

MARC

R. 15555



T  
EHa  
2014



## **APLICACIÓN DE LA TERAPIA DE ELECTROESTIMULACIÓN TRANSCUTÁNEA (TENS) EN LA SISTEMATIZACIÓN DE LA REHABILITACIÓN ORAL Y TRASTORNOS TEMPOROMANDIBULARES (TTM) DE ORIGEN MUSCULAR: REVISIÓN DE LA BIBLIOGRAFÍA**

Requisito para optar al  
Título de Especialista  
en Rehabilitación Oral

Residentes: Dr. Alejandro Espinoza Zúñiga  
Dr. Cristián Pinochet De Gregori

Director De Programa  
Prof. Dr. Pedro Maldonado Cortés  
Cátedra de Prótesis Fija

Valparaíso - Chile  
2014

# 1. ÍNDICE

---

<b>2. Introducción</b> .....	<b>4</b>
<b>3. Aspectos Teóricos</b> .....	<b>5</b>
<b>3.1. Electroestimulación Transcutánea (TENS)</b> .....	<b>5</b>
3.1.1. Historia de la Electroterapia .....	7
3.1.2. Definición .....	7
3.1.3. Principios Físicos .....	8
3.1.4. Tipos de TENS .....	11
3.1.4.1. TENS de Ultra Baja Frecuencia (ULF-TENS).....	11
3.1.4.1.1. Vía Mediación Neural y Umbral Clínico en ULF-TENS .....	11
3.1.4.1.2. Comparación de la TENS de Alta Frecuencia con el de Baja Frecuencia .....	12
3.1.4.2. TENS Convencional .....	12
3.1.4.3. TENS Tipo Acupuntura (AL-TENS) .....	13
3.1.4.4. TENS Intensa .....	14
3.1.4.5. Implicaciones Prácticas de los Diferentes Tipos de TENS .....	15
3.1.5. Efectos Biológicos Conocidos de la TENS .....	15
3.1.6. Efectos Fisiológicos de la ULF-TENS .....	15
3.1.6.1. Efecto en el Sistema Linfático .....	15
3.1.6.2. Efecto en el Sistema Vasculard .....	16
3.1.6.3. Efecto Según la Teoría de la Compuerta de Entrada.....	17
3.1.6.4. Efecto de las Endorfinas en Relación con la TENS .....	19
3.1.6.5. Efecto de Feedback Propioceptivo de la Musculatura. ....	20
3.1.7. Efectos Relajantes TENS de Baja y Ultra Baja Intensidad.....	21
3.1.8. Efectos Analgésicos de TENS Convencional.....	21
3.1.9. Mecanismos de Acción .....	22
3.1.9.1. Mecanismos periféricos .....	23
3.1.9.2. Mecanismos Segmentales .....	24
3.1.9.3. Mecanismos Extrasegmentales .....	25
3.1.10. Principios de Aplicación.....	27
3.1.10.1. Posición de los Electrodo s .....	27
3.1.10.2. Características Eléctricas .....	28
3.1.10.3. Tiempo y Dosificación.....	28
3.1.10.4. Control de Amplitud .....	28
3.1.10.5. Control de Balance.....	29
3.1.10.6. Uso por Primera Vez.....	30
3.1.10.7. Disminución de la Respuesta a la TENS.....	31
3.1.11. Contraindicaciones y Peligros en la Aplicación de TENS .....	32
3.1.11.1. Contraindicaciones.....	32
3.1.11.2. Peligros .....	32
3.1.12. Protocolos para la Aplicación e Interrupción de TENS.....	32
3.1.12.1. Protocolo para la Aplicación Segura de la TENS .....	32
3.1.12.2. Protocolo para la Interrupción Segura de la TENS .....	33

<b>3.2. Trastornos Temporomandibulares.....</b>	<b>34</b>
3.2.1. Definición de Trastorno Temporomandibular (TTM).....	34
3.2.2. Epidemiología.....	34
3.2.3. Diagnóstico.....	35
3.2.4. Clasificación Diagnostica de TTM.....	35
3.2.5. Etiología de los TTM.....	36
3.2.5.1. Trauma.....	36
3.2.5.2. Factores Sicosociales.....	37
3.2.5.3. Factores Fisiopatológicos.....	37
3.2.6. Tratamiento de TTM.....	37
3.2.7. Responsabilidades hacia los Pacientes con TTM.....	38
3.2.8. Disfunción de los Músculos Masticatorios.....	39
3.2.8.1. Mialgia Local.....	39
3.2.8.2. Dolor Miofascial.....	39
3.2.8.3. Mialgia de Mediación Central.....	40
3.2.8.4. Miospasma.....	41
3.2.8.5. Miositis.....	42
<b>3.3. Aplicación Clínica de la TENS en Rehabilitación Oral y TTM:</b>	
<b>Odontología Neuromuscular.....</b>	<b>43</b>
3.3.1. Sistematización de la Rehabilitación Oral.....	44
3.3.1.1. Recolección de Datos y de Exámenes.....	45
3.3.1.1.1. Examen Extraoral.....	45
3.3.1.1.2. Examen Intraoral.....	45
3.3.1.1.3. Examen Instrumental.....	45
3.3.1.1.4. Determinación de la DVO.....	46
3.3.1.2. Provisionalización de Diagnóstico.....	48
3.3.1.3. Aparatología Definitiva.....	49
<b>4. Objetivos.....</b>	<b>52</b>
<b>4.1. Objetivo General.....</b>	<b>52</b>
<b>4.2. Objetivos Específicos.....</b>	<b>52</b>
<b>5. Materiales y Métodos.....</b>	<b>53</b>
<b>6. Resultados.....</b>	<b>53</b>
<b>7. Discusión.....</b>	<b>54</b>
<b>7.1. TENS y Relajación Neuromuscular.....</b>	<b>54</b>
7.1.1. Odontología Neuromuscular.....	54
7.1.2. Trastornos Temporomandibulares.....	54
7.1.3. Relajación Neuromuscular.....	56
<b>7.2. TENS y Analgesia.....</b>	<b>58</b>
7.2.1. Analgesia para Dolor Crónico.....	58
7.2.2. Analgesia para Dolor Agudo.....	58
7.2.3. Analgesia para TTM.....	59
7.2.4. Analgesia para Neuralgia al Trigémino.....	60

<b>8. Conclusiones.....</b>	<b>61</b>
<b>8.1. Protocolo de aplicación clínica para TENS.....</b>	<b>63</b>
<b>9. Sugerencias.....</b>	<b>65</b>
<b>10. Resumen.....</b>	<b>66</b>
<b>11. Referencias Bibliográficas .....</b>	<b>67</b>

## 2. INTRODUCCIÓN

La electroterapia es la parte de la fisioterapia que, mediante una serie de estímulos físicos producidos por una corriente eléctrica, consigue desencadenar una respuesta fisiológica, la cual se va a traducir en un efecto terapéutico. Se engloba dentro de este término todas aquellas acciones en las cuales, de una forma u otra, se utiliza una corriente eléctrica en el cuerpo humano con fines terapéuticos.

La Electroestimulación Transcutánea, TENS por sus siglas en inglés, es una electroterapia que se utiliza sola o en combinación con analgésicos, alivia el dolor agudo y crónico asociado a cirugías, traumas y problemas musculoesqueléticos, entre otros. En odontología su uso se amplía a la relajación neuromuscular.

El dolor acompaña a la profesión y es una de las causas de mayor consulta y demanda por parte de los pacientes. Dentro de los dolores orofaciales, los relativos a trastornos temporomandibulares (TTM) son poco manejados por el odontólogo general y el especialista cuenta con herramientas limitadas para su tratamiento. En la medida que podamos determinar los factores que contribuyen a la etiología del TTM podremos lograr un mejor manejo de ellos, estableciendo que no sólo la oclusión tiene roles en su desarrollo.

Una de estas herramientas es la TENS odontológica, utilizada desde la década de los 70, aplicada principalmente a los principios de relajación para pacientes con TTM de origen muscular. Hoy en día, su uso se ha masificado, derivando en una rama de la ciencia denominada *Odontología Neuromuscular* cuya base es el uso de la TENS para rehabilitaciones aportando un enfoque diferente al tradicional.

Este enfoque involucra conceptos novedosos y diferentes a los utilizados en gnatología clásica. Debido a esto, se presentarán los conceptos clásicos, su aporte, y el enfoque nuevo que presenta la llamada Odontología Neuromuscular a la rehabilitación oral.

El presente trabajo pretende establecer también las bases del uso de TENS en odontología, ya que no existe un protocolo establecido en el que se especifique su uso ni menos una guía práctica para su aplicación dada la alta variabilidad de presentación de los TTM entre pacientes. Además, los equipos TENS pueden adquirirse fácilmente y no todos se encuentran avalados por la bibliografía para su uso, por lo que se entregarán además las características básicas del dispositivo para odontología y una guía práctica para su uso en diferentes casos clínicos de rehabilitación oral.

Además, existe gran cantidad y variedad de información respecto al uso de TENS en el área odontológica, pero no toda relacionada a la labor clínica, sino relacionada a la demostración o presentación de casos de diversa índole, por lo que nuestra presentación pretende unificar criterios y aportar una visión práctica al uso de la TENS en odontología, mediante una revisión bibliográfica de los usos clínicos y sus aplicaciones.

## 3. ASPECTOS TEÓRICOS

---

### 3.1. Electroestimulación Transcutánea (TENS)

La estimulación nerviosa eléctrica transcutánea (TENS) es una técnica sencilla, no invasiva, que se utiliza ampliamente en los entornos de atención de salud por fisioterapeutas, enfermeras y matronas. Puede ser administrado en la clínica por los profesionales de la salud o en el hogar por los pacientes que han comprado un dispositivo TENS directamente de los fabricantes. La terapia TENS se utiliza principalmente para relajación muscular, tratamiento sintomático del dolor agudo y crónico no maligno (Tabla I).

Sin embargo, la TENS también se utiliza en los cuidados paliativos para controlar el dolor causado por la enfermedad metastásica ósea y neoplasia. También se afirma que la TENS tiene efectos antieméticos y de curación de tejidos aunque se usa con menos frecuencia para estas acciones.

Durante la terapia TENS, corrientes pulsantes son producidas por un generador de pulsos portátil y se entregan a través de la superficie intacta de la piel mediante cojines llamados electrodos. La forma convencional de administración de TENS es utilizar las características eléctricas que activan selectivamente fibras "toque" de gran diámetro sin activar fibras de menor diámetro nociceptivas. La evidencia sugiere que esto producirá selectivamente primero relajación muscular y luego un alivio del dolor de una manera similar a "frotarse para aliviar el dolor". En la práctica, la TENS convencional se utiliza para generar una parestesia fuerte pero cómoda en el sitio del dolor utilizando frecuencias entre 1 y 250 impulsos por segundo (p.p.s.) y duraciones de pulso entre 50 y 1000 ms. Para generar relajación, se utilizan frecuencias bajas, de entre 0,5 a 10 p.p.s.

La TENS de alto rango (50 a 100 p.p.s.) y onda asimétrica bifásica de 40 a 75 ( $\mu$ sec., microsegundos) se refiere como TENS convencional (alta frecuencia). Este modo está diseñado selectivamente para actuar en las fibras mielínicas aferentes largas. La fasciculización muscular no es aparente. La TENS convencional de alta frecuencia se caracteriza por una rápida acción y corto efecto terapéutico, generalmente no excediendo la magnitud de la estimulación y sin una liberación opiácea endógena.

El segundo tipo de TENS es de baja o ultra baja frecuencia (ULF-TENS), similar a la acupuntura (AL-TENS), que tiene como rango de pulso de 0,5 a 10 p.p.s. usado en una forma simétrica bifásica de 120 a 150  $\mu$ s que produce una contracción muscular. Tiene un tiempo de empleo bajo, de 20 min o más y un alto efecto terapéutico, activa fibras pequeñas de dolor y fibras motoras eferentes, produciéndose una liberación de opiáceos endógenos y un efecto terapéutico a largo plazo. La TENS de baja frecuencia permite al músculo recuperarse entre pulsos, con la estimulación de electrodos en superficie y es mucho más eficaz en miotomas extrasegmentales. El Myomonitor es un tipo de TENS de baja frecuencia similar a la acupuntura.

<b>Tabla I. Usos comunes en que el TENS se ha utilizado para el tratamiento</b>	
<i>Efectos relajantes de TENS</i>	
<b>Relajación muscular terapéutica de los músculos del cuello, masticación y cervicales.</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Encontrar una relación oclusal fisiológica.</li> <li>• La determinación de las relaciones de modelo de estudio para la planificación del tratamiento de los casos de TTM, ortodoncia, restaurativos y protésicos.</li> <li>• El tratamiento TTM en 1a Fase de la terapia.</li> </ul>
<b>Manejo oclusal (Oclusión neuromuscular)</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• TTM</li> <li>• Ortopedia</li> <li>• Rehabilitación protésica</li> <li>• Restaurativa</li> <li>• Implantes</li> <li>• Dentición natural</li> </ul>
<i>Efectos analgésicos de TENS</i>	
<b>Alivio del dolor agudo</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dolor postoperatorio</li> <li>• Dolor del Trabajo</li> <li>• Dismenorrea</li> <li>• Dolor musculo esquelético</li> <li>• Fracturas óseas</li> <li>• Procedimientos dentales</li> </ul>
<b>Alivio del dolor crónico</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Espalda baja</li> <li>• Artritis</li> <li>• Dolor fantasma</li> <li>• Neuralgia post herpética</li> <li>• Neuralgia del trigémino</li> <li>• Causalgia</li> <li>• Lesiones de los nervios periféricos</li> <li>• Angina de pecho</li> <li>• Dolor Facial</li> <li>• Dolor óseo metastásico</li> </ul>
<i>Efectos no analgésicos de TENS</i>	
<b>Efectos antieméticos</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Náusea postoperatoria asociada a medicación opioides</li> <li>• Náuseas asociadas con la quimioterapia</li> <li>• Náuseas del embarazo</li> <li>• Mareos por movimientos</li> </ul>
<b>Mejorar el flujo de sangre</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducción de la isquemia debido a una cirugía reconstructiva</li> <li>• Reducción de los síntomas asociados con la enfermedad de Raynaud y la neuropatía diabética</li> <li>• Mejora de la cicatrización de heridas y úlceras</li> </ul>

En medicina, la TENS es la electroterapia utilizada con mayor frecuencia para producir alivio del dolor. En odontología se puede utilizar indistintamente para la relajación de músculos masticatorios, alivio del dolor y tratamiento de trastornos temporomandibulares. Son populares porque no son invasivos, fáciles de administrar y tienen pocos efectos secundarios o interacciones con otros medicamentos. Como no hay posibilidad de toxicidad o sobredosis, los pacientes pueden administrar TENS ellos mismos y valorar la dosis del tratamiento cuando sea necesario. Los efectos del TENS son de inicio rápido para la mayoría de pacientes de modo benéfico y puede lograrse

casi de inmediato. El dispositivo TENS es económico en comparación con el tratamiento farmacológico a largo plazo.

### **3.1.1. Historia de la Electroterapia**

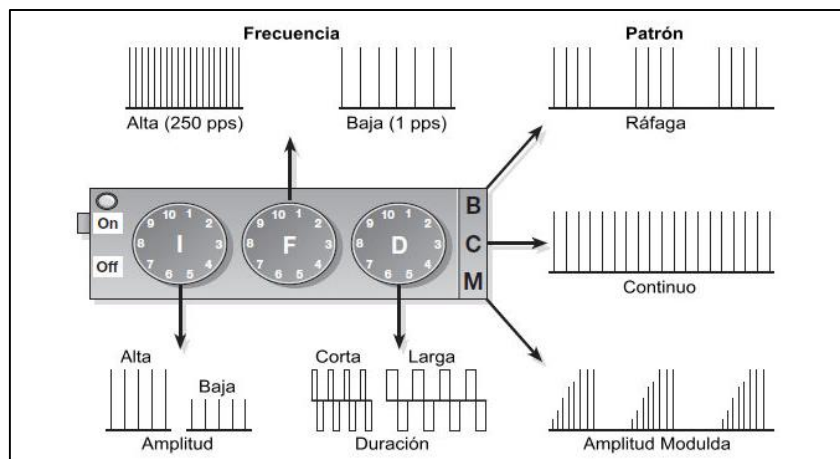
Hay pruebas de que los antiguos egipcios utilizaron peces electrogénicos para tratar dolencias en 2500 a.C., aunque el médico romano Scribonius Largus se le atribuye el primer informe documentado de la utilización de peces electrogénico en medicina en 46 d.C. El desarrollo de los generadores electrostáticos en el siglo XVIII aumentó el uso de la electricidad médica, aunque su popularidad declinó en el siglo XIX y principios del siglo XX debido a los resultados clínicos variables y el desarrollo de tratamientos alternativos. El interés en el uso de electricidad para aliviar el dolor se despertó de nuevo en 1965 por Melzack y Wall, quienes proporcionaron una razón fisiológica para los efectos electroanalgésicos. Propusieron que la transmisión de información nociva podría ser inhibida por la actividad en aferentes periféricas de gran diámetro o por la actividad en las vías inhibitorias del dolor descendente desde el cerebro. Wall y Sweet en 1967 utilizaron alta frecuencia de estimulación eléctrica percutánea para activar aferentes periféricos de gran diámetro artificialmente y encontraron que se alivió el dolor crónico en los pacientes. El alivio del dolor también se demostró cuando se utilizaron las corrientes eléctricas para estimular la región gris periacueductal (PAG) del cerebro medio (Reynolds, 1969), que es parte de la vía del dolor-inhibidora descendente. Shealy, Mortimer y Reswick encontraron que la estimulación eléctrica de las columnas dorsales, que forman la vía de transmisión central de aferentes periféricas de gran diámetro, también produjo alivio del dolor.

Jankelson desarrolló el primer TENS específico para relajación muscular en odontología (Myomonitor) para conseguir un acercamiento a la oclusión neuromuscular. La teoría neuromuscular determina que la relajación es prerequisite para obtener una posición oclusal que mantenga una musculatura relajada y el nivel de tensión residual dentro de un músculo voluntariamente inactivo es inversamente proporcional a la condición de salud como a la eficiencia funcional del sistema entero.

### **3.1.2. Definición**

Por definición, cualquier dispositivo estimulante que proporciona las corrientes eléctricas a través de la superficie intacta de la piel es TENS, aunque las características técnicas de un dispositivo TENS estándar se dan en la Tabla II y Figura 1. Los avances en la tecnología electrónica han originado que una gran variedad de dispositivos similares a TENS estén disponibles en el mercado. Sin embargo, la eficacia clínica de estos dispositivos TENS no es conocida a falta de ensayos clínicos controlados aleatorios. Por desgracia, el número cada vez mayor de TENS ha creado una literatura llena de terminología inconsistente y ambigua, lo que ha llevado a la confusión en la nomenclatura. Sin embargo, los principales tipos de TENS descritos en la literatura son TENS de ultra baja frecuencia (ULF-TENS), TENS convencional, TENS similar a la acupuntura (AL-TENS) y TENS intensas. En la actualidad, el TENS convencional sigue siendo el método más

comúnmente utilizado para la entrega de las corrientes en la práctica clínica para alivio del dolor y la ULF-TENS para relajación muscular.



**Figura 1.** Diagrama esquemático de las salidas características de un dispositivo TENS (cada línea vertical representa un pulso). El dial de control de intensidad (I) regula la amplitud de corriente de los pulsos individuales, el dial de control de frecuencia (F) regula la tasa de impulsos (p.p.s) y el dial de duración del pulso (D) regula el tiempo de duración de cada pulso. Los patrones pueden variar de ráfaga, continuo o amplitud modulada

<b>Tabla II.</b> Características típicas del aparato TENS	
Peso. Dimensiones	50-250 g 6x5x2x (aparato pequeño) 12x9x4 (aparato grande)
Costo	Entre 30 y 150 USD
Forma de pulso	Monofásico Bifásico simétrico Bifásico asimétrico
Amplitud de pulso (ajustable)	1-50 mA a 1 kΩ de carga
Duración del pulso (generalmente fijo)	10-1000 μs
Frecuencia del pulso (ajustable)	1-250 p.p.s.
Patrón del pulso	Continuo, ráfaga (frecuencia aleatoria, modulada en amplitud, frecuencia modulada, duración de pulso modulada)
Canales	1 o 2
Baterías	PP3 (9V), recargable
Características adicionales	Reloj La mayoría entrega corrientes de salida constantes

### 3.1.3. Principios Físicos

Las características eléctricas del TENS se eligen con el fin de activar selectivamente diferentes poblaciones de las fibras nerviosas con lo que se producen diferentes resultados (Tabla III). Un dispositivo de TENS estándar proporciona una serie de configuraciones posibles que podrían ser entregadas por lo que es importante revisar los principios de la activación de fibras nerviosas. Las fibras nerviosas de gran diámetro, tales como Aβ y Aα tienen bajos umbrales de activación a los estímulos eléctricos en comparación con sus homólogos de pequeño diámetro

Tabla III. Las características de los diferentes tipos de TENS								
	Objetivo de la corriente	Principales fibras responsables del efecto	Resultado esperado – experiencia del paciente	Características eléctricas óptimas	Posición del electrodo	Perfil analgésico	Duración del tratamiento	Mecanismo principal de acción
ULF-TENS	Relajación muscular fásica	A $\alpha$	Relajación muscular profunda Contracción fásica muscular fuerte y confortable	Baja frecuencia/alta intensidad Amplitud= alta Duración= 100-200 $\mu$ s Frecuencia = ~10 p.p.s. con ráfaga Patrón= ráfaga	Sobre el punto motor Sobre los músculos a relajar	Comienzo tardío >30 min luego de encendido Término tardío > 1 h luego de apagado	> 30 min por sesión	Extrasegmental Liberación de endorfinas Drenaje
TENS Convencional	Activar aferentes cutáneos de gran diámetro no nocivas	A $\beta$ Mecanorreceptores	Parestesia eléctrica fuerte y confortable con mínima actividad muscular	Alta frecuencia/baja intensidad Amplitud= baja Duración= 100-200 $\mu$ s Frecuencia= 10-200 p.p.s. Patrón= continuo	En el lugar del dolor dermatomal	Comienzo rápido < 30 min luego de encendido Término rápido < 30 min luego de apagado	Continuamente mientras duela	Segmental
TENS acupuntura	Activar eferentes motoras para producir contracción muscular fásica que lleva a la activación de motoras aferentes de pequeño diámetro	GIII, A $\delta$ , ergoreceptores	Contracción fásica muscular fuerte y confortable	Baja frecuencia/alta intensidad Amplitud= alta Duración= 100-200 $\mu$ s Frecuencia = ~100 p.p.s. con ráfaga Patrón= ráfaga	Sobre el punto motor en el sitio del dolor miotomal	Comienzo tardío >30 min luego de encendido Término tardío > 1 h luego de apagado	~30 min por sesión	Extrasegmental Segmental
TENS intenso	Activar aferentes cutáneos de diámetro pequeño	A $\delta$ , nociceptores	La intensidad más alta tolerable con mínima contracción muscular	Alta frecuencia/alta intensidad Amplitud= la más alta tolerable Duración > 1000 $\mu$ s Frecuencia = ~200 p.p.s. Patrón = continuo	Sobre el sitio de dolor o próximo a la terminación nerviosa del dolor	Comienzo rápido < 30 min luego de encendido Término tardío > 1 h luego de apagado	~15 min/sesión	Periférico Extrasegmental Segmental

(A $\delta$  y C). La amplitud de la corriente necesaria para excitar las fibras nerviosas disminuye con el aumento de la duración del pulso y el aumento de la frecuencia del pulso. Duraciones de pulso de 10 a 1000 ms proporcionan la mayor separación (y sensibilidad) de las amplitudes de pulso requerida para activar selectivamente las fibras aferentes de gran diámetro, las fibras aferentes de pequeño diámetro y eferentes motoras. Por lo tanto, para activar las fibras de gran diámetro (A $\beta$ ) sin activar las fibras más pequeñas nociceptivas (A $\delta$  y C) se seleccionarían corrientes de baja intensidad, de alta frecuencia (10-250 p.p.s.) con duraciones de pulso entre 10 y 1000 ms. El aumento de la duración del pulso dará lugar a la activación de las fibras de pequeño diámetro a menores amplitudes de pulso. En la práctica, es difícil predecir la naturaleza exacta y la distribución de las corrientes cuando se pasan a través de la superficie intacta de la piel debido a la impedancia compleja y no homogénea del tejido. Sin embargo, como la piel ofrece alta impedancia en frecuencias de impulsos utilizados por TENS es probable que las corrientes se mantendrán estimulando las fibras nerviosas cutáneas superficiales en lugar de fibras viscerales y las fibras nerviosas musculares profundas. Por otra parte, diferentes dispositivos TENS utilizan una variedad

de formas de onda de pulso. Generalmente, éstos se pueden dividir en formas de ondas monofásicas y bifásicas (Figura 2). Es el cátodo (por lo general el cable negro) que excita el axón por lo que en la práctica el cátodo se coloca proximal al ánodo para evitar el bloqueo de la transmisión nerviosa debido a la hiperpolarización (Figura 3). Los dispositivos que utilizan formas de onda bifásica, con flujo de corriente neta cero, se alternarán el cátodo y el ánodo entre los dos electrodos. El flujo de corriente neta de cero puede prevenir la acumulación de concentraciones de iones debajo de electrodos, previniendo la aparición de reacciones adversas de la piel debido a las concentraciones polares.

