

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

**DEPARTAMENTO DE ESTOMATOLOGÍA IV (PROFILAXIS, ODONTOPEDIATRÍA
Y ORTODONCIA)**



TESIS DOCTORAL

**Recuperación de la normalidad funcional mandibular tras cirugía ortognática
mediante la aplicación de rehabilitación con Estimulación Eléctrica Nerviosa
Transcutánea (TENS)**

MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTORA

PRESENTADA POR:

Cristina Tordera González

Director:

Dr. Alberto Cacho Casado

Madrid, 2017

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

Departamento de Estomatología IV (Profilaxis, Odontopediatría y
Ortodoncia)



TESIS DOCTORAL

Recuperación de la normalidad funcional mandibular tras cirugía
ortognática mediante la aplicación de rehabilitación con Estimulación
Eléctrica Nerviosa Transcutánea (TENS)

MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR

PRESENTADA POR

Cristina Tordera González

Director

Alberto Cacho Casado

Madrid, 2018

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE ESTOMATOLOGÍA IV)



**RECUPERACIÓN DE LA NORMALIDAD FUNCIONAL MANDIBULAR
TRAS CIRUGÍA ORTOGNÁTICA MEDIANTE LA APLICACIÓN DE
REHABILITACIÓN CON ESTIMULACIÓN ELÉCTRICA NERVIOSA
TRANSCUTÁNEA (TENS)**

MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTORA
CRISTINA TORDERA GONZÁLEZ

DIRECTOR:
DR. ALBERTO CACHO CASADO

MADRID, 2017

A mis padres

“Vive como si fueras a morir mañana, aprende como si fueras a vivir siempre.” Gandhi.

AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mi agradecimiento a todas las personas que han colaborado con su labor académica y apoyo personal a la realización de este trabajo.

Quería comenzar con el agradecimiento a mi director, el **Dr. Alberto Cacho Casado**, gracias por darme la oportunidad de trabajar contigo, confiar en mi y transmitirme tu motivación ante el proyecto. Durante años me has enseñado tu valioso conocimiento y alentado a trabajar día a día.

Al **Dr. César Colmenero Ruíz**, por su paciencia, sus enseñanzas y por abrirme las puertas de su casa. Sin ti no hubiera sido posible.

A **mis padres y mi hermana** por estar siempre ahí. Me habéis enseñado que con constancia y esfuerzo se puede llegar a la luna.

A **Jesús**, mi mejor casualidad, por ayudarme e impulsarme a conseguir cada reto.

Por último, no puedo dejar de agradecer a mis **compañeros** en la universidad y a mis **amigos** su apoyo y ánimo a terminar este proyecto.

Gracias a todas las personas que de alguna u otra manera me han ayudado a llevar a cabo este trabajo.

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	13
1.1.	Prevalencia de las deformidades dentofaciales.....	13
1.2.	Cirugía ortognática.....	16
1.1.1.	Historia	16
1.1.2.	Tipos	17
1.1.3.	Planificación quirúrgica.	19
1.1.4.	Fijaciones	21
1.1.5.	Dolor y complicaciones postoperatorias:	23
1.3.	Tratamiento de cirugía ortognática y función masticatoria.....	27
1.4.	Medición de la fuerza masticatoria	28
1.5.	Transmisión Nerviosa Transcutánea (TENS)	29
1.1.6.	Concepto e Historia.....	29
1.1.7.	Mecanismo	31
1.1.8.	Tipos	33
2.	JUSTIFICACIÓN.....	36
3.	OBJETIVOS	38
4.	HIPÓTESIS DE TRABAJO	42
5.	MATERIAL Y MÉTODOS.	44
5.1.	Población de estudio.....	44
5.1.1.	Cálculo del tamaño muestral.....	44
5.1.2.	Distribución de la muestra:.....	44
5.1.3.	Selección de la muestra:	45

5.2.	Diseño del estudio.....	46
5.3.	Análisis estadístico de los datos.....	52
5.1.4.	Estadística descriptiva.....	52
6.	RESULTADOS.....	54
6.1.	Muestra total.....	54
6.1.1.	Fuerza masticatoria.....	56
6.1.2.	Apertura.....	58
6.1.3.	Dolor.....	60
6.1.4.	Medición de inflamación.....	62
6.1.4.1.	Inflamación Horizontal.....	62
6.1.4.2.	Inflamación vertical.....	64
6.2.	Resultados Clase II.....	66
6.1.5.	Fuerza masticatoria.....	66
6.1.6.	Apertura.....	69
6.1.7.	Dolor.....	71
6.1.8.	Medición de la inflamación.....	73
6.1.8.1.	Inflamación horizontal.....	73
6.1.8.2.	Medidas verticales.....	75
6.3.	Resultados Clase III.....	77
6.1.9.	Fuerza masticatoria.....	78
6.1.10.	Apertura.....	80
6.1.11.	Dolor.....	82
6.1.12.	Medición de la inflamación.....	84
6.1.12.1.	Inflamación horizontal.....	84
6.1.12.2.	Inflamación vertical.....	86
7.	DISCUSIÓN.....	89

7.1.	Material	89
7.2.	Método	91
8.	CONCLUSIONES	102
9.	BIBLIOGRAFÍA.....	105
10.	SUMMARY.....	113
10.1.	Introduction	113
10.2.	Objectives:.....	114
10.3.	Hypothesis:	114
10.4.	Material and methods:.....	114
10.5.	RESULTS AND DISCUSSION.....	117
10.6.	CONCLUSIONS:.....	118
10.7.	BASIC PAPERS	118
11.	RESUMEN	121
11.1.	Introducción.....	121
11.2.	Objetivos:.....	122
11.3.	Hipótesis:	123
11.4.	Material y métodos:	123
11.5.	Resultados y discusión.....	125
11.6.	Conclusiones:	126
11.7.	Artículos principales.....	127
12.	ÍNDICES	129
13.	ANEXOS	133
	ANEXO 1. HOJA INFORMACION A PARTICIPANTES	133
	EXPLICACION DEL ESTUDIO.....	133
	ANEXO 2. CONSENTIMIENTO INFORMADO.....	134
	ANEXO 3. APROBACIÓN COMITÉ CIENTÍFICO.....	136

1. INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN

Uno de los principales problemas a los que se enfrenta la ortodoncia es la corrección de maloclusiones cuando la causa del problema radica en una alteración de los huesos. Si el paciente está en edad de crecimiento se puede intentar corregir el problema con diferentes aparatos dirigidos a mejorar el tamaño óseo o redireccionar el crecimiento. Si el paciente es adulto no tenemos esas posibilidades por lo que la única alternativa disponible sería el tratamiento quirúrgico consiguiendo una posición y un tamaño esquelético adecuado, además de lograr una estética facial deseada. Desde hace 20 años este tipo de tratamiento ha adquirido un gran auge pues el diagnóstico en 3D es una realidad y los protocolos quirúrgicos han mejorado muchísimo. Tenemos la posibilidad de confeccionar las férulas quirúrgicas en 3D para que el posicionamiento de los maxilares en el acto intraoperatorio sea realizado con el máximo rigor y convertirlo en algo más predecible. Esta combinación de factores ha conducido a unos resultados altamente satisfactorios pero, todavía, nos queda mejorar algunos aspectos como puede ser el postoperatorio inmediato del paciente donde existe una contractura de todo el sistema muscular de apertura y cierre que imposibilita una apertura bucal impidiendo una alimentación adecuada. Por eso, hemos realizado una primera investigación sobre cómo podríamos mejorar el postoperatorio de estos pacientes. Este problema, que ocurre en el 100% de los pacientes, cada vez nos preocupa más pues, a medida que se publican más estudios epidemiológicos, nos damos cuenta que afecta a una gran cantidad de personas que deciden realizar este tratamiento para corregir su maloclusión o deformación.

1.1. Prevalencia de las deformidades dentofaciales.

“La variación oclusal es la verdadera sal de la especialidad de la ortodoncia que le da todo su sabor”. El-Mangoury, en 1987 evaluó muchos de los estudios de prevalencia realizados hasta el momento en diferentes partes del mundo. Observó unas variaciones oclusales que diferían numéricamente entre las diferentes poblaciones pero se producía un patrón de distribución general universal que se ha repetido en los diferentes estudios realizados en los diferentes países.⁽¹⁾

En las últimas dos décadas se han realizado un gran número de estudios epidemiológicos sobre la prevalencia de las maloclusiones y las anomalías dentofaciales. Los diferentes grupos étnicos han sido investigados, incluyendo los descendientes de

indios americanos (Thilander et al.⁽²⁾), brasileños (Boeck et al.⁽³⁾), caucásicos (Tschill et al.⁽⁴⁾), personas de raza negra y blanca (Brunelle et al.⁽⁵⁾ y Proffit et al.^(5, 6)). Y sus resultados han variado en función de los grupos raciales y las diferentes nacionalidades.

Es complicado establecer una prevalencia global ya que los métodos de registro, origen étnico o los diferentes criterios diagnósticos no se pueden homogeneizar. Lo que si se observa en los estudios acerca de la prevalencia, utilizando la clasificación de Angle, es que la Clase I representa el grupo más grande (50-55%) de las maloclusiones, seguido de Clase II (15-20%) siendo un 16% la Clase II división 1, y un 5% la Clase II división 2 y la Clase III (1-10%).⁽¹⁻⁶⁾

Aunque la clasificación de Angle está limitada y no incorpora anomalías verticales y transversales está universalmente aceptado el sistema ya que es fiable, repetible y disminuye la subjetividad del examinador.^(3, 7)

El estudio más reciente de la prevalencia de los diferentes tipos de maloclusión en los EEUU (National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES)) publicado en la década de 1990, muestra que la Clase III es tres veces mayor en los asiáticos que en la raza negra o blanca y dos veces mayor en los indios hispanos. Por otro lado, la Clase II es dos veces más frecuente en personas de raza negra e hispana que en los blancos. La mordida abierta es siete veces más frecuente en los afroamericanos que en los blancos y casi nunca se da en los hispanos. Los datos de la NHANES III hicieron posible calcular qué porcentaje de población estadounidense entraba en un grupo con necesidades de tratamiento, valorándolo a través del índice de necesidad de tratamiento (IOTN), que se desarrolló en el Reino Unido en la década de 1980. Establecieron 3 grupos principales raciales-étnicos: blancos, raza negra e hispanos. Encontraron que la prevalencia era mucho mayor en las personas de raza blanca que negra y mucho más frecuente que en hispanos. Además observaron que los problemas más graves los presentaban con más frecuencia las personas de raza negra, seguida de la blanca y en último lugar la hispana. También muestra que desde 1989 a 1991 el tratamiento de ortodoncia era mucho más probable que lo recibieran pacientes de raza blanca que cualquiera de los otros grupos.⁽⁵⁾

La medida en que esto ha cambiado no se ha documentado. La impresión clínica de Proffit et al.⁽⁶⁾ en el siglo XXI es que el número y la proporción de pacientes de Clase III han aumentado considerablemente. Estos resultados los obtuvo comparando información de pacientes de cirugía de la Universidad de Carolina del Norte entre 1996 y 2000 y entre

2006 a 2010. No obstante, es difícil saber si se han producido cambios sólo en los datos de Carolina del Norte o a nivel global, ya que no existen datos longitudinales publicados para otros lugares y la recogida de datos en centros estadounidenses está ahora más restringida por las regulaciones de privacidad y los consentimientos informados.

Además, Proffit et al.⁽⁶⁾ solicitaron datos para averiguar la prevalencia de Clase II vs Clase III en los últimos años a partir de diferentes centros quirúrgicos. Sólo obtuvieron información del centro Médico Militar de San Antonio, del departamento de prácticas quirúrgicas en Alabama y de la sección de cirugía oral y maxilofacial de la Universidad de Washington en Seattle. En los dos primeros se confirmaron los datos de una disminución de los pacientes de Clase II demandando tratamiento ortodóncico-quirúrgico. Esto se podría explicar por el aumento de afroamericanos, hispanos y pacientes asiáticos en la población americana, los cuales tienen según su raza, una mayor prevalencia de Clase III.

Por el contrario Espeland et al.⁽⁸⁾, refleja en sus estudios en Noruega que en los países nórdicos la prevalencia de Clase II es mayor que la Clase III y que ésta a su vez, al ser más aceptada socialmente tiene una demanda significativamente menor que los pacientes de Clase III, al sentirse éstos poco atractivos.

Por su parte Licéaga et al.⁽⁹⁾, indica que a día de hoy se producen una mayor cantidad de procedimientos de cirugía ortognática y no precisamente porque exista una mayor cantidad de desarmonía dentofacial que anteriormente, sino porque existe mayor preparación por parte del equipo de profesionales que participan en su diagnóstico y tratamiento. Según él, el perfeccionamiento y la evolución de las técnicas quirúrgicas es una aportación que convierte a esta cirugía en un procedimiento más predecible.

Por otro lado, a nivel de las alteraciones en el plano vertical, encontramos una prevalencia de la mordida abierta de un 2,9% en adultos caucásicos de la población americana. El porcentaje de pacientes que consultan a un ortodoncista con esta patología es alrededor del 17%. Sólo alrededor del 16% de los pacientes recibe cirugía ortognática para su corrección. La etiología de la mordida abierta anterior es causa de muchos factores, la mayoría se dan por un crecimiento desfavorable que implica una postero rotación mandibular y una excesiva erupción de los dientes posteriores.⁽¹⁰⁾

También es interesante reflejar los rangos de género que acuden a recibir este tipo de tratamientos que suelen estar en 1.7:1 femenino a masculino con un promedio de edad de 24 años. Estos pacientes tras el tratamiento combinado de ortodoncia y cirugía obtienen

un elevado grado de satisfacción y mejora psicosocial a pesar de cursar con problemas postoperatorios como pueden ser cicatrices, parestesias y alteraciones transitorias de la masticación.⁽⁹⁾

1.2. Cirugía ortognática

1.1.1. Historia

La historia reciente de las intervenciones a nivel maxilofacial ha estado ligada a los principales acontecimientos bélicos ocurridos a lo largo del siglo XX. Las numerosas heridas que se producían en la región maxilofacial obligaban a crear nuevos equipos quirúrgicos donde confluían diferentes especialidades. Las primeras intervenciones quirúrgicas en el área maxilofacial y especialmente en la cavidad bucal, tuvieron lugar en nuestro país en el año 1917 a cargo del profesor Bernardino Landete. En la guerra de África y posteriormente en la guerra civil española se formaron equipos de traumatología facial en colaboración con cirujanos generales o cirujanos plásticos para realizar cirugías de urgencias soldando fracturas faciales con métodos de fijación más o menos complicados procedentes del campo de la odontología y la prótesis. Las dos guerras europeas y la guerra del Vietnam posteriormente dieron origen a traumatismos cráneo faciales cada vez más complejos, lo que exigió una atención más especializada para toda la patología traumática de la cara. Esto permitió el desarrollo de la cirugía maxilofacial y propició la resolución de las deformidades dento-esqueléticas.⁽¹¹⁾ Fue la necesidad de tratar estos grandes traumatismos la que impulsó de manera definitiva el desarrollo de la especialidad quirúrgica pero podemos identificar un precedente científico por parte del creador de la Ortodoncia moderna, el Dr. Angle.

Hacia 1980, el Dr. Angle, comenzó a afirmar que existían discrepancias en algunos individuos que impedían el logro de una correcta oclusión con un tratamiento únicamente ortodóncico. Pronto su idea fue discutida entre dentistas y cirujanos y aunque las cirugías a nivel esquelético facial sólo se habían realizado por problemas tumorales, anquilosis, fracturas de bala o traumatismos, determinaron que era factible aplicarlo en los tratamientos ortodóncicos.⁽¹²⁾ Esta idea fue el precedente de la cirugía maxilofacial.

1.1.2. Tipos

Nombraremos las técnicas quirúrgicas más destacadas y utilizadas hoy en día en el campo maxilofacial:

- A nivel mandibular:

La osteotomía sagital de rama es la más usada para la corrección de prognatismos mandibulares, en sustitución de las de cuerpo mandibular, evitando las posibilidades de recidiva y sus complicaciones (pérdida de oclusión estable, mala posición de fragmentos, alteraciones de perfil, etc.). Lane en 1905⁽¹³⁾ y Bacbcock⁽¹⁴⁾ en 1908, corrigen prognatismos por medio de una osteotomía horizontal de rama ascendente realizada por vía externa. Posteriormente Moose⁽¹⁵⁾ lo haría intrabucalmente. Caldwell y Letterman⁽¹⁶⁾ comienzan a difundir la idea de crear una mayor superficie de contacto entre los fragmentos osteotomizados, para lo cual realizan una osteotomía vertical de rama con decorticación de una de las superficies fragmentarias. Posteriormente se realizó una osteotomía oblicua de la rama ascendente desde su cara interna, justo por encima de la espina de Spix, hacia abajo y afuera, hasta terminar en la cara externa de la rama. Esto serviría para que en 1955 Obwegeser⁽¹⁷⁾, basándose en esta idea publicara su famosa osteotomía sagital de rama (SSRO) que su alumno Dal Pont⁽¹⁸⁾ perfeccionó en 1959.⁽¹¹⁾

Paralelamente, en 1955, se estudiaba la vascularización de los fragmentos tras las osteotomías que era fundamental para la supervivencia del fragmento movilizado. Williams H. Bell llegó al Jefferson Davis Hospital in Houston, Texas, cuyo director del programa era William C. Hind que dirigía uno de los programas pioneros en EEUU en cirugía maxilofacial. Allí se desarrollaron diversas investigaciones sobre la viabilidad de los fragmentos óseos tras la cirugía, ya que hasta entonces la realización de las cirugías y el mantenimiento de la vascularización se observaba de manera empírica. Nueve estudios que se desarrollaron entre 1969 y 1996 validaron la integridad circulatoria de todas las osteotomías realizadas en la cirugía ortognática.⁽¹⁹⁾

La Osteotomía bilateral sagital de rama (BSSRO) ha sido la técnica más ampliamente utilizada para la corrección de la clase III ya que presenta ventajas como la fijación intermaxilar, permite una oclusión estable en el postoperatorio inicial y proporciona un gran contacto entre los segmentos de hueso favoreciendo la cicatrización y

curación. Sin embargo también presenta desventajas. Encontramos una mayor incidencia de lesiones neurovasculares, daños en el nervio dentario y una posible separación anormal de los segmentos óseos. Aunque la fijación rígida de los fragmentos permite la reducción del periodo de fijación intermaxilar, la oclusión ideal estable y la cicatrización, este tipo de cirugía puede aumentar los ruidos articulares, el dolor articular y la dificultad de colocar el cóndilo en su fosa sin presionar el disco o provocando una protrusión del cóndilo. Por otro lado, otra técnica quirúrgica que también soluciona la maloclusión de clase III sería la Osteotomía vertical de rama (IVRO) en la que se produce un desplazamiento vertical de los cóndilos, aliviando la presión en el disco articular y facilitando una relación normal cóndilo-disco, mejorando los trastornos temporomandibulares que pueden surgir tras una cirugía ortognática.^(12, 19-21) En un artículo de Nale et al.⁽²¹⁾ se describe que los pacientes operados de Clase III mediante la técnica de IVRO tienen una mejora del 75% en los trastornos temporomandibulares y ninguno de ellos desarrolló trastornos tras la cirugía. Sin embargo, los pacientes operados mediante BSSRO muestran una mejoría del 40% de los pacientes, y el 8% desarrollan síntomas.

Jung et al.⁽²⁰⁾ con una investigación sobre la recidiva en clase III tras cirugía ortognática sugiere que estamos abocados a la realización de una osteotomía vertical ya que es una técnica simple, rápida, tiene una menor probabilidad de causar daños en el nervio dentario, es más favorable a nivel de articulación temporomandibular y es predecible y estable.^(22, 23)

Cuando el prognatismo a corregir es más de 15 mm, y si se asocia a una mordida abierta, Obwegeser ideó otro sistema con mejores resultados que la técnica inicial, sería el Obwegeser II, consistente en decorticar la tabla externa únicamente y hacer una osteotomía a nivel del ángulo mandibular, eliminando el hueso necesario para corregir el exceso mandibular. Presenta ventajas como movilizar pasivamente el segmento distal sin extender los músculos masticatorios y el periostio incluso cuando el segmento distal se mueve hacia atrás y en sentido anti-horario. La forma del ángulo mandibular se puede mejorar y la zona de contacto óseo es adecuada. Durante el proceso, el nervio dentario inferior se visualiza por completo lo que implica un menor riesgo de daños.^(11, 12, 24)

En el caso de retrognacias mandibulares la realización de osteotomía sagital bilateral (BSSRO) es el método más popular. Aunque se investigaron nuevos métodos quirúrgicos para este tipo de maloclusión como la distracción segmentaria del proceso

alveolar anterior y el aumento de la base apical ⁽²⁴⁾, es la BSSRO el método de elección en las clases II esqueléticas.

- A nivel maxilar:

La osteotomía total transversa del maxilar superior según una línea de fractura tipo Lefort I (Guerin), es realizada por primera vez por Axhausen en 1934, para avanzar un maxilar retruido. Hogeman en 1967 publica los resultados obtenidos en 44 pacientes tratados con este tipo de osteotomía para corregir retrognacias. Realiza la sección del maxilar y de las apófisis pterigoideas del esfenoides. Bell lo realiza sin sección de la apófisis pterigoidea y bajo una sistemática perfectamente reglada. Corrige con ella múltiples deformidades, y es la técnica más aceptada hoy en día para la corrección de la posición del maxilar. ^(12, 25)

1.1.3. Planificación quirúrgica.

El objetivo tradicional y consagrado en el tiempo para la corrección quirúrgica ortognática se centraba en abordar la estabilidad de los casos y para llegar a ella, lo principal era conseguir una oclusión funcional estable. Aunque estos objetivos eran loables, este enfoque de planificación de tratamiento ha sido erróneo por dos razones básicas: lo primero porque la estabilidad de los casos no siempre iba acompañada de la opción más estética y ésta fue sacrificada a lo largo de los años. El ejemplo clásico de esto había sido en pacientes de clase III que eran tratados con retroceso mandibular independientemente de sus consecuencias estéticas ya que durante muchos años se consideraba más estable este movimiento que el del maxilar superior. El segundo problema se reflejaba en planificar el tratamiento sólo en función de los datos cefalométricos ya que se olvidaban de los tejidos blandos y se tenía en cuenta unas normas que no siempre eran sinónimos de belleza. ⁽²⁶⁾

Actualmente los movimientos son cuidadosamente planificados porque, incluso, un pequeño desplazamiento óseo puede tener una gran repercusión en el resultado estético final. El tratamiento quirúrgico continúa utilizando como herramienta principal el análisis cefalométrico que gracias a los avances tecnológicos se complementa con otras herramientas como el análisis en 3D y la ya consolidada cefalometría de Arnett, proporcionando rangos más exactos de los movimientos esqueléticos y su repercusión estética. ^(27, 28)

Arnett propuso su propia técnica como resultado de muchos estudios y a día de hoy sigue siendo el sistema más empleado en el diagnóstico y planificación de tratamientos de los pacientes ortodóncico-quirúrgicos, teniendo un gran valor los puntos que él consideró de referencia para la planificación de los resultados estéticos.⁽²⁹⁾

Para la correcta planificación quirúrgica, se deben incluir los siguientes parámetros para la descripción y análisis de la morfología facial:

- **Visión frontal:** las dos consideraciones más importantes son simetría general del rostro y proporciones verticales. Es importante diagnosticar en qué tercio de la cara se produce la asimetría ya que podemos encontrarla tanto en el tercio superior, medio o inferior. Lo más común son desviaciones del mentón en la línea media facial, discrepancias en el crecimiento mandibular de un lado respecto a otro, inclinaciones del plano oclusal o alteraciones en las comisuras, estando una más alta que la otra y afectando obviamente a la sonrisa. Una evaluación cualitativa de la altura del tercio inferior no es desde mentón a subnasal sino de subnasal a Glabella. A pesar de que la distancia se puede medir con un calibre es la evaluación cualitativa de la cara la que nos da la impresión de si esta cara es demasiado larga o demasiado corta. Otra característica en una visión frontal relativa al plano vertical incluye la presencia o ausencia de pliegue mentolabial, su profundidad, así como la exposición de los dientes superiores del maxilar y de la relación de éstos con el borde bermellón del labio superior. Esta última característica es mucho más importante que la cantidad de encía que se muestra en máxima sonrisa porque incluye también la dinámica del individuo al sonreír además de las consideraciones de estructura. Todos estos factores de tejidos blandos tienen un profundo impacto en la impresión visual global de la cara.⁽²⁶⁾
- **Visión lateral:** Las dos valoraciones básicas incluyen la divergencia facial y la convexidad o concavidad facial. La divergencia facial es determinada por la posición sagital de los tejidos blandos del Pogonio en relación a la vertical desde Glabella. Si el Pogonio es visiblemente posterior a esta línea la cara es divergente hacia posterior, si aparece anterior a esta línea la facies

es divergente anteriormente. La convexidad o concavidad es una descripción del perfil a través de una línea que conecta Glabella con Subnasal y con Pogonio. Estos puntos determinan un perfil cóncavo, recto o convexo. Algo más importante quizá para la valoración del perfil es la relación de los tejidos blandos desde el área infraorbitaria al área de sínfisis y paranasal dándonos esto una apariencia de cóncavo o convexo.⁽²⁶⁾

En el libro escrito por Rosen sobre los factores estéticos que determinan la planificación quirúrgica destaca la importancia de la evaluación cualitativa de los atributos y deficiencias de los tejidos blandos suprayacentes ignorando en cierta medida, los valores cefalométricos y antropométricos.⁽²⁶⁾

En resumen, el péndulo de la planificación de tratamiento quirúrgico se ha desplazado ahora a lograr el mejor resultado estético posible convirtiéndose la cirugía ortognática en cirugía estética pasando el resultado oclusal a un segundo plano.⁽³⁰⁾

1.1.4. Fijaciones

Varios avances biotecnológicos estuvieron disponibles para los cirujanos que cambiaron significativamente nuestras percepciones de planificación del tratamiento. Sin duda, la fijación rígida ofrece ventajas reales incluyendo la eliminación de la necesidad de fijación intermaxilar. Esto, a su vez, prevé la disminución de la rigidez de la articulación temporomandibular, la mejora de la higiene oral, y una mayor sensación de bienestar en los pacientes quirúrgicos. De hecho, muchas personas son más receptivas a someterse a una corrección quirúrgica que utiliza esta técnica.⁽³¹⁾

Hay, sin embargo, un continuo debate sobre si la fijación rígida ha reducido los problemas relacionados con la recidiva esquelética y sobre qué tipo de fijación rígida es mejor. Por un lado, los tornillos bicorticales han tenido muchas modificaciones en los últimos años que varían en relación al número, sitio, tamaños, tipos (acero, titanio, biodegradables...etc.). Por otro lado, las miniplacas fueron introducidas por Rubens et al.⁽³²⁾ en los años 80, y con ellas continuó el debate sobre qué era mejor a la hora de estabilizar los fragmentos y evitar la recidiva. Fueron muchas las ventajas comparadas con los tornillos bicorticales. La aplicación de la placa evita la necesidad de punción transcutánea y la cicatrización posterior de la herida, disminuye también el riesgo de dañar

el nervio facial y no resultaría tan necesaria la exodoncia de los cordales antes de la cirugía. La conservación de los cóndilos en la fosa es mejor y se pueden eliminar a los 6 meses postcirugía.⁽²⁵⁾

En una investigación de Son et al.⁽³³⁾ se refleja que, a día de hoy, no existen diferencias estadísticamente significativas entre los diferentes métodos de fijación de tornillos bicorticales o mini placas a largo plazo. Sin embargo en artículos como el de Joss and Vasalli⁽²⁵⁾ y Nale et al.⁽²¹⁾ se refleja una menor recidiva en aquellos casos cuya fijación esquelética se realizaba con mini placas en lugar de con tornillos bicorticales.

