

VNIVERSIDAD DE SALAMANCA

FACVLTD DE MEDICINA  
DEPARTAMENTO DE CIRVGÍA



OCLUSIÓN BIO-FISIOLÓGICA  
PROTECTORA EN PRÓTESIS  
IMPLANTOSOPORTADA

JUAN DIB ZAKKOUR

**Directores:**

Dr. Ibrahim Dib Zaitun

Dr. Francisco Javier García Criado

SALAMANCA, 2022



**PROFESOR DR. D. FRANCISCO SANTIAGO LOZANO SÁNCHEZ,  
CATEDRÁTICO DE CIRUGÍA VASCULAR.**

**DIRECTOR DEL DEPARTAMENTO DE CIRUGÍA DE LA UNIVERSIDAD DE  
SALAMANCA**

**CERTIFICA QVE**

Que la presente tesis doctoral: **“Oclusión bio-fisiológica protectora en prótesis implantosoportada”**, realizada por **D. Juan Dib Zakkour**, en el Departamento de Cirugía, cumple con los requisitos necesarios para su presentación y defensa ante el Tribunal Calificador.

Y para que conste, y a los efectos oportunos, expiden el presente certificado en Salamanca a cinco de noviembre de dos mil veintidós.

Fdo. Prof. Dr. Francisco S. Lozano Sánchez



## AGRADECIMIENTOS

A mi padre y director de la tesis Ibrahim Dib Zaitun, por ayudarme, apoyarme y ser el espejo en el que fijarme para poder superarme día a día y tener una meta que poder alcanzar.

A mi madre y mi hermana por su paciencia, amor y comprensión, su ayuda y por no permitir que me detenga en ningún momento, siendo un sustento en todos los momentos de mi vida. Por todo.

A Francisco Javier García Criado por su ayuda, por depositar su confianza en mi, darme la oportunidad que necesitaba y estar siempre a mi lado.

A Begoña García Cenador por su paciencia y preocupación hacia todo lo que repercute en mi futuro, su implicación y sus ganas de ayudarme.

A Natalia por estar a mi lado siempre y apoyarme en los momentos buenos y malos, su paciencia y su cariño.

A mis amigos, por aportarme esos ratos de felicidad y desconexión que tanto he necesitado.



**“La inteligencia sin ambición es como un pájaro sin alas”**

**SALVADOR DALÍ**



## ÍNDICE

	Página
1. INTRODUCCIÓN	10
1.1. Anatomía y fisiología. Diferencias entre implante dental y diente	12
1.2. Teoría de la oclusión	24
1.3. Oclusión dinámica y su funcionamiento	34
1.4. Consecuencias de la sobrecarga	37
1.5. Método convencional vs. Digital	39
1.6. Justificación	46
2. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS	48
3. MATERIAL Y MÉTODOS	51
Material	
3.1. Instalaciones	52
3.2. Equipamiento e instrumental	53
Metodología	
3.3. Metodología del proyecto	57
3.4. Variables	64
3.5. Análisis estadístico	66



4. RESULTADOS	69
4.1. Estadística descriptiva	70
4.2. Análisis de datos por grupos	75
4.3. Análisis de datos entre grupos 1 y 2	84
4.4. Análisis de datos por intervalos de edad	88
4.5. Otras comparaciones	91
5. DISCUSIÓN	92
6. CONCLUSIONES	126
7. BIBLIOGRAFÍA	128
8. ANEXOS	141



## ANEXOS

- 1- Consentimiento informado y hoja de información del paciente
- 2- Comité de Bioética de la Universidad de Salamanca
- 3- Cuestionario presentado al paciente antes y después del ensayo clínico



## DICCIONARIO DE ACRÓNIMOS

Articulación Temporomandibular → ATM

Sistema Nervioso Central → SNC

Ligamento Periodontal → LP

Electromiografía → EMG

Relación Céntrica → RC

Oclusión Protectora de Implantes → OPI

Máxima Intercuspidación → MI

Desviación estándar → DE

Error Estándar → EE

Apretando → AP

Newton → N



# INTRODUCCIÓN





## INTRODUCCIÓN

La pérdida de piezas dentales es un hecho relativamente frecuente que determina la preocupación de los odontólogos por el restablecimiento de las funciones fisiológicas del paciente. Recientes estudios corroboran la hipótesis que dicha pérdida afecta a la salud oral y general del paciente al producirse alteraciones en el proceso de alimentación/masticación (1) (2).