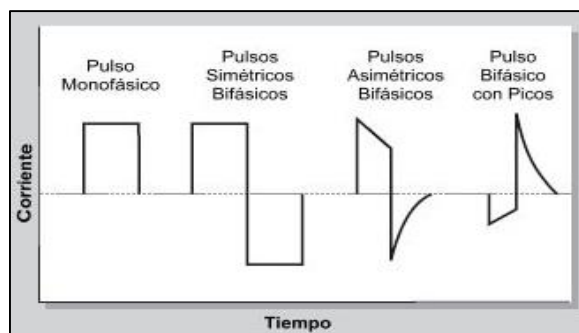


Figura 2. Formas comunes de onda usadas en TENS

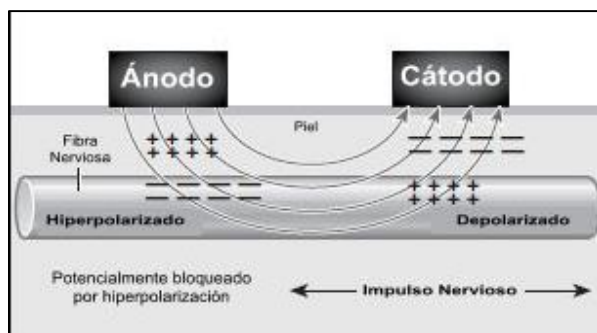


Figura 3. Activación de la fibra nerviosa por TENS

La introducción de nuevas características en los dispositivos, tales como amplitud modulada, frecuencia modulada y la duración modulada (Figura 4), permiten a los fabricantes obtener una ventaja competitiva en el mercado, pero rara vez con el apoyo de las mejoras probadas en la efectividad clínica. Desafortunadamente, la creciente complejidad de los dispositivos TENS ha llevado a la confusión sobre la forma más adecuada para administrar TENS. Por lo tanto es importante resumir los principios de los principales tipos de TENS.

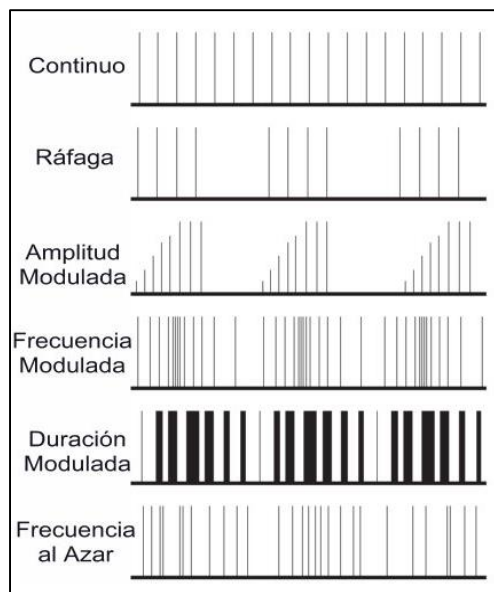


Figura 4. Patrones de pulso disponibles en los dispositivos TENS

### 3.1.4. Tipos de TENS

#### 3.1.4.1. TENS de Ultra Baja Frecuencia (ULF-TENS)

La larga historia de estimulación eléctrica en medicina provee la base para establecer la modalidad de los parámetros, como la frecuencia, la amplitud del pulso y el amperaje que resulta óptimo para la aplicación en odontología. El trabajo de Dickson en 1967, mostró que el músculo puede desarrollar contractura cuando es estimulado en el rango de 40 impulsos por minuto. El también encontró cambios químicos y de temperatura en músculos traumatizados, los cuales ocurren con este tipo de contractura inducida. En otro trabajo, midió las fracciones de fosfato en el músculo y mostró que se observa una reducción en la fosfocreatina que acompaña a una contracción muscular por estimulación inducida. Investigaciones por Ericsson y cols., 20 años después, constituyen una confirmación de la efectividad de la TENS de baja frecuencia.

El objetivo de Jankelson más que lógico en odontología, tuvo que enfrentar el desarrollo y la viabilidad de instrumentos apropiados. El Myomonitor es un generador de pulsos electrónicos digital optimizado para una estimulación transcutánea bilateral del sistema estomatognático. El estímulo del Myomonitor es de 500  $\mu$ s de duración y variable continuamente en amplitud de 0,25 mA máximo. La onda de pulso es bifásica, partiendo con un cátodo inicial (negativo) en una fase que es seguida por otra fase anódica (positiva) de descarga.

##### 3.1.4.1.1. Vía Mediación Neural y Umbral Clínico en ULF-TENS

La interrogante de la mediación neural de la contracción muscular producida por la ULF-TENS está bien documentada. En los resultados clínicos de las mediciones observables vemos una contracción simultánea coordinada en sitios distantes. La primera contracción observable a una amplitud baja de la ULF-TENS es limitada a los músculos que están inervados por el nervio craneal facial. Estos músculos incluyen los músculos de la cara, el buccinador, el risorio y el orbicular de la boca, así como los músculos del labio y de la mejilla, el platisma, el estilohioideo, y el vientre posterior del digástrico.

El pasaje del nervio facial que va superficial al nervio trigémino en el área de la escotadura mandibular, permite una estimulación temprana del tronco nervioso. El estímulo de la ULF-TENS debe pasar a través del músculo, del tejido conectivo, antes de alcanzar la parte más profunda del nervio trigémino. El nervio trigémino inerva el temporal, el masétero, el pterigoideo medial y el lateral, el tensor del paladar, el milohioideo, y el vientre anterior del músculo digástrico. La primera elevación de la mandíbula detectable bajo la influencia de la ULF-TENS se denomina umbral clínico. La mediación neural afecta la elevación de la mandíbula debido a que los músculos elevadores son músculos dominantes dentro de la unidad miotática. El milohioideo, digástrico, y los supraohideos sirven como controladores en la unidad miotática.

El umbral clínico no es constante en un paciente. El músculo se vuelve más receptivo a recibir una estimulación mientras más relajado está. El hallazgo clínico más común cuando al paciente se le están enviando pulsos, es una baja gradual de la amplitud necesaria para llegar al

umbral clínico de la contracción del músculo. Este mismo fenómeno se ve trasladado y resulta en un aumento en magnitud de la contracción muscular cuando la amplitud de la ULF-TENS se mantiene constante.

#### 3.1.4.1.2. Comparación de la TENS de Alta Frecuencia con el de Baja Frecuencia

Manhaimer, y Langpei, preconizan que sus resultados experimentales y clínicos demuestran que la estimulación característica de fuerte y bajo rango del ULF-TENS difiere distintivamente del TENS de alta frecuencia variable. Estos autores mantienen que una frecuencia entre 1 a 4 p.p.s. es el rango deseable, siendo de 2 a 3 p.p.s. como óptimo. El TENS de baja frecuencia actúa sobre las pequeñas fibras aferentes de dolor y motores eferentes, mientras que los de alta frecuencia funcionan primariamente sobre las grandes fibras aferentes propioceptivas. La baja frecuencia produce contracción muscular notable, que inicialmente podría ser poco comfortable para el paciente. Este estímulo de baja frecuencia debe ser gradualmente aumentado en amplitud para el confort del paciente. En contraste, la TENS de alta frecuencia, como se discutirá a continuación, produce una parestesia más comfortable, sin contracción muscular. Esta falta de contracción muscular limita la habilidad del TENS de alta frecuencia de actuar en una modalidad de relajación muscular. Sin contracción muscular, el sistema linfático y muscular no puede volver a la normalidad, principales objetivos del ULF-TENS.

Manhaimer reconoce un efecto posterior, de larga duración en el TENS de baja frecuencia si se compara con el de alta frecuencia. La baja frecuencia produce gran liberación de opiáceos endógenos. En el presente la evidencia indica que no existe liberación de endógenos opiáceos con un TENS de alta frecuencia. El tiempo requerido para obtener un alivio de los síntomas, después de aplicar los pulsos son más largos con el TENS de baja frecuencia. La evidencia presente, indica fuertemente que el TENS de baja frecuencia como el Myomonitor, es la más apropiada para lograr estados de relajación muscular a largo plazo.

#### **3.1.4.2. TENS Convencional**

El objetivo del TENS convencional es activar selectivamente las fibras de gran diámetro A $\beta$  sin activar simultáneamente las de diámetro pequeño A $\delta$  y C (relacionada con el dolor) o fibras eferentes musculares (Figura 5). La evidencia de estudios en animales y humanos apoya la hipótesis de que el TENS convencional produce analgesia segmentaria con inicio y fin rápidos localizada en el dermatoma. Teóricamente, corrientes pulsátiles de alta frecuencia, de baja intensidad serían más eficaces en la activación selectiva de las fibras de gran diámetro, aunque en la práctica esto se logrará siempre que los de usuarios TENS informen que experimentar una parestesia cómoda debajo de los electrodos.

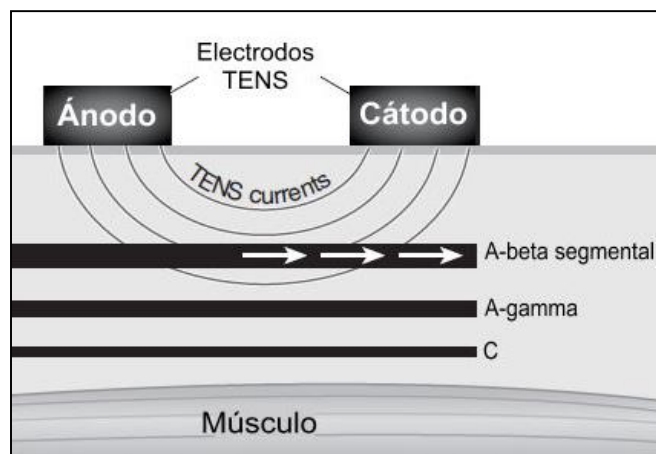
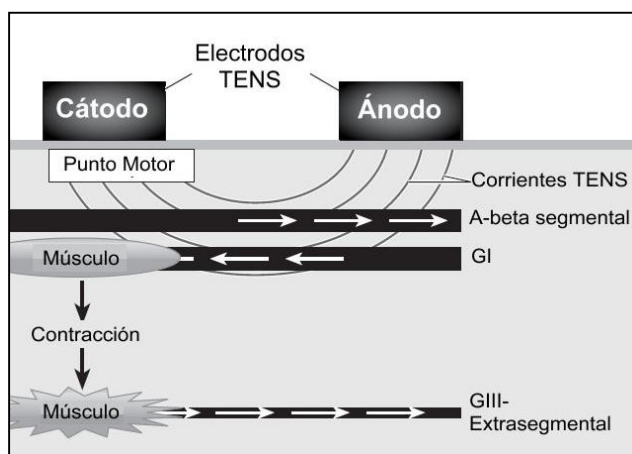


Figura 5. El objetivo de la TENS convencional es activar selectivamente aferentes A $\beta$  produciendo analgesia segmental

### 3.1.4.3. TENS Tipo Acupuntura (AL-TENS)

La mayoría de los autores creen que la AL-TENS debe ser definida como la inducción de las contracciones musculares fásicas forzadas pero no dolorosa en miotomas relacionados con el origen del dolor. El propósito de la AL-TENS es el de activar selectivamente las fibras de pequeño diámetro (A $\delta$  o grupo III) que surgen de los músculos (ergorreceptores) por la inducción de contracciones musculares fásicas (Figura 7). Por lo tanto, la electroestimulación se entrega a través de los puntos motores para activar eferentes A $\alpha$  y generar una contracción muscular fásica resultante de la actividad ergorreceptora. Los pacientes reportan molestias cuando se utilizan pulsos de baja frecuencia para generar contracciones musculares por lo que en su lugar se utilizan ráfagas de impulsos. La evidencia sugiere que la AL-TENS produce analgesia extrasegmental de una manera similar a la sugerida para la acupuntura. Sin embargo, no hay coherencia en el uso de la palabra "AL-TENS", ya que algunos autores describen al AL-TENS como la entrega de TENS sobre los puntos de acupuntura independientemente de la actividad muscular

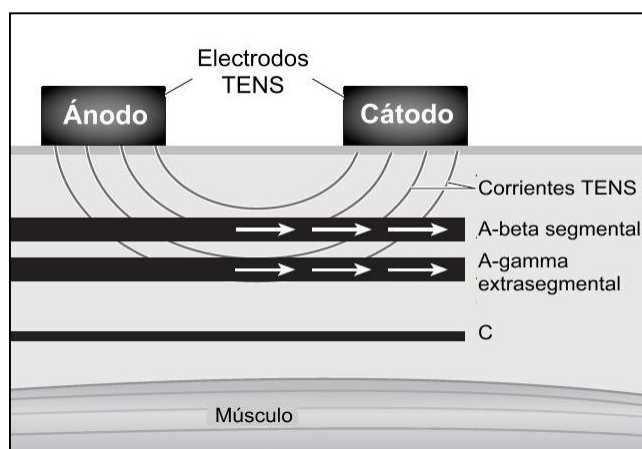
Durante la TENS convencional las corrientes se entregan normalmente entre 10 y 200 p.p.s., y 100 a 200 ms con la amplitud del pulso valorado para producir una parestesia cómoda pero fuerte y no dolorosa. Como las fibras de gran diámetro tienen períodos refractarios cortos, pueden generar los impulsos nerviosos a altas frecuencias. Esto significa que son más capaces de generar descargas de alta frecuencia de los impulsos nerviosos cuando se entregan corrientes de alta frecuencia. Por lo tanto, mayores andanadas aferentes serán producidas en las fibras nerviosas de gran diámetro cuando se utilizan altas frecuencias (10-200 p.p.s.). El patrón de emisión de impulsos es generalmente continuo, aunque la técnica de TENS convencional también se puede lograr mediante la entrega de los pulsos en "ráfagas" o "trenes" y esto ha sido descrito por algunos autores como TENS en impulso o ráfaga. Es probable que la TENS continua y TENS en ráfaga produzcan efectos similares cuando se aplica a un nivel fuerte pero cómodo y sin contracciones musculares concurrentes.



**Figura 7.** El objetivo de la AL-TENS es activar selectivamente eferentes del grupo I (GI) produciendo contracción muscular que resulta en actividad de ergoreceptores y aferentes del grupo III (GIII)

#### 3.1.4.4. TENS Intensa

El objetivo del uso de la TENS intensa es el de activar aferentes cutáneos A $\delta$  de pequeño diámetro mediante la entrega de la electroestimulación sobre los nervios periféricos que surgen desde el sitio del dolor a una intensidad que es apenas tolerable para el paciente (Figura 8). Por lo tanto, la electroestimulación se entrega sobre el sitio del dolor o haz principal del nervio derivado del dolor usando alta frecuencia y las corrientes de alta intensidad que son apenas soportable para el paciente. Como la TENS intensa actúa en parte como contrairritante puede ser aplicado por un corto tiempo, pero puede resultar útil para procedimientos quirúrgicos menores, como vendaje para heridas y retiro de sutura. La actividad en las fibras aferentes cutáneas A $\delta$  inducidas por la TENS intensa ha demostrado que produce bloqueo periférico de la actividad aferente nociceptiva y analgesia segmental y extrasegmental.



**Figura 8.** El objetivo de la TENS intensa es activar selectivamente aferentes A $\delta$  produciendo analgesia extrasegmental. Las fibras aferentes A $\beta$  también se activan produciendo analgesia segmental

### **3.1.4.5. Implicaciones Prácticas de los Diferentes Tipos de TENS**

La relación teórica entre la frecuencia del pulso, la duración y el patrón puede disminuir en la superficie ya que las corrientes siguen el camino de menor resistencia a través del tejido subyacente. Así que en la práctica clínica, se utiliza un enfoque de ensayo y error, donde se aplican ajustes de amplitud de corriente, frecuencia y duración para producir el resultado apropiado. La información de la sensación producida por la TENS en los pacientes es el medio más fácil de evaluar el tipo de fibra activa. Una parestesia eléctrica fuerte no dolorosa está mediada por las fibras aferentes de gran diámetro y una leve parestesia dolorosa eléctrica está mediada por el reclutamiento de las fibras aferentes de diámetro pequeño. La presencia de una contracción muscular fásica no dolorosa fuerte es probable que excite ergorreceptores musculares.

### **3.1.5. Efectos Biológicos Conocidos de la TENS**

Los efectos del TENS pueden subdividirse en efectos analgésicos y no analgésico (Tabla I). En la práctica clínica, la electroestimulación se utiliza predominantemente para alivio sintomático del dolor aunque hay un creciente uso del TENS como antiemético y para la restauración del flujo sanguíneo al tejido isquémico y heridas. Hay, sin embargo, investigaciones menos publicadas sobre los efectos no analgésicos de TENS y algunos de los trabajos experimentales en el campo son contradictorios

### **3.1.6. Efectos Fisiológicos de la ULF-TENS**

Las contracciones involuntarias automáticas producida por el ULF-TENS saltan o bypasean las inhibiciones psicológicas y fisiológicas bajo condiciones controladas. Se produce entonces el fenómeno físico y bioquímico asociado con una actividad muscular normal.

#### **3.1.6.1. Efecto en el Sistema Linfático**

El sistema linfático es un sistema de túbulos de bajo diámetro de que se extienden paralelos al sistema venoso a través de todo el cuerpo. Los capilares del sistema linfático son relativamente permeables a grandes moléculas como las proteínas. La presión de la gradiente de proteínas causada por el bloqueo de los vasos sanguíneos dentro del fluido intersticial genera una gradiente. Si los linfocitos no reabsorben esta proteína el balance osmótico entre los capilares y el intersticio se ve alterado lo que produciría una extravasación de los fluidos en los intersticios de los tejidos. Un paciente con hipertonicidad muscular o un acortamiento del músculo reduce rápidamente la eficiencia del sistema linfático, ya que no tiene un mecanismo de bombeo para iniciar la gradiente de presión requerida para controlar el flujo entre el intersticio y los túbulos linfáticos interconectados. El flujo linfático depende de una fuerza externa como la gradiente de la caja torácica producida por las contracciones del diafragma. A nivel local la contracción muscular es la bomba para el mantenimiento del flujo linfático. Cuando el músculo se contrae este aumenta su diámetro seccional. Esta contracción comprime los túbulos linfáticos alrededor de la fibra muscular causando entonces un flujo bidireccional en los túbulos.

Los túbulos linfáticos son equipados con una serie de válvulas similares a las del sistema venoso las cuales permiten solamente flujo unidireccional en respuesta a la compresión. Los músculos espásticos fallan al provocar una adecuada contracción, lo que deprime el sistema linfático ya que pierde su sistema de bomba. Al perderse el sistema de bombeo se elimina la fuerza que lleva el flujo al sistema linfático. Al aumentar en mayor número la concentración de los metabolitos de desecho en el intersticio resulta en dolor y edema para los músculos afectados.

El efecto de vaciamiento del ULF-TENS al estimular la contracción muscular es el primer paso hacia la normalización del metabolismo muscular. Sin la contracción involuntaria, los productos imitativos del metabolismo van a crear una perpetuación en sí mismo de la condición de espasticidad del músculo.

### ***3.1.6.2. Efecto en el Sistema Vascular***

El aumento de oxígeno en el músculo ocurre al aumentar el flujo sanguíneo a través de él. Un músculo espástico e hipertónico, contrae y comprime los vasos sanguíneos que corren a través de él, resultando en una disminución del flujo sanguíneo al músculo. El aumento de la intensidad de contracción es la causa más severa de la disminución del flujo sanguíneo normal. En caso de contracción intensa o crónica el flujo sanguíneo virtualmente cesa y las concentraciones de oxígeno caen a niveles inadecuados para sostener el metabolismo del músculo.

El ATP es la fuente de energía para el aparato contráctil de actina miosina. El suministro del ATP disponible debe ser continuamente agregado durante y después de la contracción. De todas maneras existe una pequeña reserva de ATP en la forma de fosfocreatina y esta reserva es inadecuada para una función normal. Existen dos vías metabólicas mediante las cuales el músculo puede generar ATP, las cuales empiezan con moléculas de glucosa obtenidas por el suministro sanguíneo y del glicógeno guardado en el músculo. La molécula de glucosa es transformada a ácido pirúvico vía glicólisis y el proceso produce una pequeña cantidad de ATP. En un músculo normal con oxígeno adecuado el ácido pirúvico puede entrar al ciclo del ácido cítrico para producir grandes cantidades de moléculas de ATP. En músculos hipertónicos con compresión de vasos sanguíneos el suplemento sanguíneo reducido no permite que se realice el ciclo del ácido cítrico y el ácido pirúvico de la glicólisis debe ser guardado como lactato para permitir que la glicólisis proceda. Con estas condiciones metabólicas anaerobias sólo una pequeña cantidad de moléculas de ATP pueden producirse en un ciclo anaeróbico.

Si el oxígeno no está disponible en el músculo debido a una actividad parafuncional o a un reflejo propioceptivo de acomodación, existe menos ácido pirúvico disponible para el ciclo del ácido cítrico, entonces el músculo se convierte al ciclo metabólico anaeróbico que produce lactato. Debido a lo que se describió previamente en el sistema linfático, el lactato no puede ser removido eficientemente desde el sitio metabólico y este efecto resulta en síntomas para los músculos. El ácido láctico puede ser reconvertido en ácido pirúvico solamente si existe oxígeno disponible en el músculo.