La esperanza inicial de que la fijación rígida eliminaría por completo los problemas asociados con la recidiva en el lugar de la osteotomía no se ha producido. Sin embargo, es cierto que la fijación rígida ha reducido significativamente las tasas de recidiva en muchos tipos de movimientos del esqueleto pero, lo más importante, ha hecho que estos mismos tipos de desplazamientos esqueléticos sean más predecibles; es decir, el rango esperado de cualquier grado de recidiva esquelética se ha reducido considerablemente.^(31, 34)

Quizás la única operación en la que la inestabilidad esquelética se mantiene, a pesar de la fijación rígida, es cuando se coloca inferiormente el maxilar como en el tratamiento del paciente de cara corta. Se están valorando sustitutos óseos no reabsorbibles para resolver este problema, en particular, bloques de hidroxiapatita ya que tiene muchas propiedades biomecánicas que hacen que su uso esté en el contexto ideal, a diferencia de los injertos de hueso autólogo, pues no pierden volumen con el tiempo y tampoco producen una reabsorción de hueso adyacente como otros materiales aloplásticos. Su resistencia a la compresión es más que suficiente para soportar cargas masticatorias y su uso se combina con la utilización de fijaciones rígidas.⁽³³⁾

También dejar presente que, para la estabilidad de la oclusión y de los fragmentos de osteotomía, es importante realizar una fijación intermaxilar. Esta fijación mantiene los fragmentos óseos y previene la recidiva esquelética durante el proceso de creación de hueso. Tradicionalmente la fijación intermaxilar se realizaba con alambres, tejiendo el alambre de un arco a otro. Pero esta técnica tenía desventajas como el tiempo que suponía y el alto riesgo para el cirujano de pincharse. Por esta razón se desarrollaron unos ganchos en los propios arcos que permitían unir ambas arcadas. Este método se lleva utilizando mucho tiempo pero también surgen opiniones sobre la carga que supone para los dientes las fuerzas que generan los elásticos. Thota y Michelle⁽³⁵⁾ comienzan a emplear los

microtornillos para evitar que estas cargas extrusivas recaigan sobre los dientes. Son muchos los autores que opinan que las fuerzas verticales se transmiten a los dientes pudiendo generar reabsorciones en las raíces y cambios en las inclinaciones de los dientes. Pero, en un estudio realizado por Son et al.⁽³³⁾, se observa que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los grupos de pacientes quirúrgicos en los que se realizaba la fijación con alambre respecto los grupos en los que la fijación era a través de microtornillos.

1.1.5. Dolor y complicaciones postoperatorias:

Son muchas las complicaciones postoperatorias que se describen en este tipo de cirugía pues no deja de ser la región más compleja anatómicamente hablando de todo el organismo.

Las alteraciones neurosensoriales son las complicaciones más frecuentes tras una cirugía ortognática. Si bien muchos pacientes se benefician de un drástico cambio funcional y estético tras la corrección de los maxilares, las alteraciones sensoriales en la región facial y en los labios pueden ser bastante molestas. Estas alteraciones se pueden presentar en forma de: hipostesia, anestesia o disestesia de la región facial. En la literatura, la mayoría de los estudios sobre alteraciones neurosensoriales se describen principalmente en la mandíbula y con muy poca frecuencia en el maxilar ya que suele producir una menor retracción nerviosa.⁽³⁶⁾

Alolayan et al.⁽³⁷⁾ observaron en su estudio una incidencia en el maxilar del 13% a los 12 meses tras la cirugía y del 9,8% a los 24 meses. Estos resultados coinciden con la literatura y se consideran una incidencia baja. Por otra parte, en los procedimientos mandibulares se encuentra una incidencia del 87% y de éstos, entre el 20-40%, se queda con alteración nerviosa permanente.

Diversos autores como Alolayan et al.⁽³⁷⁾, Nesari et al.⁽³⁸⁾ y August et al.⁽³⁹⁾ sugieren la edad como factor de riesgo significativo para esta serie de alteraciones neurosensoriales, ya que la arquitectura de los huesos y la dificultad de separar los fragmentos dificultaría el procedimiento quirúrgico. Alolayan et al.⁽³⁷⁾, a diferencia de los otros dos autores, observó que los pacientes de menor edad tenían una recuperación sensitiva en menos tiempo pero, a partir de los 24 meses, la mejora sensitiva era similar en todos los grupos de edad. En su estudio no se encontraron diferencias estadísticamente significativas según el sexo. Sin

embargo, sí que observaron diferencias según la técnica quirúrgica utilizada, ya que la osteotomía sagital de rama (BSSRO) presentó un mayor daño nervioso en comparación con la osteotomía vertical (IVRO). Además se produjo un daño nervioso estadísticamente significativo en aquellos pacientes que tuvieron un procedimiento de genioplastia.⁽³⁷⁾

Panula et al.⁽⁴⁰⁾ y Ianetti et al.⁽⁴¹⁾ realizaron unos estudios basados en pacientes operados de cirugía ortognática y pese a la diferencia de tiempo en la realización del estudio de cara a la mejora en las técnicas quirúrgicas, ambos autores obtuvieron resultados similares en los daños neurológicos más comunes. Dentro de las alteraciones neurosensoriales, el daño en el nervio dentario inferior se producía con más frecuencia, con unos rangos desde el 9% - 100%. En estos pacientes, el 80 % recuperó su sensibilidad normal en un periodo de 3 a 6 meses, el 18% la recuperaron a los 12 meses tras la cirugía, y un porcentaje del 2% se quedó con un daño nervioso crónico.

Otra de las complicaciones que han sido descritas en la literatura a lo largo de los años, son los daños a **nivel de la articulación temporomandibular (ATM)**. Ianetti et al.⁽⁴¹⁾ critica que los estudios que se han realizado son poco científicos debido a la heterogeneidad de los métodos de medición utilizados y la ambigüedad de los resultados. Los resultados obtenidos por Ianetti et al.⁽⁴¹⁾ muestran una mejora de síntomas en aquellos pacientes que presentaban patología articular antes de la cirugía. Estos resultados son similares a los descritos por Abrahamsson et al.⁽⁴²⁾ donde señalan que la cirugía ortognática parece reducir y mejorar las alteraciones en la ATM.

Por otro lado, **la infección en la zona quirúrgica** es una complicación que se produce en un 3,1%-7,4% de los casos⁽⁴³⁾. La saliva, el alimento residual y/o la sangre que se puede acumular en la herida quirúrgica puede conllevar a un área ideal para desarrollar una infección. Ianetti et al.⁽⁴¹⁾ describe en su estudio que, a pesar de los 7 días de terapia antibiótica en el periodo postoperatorio y los apósitos realizados durante la hospitalización, un 2% de los pacientes desarrollaron procesos infecciosos. Estos se resolvieron con una continuidad del tratamiento antibiótico y sólo en un 0,2% de los casos hizo falta drenaje quirúrgico.

Otra complicación que se ha descrito es la **fractura** en la rama mandibular, ocurriendo con mayor frecuencia durante la osteotomía sagital de rama. La frecuencia de esto suele estar entre el 3-23% y parece tener una mayor prevalencia en aquellos pacientes en los que se extrajeron los cordales en el mismo procedimiento quirúrgico.^(41, 43, 44)

Además de estas complicaciones, el dolor y la disminución en apertura mandibular pueden suponer al paciente una gran limitación a la hora de su recuperación.

Sobre el **dolor postoperatorio** en cirugía ortognática existe muy poca información en la literatura. La frecuencia, la intensidad, las características y su impacto psicológico son descritos de forma muy inespecífica. Las recomendaciones hechas para el manejo analgésico se realizan habitualmente en base a la comparación con la cirugía oral. Las drogas usadas aquí son fundamentalmente los antiinflamatorios no esteroideos (AINES), opioides, medidas físicas, corticoides y anti convulsionantes pero no existen estudios específicos y las recomendaciones se basan en la experiencia de grupos aislados. En la literatura, los estudios prospectivos que existen en relación al manejo del dolor postoperatorio son escasos y, además, en estudios retrospectivos se observa que aparentemente el dolor postoperatorios no está bien controlado con esquemas analgésicos tradicionales.

La escala analógica visual (VAS) es el instrumento más extendido para evaluar la intensidad de dolor. Representa visualmente la cantidad de dolor que sufre el paciente. Se señala en una línea horizontal de 10 cm donde el punto de partida representa ausencia de dolor (0) y el punto final representaría un dolor insoportable (10)^(45, 46). Esta escala no ha sido aplicada en estudios en cirugía ortognática puesto que los pacientes que sufren este proceso no describen el dolor como síntoma postoperatorio principal. Cosmelli et al.⁽³⁶⁾, Kari Panula et al.⁽⁴⁷⁾ y Su-Gwan⁽⁴⁸⁾ coinciden en sus estudios en el escaso dolor de la zona operatoria e, incluso, insensibilidad. Achacan esta insensibilidad al edema originado por la respuesta inflamatoria provocando una disfunción de la segunda y tercera rama del trigémino en grados variables. Los pacientes señalan molestia generalizada así como una sensación de cansancio. Junto a ello, dolor cervical asociado a una cirugía prolongada e incómoda, congestión nasal, odinofagia e insomnio ya que la terapia antiedema con hielo y máscaras de contención aumentan la sensación de angustia y de contractura en las zonas musculares del cuello.

El edema facial originado por la cirugía ortognática nunca se ha cuantificado. Los artículos revisados respecto a inflamación facial tras cirugía nos remiten a artículos de inflamación tras la exodoncia de cordales. Osunde et al.⁽⁴⁹⁾, Olivera Serra et al.⁽⁵⁰⁾, Filho et al.⁽⁵¹⁾ entre otros, realizaron un estudio evaluando la respuesta inflamatoria tras la exodoncia de terceros molares. En ellos se describe como método de medición la distancia

en milímetros desde el ángulo goníaco al canto externo del ojo y desde el lóbulo inferior de la oreja a la comisura labial medido a través de una regla blanda.

A **nivel de la apertura mandibular** se produce una significativa disminución, entre un 60-70% o menos, lo que impide una correcta alimentación y enlentece la recuperación del paciente. Terry Te-Yi Teng et al.⁽⁵²⁾ observan en sus estudios una disminución en la apertura de 57,23 mm a 21,61 en el primer mes tras la cirugía. Otras variables como pueden ser la laterotrusión, la velocidad del movimiento, el ángulo y la distancia de los movimientos condilares en protrusión también se ven reducidos en el mismo periodo. Un estudio con resultados similares fue realizado por Wen-Ching Ko et al.⁽⁵³⁾ donde los movimientos de apertura y lateralidades eran menores a los valores iniciales incluso 6 meses después de la cirugía. Zimmer et al.⁽⁵⁴⁾ realizaron un estudio de 2 años donde los pacientes de cirugía ortognática de clase III comenzaban a tener recuperación en los movimientos mandibulares a partir de los 6 meses, sin embargo los pacientes de clase II tenían mayores tiempos de recuperación. Ueki et al.⁽⁵⁵⁾ no encontraron diferencias en la recuperación según los tipos de cirugía y Wang et al.⁽⁵⁶⁾ hizo un estudio donde comparó pacientes de clase III con un grupo control observando que los movimientos condilares tras un periodo indeterminado de postoperatorio llegaban a ser iguales a los del grupo control.

Datos parecidos obtuvieron Jung et al.⁽²³⁾ donde encontraron unos valores iniciales de apertura de 50,7 mm, reduciéndose un 66,9% los milímetros al mes de la cirugía y recuperando los valores iniciales a los 24 meses tras la cirugía.

Otras consecuencias clínicas y biológicas incluyen atrofia muscular, pérdida de masa muscular y fuerza. La recuperación de la función mandibular es clave para evaluar los resultados de la cirugía afectando la calidad de vida de los pacientes y su satisfacción con el tratamiento. Para reducir estas complicaciones postquirúrgica los investigadores sugieren que los pacientes que se someten a cirugía reciban una rehabilitación programada. Los beneficios de la fisioterapia incluyen una mejora de la vascularización, incremento de la masa muscular, mejora de la fatiga y un aumento de la fuerza muscular. Sin embargo, el tratamiento con fisioterapia no ha tenido un papel importante en el periodo postquirúrgico, centrándose sólo en raras ocasiones en la recuperación maxilofacial.⁽⁵²⁾

1.3. Tratamiento de cirugía ortognática y función masticatoria

Uno de los efectos importantes de la cirugía ortognática es la mejora de la función masticatoria al conseguir equilibrar las bases óseas.⁽⁵⁷⁾ La masticación es un proceso dinámico que se caracteriza por la combinación de ritmo y movimientos de los patrones mandibulares mediante la integración de señales en el sistema cerebral. Los movimientos mandibulares se ajustan a mecanorreceptores ubicados en la lengua, mucosas, husos musculares y presorreceptores periodontales. El patrón de movimiento mandibular durante la masticación está influenciado por factores como el bolo alimenticio y el tipo de oclusión. La posición relativa de los dientes superiores e inferiores entre sí determina la estabilidad oclusal lo cual se relaciona con el rendimiento muscular. Picinato-Pirola et al.⁽⁵⁸⁾ observaron que los pacientes con deformidades severas de clase II y de clase III tenía una menor eficacia masticatoria que aquellos pacientes de clase I. La razón de que esto ocurra no está bien definida. Observaron que entre la clase II y la clase III no había diferencias estadísticamente significativas en la eficacia masticatoria y que la disminución del área oclusal y un menor contacto de dientes podrían afectar a un correcto funcionamiento del sistema estomatognático.

Los mismos resultados encontraron Trawitzki et al.⁽⁵⁹⁾ donde observaron que los pacientes de clase II o clase III que iban a ser sometidos a cirugía ortognática presentaban menor fuerza masticatoria que una muestra control con un grupo de pacientes de oclusión normal sin tratamiento de ortodoncia.

En un estudio de Piancino et al.⁽⁶⁰⁾ realizaron una medición kinesiógráfica a pacientes de clase III antes y después de la cirugía. Estos pacientes presentaban un ciclo inverso de masticación donde los movimientos, a diferencia del ciclo normal, se producían de dentro a fuera. Éstos se caracterizaban por un movimiento anormal, unos movimientos laterales más pequeños, una velocidad más lenta de la mandíbula y una coordinación alterada de los músculos maseteros. Tras el tratamiento ortodóncico-quirúrgico, los pacientes presentaban una mejora en la eficacia masticatoria y una corrección de los ciclos, donde los movimientos se redirigieron hacia el bolo alimenticio comenzando por el movimiento lateral y de allí hacia la parte central.^(58, 60)

Throckmorton et al.⁽⁶¹⁾, Makino et al.⁽²⁹⁾, Iwase et al.⁽⁶²⁾, Soh et al.⁽⁶³⁾, Gaylord et al.⁽⁶⁴⁾, Nagai et al.⁽⁶⁵⁾ coinciden en sus estudios que en aquellos pacientes que eran

sometidos a una cirugía, tenían un aumento de la fuerza masticatoria que se incrementaba de manera constante llegando a alcanzar los valores iniciales entre los 2-3 años postcirugía.

1.4. Medición de la fuerza masticatoria

Se han utilizado muchos métodos para la medición cuantitativa de la fuerza masticatoria pero ninguno se destaca como ideal. Un sistema comúnmente utilizado para medir los cambios a nivel neuromuscular y cuantificar la fuerza de mordida ha sido la evaluación electromiográfica valorando las mejoras obtenidas tras la intervención quirúrgica.^(29, 62, 64)

También se han empleado métodos de gomas de mascar como método para investigar cambios en la función masticatoria como resultado del tratamiento ortodóncico en pacientes con maloclusión.⁽²⁹⁾ Casey y Throckmorton⁽⁶⁶⁾ describen un método a través de silicona que dejan mascar durante 30 minutos y luego evalúan los diferentes grosores y pesos para establecer mediante una ecuación la eficacia masticatoria.

Picinato-Pirola et al.⁽⁵⁸⁾ describe un método con microcápsulas que tienen cambios de color. En su estudio le da previamente al paciente un chicle durante 3 minutos y a continuación introduce las microcápsulas que las mantiene 20 segundos observando los cambios de color que se han producido.

Otro sistema de medición de la fuerza oclusal ha sido el T-Scan desarrollado en 1987. Es un dispositivo computarizado para el análisis oclusal, pero es un sistema que en determinadas ocasiones produce errores de medida al leer mal el área de contacto oclusal debido a que la zona sensible a la presión es bastante inflexible.⁽⁶⁷⁾

En 1977, una hoja sensible a la presión fue desarrollada para uso industrial por Fuji Photo Film Co. en Tokio, Japón. En 1978, se observó que esta lámina era útil para valorar la fuerza de mordida y el equilibrio oclusal. Comenzó a desarrollarse para odontología en el año 1993 (Dental Prescale and Occluzer). La hoja de este sistema es muy delgada y flexible. Sus valores medidos no se ven afectados por la velocidad, la duración de la presión o la temperatura, lo que supone una estimable ventaja a la hora de medir fuerzas masticatorias. Es una película delgada en forma de herradura que se compone de finas hojas de polietileno de unas 90 micras de espesor con numerosas microcápsulas que contienen colorante rojo. Cuando la lámina sensible a la presión es presionada, las

microcápsulas se rompen y se producen unas manchas de tinte rojo con una intensidad que varía según el grado de presión. La fórmula funcional entre la presión aplicada y la densidad de rojo es constante. Hay dos tipos de hoja que difieren según su rango de presión: la lámina 30H sensible a presiones recibidas entre 3-13 MPa y la lámina 50H que recibe presiones más elevadas entre 5-120MPa. Autores como Makino et al.⁽²⁹⁾, Iwase et al.⁽⁶²⁾, Nagai et al.⁽⁶⁵⁾, Kazunori et al.⁽⁶⁷⁾ emplearon en sus estudios el sistema Dental Prescale cuantificando de manera rápida y eficaz la fuerza masticatoria.

Una vez realizado el proceso de masticación sobre la lámina Dental Prescale se originan unas huellas con intensidades de color diferentes según el grado de presión. Esta intensidad de color se puede medir con diferentes métodos siendo el sistema CIE L*a*b* uno de los más precisos. Mediante CIE L*a*b* valoramos la luminosidad del color (L*), su posición entre el verde y el rojo (a*) y su posición entre amarillo y azul (b*). Todos estos valores nos ayudan a observar las diferentes densidades y, por tanto, de presión en las fuerzas de mordida ejercidas sobre el sistema Dental Prescale.^(62, 67-70)

1.5. Transmisión Nerviosa Transcutánea (TENS)

1.1.6. Concepto e Historia.

El TENS es un pequeño aparato generador de pulsos eléctricos destinados a conseguir analgesia. Consta de unos electrodos que se sitúan en las zonas dolorosas y proporcionan una estimulación eléctrica a través de la piel. Es una fórmula no farmacológica y no invasiva usada ampliamente en sujetos con dolor tanto agudo como crónico que se ha utilizado en una variedad de entornos. Activa las vías descendentes inhibitorias del cerebro medio y del tronco cerebral para inhibir la excitabilidad de las neuronas nociceptivas en la médula espinal. Se muestra efectivo para varias condiciones de dolor tales como la osteoartritis, dolor músculo-esquelético crónico y dolor post operatorio.⁽⁷¹⁾

En la década de 1970 comenzaron los primeros ensayos clínicos donde se obtuvieron resultados de analgesia en las zonas donde se aplicaban diferentes frecuencias. Sjölund ⁽⁷²⁾ demostró, en sus estudios en ratas, que la electro-acupuntura de baja frecuencia aumentaba el nivel de endorfinas en el líquido cefalorraquídeo. Más tarde se encontró que las diferentes frecuencias de electro-acupuntura liberaban opioides endógenos tanto a nivel

supraespinal como espinal. En años posteriores algunos autores como Karina Sato et al.⁽⁷³⁾ examinaron los efectos de baja frecuencia (2Hz) y alta frecuencia (100HZ) midiendo el líquido cefalorraquídeo en ratas, constatando la formación de opioides.

Otros autores, sin embargo, encontraron resultados ineficaces en el uso del TENS. Carol Bedwell et al.⁽⁷⁴⁾ observaron que en el momento del parto no había diferencias estadísticamente significativas entre las embarazadas a las que se les aplicó TENS y a las que no. Carrol et al.⁽⁷⁵⁾, sugieren que el TENS no es efectivo como único tratamiento en el dolor leve-moderado después de la cirugía pero, Bjordal et al.⁽⁷⁶⁾ comprobaron que en diferentes ensayos aleatorios del dolor postoperatorio parecía haberse utilizado una estimulación débil e insuficiente.

Con los años, mucho tiempo, esfuerzo y coste financiero se han intentado establecer unos valores óptimos para el TENS con dolor inducido experimental en pacientes sanos. La investigación se ha centrado en los efectos de las combinaciones de intensidades de TENS, sus frecuencias y en la colocación de electrodos.

A pesar de todo, los resultados de los estudios son a menudo confusos ya que los investigadores no logran aislar los efectos para la obtención de unos resultados concretos en base a unos parámetros específicos.^(77, 78)

Karina Sato et al.⁽⁷³⁾ realizaron un estudio en ratas donde le indujeron una inflamación en una zona articular concreta. Sus resultados muestran que la intensidad de la estimulación es crítica en la eficacia del TENS. Con intensidades más bajas se produce un menor efecto analgésico que a altas intensidades con resultados estadísticamente significativos para el grupo con mayor intensidad.⁽⁷³⁾

Numerosos autores como Dana et al.⁽⁷¹⁾, Dowswell et al.⁽⁷⁹⁾, Tong et al.⁽⁷⁷⁾, Chen et al.⁽⁸⁰⁾, Liebano et al.⁽⁸¹⁾ Alpe et al.⁽⁸²⁾, Buonocore et al.⁽⁸³⁾, Aarskog et al.⁽⁷⁸⁾ y Eble et al.⁽⁸⁴⁾, Avendaño-Coy et al.⁽⁸⁵⁾ Fernández-Tenorio et al.⁽⁸⁶⁾ aplicaron TENS en fibromialgia, bruxismo, procesos postoperatorios, músculos elevadores, embarazadas, espasticidad por afectación neurológica,...donde obtuvieron resultados similares con mayor o menor grado de significación en aquellos pacientes que recibían TENS.

1.1.7. Mecanismo

Muchas teorías han sido descritas para entender los mecanismos de la percepción del dolor. Las 4 teorías con más influencia desde el siglo XVII serían la teoría de la Especificidad, de la Intensidad, del Patrón y de la Gate Control. Esta última es la más aceptada en las teorías del dolor y la que más investigaciones fructíferas ha dado a pesar de los errores y deficiencias en su desarrollo.⁽⁸⁷⁾

La teoría de la Gate Control fue descrita por Melzack ⁽⁸⁸⁾ en 1965. Los estudios modernos que conducen a la teoría de la Gate Control comenzaron con el trabajo de Ronald Melzack al que más tarde se le unió Patrick Wall. En 1965, Melzack y Wall⁽⁸⁸⁾ propusieron la teoría de la Compuerta o Puerta de Entrada para explicar los fenómenos relacionados con el dolor. La teoría de la Gate Control es una explicación de cómo la mente desempeña un papel esencial en la aparición 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, pero también, las puertas se pueden cerrar para bloquear estos caminos del dolor. Este mecanismo puede ser influenciado por impulsos nerviosos aferentes. Los impulsos aferentes son afectados por una enorme variedad de factores psicológicos conocidos para influenciar el cerebro. El mensaje enviado desde el 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, cognitivos 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 Gate Control. Esta teoría explica por qué se disminuye el dolor cuando el cerebro está experimentando una sensación de distracción. En estas circunstancias, la percepción del dolor disminuye porque la interpretación del dolor es modulada por la experiencia agradable de la distracción. Esta teoría se podría resumir en varios puntos:

1. La actividad de las células de la sustancia gelatinosa (SG) modulan y regulan el ingreso de los impulsos eléctricos procedentes de las fibras aferentes a las células de transición o células T (Lámina V). Esto es conocido como la

compuerta espinal. Estas células se encuentran en el vértice del asta posterior a lo largo de toda la médula espinal la cual está dividida anatómicamente en láminas que van desde I-IX y está relacionada con la información termoalgésica y táctil, y se encuentra en la médula espinal en la lámina II o III del asta dorsal, que son las láminas encargadas de la modulación del dolor y del procesamiento de la información somatosensorial aferente.

2. Las células de la sustancia gelatinosa influyen de dos maneras en la transmisión del impulso aferente a las células T.
 - a. A nivel Pre sináptico: Bloqueando los impulsos o reduciendo la cantidad de neurotransmisor liberado por los axones de las fibras A delta y C.
 - b. A nivel Post sináptico: 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 alfa y beta excitan a las células de la sustancia gelatinosa inhibiendo la transmisión y cerrando la 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 alfa 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 lemnisco 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 y 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 la Sustancia Gelatinosa y centrales descendentes producen la actividad neta de las células transmisoras de la médula espinal.⁽⁸⁹⁻⁹²⁾

Aunque los experimentos posteriores y hallazgos clínicos han dejado claro que el modelo no es correcto en detalle, las ideas generales nos permitieron la comprensión de los mecanismos del dolor.⁽⁹³⁾

Además del alivio del dolor, el TENS ha sido aplicado con fines de relajación muscular. Esto explica este fenómeno mediante la bomba de Sodio/Potasio (Na^+/K^+). El estímulo eléctrico del TENS desencadenaría una contracción muscular, lo que provoca un influjo de Na^+ y una expulsión de K^+ de la membrana de las fibras nerviosas, así como una liberación de iones Ca^{++} . Después del estímulo, las concentraciones originales de iones se recuperan gracias a la bomba de Sodio/Potasio. Tras un periodo de alta actividad muscular, como puede ser una parafunción como el bruxismo o la propia terapia con el TENS, la concentración de electrolitos en la membrana de las fibras musculares permanece alterada durante un tiempo, lo que determina una disminución en la velocidad de conducción, llevando a una relajación muscular. Además se produce un aumento del flujo sanguíneo, aumentando la temperatura muscular y activando la bomba de metabolitos reestructurando los iones responsables durante el estímulo eléctrico.^(78, 90, 94)

1.1.8. Tipos

De manera general, se describen 3 tipos de TENS.

