, 3(4), 349-52. PMID: 1068245

Campbell, E. (1961). Single large motor unit action-potentials in myopathies. *Proc R Soc Med*, 54, 421-3. PMID: 13690226

Castroflorio, T., Bracco, P., & Farina, D. (2008). Surface electromyography in the assessment of jaw elevator muscles. *J Oral Rehabil*. 35(8), 638-45. Review. PMID: 18466277

Chong-Shan, S. & Hui-Yun, W. (1989). Value of EMG analysis of mandibular elevators in open-close-clench cycle to diagnosing TMJ disturbance syndrome. *J Oral Rehabil*, 16(1), 101-7. PMID 2746402

Abstract: The results show that the DMC and SP of the temporal and masseter muscles have some value in diagnosing muscular dysfunction and discriminating therapeutic effectiveness.

Christensen, L. V. (1989). Reliability of maximum static work efforts by the human masseter muscle. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 95(1); 42-5. PMID: 2910025

Dworkin, S. F. & LeResche, L. (1992). Research diagnostic criteria for temporomandibular disorders: review, criteria, examinations and specifications, critique. *J Craniomandib Disord*. 6(4), 301-55. PMID: 1298767

Ferrario, V. F., Sforza, C., Colombo, A. & Ciusa, V. (2000). An electromyographic investigation of masticatory muscles symmetry in normo-occlusion subjects. *J Oral Rehabil*, 27(1), 33-40. PMID: 10632841

Fraser, C. (2006). Tongue thrust and its influence in orthodontics. *Int J Orthod*, (1), 9-18. PMID: 16617883

Garnick, J. J. (1975) Reproducibility of the electromyogram. *J Dent Res*, 54(4), 867-71. PMID: 1057571

Garrett, N. R. & Kapur, K. K. (1986). Replicability of electromyographic recordings of the masseter muscle during mastication. *J Prosthet Dent*, 55(3), 352-6. PMID: 3457167

- Giannasi, L. C., Matsui, M. Y., Politti, F. F., Batista, S. R., Caldas, B. F., Amorim, J. B., de Oliveira, L. V., Oliveira, C. S. & Gomes, M. F. (2014). Test-retest reliability of electromyographic variables of masseter and temporal muscles in patients with cerebral palsy. *Arch Oral Biol*, 59(12); 1352-8. PMID: 25195183
- Goldstein, L. B., Last, F. C. & Salerno, V. M. (1997). Prevalence of hyperactive digastric muscles during swallowing as measured by electromyography in patients with myofascial pain dysfunction syndrome. *Funct Orthod*, 14(3), 18-22, 24. PMID: 9610292
- Gonzalez, Y., Iwasaki, L. R., McCall, W. D. Jr, Ohrbach, R., Lozier, E. & Nickel, J. C. (2011). Reliability of electromyographic activity vs. bite-force from human masticatory muscles. *Eur J Oral Sci*. 119(3), 219-24. PMID: 21564316
- Gonzalez, Y. M., Greene, C.S. & Mohl, N. D. (2008). Technological devices in the diagnosis of temporomandibular disorders. *Oral Maxillofac Surg Clin North Am*. 20(2), 211-20. PMID: 18343326
- Kamyszek, G., Ketcham, R., Garcia, R. Jr. & Radke, J. (2001). Electromyographic evidence of reduced muscle activity when ULF-TENS is applied to the Vth and VIIth cranial nerves. *Cranio*, 19(3), 162-8. PMID: 11482827
- Kashiwagi, K., Tanaka, M., Kawazoe, T., Furuichi, K. & Takada, H. (1995). Effect of amplitude normalization on surface EMG linear envelopes of masticatory muscles during gum chewing. *J Osaka Dent Univ*, 29(1), 19-28. PMID: 8935073
- Kim, C. W., Kim, S. G., Park, S. W. & Chee, Y. J. (2015). Evaluation of masseter muscle electromyography after surgical extraction of third molar. *Oral Maxillofac Surg*, 19(1), 13-8. PMID: 24535133
- Kravchenko, A., Weiser, A., Hugger, S., Kordass, B., Hugger, A. & Wanke, E. (2014). Variability and reliability of muscle activity measurements during chewing. *Int J Comput Dent*. 17(1), 21-33. PMID: 24791463
- Manfredini, D., Cocilovo, F., Favero, L., Ferronato, G., Tonello, S. & Guarda-Nardini, L. (2011). Surface electromyography of jaw muscles and kinesiographic recordings: diagnostic accuracy for myofascial pain. *J Oral Rehabil*. 38(11), 791-9. PMID: 21480942
- Manns, A., Miralles, R. & Guerrero, F. (1981). The changes in electrical activity of the postural muscles of the mandible upon varying the vertical dimension. *J Prosthet Dent*, 45(4), 438-45. PMID: 6939851
- Markiewicz MR, Ohrbach R, McCall WD Jr. (2006). Oral behaviors checklist: reliability of performance in targeted waking-state behaviors. *J Orofac Pain*, 20(4), 306-16. PMID: 17190029
- Nakatsuka, K., Adachi, T., Kato, T., Oishi, M., Murakami, M., Okada, Y. & Masuda, Y. (2011). Reliability of novel multidirectional lip-closing force measurement system. *J Oral Rehabil*, 38(1), 18-26. PMID: 20722773
- Owall, B. & Elmqvist, D. (1975). Motor pauses in EMG activity during chewing and biting. *Odontol Revy*, 26(1), 17-38. PMID: 1054441
- Palmer, J. B. (1989). Electromyography of the muscles of oropharyngeal swallowing: basic concepts. *Dysphagia*, 3(4), 192-8. PMID: 2639776
- Soikher, M. I., Soikher, M. G. & Slavicek, G. (1020). Clinical application of electromyography in patients with myofascial pain syndrome: a case report. *J Stomat Occ Med*, 3, 42-48.
- Thompson, J. R. (1946). The rest position of the mandible and its significance to dental science. *J Am Dent Assoc*. 33, 151-80. PMID: 21010948
- Tower, S. S., (1933). Action potentials in sympathetic nerves, elicited by stimulation of frog's viscera. *J Physiol*, 78(3), 225-45. PMID: 16994416
- Truelove, E. L., Sommers, E. E., LeResche, L., Dworkin, S. F. & Von Korff, M. (1992). Clinical diagnostic criteria for TMD. New classification permits multiple diagnoses. *J Am Dent Assoc*, 123(4), 47-54. PMID: 1290490
- Turner, J. A., Dworkin, S. F., Mancl, L., Huggins, K. H. & Truelove, E. L. (2001). The roles of beliefs, catastrophizing, and coping in the functioning of patients with temporomandibular disorders. *Pain*, 92(1-2), 41-51. PMID: 11323125
- Vitti, M. & Basmajian, J. V. (1975). Muscles of mastication in small children: an electromyographic analysis. *Am J Orthod*. 68(4), 412-9. PMID 1058639
- Weddell, G. (1943). Electromyography in Clinical Medicine. *Proc R Soc Med*. 36(10), 513-4. PMID: 19992696

Williamson, E. H., Hall, J. T. & Zwemer, J. D. (1990). Swallowing patterns in human subjects with and without temporomandibular dysfunction. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 98(6):507-11. PMID: 2248228

## Palabras clave y definiciones

**Electromiógrafo:** Un aparato que registra la actividad eléctrica de los músculos al contraerse.

**Supresión Exteroceptiva:** Reflejo Nociceptivo caracterizado por la supresión momentánea de la actividad de los músculos elevadores en el sistema masticador disparado por uno de los mecanorreceptores presentes en el sistema. El contacto interoclusal que ocurre durante la masticación es un ejemplo perfecto.