La dimensión de la actividad muscular sostenida va a determinar la cantidad de ácido láctico presente y el oxígeno disponible para la recuperación metabólica. Si la cantidad producida por una acomodación para la oclusión habitual no es neuromuscularmente compatible, la acumulación de ácido láctico va a ir en aumento. Esta acumulación va a resultar en un problema muscular severo prolongado, a menos que en el músculo se logre la relajación.

El tiempo de recuperación hasta que el oxígeno esté disponible es corto y los síntomas del cansancio muscular van a persistir. La contracción rítmica periódica generada por el ULF-TENS restituye la función muscular casi de la misma forma que la contracción muscular normal debería excepto que la contracción muscular normal es inhibida por la acomodación del músculo por dolor. Estudios por Lasaña con láser de Doppler han confirmado la eficacia del ULF-TENS en la revascularización del músculo con espasmo. Este trabajo muestra aumento predecible en el flujo sanguíneo hacia el masétero y músculos temporales, después de la terapia de ULF-TENS.

### ***3.1.6.3. Efecto Según la Teoría de la Compuerta de Entrada***

La teoría de la compuerta propuesta por Melzack y Wall en 1965 provee una base racional para muchas teorías que promueven la efectividad clínica observada a largo plazo en la terapia TENS. Tres tipos de fibras nerviosas son histológicamente distinguibles. Las fibras tipo A son largas, mielinizadas, somáticas, aferentes o eferentes. Las fibras B son mielinizadas eferentes que constituyen los axones preganglionares de los nervios autónomos.

Las fibras C son pequeñas no mielinizadas y con baja velocidad de conducción. Melzack y Wall evidenciaron que existe un mecanismo en la medula espinal (sustancia gelatinosa) la cual modula la transmisión sináptica de los impulsos nerviosos desde las fibras periféricas a las fibras centrales. La sustancia gelatinosa es una unidad funcional de células nerviosas empacadas, y cerradas, las cuales se extienden por la longitud de la médula espinal.

En 1965 Melzack y Wall propusieron la teoría de la Compuerta o Puerta de Entrada para explicar los fenómenos relacionados con el dolor. La teoría de la compuerta del dolor es una explicación de cómo la mente desempeña un papel esencial en la opinión del dolor. Sugirieron que hay un "sistema que bloquea" a nivel del sistema nervioso central que hace que se abra o se cierre las vías del dolor. Las puertas se pueden abrir, dejando proceder el dolor a través de las fibras aferentes y eferentes desde y hacia el cerebro, o viceversa, las puertas se pueden cerrar para bloquear estos caminos del dolor, este mecanismo puede ser influenciado por impulsos nerviosos eferentes. Los impulsos eferentes son afectados por una enorme variedad de factores psicológicos conocidos para influenciar el cerebro.

El mensaje enviado del cerebro (vías eferentes) al área donde se siente el dolor se puede influenciar por la interpretación de la mente. Muchos factores externos afectan la interpretación del dolor tal como, emociones y experiencias anteriores con dolor y ansiedad. Esta teoría del dolor integra los componentes fisiológicos, psicológicos, cognoscitivos, y emocionales que regulan la percepción del dolor.

Melzack postuló que una persona podría modular su dolor usando fuerzas externas. Sus ideas sobre los aspectos interpretativos del dolor forman la base de la teoría de la compuerta.

La teoría de la compuerta explica por qué se disminuye el dolor cuando el cerebro está experimentando una sensación de distracción. En estas circunstancias, la percepción del dolor se disminuye porque la interpretación del dolor es modulada por la experiencia agradable de distracción.

Esta teoría se resume a continuación:

1. La actividad de las células de la sustancia gelatinosa (SG, está en el vértice del asta posterior a lo largo de toda la médula espinal, está relacionada con la información termoalgésica y táctil, Lámina II o III del asta dorsal) modulan y regulan el ingreso de los impulsos nerviosos procedentes de fibras aferentes a las células de transición o células T (Lámina V). Esto es conocido como la compuerta espinal.

2. Las células de la sustancia gelatinosa influyen de dos maneras en la transmisión del impulso aferente a las células T.

a) A nivel presináptico: bloqueando los impulsos o reduciendo la cantidad de neurotransmisor liberado por los axones de las fibras A $\delta$  y C.

b) A nivel postsináptico: modificando la receptividad de los impulsos que llegan.

3. Las fibras A $\delta$  y C facilitan la transmisión (abrir compuerta) inhibiendo a las células de la sustancia gelatinosa.

4. Las fibras A $\alpha$  y A $\beta$  excitan a las células de la sustancia gelatinosa inhibiendo la transmisión y cerrando compuerta.

5. Las células de la Lámina V (células T) son excitadas o inhibidas por las células de sustancia gelatinosa.

6. La estimulación de fibras A $\alpha$  activa de inmediato los mecanismos centrales. La actividad de estas fibras asciende por los cordones dorsales de la médula espinal y las vías dorso laterales a través del menisco medial hacia el complejo ventrobasal del tálamo posterior, proporcionando información mucho antes de la llegada de las vías del dolor. Este sistema pone en alerta receptores centrales y activa mecanismos selectivos como:

- Experiencia Previa
- Emociones
- Cognición
- Respuestas

A continuación desciende información cortical por las fibras eferentes para activar sobre la compuerta raquídea, antes de la activación central de las células T.

7. La combinación de impulsos aferentes periféricos modulados por SG y centrales descendentes producen la actividad neta de las células transmisoras de la médula espinal.

La TENS de alta frecuencia estimula las largas fibras originadas de la región dolorosa. La medida del umbral doloroso ha demostrado a nivel nervioso una baja frecuencia de 1 a 4 p.p.s. que da origen a un incremento gradual y pequeño de la sensación de dolor. El dolor se mantiene elevado durante una estimulación de larga duración. Erickson, sostuvo que una baja frecuencia con alta intensidad de estimulación, tiene mayor efecto a largo plazo en comparación a la alta frecuencia. Las largas fibras pueden ser estimuladas separadamente debido a que ellas tienen un umbral eléctrico más bajo. El resultado global ante las altas frecuencias de estimulación, cierra el portal sináptico e inhibe la percepción de dolor en el paciente.

Erickson, Sjölund y Sundgarg evaluaron que la TENS de baja frecuencia parece mejorar los resultados comparado con el uso de una TENS de alta frecuencia. La tasa de éxito para pacientes con dolor facial tratable, después de 2 años de estudio es de un 45%. Ellos establecieron entonces que una posible explicación, es la relativa facilidad con que los largos nervios ubicados en la región facial son estimulados, comparados con la dificultad de estimular otras áreas del cuerpo.

#### ***3.1.6.4. Efecto de las Endorfinas en Relación con la TENS***

Los trabajos de Murray y Miller 1960 fueron los primeros en sugerir existencia de un control del dolor endógeno. En 1971 un sistema específico de opiáceos a las membranas neuronales fue demostrado por Goldstein y Lowmy. Reinolds demostró que el control endógeno del dolor posee un mecanismo generado por una estimulación eléctrica en la sustancia gris mesencefálica que produce analgesia a estímulos nocivos. Mayer demostró que la naloxona, un antagonista opiáceo, bloquea la acción de la AL-TENS. Posteriormente investigaciones realizadas por Adams, las cuales produjeron alivio del dolor en pacientes refractarios estimulando la sustancia gris periacueductal. Aquí se encontró que la estimulación produjo la liberación de beta endorfinas dentro del fluido cerebro espinal. Fox y Mezal, sugirieron que la TENS poseía un mecanismo de acción directamente relacionado con zonas del cerebro ricas en opiáceos.

A pesar que las concentraciones de receptores opiáceos y endorfina están relacionados con las vías del dolor como la sustancia gelatinosa en el tracto espinal, la localización exacta de la liberación de endorfinas no es conocida. Manhaimer asegura que los datos recientes sugieren fuertemente que la modulación del dolor vía TENS ocurre dentro del tallo cerebral. Esto también podría movilizar opiáceos endógenos. La AL-TENS como la ULF-TENS, son más eficaces para liberar endorfinas por estimulación.

### ***3.1.6.5. Efecto de Feedback Propioceptivo de la Musculatura.***

La eficacia de la TENS de baja y ultra baja frecuencia de disminuir la actividad en los músculos masticatorios está documentada con test de electromiografía, antes y después del uso. El mecanismo exacto de la deprogramación propioceptiva de los músculos masticatorios a la posición de reposo no es conocido. Es posible que una estimulación eléctrica pueda inhibir los impulsos provenientes del huso muscular. Esto podría eliminar la tensión en el núcleo central, y entonces permitir a las proteínas contráctiles de las fibras asumir su longitud pasiva de reposo. También es posible que la restauración de la circulación normal y el drenaje vía sistema linfático eliminen la tensión muscular, lo cual bajaría el rango de las descargas del huso muscular. Esta liberación de tensión en los husos musculares neutraliza efectos feedback mutuos, entre el músculo y su huso propioceptivo asociado.

La propiocepción es un fenómeno fisiológico que debe ser bien entendido cuando uno trabaja con oclusión. Los propioceptores son receptores de membrana con una alta sensibilidad en músculos, ligamentos, articulaciones y periodonto, los cuales transmiten información al cerebro concerniente a movimiento y posiciones del cuerpo. Investigadores japoneses de la universidad medico dental de Tokio, demostraron que existen más husos musculares en la musculatura mandibular que en cualquier otra parte de los músculos del cuerpo. Este gran número de husos explica la gran influencia propioceptiva de la oclusión en la musculatura masticatoria.

Cuando la mandíbula se mueve, la información acerca de la longitud y la tensión de los músculos es inmediatamente enviada a los centros apropiados en el sistema nervioso central. Esta información guía el cierre hacia la oclusión céntrica habitual. Cuando existe maloclusión, los dientes son guiados a la posición intercuspidea aun cuando esto requiera una demanda mayor a la normal en los músculos posturales de la mandíbula. El resultado es una tensión crónica en los músculos programados. Los dientes son el hardware y la neuromusculatura y el sistema nervioso central son el software del sistema.

Es lógico que la gran mayoría de los pacientes con patologías clínicas del sistema estomatognático, ya sea en los dientes, en los músculos, o las articulaciones, acudan al profesional con tensión muscular. Esta tensión resulta de la excesiva demanda en el software del sistema estomatognático. Para tratar esta condición, nosotros tenemos que tratar la situación que creó la patología. Por ende en este caso la ULF-TENS o TENS de baja frecuencia son muy útiles, ya que sobrepasan los efectos de la propiocepción.

La contracción muscular que es estimulada por la TENS es independiente de SNC y bypasea el sistema feedback que va hacia los músculos. El resultado es una contracción isotónica neuromuscular, la cual es de importancia terapéuticamente primaria debido a que ella permite establecer una oclusión neuromuscularmente balanceada, eliminando tanto el factor fisiológico como psicológico que inhiben este tipo de oclusión.

### 3.1.7. Efectos Relajantes TENS de Baja y Ultra Baja Intensidad

El propósito más importante de la ULF-TENS es establecer un equilibrio en los músculos mandibulares a nivel de su longitud de reposo. **Si nosotros no somos capaces de establecer y conformar una normalidad neuromuscular, no existiría una base desde la cual empezar el diagnóstico o el tratamiento.** La ULF-TENS como el Myomonitor, facilita el establecimiento de la posición de reposo de la mandíbula. Esta posición de reposo se transforma en la posición neutral de partida, desde la cual se produce una contracción isotónica de la musculatura mandibular, la cual va a llevar a la mandíbula desde un espacio libre hacia un espacio miocéntrico.

Debemos enfatizar, que cualquier modalidad o técnica que aumente la relajación muscular puede ser usada junto con el Myomonitor, que incluyen masajes, stretching, farmacología, ultrasonido, estimulación galvánica y biofeedback.

### 3.1.8. Efectos Analgésicos de TENS Convencional

Así como diferentes mecanismos contribuyen a la analgesia producida por diferentes tipos de TENS, es plausible que tendrán diferentes perfiles analgésicos. De hecho, este es el fundamento para el uso de diferentes tipos de TENS. La evidencia de los estudios de laboratorio y clínicos muestran que la analgesia TENS es máxima cuando el estimulador se activa con independencia del tipo del TENS utilizados. Esto explica el hallazgo de que los usuarios a largo plazo administran TENS convencional continuamente durante todo el día para lograr una analgesia adecuada. La postestimulación analgésica se ha reportado que ocurre en algunos pacientes y esto puede ser debido a la depresión a largo plazo y la activación de las vías descendentes de inhibición del dolor. Informes de la duración de estos efectos postestimulación varían ampliamente de 18 a 2 horas. Es posible que las fluctuaciones naturales en los síntomas y la expectativa de los efectos del tratamiento del paciente puedan haber contribuido en cierta medida a estas observaciones.

Hay muy pocos estudios que han investigado sistemáticamente los perfiles analgésicos de una gama de frecuencias de impulsos, duraciones de pulso y patrones de impulsos cuando se fijan todas las demás características estimulantes. Hay una extensa literatura de estudios que han comparado los efectos analgésicos de dos frecuencias de pulsos (por lo general altos ~100 p.p.s. y bajos ~2 p.p.s.) en los animales, los seres humanos sanos y en pacientes con dolor. Sin embargo, las características de TENS utilizadas en muchos de estos estudios parecen haber sido elegidos al azar, lo que hace que la síntesis de los resultados entre los grupos casi imposibles.

Sjölund (1985) utilizó siete frecuencias diferentes de estimulación (10, 40, 60, 80, 100, 120 y 160 p.p.s.) a un nervio diseccionado en ratas ligeramente anestesiadas e informó de que una frecuencia de estimulación de 80 p.p.s. produjo la más profunda inhibición del reflejo de flexión de la fibra C evocada.

En un estudio de seguimiento se informó de una tasa de repetición de trenes de impulso de alrededor de 1 Hz fue más eficaz en la inhibición del reflejo de flexión de la fibra C evocada.

Johnson y cols. (1989) evaluaron los efectos analgésicos de cinco frecuencias de estimulación (10, 20, 40, 80 y 160 p.p.s.) sobre el dolor inducido por el frío en sujetos sanos. Frecuencias de TENS comprendidas entre 20 y 80 p.p.s. produjeron mayor analgesia cuando se entrega a una intensidad fuerte pero cómoda, con 80 p.p.s. generando la menor variación entre sujetos (por ejemplo, el efecto más fiable entre los sujetos). Por lo tanto, al probar el TENS convencional en un paciente por primera vez, parece razonable comenzar con frecuencias de alrededor de 80 p.p.s.

Johnson y cols. (1991) investigaron sistemáticamente los efectos analgésicos de TENS en ráfaga, amplitud modulada, al azar (frecuencia de emisión de impulsos) y continuas entregadas a un nivel fuerte pero cómoda en el dolor inducido por el frío en sujetos sanos. Todos los modelos de impulsos elevaron el umbral de dolor, pero no hubo diferencias significativas entre los grupos cuando se fijaron todas las demás características estimulantes. Tulgar y cols. (1991a) demostraron que una variedad de patrones de emisión de impulsos fueron igualmente eficaces en el manejo de dolor de los pacientes. Sin embargo, los pacientes prefieren patrones modulados de TENS, tales como modulación de frecuencia y ráfaga, en vez de continua (Tulgar y cols., 1991b). Esto parece contrastar con Johnson, Ashton y Thompson (1991), quienes encontraron que la mayoría de los usuarios a largo plazo de la TENS prefieren modo continuo en lugar de modo de ráfaga. Investigaciones más sistemáticas que comparan los efectos analgésicos de una serie de características estimulantes (es decir, más de dos) cuando se fijan todas las demás variables son claramente necesarios.

### 3.1.9. Mecanismos de Acción

El Myomonitor está diseñado para adaptar la TENS de baja frecuencia específicamente a los requerimientos de relajación bilateral y control del complejo de músculos que envuelven la función mandibular. Un escepticismo temprano en los primeros estadios de desarrollo y la poca familiaridad de la profesión con la modalidad electrónica y la neurofisiología, plantearon la interrogante acerca de que si la contracción muscular que seguía a la TENS era producida por una estimulación al V y al VII par, vía fibras musculares directamente o que se transmitía a través de nervios motores. Muchos estudios, sugirieron que la contracción muscular no era mediada neuralmente. Estudios por Choi y Mitani prestaron el soporte a la teoría de la mediación neuronal del V y del VII par craneal inducida por el Myomonitor. La interrogante fue resuelta definitivamente en 1975 usando un análisis de curva de intensidad de duración. Este método basado en los hallazgos de EMG, explica que un estímulo de larga duración va a excitar tanto el nervio como al músculo, mientras que un estímulo de corta duración solo va excitar al nervio y un estímulo muy corto en duración va a causar una despolarización muscular directa. De esto se desprende que la contracción muscular resultante sólo puede ser responsable vía una estimulación motora del nervio.

La estimulación analgésica inducida puede clasificarse según la localización anatómica de la acción en, **periférica**, **segmental** y **extrasegmental**. En general, **la acción principal del TENS convencional es la analgesia segmental mediado por la actividad de fibras A $\beta$** . **La principal**

**acción de ULF-TENS y AL-TENS es analgesia extrasegmental mediada por la actividad ergorreceptores. La principal acción de TENS intenso es la analgesia extrasegmental través de la actividad de las fibras aferentes cutáneas de diámetro pequeño.** Los TENS convencional e intenso son también propensos a producir el bloqueo de la información aferente periférica en la fibra que se activa.

### ***3.1.9.1. Mecanismos periféricos***

La entrega de las corrientes eléctricas a través de una fibra nerviosa provocará impulsos nerviosos que viajan en ambas direcciones a lo largo del axón del nervio, denominada la activación antidrómica (Figura 9). Los impulsos nerviosos inducidos por TENS que viajan fuera del sistema nervioso central chocarán con la estimulación extinguiendo los impulsos aferentes derivados de daños en los tejidos. Para la TENS convencional, es probable que la activación antidrómica ocurra en fibras de gran diámetro y como el daño tisular puede producir alguna actividad en las fibras de gran diámetro la TENS convencional puede mediar su analgesia por el bloqueo periférico en fibras de gran diámetro. El bloqueo inducido por la TENS en la transmisión nerviosa periférica ha sido demostrado por Walsh y cols. (1998) en sujetos humanos sanos. Encontraron que la electroestimulación entregada en 110 p.p.s. aumentó significativamente la latencia negativa máxima del potencial de acción compuesto y esto sugiere que hubo una disminución de la transmisión en el nervio periférico. Nardone y Schieppati (1989) también han informado que la latencia de los potenciales evocados somatosensoriales tempranos (SEP) se incrementó durante la electroestimulación en sujetos sanos, y concluyó que la TENS convencional podría producir un efecto de “canal ocupado” en fibras aferentes grandes.

La contribución del bloqueo periférico sobre la analgesia es probable que sea mayor durante TENS intensa. Los impulsos que viajan en fibras  $A\delta$  inducidos por TENS intensa chocarán con los impulsos nociceptivos, también viajando en fibras  $A\delta$ . Ignelzi y de Nyquist (1976) demostraron que la estimulación eléctrica (a intensidades que puedan reclutar fibras  $A\delta$ ) pueden reducir la velocidad de conducción y amplitud de los componentes  $A\alpha$ ,  $A\beta$  y  $A\delta$  del potencial de acción compuesto registrado de nervios aislados en el gato. El cambio más grande fue encontrado en el componente  $A\delta$ . Sin embargo, Levin y Hui-Chan (1993) han demostrado que los sujetos sanos no pueden tolerar la activación directa de los aferentes  $A\delta$  por TENS, por lo que la TENS intensa debe ser administrada sólo por períodos breves de tiempo en la práctica clínica.

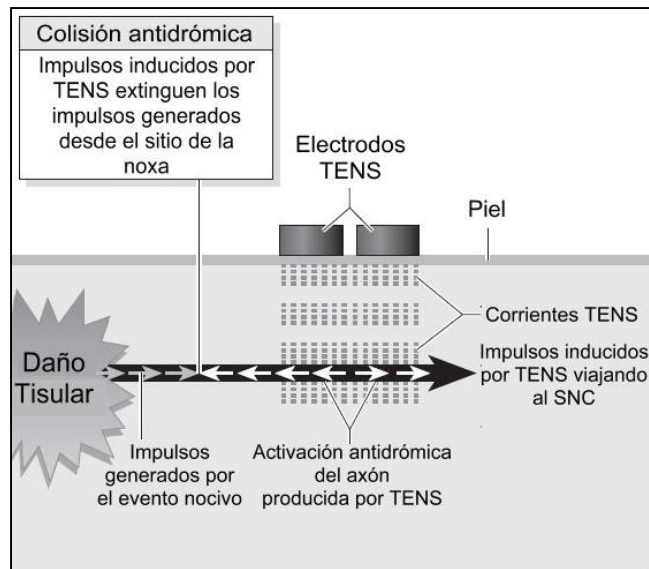


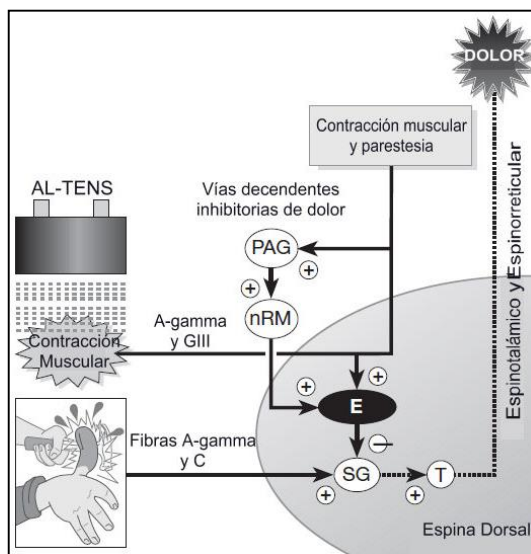
Figura 9. Bloqueo de la transmisión periférica inducida por TENS. Los impulsos generados por la TENS viajan en ambas direcciones (activación antidrómica) lo que lleva a la cancelación del impulso doloroso al SNC.

### 3.1.9.2. Mecanismos Segmentales

La TENS convencional produce analgesia en su mayor parte por un mecanismo segmental mediante el cual la actividad generada en las fibras  $A\beta$  inhibe la actividad en curso de las neuronas nociceptivas de segundo orden (relacionados con el dolor), en las neuronas en el asta dorsal de la médula espinal (Figura 10). Los autores han demostrado que la actividad en las fibras aferentes de gran diámetro inhibirán los reflejos nociceptivos en animales cuando la influencia de las vías de dolor inhibitorias descendente desde el cerebro han sido eliminadas por sección de la médula espinal. Garrison y Foreman (1994) mostraron que la TENS podría reducir significativamente la actividad en curso de células nociceptoras en células del asta dorsal cuando se aplica a los campos somáticos respectivos. El seguimiento después de haber seccionado médulas espinales en T12 demuestra que las actividades celulares evocadas espontánea y nocivamente todavía se redujeron durante la TENS. Esto demuestra que los circuitos neuronales para la analgesia TENS convencional se encuentra en la médula espinal y es probable que una combinación de la inhibición pre y postsináptica se lleve a cabo.



del rafe magnus y el núcleo del rafe gigantocellularis. La antinocicepción es producida en animales por la estimulación de las fibras A $\delta$  cutáneas se reduce por sección de la médula, lo que sugiere un papel para las estructuras. Las contracciones musculares fásica producidas durante el uso de ULF-TENS y AL-TENS genera actividad en los aferentes musculares de pequeño diámetro (ergorreceptores) produciendo la activación de las vías de inhibitorias del dolor descendente (Figura 11). La importancia de la actividad aferente del músculo en este efecto se ha demostrado en estudios con animales por Sjölund (1988), quien encontró que se produjo una mayor antinocicepción cuando fibras aferentes musculares, en lugar de las de la piel, se activaron por la TENS de baja frecuencia (2 ráfagas por segundo). Duranti, Pantaleo y Bellini (1988) confirmaron esta en los seres humanos por lo que demuestra que no hubo diferencias en la analgesia producida por las corrientes entregadas a través de la piel (por ejemplo, AL-TENS) en comparación a las corrientes que pasan por la piel (por ejemplo, la estimulación nerviosa eléctrica intramuscular.