- TENS convencional presenta una frecuencia alta pero con intensidades bajas. Su frecuencia es de 75 a 100 Hz y la duración del estímulo es de 50 a 125 ms. Estos parámetros nos permiten estimular las fibras aferentes del grupo A β . Se producen ligeras parestesias sin producir contracción muscular. La analgesia así obtenida es inmediata pero de una duración

relativamente corta, aproximadamente un par de horas después del tratamiento.

- TENS tipo acupuntura presenta una frecuencia baja e intensidades altas. Su frecuencia es de 1 a 4 Hz y la duración del estímulo es de 200 a 300 ms. Con estas características y estos modelos de frecuencia y duración se estimularán las fibras A δ y C. Se producirían parestesias y contracciones musculares que teóricamente, no deberán sobrepasar el umbral o límite de tolerancia del paciente.
- TENS tipo burst o de trenes de onda presentan una frecuencia de 1 a 4 Hz, con trenes de onda con una frecuencia interna de 100 ms. Esta modalidad de TENS es una mezcla del TENS convencional y el de acupuntura, donde se emite una corriente básica de baja frecuencia.

La sencillez y facilidad de la técnica del TENS hace que se describan pocas complicaciones en su uso. Se puede presentar una leve irritación cutánea relacionada con terapias de larga duración. Es importante no aplicarlos en pacientes portadores de marcapasos, en embarazadas, ni en zonas hemorrágicas.⁽⁷⁴⁾

2. JUSTIFICACIÓN

2. JUSTIFICACIÓN.

Los pacientes que se someten a una cirugía ortognática se caracterizan por la presencia de una impotencia funcional y una dificultad notable, casi imposible, de abrir la boca y de poder masticar tras la intervención quirúrgica para corregir una deformidad dentofacial.

Se puede llegar a una recuperación completa tras varias semanas tras la cirugía, pero esta dificultad para la apertura y para la masticación hace que el postoperatorio de estos pacientes sea largo y penoso, impidiendo uno de los mecanismos naturales de rápida recuperación como es la buena alimentación.

Dada la poca bibliografía existente acerca de cómo pueden mejorar y del plazo de recuperación de este tipo de pacientes, nos proponemos conocer si la aplicación de TENS en los músculos elevadores de la mandíbula, gracias a su propiedad de relajación muscular y analgesia, podría acortar dicho plazo de recuperación de la musculatura masticatoria y de los tejidos blandos y llegar a una funcionalidad normal en un periodo más corto de tiempo.

Este proyecto aborda una temática novedosa como es la aplicación de fisioterapia con TENS en pacientes sometidos a cirugía ortognática. A partir de esta investigación se pretende realizar protocolos de tratamiento y rehabilitación susceptibles de aplicarse a todos los pacientes tratados con cirugía.

3. OBJETIVOS

3. OBJETIVOS

El objetivo principal del estudio, es comprobar si la aplicación de TENS en pacientes sometidos a cirugía ortognática, supone un beneficio importante en la clínica diaria y en la mejora de la calidad de vida de los pacientes tras un periodo más corto de recuperación. Para ello analizaremos diferentes variables:

- Apertura mandibular.
- Fuerza masticatoria.
- Dolor.
- Inflamación facial.

Mediremos estas variables inmediatamente **antes de la cirugía y una vez por semana durante las cuatro semanas** posteriores a la cirugía. Analizaremos la existencia de diferencias en las mediciones a nivel semanal y entre las mediciones iniciales y finales del tratamiento.

Para la consecución del objetivo principal estableceremos una serie de **objetivos secundarios** divididos en tres bloques: el primero para el estudio de la muestra total y los otros dos para el estudio de la muestra en función de la maloclusión de clase II o clase III:

- **Bloque 1 - Muestra total**

1. Determinar si existen diferencias estadísticamente significativas en la apertura mandibular en el grupo TENS frente al grupo control.
2. Determinar si existen diferencias estadísticamente significativas en la recuperación de la fuerza masticatoria en el grupo de TENS frente al grupo control.

3. Determinar si existen diferencias estadísticamente significativas en la percepción del dolor en ambos grupos a lo largo de las semanas.
4. Determinar si el grupo TENS tiene una inflamación estadísticamente menor respecto al grupo control.

- **Bloque 2 - Clase II**

1. Observar el valor de apertura en los individuos de clase II y determinar si existen diferencias en el grupo TENS respecto al grupo control.
2. Determinar los cambios en fuerza masticatoria tanto en el grupo TENS como en el grupo control en individuos de clase II.
3. Determinar si existen diferencias estadísticamente significativas en la percepción del dolor en los individuos de clase II entre el grupo TENS y grupo control.
4. Determinar si existen diferencias estadísticamente significativas en la inflamación en el grupo TENS respecto al grupo control en los individuos de clase II.

- **Bloque 3 - Clase III**

1. Observar el valor de apertura en los individuos de clase III y determinar si existen diferencias en el grupo TENS respecto al grupo control.
2. Determinar los cambios en fuerza masticatoria tanto en el grupo TENS como en el grupo control en individuos de clase III.

3. Determinar si existen diferencias estadísticamente significativas en la percepción del dolor en los individuos de clase III entre el grupo TENS y grupo control.

4. Determinar si existen diferencias estadísticamente significativas en la inflamación en el grupo TENS respecto al grupo control en los individuos de clase III.

4. HIPÓTESIS DE TRABAJO

4. HIPÓTESIS DE TRABAJO

Nuestra hipótesis de trabajo es la siguiente:

“Tras la cirugía ortognática mandibular, la aplicación de TENS en los músculos elevadores de la mandíbula acelerará la recuperación de la apertura y de la fuerza masticatoria y disminuirá la inflamación”.

Permitiendo, por tanto, una mejora en la recuperación del paciente durante el postoperatorio.

5. MATERIAL Y MÉTODOS

5. MATERIAL Y MÉTODOS.

5.1. Población de estudio.

5.1.1. Cálculo del tamaño muestral.

Se realizó un análisis de contraste de hipótesis para medias determinando como valor crítico la variable de apertura. El valor crítico para establecer el tamaño muestral mínimo considerando un valor de error alfa de 0,05, una potencia estadística de 80% y un intervalo de confianza del 95% fue una precisión de 2,5 mm en la variable de apertura y con un número total de 40 pacientes.

5.1.2. Distribución de la muestra:

Se empleó un método de generación de la aleatorización mediante extracción de bolas de dos colores en una urna cerrada ocultas a la visión del paciente. Asimismo se realizó un sistema de ocultamiento de la asignación mediante la codificación por colores en las bolas de sorteo (rojo: experimental (TENS); blanco: control (No TENS)).

Dichos pacientes se eligieron de modo consecutivo y todos ellos fueron operados por el mismo cirujano evitando así el posible sesgo que podría suponer las diferentes técnicas o experiencia del mismo. Todos estos pacientes mostraban una deformidad dentofacial susceptible de ser operada tras un periodo de ortodoncia prequirúrgica realizada por diferentes ortodoncistas y, a todos ellos, se les informó de nuestro propósito firmando un consentimiento informado (Anexo 1) en el momento de la realización así como una hoja de información (Anexo 2). Obtuvimos un informe dictamen de protocolo ético favorable por parte del hospital Clínico San Carlos (Anexo 3).

El tamaño muestral inicial se compuso de 57 pacientes. Tras el inicio del estudio hubo un porcentaje de pérdidas de un 18%. Fueron 10 pacientes que no disponían del tiempo de sesión de 30 minutos de TENS, vivían lejos y resultaba muy complicado organizar las citas semanales o no quisieron participar. Por tanto el tamaño muestral final empleado para el siguiente estudio fue de 47 pacientes (32 mujeres y 15 hombres) en edades comprendidas entre los 25 y 65 años. Tras un análisis con la muestra total, los pacientes fueron clasificados esqueléticamente dividiéndose en dos grupos: 24 pacientes de clase III (13 mujeres y 11 hombres) y 23 pacientes de clase II (19 mujeres y 4 hombres).

5.1.3. Selección de la muestra:

La selección de los casos se realizó mediante un muestreo no probabilístico de casos consecutivos hasta obtener el máximo número posible de casos hasta la fecha intentando llegar a un número de pacientes que consiga una distribución normal de los datos.

Se determinaron una serie de criterios que los pacientes debían de cumplir para ser incluidos en el estudio:

1. Criterios de inclusión

- Pacientes susceptibles de cirugía ortognática bimaxilar.
- Pacientes susceptibles de cirugía ortognática mandibular.
- Pacientes que no fueran operados por trastornos temporomandibulares.
- Sin límite de edad en pacientes que han terminado crecimiento.
- No diferencia de sexo.
- La cirugía no debería ser parte de intervenciones más complejas como síndromes craneofaciales.
- Se desechaban pacientes que eran tratados con fármacos relajantes musculares previa o 4 semanas después de la cirugía.
- No deberían estar medicalizados de manera crónica con corticoides.
- No deberían padecer trastornos musculares ni nerviosos.
- Pacientes que no estuvieran polimedcados.

2. Criterios de exclusión

- Pacientes que no podrían acudir regularmente a la consulta tras la intervención .
- Pacientes que no pudieran cumplir el protocolo diseñado.
- Pacientes que no fueran seguidos por el mismo cirujano en el postoperatorio.
- Pacientes que no firmaran el consentimiento informado.

5.2. Diseño del estudio.

Es un ensayo clínico aleatorizado a ciego simple donde se comparan dos grupos: experimental (pacientes que han recibido TENS) y control.

Una vez que se le ha explicado al paciente la realización del estudio, entregado una hoja con la descripción detallada de nuestro procedimiento (Anexo 2) y haya aceptado pertenecer a él firmando un consentimiento informado (Anexo 1), realizamos las mediciones oportunas para alcanzar nuestros objetivos de la siguiente forma:

Sistemática para la valoración de la apertura:

1. Paciente sentado formando un ángulo de 90° en el sillón dental.
2. Se utilizó un calibre dental milimetrado digital (Modelo R 100110 de Mestra).
3. Se valoró la máxima apertura, medida como la distancia desde el borde incisal de los incisivos centrales superiores hasta los bordes incisales de los incisivos inferiores y se sumaron los milímetros de sobremordida o se restaron los milímetros de mordida abierta.
4. Las anotaciones se realizaron de manera numérica para posteriormente ser tratadas como variables cuantitativas continuas.



Imagen 1: Medición de apertura con calibre milimetrado.

Sistemática para la valoración de la fuerza masticatoria:

1. La fuerza de mordida se midió a través de las huellas producidas en las láminas de Dental Prescale Fuji®.
2. En cada paciente introdujimos 3 láminas en forma de herradura de Dental Prescale haciéndoles morder durante 5 segundos aplicando la máxima fuerza que pudiera el paciente. Realizamos este procedimiento 3 veces con el fin de eliminar falsos positivos y la intervención del azar.
3. Estas huellas con diferente intensidad de color se midieron a través del sistema CIE $L^*a^*b^*$. Valoramos la luminosidad del color (L^*), su posición entre el verde y el rojo (a^*) y su posición entre amarillo y azul (b^*). Todos estos valores nos ayudaron a observar las diferentes densidades y por tanto de presión en las fuerzas de mordida ejercidas sobre el sistema Dental Prescale.^(62, 67-70)
4. Se utilizó cámara Canon EOS 500 con formato RAW, F32, Flash anular y distancia mínima que nos permitía el objetivo macro de 75. Con ella, realizamos fotografías de las huellas de mayor intensidad en las láminas de Dental Prescale.

5. La medición del color de las diferentes huellas se midió con el programa Medidor del Color de Mac.
6. Se hizo una media entre las 3 mediciones cogiendo el mismo punto de contacto entre dientes antagonistas. Eligiendo la huella de mayor intensidad en todos los casos estandarizando de este modo la medición.
7. Se anotaban los valores de CIE L*a*b de cada Dental Prescale antes de anotar el siguiente.
8. La anotación se hizo numéricamente tratándose de variables cuantitativas continuas.
9. Se transformó el valor de la escala CIE L*a*b a una medida de Presión, Megapascuales (MPa), lo cual es equivalente a Newtons (N)/Área (mm²). Posteriormente se multiplicó este último valor por el área utilizado para la medición y se obtuvo la fuerza masticatoria expresada en Newtons (N).



Imagen 2: Medición fuerza masticatoria mediante Dental Prescale Fuji ®.

Sistemática para la valoración de dolor:

1. Se utilizó la escala analógica digital (VAS).

2. Se valoró la sensación subjetiva de dolor que el paciente experimenta en la manipulación de apertura y cierre mandibular.
3. Las anotaciones se realizaron de manera numérica para posteriormente ser tratadas como variables cuantitativas continuas.

Sistemática para la valoración de la inflamación:

1. Paciente sentado formando un ángulo de 90° en el sillón dental.
2. Se utilizó una regla blanda milimetrada y realizamos una medida horizontal y otra vertical.
3. Se anotaba la medida horizontal desde la parte inferior del lóbulo de la oreja a la comisura labial.
4. Se anotaba la medida vertical desde ángulo goniaco a canto externo del ojo.
5. Las anotaciones se realizaron de manera numérica para posteriormente ser tratadas como variables cuantitativas continuas.



Imagen 3: Medición de inflamación facial con regla blanda milimetrada.

El **diagrama** de tiempos:

1. T0: antes de realizar la cirugía
2. T1: 1 semana después de la cirugía
3. T2: 2 semanas después de la cirugía
4. T3: 3 semanas después de la cirugía
5. T4: 4 semanas después de la cirugía

En ambos grupos, todas las mediciones se realizaron de manera idéntica. Se tomaron dos medidas en cada momento, una medida pre TENS y tras la aplicación de éste una medida post TENS. En el grupo control el TENS se utilizó con el denominado *placebo transitorio* ^(81, 93, 95). Aumentamos la frecuencia e intensidad hasta que el paciente notaba hormigueo y una vez conseguido disminuimos los valores hasta finalmente apagarlo. A nivel fisiológico no había tiempo suficiente para que hiciera ningún efecto y por otro lado el factor psicológico en el paciente nos ayudaba a aumentar el cegamiento del grupo control. En ambos grupos se les explicó que podían sentir un cosquilleo fuerte que no sería molesto y que en ocasiones apenas lo percibirían. Al ser un estudio a ciego simple, el evaluador si sabe a qué grupo va a pertenecer mientras que el paciente desconoce su situación. El TENS se colocó en una bolsa para mantener el cegamiento del sujeto. Su duración fue 30 minutos y a los 5 minutos de estar colocado se preguntaba al paciente si estaba cómodo.

La **realización del TENS** fue la siguiente:



Imagen 4: Colocación TENS (I)

1. Se procedió a la aplicación de la estimulación eléctrica en el grupo experimental y en el grupo control, dejando el TENS del grupo control apagado.

2. Empleamos el TENS modelo S82 de Enraf Nonius®. La frecuencia del aparato es de hasta 120 Hz, con intensidades ajustables de 0 a 99,5 mA.

3. La intensidad fue ajustada a cada paciente subiendo o bajando este valor hasta notar que ciertas zonas se contraían y al paciente le empezaba a resultar molesto. Al cumplirse los primeros 5 minutos se preguntaba al paciente si estaba cómodo.



Imagen 5: Colocación TENS (II)

4. Se colocaron los electrodos en los músculos elevadores de la mandíbula, en el músculo masetero superficial por encima del ángulo goniaco y en el músculo temporal anterior, de manera bilateral.

5. Los electrodos tenían un diámetro que variaba entre 32-52 mm de diámetro.

6. Las sesiones de TENS tuvieron una duración de 30 minutos y se realizaron de manera semanal, haciendo coincidir en el mismo día de la semana las 4 mediciones.

5.3. Análisis estadístico de los datos.

La base de datos fue diseñada en una hoja de cálculo de Excel, y analizada con el programa estadístico SPSS 22.0® para Windows.

5.1.4. Estadística descriptiva

Se calcularon las distribuciones, frecuencias, medias y desviaciones estándar para las variables clínicas de sexo, maloclusión, apertura, fuerza masticatoria, inflamación y dolor de cada grupo estudiado (control y experimental).

Estadística descriptiva de las variables cuantitativas (procedimiento DESCRIPTIVE) para la descripción de las muestras: media, mediana y desviación estándar.

- **Estadística analítica:**

Mediante el Test de Kolmogorov-Smirnov se determinó el cumplimiento de normalidad para determinar si las variables cuantitativas del estudio provienen de una distribución normal.

Se utilizó el Test de la t de Student para la comparación de dos medias en variables cuantitativas, asumiendo o no igualdad de varianzas (método paramétrico). Se asume la normalidad en los datos. La igualdad de varianzas se contrasta con el test de Levene (lo que nos indicará si es más adecuado el test asumiendo varianzas iguales o desiguales).

El Test de la t de Student pareada (procedimiento T-TEST) se usó para la comparación de dos muestras relacionadas sobre el mismo sujeto.

Por último, se aplicó el análisis de medidas repetidas (procedimiento GLM) para el análisis del comportamiento de grupos en distintos momentos del tiempo.

El nivel de significación estadística se estableció en el 5% ($p \leq 0,05$).

6. RESULTADOS

6. RESULTADOS

6.1. Muestra total

La muestra estaba formada por un total de 47 pacientes, de ellos 32 mujeres y 15 hombres. Conseguimos 23 pacientes de clase II y 24 pacientes de clase III y 23 de ellos formaron el grupo experimental realizando la aplicación de TENS y 24 de ellos formaron el grupo control.

Las tablas 1, 2 y 3 muestra las frecuencias y porcentajes de cada grupo.



SEXO				
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
	32	68,1	68,1	68,1
	15	31,9	31,9	100,0
Total	47	100,0	100,0	

Tabla 1: Distribución de la muestra por sexo

GRUPO TENS / NO TENS				
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
NT	24	51,1	51,1	51,1
T	23	48,9	48,9	100,0
Total	47	100,0	100,0	

Tabla 2: Distribución de la muestra por TENS/NO TENS

CLASE ESQUELÉTICA				
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
CII	23	48,9	48,9	48,9
CIII	24	51,1	51,1	100,0
Total	47	100,0	100,0	

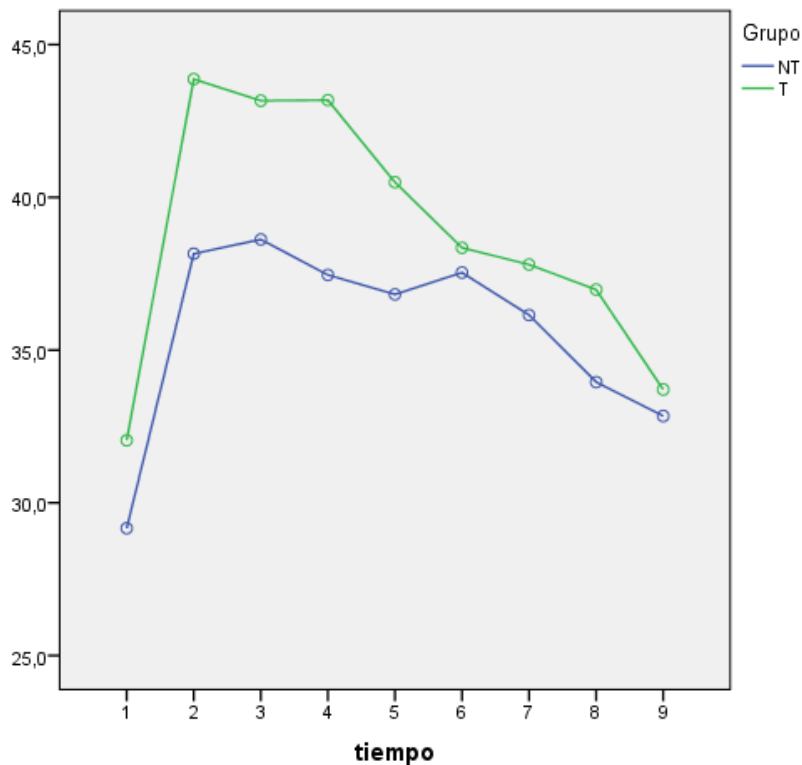
Tabla 3: Distribución de la muestra por clase esquelética

6.1.1. Fuerza masticatoria

Se analizaron los valores CIE L*a*b observando los cambios de color que hemos obtenido tras fotografiar las huellas dentarias en las láminas de Dental Prescale. Se estudió el valor de L, indicando que a menor número, mayor fuerza masticatoria. Se compararon los resultados en su evolución y respecto al inicial a lo largo de las 9 mediciones.

Estadísticos descriptivos				
Grupo		Media	Desviación estándar	N
L_PRE	NT	29,168	5,5124	24
	T	32,046	11,1402	23
	Total	30,576	8,7557	47
L_1spre	NT	38,1546	4,48872	24
	T	43,8713	16,40101	23
	Total	40,9521	12,12713	47
L_1spos	NT	38,6221	5,45090	24
	T	43,1643	12,49180	23
	Total	40,8449	9,73418	47
L_2spre	NT	37,4608	4,98427	24
	T	43,1813	9,05050	23
	Total	40,2602	7,74284	47
L_2spos	NT	36,8235	5,96450	24
	T	40,4943	8,69485	23
	Total	38,6199	7,57527	47
L_3spre	NT	37,5375	7,42356	24
	T	38,3487	9,00605	23
	Total	37,9345	8,15561	47
L_3spos	NT	36,1458	7,96063	24
	T	37,8000	9,76483	23
	Total	36,9553	8,83106	47
L_4spre	NT	33,9546	6,75640	24
	T	36,9791	9,16560	23
	Total	35,4347	8,08319	47
L_4spos	NT	32,8417	7,36697	24
	T	33,7087	8,82082	23
	Total	33,2660	8,03368	47

Tabla 4: Resultados estadísticos fuerza masticatoria



Gráfica 1: Evolución fuerza masticatoria

Se encontró que no existen diferencias estadísticamente significativas al 95% con $p=0,374$ en el comportamiento de la fuerza masticatoria entre el grupo TENS y no TENS.

Existen diferencias estadísticamente significativas al 95% con una $p < 0,001$ en todos los valores respecto al inicial. Encontramos una mayor fuerza masticatoria en la última semana en la 9ª medición (4ª semana post TENS), siendo estadísticamente significativa respecto a la 8ª medición (4ª semana pre TENS) ($p=0,002$) pero no encontrando diferencias entre ambos grupos.

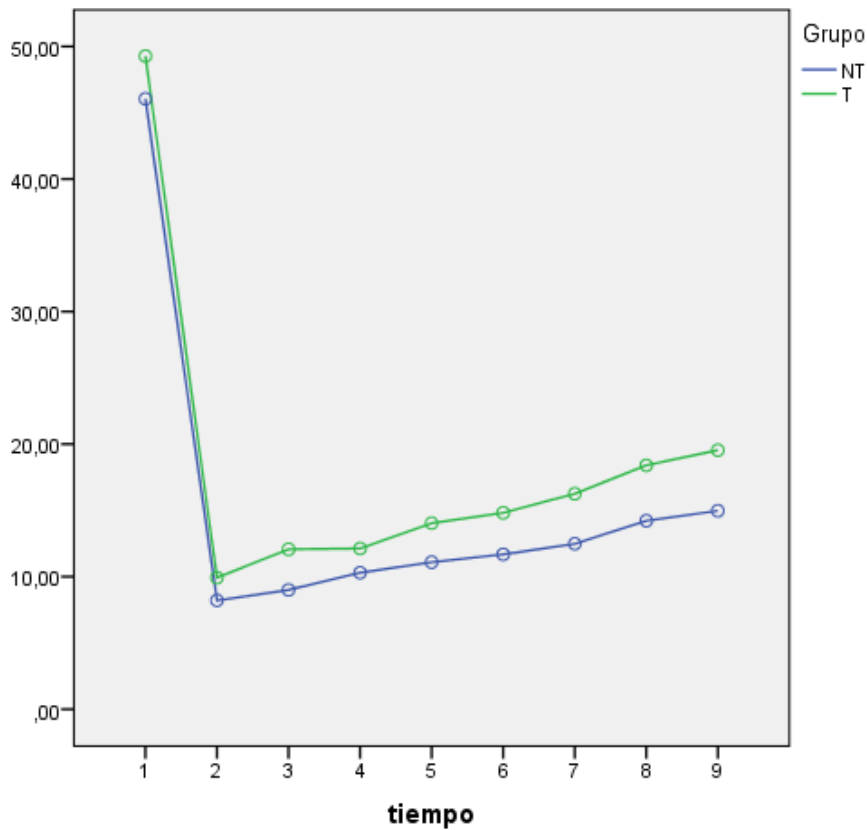
No existen diferencias estadísticamente significativas al 95% entre ambos grupos encontrando una $p = 0,099$.

6.1.2. Apertura

En la tabla 5 se muestran la media de valores de apertura bucal (AP) así como su desviación típica en ambos grupos en los distintos momentos de medición.

Estadísticos descriptivos				
	Grupo	Media	Desviación estándar	N
AP_PRE	NT	46,0492	7,84640	24
	T	49,2800	8,13650	23
	Total	47,6302	8,06909	47
AP_1spre	NT	8,2075	4,15744	24
	T	9,9235	3,84280	23
	Total	9,0472	4,05666	47
AP_1spos	NT	9,0013	4,21240	24
	T	12,0674	3,77350	23
	Total	10,5017	4,25236	47
AP_2spre	NT	10,30	3,948	24
	T	12,12	3,780	23
	Total	11,19	3,934	47
AP_2spos	NT	11,0938	3,85581	24
	T	14,0387	4,02508	23
	Total	12,5349	4,17090	47
AP_3spre	NT	11,684	4,5603	24
	T	14,819	5,2409	23
	Total	13,218	5,1033	47
AP_3spos	NT	12,4796	4,81568	24
	T	16,2548	5,03984	23
	Total	14,3270	5,23278	47
AP_4spre	NT	14,217	4,6387	24
	T	18,403	6,8102	23
	Total	16,265	6,1166	47
AP_4spos	NT	14,973	4,7270	24
	T	19,543	6,8399	23
	Total	17,209	6,2354	47

Tabla 5: Resultados estadísticos apertura mandibular



Gráfica 2: Evolución apertura mandibular

No existen diferencias significativas al 95% ($p = 0,387$) en el comportamiento de TENS y No TENS en apertura a lo largo del estudio.

Existen diferencias significativas al 95% ($p < 0,001$) en apertura a lo largo del estudio. Vemos diferencias en la segunda semana post TENS ($p < 0,001$), en la tercera semana post TENS ($p < 0,001$) y en la cuarta semana post TENS ($p = 0,001$)

Existen diferencias entre TENS y No TENS teniendo una significación de $p = 0,012$.