**Periodo de Silencio (SP):** Un término común para Supresión Exteroceptiva

**Desordenes Temporomandibulares (TMD):** Una muy amplia categoría de al menos 35 a 40 condiciones distintas que afectan adversamente al Sistema Masticador

## Abreviaturas del Inglés y en Español

Con motivo de ayudar al lector de lenguaje Español se añade esta parte para ayudar a la comprensión de algunos términos que se han dejado en Inglés o con abreviaturas por motivo de ser prácticos al utilizar el Software BioPAK.

**PMI:** Posición de Máxima Intercuspidación  
Posición terminal del cierre mandibular en la cual existe la máxima intercuspidación de dientes con sus antagonistas. también llamada Oclusión Habitual y algunos autores le llaman Oclusión Céntrica.

**sEMG:** Electromiografía de superficie

**YAW:** Rotación horizontal del Maxilar y/ o de la Mandíbula

**MVC, Clench, Clenching:** Máximo apretamiento voluntario de mandíbula en oclusión, cualquier forma de ésta, normal o patológica, con o sin algún material u objeto colocado entre dientes antagonistas. En el software cuando es entre dientes naturales se llama **Natural Clench**, sobre rollos de algodón se denomina **Clench on Cotton Rolls**,

**DTR:** Técnica terapéutica para reducir el tiempo de desoclusión de piezas dentales determinadas durante excursiones excéntricas mandibulares. Se utiliza para ello el aparato T-SCAN auxiliado del BioEMG.

**T-SCAN:** Instrumento Biométrico para medir la intensidad, localización y tiempo de sucesión de los contactos interocclusales y las trayectorias durante excursiones oclusales excéntricas.

**WNL.** Dentro de los valores normales (por su abreviatura en inglés)

TA-L. Músculo Temporal Izquierdo

TA-R. Músculo Temporal Derecho

MM-R. Músculo Masetero Derecho

MM-L. Músculo Masetero Izquierdo

**SCM-L y SCM-R.** Músculos Esternocleidomastoideos Derecho e Izquierdo respectivamente.

**DA-R y DA-L.** Músculos Digástricos Derecho e Izquierdo respectivamente

**WM y WT.** Músculo Masetero y Temporal del lado de trabajo respectivamente.

**NM y NT.** Músculos Masetero y Temporal del lado de balance

**Close-clench:** Maniobra que consiste en pedir al sujeto/paciente que de un cierre mandibular rápido, seguido de un máximo apretamiento en MIP

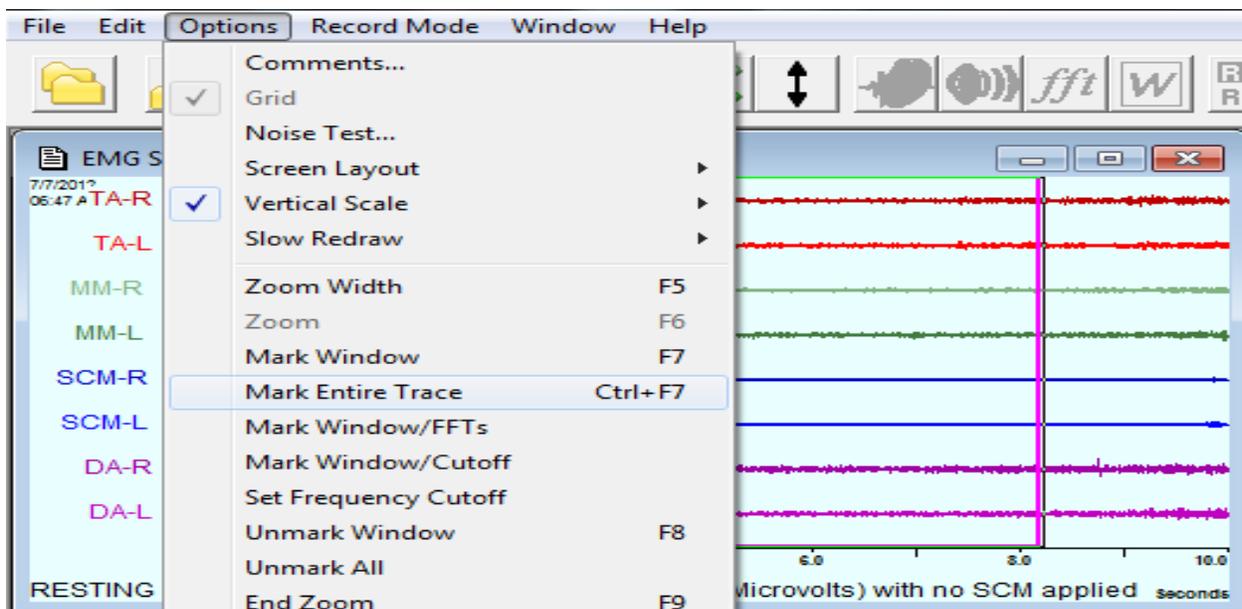
## Apéndice

# Las Mecánicas para Marcar Registros de EMG

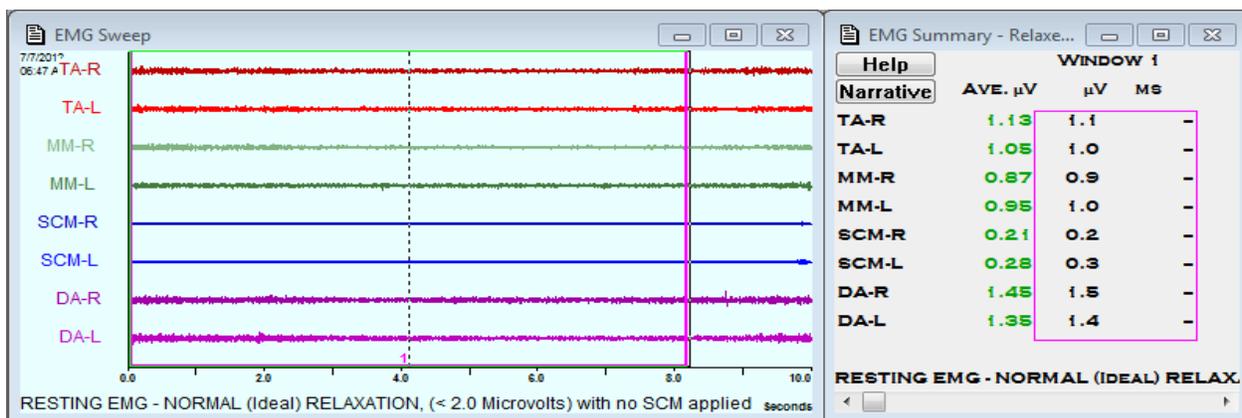
## 1: Marcando Registros de EMG

La actividad EMG en reposo debe ser constante sin fluctuaciones altas ni bajas; de otra forma el paciente no está realmente en reposo. Significa que podemos marcar el registro primario en cualquier punto y deberíamos de obtener el mismo resultado. La manera más simple es hacer “click” en “Mark Entire Trace” bajo el menú “Options”.