**Figura 11.** Neurofisiología de la analgesia AL-TENS. La actividad en las fibras A $\delta$  y C de nociceptores conduce a la excitación (+) de las neuronas nociceptivas centrales de transmisión (T) que se proyectan hacia el cerebro para producir una experiencia sensorial del dolor. La actividad inducida por TENS en las fibras aferentes musculares de pequeño diámetro (A $\delta$ , GIII) conduce a la activación de los núcleos del tronco cerebral, tales como la sustancia gris periacueductal (PAG) y el núcleo del rafe magno (NRM). Estos núcleos forman las vías descendentes inhibitorias de dolor que excitan interneuronas que inhiben (-)SG y las células T (línea de puntos) a través de la liberación de met-enkefalina (E, interneurona negra). Es probable que la parestesia y sensaciones relacionadas con la contracción muscular se transmitan al cerebro a través de las columnas dorsales.

Cada vez hay más evidencia de que la TENS de baja y ultra baja frecuencia pero no las TENS convencionales están mediadas por las endorfinas. Sjölund, Terenius y Eriksson, (1977) informaron de que la AL-TENS aumentó los niveles de endorfinas el líquido cefalorraquídeo (LCR) en nueve pacientes que sufren dolor crónico y que **la analgesia de AL-TENS fue naloxona reversible** (Sjölund y Eriksson, 1979). Sin embargo, **la naloxona no pudo revertir la analgesia producida por la TENS convencional** en pacientes con dolor (Abram, Reynolds y Cusick, 1981; Hansson y cols., 1986. Woolf y cols., 1978). Las afirmaciones de que la TENS convencional puede elevar niveles plasmáticos de  $\beta$ -endorfina y  $\beta$ -lipotrofina en sujetos sanos (Facchinetti y cols., 1986) no han sido confirmadas (Johnson y cols., 1992) y no parece probable que la  $\beta$ -endorfina sería capaz de cruzar la barrera hematoencefálica debido a su gran tamaño.

### 3.1.10. Principios de Aplicación

#### 3.1.10.1. Posición de los Electroodos

Al utilizar ULF-TENS para relajación muscular, debemos limpiar la piel con alcohol o con agua con jabón en el área donde se aplicaran los electrodos. Todos los aceites para piel cosméticos, deben ser removidos de la zona detrás del cuello justo en la línea del cabello. Las áreas de colocación deben ser limpiadas cuidadosamente.

La ansiedad es común dentro de los pacientes, debido a que muchos no están familiarizados con la TENS y no se sienten cómodos con ningún tipo de electricidad. Es importante aliviar su ansiedad antes de la experiencia informándole acerca de que les pasará. Antes de empezar el tratamiento, se les debe hablar sobre que es la neuroestimulación, porque se está usando y que es lo que van a sentir durante el procedimiento.

Para analgesia, cuando la TENS convencional está funcionando a través de un mecanismo segmental, los electrodos se colocan para estimular las fibras A $\beta$ , las que entran en el mismo segmento de la columna vertebral como las fibras nociceptivas asociados con el origen del dolor. Por lo tanto, los electrodos se aplican de manera que las corrientes impregnen el lugar del dolor y esto se logra normalmente mediante la aplicación de electrodos sobre la lesión o el área dolorosa. Los electrodos deben aplicarse siempre sobre la piel inervada saludable. Si no es posible suministrar corrientes dentro del sitio del dolor, debido a la ausencia de una parte del cuerpo después de la amputación, una lesión de la piel o sensibilidad de la piel alterada, los electrodos pueden ser aplicados proximalmente sobre el tronco principal del nervio donde se origina el dolor. Alternativamente, los electrodos pueden aplicarse sobre la médula espinal en los segmentos espinales relacionados con el origen del dolor. Los electrodos también se pueden aplicar en un sitio que es contralateral al sitio del dolor en las condiciones tales como dolor del miembro fantasma y la neuralgia del trigémino, donde el lado afectado de la cara puede ser sensible al tacto.

La colocación precisa de las almohadillas puede llevar mucho tiempo. Berlant (1984) ha descrito un método útil para determinar los sitios óptimos para ubicar los electrodos TENS. El terapeuta aplica un electrodo TENS al paciente en un lugar de colocación potencial. El segundo electrodo se mantiene en la mano del terapeuta que utiliza el dedo índice para sondear la piel del paciente para localizar el mejor sitio para colocar el segundo electrodo. Cuando el dispositivo TENS está encendido y la amplitud aumenta lentamente, al paciente, terapeuta o ambos, sentirán parestesia TENS cuando el circuito cierra al tocar la piel del paciente. Mientras el terapeuta prueba la piel del paciente con el dedo índice, la intensidad de la parestesia TENS se incrementará cuando los nervios en la piel del paciente se encuentren superficiales. Esto ayudará a ubicar el sitio para la ubicación eficaz del electrodo.

Los dispositivos de doble canal con cuatro electrodos o electrodos de gran tamaño deben ser utilizados para los dolores que cubren grandes áreas. Sin embargo, si el dolor es generalizado y extendido sobre una serie de partes del cuerpo que puede ser más apropiado utilizar la AL-TENS

en un miotoma relevante, ya que esto producirá un efecto analgésico más generalizado. Los estimuladores de doble canal son útiles para pacientes con múltiples dolores tales como dolor de espalda y ciática o dolores que cambian en su ubicación y calidad.

### ***3.1.10.2. Características Eléctricas***

La eficiencia de las diferentes características eléctricas de la TENS para activar selectivamente diferentes tipos de fibra se discutió anteriormente. Para TENS convencional, la activación selectiva de las fibras A $\beta$  se determina a través de la sensación de parestesia eléctrica fuerte pero cómoda sin contracción muscular. Frecuencias de pulso en cualquier lugar entre 10 y 250 p.p.s. pueden lograrlo aunque los ensayos clínicos reportan consistentemente frecuencias entre 10 y 200 p.p.s. como eficaces y populares entre los pacientes. En la práctica, cada paciente puede tener una preferencia individual de frecuencias de impulsos y patrones de pulso y se volverá a esta configuración en posteriores sesiones de tratamiento. Como aún no se ha encontrado ninguna relación entre la frecuencia del pulso y el patrón utilizado por los pacientes y la magnitud de la analgesia o su diagnóstico médico es probable que animar a los pacientes a experimentar con los ajustes de TENS producirá el resultado más eficaz.

### ***3.1.10.3. Tiempo y Dosificación***

Es diferente para analgesia y para relajación. El dispositivo ULF-TENS es alimentado por baterías con lo que se producirá un pequeño impulso a cada lado de la cara que causa que la mandíbula se mueva ligeramente hacia arriba, muy similar al reflejo de la rodilla. El pulso va a continuar a un rango constante. Esto no duele, pero de todas maneras podría llegar a sentirse una ligera sensación de pinchazo en los puntos de los electrodos para aliviar cualquier sensación de dureza alrededor de la cara y relajar los músculos. Se aplica por cerca de 45 minutos.

### ***3.1.10.4. Control de Amplitud***

La amplitud ajusta la fuerza del pulso del estímulo que se está produciendo. El paciente va a sentir el estímulo antes que se observe el moviendo muscular. Aumentando la amplitud empezamos a estimular el VII par adecuadamente, para iniciar una contracción de los músculos que están inervados por él. Posteriormente vamos a avanzar con la amplitud y vamos a encontrar estimulación neural de los músculos relacionados con la masticación, que están inervados por el V par. El primer movimiento hacia arriba de la mandíbula, es lo que nosotros conocemos como umbral clínico para este momento en específico de la condición del paciente. Diferentes pacientes requieren diferentes niveles de estímulo para iniciar el umbral.

Este rango está causado por diferentes niveles de impedancia en la piel, por el morfotipo y por la cantidad de espasmo en los músculos. Los pacientes que tengan mucho maquillaje oleoso van a tener acumulación en los poros de la piel creando una alta impedancia en la piel. Pacientes obesos con mucho tejido entre los electrodos y los troncos nerviosos generalmente requieren una alta amplitud para iniciar el estímulo umbral. Pacientes con espasmos musculares requieren un gran estímulo inicial. Normalmente los niveles de umbral van entre 3 y 6 dentro de la amplitud del

control, pero la respuesta en los pacientes puede alcanzar su umbral en posición más baja que el 1 y otros más del 7 u 8 como punto de inicio.

El momento en que se fija el umbral, incluso pensando que pocas fibras de las unidades motoras más sensitivas están disparando o estimulándose, genera un calor de contracción imperceptible dentro de los músculos, lo cual incrementa la eficiencia metabólica de los elementos contráctiles. Después de unos cuantos minutos el músculo se va a soltar. Las contracciones van a ser más pronunciadas aunque el estímulo se mantenga igual,

El umbral no es constante para un paciente, varía entre cita y cita y durante cada cita.

Se debe colocar los dedos entre los incisivos superiores e inferiores del paciente. El paciente descansa la mandíbula suavemente contra los dedos, entonces se aumenta la amplitud del Myomonitor hasta sentir el primer movimiento ascendente la de la mandíbula.

Cuando el paciente haya alcanzado el umbral, se debe mantener esta amplitud por aproximadamente 10 minutos, para permitirle al paciente acondicionarse al procedimiento sin sufrir o empezar con aprehensión. Debemos colocar una capa protectora de cera oclusal sobre los dientes para prevenir el contacto diente a diente durante cualquier estado del pulso. Aumentar la amplitud hasta que haya una elevación mandibular de 0,25 mm a 0,5 mm durante cada pulso. Desde que los músculos se sueltan hasta que la relajación ocurra, el paciente debe ser chequeado cada 10 a 15 minutos y ajustar la amplitud bajándola si se produce contacto dentario. Un aumento o una elevación de 0,25 a 0,5 mm a nivel mandibular debe ser mantenida por aproximadamente 45 minutos hasta 1 hora después de ser testeado para relajación o de alcanzar el umbral. Si el paciente es mayor o presenta alguna molestia, es mejor chequear su relajación después de 30 minutos. Aplicar TENS a un paciente mucho tiempo puede resultar en una fatiga postural, que es contraproducente para lograr una posición relajada de la mandíbula. Si el paciente tiene los puntos guías cuantitativos de relajación, los procedimientos clínicos pueden ser iniciados.

### ***3.1.10.5. Control de Balance***

El control de balance ajusta la cantidad del estímulo producido a través del electrodo izquierdo y del derecho. Esto es usado para producir una contracción muscular bilateralmente igualada. Una respuesta igual bilateralmente en los músculos es deseable para obtener un cierre de la mandíbula parejo.

El desbalance producido entre lado izquierdo y lado derecho durante el pulso inicial, va a ser un indicador consistente de qué lado tiene mayor grado de espasmo. Muchas de las desviaciones laterales de la mandíbula vistas en pacientes con disfunción son atribuibles a espasmos unilaterales. Si la desviación mandibular es causada por un espasmo más que por un problema anatómico de la articulación, la desviación gradualmente va a volverse menor al usar el pulso del Myomonitor.

Se debe colocar el dedo índice a cada lado de la cara bajo los electrodos. Se selecciona el balance hasta que la contracción muscular se sienta igual a ambos lados de la cara.

Después que el paciente se haya pulsado de 10 a 15 minutos, se debe chequear la contracción muscular bilateral en el paciente. La contracción muscular se iguala en la medida que obtenemos la relajación muscular. Si esto ocurre, el control de balance debiera retornar gradualmente a neutro. Una contracción igual se debe sentir a los dos lados cuando el control de balance está en la posición neutra, si logramos la relajación total de los músculos.

En analgesia, los ensayos clínicos informan que el máximo alivio del dolor se produce cuando el dispositivo TENS está encendido y de que el efecto analgésico por lo general desaparece rápidamente una vez que el dispositivo está apagado. Por lo tanto, los pacientes que utilizan las TENS convencionales deben ser alentados a utilizarlo cada vez que el dolor está presente. Para el dolor crónico en curso, esto puede significar que los pacientes utilizan TENS durante todo el día. En un estudio de usuarios a largo plazo de la TENS, Johnson, Ashton y Thompson (1991) reportaron que el 75% utiliza TENS sobre una base diaria y el 30% reportó el uso de TENS para más de 49 horas a la semana. Cuando la TENS se utiliza continuamente de esta manera, es conveniente instruir al paciente para controlar enfermedad de la piel debajo de los electrodos de forma regular y tomar precauciones. La aplicación de electrodos debe realizarse sobre piel nueva durante una base diaria. Si la TENS se administra en una clínica para pacientes ambulatorios es probable que sea ineficaz un régimen de dosificación de 20 minutos a intervalos diarios, semanales o mensuales.

Algunos pacientes informan analgesia postestimulación aunque la duración de este efecto varía ampliamente, de entre 18 horas (Augustinsson, Carlsson y Pellettieri, 1976) y 2 horas (Johnson, Ashton y Thompson, 1991). Esto puede reflejar las fluctuaciones naturales en los síntomas y la expectativa del paciente de la duración del tratamiento en lugar de efectos inducidos específicos de la TENS. Se cree que la analgesia post TENS es más larga para la AL-TENS que para TENS convencional y esto es apoyado por los resultados preliminares de los estudios experimentales (Johnson, Ashton y Thompson, 1992). Sin embargo, se necesita más estudios para establecer el curso temporal de los efectos analgésicos de los diferentes tipos de TENS.

#### ***3.1.10.6. Uso por Primera Vez***

Todos los nuevos pacientes TENS deben tener una prueba supervisada de TENS antes de su uso. El objetivo del ensayo es garantizar que la TENS no agrava el dolor y dar una cuidadosa instrucción sobre el uso de equipos y el resultado terapéutico esperado. Debe permitirse a los pacientes familiarizarse en el uso de TENS y los terapeutas deben utilizar la sesión para comprobar que los pacientes pueden utilizar TENS adecuadamente. La prueba inicial puede ayudar a determinar si es probable que un paciente responda a la TENS y también debería verse como una oportunidad para solucionar los problemas derivados de una mala respuesta. Idealmente, el ensayo

debe durar un mínimo de 30-60 minutos ya que puede tomar este tiempo para un paciente de responder.

Al utilizar TENS para analgesia en un paciente por primera vez, es aconsejable ofrecer TENS convencional, ya que la mayoría de los usuarios a largo plazo selecciona este tipo de TENS. Un conjunto de altavoces (o auriculares) puede ser conectado a las tomas de salida de algunos dispositivos de TENS para demostrar el sonido de los impulsos y mejorar la comprensión del paciente de las características de salida del dispositivo TENS. Después de la prueba inicial, los pacientes deben ser instruidos para administrar TENS en sesiones de 30 minutos durante las primeras veces, aunque una vez que se han familiarizado con el equipo deben ser alentados a utilizar TENS todo lo que quieran. Los pacientes también deben ser animados a experimentar con todos los ajustes del estimulador para que logren comodidad en frecuencia, patrón y duración de impulsos.

Una revisión temprana de los progresos, idealmente dentro de unas semanas, puede servir para asegurar la aplicación correcta, proporcionar más instrucción y la recuperación de dispositivos TENS que ya no sean necesarios. La mayoría de los pacientes que no responden devuelven los dispositivos entregados en la próxima visita a la clínica (Johnson, Ashton y Thompson, 1992). La evaluación de la eficacia de la TENS a intervalos regulares es vital para el seguimiento de la ubicación y el uso continuo de los dispositivos. Algunas clínicas y fabricantes permiten a los pacientes a pedir prestados dispositivos TENS por un período limitado, con el fin de adquirir el dispositivo. Un punto de contacto debe estar siempre a disposición de los pacientes que presenten problemas.

#### ***3.1.10.7. Disminución de la Respuesta a la TENS***

Algunos usuarios TENS afirman que la efectividad de la TENS declina con el tiempo aunque la proporción exacta de los pacientes no se conoce.

Puede haber muchas razones para la disminución de los efectos de TENS con el tiempo, incluyendo las baterías agotadas, cables caducados o que el dolor empeore. Sin embargo, hay pruebas de que algunos pacientes se habitúan a las corrientes TENS debido a una insuficiencia progresiva en el sistema nervioso para responder a los estímulos monótonos. Pomeranz y Niznick (1987) han demostrado que la administración repetida de TENS en pulsos de 2 p.p.s. produce habituación de los aumentos en los potenciales evocados finales. Esto implica que para algunas personas los filtros del sistema nervioso filtran estímulos monótonos asociados con TENS. Sin embargo, encontraron que la entrega de corrientes aleatoriamente a seis puntos diferentes en el cuerpo usando un dispositivo TENS reduce notablemente la respuesta de habituación. En un estudio piloto doble ciego aleatorizado controlado de 6 semanas de la eficacia de la entrega aleatoria en la osteoartritis de la cadera / rodilla y reportado efectos beneficiosos. Algunos fabricantes de TENS han intentado superar el problema de la habituación mediante la inclusión de emisión de impulsos al azar o la configuración de entrega de impulsos con modulación de

frecuencia a los dispositivos TENS estándar. Sin embargo, estos dispositivos han tenido un éxito variado.

### **3.1.11. Contraindicaciones y Peligros en la Aplicación de TENS**

Las contraindicaciones de la TENS son pocas y la mayoría hipotética, con pocos casos de eventos adversos asociados en la literatura. Sin embargo, los terapeutas deben tener cuidado al dar TENS a ciertos grupos de pacientes.

#### **3.1.11.1. Contraindicaciones**

- El dolor no diagnosticado (a menos que lo recomiende un médico).
- Marcapasos (a menos que lo recomiende un cardiólogo).
- Enfermedades del corazón (a menos que lo recomiende un cardiólogo).
- Epilepsia (a menos que lo recomiende un médico).
- Embarazo:
  - Primer trimestre (a menos que lo recomiende un médico).
  - Sobre el útero.

No aplicar TENS:

- Sobre el seno carotideo.
- Sobre la piel abierta.
- En la piel herida.
- Internamente (boca).

#### **3.1.11.2. Peligros**

Los pacientes pueden experimentar irritación de la piel con la TENS como enrojecimiento debajo o alrededor de los electrodos. Esto es debido a la dermatitis en el sitio de contacto con los electrodos comúnmente asociado a los constituyentes de electrodos, gel de electrodo o cinta adhesiva. El desarrollo de electrodos hipoalergénicos ha reducido marcadamente la incidencia de dermatitis de contacto. Los pacientes deben ser alentados a lavarse la piel (y los electrodos cuando esté indicado por el fabricante) después de la TENS y aplicar los electrodos sobre la superficie de la piel fresca en cada aplicación.

### **3.1.12. Protocolos para la Aplicación e Interrupción de TENS**

#### **3.1.12.1. Protocolo para la Aplicación Segura de la TENS**

- Compruebe contraindicaciones con el paciente.
- Prueba cutánea de sensibilidad normal mediante la prueba de objetos contundentes / punzante.
- El dispositivo TENS se tiene que apagar y desconectar cables de electrodo.
- Establecer las características eléctricas de la TENS mientras el dispositivo está apagado.

- Conecte los electrodos a los terminales en el cable y la posición de los electrodos en la piel del paciente.
- Asegúrese de que el dispositivo TENS sigue apagado y conecte el cable del electrodo al dispositivo la TENS.
- Encienda el dispositivo TENS.
- Poco a poco (lentamente) aumentar la intensidad hasta que el paciente experimente la primera sensación de "hormigueo" en el estimulador.
- Poco a poco (lentamente) aumentar la intensidad aún más hasta que el paciente experimenta una sensación de hormigueo fuerte pero cómoda.
- Esta intensidad no debe ser dolorosa o provocar la contracción muscular (a menos que se utilicen la ULF-TENS o AL-TENS).

#### ***3.1.12.2. Protocolo para la Interrupción Segura de la TENS***

- Poco a poco (lentamente) disminuir la intensidad hasta que el paciente no experimente ninguna sensación de hormigueo.
- Apague el dispositivo la TENS.
- Desconecte el cable del electrodo del dispositivo TENS.
- Desconecte los electrodos de las clavijas del cable.
- Retire los electrodos de la piel del paciente.

## 3.2. Trastornos Temporomandibulares

Por definición, el dolor orofacial es cualquier dolor asociado con los tejidos blandos y mineralizados (piel, vasos sanguíneos, huesos, dientes, glándulas o músculos) de la cavidad oral y de la cara. Este dolor puede normalmente referirse en la cabeza y/o región cervical e incluso se asocia con cervicalgias (dolor de cuello), dolores de cabeza primarios y enfermedades reumáticas tales como la fibromialgia y artritis. reumatoide. Las principales fuentes de dolor orofacial son problemas odontogénicos, dolores de cabeza, enfermedades neurogénica, dolor musculoesquelético, dolor psicógeno, cáncer, infecciones, fenómenos autoinmunes y el trauma a los tejidos

Históricamente, la odontología se ha orientado principalmente al diagnóstico y tratamiento del dolor de origen odontogénico (dolor periodontal y pulpar). No debemos, sin embargo, descuidar identificar otras fuentes de dolor orofacial, tales como procesos inflamatorios (sinusitis, parotiditis), dolor neuropático continuo o intermitente (neuralgia, dolor por desaferenciación, dolor simpático mantenido), dolor de cabeza y trastornos temporomandibulares.

Tratar a los pacientes con dolor orofacial es una parte integral de la calidad de la atención entregada por profesionales de la salud. Cualquier profesional preparado para el tratamiento de estos pacientes debe tener un análisis en profundidad del diagnóstico diferencial de dolor orofacial y sus subtipos, y aplicar técnicas basadas en la evidencia para controlar los síntomas. El dolor orofacial es altamente prevalente en la población. Esto les produce a los pacientes gran sufrimiento y puede, por otra parte, derivar en enfermedades con peligro de vida. De ahí la importancia crucial del profesional en llevar a cabo de un proceso diagnóstico adecuado.

### 3.2.1. Definición de Trastorno Temporomandibular (TTM)

Según la *Academia Americana del Dolor Orofacial*, TTM se define como un **grupo de trastornos que afectan a los músculos de la masticación, la articulación temporomandibular (ATM) y estructuras asociadas**. Los síntomas más frecuentemente reportados por los pacientes son dolor en la cara, en la ATM, músculos masticatorios y dolor de cabeza y oído. Otros síntomas reportados por los pacientes son manifestaciones auditivas como tinnitus, sensación de oído lleno y el vértigo.

Los signos principalmente son de dolor a la palpación de los músculos y ATM, limitación y/o falta de coordinación de los movimientos mandibulares y ruidos articulares.

### 3.2.2. Epidemiología

Los estudios epidemiológicos estiman que el 40% a 75% de la población tiene al menos un signo de TTM, tales como ruidos ATM, y el 33% al menos un síntoma como el dolor en la cara o ATM.