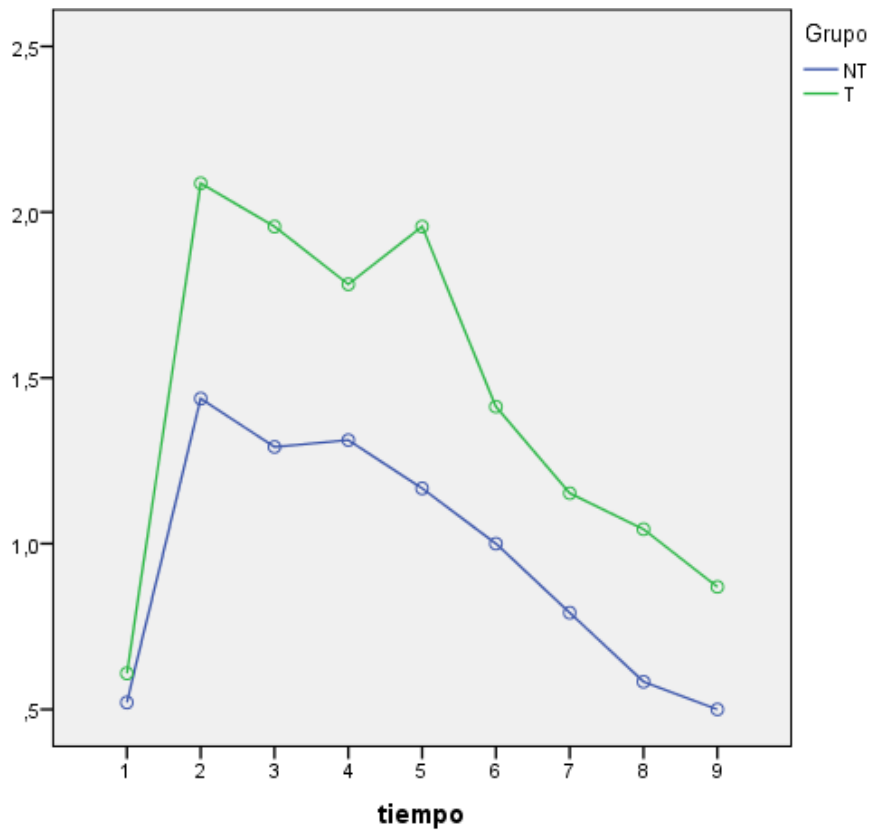
Encontramos una apertura estadísticamente mayor en el grupo TENS respecto al No TENS a la primera, segunda, tercera y cuarta semana (t-student $p = 0,012$, $p = 0,014$, $p = 0,012$, $p = 0,10$, respectivamente). Abriendo 9 mm más el grupo TENS respecto al No TENS en la cuarta semana.

6.1.3. Dolor

En la tabla 6 se muestra la media de valores de dolor así como su desviación típica en ambos grupos en los distintos momentos de medición.

Estadísticos descriptivos				
	Grupo	Media	Desviación estándar	N
DOLOR_PRE	NT	,52	1,716	24
	T	,61	1,373	23
	Total	,56	1,542	47
DOLOR_1spre	NT	1,44	1,837	24
	T	2,09	2,922	23
	Total	1,76	2,425	47
DOLOR_1spos	NT	1,29	1,517	24
	T	1,96	2,531	23
	Total	1,62	2,080	47
DOLOR_2spre	NT	1,31	1,840	24
	T	1,78	2,540	23
	Total	1,54	2,199	47
DOLOR_2spos	NT	1,17	1,633	24
	T	1,96	2,637	23
	Total	1,55	2,195	47
DOLOR_3spre	NT	1,00	1,642	24
	T	1,41	1,992	23
	Total	1,20	1,814	47
DOLOR_3spos	NT	,79	1,179	24
	T	1,15	1,688	23
	Total	,97	1,446	47
DOLOR_4spre	NT	,58	1,283	24
	T	1,04	1,745	23
	Total	,81	1,527	47
DOLOR_4spos	NT	,50	1,022	24
	T	,87	1,392	23
	Total	,68	1,218	47

Tabla 6: Resultados estadísticos dolor



Gráfica 3: Evolución dolor

No existen diferencias estadísticamente significativas al 95% ($p = 0,630$) en el comportamiento del dolor a lo largo del estudio.

Existen diferencias estadísticamente significativas al 95% entre el grupo TENS y No TENS a lo largo del estudio ($p < 0,001$). Se produce una disminución del dolor en la tercera semana post TENS ($p = 0,011$) la cual no es significativa entre ambos grupos.

No existen diferencias estadísticamente significativas ($p = 0,329$) entre el grupo TENS y No TENS.

6.1.4. Medición de inflamación

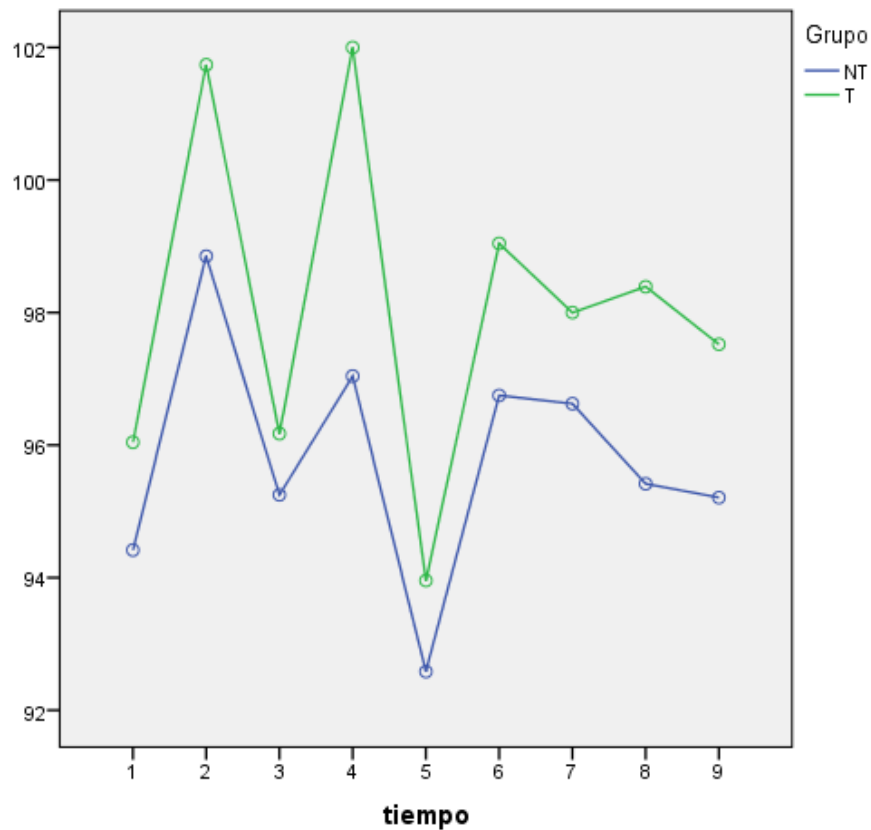
Se observaron diferentes factores que podían alterar los resultados de la muestra pero se vio que tenían una distribución homogénea no observándose diferencias (Fisher $p = 0,489$) en la distribución de pacientes con antiinflamatorios entre los grupos de TENS y No TENS.

6.1.4.1. Inflamación Horizontal

En la tabla 7 podemos observar los valores de inflamación horizontal, su media y la desviación estándar en los distintos momentos de medición.

Estadísticos descriptivos				
	Grupo	Media	Desviación estándar	N
horiz_pre	NT	94,42	6,928	24
	T	96,04	6,101	23
	Total	95,21	6,517	47
horiz_1spre	NT	98,85	9,563	24
	T	101,74	8,481	23
	Total	100,27	9,069	47
horiz_1spos	NT	95,25	5,351	24
	T	96,17	7,322	23
	Total	95,70	6,338	47
horiz_2spre	NT	97,04	8,452	24
	T	102,00	6,856	23
	Total	99,47	8,029	47
horiz_2spos	NT	92,58	5,158	24
	T	93,96	6,071	23
	Total	93,26	5,605	47
horiz_3spre	NT	96,75	6,648	24
	T	99,04	6,116	23
	Total	97,87	6,429	47
horiz_3spos	NT	96,63	6,971	24
	T	98,00	6,053	23
	Total	97,30	6,504	47
horiz_4spre	NT	95,42	7,395	24
	T	98,39	6,781	23
	Total	96,87	7,183	47
horiz_4spos	NT	95,21	7,650	24
	T	97,52	6,515	23
	Total	96,34	7,136	47

Tabla 7: Resultados estadísticos inflamación horizontal



Gráfica 4: Evolución inflamación horizontal

No existen diferencias estadísticamente significativas al 95% ($p = 0,567$) en el comportamiento de la inflamación horizontal a lo largo del estudio.

Existen diferencias estadísticamente significativas al 95% entre el grupo TENS y No TENS a lo largo del estudio ($p < 0,001$). Encontramos valores estadísticamente significativos en la primera ($p = 0,002$), segunda ($p < 0,001$), tercera ($p = 0,033$) y en la cuarta semana ($p = 0,001$) en la medición post TENS pero no resultando significativas entre ambos grupos.

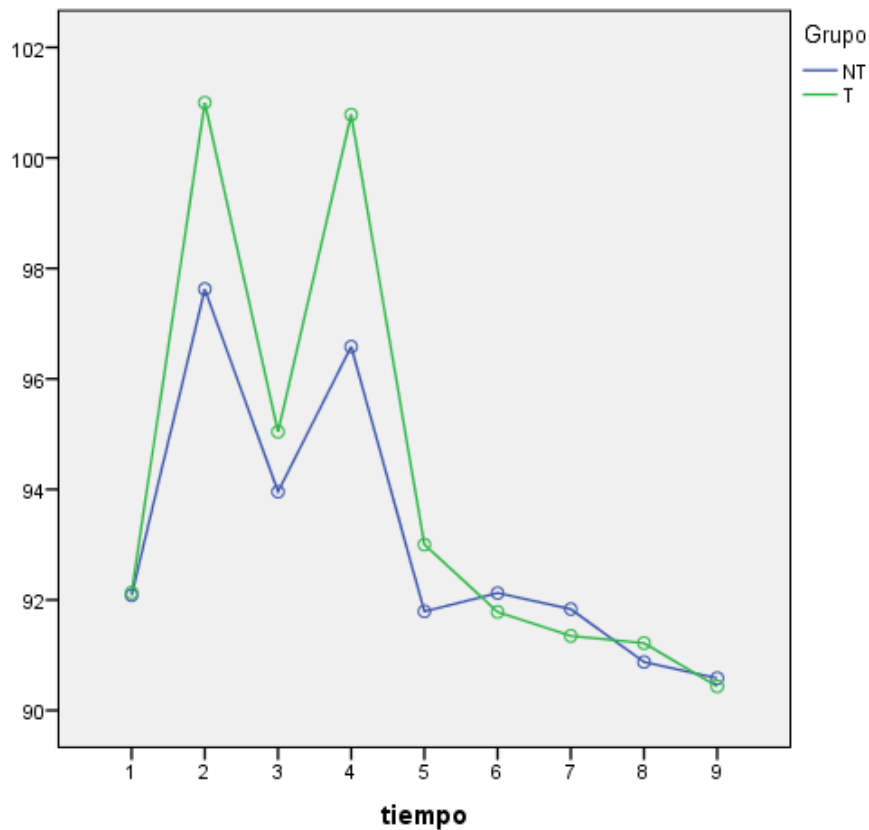
No existen diferencias estadísticamente significativas ($p = 0,137$) entre el grupo TENS y No TENS.

6.1.4.2. Inflamación vertical

En la tabla 8 podemos observar los valores de inflamación vertical, su media y desviación estándar a lo largo de las distintas mediciones.

Estadísticos descriptivos				
	Grupo	Media	Desviación estándar	N
verti_pre	NT	92,08	5,815	24
	T	92,13	5,941	23
	Total	92,11	5,813	47
verti_1spre	NT	97,63	9,977	24
	T	101,00	7,949	23
	Total	99,28	9,105	47
verti_1spos	NT	93,96	5,528	24
	T	95,04	7,170	23
	Total	94,49	6,338	47
verti_2spre	NT	96,58	8,856	24
	T	100,78	6,346	23
	Total	98,64	7,936	47
verti_2spos	NT	91,79	5,233	24
	T	93,00	6,105	23
	Total	92,38	5,647	47
verti_3spre	NT	92,13	5,067	24
	T	91,78	6,075	23
	Total	91,96	5,524	47
verti_3spos	NT	91,83	5,362	24
	T	91,35	6,065	23
	Total	91,60	5,659	47
verti_4spre	NT	90,88	5,376	24
	T	91,22	4,738	23
	Total	91,04	5,022	47
verti_4spos	NT	90,58	5,380	24
	T	90,43	4,601	23
	Total	90,51	4,960	47

Tabla 8: Resultados estadísticos inflamación vertical



Gráfica 5: Evolución inflamación vertical

No existen diferencias estadísticamente significativas al 95% ($p = 0,202$) en el comportamiento de la inflamación vertical a lo largo del estudio.

Existen diferencias estadísticamente significativas al 95% entre el grupo TENS y No TENS a lo largo del estudio ($p < 0,001$). Vemos una disminución de la inflamación en las mediciones post TENS en la primera ($p = 0,001$), en la segunda ($p < 0,001$), en la tercera ($p = 0,012$) y en la cuarta semana ($p = 0,007$) no siendo significativas entre ambos grupos.

No existen diferencias estadísticamente significativas ($p = 0,452$) entre el grupo TENS y No TENS.

Una vez estudiamos estos resultados, decidimos dividir la muestra en clase II y clase III y proceder a los mismo análisis para ver la evolución de los mismos factores durante las 9 mediciones.

6.2. Resultados Clase II

La muestra estaba formada por un total de 23 pacientes, de ellos 19 eran mujeres y 4 fueron hombres en edades comprendida entre 25 y 65 años. De ellos, 11 formaron parte del grupo experimental y 12 formaron el grupo control.

Las tabla 9 muestra las frecuencias y porcentajes de cada grupo.

Grupos					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	NT	12	52,2	52,2	52,2
	T	11	47,8	47,8	100,0
	Total	23	100,0	100,0	

Tabla 9: Frecuencias y porcentajes clase II

6.1.5. Fuerza masticatoria

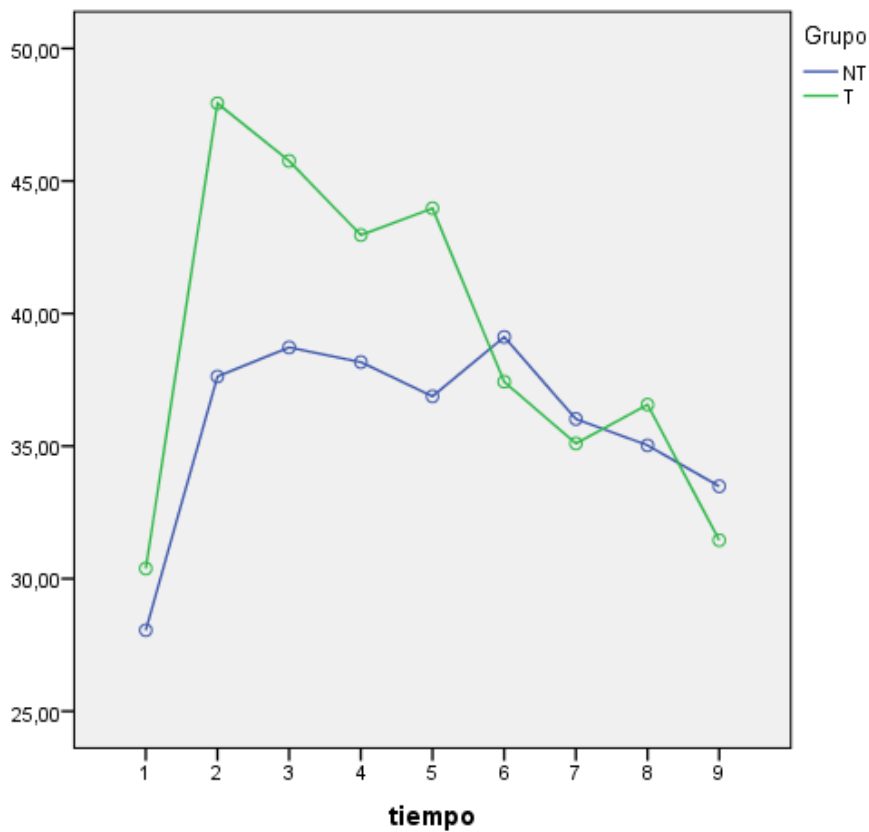
Analizamos el valor de la L en las diferentes semanas comparando dentro de la misma maloclusión los pacientes que pertenecían al grupo TENS y los pacientes que pertenecían al grupo control. Un valor más pequeño de L nos indicará una mayor fuerza masticatoria.

En la tabla 10 podemos observar la media de los valores de L y su desviación estándar en los distintos momentos.

Estadísticos descriptivos				
	Grupo	Media	Desviación estándar	N
L_PRE	NT	28,0558	6,66481	12
	T	30,3827	5,60152	11
	Total	29,1687	6,15505	23
L_1spre	NT	37,6275	4,43743	12
	T	47,9327	10,54906	11
	Total	42,5561	9,38788	23
L_1spos	NT	38,7242	5,66683	12
	T	45,7564	10,54596	11
	Total	42,0874	8,91685	23
L_2spre	NT	38,1683	4,57989	12
	T	42,9618	10,14555	11

Estadísticos descriptivos				
	Grupo	Media	Desviación estándar	N
	Total	40,4609	7,95419	23
L_2spos	NT	36,8771	5,70468	12
	T	43,9700	9,12883	11
	Total	40,2693	8,20217	23
L_3spre	NT	39,1175	5,52742	12
	T	37,4282	6,50041	11
	Total	38,3096	5,93529	23
L_3spos	NT	36,0242	5,80233	12
	T	35,1009	5,62408	11
	Total	35,5826	5,60654	23
L_4spre	NT	35,030	6,3212	12
	T	36,565	6,9853	11
	Total	35,764	6,5401	23
L_4spos	NT	33,4867	7,08312	12
	T	31,4527	6,95782	11
	Total	32,5139	6,94043	23

Tabla 10: Resultados estadísticos fuerza masticatoria clase II



Gráfica 6: Evolución fuerza masticatoria clase II

Existen diferencias significativas al 95% ($p=0,008$) en el comportamiento de TENS y No TENS en la L a lo largo del estudio.

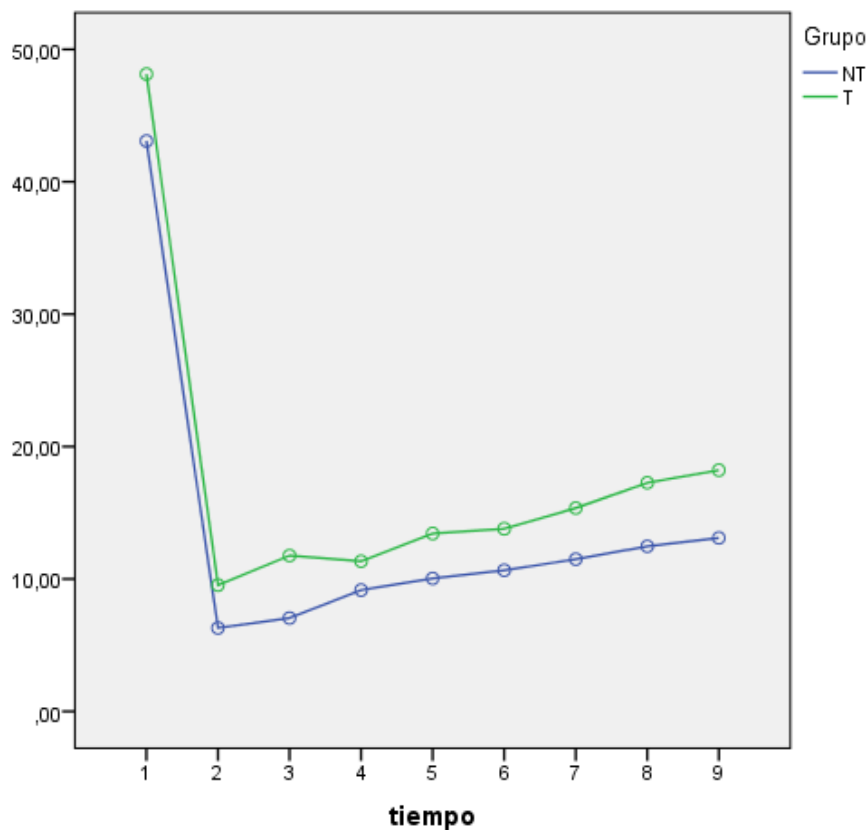
Existen diferencias significativas al 95% (análisis t-student) entre TENS y No TENS en la fuerza masticatoria en la primera y segunda semana post TENS, encontrando una $p = 0,010$ y $p= 0,035$ respectivamente siendo el grupo No TENS el que presenta una mayor fuerza masticatoria.

6.1.6. Apertura

En la tabla 11 se muestran la media de valores de apertura bucal (AP) así como su desviación típica en ambos grupos en los distintos momentos de medición.

Estadísticos descriptivos				
	Grupo	Media	Desviación estándar	N
AP_PRE	NT	43,0825	6,59212	12
	T	48,1364	7,73838	11
	Total	45,4996	7,45724	23
AP_1spre	NT	6,30	3,030	12
	T	9,54	2,727	11
	Total	7,85	3,271	23
AP_1spos	NT	7,0517	2,98609	12
	T	11,7682	2,58591	11
	Total	9,3074	3,64706	23
AP_2spre	NT	9,1633	2,90689	12
	T	11,3364	3,34146	11
	Total	10,2026	3,24530	23
AP_2spos	NT	10,0450	3,40972	12
	T	13,4355	3,60688	11
	Total	11,6665	3,83736	23
AP_3spre	NT	10,6583	4,36851	12
	T	13,7909	4,12765	11
	Total	12,1565	4,45491	23
AP_3spos	NT	11,495	4,6729	12
	T	15,357	3,9702	11
	Total	13,342	4,6877	23
AP_4spre	NT	12,469	3,4371	12
	T	17,269	5,3304	11
	Total	14,765	4,9832	23
AP_4spos	NT	13,099	3,4336	12
	T	18,218	5,3220	11
	Total	15,547	5,0601	23

Tabla 11: Resultados estadísticos apertura mandibular clase II



Gráfica 7: Evolución apertura mandibular clase II

No existen diferencias significativas al 95% ($p = 0,604$) en el comportamiento de TENS y No TENS en apertura a lo largo del estudio.

Existen diferencias significativas al 95% ($p < 0,001$) en apertura a lo largo del estudio. Hay diferencias en los valores post TENS de la primera, segunda, tercera y cuarta semana.

Existen diferencias entre TENS y No TENS teniendo una significación de $p = 0,005$.

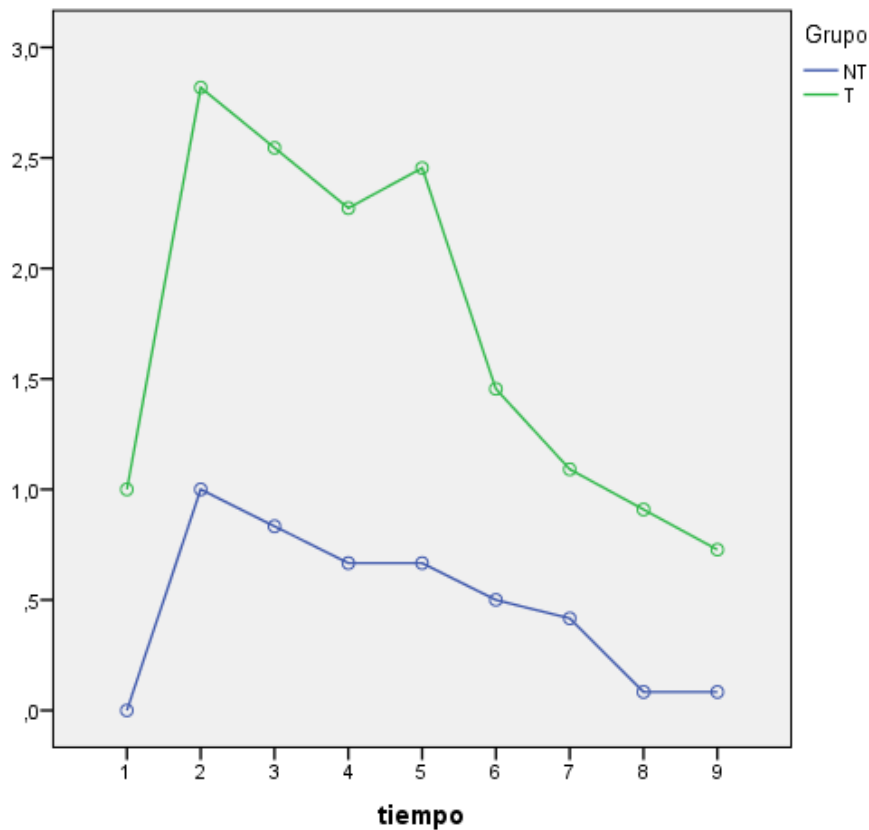
Encontramos una apertura estadísticamente mayor en el grupo TENS respecto al No TENS a la cuarta semana teniendo una t-student $p = 0,012$. Abriendo unos 7 mm más el grupo TENS respecto al No TENS.

6.1.7. Dolor

En la tabla 12 se muestra la media de valores de dolor así como su desviación típica en ambos grupos en los distintos momentos de medición.

Estadísticos descriptivos				
	Grupo	Media	Desviación estándar	N
DOLOR_PRE	NT	,00	,000	12
	T	1,00	1,732	11
	Total	,48	1,275	23
DOLOR_1spre	NT	1,00	2,132	12
	T	2,82	3,250	11
	Total	1,87	2,817	23
DOLOR_1spos	NT	,83	1,749	12
	T	2,55	2,876	11
	Total	1,65	2,461	23
DOLOR_2spre	NT	,67	1,614	12
	T	2,27	2,533	11
	Total	1,43	2,212	23
DOLOR_2spos	NT	,67	1,614	12
	T	2,45	2,876	11
	Total	1,52	2,428	23
DOLOR_3spre	NT	,50	1,243	12
	T	1,45	1,572	11
	Total	,96	1,461	23
DOLOR_3spos	NT	,42	,996	12
	T	1,09	1,375	11
	Total	,74	1,214	23
DOLOR_4spre	NT	,08	,289	12
	T	,91	1,136	11
	Total	,48	,898	23
DOLOR_4spos	NT	,08	,289	12
	T	,73	,905	11
	Total	,39	,722	23

Tabla 12: Resultados estadísticos dolor clase II



Gráfica 8: Evolución dolor clase II

No existen diferencias significativas al 95% ($p = 0,265$) en el comportamiento de TENS y No TENS en dolor a lo largo del estudio.