Actualmente, los tratamientos implantológicos son la elección para aquellos casos en los que se requiere la reposición de piezas dentales, lo que conlleva una mejoría de función masticatoria y oclusión. El uso de implantes dentales está indicado, actualmente, tanto en prótesis parciales como en completas en pacientes edéntulos. Esta predilección se debe a una mayor predictibilidad y fiabilidad, que ronda el 90% de éxito, lo que hace que, actualmente, la implantología sea una de las ramas más beneficiosas, para el paciente, de la odontología actual (3) (4) (5).

Algunos de los pilares en los que se sustenta el triunfo de los implantes son una alta predictibilidad en los resultados a corto, medio y largo plazo; un correcto restablecimiento de la función fisiológica, masticatoria y mandibular; una estética correcta y una fonación cercana a la normalidad. Recientes estudios confirman que, si el odontólogo es capaz de establecer una buena estética, forma y función, las prótesis implantosoportadas son el tratamiento de elección para poder restaurar la fisiología del sistema estomatognático y del sistema nervioso, perjudicado gravemente cuando se pierden piezas dentales (las prótesis convencionales no permiten una recuperación al mismo nivel) (6). Pero, el uso de implantes dentales no está exento de una serie de desventajas y problemas que deben ser evaluados y solucionados en orden de evitar posibles fracasos del tratamiento (7) (8) (9).



Debido a la entrada de la implantología en nuestra práctica diaria, ha sido necesario la introducción de múltiples cambios en la metodología de trabajo (10)(11). Hasta el momento, cuando se rehabilitaba con prótesis parciales implantosoportadas, se solía adoptar el mismo esquema oclusal que se usa en una dentición natural, obviando que las piezas implantosoportadas poseen una serie de características que las hacen susceptibles de tener problemas a medio y largo plazo si no se adoptan una serie de medidas para estos casos en particular. Se deben tener en cuenta las diferencias biológicas y biomecánicas de los implantes con respecto a los dientes naturales (5). Los odontólogos deben considerar que la pérdida de piezas dentales naturales lleva ligado una pérdida de la propiocepción, lo que genera problemas a la hora de controlar el ciclo masticatorio y un aumento de efectos adversos (12).

### **1.1. ANATOMÍA Y FISIOLÓGÍA. DIFERENCIAS ENTRE EL IMPLANTE DENTAL Y EL DIENTE**

El sistema estomatognático es la unidad anatómica, fisiológica y neuronal localizada en la región cérvico-facial del cráneo.

Las principales partes que lo componen son: el sistema neuromuscular, el complejo hioideo, la articulación temporomandibular (ATM), el complejo periodontal y la oclusión dental. El periodonto constituye la articulación entre los dientes y el hueso alveolar, y forma la estructura más importante, a nivel mecánico y sensitivo, del sistema estomatognático. Dicho sistema realiza durante su actividad funciones motoras y somatosensoriales (13)(14). Todo ello hace que requiera de una coordinación neuromuscular extraordinaria y precisa, ya que es la que se encarga de sustentar su



funcionamiento. Se compone de los músculos y estructuras neurológicas, y para poder entender su actividad, se necesita comprender la importancia de los dientes y sus contactos durante el movimiento mandibular (15). Todas estas estructuras neurológicas transportan la información, sensitiva y motora procedente del sistema neuromuscular es enviada desde el Sistema Nervioso Central (SNC) hasta los efectores (y viceversa) a través del nervio trigémino o V par craneal, a través del ganglio trigeminal o de Gasser (16).

Para poder entender lo expuesto anteriormente, hay que tener claro las diferencias entre la reacción que tiene un diente natural a la carga oclusal a la cual está sometido, de la reacción que puede tener un implante. Esto es debido a la enorme disparidad anatómica y fisiológica que encontramos al comparar ambos sistemas. La principal diferencia es la presencia de un Ligamento Periodontal (LP), tejido conectivo compuesto por colágeno, fibras de elastina, glicosaminoglicanos y vasos sanguíneos; que rodea la superficie radicular de los dientes naturales y que los conecta con el hueso adyacente. Su espesor es aproximadamente de 0,2 mm (10). Su importancia radica en que es la zona más rica en inervación y con gran cantidad de mecanorreceptores que captan información para ser transmitida a los centros superiores y, de esta forma, poder regular la actividad muscular encargada de la masticación o de la aplicación de fuerza. Últimos estudios sugieren que posee un umbral de activación y sensibilidad muy bajo, el cual varía dependiendo de la dirección en la que se aplica la fuerza en los dientes, lo que nos lleva a concluir que una correcta oclusión a lo largo de las arcadas dentarias hace que se mejore el funcionamiento y la regulación del sistema estomatognático (17).

El implante dental se encuentra englobado e integrado en el hueso (osteointegración) sin la presencia de un tejido que conecte su superficie con respecto a la superficie ósea (LP).