Hay una diferencia entre la prevalencia de los signos y síntomas de TTM en la población y la actual necesidad de tratar a estos individuos. En una revisión sistemática y meta análisis

publicado recientemente, la prevalencia de necesidad tratamiento de TTM en la población adulta se estima al 15,6%, mientras que las estimaciones para el población más joven, de 19 a 45 años, fue mayor que para los adultos mayores (por encima de 46 años).

Es de conocimiento común, que sean más las mujeres que los hombres a ser tratados por TTM o dolor orofacial, y sobre todo mujeres en edad fértil. Han sido implicados en esto factores hormonales, desordenes de humor y diferencias en la modulación central del dolor entre otros. A pesar de lo anterior, la reacción diferente de los hombres y las mujeres al dolor es un fenómeno complejo y depende de la interacción de mecanismos biológicos, sicosociales y socioculturales. La transmisión del pulso nociceptivo puede ser modulada a varios niveles por mecanismos neurobiológicos, neurofarmacológicos, neuroendocrinos, de la esfera sicoemotiva y todos convergen para determinar las diferencias.

### **3.2.3. Diagnóstico**

No existe un método fiable actualmente que pueda usarse de manera confiable por los investigadores y los clínicos para diagnosticar y medir la presencia y la gravedad de todos los trastornos temporomandibular. Para el diagnóstico de los casos individuales, la historia del paciente (anamnesis) sigue siendo el paso más importante en la formulación del diagnóstico inicial. El examen físico, que incluye la palpación de los músculos y de ATM, la medición de movimientos mandibulares activos y el análisis de ruidos articulares (cuando se realizan por profesionales bien calibrados) son un instrumento invaluable en el diagnóstico y la planificación de la terapia, como así como en el seguimiento de la eficacia de la propuesta de tratamiento. Métodos de diagnóstico complementarios como la polisomnografía (PSG) y las imágenes de la ATM son medios auxiliares que resultan útiles sólo en algunos casos concretos. Sin embargo no se ha hecho una asociación directa, entre los resultados de dichas pruebas y la presencia de signos y síntomas de TTM.

En la práctica clínica, el cuestionario de evaluación inicial debe incluir algunas preguntas referentes a los signos y síntomas de TTM. Cualquier respuesta positiva a estas preguntas puede señalar la necesidad de una evaluación minuciosa por un profesional especializado en TTM y dolor orofacial

### **3.2.4. Clasificación Diagnostica de TTM**

La Academia Americana de Dolor Orofacial (AAOP) ha creado recientemente, en la 4ª Edición de sus manuales, nuevas directrices para el diagnóstico y clasificación de las diferentes formas de TTM, que se dividen en dos grupos principales (TTM muscular y TTM articular), con sus respectivos subdivisiones (Tabla IV y V). La Clasificación Internacional de Trastornos de Cefalea (ICH) de la Sociedad Internacional del Dolor de Cabeza (IHS) incluye un tipo específico de cefalea secundaria a TTM en su 11ª clase (IHS 11.7 - Dolor de cabeza o dolor facial atribuidos al trastorno de la ATM).

11.7.1.1	Trastornos Daño Articular en Disco
11.7.1.1.1	Desplazamiento del disco con reducción
11.7.1.1.2	Desplazamiento del disco sin reducción
11.7.1.2	Desplazamientos ATM
11.7.1.3	Trastornos inflamatorios
11.7.1.3.1	Sinovitis y capsulitis
11.7.1.3.2	Poliartritis
11.7.1.4	Trastornos no inflamatorios
11.7.1.4.1	Artrosis primaria
11.7.1.4.2	Osteoartritis secundaria
11.7.1.5	Anquilosis
11.7.1.6	Fractura (cóndilo)

**Tabla IV.** Los cambios recomendados en la clasificación diagnóstica 11.7.1 IHS: Dolor de cabeza o dolor facial atribuidos a la disfunción de la articulación temporomandibular.

11.7.2.1	Mialgia local
11.7.2.2	Dolor miofascial
11.7.2.3	Mialgia mediada centralmente
11.7.2.4	Mioespasmo
11.7.2.5	Miositis
11.7.2.6	Contractura Miofibrotica
11.7.2.7	Neoplasia

**Tabla V.** Cambios recomendados en la clasificación diagnóstica 11.7.2 IHS: Dolor de cabeza o dolor facial atribuidos a la disfunción de los músculos masticatorios.

Sin embargo, esto parece incompleto porque no aborda los dos principales grupos de TTM y sus subtipos, como se describe en la clasificación AAOP. En este sentido, hay que destacar que la AAOP tiene presentado una propuesta a la IHS para modificar esos ítems de la ICH, hasta ahora sin éxito.

### 3.2.5. Etiología de los TTM

El intento de identificar una causa clara y universal TTM aún no ha tenido éxito. Estudios recientes han concluido que **el TTM tiene un origen multifactorial**. En efecto, son varios los factores que interactúan y tiene efectos sobre las estructuras del sistema masticatorio. Además, el dolor y la experiencia que de él deviene son determinados por diversos factores. **Lo principal no es establecer cuál es el factor responsable del TTM, sino determinar en qué medida los factores aislados contribuyen en la etiología.**

Para ser llevada a cabo, la historia clínica debe identificar los factores predisponentes (que aumentan el riesgo de TTM), los factores desencadenantes (que causan la instalación de TTM) y factores perpetuantes (que interfieren con el control del TTM). Entre estos factores vamos a hablar de los que son, en principio, más relevantes.

#### 3.2.5.1. Trauma

- Trauma directo o macrotrauma.
- Trauma indirecto: representado por lesiones cervicales de latigazo.
- Microtraumatismos: causados por un traumatismo menor realizado repetidamente, como hábitos parafuncionales (bruxismo céntrico, bruxismo excéntrico, etc.)

### **3.2.5.2. Factores Sicosociales**

- Ansiedad, depresión, etc.

### **3.2.5.3. Factores Fisiopatológicos**

- Factores sistémicos: enfermedades degenerativas, endocrinas, infecciosas, metabólicas, neoplásicas, neurológicas, vasculares y reumatológicas.
- Factores locales: el cambio en la viscosidad del líquido sinovial, aumento de la presión intra articular, estrés oxidativo, etc.
- Factores genéticos: presencia de haplotipos asociados con dolor.

Los investigadores y los clínicos especializados en dolor orofacial han llegado a un consenso que la oclusión dental ya no puede ser considerada un factor principal en la etiología de TTM. Algunos factores de la relación oclusal se citan como que predispone a la TTM. Estos estudios, sin embargo, demuestran que la corrección de estos factores en individuos sintomáticos ha demostrado poca efectividad en el control de TTM. La oclusión puede tener un rol secundario en la etiología, funcionando como un factor amplificador cuando el TTM ya se encuentra instaurado.

Este hecho científico, sin embargo, no disminuye la importancia de la oclusión en la práctica de la odontología. Las patologías oclusales producen importantes alteraciones estéticas y funcionales en el aparato masticatorio. Los cirujano dentistas deben prestar especial atención a la oclusión cuando se realiza el examen físico o cualquier procedimiento clínico.

### **3.2.6. Tratamiento de TTM**

Los avances científicos en esta área requieren que los profesionales estén continuamente mejorando su conocimiento. Terapias inadecuadas pueden causar complicaciones iatrogénicas, permiten la cronicidad de pacientes con dolor e inducir a creer erróneamente que su enfermedad debe ser tratada por un profesional de otra especialidad.

El objetivo del tratamiento de TTM es controlar el dolor, restaurar la función de aparato masticatorio, reeducar a los pacientes y minimizar las cargas negativas que perpetúan el problema.

El hecho de que la etiología del TTM sea desconocida y su carácter autolimitante, recomienda el uso inicial de terapias no invasiva y reversible, cuya eficiencia se ha demostrado extremadamente alta en los pacientes con TTM. Las terapias usadas más frecuentemente son placas oclusales, termoterapia, terapia de relajación o de control de estrés, instrucciones dietéticas y prescripción de fármacos analgésicos, antiinflamatorios o miorrelajantes.

Algunos estudios reportan el control de los signos y los síntomas en más del 90% de los pacientes al recibir tratamiento conservador. La educación del paciente, la autogestión, la intervención de la conducta, el uso de drogas, férulas interoclusales, terapias físicas, entrenamiento y ejercicios posturales conforman la lista de opciones aplicables a casi todo casos de TTM.

*La práctica de Odontología Basada en la Evidencia (EBD) no es compatible con la prescripción de técnicas que promueven cambios complejos e irreversible tales como el ajuste oclusal por desgaste, la terapia de ortodoncia selectiva, ortopedia funcional, cirugía ortognática o técnicas de rehabilitación oral con prótesis en el tratamiento del TTM.*

La cirugía de la ATM puede ser necesaria en algunos casos específicos, tales como la anquilosis, fracturas y ciertos trastornos congénitos o del desarrollo. En algunos casos excepcionales, se pueden realizar para complementar el tratamiento de los trastornos internos de la ATM.

Al tomar decisiones de tratamiento debemos tener presente algunos parámetros:

- La etiología del TTM es frecuentemente desconocida.
- La causa de los síntomas no es siempre identificada. El dolor por ejemplo, no es siempre ligado a la patología local o no es proporcional al grado de patología registrada.
- Los TTM musculares son localizados, atribuidos inicialmente a una sobrecarga (macro o microtrauma).
- Los síntomas fluctúan en el tiempo, en intensidad y duración, variando con períodos sintomáticos y asintomáticos.
- Los procesos agudos suelen ceder espontáneamente, y una minoría requiere terapia simple.
- Los procesos crónicos, requieren de tratamientos multidisciplinarios

### **3.2.7. Responsabilidades hacia los Pacientes con TTM**

Algunos factores que pueden explicar claramente las razones por las que debería prestarse más atención a los trastornos temporomandibulares: alta prevalencia en la población, el coste social importante y, sobre todo, el costo personal considerable.

En la actualidad, el dolor orofacial y TTM no son temas obligatorios de debate en el plan de estudios de las instituciones educativas. Tal desconocimiento conduce a la formación inadecuada de los odontólogos en reconocer y guiar a los pacientes TTM. La semiología incompleta niega a los pacientes la oportunidad de tener un tratamiento adecuado con una mejoría en su calidad de vida.

Pocas políticas públicas están dirigidas a dar a conocer y tratar pacientes con TTM. En este sentido, el servicio de asistencia sanitaria prestada por el Estado es insignificante. Esta falta de asistencia e información frustra a los pacientes, lo que lleva a una persecución inútil de otras especialidades que tratan los síntomas similares, pero no promueven el control adecuado de TTM.

También es importante destacar que los procedimientos destinados al tratamiento de los TTM no se incluyen en las tablas de tarifas publicadas por sindicatos, asociaciones de odontología y planes de salud. Esta omisión puede debilitar la relación entre profesionales y pacientes, así como

impedir la difusión de las técnicas de tratamiento apropiadas para los profesionales de otras especialidades.

En cuanto a la responsabilidad del proveedor de servicios en el campo del dolor orofacial, los acuerdos imponen obligaciones de medios terapéuticos, pero no necesariamente los resultados. La razón es que, incluso cuando un profesional hace uso de todos los recursos disponibles en la literatura científica, estos no pueden producir los resultados deseados. La existencia de los pacientes refractarios es bastante común en la gestión de enfermedades crónicas.

Las propuestas de prestación de servicios, sin embargo, deben informar a los pacientes que los recursos se dirigen a reducir los niveles de dolor, mejorar la calidad de vida y restaurar la función.

### **3.2.8. Disfunción de los Músculos Masticatorios**

Debido a que la terapia TENS intenta enfocarse a los TTM de origen muscular, a continuación se desarrolla la clasificación IHS respecto a disfunción de los músculos masticatorios.

#### **3.2.8.1. Mialgia Local**

El dolor muscular local es un trastorno de dolor miógeno primario no inflamatorio. Corresponde a un cambio del entorno local de los tejidos musculares como consecuencia de una co-contracción prolongada que al intentar proteger de mayor daño al musculo genera un cambio en el medio local debido al exceso de trabajo produciendo dolor.

Los traumatismos, ya sean por lesión tisular local (inyecciones o distensiones tisulares) o el uso no habitual del músculo (exceso de trabajo o parafunción) pueden generar mialgia local.

Además se incluyen como etiología el aumento de la tensión emocional y el dolor miogénico idiopático.

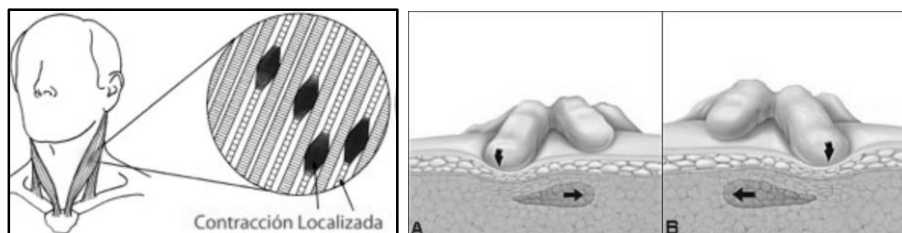
#### **3.2.8.2. Dolor Miofascial**

Es un trastorno de dolor miógeno regional caracterizado por áreas locales de bandas hipersensibles y duras de tejido muscular.

El dolor miofascial o también llamado punto gatillo se clasifica como trastornos miálgico regional. Producen síntomas periféricos, pero está muy influenciado por el SNC. Se trata de zonas muy localizadas en tejidos musculares o en sus inserciones tendinosas, que a menudo se palpan en forma de bandas duras que causan dolor (puntos gatillo).

No se conoce la naturaleza exacta de los puntos gatillo. Se ha sugerido que ciertas terminaciones nerviosas de los tejidos musculares pueden ser sensibilizadas por sustancias algogénicas. Puede haber un aumento local de la temperatura en la zona del punto gatillo, lo cual sugiere un aumento de las demandas metabólicas y/o una reducción del flujo sanguíneo de los tejidos. Dado que un punto gatillo tiene sólo un grupo seleccionado de unidades motoras que se

contraen, no se producirá un acortamiento general del músculo como en el caso del miospasma. La característica específica de los puntos gatillo es que son un origen de dolor profundo constante y pueden producir, por tanto, efectos de excitación central y dolor referido.



**Figura 12.** Localización y palpación de nódulos miofasciales

El dolor referido es el dolor profundo percibido en una estructura distinta de la que está lesionada. Se percibe en estructuras pertenecientes al mismo segmento neurológico de la estructura lesionada. La distribución sobre la piel de un segmento neurológico se llama dermatoma; la distribución de un segmento neurológico en el músculo, miotoma; y en el hueso y articulaciones, esclerotoma.

Si un punto gatillo excita en el centro un grupo de interneuronas aferentes convergentes, se producirá a menudo un dolor referido, generalmente con un patrón predecible en función de la situación del punto gatillo de que se trate.

Aunque el dolor miofascial se manifiesta clínicamente como puntos gatillo en los músculos esqueléticos, este trastorno no procede exclusivamente del tejido muscular. Existen pruebas concluyentes que indican que el SNC desempeña un papel importante en la etiología de este trastorno doloroso. La combinación de factores centrales y periféricos dificulta aún más el tratamiento de esta alteración.

### **3.2.8.3. Mialgia de Mediación Central**

La mialgia de mediación central es un trastorno doloroso muscular crónico que se debe fundamentalmente a efectos que se originan en el SNC y se perciben a nivel periférico en los tejidos musculares.

Los síntomas iniciales son similares a los de un cuadro inflamatorio del tejido muscular y, debido a ello, este trastorno recibe a veces el nombre de miositis. No obstante, no se caracteriza por los signos clínicos clásicos de la inflamación (por ejemplo, eritema o hinchazón). Conviene señalar que la mialgia de mediación central se debe más a la perpetuación del dolor muscular que a su duración real. Muchos cuadros de dolor muscular son episódicos, con intervalos indoloros. Los episodios periódicos de dolor muscular no producen mialgia de mediación central. Sin embargo, un período prolongado y mantenido de dolor muscular puede llegar a producir una mialgia de mediación central.

La aparición de la mialgia de mediación central se debe a la presencia prolongada de sustancias algogénicas en el tejido muscular secundaria a una inflamación neurógena. La inflamación neurógena representa un efecto central que produce una manifestación dolorosa fuera del SNC (es decir, en el tejido muscular). La causa más frecuente de mialgia de mediación central es el dolor muscular local prolongado o el dolor mioaponeurótico. En otras palabras, cuanto más dure el dolor miógeno del paciente, mayores serán las probabilidades de que desarrolle una mialgia crónica de mediación central.

Una de las características clínicas de la mialgia crónica de mediación central es la presencia de un dolor miógeno molesto y constante. El dolor persiste en reposo, aumenta con la función y son frecuentes las disfunciones estructurales. El rasgo clínico más frecuente es la gran duración de los síntomas.

La segunda característica de la mialgia de mediación central es la constancia del dolor. Los dolores que duran meses o incluso años pero que van y vienen, con períodos de remisión total, no son característicos de la mialgia de mediación central. Los pacientes refieren con frecuencia que aun teniendo la mandíbula en reposo, existe dolor. Ello refleja el estado inflamatorio del tejido.

#### **3.2.8.4. Miospasmo**

El miospasmo es una contracción muscular tónica inducida por el SNC.

Durante muchos años, los odontólogos consideraron que los miospasmos eran una causa importante de dolor miógeno. Es razonable pensar que un músculo en espasmo o en contracción tónica presentará un nivel relativamente elevado de actividad EMG. Sin embargo, los estudios realizados no confirman que los músculos dolorosos presenten un aumento significativo de su actividad EMG. Estos estudios nos han obligado a reconsiderar la clasificación del dolor muscular y a diferenciar los miospasmos de otros trastornos de dolor musculares.

Aunque se producen espasmos en los músculos de la masticación, este trastorno no es frecuente y cuando se da suele identificarse fácilmente por sus características clínicas:

- **Disfunción estructural:** hay una notable limitación de la amplitud del movimiento que viene dada por el músculo o músculos que sufren el espasmo.
- **Dolor en reposo.**
- **Aumento del dolor con la función.**
- **Sensibilidad muscular local:** la palpación del músculo o músculos que experimentan el miospasmo tendrán una sensibilidad notable.
- **Tensión muscular:** el paciente refiere una tensión súbita de todo el músculo. La palpación del músculo o músculos pone de manifiesto su dureza.

### 3.2.8.5. Miositis

Las miopatías inflamatorias son un grupo de enfermedades musculares que involucran la inflamación de los músculos o de los tejidos asociados, tales como los vasos sanguíneos que abastecen a los músculos. Una miopatía es una enfermedad muscular, y la inflamación es una respuesta al daño celular. El proceso inflamatorio lleva a la destrucción del tejido muscular, y viene acompañado de debilidad y dolor. Con el paso del tiempo, puede haber pérdida de la masa muscular (atrofia).

Se manifiestan por una debilidad de los músculos y, muy frecuentemente, con dolores musculares. Esta debilidad puede aparecer de forma aguda o progresivamente y los síntomas van desde molestias simples, a la parálisis completa.

El análisis de sangre puede poner de manifiesto disfunciones del sistema inmunitario, la destrucción de células musculares e inflamación general. Determinaciones en sangre de diversos anticuerpos ayudan a clasificar las diferentes enfermedades.

La biopsia muscular es el único examen que puede confirmar el diagnóstico. El músculo presenta características muy particulares en las miopatías inflamatorias, fundamentalmente: destrucción de las fibras musculares (necrosis) y signos de inflamación.

En la mayoría de casos, la causa de una miopatía inflamatoria es poco clara. Por alguna razón, el sistema inmunológico del cuerpo se torna en contra de sus propios músculos y daña el tejido muscular en una respuesta autoinmune. Los virus pueden ser un disparador de la miositis autoinmune. Las personas con el virus VIH, pueden desarrollar una miositis, como puede suceder a las personas con virus HTLV-1. Algunos casos de miositis han venido después de una infección con el virus Coxsackie B.

Hay tres tipos principales de miopatía inflamatoria:

- Polimiositis, una enfermedad en la que las células inflamatorias del sistema inmunológico atacan directamente a las fibras musculares.
- Dermatomiositis, una enfermedad en la que estas células atacan los pequeños vasos sanguíneos que abastecen los músculos y la piel.
- Miositis con cuerpos de inclusión, una enfermedad de personas mayores que parece ser en parte inflamatoria y en parte una enfermedad muscular degenerativa.

### 3.3. Aplicación Clínica de la TENS en Rehabilitación Oral y TTM: Odontología Neuromuscular

El objetivo del tratamiento rehabilitador es alcanzar una relación oclusal óptima desde el punto de vista funcional y estético y al mismo tiempo, lograr la posición de los cóndilos en equilibrio con los componentes de la triada estomatognática: *sistema neuromuscular*, *oclusión* y *ATM*. Todas las funciones del sistema masticatorio dependen del estado y de la interacción de sus componentes básicos. Debido a la retroalimentación continua entre estas estructuras y el sistema nervioso central, todas las funciones del sistema masticatorio actúan con la máxima función, consumo de energía mínimo y sin daño de los tejidos orofaciales.

Pero la oclusión habitual del paciente no siempre refleja la relación ideal de la mandíbula respecto al cráneo. Al restaurar una oclusión con músculos hipertónicos o fatigados se perpetúa la patología existente. De vez en cuando algunos factores locales o sistémicos pueden interrumpir la actividad normal de los componentes del sistema masticatorio, donde la alteración de la actividad de cualquiera de los componentes puede conducir al desorden de todo el sistema.

El Dr. Bernard Jankelson en los años 50 aporta a la odontología su filosofía neuromuscular, otorgando nuevos enfoques en el diagnóstico y rehabilitación de los pacientes. En la actualidad con la ayuda de la **Bioinstrumentación** podemos analizar todos los componentes del sistema estomatognático y ubicar a la mandíbula tridimensionalmente con respecto al cráneo, de manera tal que toda la musculatura trabaje en armonía, sin adaptaciones y sin fatiga muscular logrando una **oclusión neuromuscular**

Dada la complejidad del sistema, es necesario determinar parámetros de salud/enfermedad o función/disfunción bien establecidos y debidamente comprobados. Aquí es donde la instrumentación bioeléctrica nos permite capturar de manera objetiva fenómenos biológicos que podrán utilizarse para un diagnóstico certero, un análisis crítico del tratamiento a realizar, y una prueba verificable de los logros obtenidos mediante la aplicación de una terapéutica adecuada, metodología denominada **Odontología Neuromuscular**. El objetivo de la odontología neuromuscular es relajar los músculos que controlan la posición mandibular para establecer una verdadera posición de reposo fisiológico sobre el cual se basan las consideraciones de tratamiento. La odontología neuromuscular utiliza instrumentos computarizados para medir los movimientos de la mandíbula del paciente a través de **Escaneo Computarizado Mandibular (CMS)** o el **Análisis de Movimiento de Mandíbula (JMA)**, la actividad muscular mediante **electromiografía (EMG)** y los sonidos de la articulación temporomandibular por **Electrosonografía (ESG)** o **Análisis de Vibración Articular (JVA)** para ayudar en la identificación de alteraciones en conjunto (Tabla VI).