Existen diferencias significativas al 95% ($p = 0,002$) en dolor a lo largo del estudio. Hay diferencias en los valores post TENS en la tercera semana reduciéndose el dolor en ambos grupos. (aunque la t student no es significativa)

No existen diferencias entre TENS y No TENS teniendo una significación de $p = 0,065$

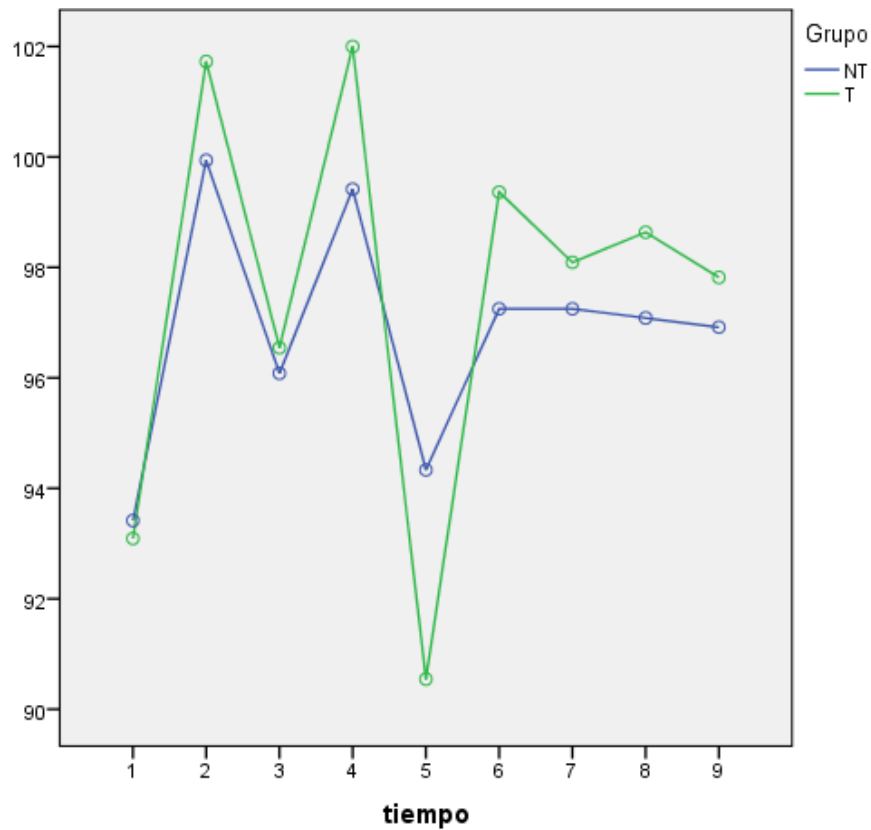
6.1.8. Medición de la inflamación

6.1.8.1. Inflamación horizontal

En la tabla 13 podemos observar los valores de inflamación horizontal, su media y la desviación estándar en los distintos momentos de medición.

Estadísticos descriptivos				
	Grupo	Media	Desviación estándar	N
horiz_pre	NT	93,42	5,664	12
	T	93,09	3,986	11
	Total	93,26	4,826	23
horiz_1spre	NT	99,94	5,300	12
	T	101,73	6,002	11
	Total	100,79	5,590	23
horiz_1spos	NT	96,08	4,481	12
	T	96,55	8,513	11
	Total	96,30	6,560	23
horiz_2spre	NT	99,42	5,712	12
	T	102,00	6,986	11
	Total	100,65	6,343	23
horiz_2spos	NT	94,33	4,418	12
	T	90,55	4,698	11
	Total	92,52	4,851	23
horiz_3spre	NT	97,25	4,372	12
	T	99,36	7,018	11
	Total	98,26	5,754	23
horiz_3spos	NT	97,25	4,267	12
	T	98,09	7,327	11
	Total	97,65	5,804	23
horiz_4spre	NT	97,08	4,166	12
	T	98,64	8,262	11
	Total	97,83	6,351	23
horiz_4spos	NT	96,92	4,441	12
	T	97,82	8,097	11
	Total	97,35	6,315	23

Tabla 13: Resultados estadísticos inflamación horizontal clase II



Gráfica 9: Evolución inflamación horizontal clase II

No hay diferencias estadísticamente significativas al 95% ($p=0,386$) en el comportamiento de TENS y No TENS en las medidas horizontales a lo largo del estudio.

Existen diferencias significativas al 95% con $p<0,001$ en medida horizontales a lo largo del estudio. Encontramos una menor inflamación en la segunda semana post TENS ($p < 0,001$), entre la segunda y tercera semana ($p = 0,002$) y en la cuarta semana post TENS ($p = 0,012$), no resultando significativa entre ambos grupos pues en ambos se reduce la inflamación.

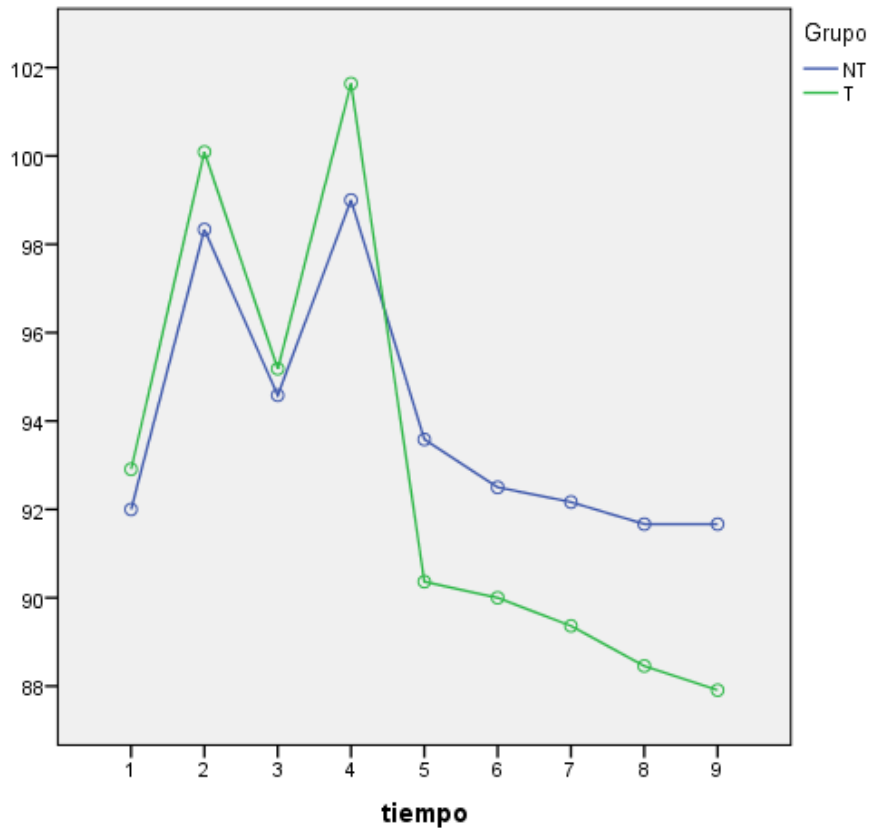
No existen diferencias entre TENS y No TENS teniendo una significación de $p = 0,69$.

6.1.8.2. Medidas verticales

En la tabla 14 podemos observar los valores de inflamación vertical, su media y la desviación estándar en los distintos momentos de medición.

Estadísticos descriptivos				
	Grupo	Media	Desviación estándar	N
verti_pre	NT	92,00	4,023	12
	T	92,91	5,127	11
	Total	92,43	4,501	23
verti_1spre	NT	98,33	5,789	12
	T	100,09	5,735	11
	Total	99,17	5,702	23
verti_1spos	NT	94,58	4,188	12
	T	95,18	8,328	11
	Total	94,87	6,355	23
verti_2spre	NT	99,00	6,135	12
	T	101,64	6,682	11
	Total	100,26	6,398	23
verti_2spos	NT	93,58	4,542	12
	T	90,36	4,717	11
	Total	92,04	4,810	23
verti_3spre	NT	92,50	4,834	12
	T	90,00	4,359	11
	Total	91,30	4,685	23
verti_3spos	NT	92,17	4,988	12
	T	89,36	4,178	11
	Total	90,83	4,735	23
verti_4spre	NT	91,67	4,271	12
	T	88,45	2,841	11
	Total	90,13	3,935	23
verti_4spos	NT	91,67	4,053	12
	T	87,91	2,773	11
	Total	89,87	3,923	23

Tabla 14: Resultados estadísticos medidas verticales clase II



Gráfica 10: Evolución inflamación vertical clase II

No existen diferencias estadísticamente significativas al 95% ($p= 0,083$) en el comportamiento de TENS y No TENS en las medidas verticales a lo largo del estudio.

Existen diferencias significativas al 95% con $p < 0,001$ en medida verticales a lo largo del estudio. Encontramos una menor inflamación en la medición post TENS en la primera, segunda y tercera semana.

Encontramos diferencias estadísticamente significativas entre TENS y No TENS con una $p = 0,018$ en la 4ª semana mejorando en 3,6 mm la inflamación en el grupo TENS respecto al No TENS.

6.3. Resultados Clase III

La muestra estaba formada por un total de 24 pacientes, de ellos 13 eran mujeres y 11 fueron hombres en edades comprendida entre 25 y 65 años. De ellos, 12 formaron parte del grupo experimental y 12 formaron el grupo control.

La tabla 15 muestra las frecuencias y porcentajes de cada grupo.

Grupo ^a				
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
NT	12	50,0	50,0	50,0
T	12	50,0	50,0	100,0
Total	24	100,0	100,0	

Tabla 15: Frecuencias y porcentajes clase III

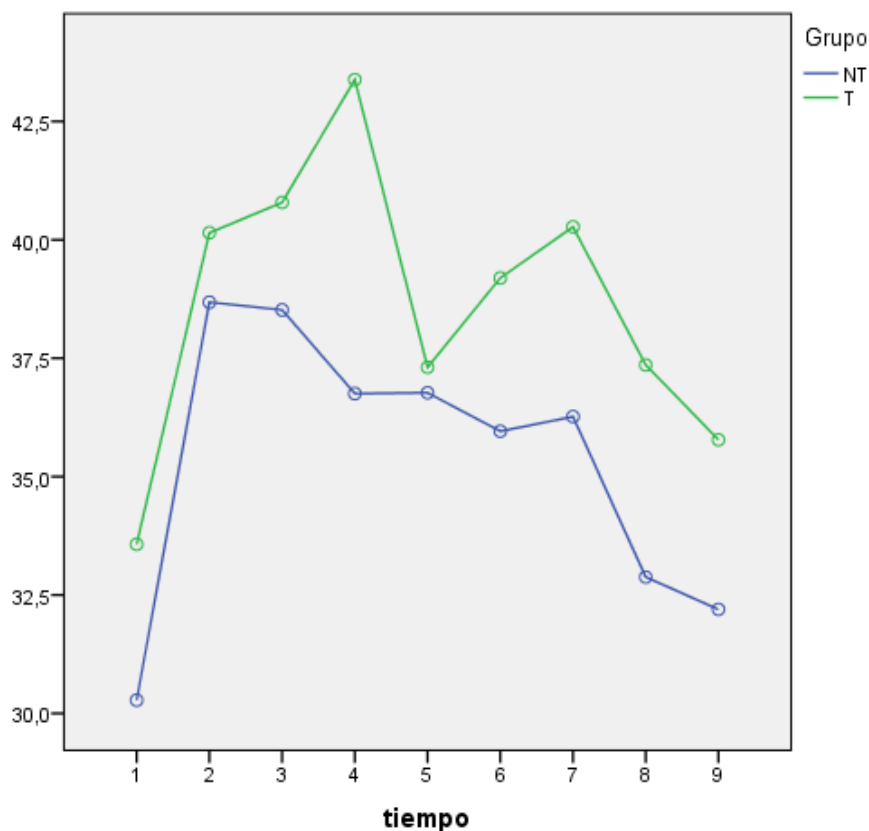
6.1.9. Fuerza masticatoria

Analizamos el valor de la L en las diferentes semanas comparando dentro de la misma maloclusión los pacientes que pertenecían al grupo TENS y los pacientes que pertenecían al grupo control. Un valor más pequeño de L nos indicará una mayor fuerza masticatoria.

En la tabla 16 podemos observar la media de los valores de L y su desviación estándar en los distintos momentos.

Estadísticos descriptivos				
	Grupo	Media	Desviación estándar	N
L_PRE	NT	30,279	4,0521	12
	T	33,570	14,6419	12
	Total	31,925	10,6400	24
L_1spre	NT	38,6817	4,67246	12
	T	40,1483	20,12969	12
	Total	39,4150	14,31069	24
L_1spos	NT	38,5200	5,47631	12
	T	40,7883	14,07503	12
	Total	39,6542	10,50865	24
L_2spre	NT	36,7533	5,46597	12
	T	43,3825	8,37592	12
	Total	40,0679	7,70103	24
L_2spos	NT	36,7700	6,46800	12
	T	37,3083	7,23103	12
	Total	37,0392	6,71497	24
L_3spre	NT	35,9575	8,90109	12
	T	39,1925	11,05350	12
	Total	37,5750	9,95270	24
L_3spos	NT	36,2675	9,94007	12
	T	40,2742	12,16495	12
	Total	38,2708	11,05524	24
L_4spre	NT	32,8792	7,27784	12
	T	37,3583	11,10537	12
	Total	35,1188	9,46305	24
L_4spos	NT	32,1967	7,89938	12
	T	35,7767	10,09201	12
	Total	33,9867	9,04971	24

Tabla 16: Resultados estadísticos fuerza masticatoria clase III



Gráfica 11: Evolución fuerza masticatoria clase III

No existen diferencias estadísticamente significativas al 95% ($p= 0,725$) en el comportamiento entre TENS y No TENS en la fuerza masticatoria a lo largo del estudio.

Existen diferencias estadísticamente significativas al 95% ($p= 0,009$) en fuerza masticatoria entre la tercera y la cuarta semana ($p= 0,030$) produciéndose una evolución similar en ambos grupos.

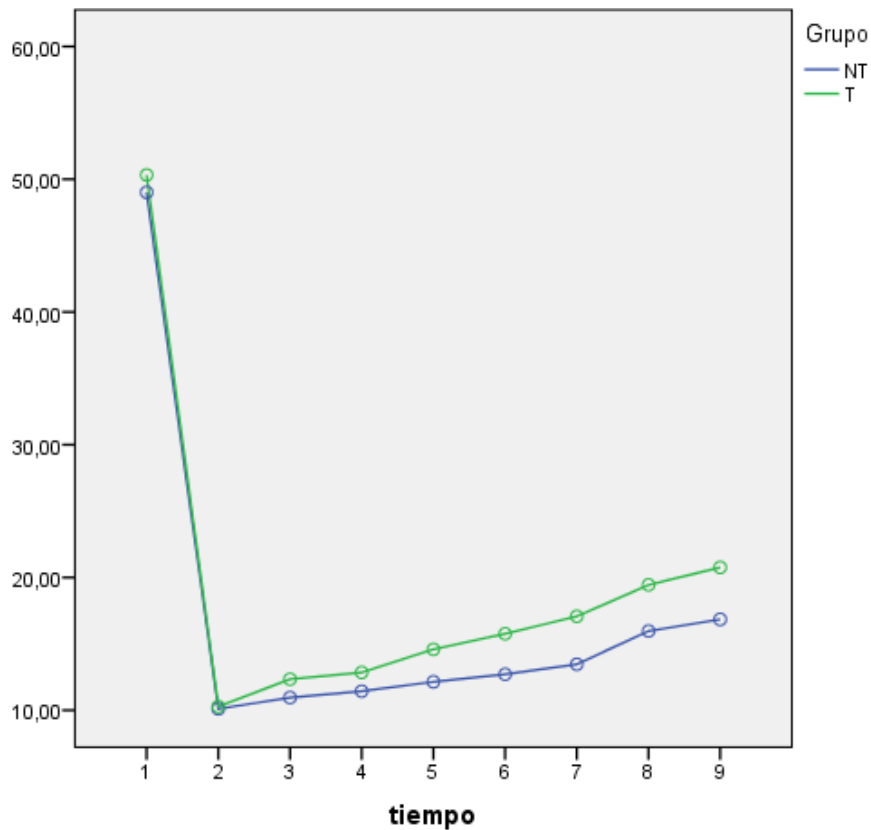
No existen diferencias estadísticamente significativas entre el grupo TENS y No TENS teniendo una significación de $p= 0,329$.

6.1.10. Apertura

En la tabla 17 se muestran la media de valores de apertura bucal (AP) así como su desviación típica en ambos grupos en los distintos momentos de medición.

Estadísticos descriptivos				
	Grupo	Media	Desviación estándar	N
AP_PRE	NT	49,0158	8,12838	12
	T	50,3283	8,68675	12
	Total	49,6721	8,25456	24
AP_1spre	NT	10,1117	4,36422	12
	T	10,2775	4,74236	12
	Total	10,1946	4,45785	24
AP_1spos	NT	10,9508	4,46007	12
	T	12,3417	4,71465	12
	Total	11,6463	4,54412	24
AP_2spre	NT	11,44	4,618	12
	T	12,84	4,151	12
	Total	12,14	4,354	24
AP_2spos	NT	12,1425	4,13040	12
	T	14,5917	4,45850	12
	Total	13,3671	4,38532	24
AP_3spre	NT	12,710	4,7014	12
	T	15,762	6,1171	12
	Total	14,236	5,5585	24
AP_3spos	NT	13,4642	4,95361	12
	T	17,0775	5,90989	12
	Total	15,2708	5,64320	24
AP_4spre	NT	15,965	5,1490	12
	T	19,442	8,0290	12
	Total	17,703	6,8311	24
AP_4spos	NT	16,847	5,2221	12
	T	20,758	8,0285	12
	Total	18,802	6,9180	24

Tabla 17: Resultados estadísticos apertura mandibular clase III



Gráfica 12: Evolución apertura mandibular clase III

No existen diferencias estadísticamente significativas al 95% ($p = 0,437$) en el comportamiento entre TENS y No TENS en apertura a lo largo del estudio.

Existen diferencias al 95% ($p < 0,001$) en apertura a lo largo del estudio habiendo diferencias en la primera semana ($p < 0,001$), segunda semana ($p < 0,001$), tercera semana ($p = 0,001$) y en la cuarta semana ($p < 0,001$)

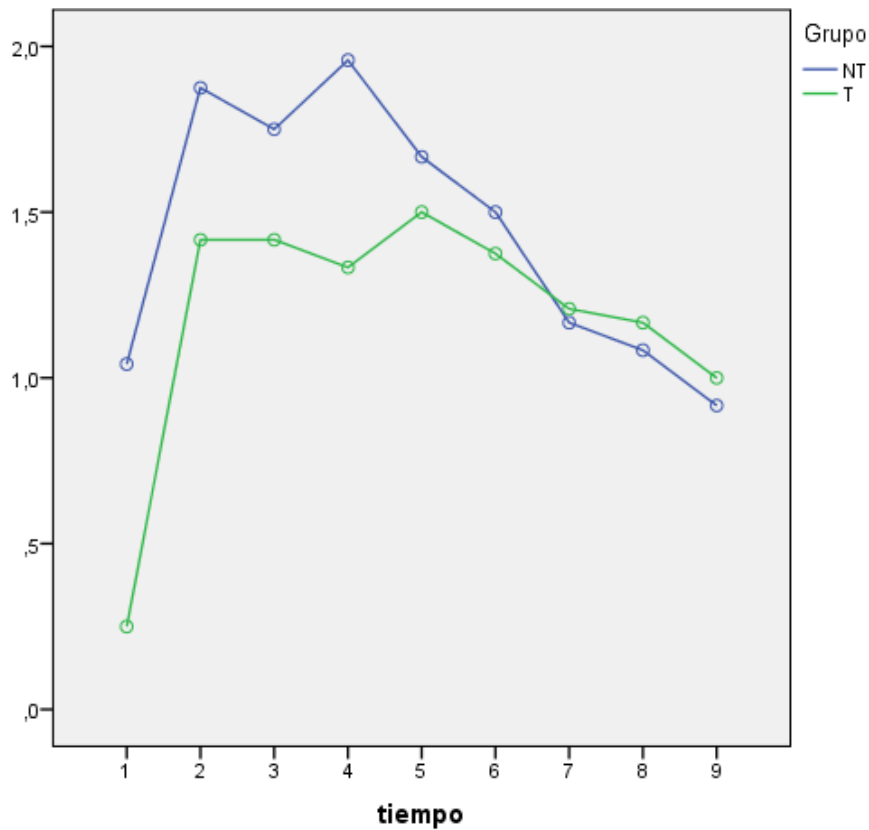
No existen diferencias estadísticamente significativas ($p = 0,253$) en apertura entre ambos grupos aunque sí vemos una mayor apertura en el grupo TENS respecto al No TENS en la cuarta semana no resultando ningún dato significativo.

6.1.11. Dolor

En la tabla 18 se muestra la media de valores de dolor así como su desviación típica en ambos grupos en los distintos momentos de medición.

Estadísticos descriptivos				
	Grupo	Media	Desviación estándar	N
DOLOR_PRE	NT	1,04	2,359	12
	T	,25	,866	12
	Total	,65	1,784	24
DOLOR_1spre	NT	1,88	1,448	12
	T	1,42	2,539	12
	Total	1,65	2,035	24
DOLOR_1spos	NT	1,75	1,138	12
	T	1,42	2,151	12
	Total	1,58	1,692	24
DOLOR_2spre	NT	1,96	1,888	12
	T	1,33	2,570	12
	Total	1,65	2,229	24
DOLOR_2spos	NT	1,67	1,557	12
	T	1,50	2,431	12
	Total	1,58	1,998	24
DOLOR_3spre	NT	1,50	1,883	12
	T	1,38	2,385	12
	Total	1,44	2,102	24
DOLOR_3spos	NT	1,17	1,267	12
	T	1,21	1,994	12
	Total	1,19	1,634	24
DOLOR_4spre	NT	1,08	1,676	12
	T	1,17	2,209	12
	Total	1,13	1,918	24
DOLOR_4spos	NT	,92	1,311	12
	T	1,00	1,758	12
	Total	,96	1,517	24

Tabla 18: Resultados estadísticos dolor clase III



Gráfica 13: Evolución dolor clase III

No existen diferencias estadísticamente significativas al 95% ($p = 0,463$) en el comportamiento entre TENS y No TENS en dolor a lo largo del estudio.

Existen diferencias significativas al 95% ($p = 0,013$) en dolor a lo largo del estudio respecto al valor inicial. Existe una diferencia estadísticamente significativa entre la medición inicial y la primera semana ($p = 0,017$) pero es similar en ambos grupos.

No existen diferencias estadísticamente significativas entre TENS y No TENS ($p = 0,725$).

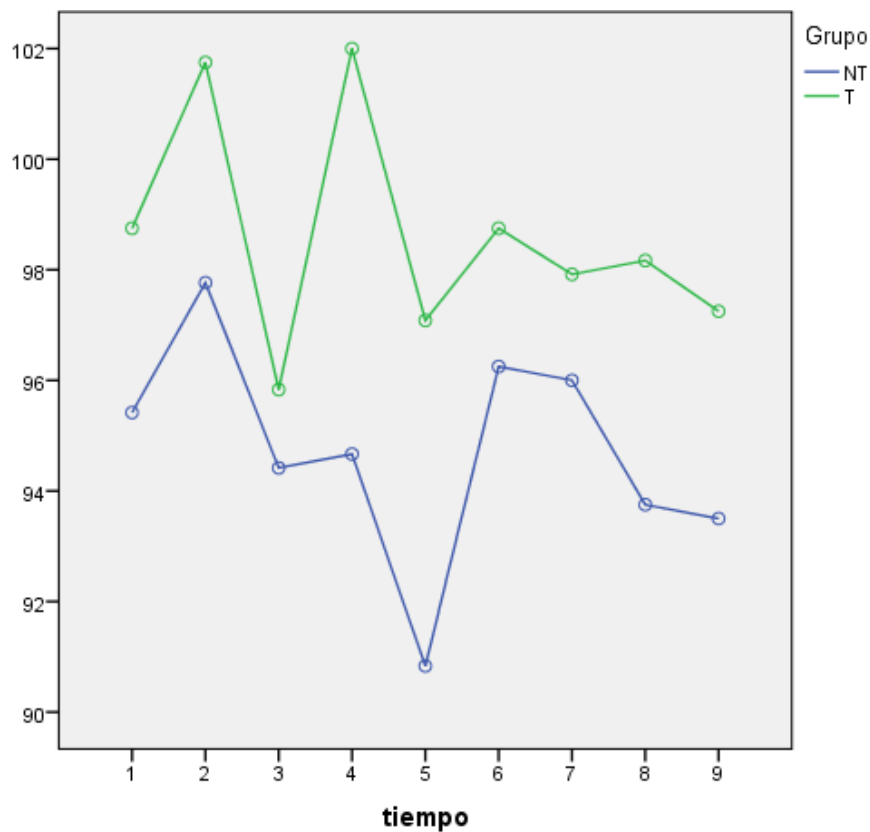
6.1.12. Medición de la inflamación

6.1.12.1. Inflamación horizontal

En la tabla 19 podemos observar los valores de inflamación horizontal, su media y la desviación estándar en los distintos momentos de medición.

Estadísticos descriptivos				
	Grupo	Media	Desviación estándar	N
horiz_pre	NT	95,42	8,129	12
	T	98,75	6,580	12
	Total	97,08	7,430	24
horiz_1spre	NT	97,77	12,671	12
	T	101,75	10,541	12
	Total	99,76	11,579	24
horiz_1spos	NT	94,42	6,186	12
	T	95,83	6,408	12
	Total	95,13	6,202	24
horiz_2spre	NT	94,67	10,219	12
	T	102,00	7,045	12
	Total	98,33	9,365	24
horiz_2spos	NT	90,83	5,424	12
	T	97,08	5,600	12
	Total	93,96	6,266	24
horiz_3spre	NT	96,25	8,529	12
	T	98,75	5,463	12
	Total	97,50	7,120	24
horiz_3spos	NT	96,00	9,085	12
	T	97,92	4,944	12
	Total	96,96	7,220	24
horiz_4spre	NT	93,75	9,536	12
	T	98,17	5,458	12
	Total	95,96	7,926	24
horiz_4spos	NT	93,50	9,812	12
	T	97,25	5,011	12
	Total	95,38	7,856	24

Tabla 19: Resultados estadísticos inflamación horizontal clase III



Gráfica 14: Evolución inflamación horizontal clase III

No existen diferencias estadísticamente significativas al 95% ($p = 0,495$) en el comportamiento entre TENS y No TENS en inflamación horizontal a lo largo del estudio.