[Options], [Mark Entire Trace]

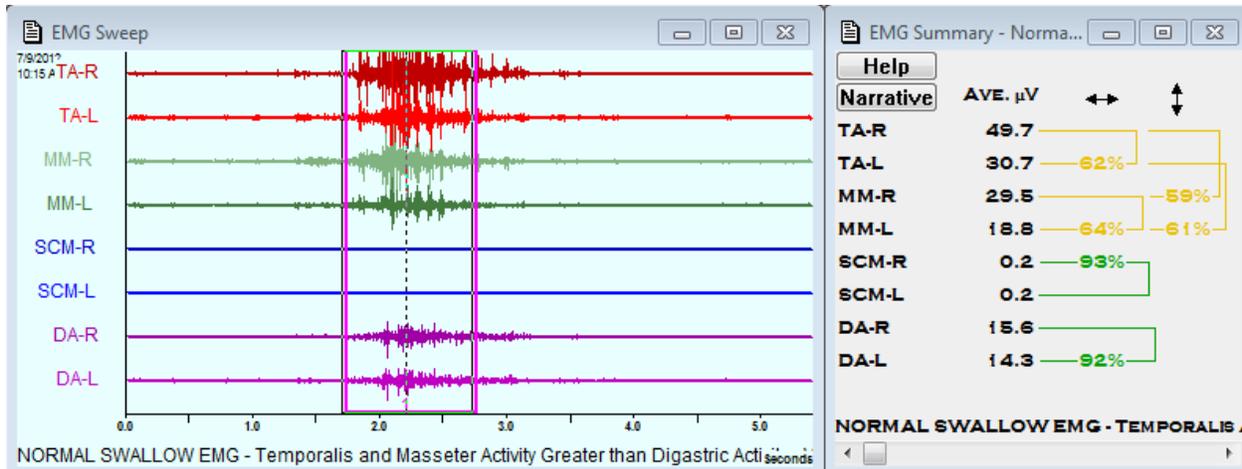


El programa abrirá "Zoom Window" automáticamente y cubrirá la mayor parte del registro primario.

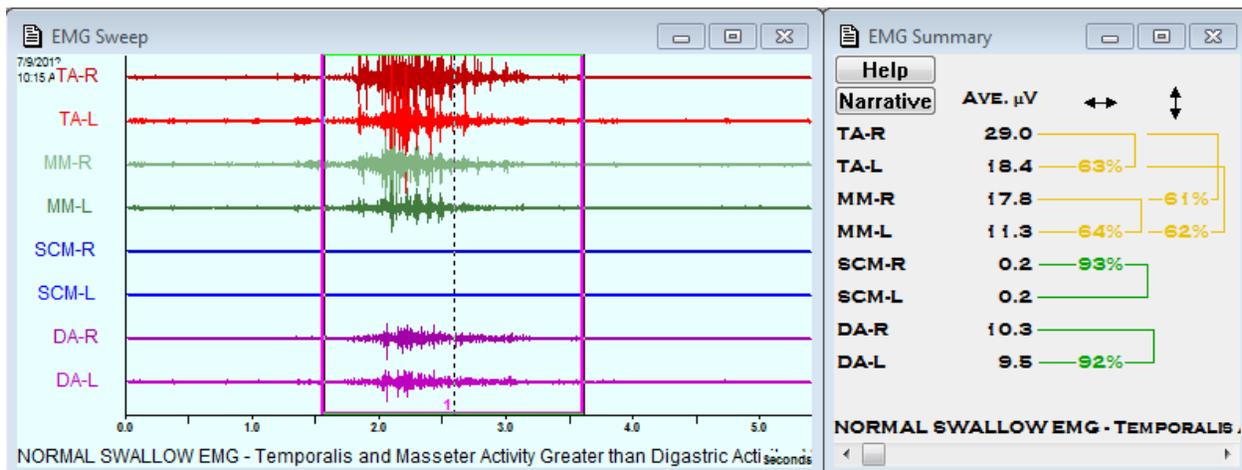


## 2. Marcando la Actividad de Deglución.

"ZOOM Window" idealmente debería abarcar el evento completo de Deglución como aquí se muestra:



Sin embargo, aún una "ZOOM Window" más amplia como ésta es aceptable:



Cuando analizamos la Deglución, la cual cubriremos después, estas dos maneras son aceptables.

## 3. Marcando Actividad de *Clenching* (MVC o Máximo apretamiento voluntario):

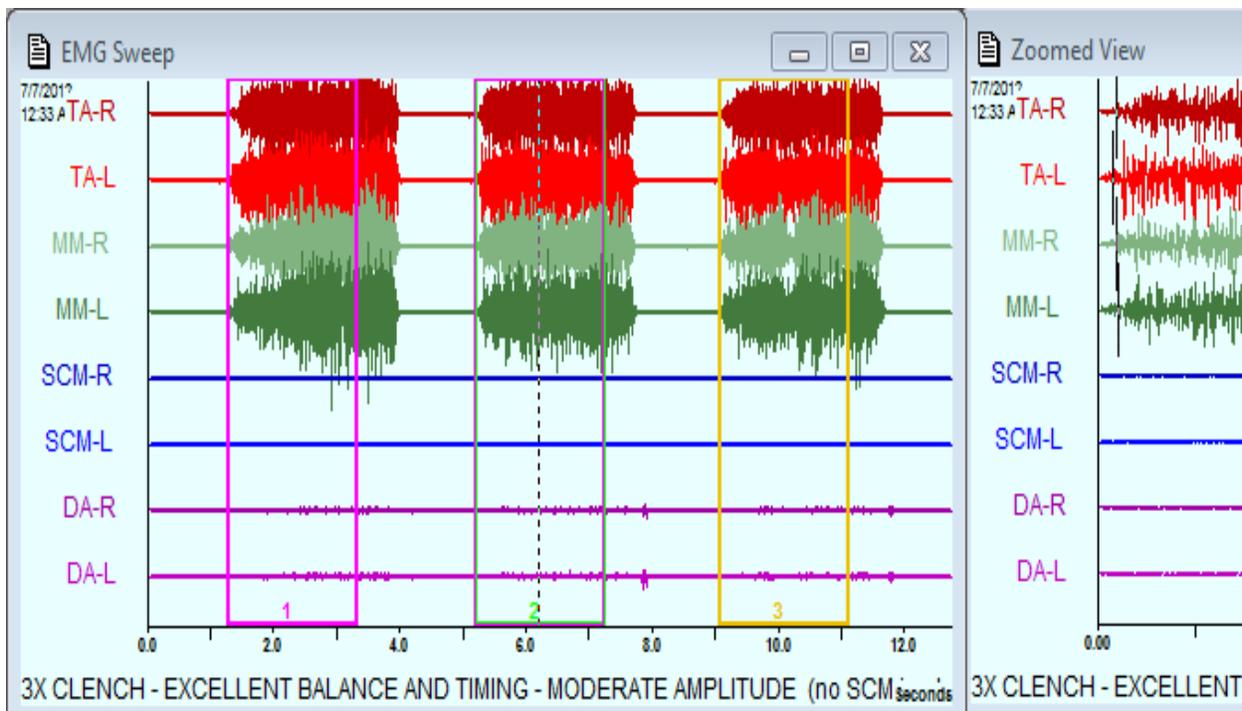
La EMG de *Clenching* en la posición de máxima intercuspidadación (PMI) es comúnmente registrada así como la de Clench sobre rollos de algodón, tanto con rollos de algodón sobre los dientes posteriores como sobre los dientes anteriores. En cada caso la amplitud de cobertura de ZOOM Window (tiempo) debe de ser seleccionado manualmente de manera que sea menor que la duración total del evento.