CMS	EMG	ESG
Analiza en las tres dimensiones el movimiento de la mandíbula con precisión en décimas de milímetros	Mide y analiza la actividad muscular de los músculos	Registra los sonidos producidos por la articulación
Movimientos de cierre, deglución y masticatorios	En descanso y en función	En apertura y cierre de la boca
Registro de los movimientos mediante un pequeño imán ubicado temporalmente frente a los incisivos inferiores	Electrodos de superficie ubicados en la cara, frente, a los lados de la cabeza y en el mentón	Ubicación de casco con sensores de vibración (transductores) sobre ambas articulaciones temporomandibulares
Para evaluar la precisión de la posición mandibular en el tratamiento oclusal	Actividad electromiográfica antes y después de TENS, así también como durante apriete dentario	La frecuencia y amplitud del sonido, así también como la posición durante la apertura/cierre al momento del sonido

**Tabla VI.** Principales características de los instrumentos utilizados en la terapia de odontología neuromuscular

Así, cuando un paciente asiste a la clínica con un cuadro de dolor, soporte periodontal disminuido (sano o enfermo), múltiples piezas dentales ausentes, severamente desgastadas o todas estas situaciones juntas, la tarea y reto verdadero del odontólogo es la rehabilitación. No solo estética sino también la función del sistema.

Con el fin de evitar artefactos de la técnica es obligatorio ceñirse a ciertas reglas estrictas de medición. Se ha demostrado que variaciones relativamente pequeñas en la colocación de los electrodos pueden cambiar significativamente registros de EMG. Esto significa que los registros obtenidos durante múltiples visitas no se pueden comparar a menos que se tenga un cuidado extremo para colocar los electrodos en la misma ubicación exacta para cada registro. Aunque se ha sugerido que los dispositivos de seguimiento se pueden utilizar para diagnosticar y controlar el tratamiento de TTM, la desviación de la mandíbula en un problema no puede ser específica para un trastorno particular. Por lo tanto, esta información sólo se debe utilizar en combinación con los resultados del examen y la historia clínica. Aunque la sonografía es el sistema que puede registrar con precisión ruidos de la articulación, la importancia de estos sonidos no ha sido bien establecida. Por otra parte, muchas articulaciones sanas pueden producir sonidos durante ciertos movimientos. Para que la sonografía tenga sentido, debe ser capaz de separar sonidos con significancia diagnóstica de aquellos que no.

Los registros de EMG han comprobado que proporcionan una excelente información sobre la función muscular en condiciones de investigación. También son útiles con diversas técnicas de retroalimentación (biofeedback) al permitir que el paciente controle la contracción muscular durante el entrenamiento de la relajación.

### 3.3.1. Sistematización de la Rehabilitación Oral

En cuanto a la rehabilitación, ésta debiera presentar un esquema, el cual se adapte a cada situación, ya que no todos los individuos son iguales. Para realizar este esquema lo dividiremos en **tres etapas que son claves:**

- Etapa de **recolección de datos y de exámenes** (extraoral, intraoral, instrumental y determinación de DVO).
- Etapa de **provisionalización de diagnóstico**.
- Etapa de **aparatología definitiva**.

### **3.3.1.1. Recolección de Datos y de Exámenes**

En la etapa de recolección de datos es muy importante realizar una acuciosa anamnesis para reconocer todos los antecedentes sistémicos, operaciones, antecedentes odontológicos, parafunciones, etc.

#### **3.3.1.1.1. Examen Extraoral**

En el examen extraoral el profesional debe ser minucioso en observar cada síntoma y signo que nos indique alguna anormalidad (biotipo, deambular, planos extraorales, medidas faciales de bioestética, DVO, palpación de la musculatura y examen y palpación de ambas ATM).

#### **3.3.1.1.2. Examen Intraoral**

Una vez que realicemos el examen extraoral, sólo ahora nos enfocamos en la cavidad oral, donde observaremos detalladamente signos y síntomas de alguna patología en los pilares oclusal, periodontal, en la mucosa oral, dinámica mandibular, etc.

#### **3.3.1.1.3. Examen Instrumental**

Recolectados estos datos, es necesario examinar el funcionamiento de la oclusión del paciente, para esto es necesario realizar el examen instrumental del paciente. Este consiste en transferir la oclusión del paciente con las mismas referencias craneofaciales y con los mismos movimientos mandibulares a un articulador que puede ser semiajustable o idealmente ajustable. Esta es una ayuda invaluable en la recolección de datos y desarrollo oclusal, el cual debe estar en una posición condilar óptima y dimensión vertical correcta (Gracis, 2003).

El problema es que cuando el sistema estomatognático presenta algún grado de disfunción, podría estar regido por engramas nocivos que esconden la verdadera condición del sistema, fomentando su inestabilidad y deterioro. Antes de emitir un diagnóstico o planificar un tratamiento, es necesario que el odontólogo rompa cualquier engrama a través del relajamiento neuromuscular con el fin de lograr una posición condilar óptima que sirva de punto de partida para cualquier procedimiento posterior (Okeson, 2002). En pacientes con una oclusión normal, maniobras sencillas y expeditas como las manipulaciones manuales o un JIG a lo mucho, serán suficientes (Yaffe, y cols., 1996; Wilson, Banerjee, 2004). Sin embargo, en los pacientes con oclusión patológica que evidencien engramas nocivos con acumulo de daños durante tiempo prolongado, se prescribirán maniobras más complejas como una férula oclusal para superarlas (Yaffe, y cols., 1996; Okeson, 2002) u otras técnicas utilizando instrumentos bioeléctricos como TENS o la suma de ambos para una mayor efectividad (Álvarez, Junquera. 2002). La férula oclusal también es una herramienta importante para recuperar la dimensión vertical y probar la adaptación del paciente a ella (Yipy cols., 2003).

#### 3.3.1.1.4. Determinación de la DVO

También en la obtención de la DVO se pueden utilizar otros métodos. Estos se dividen en métodos para evaluar la DVO en subjetivos y objetivos. Muchos odontólogos determinan la DVO utilizando medios subjetivos, como la distancia interoclusal de reposo y técnicas basadas en el habla utilizando sonidos sibilantes. Niswonger propuso el uso de la distancia interoclusal (espacio libre), en la que se asume que el paciente relaja la mandíbula dentro de la misma posición constante de reposo fisiológico. El odontólogo resta entonces 3 mm de la medida para determinar la DVO. Dos puntos suelen hacer que este método sea incorrecto.

En primer lugar, el espacio libre interoclusal varía mucho en el mismo paciente dependiendo de varios factores, entre los que se incluyen la postura de la cabeza, el estado emocional, la presencia o ausencia de dientes, parafunciones y el momento del registro (la DVO es mayor por la mañana). En segundo lugar, la distancia interoclusal en reposo varía entre 3 y 10 mm de un paciente a otro. Como resultado de ello, no se sabe cuál es la distancia que hay que restarle al espacio libre interoclusal de un paciente determinado. Por tanto, la posición de reposo fisiológica no debe ser el método principal para evaluar la DVO.

Silverman estableció que debería existir unos 2 mm entre los dientes cuando se pronuncia el fonema “ese”. Pound desarrolló más este concepto para el establecimiento de los registros de relación céntrica y vertical entre las arcadas para las prótesis completas. A pesar que este estándar puede ser más exacto, no guarda relación con la DVO del paciente. Los pacientes portadores de prótesis suelen llevarlas durante más de 14 años y, durante este tiempo, pierden 10 mm o más de su DVO original. A pesar de ello, todos estos pacientes son capaces de decir *Mississippi* con las prótesis que llevan. Si el habla guardara relación con la DVO original, estos pacientes no serían capaces de pronunciar los sonidos *S*, debido a que sus dientes estarían separados más de 12 mm. Los pacientes con disfunción en su articulación temporomandibular e incrementos quirúrgicos en su DVO, así como los pacientes con una atrofia grave con prótesis durante mucho tiempo, demuestran que la DVO puede variar más de 20 mm, y sin embargo la mayoría de ellos es capaz de hablar claramente.

Los métodos objetivos de elección son la cefalometría y las medidas faciales. El origen de las mediciones faciales se encuentra en la antigüedad, cuando los escultores y matemáticos seguían la proporción dorada, especificada después como la proporción 1,618 a 1. Posteriormente, Leonardo da Vinci aportó observaciones y dibujos sobre las proporciones faciales, que denominó proporciones divinas. Observó que la distancia entre la barbilla y la parte inferior de la nariz era una dimensión similar a:

- 1) La línea del cabello a las cejas.

- 2) La longitud del pabellón auditivo.
- 3) Las cejas hasta la parte inferior de la nariz.

Cada una de estas dimensiones equivalía a un tercio de la cara. Muchos profesionales, incluyendo a los cirujanos plásticos, los cirujanos orales, los artistas y los ortodontistas utilizan las medidas faciales para determinar la DVO. Una revisión de la bibliografía revela muchas otras correlaciones de características que se corresponden con la DVO.

Otro método es el cefalométrico, que se ha propuesto como un estudio que tiene poca exposición y de bajo costo, y que no sólo puede entregar una medición de la altura facial del rostro, sino que además permite evaluar la orientación del plano oclusal, la profundidad de la curva de Spee, la inclinación de las piezas anteriores y la guía anterior. Además presenta mediciones más precisas considerando que sus puntos de referencia están en tejidos duros y no blandos.

El análisis cefalométrico permitiría realizar una evaluación de los cambios efectuados desde un aspecto funcional y estético, y complementa el análisis clínico para determinar qué es lo que se encuentra alterado y sobre esa base poder tomar decisiones. La cefalometría en sí constituye un análisis morfológico del complejo craneobucofacial mediante registros y mediciones realizado sobre una telerradiografía (generalmente lateral). Estas mediciones se recogen en un cefalograma donde posteriormente se realiza un análisis cefalométrico. El objetivo del análisis consiste en comparar al paciente con un grupo de referencia normal para detectar cualquier diferencia entre las relaciones dentoesqueléticas del paciente y las que cabría esperar dentro de su grupo étnico o racial. Entre los análisis cefalométricos desarrollados se encuentran algunos que contienen análisis en el sentido vertical y estos en general son los que se han aplicado al área de rehabilitación oral. Entre estos se encuentran el análisis de Steiner, McNamara, Björk-Jarabak y Ricketts.

Ahora, existe un concepto diferente para determinación de DVO a través del protocolo de Jankelson propuesto en 1977. En el describió dos posiciones mandibulares: **posición de reposo de adaptación** y **posición de reposo mandibular verdadera**, y de ese modo, espacios libres mandibular adaptativo y verdadero. Espacio libre adaptable se define como el espacio interoclusal que se produce cuando el paciente es instruido para que voluntariamente relaje la mandíbula. Espacio libre verdadero es el espacio interoclusal presente una vez lograda la relajación de la musculatura masticatoria, **como ocurre después de estimulación con electroterapia relajante**. De acuerdo con Jankelson (1982), la base para una evaluación de la dimensión vertical es la determinación de la verdadera posición de reposo, provocada por el uso de un kinesiógrafo mandibular (CMS) y un electroestimulador transcutáneo (TENS Myomonitor). Un músculo relajado se define como uno que ni se contrae ni estira (Ganong1985). En esta longitud de reposo fisiológico el músculo es capaz de ejercer la fuerza y velocidad máxima en condiciones isométricas e isotónicas respectivamente.

La elección de la técnica debe responder las preguntas ¿Esta es la DVO correcta? ¿En qué DVO debo dejar mi rehabilitación? Una vez obtenida la DVO correcta para el paciente y una posición condilar repetible se procede a tomar registros para luego transferirlo al articulador y posteriormente individualizarlo. Todo esto para obtener la estabilidad oclusal (Okeson, 2002) que servirá como punto de partida que avale la obtención de registros intermaxilares y realizar el correcto montaje de modelos de estudio a un articulador semiajustable (Gracis, 2003). En el montaje, se hará un examen instrumental de la oclusión el cual complementa la información recolectada a la anamnesis (Manns, Biotti, 2006).

### ***3.3.1.2. Provisionalización de Diagnóstico***

En la etapa de provisionalización de diagnóstico, es factible proyectar los resultados. Para ello, no hay mejor forma de visualizar los resultados que con encerados diagnósticos funcionales. Es importante la asimilación previa y comprensión del paradigma que guiará la rehabilitación porque el encerado es la materialización de su conceptualización, la base de los futuros provisorios y el primer vistazo sobre la funcionalidad del esquema oclusal final (Keough, 2003a; Keough, 2003b; Spear, 1997a; Spear, 1997b).

Con una perspectiva integral de la situación clínica, es momento de emitir un diagnóstico presuntivo.

Con toda la información recolectada y un diagnóstico presuntivo, podremos diseñar el esquema oclusal más adecuado para el caso a partir de “oclusión ideal” proporcionado por nuestro paradigma de rehabilitación proporcionado por las diferentes escuelas de oclusión (Gnatológica, Orgánica, Bioestética, Miocéntrica, etc.), porque a la luz de lo considerado como biológico y saludable en forma y función, cualquier disfunción del sistema estomatognático se muestra en toda su extensión.

Hasta este momento, hemos explorado y teorizado sobre la condición del paciente pero no hemos probado si nuestra propuesta global de rehabilitación sea la correcta. Para ello, confeccionaremos provisionales diagnósticos, en donde seleccionaremos la técnica más adecuada (planos de relajación, prótesis inmediatas, provisorios fijos o prótesis de transición, etc.), las cuales permitirán observar el comportamiento del esquema oclusal escogido y evaluar si es realmente funcional y tolerable para el paciente; por esta misma razón, el diagnóstico se mantiene presuntivo.

No es posible evaluar con métodos empíricos si la nueva DVO y posición mandibular son adecuadas para el paciente. Debido a que en la etapa diagnóstica tenemos establecida la posición óptima de función muscular mediante la aplicación de TENS y su medición con EMG, podemos corroborar estos datos en la etapa de provisionalización de manera de establecer si los valores son similares con los obtenidos previamente o si es necesario replantear el caso con un enfoque diferente.

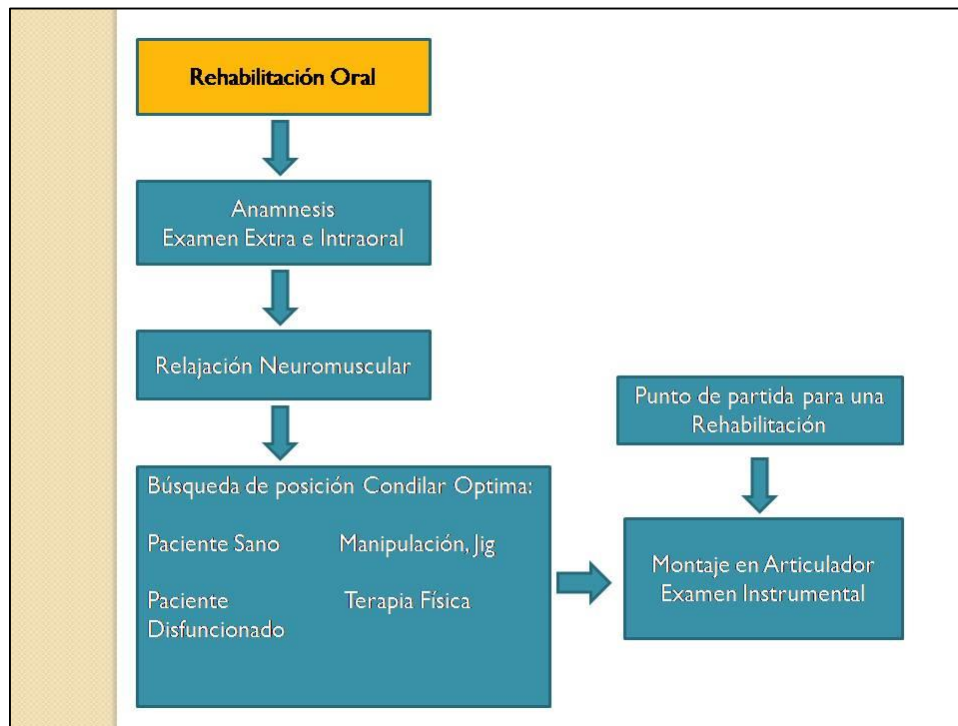
### ***3.3.1.3. Aparatología Definitiva***

Superada la fase de provisionalización, entramos en la etapa de aparatología definitiva, en donde contamos con la capacidad de formular un diagnóstico y plan de tratamiento definitivo. La selección de la técnica protésica que más nos convenga en un abordaje integral, ya sea operatoria, prótesis fija, removible, implantología o todas ellas, considerando la biomecánica y fisiología dentro del diseño de las prótesis definitivas. Dependiendo de nuestra selección, hacemos partícipes según sea la necesidad, a otras especialidades como periodoncia, endodoncia, ortodoncia, operatoria o cirugía con el objetivo de recuperar, estabilizar u optimizar el terreno biológico donde trabajaremos. Posteriormente, todas las prótesis diseñadas serán hechas siguiendo todos los pasos usuales. Como todas las prótesis finales deberán comportarse de la misma manera que los provisorios diagnósticos, se recomienda la cementación/instalación provisional de las prótesis junto a controles frecuentes de higiene oral y oclusión por cierto período de tiempo; en algunos casos puede ser necesario un remontaje. También puede ocurrir la recidiva de los síntomas de dolor para ello es necesario replantearse el problema o realizar terapia con TENS respaldado en sus propiedades analgésicas y de relajación muscular para controlar el esquema oclusal y si es necesario realizar un ajuste en la oclusión de la aparatología definitiva para posteriormente controlar y observar si persisten los síntomas.

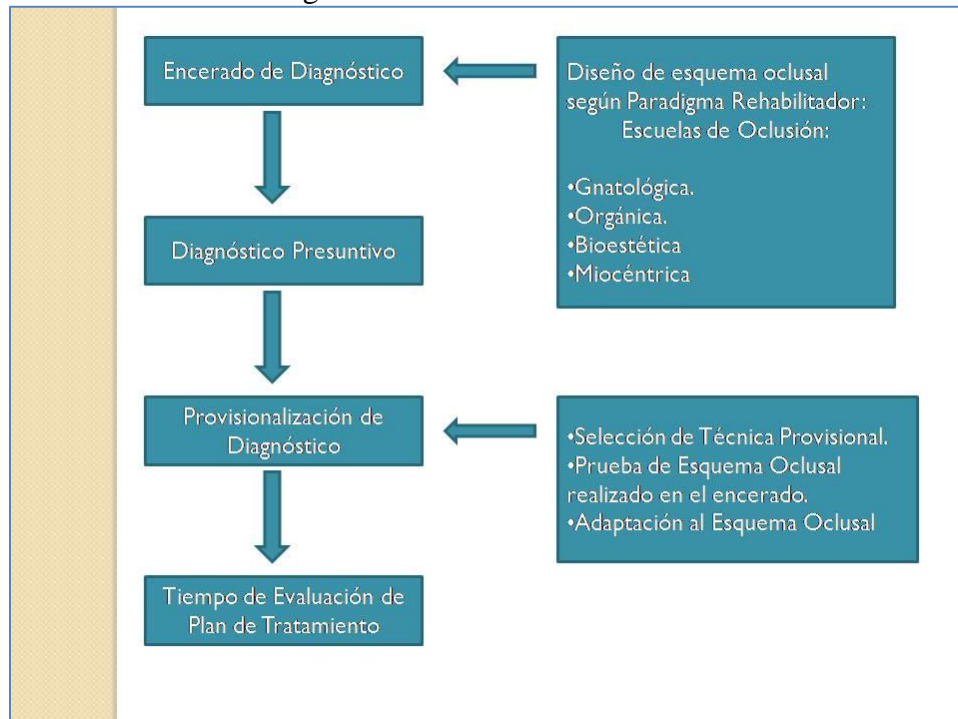
Entonces, cuando el paciente haya demostrado haber recuperado su función sin remisiones o complicaciones, podremos afirmar que la rehabilitación oclusal está concluida.

A continuación se esquematizará las diferentes etapas de la Rehabilitación Oral en un flujograma:

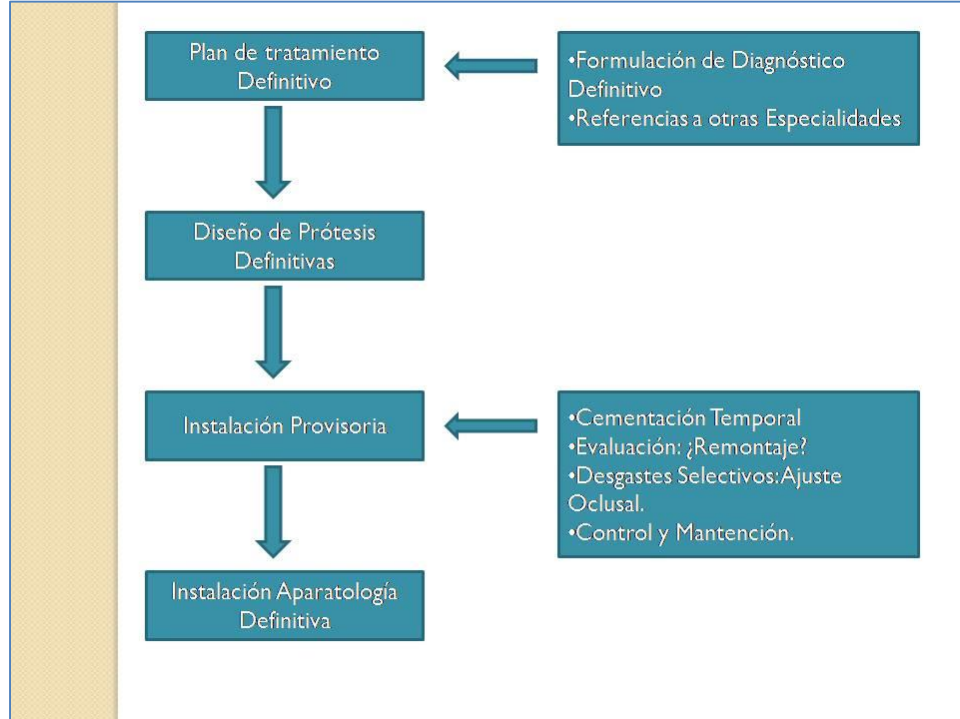
### Etapa de recolección de datos y de exámenes (extraoral, intraoral e instrumental)



### Etapa de provisionalización de diagnóstico



## Etapa de Aparatología definitiva.



## 4. OBJETIVOS

---

### 4.1. Objetivo General

- Sistematizar el uso de la terapia de electroestimulación transcutánea (TENS) durante el diagnóstico y plan de tratamiento en rehabilitación oral y trastornos temporomandibulares.

### 4.2. Objetivos Específicos

- Definir el concepto de TENS y relacionar con rehabilitación oral, odontología neuromuscular y TTM.
- Diferenciar entre los tipos de TENS y sus aplicaciones en analgesia, relajación neuromuscular, diagnóstico y tratamiento en rehabilitación oral
- Describir el uso de TENS para diagnóstico y plan de tratamiento en rehabilitación oral.
- Describir el uso de TENS en el manejo y tratamiento de TTM.
- Establecer y comparar el uso de TENS para analgesia, relajación muscular y diagnóstico neuromuscular.
- Establecer de qué manera la TENS produce analgesia y relajación muscular.
- Proponer un protocolo de uso de TENS para pacientes de rehabilitación oral y TTM.
- Criticar la aplicación de la TENS en comparación a modelos tradicionales de manejo en pacientes de rehabilitación oral y TTM.
- Criticar la viabilidad de la TENS en comparación a otros modelos para el manejo del dolor orofacial.

## 5. MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó una búsqueda sistemática en textos y artículos que tuvieran dentro de sus parámetros el uso de TENS como terapia para el tratamiento de TTM, parafunción, relajación, presentaciones de caso y monografías.