Vemos una disminución significativa en la segunda semana post TENS ($p = 0,020$) y en la cuarta semana post TENS ($p = 0,030$) no encontrando diferencias entre ambos grupos en la evolución.

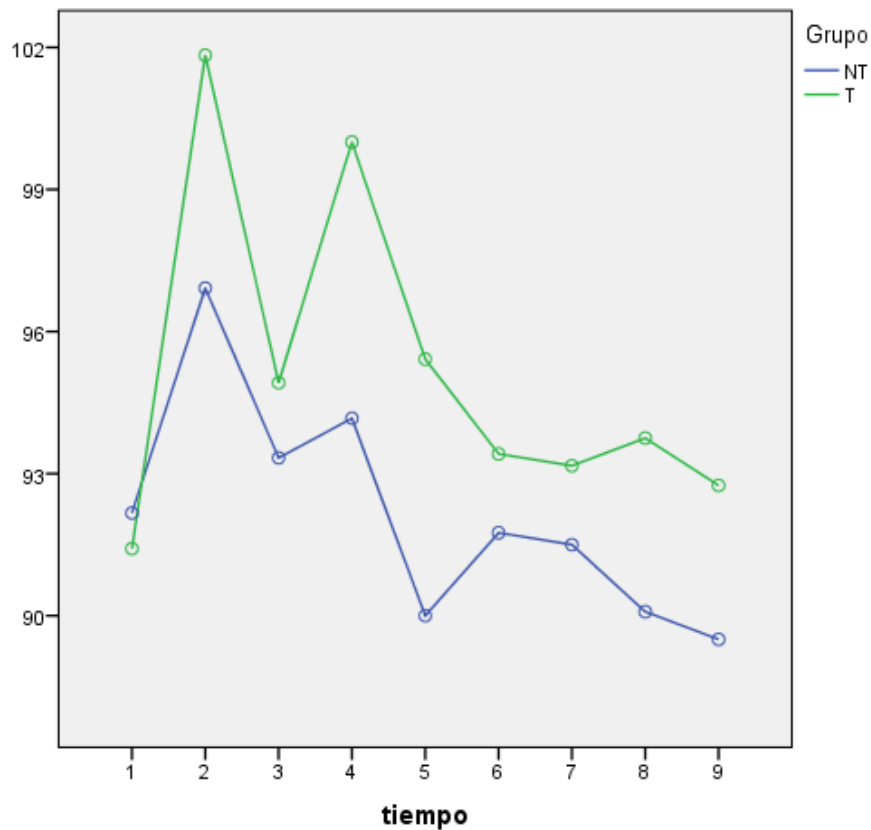
No existen diferencias entre TENS y No TENS con $p = 0,137$.

6.1.12.2. Inflamación vertical

En la tabla 20 podemos observar los valores de inflamación vertical, su media y la desviación estándar en los distintos momentos de medición.

Estadísticos descriptivos				
	Grupo	Media	Desviación estándar	N
verti_pre	NT	92,17	7,383	12
	T	91,42	6,748	12
	Total	91,79	6,928	24
verti_1spre	NT	96,92	13,173	12
	T	101,83	9,741	12
	Total	99,38	11,605	24
verti_1spos	NT	93,33	6,746	12
	T	94,92	6,302	12
	Total	94,13	6,436	24
verti_2spre	NT	94,17	10,659	12
	T	100,00	6,208	12
	Total	97,08	9,036	24
verti_2spos	NT	90,00	5,444	12
	T	95,42	6,403	12
	Total	92,71	6,437	24
verti_3spre	NT	91,75	5,479	12
	T	93,42	7,103	12
	Total	92,58	6,262	24
verti_3spos	NT	91,50	5,916	12
	T	93,17	7,082	12
	Total	92,33	6,438	24
verti_4spre	NT	90,08	6,388	12
	T	93,75	4,789	12
	Total	91,92	5,830	24
verti_4spos	NT	89,50	6,446	12
	T	92,75	4,808	12
	Total	91,12	5,803	24

Tabla 20: Resultados estadísticos inflamación vertical clase III



Gráfica 15: Evolución inflamación vertical clase III

No existen diferencias estadísticamente significativas al 95% ($p= 0,325$) en el comportamiento entre TENS y No TENS en inflamación vertical a lo largo del estudio.

Existen diferencias estadísticamente significativas al 95% ($p= 0,02$) en la inflamación vertical a lo largo del estudio. Encontramos una menor inflamación en la medición post TENS de la primera semana ($p=0,021$), segunda semana ($p=0,09$) y cuarta semana ($p=0,018$).

No existe diferencias entre TENS y No TENS con $p= 0,204$ a lo largo del estudio.

7. DISCUSIÓN

7. DISCUSIÓN.

7.1. Material

- **Selección de la muestra**

La muestra fue seleccionada a partir de la población accesible a un tratamiento de cirugía ortognática que acuden al mismo cirujano maxilofacial. Todos los pacientes mostraban una deformidad dentofacial susceptible de ser operada tras un periodo de ortodoncia prequirúrgica, realizado por diferentes ortodoncistas.

La selección de los casos se realizó mediante un muestreo no probabilístico de casos consecutivos hasta obtener el máximo número posible de casos durante un periodo determinado, intentando llegar a un número de pacientes que consiga una distribución normal de los datos.

Se asume que la muestra no sufre manipulación y es representativa de la población de referencia.

Observamos diferentes factores que podían alterar los resultados de la muestra pero se vio que tenían una distribución homogénea, no observándose diferencias (Fisher $p=0,489$) en la distribución de pacientes con antiinflamatorios entre el grupo TENS y No TENS.

Realizamos un ensayo clínico aleatorizado a ciego simple donde comparamos dos grupos: experimental y control. Ambos grupos han recibido un tratamiento de cirugía ortognática, los dos grupos tenían un rango de edad similar con un mismo periodo de observación y todos ellos fueron operados por el mismo cirujano con el fin de evitar sesgo. Sin embargo, el sesgo no puede ser totalmente excluido debido a que se encuentra realizado por un mismo observador que sí sabe en qué grupo se encuentra el sujeto.

Con respecto al tamaño de la muestra a estudiar, se valoró mediante la revisión de estudios previos de rehabilitación en ortognática que oscilaban entre 40 y 63 pacientes, (Bell et al.⁽⁹⁶⁾, Storum et al.⁽⁹⁷⁾, Oh et al.⁽⁹⁸⁾, Ko Wen et al.⁽⁹⁹⁾). Además analizamos como valor crítico la variable de apertura para aproximarnos a un tamaño muestral que nos diera

un número suficiente de casos para una distribución muestral en curva de Gauss, con un número de 40 pacientes.

- **Criterios de inclusión**

La inclusión de la muestra fue definida con unos criterios de inclusión rigurosos para eliminar el mayor número posible de variables de sesgo. Todos los pacientes fueron operados por el mismo cirujano, disminuyendo las posibles diferencias en las técnicas quirúrgicas y las pautas post cirugía.

Al seleccionar la muestra de manera aleatoria, el paciente no sabía a qué grupo pertenecía. Establecimos grupo experimental y grupo control de *placebo transitorio*, lo que implicaba que a estos pacientes se les encendía el TENS aumentado su frecuencia e intensidad para que el paciente lo sintiera y una vez el paciente sentía su cosquilleo característico, se apagaba. De esta manera pudimos mantener el cegamiento del sujeto.

Se seleccionaron pacientes susceptibles de cirugía ortognática bimaxilar o mandibular que son los pacientes que verdaderamente necesitan una rehabilitación postquirúrgica. Se descartaron aquellos pacientes que sufrirían trastornos temporomandibulares previos o que fueran operados de otros síndromes craneofaciales. Los pacientes polimedicados o con tratamiento de corticoides también estuvieron excluidos para evitar sesgo en las medidas postquirúrgicas. Se pretendía eliminar aquellos pacientes que por su patología o por la farmacopea que tomaran podría influir en la respuesta muscular del paciente.

No realizamos diferencia en grupos por el sexo y no pusimos límite de edad en los pacientes que ya habían terminado el crecimiento.

Por último, el estudio tuvo un porcentaje de pérdida de 18%. La muestra inicial se compuso de 57 pacientes pero 10 abandonaron el estudio por falta de seguimiento, no disponibilidad de los 30 minutos que suponía la aplicación de TENS o falta de interés en el mismo.

7.2. Método

- TENS

Desde los primeros estudios de Bell et al.⁽⁹⁶⁾ en la década de los 80, la única rehabilitación que recibía el paciente era una lista de ejercicios en apertura y cierre que comenzaba una vez retirada las fijaciones intermaxilares, las cuales eran eliminadas a las 6 semanas de la cirugía.

Veinte años más tarde Oh et al.⁽⁹⁸⁾ introdujeron a estos ejercicios de rehabilitación una aplicación de ultrasonido durante 5 minutos. Realizaban la aplicación de ultrasonido 3 veces a la semana y les instruían para realizar ejercicios de apertura y lateralidad durante 20 minutos, 3 veces al día, todos los días. La aplicación de ultrasonido de Oh et al. fue lo que nos despertó la curiosidad de explorar nuevos modelos de rehabilitación en ortognática, e introducir la estimulación eléctrica a través de la piel con un modelo ya conocido como es el TENS.

Ya que no encontramos ninguna aplicación de TENS en cirugía ortognática, decidimos buscar dónde se aplicaba TENS, con qué frecuencias e intensidades y durante cuánto tiempo. Realizamos una búsqueda bibliográfica y encontramos diversos autores que habían aplicado TENS en gran variedad de situaciones. Dana et al.⁽⁷¹⁾, Sato et al.⁽⁷³⁾, Buonocore et al.⁽⁸³⁾, Dowsell et al.⁽⁷⁹⁾, Moran et al.⁽⁹³⁾, Omolehinwa et al.⁽¹⁰⁰⁾ y Avendaño-Coy et al.⁽⁸⁵⁾ entre otros.

La mayoría de estos autores coinciden en que los tiempos de aplicación estarían entorno a los 30 minutos y siempre dentro de los límites no dolorosos. Se ha demostrado que se produce un mayor efecto analgésico del TENS con intensidades más altas. Estos valores se mueven entre los siguientes márgenes, frecuencia de 100-120 Hz e intensidad de 39,93 +/- 13,79 mA.

Nosotros establecimos la duración de cada sesión en 30 minutos pues autores como Dana et al.⁽⁷¹⁾, Sato et al.⁽⁷³⁾, Moran et al.⁽⁹³⁾, Buonocore et al.⁽⁸³⁾ y Avendaño-Coy et al.⁽⁸⁵⁾ se aproximaban a estos tiempos en sus estudios con TENS.

Utilizamos el **TENS convencional** con una frecuencia de 120 Hz, una duración de fase de 50 µsegundos y una intensidad variable siempre dentro del límite no doloroso.

Todos los autores revisados coinciden en que valores por debajo de los 100 Hz tienen un menor efecto analgésico por tanto, descartamos las diferentes aplicaciones de TENS como la acupuntura y el burst.

Buonocore et al.⁽⁸³⁾ señalan la importancia en la localización de los electrodos ya que el efecto analgésico es mayor en la zona de TENS que en las áreas vecinas y tanto él como Sato et al.⁽⁷³⁾ observan la aparición de tolerancia en el efecto analgésico y recomiendan un incremento del 10% cada día de sesión con el fin de evitarlo. Este efecto sería similar al que se produce con el uso de opioides.

Nuestra localización de electrodos se centró en los músculos masetero y temporal ya que son los más afectados a la hora de realizar la cirugía ortognática pues sufren cambios de longitud debido a la nueva reposición de los fragmentos óseos.

También investigamos acerca de sus posibles contraindicaciones y sólo encontramos un artículo realizado por Omolehinwa et al.⁽¹⁰⁰⁾ donde se produce un caso de neuralgia tras la aplicación de TENS en una paciente que presenta un tumor en la región orofacial.

Debido a la escasa contraindicación encontrada en este tipo de terapia no invasiva y no farmacológica, de bajo coste, con facilidad de uso y ausente de efectos adversos decidimos realizar la aplicación de TENS activando las vías inhibitorias descendentes y disminuyendo la excitabilidad central de las neuronas nociceptivas en la médula espinal.

Comenzamos la rehabilitación a los 7 días post cirugía como encontramos en el estudio de Oh et al.⁽⁹⁸⁾, y colocamos los electrodos en los músculos elevadores de la mandíbula para actuar directamente sobre ellos. Los sujetos fueron asignados aleatoriamente a los dos grupos, clasificándolos por tipo de maloclusión. La homogeneidad de la muestra se demostró por el hecho de que las varianzas de la muestra no eran significativamente diferentes y los dos grupos tenían rango de edad similar con el mismo periodo de observación, aunque la posibilidad de sesgo no puede ser totalmente excluida debido a que se encuentra realizada por un mismo observador que sí sabe a qué grupo pertenece el sujeto.

- **Métodos de medición**

Realizamos mediciones de 4 variables:

- **Apertura**: se realizó con un calibre milimetrado digital. Es una técnica sencilla, rápida y sin ninguna complicación. Nos basamos en múltiples estudios como Teng et al.⁽⁵²⁾, Jung et al.⁽²³⁾, Ueki et al.⁽⁵⁵⁾, Ko Wen et al.⁽⁹⁹⁾ entre otros.
- **Fuerza masticatoria**: Nuestro sistema de medición se realizó a través del sistema de Dental Prescale Fuji® ya que, tras una revisión bibliográfica, determinamos que era el más preciso y el que mejor se adaptaba a nuestro estudio tanto desde el punto de vista clínico como económico.

Observamos que se habían introducido muchos métodos de medición cuantitativa de la eficacia masticatoria pero ninguno destaca como ideal. Los métodos clásicos como electromiografía ⁽¹⁰¹⁾, kinesiografía ⁽⁶⁰⁾ o gnatodinamómetro ⁽⁵⁹⁾ han sido ampliamente utilizados a lo largo de los años pero nos resultaba dificultoso realizar estas mediciones una vez por semana con estos aparatos, ya que requieren de una logística de la que no disponíamos. El sistema T- Scan resultaba ser adecuado y simple en su uso pero pobre en lo que respecta a reproducibilidad y cuantificación. Presentaba mucha rigidez de cara a pacientes recién operados de ortognática.⁽¹⁰²⁾ Los métodos espectrofotométricos, con medición de absorción de trifosfatos de adenosina o siliconas, resultaban métodos muy precisos pero difíciles de reproducir ya que los pacientes deben masticar el material como si se tratara de un chicle. Son métodos muy fiables pero enfocados a pacientes sanos, que no hayan sido intervenidos y con movimientos no limitados de apertura y lateralidades ^(58, 66).

El sistema de Dental Prescale, al igual que los métodos anteriores, nos proporciona información en cuanto a la magnitud de la fuerza y la distribución de los contactos oclusales. Es capaz de medir simultáneamente

estos parámetros a diferencia de los métodos kinesiográficos y electromiográficos. Tiene una exactitud superior al T-Scan ya que puede medir la fuerza en dientes separados menos de 100 μm y además permite movimientos mandibulares que nos permitirían llevar al paciente a relación céntrica. Al ser una fina película en forma de herradura, permite ser introducida en pacientes que presentan una limitación en apertura como son los pacientes de cirugía ortognática. Su flexibilidad facilita el uso ya que ante una ligera flexión, provocada por el contacto entre dientes, se produce la rotura de las microcápsulas que dan lugar a la huellas dentarias.^(29, 62, 65, 67, 103)

En la mayor parte de los trabajos que utilizaron Dental Prescale Fuji® para la medición de la fuerza masticatoria, procedían a la medición de las huellas con el sistema *Dental Prescale & Occluzer*. Desafortunadamente por motivos económicos no pudimos disponer de este traductor de datos. Encontramos un artículo de Iwase et al.⁽⁶²⁾ en el que habían medido las intensidades de color a través del sistema Cie L*a*b. Este sistema es ampliamente utilizado en estudios estéticos del color de los dientes.^(104, 105) Permite especificar estímulos de color en un espacio tridimensional. El eje L* es el de luminosidad (lightness) y va de 0 (negro) a 100 (blanco). La a* y la b* representan variación entre rojizo-verdoso y amarillento-azulado respectivamente.

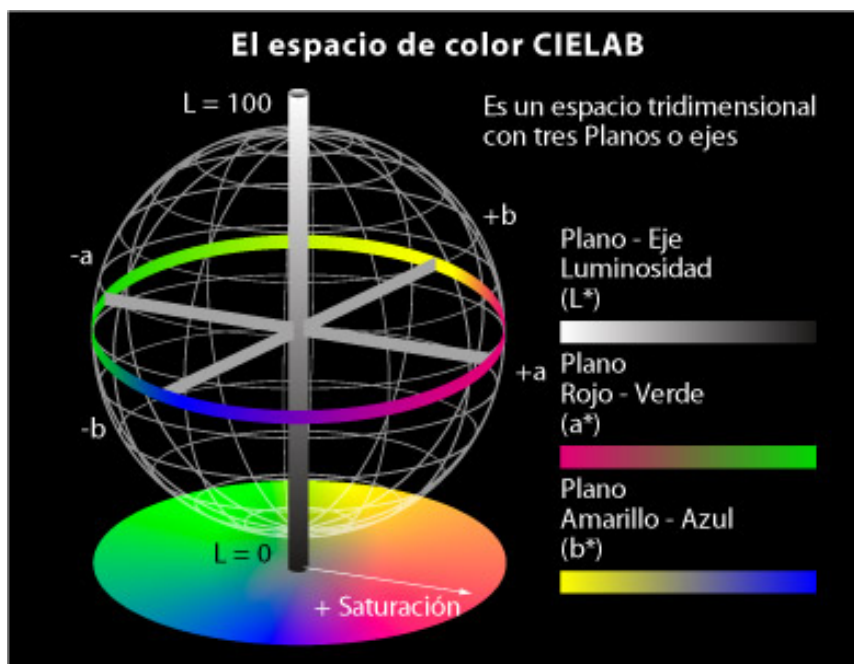


Imagen 6: Espacio de color CIE $L^*a^*b^*$

Para ello realizamos fotografías a las huellas de cada paciente en cada una de las mediciones. A través del sistema de Medidor digital de Mac establecimos la medición de CIE $L^*a^*b^*$ para establecer los cambios de presión (MPa) que se producían a lo largo de las semanas entre los diferentes individuos.

- ***Dolor:*** La medición subjetiva del dolor es la forma más frecuentemente utilizada para medir el dolor. La Escala Visual Analógica (VAS), ideada en 1976, es el método empleado con más frecuencia en muchos centros de evaluación del dolor. Consiste en una línea de 10 cm que representa el espectro continuo de la experiencia dolorosa. Su principal ventaja estriba en que no contienen números o palabras descriptivas. Es un instrumento simple, sólido, sensible y reproducible, siendo útil para reevaluar el dolor en el mismo paciente en diferentes ocasiones.⁽⁴⁶⁾
- ***Inflamación:*** No encontramos medición de la inflamación facial en cirugía ortognática. En nuestra búsqueda bibliográfica encontramos que autores como Otasowie et al.⁽⁴⁹⁾, Oliveira Sierra et al.⁽⁵⁰⁾, Filho et al.⁽⁵¹⁾ y Herrera Briones et al.⁽¹⁰⁶⁾ medían la inflamación originada de la exodoncia de

cordales. A través de una regla blanda milimetrada registraban la distancia entre trago-comisura y ángulo goniaco-canto externo del ojo. Con el mismo método procedimos a nuestra medición. Se aplicó la regla adaptándola al contorno de la cara del paciente pero sin ejercer ningún tipo de presión.

- **Análisis de los datos**

Los resultados del presente estudio muestran una mejor recuperación de los pacientes que han recibido rehabilitación con TENS respecto a los que han sido sometidos a terapia placebo. Nuestra muestra se subdivide según el tipo de maloclusión en clase III y clase II y todos los pacientes incluidos en el estudio han sido operados de cirugía ortognática.

- **A nivel de apertura mandibular** observamos una mejora estadísticamente significativa tanto en la muestra total como en el grupo de clase II, con una mayor apertura entre 5 y 7 mm en el grupo experimental respecto al control. En los pacientes de clase III se produce una mejora de la apertura aunque los datos no son significativos a final del mes de medición.

Encontramos estudios de Jung et al.⁽²³⁾, Wen-Ching et al.⁽⁵³⁾, Teng et al.⁽⁵²⁾ y Ueki et al.⁽⁵⁵⁾ todos ellos realizados en universidades asiáticas con pacientes de clase III siendo únicamente en esta maloclusión donde hemos encontrado resultados en apertura. Wen-Ching et al.⁽⁵³⁾ y Teng et al.⁽⁵²⁾ no reflejan datos de apertura en milímetros pues los datos medidos en sus estudios están más enfocados a los movimientos mandibulares reflejando la velocidad de apertura y el ángulo.

Por tanto, sólo podemos comparar nuestros resultados de apertura en la clase III con Jung et al.⁽²³⁾ y Ueki et al.⁽⁵⁵⁾ coincidiendo nuestros valores iniciales con los reflejados en sus estudios teniendo los pacientes una media de apertura inicial de 50 mm.

En el estudio observacional de Jung et al.⁽²³⁾ describen una apertura de 33 mm al mes de la cirugía, siendo este valor superior al que nosotros hemos encontrado en nuestro estudio en los pacientes de clase III. Sin embargo, los resultados de Ueki et al.⁽⁵⁵⁾ se asemejan más a nuestros datos pues presentan una apertura de 22 mm con una desviación estándar de 4,5 mm y nuestros datos de apertura en clase III con rehabilitación de TENS fueron de 20,75 mm, resultando significativamente menores en aquellos pacientes que no tuvieron rehabilitación ya que éstos presentaron una apertura de 16,84 mm.

No hemos encontrado ningún estudio que refleje la apertura en pacientes operados de clase II y por tanto, no podemos comparar nuestros resultados con otros obtenidos previamente. Paradójicamente los pacientes de clase II han sido los que han mostrado una mayor mejoría, siendo estadísticamente significativa, con la rehabilitación con TENS.

Observamos que los datos de apertura, al mes de la cirugía, encontrados en la bibliografía son mayores o iguales a nuestros pacientes de clase III que han recibido TENS. En todos los artículos revisados los pacientes realizaron los ejercicios descritos por Bell et al.⁽⁹⁶⁾ a partir de la segunda o tercera semana. Por tanto, nuestro grupo experimental coincide con aquellos pacientes que han recibido rehabilitación demostrando así la mejora que supone respecto al grupo control una terapia, en nuestro caso, mediante transmisión nerviosa.

- **A nivel de fuerza masticatoria** realizamos una transformación de nuestros valores de Cie L*a*b* a Newton. El sistema Dental Prescale nos permite traducir el color a una medida de presión en MPa lo cual es equivalente a N/mm² y nos permite despejar la fuerza al multiplicar por el área de la medición.

Nuestros datos prequirúrgicos son similares a los obtenidos por Iwase et al.⁽⁶²⁾, Nagai et al.⁽⁶⁵⁾ y Ohkura et al.⁽⁶⁷⁾. Estos autores realizaron estudios donde compararon un grupo operado de cirugía ortognática clase III con

otro grupo de oclusión normal que no presentaba alteraciones de ATM y no tenía tratamiento ortodóncico.

Los valores varían desde 500-700 N al igual que los valores que obtenemos en nuestro estudio tanto en pacientes de clase III como de clase II.

Estos autores sólo estudian pacientes de clase III y ninguno presenta un grupo control con pacientes que hayan sido también operados de cirugía. Los pacientes de clase II vuelven a resultar inexistentes en los estudios desarrollados de fuerza masticatoria en cirugía ortognática.

En los resultados obtenidos observamos que los pacientes de clase II presentan una fuerza ligeramente mayor antes de la cirugía que los pacientes de clase III. Por el contrario a final del mes, los pacientes de clase III se han acercado más a los valores iniciales que los pacientes de clase II. Observamos, aunque muy ligera, una mejoría tras la sesión de TENS en la mayoría de pacientes aunque a final de mes no se refleja una diferencia estadísticamente significativa entre los grupos.

Los autores anteriormente citados presentan un seguimiento más amplio que va desde la 4-6 semanas hasta los 24 meses post cirugía.

En los resultados de Iwase et al.⁽⁶²⁾ encontramos que los pacientes tienen una menor fuerza masticatoria hasta los 6 meses y observaron que en la última medición de los 2 años, los pacientes habían aumentado su fuerza masticatoria pero no habían llegado a los niveles iniciales antes de la cirugía.

En contraste, algunos autores como Nagai et al.⁽⁶⁵⁾, Throckmorton et al.⁽¹⁰¹⁾, Ellis et al.⁽¹⁰⁷⁾ y Xiangdong et al.⁽¹⁰⁸⁾ observaron que la fuerza de mordida iba aumentando progresivamente alcanzando los valores normales a los 1-2 años post cirugía.

Raustia et al.⁽¹⁰⁹⁾ informaron que la actividad electromiográfica medida en el masetero y el temporal anterior habían aumentado claramente hasta 1 año después de la cirugía, pero no observaron ningún aumento adicional en los dos años de seguimiento. Ellos sugieren que la cirugía ortognática puede mejorar los déficit funcionales pero no se puede esperar que la fuerza masticatoria mejore después de 1 año.

Nosotros no podemos llegar tan lejos ya que nuestras mediciones son a lo largo de un mes, y nuestro objetivo no era valorar en cuánto tiempo recuperan la fuerza muscular inicial al tratamiento, sino valorar si en el primer mes post cirugía podemos acelerar la recuperación de estos pacientes.

En nuestro estudio observamos un aumento de la fuerza masticatoria en las mediciones realizadas después de los 30 minutos de TENS pero, a pesar de este dato, las diferencias entre los grupos no fueron estadísticamente significativas. Es posible que, como el paciente tiene un bloqueo mandibular con elásticos de forma permanente, dicho bloqueo suponga una dificultad en la recuperación de la fuerza masticatoria pues, aunque el paciente reciba el TENS y haya una mejoría respecto a los pacientes del grupo del placebo, el posterior bloqueo anula el efecto beneficioso del TENS.

- **Por otra parte, la inflamación y el dolor** no son variables que hayan sido medidas en cirugía ortognática. La única inflamación facial documentada que hemos encontrado ha sido la basada en la exodoncia de cordales, por tanto, no hemos podido comparar nuestros resultados con estudios previos.

En nuestro estudio obtenemos una disminución en la inflamación vertical de pacientes de clase II de 3,6 mm con un nivel de significación de $p < 0,05$. En los demás valores analizados de inflamación encontramos por lo general una disminución tras el uso del TENS pero la evolución es similar en ambos grupos.

Acerca del dolor nuestro estudio no refleja datos significativos y también nos ha sido imposible comparar nuestra muestra con otros estudios. En nuestros datos hemos observado que la mayoría de pacientes no refieren dolor a lo largo del proceso, aunque en los pacientes de clase II hay un valor que resulta muy significativo con una $p= 0,065$, describiendo los pacientes TENS una menor sensación dolorosa.