Es por ello por lo que no existe un mecanismo amortiguador de fuerzas entre el implante y los tejidos adyacentes. Debido a esto, los tejidos peri-implantarios se comportan como una zona en la que se produce una sobrecarga, la cual conduce a la aparición de problemas mecánicos y biológicos (reabsorción ósea, pérdida de osteointegración y lesiones óseas en forma de cráter alrededor de los implantes) (18).

La presencia del LP consigue una distribución uniforme de las fuerzas alrededor del diente, mientras que, en los implantes las fuerzas se concentran en la zona crestal (hueso cortical). Esto se debe a que, cuando dos materiales diferentes se encuentran en contacto y uno de ellos recibe una fuerza, el estrés de esa fuerza se comunica con otro material en la zona más próxima entre ellos (donde ocurre el primer contacto). En este caso, los dos materiales se corresponden con la corona y la parte coronal del implante. Por eso, siempre hay mayor sobrecarga en la zona cortical ósea, correspondiente al cuello del implante. Además, el LP permite al diente tener una resiliencia cuando se ve sometido a fuerzas nocivas, mientras que el implante se encuentra fijo en una única posición. La presencia de sobrecargas puede provocar cambios en la inserción tanto de dientes como de implantes, pero, debemos diferenciar estos cambios ya que, en los dientes, estos son reversibles, mientras que los cambios que se produzcan en la zona periimplantaria tienden a ser irreversibles. A esto hay que sumar que el hueso del que se rodea el diente es un hueso cortical que resiste bien los cambios y sobrecargas, mientras que el hueso periimplantario es un hueso trabecular, moldeable y cambiante ante situaciones patológicas (4)(5). Esta última afirmación puede hacernos entender que sean más susceptibles de sufrir sobrecarga oclusal aquellos implantes colocados en el maxilar que en la mandíbula (al ser este un hueso más corticalizado) (19)(20).

Biomecánicamente, la raíz de los dientes está diseñada para soportar las cargas excesivas



y redirigir la sobrecarga, mientras que la morfología de los implantes está diseñada para procurar una cirugía más predecible y un mayor torque de inserción durante su colocación, en detrimento de la biomecánica. Mientras que los dientes tienen un diámetro acorde a la fuerza que van a recibir durante su vida, el tamaño de los implantes es elegido dependiendo de la cantidad de hueso de la que dispongamos antes de la cirugía. Además, los dientes tienen un módulo de elasticidad similar al hueso, mientras que los implantes tienen un módulo de elasticidad entre 5 y 10 veces más elevado que el hueso cortical. El esmalte de los dientes se desgasta o fisura ante problemas oclusales, mientras que los materiales que confeccionan las prótesis no sufren ningún cambio ante sobrecargas. Todo esto hace que el diente pueda adaptarse mejor ante situaciones anómalas, mientras que el implante no posee dichos mecanismos de adaptación (21).

La presencia de LP hace que los dientes tengan mayor movilidad que los implantes a la hora de adaptarse a las sobrecargas. La aparición de fremitus (pequeña movilidad fisiológica por la presencia de LP) y una mayor movilidad tanto axial como no axial hace que el diente se adapte mejor a las cargas excesivas, pudiendo sobreponerse a los problemas que puedan surgir. También sufrirán menos aquellas prótesis cuyo antagonista sea diente natural (ya que es más resiliente que otra prótesis implantosoportada) (19). Se estima que la movilidad axial de un diente oscila entre los 25 y 100 $\mu\text{m}$ , mientras que el movimiento axial de un implante osteointegrado oscila entre 3 y 5 $\mu\text{m}$ . A su vez, el movimiento horizontal de un implante oscila entre 10 y 50 $\mu\text{m}$  mientras que el de los dientes naturales va desde los 56 a los 150 $\mu\text{m}$  (22)(23).

Estas diferencias entre dientes e implantes hace que, ante fuerzas oclusales (aunque sean leves), los dientes naturales se intruyan en mayor medida, provocando sobrecargas oclusales en los implantes (24). Los dientes que tienen una única raíz poseerán mayor



movilidad que aquellos que poseen dos o más raíces, de forma que estos últimos pueden tener mayores problemas a la hora de adaptarse a las sobrecargas oclusales (10). Esto es debido a que una única raíz posee más ángulos y capacidad de movilidad que aquellas piezas con dos raíces o más, donde la movilidad se ve reducida de forma inversamente proporcional al número de raíces.

Esto demuestra la enorme precisión del LP a la hora de frenar los daños en tejidos duros dentarios. Los dientes poseen una sensibilidad dental realmente alta y unos valores umbrales de sensibilidad muy bajos (en torno a 12 y 17 micras), lo que permite controlar las fuerzas oclusales y de masticación para prevenir daños en el sistema estomatológico.