Al ver "ZOOM Window" nos debe permitir apreciar el inicio de la activación de la contracción (el borde inicial de la ventana marcadora) en ZOOM Window.

TIP: Cuando le demos instrucciones al paciente durante la toma del registro de la actividad muscular de Clench, trate de hacer que el paciente mantenga el Clench por al menos un segundo o un poco más. "ZOOM Window" viene en el programa con 1 segundo de duración por default y si el **Clench** dura al menos un segundo, no tendrás que ajustar la anchura duración de "ZOOM Window". Una secuencia de 3 Clench es generalmente lo conveniente para cada actividad para revisar la consistencia. Si el **Clench** en PMI y el **Clench** sobre Rollos de Algodón son registrados, el botón de [PAUSE] puede ser utilizado para detener la toma del registro mientras colocamos los rollos de algodón. Para conseguir registrar ambos "**PMI Clench**" y el Cotton Rolls Clench (Clench sobre rollos de algodón) en un solo registro debemos aumentar el tiempo de toma de registro de 10 (por default) a 30 segundos. Esto nos permitirá tomar hasta 9 **Clenches** (3 en PMI, 3 con Rollos de algodón bilateralmente en Posteriores y 3 con un rollo de algodón en Anteriores. Para ajustar los valores default para CLENCH, ir a: [Record Mode], [Presets], [Edit], y [Clench].

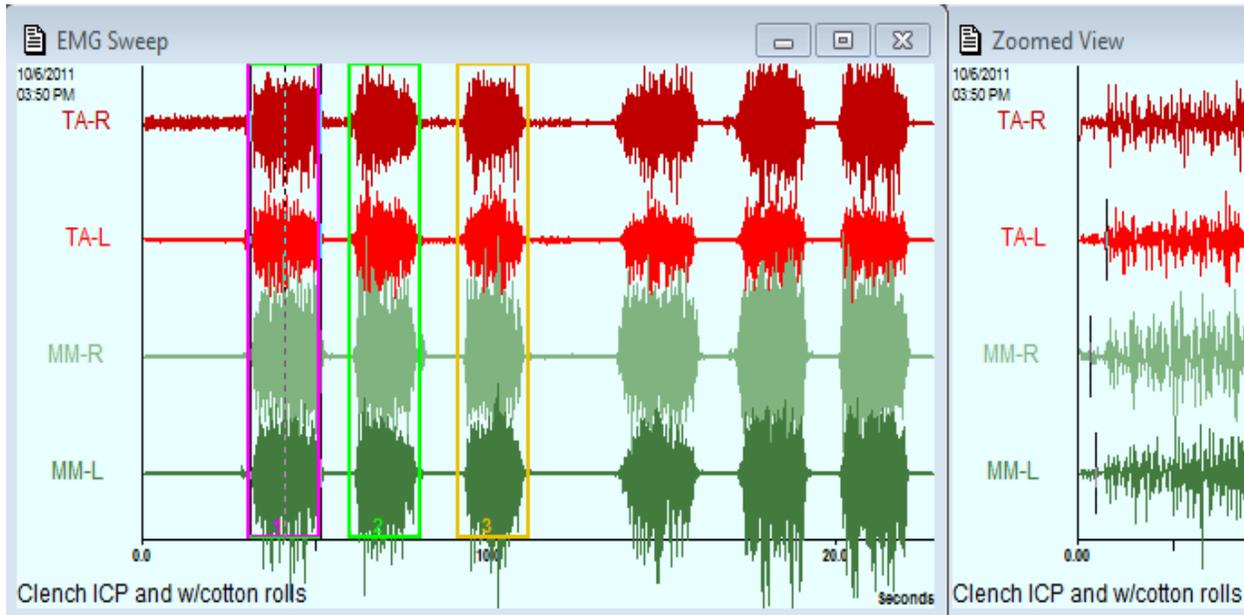
### Clenches en PMI (Oclusión habitual)

ZOOM Windows deben ser ajustadas a la duración mayor posible que sea menor a la anchura duración de la actividad EMG... en este ejemplo 2 segundos. El inicio de la línea de ZOOM Window es colocado de tal manera que el inicio de la activación de la contracción pueda ser detectado por el programa BioPAK, pero muy cercano al mero inicio de la contracción del músculo que se contrajo primero. (Vea la ZOOM VIEW abajo)

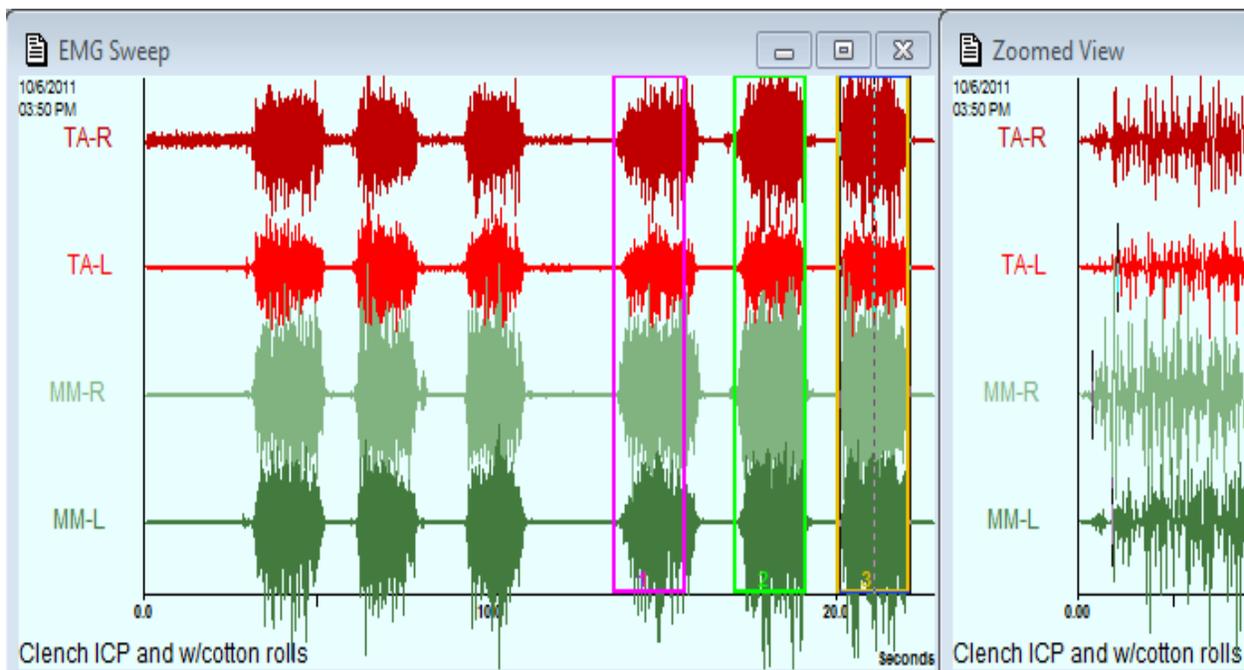


**Cuando registramos ambos Clench en PMI y Clench con rollos de algodón en posteriores,** primero marcaremos los **Clenches** en PMI. Generalmente marcamos los tres eventos a menos de

que el primer evento muestre alguna falta de seguridad o vacilación por parte del paciente. Nótese que el inicio es visible (al principio de Zoomed view).