La falta de investigaciones similares nos plantea problemas obvios para cualquier investigador al no poder reproducir o evaluar la metodología de un estudio y comparar los resultados y los diferentes métodos de rehabilitación. Esto demuestra el carácter novedoso de nuestro estudio aunque pensamos que en investigaciones futuras habría aspectos que mejorar consiguiendo un mayor cegamiento de los investigadores y unos métodos de medición más precisos, así como una muestra más amplia de pacientes de cirugía ortognática.

Finalmente, este estudio se realizó durante 4 semanas después de la cirugía, sin embargo, sería necesario seguir durante un mayor periodo de tiempo para evaluar cómo el papel de la fisioterapia en el postoperatorio es fundamental para acortar los plazos de recuperación.

8. CONCLUSIONES

8. CONCLUSIONES

- ✓ Se produce una apertura estadísticamente mayor en el grupo TENS respecto al No TENS en la primera, segunda, tercera y cuarta semana, abriendo 9 mm más el grupo TENS respecto al control a final del mes post cirugía.
- ✓ A nivel de la fuerza masticatoria encontramos que hay un mayor valor en el grupo TENS respecto al grupo control, quedándose cerca de un nivel significativo, con una $p= 0,099$.
- ✓ No encontramos diferencias estadísticamente significativas en la inflamación horizontal y vertical en la evolución del mes entre ambos grupos de pacientes.
- ✓ De manera generalizada los pacientes no describen dolor durante la realización de las pruebas por tanto, no existen diferencias significativas entre ambos grupos.
- ✓ Separando por maloclusión encontramos en la Clase II una apertura estadísticamente significativa mayor a final de mes, abriendo 7 mm más el grupo TENS respecto al control.
- ✓ Se observa una fuerza masticatoria estadísticamente mayor en la primera y segunda semana con una $p = 0,010$ y $p= 0,035$ respectivamente siendo el grupo No TENS el que presenta una mayor fuerza masticatoria, no resultando significativa a final de mes.
- ✓ A nivel de inflamación obtuvimos unos resultados de 3,6 mm menos en la inflamación vertical en el grupo TENS respecto al grupo control.
- ✓ En la evaluación del dolor en la Clase II los datos nos dejan cerca de un valor estadísticamente significativo con una $p= 0,065$, describiendo los pacientes TENS una menor sensación dolorosa.

- ✓ Por último, en aquellos pacientes de Clase III no obtuvimos ningún resultado estadísticamente significativo en ninguna de las variables. Encontramos una mayor apertura y fuerza masticatoria a final de mes pero los resultados no muestran diferencias entre ambos grupos.

9. BIBLIOGRAFÍA

9. BIBLIOGRAFÍA

1. El-Mangoury NH MY. Epidemiologic panorama of dental occlusion. *Angle Orthod* 1990;60(3):207-14.
2. Thilander B PL, Infante C, Parada SS, de Mayorga C. Prevalence of malocclusion and orthodontic treatment need in children and adolescents in Bogota, Colombia. An epidemiological study related to different stages of dental development. *Eur J Orthod* 2001;23(2):153-67.
3. Boeck EM. Occurrence of Skeletal Malocclusions in Brazilian Patients with Dentofacial Deformities. *Braz Dent J* 2011;22(4):340-5.
4. Tschill P BW, Sonko A. Malocclusion in the deciduous dentition of Caucasian children. *Eur J Orthod* 1997;19(4):361-7.
5. Brunelle JA BM, Lipton JA. Prevalence and distribution of selected occlusal characteristics in the US population, 1988-1991. *J Dent Res.* 1996;2(75):706-13.
6. Proffit WR. Changes in the pattern of patients receiving surgical-orthodontic treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2013;146(6):793-8.
7. Celikoglu M AS, Yavuz I. The pattern of malocclusion in a sample of orthodontic patients from Turkey. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal.* 2010;15(5):791-6.
8. Espeland L HH, Stenvik A. A 3-year patient-centred follow-up of 516 consecutively treated orthognathic surgery patients. *Eur J Orthod* 2008;30(1):24-30.
9. Licéaga-Reyes R T-FJ, Licéaga-Escalera CJ, Montoya-Pérez LA, Rodríguez-Ramírez E. Cirugía Ortognática en el Hospital Juárez de México. Análisis de 163 casos operados de 2007 a 2010. *Revista Mexicana de Cirugía Bucal y Maxilofacial.* 2012;8(4):10-4.
10. Solano-Hernández B AG, Scolozzi P, Kiliaridis S. Combined orthodontic and orthognathic surgical treatment for the correction of skeletal anterior open-bite malocclusion: a systematic review on vertical stability. *J Oral Maxillofac Surg.* 2013;71(1):98-109.
11. J.R Alonso del Hoyo RC, E. Llobell. 25 aniversario de la sociedad española de cirugía oral y maxilofacial. *Revista española de cirugía oral y maxilofacial.* 1985(0210-4926).
12. Posnick JC. Craniofacial and maxillofacial surgery in children and young adults: W.B. Saunders; 2000: 22-23.
13. WA. L. Cleft palate and hare lip. London medical publishing CoLTD. 1905.
14. WW. B. Surgical treatment of certain deformities of the jaw associated with malocclusion of the teeth. *JAMA.* 1909;53(883).
15. SM. M. Correction of abnormal mandibular protrusion by intra-oral operation. *J Oral Surg (Chic).* 1945;4(10):304-10.
16. Caldwell JB LG. Vertical osteotomy in the mandibular ramal for correction of prognathism. *J Oral Surg.* 1954;12(3):185-202.
17. Obwegeser. Surgical correction of small or retrodisplaced maxillae. *Plast Reconstr Surg.* 1969;43(4):352-65.
18. G DP. L'osteotomia retromolare per la correzione della progenia. *Minerva Chir.* 1959;18:1138-41.
19. C.Posnick J. Craneofacial and maxillofacial surgery in children and young adults. In: Saunders WB, editor. 22000. p. 28- 38.
20. Jung HD JY, Park HS. The chronologic prevalence of temporomandibular joint disorders associated with bilateral intraoral vertical ramus osteotomy. *J Oral Maxillofac Surg.* 2009;67(4):797-803.

21. JC N. Orthognathic surgery and the temporomandibular joint patient. *Oral Maxillofac Surg Clin North Am.* 2014;26(4):551-64.
22. Jung HD JY, Kim SY, Kim DW, Park HS. Postoperative stability following bilateral intraoral vertical ramus osteotomy based on amount of setback. *Br J Oral Maxillofac Surg* 2013;51(8):822-6.
23. Jung HD JY, Park JH, Park HS. Recovery pattern of mandibular movement by active physical therapy after bilateral transoral vertical ramus osteotomy. *J Oral Maxillofac Surg.* 2012;70(7):431-7.
24. Tae-Geon Kwon KN, Sang-Han Lee. Obwegeser II osteotomy (transoral angle osteotomy) for open bite with skeletal class III deformity. *Journal of Cranio-Maxillo-Facial Surgery.* 2014:1-7.
25. Joss CU VI. Stability after bilateral sagittal split osteotomy advancement surgery with rigid internal fixation: a systematic review. *J Oral Maxillofac Surg.* 2009;67(2):301-13.
26. Rosen HM. *Aesthetic Perspectives in Jaw Surgery*: Springer; 1999: 284.
27. Arnett GW JJ, Kim J, Cummings DR, Beress A, Worley CM Jr, Chung B, Bergman R. Soft tissue cephalometric analysis: diagnosis and treatment planning of dentofacial deformity. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1999;116(3):239-53.
28. Arnett GW BR. Facial keys to orthodontic diagnosis and treatment planning. Part I. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1993;103(4):299-312.
29. Makino E NM, Motegi E, Iijima Y, Ishii T, Koizumi Y, Hayashi M, Sueishi K, Kawano M, Yanagisawa S. Effect of orthodontic treatment on occlusal condition and masticatory function. *Bull Tokyo Dent Coll.* 2014;55(4):185-97.
30. M.Sarver D. *Esthetic Orthodontics and orthognathic surgery*: Mosby.; 1998: 2-7, 90-92.
31. Belloso Santos RV. La fijación rígida en cirugía ortognática. *Medicina Oral.* 2001;3(3):165-70.
32. Rubens BC SP, Blijdorp PA, Schoenaers JH, Politis C. Skeletal stability following sagittal split osteotomy using monocortical miniplate internal fixation. *Int J Oral Maxillofac Surg* 1988;17(6):371-6.
33. Son S KS, Son WS, Kim YI, Kim YD, Shin SH. Miniscrews versus surgical archwires for intermaxillary fixation in adults after orthognathic surgery. *Korean J Orthod.* 2015;45(1):3-12.
34. Proffit WR PC, Turvey TA. Stability after mandibular setback: mandible-only versus 2-jaw surgery. *J Oral Maxillofac Surg.* 2012;70(7):408-14.
35. Thota LG MD. Cortical bone screws for maxillomandibular fixation in orthognathic surgery. *Br J Orthod.* 1999;26(4):325.
36. Cosmelli R CJ. Postoperative Pain after Orthognathic Surgery. *Revista Dental de Chile.* 2008;99(12):17-22.
37. Alolayan AB LY. Risk factors of neurosensory disturbance following orthognathic surgery. *PLoS One.* 2014;9(3):1-8.
38. Nesari S KK, Rasmusson L. Neurosensory function of the inferior alveolar nerve after bilateral sagittal ramus osteotomy: a retrospective study of 68 patients. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2005;34(5):495-8.
39. August M MJ, Donady J, Kaban L. Neurosensory deficit and functional impairment after sagittal ramus osteotomy: a long-term follow-up study. *J Oral Maxillofac Surg.* 1998;56(11):1231-5.

40. Kari Panula D. Incidence of Complications and Problems Related to Orthognathic Surgery: A Review of 655 Patients. *J Oral Maxillofac Surg.* 2001;59:1128-36.
41. Iannetti G FT, Riccardi E, Mitro V, Filiaci F. Our experience in complications of orthognathic surgery: a retrospective study on 3236 patients. *Eur Rev Med Pharmacol Sci* 2013;17(3):379-84.
42. C. Abrahamsson TH, M. Nilner, B. Sunzel, L. Bondemark, EC. Ekberg. TMD before and after correction of dentofacial deformities by orthodontic and orthognathic treatment. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery.* 2013;42(6):752-8.
43. Chow LK. Prevalence of Postoperative Complications After Orthognathic Surgery: A 15-Year Review. *J Oral Maxillofac Surg.* 2007;65(5):984-92.
44. Mehra P CV, Freitas RZ, Wolford LM. Complications of the mandibular sagittal split ramus osteotomy associated with the presence or absence of third molars. *J Oral Maxillofac Surg.* 2001;59(8):854-8.
45. Zangrando F PT, Vulpiani MC, Lamaro M, Isidori R, Saraceni VM. Chronic pain and motor imagery: a rehabilitative experience in a case report. *Eur J Phys Rehabil Med.* 2014;Feb;50(1):67-72.
46. Serrano-Atero MS CJ, Cañas A, García-Saura PL, Serrano-Álvarez C, Prieto J. . Valoración del dolor (I). *Rev Soc Esp Dolor.* 2002;9(2):94-108.
47. Panula K FK, Oikarinen K. Incidence of complications and problems related to orthognathic surgery: a review of 655 patients. *J Oral Maxillofac Surg.* 2001;59(10):1128-36.
48. Su-Gwan Kim D, PhD. Incidence of Complications and Problems Related to Orthognathic Surgery. *J Oral Maxillofac Surg.* 2007;65:2438-44.
49. Osunde OD SB. Effect of age, sex and level of surgical difficulty on inflammatory complications after third molar surgery. *J Maxillofac Oral Surg.* 2015;14(1):7-12.
50. Oliveira Sierra S MDA, Mesquita Ferrari RA, Maia Albarello P, Bussadori SK, Santos Fernandes KP. Effect of low-level laser therapy on the post-surgical inflammatory process after third molar removal: study protocol for a double-blind randomized controlled trial. 2013;6(14):373.
51. Laureano Filho JR MP, Allais M, Cotinho M, Fernandes C. Clinical comparative study of the effectiveness of two dosages of Dexamethasone to control postoperative swelling, trismus and pain after the surgical extraction of mandibular impacted third molars. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2008;13(2):129-32.
52. Teng TT-Y. The effect of early physiotherapy on the recovery of mandibular function after orthognathic surgery for Class III correction: Part I - Jaw motion analysis. *Journal of Cranio-Maxillo-Facial Surgery.* 2015;43:131-7.
53. Wen-Ching Ko E HC, Lo LJ, Chen YR. Longitudinal observation of mandibular motion pattern in patients with skeletal Class III malocclusion subsequent to orthognathic surgery. *J Oral Maxillofac Surg* 2012;70(2):158-68.
54. Zimmer B SR, Kubein-Meesenburg D. Changes in mandibular mobility after different procedures of orthognathic surgery. *Eur J Orthod* 1992;14(3):188-97.
55. Ueki K MK, Hashiba Y, Nakagawa K, Degerliyurt K, Yamamoto E. Assessment of the relationship between the recovery of maximum mandibular opening and the maxillomandibular fixation period after orthognathic surgery. *J Oral Maxillofac Surg.* 2008;66(3):486-91.

56. Kwang-Seob Byeon Y-JL, Youn-Jin Yoon, Soon-Min Hong. Postoperative Stability After Setback of Sagittal Split Ramus Osteotomy: A Comparison of Three Techniques. *J Oral Maxillofac Surg.* 2013;71:597-609.
57. Proffit WR. *Ortodoncia Contemporánea IV Ed.:* 686-718.
58. Picinato-Pirola MN MWJ, Freitas O, Mello-Filho FV, Trawitzki LV. Masticatory efficiency in class II and class III dentofacial deformities. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2012;41(7):830-4.
59. Trawitzki LV SJ, Regalo SC, Mello-Filho FV. Effect of class II and class III dentofacial deformities under orthodontic treatment on maximal isometric bite force. *Arch Oral Biol.* 2011;56(10):972-6.
60. Piancino MG FG, Dalessandri D, Bracco P, Ramieri G. Reverse cycle chewing before and after orthodontic-surgical correction in class III patients. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol* 2013;115(3):328-31.
61. Throckmorton GS BP, Ellis E 3rd. Improvement of maximum occlusal forces after orthognathic surgery. *J Oral Maxillofac Surg.* 1996;54(9):1080-6.
62. Iwase M. Bite force, occlusal contact area and masticatory efficiency before and after orthognathic surgical correction of mandibular prognathism. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2006;35: 1102-7.
63. C. L. Soh VN. Quality of life assessment in patients with dentofacial deformity undergoing orthognathic surgery—A systematic review. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2013;42:974-80.
64. Gaylord S. Throckmorton EEI. The relationship between surgical changes in dentofacial morphology and changes in maximum bite force. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery.* 2001;59(6):620-7.
65. Nagai I TN, Noguchi M, Suda Y, Sonoda T, Kohama G. Changes in occlusal state of patients with mandibular prognathism after orthognathic surgery: a pilot study. *Br J Oral Maxillofac Surg.* 2001;39(6):429-33.
66. Casey R. Lepley aGST. Relative contributions of occlusion, maximum bite force, and chewing cycle kinematics to masticatory performance. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2011;139(5):606-13.
67. Kazunori Ohkura KH. Changes in bite force and occlusal contact area after orthognathic surgery for correction of mandibular prognathism. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2001;91(2):141-5.
68. Hidaka O IM, Saito M, Morimoto T. Influence of clenching intensity on bite force balance, occlusal contact area, and average bite pressure. *J Dent Res.* 1999;78(7):1336-44.
69. Matsui Y OK, Michi K, Suzuki Y, Yamagata K. A computerized method for evaluating balance of occlusal load. *J Oral Rehabil.* 1996;23(8):530-5.
70. Takahashi M TF, Morita O. Evaluation of the masticatory part and the habitual chewing side by wax cube and bite force measuring system (dental prescale). *J Jpn Prosthodont Soc.* 2008;52(4):513-20.
71. Dana L. Dailey BAR, Carol G.T. Vance, Richard E. Liebano, Anand S. Amrit, Heather M. Bush, Kyoung S. Lee, Jennifer E. Lee, Kathleen A. Sluka. Transcutaneous electrical nerve stimulation reduces pain, fatigue and hyperalgesia while restoring central inhibition in primary fibromyalgia. *Pain.* 2013;154(11):2554-62.
72. BH. S. Peripheral nerve stimulation suppression of C-fiber-evoked flexion reflex in rats. Part 1: Parameters of continuous stimulation. *J Neurosurg.* 1985;63(4):612-6.
73. Karina L. Sato LSS, Barbara A. Rakel, and Kathleen A. Sluka. Increasing intensity of TENS prevents analgesic tolerance in rats. *J Pain.* 2011;13(9):884-90.

74. Bedwell C DT, Neilson JP, Lavender T. The use of transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) for pain relief in labour: a review of the evidence. *Midwifery*. 2011;27(5):141-8.
75. Carroll D TM, McQuay H, Nye B, Moore A. Randomization is important in studies with pain outcomes: systematic review of transcutaneous electrical nerve stimulation in acute postoperative pain. *Br J Anaesth*. 1996;77(6):798-803.
76. Bjordal JM JM, Ljunggreen AE. Transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) can reduce postoperative analgesic consumption. A meta-analysis with assessment of optimal treatment parameters for postoperative pain. *Eur J Pain*. 2003;7(2):181-8.
77. Tong KC LS, Cheing GL. Alternating frequencies of transcutaneous electric nerve stimulation: does it produce greater analgesic effects on mechanical and thermal pain thresholds? *Arch Phys Med Rehabil*. 2007;88(10):1344-9.
78. Aarskog R JM, Demmink JH, Lofthus A, Iversen V, Lopes-Martins R, Joensen J, Bjordal JM. Is mechanical pain threshold after transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) increased locally and unilaterally? A randomized placebo-controlled trial in healthy subjects. *Physiother Res Int*. 2007;12(4):251-63.
79. Therese Dowswell CB, Tina Lavender, James P Neilson. Transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) for pain management in labour. *Cochrane Database Syst Rev*. 2009;2.
80. Chen CM LS, Chen HS, Hsu KR, Lai YH. Effects of patient- and operation-related factors on postoperative pain after orthognathic surgery. *J Craniofac Surg*. 2012;23(3):724-7.
81. Liebano RE RB, Vance CG, Walsh DM, Sluka KA. An investigation of the development of analgesic tolerance to TENS in humans. *Pain*. 2011;152(2):335-42.
82. Alper Alkan EB, Selim Arici, and Shuichi Sato. Evaluation of Treatments in Patients with Nocturnal Bruxism on Bite Force and Occlusal Contact Area: A preliminary report. *Eur J Dent*. 2008;2:276-82.
83. M. Buonocore NC, M. Cecini, E. Dalla Toffola. High-Frequency Transcutaneous Peripheral Nerve Stimulation Induces a Higher Increase of Heat Pain Threshold in the Cutaneous Area of the Stimulated Nerve When Confronted to the Neighbouring Areas. *Biomed Res Int*. 2013;6.
84. Eble OS JI, Kappert HF. Transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS): its short-term and long-term effects on the masticatory muscles. *J Orofac Orthop*. 2000;61(2):100-11.
85. Avendaño-Coy J G-SJ, Goicoechea-García C, Basco-López JA, Taylor J. Effect of unmodulated 5-KHz alternating currents versus Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation on mechanical and thermal pain, tactile threshold, and peripheral nerve conduction: a double-blind, placebo-controlled, crossover trial. *Arch Phys Med Rehabil*. 2016.
86. Fernández-Tenorio E S-MD, Avendaño-Coy J, Gómez-Soriano J. Transcutaneous electrical nerve stimulation for spasticity: A systematic review. *Neurología*. 2016:1-10.
87. Moayedí M DK. Theories of pain: from specificity to gate control. *J Neurophysiol*. 2013;109(1):5-12.
88. Melzack R WP. Pain mechanisms: a new theory. *Science* 1965;19(150):971-9.
89. González O GE, Toro R, Márquez BC. Fisiopatología del dolor. Artículo revisión. *RevVen Anest*. 1998;3(1):26-33.
90. LM M. Constructing and deconstructing the gate theory of pain. *Pain*. 2014;155(2):210-6.

91. Mücke M CH, Radbruch L, Weigl T, Rolke R. Evidence of heterosynaptic LTD in the human nociceptive system: superficial skin neuromodulation using a matrix electrode reduces deep pain sensitivity. *PLoS One*. 2014;9(9):1-12.
92. Palmer ST MD, Steedman WM, Ravey J. Effects of electric stimulation on C and A delta fiber-mediated thermal perception thresholds. *Arch Phys Med Rehabil*. 2004;85(1):119-28.
93. Fidelma Moran TL, Stephanie Hawthorne, Ciara M. Hughes, Evie McCrum-Gardner, Mark I. Johnson, Barbara A. Rakel, Kathleen A. Sluka, Deirdre M. Walsh. Hypoalgesia in Response to Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation (TENS) Depends on Stimulation Intensity. *J Pain*. 2011;12(8):929-35.
94. LM. M. Constructing and deconstructing the gate theory of pain. *Pain*. 2014;155(2):210-6.
95. Manuela A. Pantaleão MFL, Natalie L.G. Gallego, Cristina M.N. Cabral, Barbara Rakel, Carol Vance, Kathleen A. Sluka, Deirdre M. Walsh, Richard E. Liebano. Adjusting Pulse Amplitude During Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation (TENS) Application Produces Greater Hypoalgesia. *J Pain*. 2011;12(5):581-90.
96. Bell WH GW, Finn RA, Storum KA, Johnston C, Throckmorton GS. Muscular rehabilitation after orthognathic surgery. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1983;56(3):229-35.
97. Storum KA BW. The effect of physical rehabilitation on mandibular function after ramus osteotomies. *J Oral Maxillofac Surg*. 1986;44(2):94-9.
98. Oh DW KK, Lee GW. The effect of physiotherapy on post-temporomandibular joint surgery patients. *J Oral Rehabil*. 2002;29(5):441-6.
99. Ko EW TT, Huang CS, Chen YR. The effect of early physiotherapy on the recovery of mandibular function after orthognathic surgery for class III correction. Part II: electromyographic activity of masticatory muscles. *J Craniomaxillofac Surg*. 2015;43(1):138-43.
100. Temitope T. Omolehinwa B. Neuralgia associated with transcutaneous electrical nerve stimulation therapy in a patient initially diagnosed with temporomandibular disorder. *Med Oral Pathol Oral Radiol*. 2015;119(3):101-4.
101. Gaylord S. Throckmorton EEI, Peter H. Buschang. Morphologic and biomechanical correlates with maximum bite forces in orthognathic surgery patients. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. 2000;58(5):515-24.
102. Abarza Arellano L SVP, Flores Velazquez M. Registro interoclusal digital en rehabilitación oral: Sistema T-Scan ® III. Revisión bibliográfica. *Rev Clin Periodoncia Implantol Rehabil Oral*. 2016;9(2):95-101.
103. Kiyoshi Harada D. Changes in bite force and dentoskeletal morphology in prognathic patients after orthognathic surgery. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2003;95(6):649-54.
104. Begum Z CP, Shruthi CS, Sonika R. Effect of Ceramic Thickness and Luting Agent Shade on the Color Masking Ability of Laminate Veneers. *J Indian Prosthodont Soc* 2014;14(Suppl 1):46-50.
105. Lee DS LM, Choi Y, Rosa V, Hong CU, Min KS. Tooth discoloration induced by a novel mineral trioxide aggregate-based root canal sealer. *Eur J Dent* 2016;10(3):403-7.
106. Herrera-Briones FJ PSE, Reyes Botella C, Vallecillo Capilla M. Update on the use of corticosteroids in third molar surgery: systematic review of the literature. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol*. 2013;116(5):342-51.

107. Edward Ellis III GST. Bite forces after open or closed treatment of mandibular condylar process fractures. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. 2001;59(6):389-95.
108. Xiangdong QI LM, Shizhen Z. The influence of the closing and opening muscle groups of jaw condyle biomechanics after mandible bilateral sagittal split ramus osteotomy. *J Craniomaxillofac Surg* 2012;40(6):159-64.
109. Raustia AM OK. Changes in electric activity of masseter and temporal muscles after mandibular sagittal split osteotomy. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 1994;23(3):180-4.

10. SUMMARY

10. SUMMARY

Restoration of normal mandibular functionality after orthognathic surgery through the application of rehabilitation with Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation (TENS)

Author: Cristina Tordera González.

Director: Alberto Cacho Casado.

10.1. Introduction

This research has been developed to improve the quality of life in patients operated with orthognathic surgery. These patients present limited opening and tissue inflammation in 100% of cases with a long period of rehabilitation with few studies in this respect.

For 20 years orthognathic surgery has grown in popularity as 3D diagnosis is a reality and surgical protocols have evolved significantly, although some aspects have yet to be improved, such as the patient's immediate postoperative where there is a contracture of the entire opening and closing muscle system, which makes opening the mouth impossible and prevents adequate nutrition.

In order to accelerate this recovery we have used Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation (TENS), which up until now had never be used for this purpose. The TENS is a small device that generates electrical pulses destined to achieving analgesia. It has electrodes that are placed on the painful areas and provide electrical stimulation through the skin. It is a non-pharmacological and non-invasive formula widely used in subjects with both acute and chronic pain that has been used in a variety of environments. It activates the descending inhibitory pathways of the midbrain and the brainstem to inhibit the excitability of the nociceptive neurons in the spinal cord. It is effective for several painful conditions such as osteoarthritis, chronic musculo-skeletal pain and postoperative pain.

In addition to pain relief, TENS has been applied for muscle relaxation. This phenomenon is explained with the Sodium-Potassium pump (Na^+/K^+). The electrical

stimulation of the TENS would produce a muscle contraction, which causes an inflow of Na^+ and a release of K^+ from the membrane of the nerve fibres, as well as a release of Ca^{++} ions.

10.2. Objectives:

The main objective of the study is to verify whether the application of TENS to patients who have undergone orthognathic surgery has significant benefits for the daily clinical practice and in the improvement of the quality of life of patients after a shorter recovery period. For this purpose we will analyse different variables:

- ✓ Mandibular opening.
- ✓ Masticatory force.
- ✓ Pain.
- ✓ Facial inflammation.

We will measure these variables immediately before surgery and once per week during the four weeks after surgery and will analyse the existence of differences in the weekly measurements and between the initial and final measurements of the treatment.

In order to achieve the main objective we will establish a series of secondary objectives divided into three blocks, where the first studies the total sample and the other two depending on the malocclusion.

10.3. Hypothesis:

·After the mandibular orthognathic surgery, the application of TENS in the mandible elevation muscles will accelerate the recovery of the opening and masticatory force and will reduce the inflammation”.