Los estudios que se consideraron incluyen estudios de casos y controles, experimentales y comparativos de la TENS en sí mismo y con otros tipos de terapias físicas. Las aplicaciones varían de manejo del dolor agudo, crónico y neuropático, relajación, determinación de dimensión vertical oclusiva, determinación de relación céntrica articular, control y manejo de TTM, determinación de la posición neuromuscular de reposo, integración terapéutica en diagnóstico, manejo y tratamiento de bruxismo, usos clínicos y aplicaciones, comparación con terapia de láser de bajo nivel y biofeedback.

## 6. RESULTADOS

Se revisaron 146 artículos entre textos, presentaciones, monografías y publicaciones. Se seleccionaron 66 artículos que se distribuyeron de la siguiente manera:

<b>Aplicación de TENS</b>	<b>4</b>
<b>Comparación de TENS con otras terapias</b>	<b>15</b>
<b>Relajación neuromuscular</b>	<b>14</b>
<b>Tratamiento de TTM</b>	<b>16</b>
<b>TENS para diagnóstico</b>	<b>9</b>
<b>Analgesia</b>	<b>8</b>

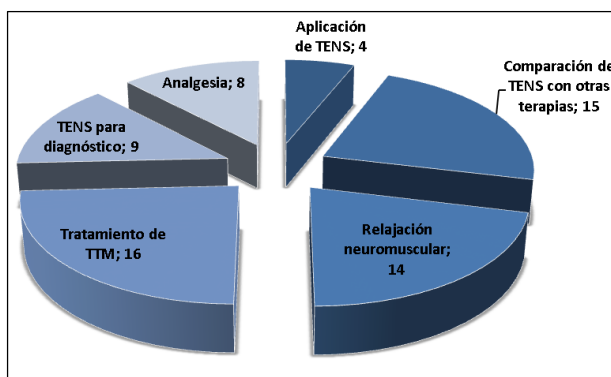


Tabla VI y Gráfico I. Distribución de los artículos seleccionados según tema.

## 7. DISCUSIÓN

---

### 7.1. TENS y Relajación Neuromuscular

#### 7.1.1. Odontología Neuromuscular

El concepto de odontología neuromuscular busca alejarse de la clínica odontológica tradicional que aporta una visión mecánica al funcionamiento del sistema masticatorio. El concepto neuromuscular armoniza la posición de la mandíbula respecto a la postura fisiológica muscular en relación al cráneo, en armonía con la posición postural del cráneo a los músculos cervicales (Chan, 2004). **Los conceptos generales no se alejan de los clásicos, sino que aportan otra visión, objetiva y medible a la posición ideal de la mandíbula al momento de enfrentarse a alteraciones del sistema masticatorio, TTM o rehabilitaciones orales.**

El objetivo de la odontología neuromuscular es transformar a los odontólogos en fisiólogos orales, ya que pueden relacionar la oclusión dental, músculos y articulaciones temporomandibulares en conjunto, con sistemas de medición y registros computacionales.

#### 7.1.2. Trastornos Temporomandibulares

La literatura sugiere una base a nivel central para el origen de los TTM (Griffin, 1964), ya que al alterarse la percepción de un estímulo, el sistema tiende a generar respuestas para enfrentar tal cambio. Este sitio se identificó a nivel de la formación reticular cerebral (Magoun y Moruzzi, 1949). Los sensores hacia la formación reticular provienen de propioceptores a nivel dental que estimulan áreas específicas de la formación reticular (Hampton y cols., 1955).

Al existir trastornos a nivel articular, las vías de respuesta reflejas se encuentran localmente bloqueadas, lo que en ciertos casos produce una disminución de la respuesta del reflejo de apertura mandibular con la consecuente hiperactividad muscular (Griffin, 1964). A pesar de estos datos, los problemas musculares son pasados por alto gran parte de las veces, ya que no se cuenta con las capacidades técnicas o teóricas para poder enfrentarse a ellos tanto diagnóstica como terapéuticamente (Travell, 1983) incluso considerando que un alto porcentaje de TTM son de origen muscular (Garry, 1986; Grummons, 1997).

Un enfoque fisiológico de los TTM musculares (Chang, 2002) incluye el uso de sistemas bioeléctricos para el tan importante diagnóstico de estos problemas, identificando **una posición de descanso fisiológica, una trayectoria neuromuscular mandibular, una oclusión que elimine aferentes nocivos, con una posición muscular medible y registrable de manera objetiva mediante CMS, EMG, sonografía y TENS** (Cooper, 1997).

Se registran los datos previos a la intervención con TENS para así notar los cambios en la actividad neuromuscular y trayectorias de movimientos, estableciendo una posición muscular de contacto fisiológica llamada posición miocéntrica que sirve como punto de partida para el tratamiento del TTM, ya sea mediante ortopedia, ortesis o rehabilitación oral.

Los TTM tienen una alta prevalencia a nivel mundial (Lipton y cols., 1993; Nassif y cols., 2001; 2003; Matsumoto, 2002; Pedroni y cols., 2003; Carlsson y cols., 2002; Magnusson y cols., 2000) y con una alta tasa de presentación clínica de dolor y pérdida de función, por lo que la consulta de estos trastornos a nivel clínico va en aumento. Desafortunadamente, el manejo actual se basa en ortesis diseñadas de manera estándar y terapias farmacológicas para manejo de dolor y relajación de manera paliativa.

Debido a que los TTM pueden ser multifactoriales en un sistema complejo compuesto por múltiples estructuras **es necesario establecer la función fisiológica muscular normal antes de iniciar cualquier terapia, y de esta manera tener algún punto de inicio y comparación de la progresión del trastorno en el tiempo. Esto es la posición neuromuscular, que se caracteriza por una posición estable maxilomandibular en oclusión lograda por una contracción isotónica de la musculatura relajada.**

Lo anterior sugiere una base de disfunción física en los TTM que puede corregirse estableciendo una posición neuromuscular como inicio para la confección de ortesis que brinden una oclusión neuromuscular ideal, ya que los pacientes TTM presentan una actividad de músculos posturales elevada (que debe disminuir), función asimétrica bilateral de los músculos masticatorios y oclusión dental no coincidente con la posición óptima de función del sistema masticatorio. Esto otorga una herramienta objetiva para poder enfrentar el diagnóstico y tratamiento de pacientes con TTM. La posición postural mandibular en reposo debe de analizarse para devolver la alineación fisiológica de la mandíbula respecto al cráneo antes de iniciar cualquier tipo de terapia (Eatmon, 2005).

**La oclusión dental es la piedra angular de la estabilidad del sistema craneomandibular, en conjunto con los músculos y las articulaciones temporomandibulares. Está establecido que la oclusión tiene un papel predisponente, iniciador y perpetuador en los TTM** (Kirveskari y cols., 1989; 1992; 1998; Fushima y cols., 1989; 1999; Sonessen y cols., 1998). Incluso, al introducir interferencias oclusales en pacientes sanos se presentaron síntomas de TTM, produciendo hiperactividad muscular, dolor y descoordinación de movimientos en un intento de establecer una relación causa efecto entre la oclusión y la incidencia de TTM. (Christensen y cols., 1995; De Boever y cols., 2000; Riise y cols., 1982; 1984; Niemi y cols., 2006; Li y cols., 2008)

**La relajación producida por TENS a nivel de los músculos masticatorios establece una posición neuromuscular**, que en conjunto con una oclusión estable sin interferencias y articulaciones sanas promueve la estabilidad a largo plazo de todas las estructuras relacionadas (Cooper, 2011). Las articulaciones no inician o dictan la función. Permiten la función y se adaptan a las necesidades funcionales, por lo que son secundarias a una oclusión fisiológicamente ideada. Se establece entonces que antes de evaluar la forma en que ocurren las alteraciones anatómicas (signos y síntomas) se establezca la función normal del sistema. Por esto, se recomienda siempre realizar tratamientos reversibles antes de iniciar grandes cambios a la oclusión dental para poder

determinar el curso a seguir. Las terapias con planos de relajación (ortesis) son adecuadas en estos casos. A pesar de no poder comprobar la eficiencia computacionalmente, el simple uso de TENS para la confección de los planos muestra mejorías en la presentación de los TTM en los pacientes (Gaudet y Brown, 2000; Cooper, 2008). Lo anterior también puede utilizarse como punto de inicio para tratamientos que inevitablemente requieren de grandes cambios oclusales y de esta manera perpetuar la salud muscular en el delicado balance del sistema estomatognático.

Existen diversas entidades clínicas que pueden presentar dolor en los pacientes TTM y su etiología puede deberse a la presencia de actividad parafuncional o bruxismo, donde existe un aumento del tono muscular de los músculos masticatorios.

La hiperactividad puede ser de origen emocional a nivel de la formación reticular antes nombrada que aumenta la liberación de serotonina con el consecuente aumento del tono o incluso deberse a una alteración de drenaje a nivel de capilares linfáticos locales (Carballo y Capmourteres, 2005).

En condiciones fisiológicas no es necesario que el sistema muscular ejerza acciones compensatorias para poder desarrollar su función principal. Cuando se sobrepasa la barrera, comienza una cadena de eventos que llevan a la sobrecarga crónica con cambios fisiológicos y bioquímicos que producirán los síntomas de TTM.

Es decir, para lograr una oclusión habitual en máxima intercuspidad la musculatura entrara en hiperactividad compensatoria. Si esta situación se mantiene en el tiempo excediéndose la capacidad de adaptación del sistema, se establecerá la disfunción con signos y síntomas en relación a la magnitud de la causa o efecto primario.

La instrumentación bioeléctrica en la odontología neuromuscular nos permite capturar una medida objetiva de estos fenómenos biológicos.

### **7.1.3. Relajación Neuromuscular**

El uso de TENS de baja frecuencia y bajo amperaje produce relajación muscular comprobada por estimulación de los nervios trigémino y facial, causando un bombeo sanguíneo rítmico que activa el sistema linfático, limpiando al músculo de productos de desechos tóxicos. También aumenta en ocho veces la eficacia del metabolismo transformándolo de anaeróbico en aeróbico y estimula la secreción de péptidos opioides como las endorfinas produciendo un alivio del dolor más duradero que con TENS de alta frecuencia. (Carballo y Capmourteres, 2005).

La relajación producida por TENS disminuye la hiperactividad muscular logrando que la mandíbula adopte una posición de reposo con mínima actividad de los músculos elevadores y depresores (posición fisiológica de reposo o miocéntrica). En este punto es posible establecer un arco de cierre neuromuscular que lleva a la oclusión neuromuscular. En la clínica esta posición puede registrarse para transferencia por intermedio de registros de mordida habituales. A partir de

aquí, es decisión del clínico el camino a seguir, pero como se comentó anteriormente este es el punto de partida para la confección de ortesis (planos de relajación) que aseguren una eficiencia masticatoria comprobable (Kares, 2005). Incluso, el registro de mordida en la posición de reposo neuromuscular puede utilizarse para diagnóstico ortodóncico en pacientes clase II, pudiendo visualizar diferentes aspectos de tendencias de crecimiento en comparación al montaje con referencias arbitrarias (Monaco y cols., 2008) permitiendo además visualizar la tendencia de posición de la mandíbula en la posición de reposo neuromuscular en maloclusiones, estableciendo la importancia del diagnóstico en tratamientos complejos.

Si no se decidiera realizar un plano de relajación para estabilizar a los pacientes bruxómanos a largo plazo, la terapia habitual con TENS de ultra baja o baja frecuencia sirve como tratamiento de relajación en pacientes con parafunción, ya que está comprobada la reducción de los valores medios electromiográficos en estos sujetos de estudio (Frucht y cols., 1995).

La relajación producida por TENS en pacientes bruxómanos ocurre directamente a nivel de la musculatura elevadora (Wieselmann-Penker y cols., 2001) sin que exista un requisito previo de participación de los pacientes como en el caso de terapias de retroalimentación (EMG biofeedback). Además, se ha demostrado que la TENS de baja frecuencia tiene un efecto significativo en las ondas cerebrales a nivel central (Pierleoni y cols., 2010), creando un estado de sedación (aumento de ondas alfa) e hipo vigilancia (disminución de ondas theta) apoyando un efecto relajante a nivel del sistema nervioso central.

El efecto relajante sólo puede ser cuantificado mediante el uso de EMG, pero si lo que buscamos es una relajación pura para pacientes que presenten alteraciones en los músculos masticatorios, la evidencia señala que el uso de TENS de ultra baja frecuencia reduce los valores electromiográficos, independiente que queramos registrar la posición miocéntrica (Bazzotti, 1997; Kamyszek y cols., 2001).

La terapia con TENS tiene un efecto contrario a la fatiga muscular, promoviendo cambios a nivel bioquímico y fisiológico de la condición muscular, lo que favorece la relajación a corto y largo plazo (Eble y cols., 2000)

## 7.2. TENS y Analgesia

El empleo del TENS como modalidad de electroterapia analgésica se ha convertido en rutinario en los últimos años. Ello se puede atribuir a varios factores, entre los que destacan su inocuidad, sencillez, empleo ambulatorio, así como al gran número de síndromes dolorosos que pueden beneficiarse del mismo. Prácticamente todo dolor agudo o crónico localizados, tanto de origen somático como neuropático, se han señalado como tributarios de este método analgésico (Mannheimer, 1985; Reig y García, 1993). **El mecanismo analgésico de la TENS implica teoría del control de la compuerta, sistemas inhibitorios del dolor endógeno y bloqueo fisiológico** como se ha visto anteriormente (Singla y cols., 2013). **Los efectos clínicos de la TENS sobre la reducción o eliminación del dolor se reconoce como beneficioso en el tratamiento tanto de TTM agudo y como de pacientes con dolor crónico** (Meystad y cols., 1990).

### 7.2.1. Analgesia para Dolor Crónico

**La TENS puede utilizarse para manejo de dolor crónico.** Así lo demuestran diferentes estudios como el de la eficacia de la TENS a largo plazo en el dolor crónico no maligno (Fenollosa y Salazart, 1999). Concluyeron que la TENS es una terapia útil para el tratamiento del dolor de diferentes orígenes. La analgesia alcanzada puede superar el 50% mediante medición con escala visual análoga (EVA) en algo más de un tercio de los casos al inicio de la estimulación. A los seis meses, prácticamente la mitad de los casos han abandonado el empleo del TENS por ineficacia, y a los dos años lo ha dejado el 66%. Por tanto, podemos fijar su eficacia a largo plazo en un 34% de los pacientes que obtienen buen resultado inicial. Se ha mostrado más útil en dolores musculares localizados, desaconsejando su empleo en fibromialgia, dolor talámico, neuropatía metabólica y avulsiones de plexo.

**La TENS se emplea regularmente en pacientes con TTM y dolor crónico** (Talley y cols., 1990), en vista de su efecto analgésico y relajante muscular, con resultados positivos (Gold y cols., 1983). La literatura demuestra la importancia de la terapia física en el tratamiento de los TTM (Esposito, 1984). Otros estudios no han encontrado diferencias significativas en el manejo del dolor crónico con un grupo control, por lo que concluye que se necesitan más estudios al respecto (Nhoaham y Kumbang, 2008). En los casos de dolor crónico es más eficaz si no se han realizado tratamientos previos a la TENS (Fenollosa y Salazart, 1999).

### 7.2.2. Analgesia para Dolor Agudo

**También se comprueba la eficacia en el tratamiento del dolor agudo.** En un estudio se llevó a cabo Terapia TENS en 26 pacientes que presentaban signos de disfunción miofascial, apertura bucal limitada y dolor o sensibilidad en el temporal y masetero bilateral. A través de análisis electromiográfico y kinesiógráfico, los autores llegaron a la conclusión de que el tratamiento promovió la relajación muscular y la reducción de la sensación de dolor agudo (Bassanta y cols., 1997).

Otro estudio concluyó que la TENS sirve para disminuir dolores agudos y relajar la musculatura (Stomatol, 1995). **En general la TENS es más eficaz en dolores agudos que en crónicos como muestran varios estudios** (Melzack y cols., 1983; Heltzel y cols., 1987). Otro estudio también demuestra que el TENS es eficaz en tratamiento de dolores agudos (Rajpurohit y cols., 2010).

### 7.2.3. Analgesia para TTM

En relación a los TTM, estos comprenden una serie de signos y síntomas que afectan a los músculos de la masticación, la ATM o ambos (Pertes y Gross, 1995). **Debido a su etiología multifactorial, el tratamiento implica generalmente más de una modalidad para maximizar los efectos complementarios, incluyendo, el tratamiento farmacológico y la terapia física. Entre estos tratamientos, la acupuntura, ejercicios, masajes, terapia térmica, la estimulación eléctrica (TENS), ultrasonido y láser de baja intensidad se han utilizado.** Algunos de estos métodos ya fueron evaluados y se han observado resultados contradictorios con respecto al tratamiento eficacia en los TTM (Kato y cols., 2006).

La terapia física con láser de bajo nivel (LLLT) también se utiliza para el manejo de dolor en pacientes que presentan TTM. **Existen muchos trabajos que informaron el uso de LLLT para la mejora de la sintomatología de los pacientes con TTM. Al comparar ambos tipos de terapia un estudio concluyó que ambos tratamientos, TENS y LLLT, fueron eficaces para disminuir los síntomas de los pacientes con TTM, independiente del tipo utilizado.** El efecto acumulativo puede ser responsable de esta mejoría, ya que se observó sólo después de varias sesiones, mientras que el efecto inmediato no fue significativo (Kato y cols., 2006). En otro estudio, el rango de movimiento mandibular de apertura fue evaluado en pacientes TTM con síntomas de dolor, después de LLLT o TENS para verificar una mejoría en la apertura de la boca inmediatamente después de la terapia. En este estudio concluyeron que ambos tratamientos fueron eficaces en la mejora de la amplitud del movimiento mandibular. Comparando ambos tratamientos el de LLLT fue más efectivo que la TENS. **La recomendación es que estos tratamientos deben ser realizados antes del tratamiento dental convencional en pacientes con TTM** (Núñez y cols., 2006).

Otra terapia física utilizada comúnmente son los planos de relajación, ortesis o férulas oclusales. **En estudios comparativos con la TENS muestran diferentes conclusiones.** Al comparar ambos tipos de terapia la diferencia del tratamiento del dolor no fue estadísticamente significativa (Lundh y cols., 1992). En otro estudio se demostró que las férulas oclusales son mejores en el tratamiento del dolor que la TENS (Linde y cols., 1995). También hay estudios en que el tratamiento con férula oclusal y TENS no lograron mejorar los signos y síntomas de TTM en los individuos con bruxismo y donde no se observó diferencias significativas entre los pacientes con bruxismo después del tratamiento (Álvarez y cols., 2002).

#### 7.2.4. Analgesia para Neuralgia al Trigémimo

Otro tipo de dolor en la región estomatognática es la neuralgia del trigémimo, también conocido como tic doloroso, neuralgia del trigémimo o enfermedad de Fothergill. Implica a los nervios que inervan los dientes, los maxilares, la cara y las estructuras asociadas. Muchas modalidades de tratamiento se han descrito para la neuralgia del trigémimo. Estos incluyen la terapia con medicamentos (carbamazepina, fenitoína, baclofeno, gabapantane), las técnicas de inyección periférica de alcohol, fenol, estreptomina y lidocaína, neurectomías, termólisis periférica de radiofrecuencia, y la eliminación de las caries mandibulares. Neurocirugía incluye termocoagulación por radiofrecuencia del ganglio trigémimo y las inyecciones de glicerol, Todos ellos tienen sus propios aspectos positivos y negativos. **Una alternativa de tratamiento ideal es el que no causa morbilidad y preserva la sensación normal de la cara, como la estimulación eléctrica transcutánea del nervio trigémimo.** Esta es una opción emergente y prometedora para el tratamiento de la neuralgia del trigémimo, ya que no es invasiva, menos costosa y con mínima morbilidad, por lo que puede llegar a ser una excelente opción para la neuralgia del trigémimo (Singla y cols., 2013).

## 8. CONCLUSIONES

---

**Por definición, cualquier dispositivo estimulante que proporciona las corrientes eléctricas a través de la superficie intacta de la piel es TENS.** Existen diferentes tipos de aparatos TENS disponibles en el mercado para uso clínico y en el hogar, pero no todos están avalados por la bibliografía.

Si hablamos de clínica, disponemos de dos formas de aplicación de TENS que se relacionan con la labor odontológica.

**La TENS convencional se utiliza en diferentes modalidades para el manejo del dolor muscular de tipo agudo o crónico.** Son de acción rápida y corto efecto terapéutico, es decir actúa mientras se esté aplicando la terapia. Utiliza frecuencias entre 50 a 100 p.p.s. con onda asimétrica bifásica de 40 a 75  $\mu$ s. Este tipo de frecuencias activa selectivamente las vías neuronales aferentes relacionadas con el dolor (fibras largas tipo A $\beta$ ) mediante mecanismo de actividad segmental, control de compuerta de entrada, sistemas inhibitorios del dolor endógeno y bloqueo fisiológico (Singla y cols., 2013).

**La TENS de ultra baja frecuencia (ULF-TENS) se utiliza para relajación muscular** debido a que produce un cambio metabólico a nivel de los músculos en que se aplique. Este cambio involucra liberación de opiáceos, drenaje linfático (por bombeo al generarse la contracción rítmica), aumento de la circulación sanguínea local (lo que produce clearance de componentes metabólicos de tipo anaeróbico y cambio a metabolismo aeróbico) con la consecuente relajación muscular. Además, es posible que la estimulación eléctrica pueda inhibir los impulsos provenientes del huso muscular lo que podría eliminar la tensión en el núcleo central, y entonces permitir a las proteínas contráctiles de las fibras asumir su longitud pasiva de reposo. Tiene un tiempo de empleo de 20 a 60 minutos por sesión con un efecto terapéutico a largo plazo, con frecuencias de 0,5 a 10 p.p.s. y onda simétrica bifásica de 120 a 150  $\mu$ s, con actividad sobre las pequeñas fibras aferentes de dolor y motores eferentes mediante mecanismo de actividad extrasegmental mediada por ergorreceptores.

Los efectos de la contracción muscular de ULF-TENS no dependen del estado emocional del paciente o del estado fisiológico muscular, por lo que su aplicación va a producir resultado independiente del estado en que encuentre.

**Podemos concluir al analizar esta información que disponemos de dos modalidades de aplicación de TENS con diferentes resultados: 1) uso de ULF-TENS para relajación neuromuscular y 2) uso de TENS convencional para manejo del dolor agudo y crónico.** Una de las principales diferencias de los aparatos odontológicos de TENS consiste en poder controlar bilateralmente las modalidades de pulso, frecuencia, amplitud y balance ya que se requiere la aplicación en músculos pares al mismo tiempo. En cambio, para manejo del dolor se trabaja en zonas aisladas y si se requiere, alternando la posición a contralateral. Clínicamente, la ULF-TENS

produce contracción muscular notable mientras que la TENS convencional no, pero si una parestesia en la zona de aplicación. Además, se utiliza un enfoque de ensayo y error donde se aplican ajustes de amplitud de corriente, frecuencia y duración para producir el resultado apropiado, ya sea para encontrar el umbral clínico para relajación o sensación de parestesia.