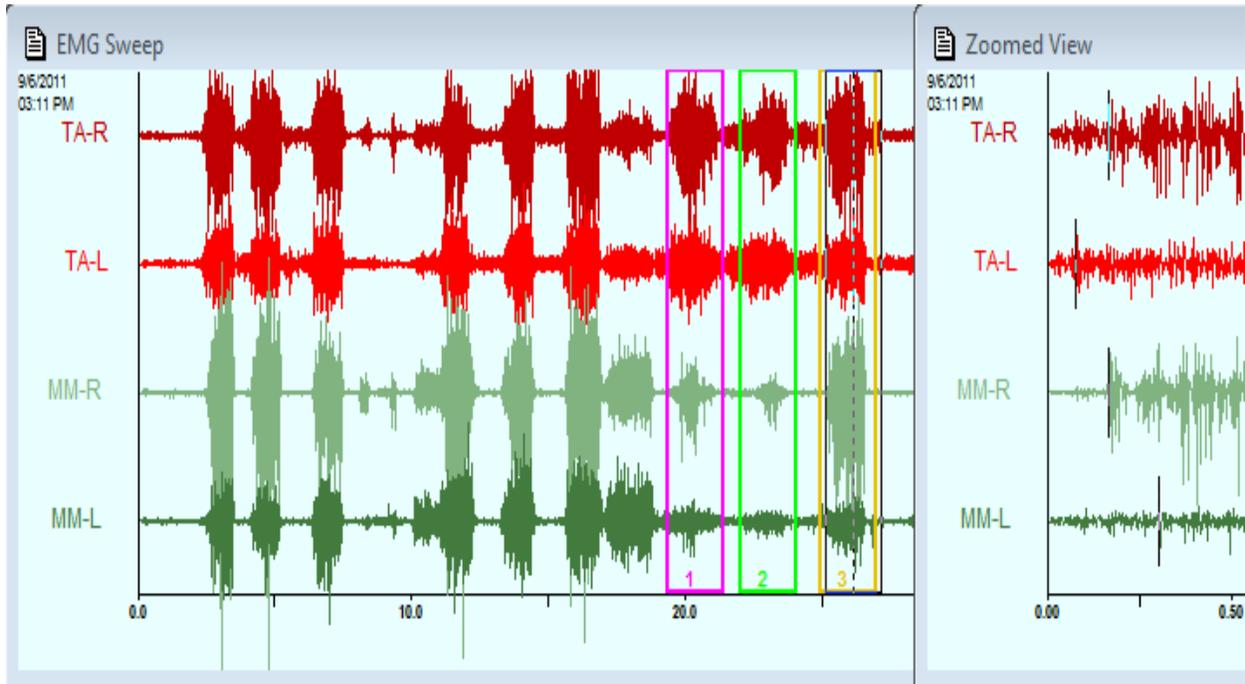


Enseguida, marque los *Clench* sobre *Cotton Roll* de la misma manera como lo hizo para los *Clench* en *PMI*. El promedio de 3 *Clench* es más confiable para indicarnos la situación presente, que elegir al azar un sólo evento de *Clench*.



**Cuando registramos Clench en PMI, Clench Cotton Rolls y Clench en Anteriores, cada condición es marcada por separado para ver los efectos en la posición de los rollos de algodón.**

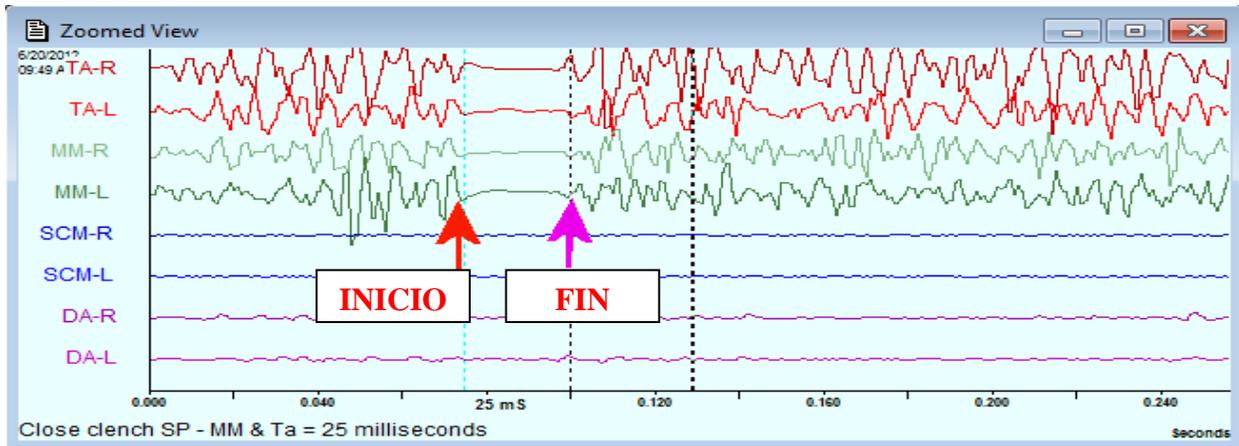
Use el botón [PAUSE] mientras posiciona los rollos de algodón. Esta secuencia usualmente toma unos 30 segundos.



### Observando el Periodo de Silencio electromiográfico (SP).

El periodo de Silencio es producido por un mecanismo reflejo nociceptivo monosináptico de respuesta el cual protege al Sistema Masticatorio de daños cuando uno muerde inesperadamente un objeto duro dentro de un bolo alimenticio. Este reflejo suprime rápidamente la actividad de los Maseteros, Temporales y de los Pterigoideos Internos (músculos elevadores) mientras éstos elevan la Mandíbula lo suficiente para que el CNS responda con una acción protectora. La duración normal de este reflejo es de A 10 a 25 milisegundos. El reflejo puede ser evocado por varios medios diferentes, pero el disparador natural más común es sin duda el contacto dentario durante la masticación. El Periodo de Silencio es medible fácilmente haciendo que el paciente/ sujeto realice una maniobra "Close-Clench" (Cierre y apriete fuerte), comenzando desde posición Mandibular de reposo, cerrando rápidamente en un **Clench**. Esta maniobra "**Close-Clench**" seguramente produce un Periodo de Silencio. La duración del Periodo de Silencio es de 10 a 25 milisegundos en sujetos asintomáticos. La Disfunción Muscular, pero no la disfunción crónica articular, puede aumentar la duración del reflejo de hasta tanto como 60 milisegundos. El aumento en la duración del *Periodo de Silencio* parece ser debida simplemente a la excesiva frecuencia de disparo del reflejo.