10.4. Material and methods:

The size of the initial sample comprised 57 patients. After starting the study there was a loss percentage of 18%, therefore, the final sample size used for the following study was 47 patients (32 women and 15 men) with ages ranging from 25 to 65. After an analysis

with the total sample, the patients were skeletally classified dividing them into two groups: 24 class III patients (13 women and 11 men) and 23 class II patients (19 women and 4 men).

The selection of the cases was carried out by means of non-probabilistic sampling of consecutive cases until the maximum number of patients was obtained up to the date, trying to reach a number of patients that achieves a normal distribution of data.

A randomisation generating method was used by extracting balls of two colours from a closed urn that was hidden from the patients' view. Likewise, a system to hide the assignation was used by colour-coding the balls in the draw (red: experimental (TENS); white: control (No TENS)).

These patients were chosen consecutively and all of them were operated on by the same surgeon, thus avoiding the possible bias that might arise from different techniques or experience. All of the patients presented a dentofacial deformity susceptible of being operated with bimaxillary or mandibular surgery after a period of pre-surgery orthodontic treatment carried out by different orthodontists, and all of them were informed of our intention, signing an informed consent form as well as an information sheet.

Once the study was explained to the patient, they were given a sheet with a detailed description of our procedure and after they accepted being part of it and signed the informed consent form, we carried out the appropriate measurements to achieve our objectives.

- ✓ **The opening** was measured with a digital millimetre dental calliper. The maximum opening was assessed, measured as the distance from the incisal edge of the upper central incisors to the incisal edges of the lower incisors.

- ✓ **The masticatory force** was measured with the impressions produced on Prescale Dental Fuji ® films. These impressions with different intensities of colour were measured with the CIE L*a*b system. The value of the CIE L*a*b. Scale was transformed to a pressure measurement in Megapascals (MPa), which is equivalent to Newtons (N)/Area (mm²).

- ✓ **The pain** was measured with the visual analogue scale (VAS), assessing the subjective sensation of pain during opening and closing.
- ✓ With respect to **the inflammation** we carried out two measurements, one to assess the vertical inflammation and another for the horizontal inflammation. A soft millimetre ruler was used and the distance from the tragus to the corner of the mouth was measured in the case of the horizontal measurement and from the gonial angle to the external canthus of the eye for the vertical measurement resting on the face.

In both groups, all of the measurements were carried out in an identical fashion. Measurements were taken at each moment, one pre-TENS and after its application a post-TENS measurement. In the control group the TENS was used as a so-called *transitory placebo*, activating it when starting and turning it off during the 30-minute session.

The database was designed on an Excel sheet and analysed with the SPSS 22.0® statistical program for Windows.

By means of the Kolmogorov-Smirnov Test normality was determined to be fulfilled in order to determine whether the quantitative variables of the study proceed from a normal distribution.

The calculation of the sample size with a precision of 2.5 mm determined that 40 patients were required.

Student's T-test was used for the comparison of the two averages in quantitative variables, assuming or not equal variances (parametric method). Normality in the data is assumed. The equality of variances is contrasted with the Levene test (which will indicate whether the test is more adequate assuming equal or unequal variances).

The paired Student T-test (T-TEST procedure) was used for the comparison of two related samples on the same subject.

The level of statistical significance was established at 5% ($p \leq 0,05$).

10.5. RESULTS AND DISCUSSION

We divided the results into 3 blocks: the first with the results of the total sample, the second with the class II sample and the third with the class III sample.

In the results of the total sample we observed that there is a statistically larger opening in the TENS group with respect to the control group, finding an opening of 9 mm more at the end of the month. We did not find statistically significant results in the rest of the variables measured.

In class II we found an opening statistically larger in the TENS group with respect to the control group, with a 7 mm larger opening at the end of the month in patients in the experimental group. We also observed that the patients in the experimental group presented 3.6 mm less vertical facial inflammation. In the rest of the variables, we did not obtain significant results.

Lastly, in class III we did not find statistically significant results in any of the variables. Both groups evolved similarly with regard to opening, muscular force, inflammation and pain.

We observed that the opening data, one month after surgery, found in the bibliography were larger or equal to our class III patients who had received TENS. We have not found any study that shows the opening in class II operated patients and therefore we cannot compare our results with others obtained previously. Paradoxically, the class II patients are those that have shown more improvement, that is statistically significant, with rehabilitation using TENS.

As for masticatory force, our pre-surgery data are similar to those obtained by other authors and vary between 500-700 Newtons. These authors only study class III patients and none present a control group with patients that have also undergone surgery. Class II patients are again non-existent in the studies carried out on masticatory force in orthognathic surgery.

Lastly, inflammation and pain are not variables that have been measured in orthognathic surgery. The only documented facial inflammation that we have found has been that based on the extraction of wisdom teeth; therefore, we have not been able to compare our results with previous studies.

10.6. CONCLUSIONS:

The conclusions of the study are the following:

- ✓ There is a statistically larger opening in the TENS group with respect to the No TENS group in the first, second, third and fourth week, with the TENS group opening 9 mm more than the control group after one month post surgery.
- ✓ With regard to masticatory force we find that there is a higher value in the TENS group than in the control group, approaching a significant level, with $p= 0,099$.
- ✓ Separating by malocclusion, we find in Class II patients a statistically significant larger opening at the end of the month, with the TENS group opening 7 mm more than the control group.
- ✓ As for inflammation we obtained results of 3.6 mm less vertical inflammation in the TENS group than in the control group.
- ✓ In pain assessment, in Class II the data brings us close to a statistically significant value with $p= 0,065$, where the TENS patients describe a lower sensation of pain.
- ✓ Lastly, in class III patients we did not obtain any statistically significant results in any of the variables.

10.7. BASIC PAPERS

El-Mangoury NH MY. Epidemiologic panorama of dental occlusion. *Angle Orthod* 1990;60(3):207-14.

Proffit WR. Changes in the pattern of patients receiving surgical-orthodontic treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2013;146(6):793-8.

Posnick JC. Craniofacial and maxillofacial surgery in children and young adults: W.B. Saunders; 2000.

Chow LK. Prevalence of Postoperative Complications After Orthognathic Surgery: A 15-Year Review. *J Oral Maxillofac Surg*. 2007;65(5):984-92.

Oliveira Sierra S MDA, Mesquita Ferrari RA, Maia Albarello P, Bussadori SK, Santos Fernandes KP. Effect of low-level laser therapy on the post-surgical inflammatory

process after third molar removal: study protocol for a double-blind randomized controlled trial. 2013;6(14):373.

Ueki K MK, Hashiba Y, Nakagawa K, Degerliyurt K, Yamamoto E. Assessment of the relationship between the recovery of maximum mandibular opening and the maxillomandibular fixation period after orthognathic surgery. *J Oral Maxillofac Surg.* 2008;66(3):486-91.

Throckmorton GS BP, Ellis E 3rd. Improvement of maximum occlusal forces after orthognathic surgery. *J Oral Maxillofac Surg.* 1996;54(9):1080-6.

Carroll D TM, McQuay H, Nye B, Moore A. Randomization is important in studies with pain outcomes: systematic review of transcutaneous electrical nerve stimulation in acute postoperative pain. *Br J Anaesth.* 1996;77(6):798-803.

Oh DW KK, Lee GW. The effect of physiotherapy on post-temporomandibular joint surgery patients. *J Oral Rehabil.* 2002;29(5):441-6.

Iwase M. Bite force, occlusal contact area and masticatory efficiency before and after orthognathic surgical correction of mandibular prognathism. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2006;35: 1102-7.

11. RESUMEN

11. RESUMEN

Recuperación de la normalidad funcional mandibular tras cirugía ortognática mediante la aplicación de rehabilitación con Estimulación Eléctrica Nerviosa Transcutánea (TENS)

Autor: Cristina Tordera González.

Director: Alberto Cacho Casado.

11.1. Introducción

Esta investigación ha sido desarrollada para mejorar la calidad de vida en los pacientes operados de cirugía ortognática. Estos pacientes presentan una limitación de apertura y una inflamación de tejidos en el 100% de los casos con un período largo de rehabilitación con escasos estudios al respecto.

Desde hace 20 años la realización de cirugía ortognática ha adquirido un gran auge pues el diagnóstico en 3D es una realidad y los protocolos quirúrgicos han evolucionado muchísimo aunque nos queda mejorar algunos aspectos como puede ser el postoperatorio inmediato del paciente donde existe una contractura de todo el sistema muscular de apertura y cierre que imposibilita una apertura bucal impidiendo una alimentación adecuada.

Para acelerar esta recuperación hemos utilizado la Transmisión Nerviosa Transcutánea (TENS) que hasta la fecha nunca se había usado para este propósito. El TENS es un pequeño aparato generador de pulsos eléctricos destinados a conseguir analgesia. Consta de unos electrodos que se sitúan en las zonas dolorosas y proporcionan estimulación eléctrica a través de la piel. Es una fórmula no farmacológica y no invasiva usada ampliamente en sujetos con dolor tanto agudo como crónico que se ha venido utilizando en una variedad de entornos. Activa las vías descendentes inhibitorias del cerebro medio y del tronco cerebral para inhibir la excitabilidad de las neuronas nociceptivas en la médula espinal. Se muestra efectivo para varias condiciones de dolor tales como la osteoartrosis, dolor músculo-esquelético crónico y dolor post operatorio.

Además del alivio del dolor, el TENS ha sido aplicado con fines de relajación muscular. Esto explica este fenómeno mediante la bomba de Sodio/Potasio (Na^+/K^+). El estímulo eléctrico del TENS desencadenaría una contracción muscular, lo que provoca un influjo de Na^+ y una expulsión de K^+ de la membrana de las fibras nerviosas, así como una liberación de iones Ca^{++} .

11.2. Objetivos:

El objetivo principal del estudio es comprobar si la aplicación de TENS en pacientes sometidos a cirugía ortognática supone un beneficio importante en la clínica diaria y en la mejora de la calidad de vida de los pacientes tras un periodo más corto de recuperación. Para ello analizaremos diferentes variables:

- ✓ Apertura mandibular.
- ✓ Fuerza masticatoria.
- ✓ Dolor.
- ✓ Inflamación facial.

Mediremos estas variables inmediatamente antes de la cirugía y una vez por semana durante las cuatro semanas posteriores a la cirugía y analizaremos la existencia de diferencias en las mediciones a nivel semanal y entre las mediciones iniciales y finales del tratamiento.

Para la consecución del objetivo principal estableceremos una serie de objetivos secundarios divididos en tres bloques, el primero se refiere al estudio de la muestra total y los otros dos en función de maloclusión.

11.3. Hipótesis:

“Tras la cirugía ortognática mandibular, la aplicación de TENS en los músculos elevadores de la mandíbula acelerará la recuperación de la apertura y de la fuerza masticatoria y disminuirá la inflamación”.

11.4. Material y métodos:

El tamaño muestral inicial se compuso de 57 pacientes. Tras el inicio del estudio hubo un porcentaje de pérdidas de un 18%, por tanto, el tamaño muestral final empleado para el siguiente estudio fue de 47 pacientes (32 mujeres y 15 hombres) en edades comprendidas entre los 25 y 65 años. Tras un análisis con la muestra total, los pacientes fueron clasificados esqueléticamente dividiéndose en dos grupos: 24 pacientes de clase III (13 mujeres y 11 hombres) y 23 pacientes de clase II (19 mujeres y 4 hombres).

La selección de los casos se realizó mediante un muestreo no probabilístico de casos consecutivos hasta obtener el máximo número posible de casos hasta la fecha intentando llegar a un número de pacientes que consiga una distribución normal de los datos.

Se empleó un método de generación de la aleatorización mediante extracción de bolas de dos colores en una urna cerrada ocultas a la visión del paciente. Asimismo se realizó un sistema de ocultamiento de la asignación mediante la codificación por colores en las bolas de sorteo (rojo: experimental (TENS); blanco: control (No TENS)).

Dichos pacientes se eligieron de modo consecutivo y todos ellos fueron operados por el mismo cirujano evitando así el posible sesgo que podría suponer las diferentes técnicas o experiencia del mismo. Todos estos pacientes mostraban una deformidad dentofacial susceptible de ser operada con cirugía bimaxilar o mandibular tras un periodo de ortodoncia prequirúrgica realizada por diferentes ortodoncistas y, a todos ellos, se les informó de nuestro propósito firmando un consentimiento informado así como una hoja de información.

Una vez que se le ha explicado al paciente la realización del estudio, entregado una hoja con la descripción detallada de nuestro procedimiento y haya aceptado pertenecer a él firmando un consentimiento informado, realizamos las mediciones oportunas para alcanzar nuestros objetivos:

- ✓ **La apertura** fue medida mediante un calibre dental milimetrado digital. Se valoró la máxima apertura, medida como la distancia desde el borde incisal de los incisivos centrales superiores hasta los bordes incisales de los incisivos inferiores.
- ✓ **La fuerza masticatoria** se midió a través de las huellas producidas en las láminas de Prescale Dental Fuji ®. Estas huellas con diferente intensidad de color se midieron a través del sistema CIE L*a*b. Se transformó el valor de la escala Cie L*a*b a una medida de presión en Megapascuales (MPa), lo cual es equivalente a Newtons (N)/Área (mm²).
- ✓ **El dolor** fue medido a través de la escala analógica digital (VAS) valorando la sensación subjetiva de dolor en la manipulación de apertura y cierre.
- ✓ Respecto a **la inflamación** realizamos dos mediciones, una para valorar la inflamación vertical y otra horizontal. Se utilizó una regla blanda milimetrada y se midió la distancia desde el trago a la comisura bucal en el caso de la medida horizontal y desde el ángulo goniaco a canto externo del ojo en la medida vertical apoyada sobre la cara.

En ambos grupos, todas las mediciones se realizaron de manera idéntica. Se tomaron dos medidas en cada momento, una medida pre TENS y, tras la aplicación de éste, una medida post TENS. En el grupo control el TENS se utilizó como el denominado *placebo transitorio*, activándolo al empezar y apagándolo una vez han sentido el cosquilleo. Se realizaron sesiones de 30 minutos.

La base de datos fue diseñada en una hoja de cálculo de Excel, y analizada con el programa estadístico SPSS 22.0® para Windows.

Mediante el Test de Kolmogorov-Smirnov se determinó el cumplimiento de normalidad para determinar si las variables cuantitativas del estudio provienen de una distribución normal.

El cálculo del tamaño muestral con una precisión de 2,5mm determinó que se necesitaban 40 pacientes.

Se utilizó el Test de la t de Student para la comparación de dos medias en variables cuantitativas, asumiendo o no igualdad de varianzas (método paramétrico). Se asume la normalidad en los datos. La igualdad de varianzas se contrasta con el test de Levene (lo que nos indicará si es más adecuado el test asumiendo varianzas iguales o desiguales).

El Test de la t de Student pareada (procedimiento T-TEST) se usó para la comparación de dos muestras relacionadas sobre el mismo sujeto.

El nivel de significación estadística se estableció en el 5% ($p \leq 0,05$).

11.5. Resultados y discusión

Dividimos los resultados en 3 bloques: el primero con los resultados de la muestra total, el segundo con la muestra de clase II y el tercero con la muestra de clase III.

En los resultados de la muestra total observamos que se produce una apertura estadísticamente mayor en el grupo TENS respecto al control, encontrando una apertura de 9 mm más a final de mes. No encontramos resultados estadísticamente significativos en el resto de variables medidas.

En la clase II encontramos una apertura estadísticamente mayor en el grupo TENS respecto al grupo control, abriendo unos 7 mm más a final de mes los pacientes del grupo experimental. También observamos que los pacientes en el grupo experimental presentan 3,6mm menos de inflamación facial a nivel vertical. En el resto de variables, no obtenemos resultados significativos.

Por último, en la clase III no encontramos resultados estadísticamente significativos en ninguna de las variables. Ambos grupos tienen una evolución similar tanto a nivel de apertura, fuerza muscular, inflamación y dolor.

Observamos que los datos de apertura al mes de la cirugía encontrados en la bibliografía son mayores o iguales a nuestros pacientes de clase III que han recibido TENS. No hemos encontrado ningún estudio que refleje la apertura en pacientes operados de clase II y por tanto, no podemos comparar nuestros resultados con otros obtenidos previamente. Paradójicamente los pacientes de clase II han sido los que han mostrado una mayor mejoría, siendo estadísticamente significativa, con la rehabilitación con TENS.

A nivel de fuerza masticatoria nuestros datos prequirúrgicos son similares a los obtenidos por otros autores y varían desde 500-700 Newton. Estos autores sólo estudian pacientes de clase III y ninguno presenta un grupo control con pacientes que hayan sido también operados de cirugía. Los pacientes de clase II vuelven a resultar inexistentes en los estudios desarrollados de fuerza masticatoria en cirugía ortognática.

Por último, la inflamación y el dolor no son variables que hayan sido medidas en cirugía ortognática. La única inflamación facial documentada que hemos encontrado ha sido la basada en la exodoncia de cordales, por tanto, no hemos podido comparar nuestros resultados con estudios previos.

11.6. Conclusiones:

Las conclusiones del estudio son las siguientes:

- ✓ Se produce una apertura estadísticamente mayor en el grupo TENS respecto al No TENS en la primera, segunda, tercera y cuarta semana, abriendo 9 mm más el grupo TENS respecto al control a final del mes post cirugía.
- ✓ A nivel de la fuerza masticatoria encontramos que hay una mayor valor en el grupo TENS respecto al grupo control, quedándose cerca de un nivel significativo, con una $p= 0,099$.
- ✓ Separando por maloclusión encontramos en la Clase II una apertura estadísticamente significativa mayor a final de mes, abriendo 7 mm más el grupo TENS respecto al control.
- ✓ A nivel de inflamación obtuvimos unos resultados de 3,6 mm menos inflamación vertical en el grupo TENS respecto al grupo control.
- ✓ En la evaluación del dolor en la Clase II los datos nos dejan cerca de un valor estadísticamente significativo con una $p= 0,065$, describiendo los pacientes TENS una menor sensación dolorosa.

- ✓ Por último, en aquellos pacientes de Clase III no obtuvimos ningún resultado estadísticamente significativo en ninguna de las variables.

11.7. Artículos principales

El-Mangoury NH MY. Epidemiologic panorama of dental occlusion. *Angle Orthod* 1990;60(3):207-14.

Proffit WR. Changes in the pattern of patients receiving surgical-orthodontic treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2013;146(6):793-8.

Posnick JC. Craniofacial and maxillofacial surgery in children and young adults: W.B. Saunders; 2000.

Chow LK. Prevalence of Postoperative Complications After Orthognathic Surgery: A 15-Year Review. *J Oral Maxillofac Surg*. 2007;65(5):984-92.

Oliveira Sierra S MDA, Mesquita Ferrari RA, Maia Albarello P, Bussadori SK, Santos Fernandes KP. Effect of low-level laser therapy on the post-surgical inflammatory process after third molar removal: study protocol for a double-blind randomized controlled trial. 2013;6(14):373.

Ueki K MK, Hashiba Y, Nakagawa K, Degerliyurt K, Yamamoto E. Assessment of the relationship between the recovery of maximum mandibular opening and the maxillomandibular fixation period after orthognathic surgery. *J Oral Maxillofac Surg*. 2008;66(3):486-91.

Throckmorton GS BP, Ellis E 3rd. Improvement of maximum occlusal forces after orthognathic surgery. *J Oral Maxillofac Surg*. 1996;54(9):1080-6.

Carroll D TM, McQuay H, Nye B, Moore A. Randomization is important in studies with pain outcomes: systematic review of transcutaneous electrical nerve stimulation in acute postoperative pain. *Br J Anaesth*. 1996;77(6):798-803.

Oh DW KK, Lee GW. The effect of physiotherapy on post-temporomandibular joint surgery patients. *J Oral Rehabil*. 2002;29(5):441-6.

Iwase M. Bite force, occlusal contact area and masticatory efficiency before and after orthognathic surgical correction of mandibular prognathism. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2006;35: 1102-7.

12. INDICES

12. ÍNDICES

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Distribución de la muestra por sexo	54
Tabla 2: Distribución de la muestra por TENS/NO TENS	55
Tabla 3: Distribución de la muestra por clase esquelética	55
Tabla 4: Resultados estadísticos fuerza masticatoria	56
Tabla 5: Resultados estadísticos apertura mandibular	58
Tabla 6: Resultados estadísticos dolor	60
Tabla 7: Resultados estadísticos inflamación horizontal	62
Tabla 8: Resultados estadísticos inflamación vertical	64
Tabla 9: Frecuencias y porcentajes clase II	66
Tabla 10: Resultados estadísticos fuerza masticatoria clase II	67
Tabla 11: Resultados estadísticos apertura mandibular clase II	69
Tabla 12: Resultados estadísticos dolor clase II	71
Tabla 13: Resultados estadísticos inflamación horizontal clase II	73
Tabla 14: Resultados estadísticos medidas verticales clase II	75
Tabla 15: Frecuencias y porcentajes clase III	77
Tabla 16: Resultados estadísticos fuerza masticatoria clase III	78
Tabla 17: Resultados estadísticos apertura mandibular clase III	80
Tabla 18: Resultados estadísticos dolor clase III	82
Tabla 19: Resultados estadísticos inflamación horizontal clase III	84
Tabla 20: Resultados estadísticos inflamación vertical clase III	86

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1: Evolución fuerza masticatoria	57
Gráfica 2: Evolución apertura mandibular.....	59
Gráfica 3: Evolución dolor	61
Gráfica 4: Evolución inflamación horizontal.....	63
Gráfica 5: Evolución inflamación vertical.....	65
Gráfica 6: Evolución fuerza masticatoria clase II.....	67
Gráfica 7: Evolución apertura mandibular clase II.....	70
Gráfica 8: Evolución dolor clase II.....	72
Gráfica 9: Evolución inflamación horizontal clase II.....	74
Gráfica 10: Evolución inflamación vertical clase II.....	76
Gráfica 11: Evolución fuerza masticatoria clase III	79
Gráfica 12: Evolución apertura mandibular clase III.....	81
Gráfica 13: Evolución dolor clase III	83
Gráfica 14: Evolución inflamación horizontal clase III.....	85
Gráfica 15: Evolución inflamación vertical clase III.....	87

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1: Medición de apertura con calibre milimetrado.....	47
Imagen 2: Medición fuerza masticatoria mediante Dental Prescale Fuji ®.....	48
Imagen 3: Medición de inflamación facial con regla blanda milimetrada.....	49
Imagen 4: Colocación TENS (I).....	51
Imagen 5: Colocación TENS (II).....	51
Imagen 6: Espacio de color CIE L*a*b.....	95

13. ANEXOS

13. ANEXOS

ANEXO 1. HOJA INFORMACION A PARTICIPANTES

Título: Recuperación de la normalidad mandibular tras cirugía ortognática mediante la aplicación de rehabilitación con TENS

Investigadores:

- Cristina Tordera González
- María Otheo de Tejada Azabal
- Alberto Cacho Casado
- María Concepción Martín Álvaro
- César Colmenero Ruiz

Centros de Investigación:

-Facultad de Odontología

Departamento de Ortodoncia (Estomatología IV)

Universidad Complutense – Madrid

-Clínica Dental dr. Colmenero

EXPLICACION DEL ESTUDIO

Este ensayo clínico tiene como objetivo el análisis de la recuperación de la movilidad de la mandíbula con la aplicación de una técnica de fisioterapia conocida como estimulación eléctrica nerviosa transcutánea (TENS).

Se trata de un nuevo ensayo clínico donde se aplicará esta fisioterapia con unos electrodos colocados en los músculos encargados de abrir y cerrar la mandíbula. El TENS

se dará en sesiones de 30 minutos en las visitas de la revisión tras la cirugía ortognática y tras esta sesión se tomarán unas pequeñas mediciones de apertura bucal, de inflamación facial, fuerza de mordida y grado de dolor.

Pretendemos detectar diferencias en estas mediciones antes y después de la sesión de fisioterapia con el TENS.

Nos planteamos dos claros objetivos: evaluar la eficacia de la rehabilitación con el TENS en acortar los periodos de recuperación normal de la apertura y cierre bucal y la recuperación de la máxima fuerza de apretamiento de los dientes, lo que repercutiría en una más rápida recuperación del paciente tras la cirugía y una vuelta más temprana a la vida normal.

ANEXO 2. CONSENTIMIENTO INFORMADO

Titulo del ensayo: Recuperación de la normalidad mandibular tras cirugía ortognática mediante la aplicación de rehabilitación con TENS

Yo,

(NOMBRE Y APELLIDOS DEL PACIENTE)

He recibido la hoja de información.

He entendido que de manera aleatoria puedo recibir TENS o placebo.

He podido hacer preguntas sobre el estudio,

He recibido respuesta satisfactoria a mis preguntas.

He recibido suficiente información sobre el estudio.

He hablado con

(NOMBRE Y APELLIDOS DEL INVESTIGADOR)

Comprendo que mi participación es voluntaria.

Comprendo que puedo retirarme del estudio:

1° Cuando quiera

2° Sin tener que dar explicaciones

3° Sin que esto repercuta en mis cuidados dentales.

Presto libremente mi conformidad para participar en el estudio.

_____, ____ de _____ de 201__

Firma del PACIENTE

ANEXO 3. APROBACIÓN COMITÉ CIENTÍFICO



Informe Dictamen Protocolo Favorable Otros Estudios

C.P. - C.I. 12/136-E

22 de marzo de 2012

CEIC Hospital Clínico San Carlos

Dra. Mar García Arenillas
Secretaría del CEIC Hospital Clínico San Carlos

CERTIFICA

1º. Que el CEIC Hospital Clínico San Carlos en su reunión del día 21/03/2012, acta 3.2/12 ha evaluado la propuesta del promotor referida al estudio:

Título: "Recuperación de la normalidad mandibular tras cirugía ortognática mediante la aplicación de rehabilitación con TENS"

Que en este estudio:

- Se cumplen los requisitos necesarios de idoneidad del protocolo en relación con los objetivos del estudio y están justificados los riesgos y molestias previsibles para el sujeto.
- Es adecuado el procedimiento para obtener el consentimiento informado.
- La capacidad del investigador y los medios disponibles son adecuados para llevar a cabo el estudio.
- El alcance de las compensaciones económicas previstas no interfiere con el respeto de los postulados éticos.
- Se cumplen los preceptos éticos formulados en la Orden SAS 3470/2009 y la Declaración de Helsinki de la Asociación Médica mundial sobre principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos y en sus posteriores revisiones, así como aquellos exigidos por la normativa aplicable en función de las características del estudio.

Es por ello que el Comité informa favorablemente sobre la realización de dicho proyecto por la **Dra. Concepción Martín Álvaro** del Departamento de Estomatología IV de la Universidad Complutense de Madrid.

Lo que firmo en Madrid, a 22 de marzo de 2012

Dra. Mar García Arenillas
Secretaria del CEIC Hospital Clínico San Carlos