El uso de TENS implica un entendimiento del origen del problema que se quiere manejar. Respecto a los TTM la mayor cantidad de problemas se relacionan con dolor de diferente origen. En específico, **la disfunción de tipo muscular es tratable mediante la TENS. Los TTM de origen articular no lo son**, ya que se requiere de procedimientos independiente de su relación con la musculatura. **Si lo que deseamos es el manejo del dolor asociado a TTM, se recomienda el uso de TENS convencional.**

Debemos hacer hincapié que podremos abordar los TTM musculares en dos frentes: **1) como tratamiento del dolor asociado a una disfunción general o, 2) como tratamiento de una disfunción muscular particular.**

El beneficio del tratamiento del dolor asociado a una disfunción muscular significa el primer paso en una cadena de eventos del tratamiento (*el objetivo del tratamiento de TTM es controlar el dolor, restaurar la función del aparato masticatorio, reeducar a los pacientes y minimizar las cargas negativas que perpetúan el problema*), por lo que la terapia TENS convencional se puede recomendar en cualquier situación de TTM en que deba manejarse un cuadro de dolor agudo o crónico. Sin desmedro de lo anterior, **existen disfunciones musculares específicas que requieren un diagnóstico preciso pero que son altamente tratables mediante TENS.** La mialgia local, dolor miofascial, mialgia de mediación central y mioespalmo son tratables mediante ULF-TENS. Si recordamos las características de esta modalidad de electroterapia el beneficio no es tan solo local (liberación de opiáceos, drenaje y aumento de la vascularización) sino también a nivel central (soporte a la teoría de la mediación neuronal de los pares craneales V y VII). No son tratables mediante ULF-TENS las miopatías inflamatorias tipo miositis o los procesos asociados a neoplasias.

El tratamiento y manejo de los TTM es el punto de partida de un paciente en rehabilitación oral. No podemos generar un diagnóstico si existe una disfunción (TTM) por lo que como herramienta, la TENS se considera de gran ayuda para estos pacientes. Una de las capacidades de la ULF-TENS es que permite el establecimiento de la posición de reposo de la mandíbula. Esta posición de reposo se transforma en la posición neutral de partida, desde la cual se produce una contracción isotónica de la musculatura mandibular, la cual va a llevar a la mandíbula desde un espacio libre hacia un espacio miocéntrico (**posición miocéntrica**). **Esta es la base de la odontología neuromuscular, que al utilizar CMS, EMG y ESG o JVA asociado a la aplicación de TENS permite cuantificar el resultado de la relajación.** Esta cuantificación corresponde al **protocolo de Jankelson** para relajación neuromuscular. Sólo siguiendo este protocolo podremos corroborar la información obtenida ciñéndose a un estricto criterio de aplicación.

**En la etapa de diagnóstico la TENS permite romper los engramas musculares nocivos.** Estos engramas esconden la verdadera condición del sistema, fomentando su inestabilidad y deterioro por lo que es necesario romperlos mediante la relajación neuromuscular con el fin de lograr una posición condilar óptima que sirva de punto de partida para cualquier procedimiento posterior. Además, **la TENS nos permite obtener una posición de reposo y espacio libre verdaderos**, lo que posibilita el establecimiento de una DVO real. Por esto, la TENS constituye una herramienta clínica de gran ayuda al momento del diagnóstico en rehabilitación oral, **solamente si se acompaña del uso de CMS y EMG** ya que es la única manera de corroborar la información obtenida, permitiéndonos de esta manera cotejar estos valores con los que se obtienen en la etapa de provisionalización diagnóstica.

**Podemos considerar entonces a la TENS como un coadyuvante en el diagnóstico y plan de tratamiento en rehabilitación oral siendo parte de un protocolo, pero como una herramienta clínica para el tratamiento de TTM. Como herramienta clínica, puede utilizarse sola o en conjunto de otro tipo de terapias como planos de relajación, biofeedback o LLLT con resultados similares entre sí por lo que su uso no es exclusivo en este tipo de pacientes. El éxito del tipo de terapia a elegir va a depender de su origen (diagnóstico) por lo que no debemos descartar el uso de ellas para el diagnóstico en rehabilitación oral y tratamiento de TTM.**

### 8.1. Protocolo de aplicación clínica para TENS

- Es importante aliviar la ansiedad antes de la experiencia informando acerca de que les pasará. Antes de empezar el tratamiento, se les debe hablar sobre que es la neuroestimulación, porque se está usando y que es lo que van a sentir durante el procedimiento.
- Idealmente la primera sesión debe ser instructiva.
- Limpiar las zonas de la piel donde se aplicarán los electrodos con alcohol o agua jabonosa para remover suciedad o contaminación de la zona con productos cosméticos, idealmente la zona debiera estar libre de vellos.
- Remover aros, piercings y otros objetos metálicos.
- Establecer las características eléctricas de la TENS mientras el dispositivo está apagado, que todo este balanceado, es decir que la terminal derecha e izquierda estén en cero.
- Posicionar los electrodos a 1,5 cm de distancia del conducto auditivo externo, en relación con la escotadura sigmoidea.
- Conectar los electrodos a los cables de las terminales del TENS derecha e izquierda.
- Asegurarse que no se hayan despegado los electrodos.
- **Aplicación de los electrodos para analgesia.**
  - Sobre el sitio doloroso.
  - Proximalmente sobre el tronco principal del nervio donde se origina el dolor.

- Sobre la médula espinal en los segmentos espinales relacionados con el origen del dolor.
- Sobre el sitio que es contralateral al sitio del dolor.
- La aplicación para analgesia es diferente para relajación.
- Se prueban las frecuencias y amplitudes en función al tipo de dolor, su ubicación y comodidad del paciente.
- Aplicación de 30 minutos o más, dependiendo del tipo de dolor y su ubicación.
- **Aplicación de los electrodos para relajación**
  - Para relajación se aplican los electrodos bilateralmente en las inserciones de los músculos seleccionados con la boca abierta y los dedos del tratante entre los incisivos inferiores y superiores.
  - Se comienza en amplitud cero y se aumenta hasta que se sienta el primer aumento mandibular (umbral clínico) durante al menos 10 minutos sin aumentar la amplitud.
  - A su vez en este momento es posible corregir el balance entre el lado derecho e izquierdo para contracciones bilaterales simultaneas.
  - Seguido, se aumenta la amplitud de manera de observar incrementos en el cierre de 0,25 a 0,5 mm en cada pulso hasta lograr la relajación total.
  - Se procede a tomar registro o controlar sintomatología del TTM.
  - Aplicación es de 60 minutos idealmente
- Poco a poco (lentamente) disminuir la intensidad hasta que el paciente no experimente ninguna sensación de hormigueo o contracción muscular.
- Apagar el dispositivo la TENS y retirar los cables.
- Retire los electrodos de la piel del paciente.

## 9. SUGERENCIAS

---

Después de realizar este trabajo de investigación bibliográfica se puede sugerir:

Realizar un trabajo de investigación experimental del uso de la TENS en el proceso de rehabilitación oral en pacientes tratados en la especialidad, realizando un seguimiento en todas las etapas y corroborar los resultados según el protocolo de Jankelson.

Existe una gran cantidad de información disponible acerca del uso de TENS en odontología, pero faltan ensayos clínicos controlados y estudios experimentales. Lo anterior puede deberse a la dificultad de estandarizar los procedimientos y a la gran variabilidad de presentación de los TTM en pacientes de rehabilitación oral.

Acostumbrar al clínico al enfoque multidisciplinario para el manejo de TTM ya que las herramientas disponibles para el odontólogo son limitadas.

Aceptar las nuevas tendencias aunque sean contradictorias a los paradigmas establecidos en gnatología, ya que como podemos ver aportan un nuevo enfoque y no se contraponen a los conceptos ya existentes.

## 10. RESUMEN

---

La estimulación nerviosa eléctrica transcutánea (TENS) es una técnica sencilla, no invasiva, que se utiliza actualmente en medicina y odontología. Existen varios tipos de TENS: de alta, baja y ultra baja frecuencia. En odontología es utilizada para tratar trastornos temporomandibulares (TTM), un grupo de alteraciones que afectan a los músculos de la masticación, la articulación temporomandibular (ATM) y estructuras asociadas. Se clasifican en dos grupos principales: TTM muscular y TTM articular, con sus respectivas subdivisiones.

La rehabilitación oral debiera presentar un esquema que se adapte a cada situación. El problema deviene cuando el sistema estomatognático presenta algún grado de disfunción, pudiendo estar regido por engramas nocivos que esconden la verdadera condición, fomentando su inestabilidad y deterioro, por lo que es necesario sistematizar el proceso de diagnóstico y plan de tratamiento. En estos casos, una herramienta a considerar es la TENS y su capacidad de analgesia y relajación muscular.

En este trabajo se realizó una búsqueda sistemática en textos y artículos que tuvieran dentro de sus parámetros el uso de TENS como terapia para el tratamiento de TTM, parafunción, relajación, presentaciones de caso y monografías, con el fin de sistematizar su uso en las etapas de una rehabilitación oral.

La bibliografía apoya el uso de la TENS en el diagnóstico para relajación neuromuscular como parte de un protocolo y como tratamiento para analgesia. La modalidad de aplicación varía en cada tipo, por lo que hay que ceñirse a parámetros estrictos de aplicación, con resultados comprobables y repetibles en el tiempo.

## 11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

Álvarez, A.; Junquera, L. M.; Fernández, J. P. (2002). Effect of occlusal Split and transcutaneous electric nerve stimulation on the signs and symptoms of temporomandibular disorders in patients with bruxism. *J. of Oral Rehabilitation*. 29: 858-863.

Ardizzone, I.; Celemin, A.; Aneiros, F.; del Rio, J.; Sanchez, T.; Moreno I. (2010): 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 Oral Cir Bucal*. Jan 1: 14-19.

Bassanta, A.D.; Sprosser, J.G.; Paiva, G. (1997). Estimulação elétrica neural transcutânea (TENS): sua aplicação nas disfunções temporomandibulares. *Rev Odontol Univ São Paulo*. 11: 1-15.

Bazzotti, L. (1997): Electromyography tension and frequency spectrum analysis at rest of some masticatory muscles, before and after TENS. *Electromyogr Clin Neurophysiol*. 37: 365-378.

Bazzotti, L. (1999): Electromyography tension and frequency spectrum analysis of some masticatory muscles at rest, isotonic and isometric contractions. *Electromyogr Clin Neurophysiol*. 39: 421-434.

Bezuur, N.J.; Habets, LL. MH.; Hansson, T.L. (1988). The effect of therapeutic laser treatment on patients with craniomandibular disorders. *J Craniomandib Disord*. 2: 83-86.

Carballo, M.; Capmourteres, C. (2005): Craniomandibular dysfunction: integration of bio-electronic instruments for diagnosis and therapy. *Rev Arg Anest*. 63: 424-433.

Carlsson, G.E.; Magnusson, T.; Egermark, I. (2004): Prediction of demand for treatment of temporomandibular disorders based on a 20-year follow-up study. *J Oral Rehabil*. 31: 511-517.

Chan, C. A. (2002): Common myths of neuromuscular dentistry and the five basic principles of neuromuscular occlusion: LVI dental vision. 5: 10-11.

Chan, C. A. (2003): treating craniomandibular dysfunctional patients implementing gnathological or neuromuscular concepts. *Anthology of ICCMO*. Vol. VI.

Chan, C. A. (2004): Applying the neuromuscular principles in TMD and orthodontics. *J AM Orthodontic Soc*. 20-29.

Chan, C. A. (2004): Power of neuromuscular occlusion-neuromuscular dentistry. *Am Academy of craniofacial pain*. Jan 30.

Christensen, L. V.; Rassouli, N. M. (1995): Experimental occlusal interferences. Part I. A review. *J Oral Rehabil*. 22: 515-520.

Conti, P.C.R. (1997). Low level laser therapy in the treatment of temporomandibular disorders (TMD): a double-blind pilot study. *J. Craniomandibular Pract.* 15: 144-149.

Cooper, B. C. (1996): The role of bioelectronics instruments in documenting and managing temporomandibular disorders. *J Am Dent Assoc.* 127: 1611-1614.

Cooper, B. C. (1997): The role of bioelectronics instrumentation in the documentation and management of temporomandibular disorders. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 83: 91-100.

Cooper, B. C. (1998): The role of bioelectronics instruments in the management of TMD. *Dent Today.* 17: 92-97.

Cooper, B. C.; Kleinberg, I. (2007): Examination of a large patient population for the presence of symptoms and signs of temporomandibular disorders. *Cranio.* 25: 114-126.

Cooper, B. C.; Kleinberg, I. (2008): Establishment of a temporomandibular physiological state with neuromuscular orthosis treatment affects reduction of TMD symptoms in 313 patients. *Cranio.* 26: 104-117.

Cooper, B. C.; International College of Cranio-Mandibular Orthopedics (ICCMO) (2011): Temporomandibular disorders: A position paper of the International College of Cranio-Mandibular Orthopedics (ICCMO). *Cranio.* 29: 237-244.

Cooper, B.C. (1995). The role of bioelectronic instruments in the management of TMD. *NY State Dent. J.* 61: 48-53.

Dale, R. (1999): TMD: it's our responsibility. *J Gen Orthod.* Fall 10: 15-20.

Dale, R. (1999): TMD: it's our responsibility! Part Two. *J Gen Orthod.* Winter 10: 16-19.

De Boever, J.A.; Carlsson, G. E.; Klineberg, I. J. (2000): Need for occlusal therapy and prosthodontic treatment in the management of temporomandibular disorders. Part I. Occlusal interferences and occlusal adjustment. *J Oral Rehabil.* 27: 367-379.

Dickerson, W.; Chan, C.; Mazzocco, M. (2000): Concepts of occlusion, the scientific approach: neuromuscular occlusion. *Signature.* Vol. VII. 2: 14-17.

Eatmon, R. (2005): Changes in mandibular posture after muscle relaxation using transcutaneous electrical nerve stimulation. *Anthology of ICCMO.* Vol. VII.

Eble, O. S.; Jonas, I. E.; Kappert, H. F. (2000): Transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS): its short-term and long-term effects on the masticatory muscles. *J Orofac Orthop.* 61: 100-111.

Esposito, C.J.; Veal, S.J.; Farman, A.G. (1984). Alleviation of myofascial pain with ultrasonic therapy. *J Prosthet Dent.* 51: 106-108.

Fenollosa, P.; Salazart, H. (1999). Eficacia del TENS a largo plazo en el dolor crónico no maligno. *Rev. Soc. Esp. Dolor.* 6: 351-356.

Frucht, S.; Jonas, I.; Kappert, H. E. (1995): Muscle relaxation by transcutaneous electric nerve stimulation (TENS) in bruxism. An electromyographic study. *Fortschr Kieferorthop.* 56: 245-253.

Fushima, K.; Akimoto, S.; Takamot, K.; Kamei, T.; Sato, S.; Suzuki Y. (1989): Incidence of temporomandibular joint disorders in patients with malocclusion. *Nihon Ago Kansetsu Gakkai Zasshi.* 1: 40-50.

Gam, A.N.; Thorsen, J.; Lonnborg, F. (1993). The effect of low-level laser therapy on musculoskeletal pain: a meta-analysis. *Pain Magazine.* 52: 63-6.

Gaudet, E. L. Jr; Brown, D. T. (2000): Temporomandibular disorder treatment outcomes: first report of a large-scale prospective clinical study. *Cranio.* 18: 9-22.

Gold, N.; Greene, C.; Laskin, D. (1983). TENS therapy for treatment of MPD syndrome. *J Dent Res.* 62:244.

Griffin, C. J. (1964): Temporomandibular joint dysfunction and the brain stem reticular formation. *Aust Dent J.* 9: 524-536.

Hansson, T.L. (1989). Infrared laser in the treatment of craniomandibular disorders, artrogenous pain. *J Prosthet Dent.* 61: 614-617.

Heltzel, J.A.; Senta, T.A.; Weeks, M.R. (1987). Effective control of primary dysmenorrhea pain using transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS). *Pain Magazine.* 4: 370.

Kamyszek, G.; Ketcham, R.; Garcia, R. Jr.; Radke, L. (2001): Electromyographic evidence of reduced muscle activity when ULF-TENS is applied to the Vth and VIIth cranial nerves. *Cranio.* 19: 162-168.

Kares, H. (2005): Treatment outcomes of myocentric splint therapy aided by a standardized symptom list. *Anthology of ICCMO. Vol. VII:* 57-64.

Kato, M.; Kogawa, E.; Santos, C.; Rodrigues, P. (2006): TENS and low-level laser therapy in the management of temporomandibular disorders. *J Appl Oral Sci.* 14: 130-135.

Kirveskari, P.; Alanen, P.; Jämsä, T. (1992): Association between craniomandibular disorders and occlusal interferences in children. *J Prosthet Dent.* 67: 692-696.

Kirveskari, P.; Jamsa, T.; Alanen P. (1998): Occlusal adjustment and the incidence of demand for temporomandibular disorder treatment. *J Prosthet Dent.* 79: 433-438.

Kirveskari, P.; Le Bell, Y.; Salonen, M.; Forssell, H.; Grans, L. (1989): Effect of elimination of occlusal interferences on signs and symptoms of craniomandibular disorder in young adults. *J Oral Rehabil.* 16: 21-26.

Li, J.; Jiang, T.; Feng, H.; Wang, K.; Zhang, Z.; Ishikawa, T. (2008): The electromyographic activity of masseter and anterior temporalis during orofacial symptoms induced by experimental occlusal highspot. *J Oral Rehabil.* 35: 79-87.

Linde, C.; Isacson, G.; Jonsson, B. G. (1995). Outcome of 6 week treatment with transcutaneous electric nerve stimulation compared with split on symptomatic temporomandibular joint disk displacement without reduction. *Acta Odontol Scand.* 53: 92-98.

Lipton, J. A.; Ship, J. A.; Larach-Robinson, D. (1993): Estimated prevalence and distribution of reported orofacial pain in the United States. *J Am Dent Assoc.* 124: 115-121.

Lundh, H.; Westesson, P.L.; Eriksson, L.; Brooks, S. (1992). Temporomandibular joint disk displacement without reduction. Treatment with flat occlusal splint versus no treatment. *Oral Surg.* 73: 655-658.

Magnusson, T.; Egermark, I.; Carlsson GE. (2000): A longitudinal epidemiologic study of signs and symptoms of temporomandibular disorders from 15 to 35 years of age. *J Orofac Pain.* 14: 310-319.

Mannheimer, J. S. (1985). TENS: Uses and effectiveness. *International Perspectives in Physical Therapy: Pain:* 73-121.

Matsumoto, M. A.; Matsumoto, W.; Bolognese, AM. (2002): Study of the signs and symptoms of temporomandibular dysfunction in individuals with normal occlusion and malocclusion. *Cranio.*4: 274-281.

Melzack, R.; Vetere, P.; Finch, L. (1983). Transcutaneous electrical nerve stimulation for low back pain. *Phys Ther.* 63: 489-493.

Meystad, A.; Krogstad, B.S.; Larheim, T.A. (1990). Transcutaneous nerve stimulation in a group of patients with rheumatic disease involving the temporomandibular joint. *J. Prosthet Dent.* 64: 596-600.

Minerva, *Stomatol.* (1995). Highlights in the subject of low frequency-high intensity TENS (review). *Istituto di Odontognatostomatologia, Università degli Studi, Firenze.* 44: 421-429.

- Monaco, A.; Cattaneo, R.; Spadaro, A.; Marzo, G. (2008): Neuromuscular diagnosis in orthodontics: effects of TENS on the sagittal maxillo-mandibular relationship. *Eur J Paediatr Dent.* 9: 163-169.
- Monaco, A.; Sgolastra, F.; Ciarrochi, I.; Cattaneo, R. (2012): Effects of transcutaneous electrical nervous stimulation on electromyographic and kinesiographic activity of patients with temporomandibular disorders: a placebo-controlled study. *J Electromyogr Kinesiol.* 3: 463-468.
- Moruzzi, G.; Magoon, H. W. (1949): Brain stem reticular formation and activation OF EEG. *EEG clinical neurophysiology.* 1: 455-458.
- Murphy, G.J. (1997). Physical medicine modalities and trigger point injections in the management of temporomandibular disorders and assessing treatment outcome. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.* 83: 118-122.
- Nassif, N. J.; Al-Salleeh, F.; Al-Admawi M. (2003): The prevalence and treatment needs of symptoms and signs of temporomandibular disorders among young adult males. *J Oral Rehabil.* 30: 944-950.
- Nassif, N. J.; Talic, Y. F. (2001): Classic symptoms in temporomandibular disorder patients: a comparative study. *Cranio.* 19:33-41.
- Nhoaham, K.E.; Kumbang, J. (2008). Transcutaneous electrical nerve stimulation for chronic pain. *Cochrane.* Jul 16. 322-325.
- Niemi, P. M.; Le Bell, Y.; Jämsä, T.; Kylmä, M.; Alanen P. (2006): Subjective reactions to intervention with artificial interferences in subjects with and without a history of temporomandibular disorders. *Acta Odontol Scand.* 64: 59-63.
- Pedroni, C. R.; De Oliveira, A. S.; Guaratini, M. I. (2003): Prevalence study of signs and symptoms of temporomandibular disorders in university students. *J Oral Rehabil.* 30:283-289.
- Pertes, R.A.; Gross, S.G. (1995). Clinical management of temporomandibular disorders and orofacial pain. *Aust Dent J.* 30: 273-280.
- Pierleoni, F.; Gizdulich, A.; Paoletti, F. (2001): The influence of ULF-TENS on electroencephalographic tracings. *Cranio.* 29: 38-42.
- Rajpurohit, B.; Khatri, S. M.; Metgud, D.; Bagewadi, A. (2010). Effectiveness of transcutaneous electrical nerve stimulation and microcurrent electrical nerve stimulation in bruxism associated with masticatory muscle pain. A comparative study. *Indian J. Dent Res.* 21: 104-106.
- Reig E, García A, (1993). La estimulación eléctrica transcutánea, *Medicina del Dolor:* 8:170-171.

Riise, C.; Sheikholeslam, A. (1984): Influence of experimental interfering occlusal contacts on the activity of the anterior temporal and masseter muscles during mastication. *J Oral Rehabil.* 11: 325-333.

Silvia Nuñez, Aguinaldo Silva (2006). Management of Mouth Opening in Patients with Temporomandibular Disorders through Low-Level Laser Therapy and Transcutaneous Electrical Neural Stimulation. *Photomedicine and Laser Surgery.* Volume 24, Number 1. 45-49.

Singla, S.; Prabhakar, V.; Singla, R. K. (2011). Role of transcutaneous electric nerve stimulation in the management of trigeminal neuralgia. *Journal of neurosciences in rural practice.* Vol 2. 150-152.

Sonnesen, L.; Bakke, M.; Solow B. (1998): Malocclusion traits and symptoms and signs of temporomandibular disorders in children with severe malocclusion. *Eur J Orthod.* 20: 543-559.

Talley, R.L.; Murphy, G.J.; Smith, S.D.; Baylin, M.A.; Haden, J.L. (1990). Standards for the history, examination, diagnosis and treatment of temporomandibular disorders (TMD): a position paper. *J. Craniomandibular Pract.* 8: 60-77.

Travell, J. G. (1983): *Myofascial pain and dysfunction the trigger point manual.* Vol. 1. Williams & Wilkins.

Wieselmann-Penkner, K.; Janda, M.; Lorenzoni, M.; Polansky, R. (2001): A comparison of the muscular relaxation effect of TENS and EMG-biofeedback in patients with bruxism. *J Oral Rehabil.* 28: 849-853.