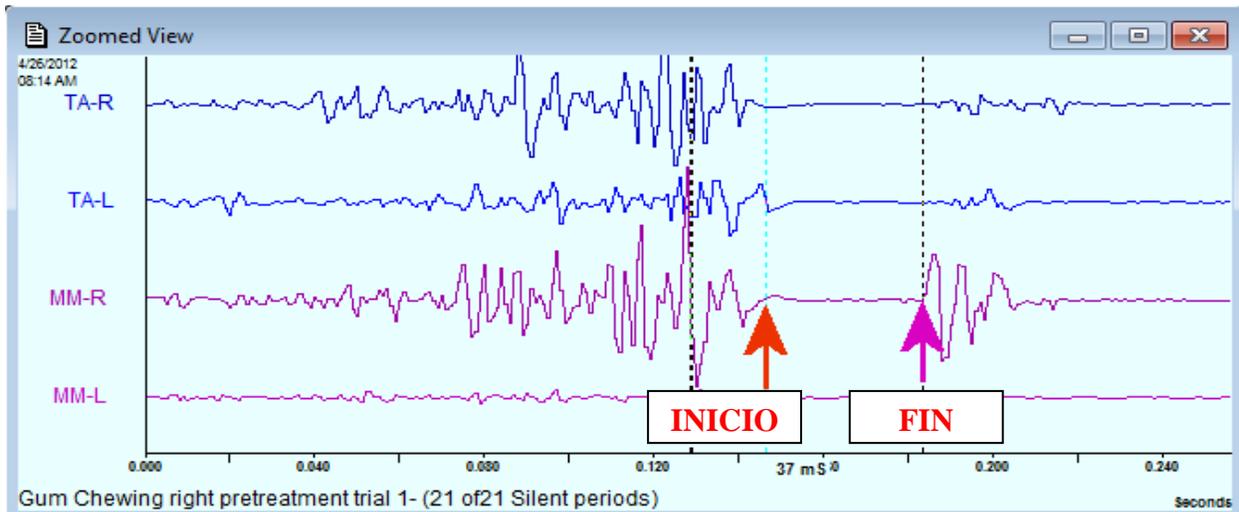
El *Periodo de Silencio* es visto mejor en ZOOMED VIEW. La amplitud de la duración de ZOOM puede reducirse de 1.0 segundo por default a 0.25 segundos. Para expandir la duración de ZOOM presione [Shift] + [F5].



Para medir la duración del *Periodo de Silencio*, coloque el cursor en el *inicio* del cese visible de la actividad contráctil y haga *click derecho del mouse o panel táctil*. En seguida, coloque el cursor en el *final* de la cesación visible de la contracción y haga *click Izquierdo*. La duración será mostrada en milisegundos debajo del área del Periodo de Silencio. (25 milisegundos en este ejemplo).

### El Periodo de Silencio durante la Masticación

Detectar y medir Periodos de Silencio durante una secuencia de Masticación es muy sencillo.



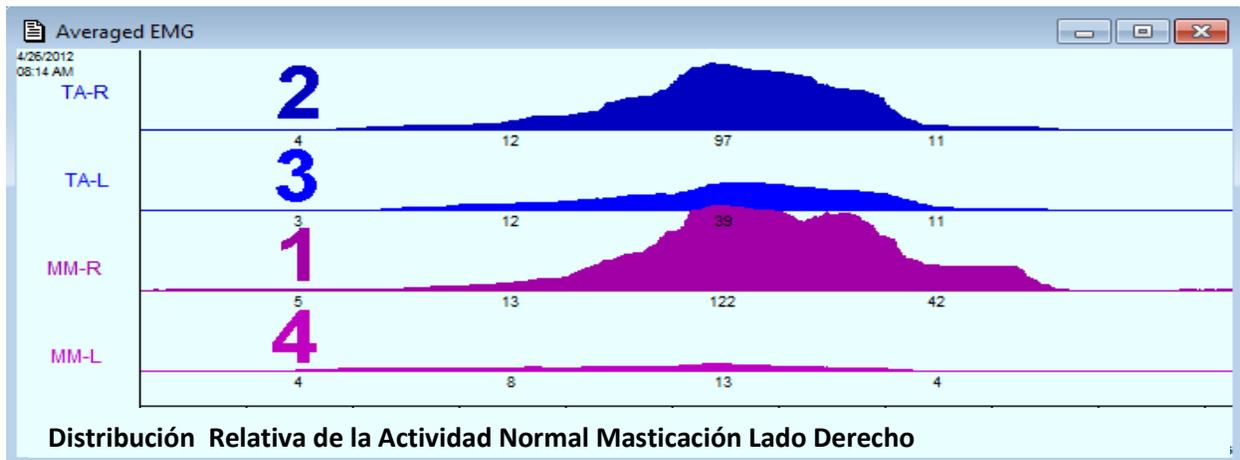
La imagen de arriba es la vista de una activación Masticatoria en ZOOM VIEW de 0.25 segundos de una secuencia de 21 ciclos Masticatorios. El comentario del operador en el registro indica que cada una de las 21 activaciones masticatorias incluyó al menos un *Periodo de Silencio*. El Periodo de Silencio mostrado aquí dura 37 milisegundos, un poco más prologado que lo normalmente esperado en un sujeto asintomático. La razón de que el *Periodo de Silencio* se presente más pronunciado en este canal del Masetero Derecho es porque el Masetero Derecho es el músculo más activo durante la masticación del lado Derecho. Un *Periodo de Silencio* temprano en la activación muscular sugiere una interferencia antes de que se realice la Posición de Máxima Intercuspidación (PMI), un SP tardío indica un contacto en in PMI.

El Periodo de Silencio puede ser una indicación de presencia de interferencias oclusales inevitables para el sistema. Este proceso es generalmente registrado haciendo que el sujeto/ paciente mastique una pieza de chicle hasta que éste esté blando, (alrededor de 30 segundos). El Chicle representa un caso especial de masticación porque es muy blando y una vez que ha logrado su consistencia, es un bolo muy estable y predecible. Por ello, representa el "nivel de kindergarden" del trabajo masticatorio. Comparando gelatina o nieve, estas son alimentos no tan frecuentemente consumidos y requieren mucho más bajo esfuerzo para masticarlos que una pieza de chicle fresco.

### El Patrón Promedio de Actividad Muscular de Masticación

Después de registrar una secuencia de actividad, es interesante observar la distribución relativa de la actividad muscular entre los cuatro músculos elevadores (Maseteros y Temporales de ambos lados). Si ZOOM WINDOW es reducida a 0.5 segundos (F3), la ventana "Average EMG View" será también de 0.5 segundos, Lo cual generalmente abarcará una activación muscular completa. Luego, uno puede buscar una activación a la vez a través de la secuencia y ver como se ve la distribución.

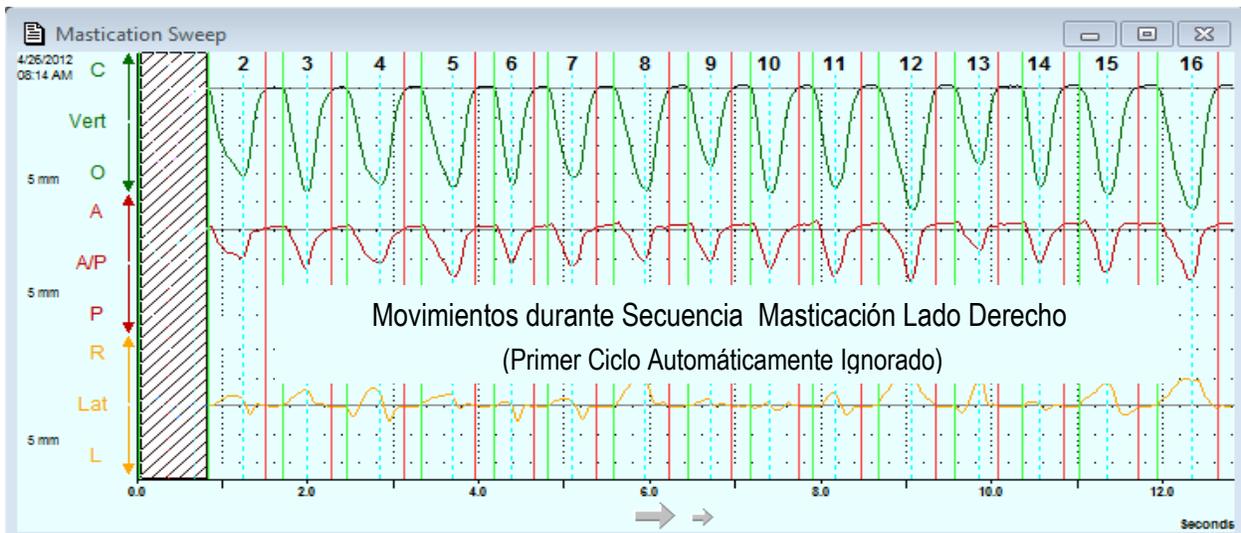
La distribución normal de actividad para la masticación del lado Derecho muestra que el Masetero del lado de Trabajo (Derecho) tiene la actividad más alta seguido del Temporal Anterior del lado de Trabajo con apenas un poco menor actividad. El Temporal Anterior del lado de Balance muestra aún un poco menos actividad y el Masetero del lado de Balance muestra la más baja actividad que los demás mencionados. Este patrón es el reverso para la masticación del lado Izquierdo.



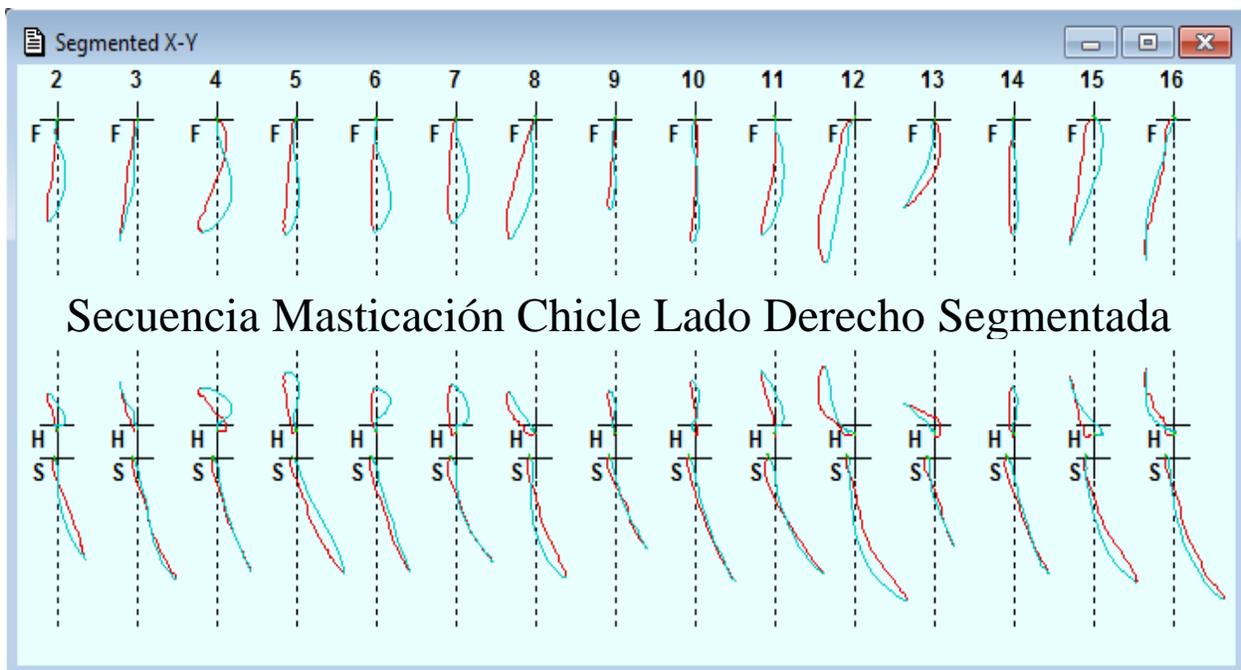
### La Distribución de la Actividad Muscular registrada con el Análisis de Masticación.

El Módulo opcional "RMS Mastication Module" disponible con BioPAK analiza más allá la calidad de la masticación de un paciente. Para esto se requiere el registro simultáneo de los movimientos mandibulares y de la actividad muscular. El dispositivo JT-3D puede ser utilizado para registrar el patrón 3-dimensional del movimiento de la zona de incisivos y la EMG de los músculos elevadores a la vez, en una secuencia.

Primero, los movimientos son mostrados desde su relación espacial Vertical, Antero-Posterior y Lateral. El primer ciclo es automáticamente removido ya que generalmente involucra posicionamiento inicial del bolo.

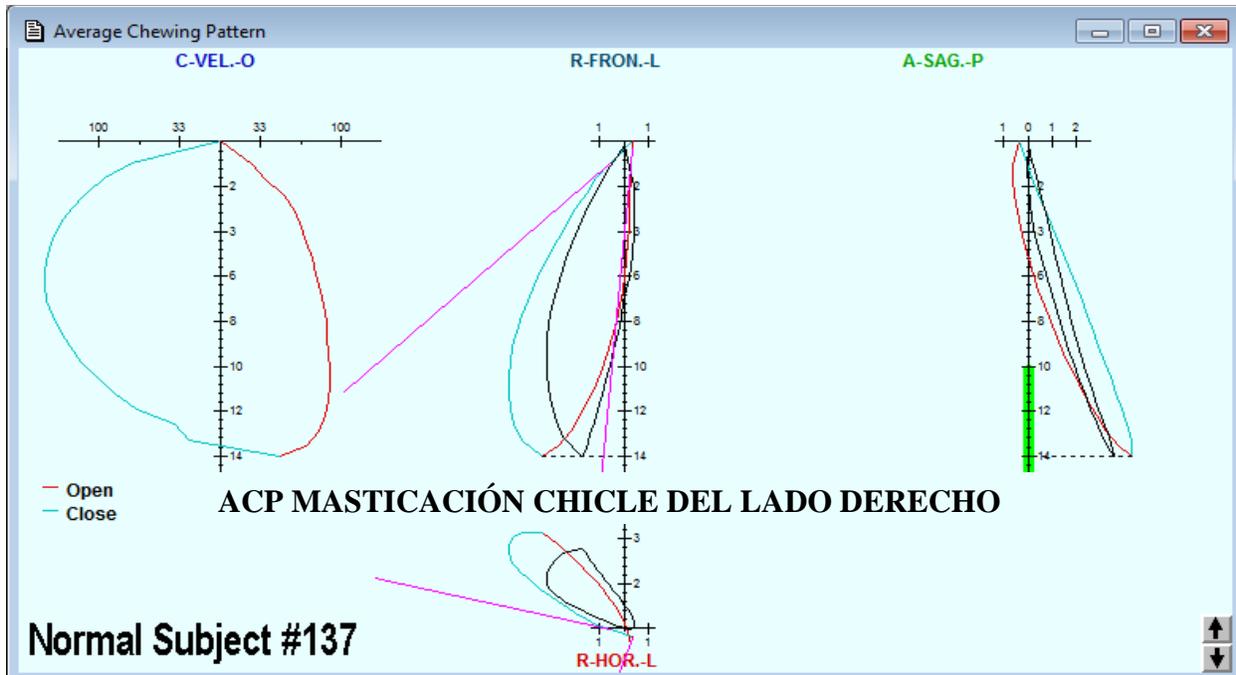


Esto debe ser realizado para segmentar con precisión en ciclos individuales:

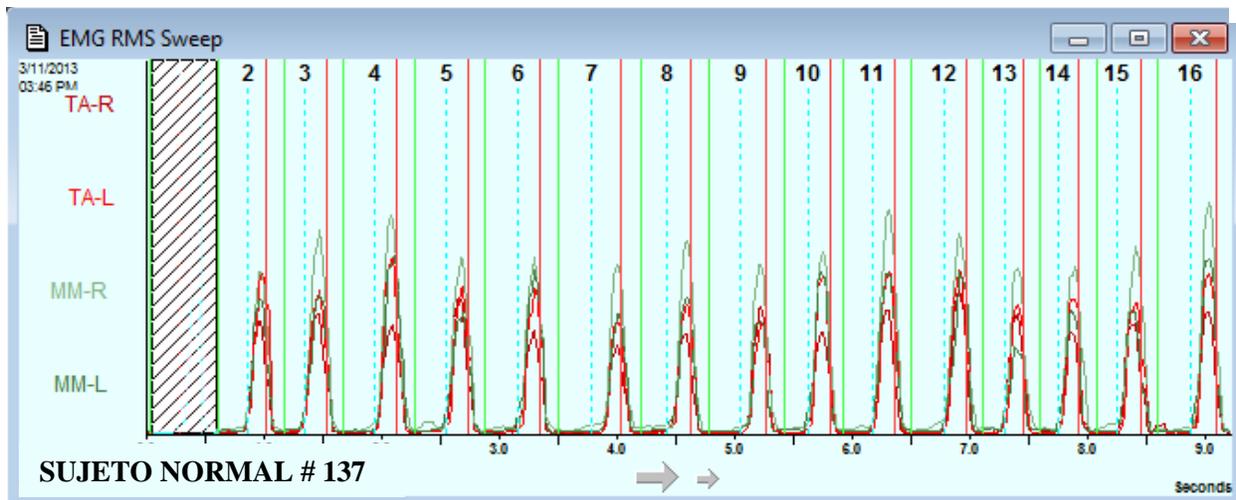


Enseguida, el Patrón promedio de Masticación (*Average Chewing Pattern "ACP"*) es calculado por el programa, oprima [F3]. Esto promedia todos los ciclos en un patrón (excepto el primer ciclo y cualquier otro que fueran rechazados por el programa). Algunos ciclos son automáticamente rechazados por el programa cuando aparecen más de 2 desviaciones del estándar en posición o tiempo comparadas con el patrón promedio de la secuencia completa.

El cálculo de "ACP" debe ser guardado para que el programa se entere de que la información necesaria para analizar el *Patrón de Actividad EMG (ACC)* ha sido seleccionado apropiadamente. Una vez que el *ACP* ha sido guardado [File], [Save], Usted puede continuar con el análisis de EMG.



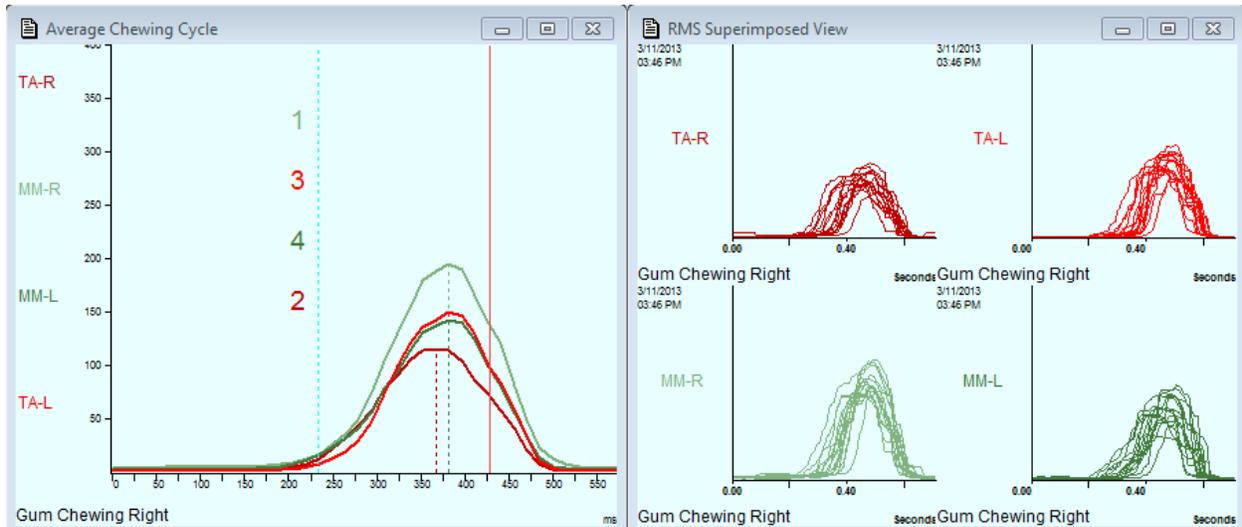
Haciendo Click en el ÍCONO EGN/EMG los datos EMG son entonces segmentados de acuerdo a los ciclos clasificados como buenos.... como esto



El comienzo de cada apertura es establecido con precisión a 0.3 mm del punto de máxima compresión de bolo. El final de la apertura y comienzo del cierre es llamado "**Turning Point**" o el punto de máxima apertura en que comienza el cierre del ciclo. El **Final del Cierre** 0.3 mm previo a la máxima compresión del bolo. En la figura de arriba las Líneas Verdes Verticales marcan el principio de cada apertura, las Líneas Punteadas Azules Verticales marcan el **Turning Point** y la Líneas Rojas Verticales marcan la posición terminal de cierre. El espacio entre Línea Roja a la Línea Verde es la pausa en el movimiento normal de masticación en la cual el bolo es comprimido máximamente. En casos de dentición desgastada plana, puede que no exista esta pausa.

Ahora, oprimiendo [F3] aparecerán en la pantalla el Promedio Masticatorio de los ciclos (**ACC**) y la vista de superposición **Superimposed View**. The **ACC** es el patrón promedio de distribución dinámica de la actividad muscular para toda la secuencia.

En este ejemplo el Temporal del Lado de Trabajo está anormalmente bajo en su desempeño.



Note que el Masetero del lado de Trabajo (Lado Derecho) está produciendo la actividad máxima en este patrón. Sin embargo, dos músculos, el Temporal Anterior de Balance y el Masetero de Balance son más activos que el Temporal Anterior de Trabajo. Los números grandes (1 – 4) en **View ACC** están fuera de orden normal de la masticación normal del lado Derecho... en vez de estar 1 2 3 4, ellos están 1 3 4 2. Este patrón indica una condición tipo II en la cual el paciente/sujeto tiene un patrón normal de movimiento (**ACP**), pero está activando sus músculos de una manera anormal **ACC** para poder producirlo.

Existen solamente 3 combinaciones posibles entre **ACP** con **ACC**:

- Tipo I: Sujetos que muestran patrón **normal de movimiento**, y utilizan una distribución **normal de actividad** muscular para producirlo.
- Tipo II: Sujetos que muestran patrón **normal de movimiento**, pero utilizan una distribución **anormal de actividad** muscular para producirlo.
- Tipo III: Sujetos **incapaces de producir patrón de movimiento normal** y tienen así mismo una distribución **anormal de actividad** muscular.

No existe la posibilidad que un sujeto produzca un patrón de movimiento anormal junto con un patrón normal de actividad muscular. Esto no puede suceder por razones obvias.