Al no poseer LP, el implante posee un umbral mayor y una sensibilidad baja, lo que dificulta el sistema de protección del sistema estomatognático y del propio implante (25).

Según Lim et al. en 2014, el espacio del LP se encuentra influenciado por la edad del paciente, de forma que cuanto más edad, menor es el espacio del LP. Dicho estudio asegura que, con el paso del tiempo, el LP sufre una reducción de anchura debido a una continua mineralización del cemento radicular, ocupando el espacio del LP, y reduciéndose, dando lugar al fenómeno de anquilosis (26). No solo la anchura del LP, sino que los mecanorreceptores que posee sufren envejecimiento y disfunción con el paso del tiempo (27).

Cada diente posee unas funciones específicas dentro de la arcada dental y es por lo que poseen formas radiculares diferentes como forma de adaptación a la función que desempeñan. Acorde a esta información, es lógico pensar que los receptores que posea el LP se distribuyan de forma diferente dependiendo del grupo de dientes sobre el que actuamos. Esto hace que cada diente posea una respuesta diferente ante las cargas oclusales excesivas (27), y se encuentren adaptados a cada función y situación.



El diente natural, gracias al LP, distribuye la fuerza oclusal a través de todo el largo de la raíz en dirección apical. El punto que actúa de fulcro se encuentra en el tercio apical de la raíz, de forma que puede responder a la sobrecarga por medio de la rotación de dicha raíz. Mientras el diente es capaz de disipar estas fuerzas, un implante las absorbe y las concentra en la zona crestal. Una de las razones por las que esto ocurre es porque las fibras que componen el LP se orientan de forma perpendicular a la superficie radicular disipando las sobrecargas oclusales de manera axial. En un implante, las fibras peri-implantarias se orientan de forma paralela, sin capacidad de disipar las fuerzas axiales (22)(23).

Borges et al. en su estudio de elementos finitos, demostraron que el estrés producido por las sobrecargas oclusales sobre prótesis implantosoportadas se produce, sobre todo, en la zona de unión de las interfases a los implantes, es decir, en el hueso cortical que rodea al implante, como se observa en la Figura 1. El patrón de distribución de las fuerzas es igual entre implantes que reciben una carga normal a aquellos con sobrecarga, la diferencia es que aquellos implantes que sufren sobrecarga poseen mayores valores de estrés óseo (28).

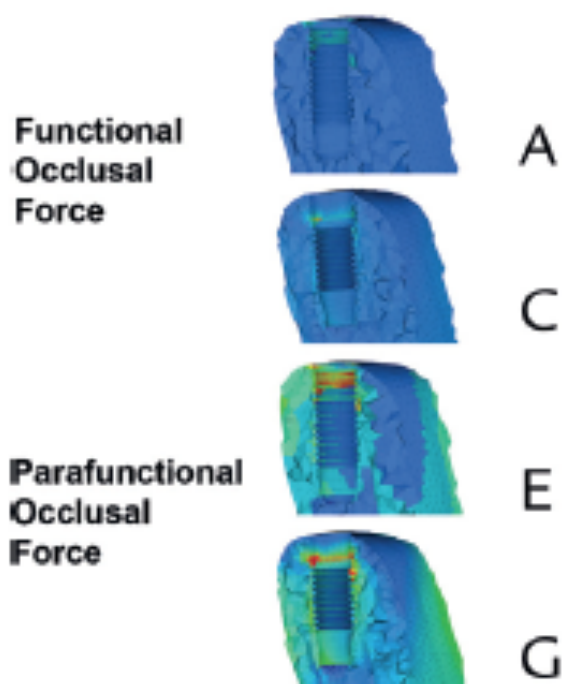


Figura 1. Distribución de las fuerzas en la zona peri-implantaria. Borges et al (2017)

En cuanto a la sensibilidad de ambos sistemas, el diente presenta signos precursores de sobrecarga oclusal (hiperemia y sensibilidad a cambios de temperatura), además de contar con una propiocepción que le otorga la presencia de LP. Todo ello hace que la fuerza efectiva que puede generar un diente sea entre 2 y 4 veces menor que la de una prótesis implantosoportada. Los dientes naturales tienen dos sistemas capaces de proporcionar información al SNC: fibras sensitivas remotas (encontradas en la mucosa oral, la articulación temporomandibular, músculos masticatorios, periostio y pulpa dental) que se encargan de proporcionar información más “grosera” y general; y los propioceptores del LP que se encargan de la sensibilidad de los detalles finos, las fuerzas sobre las piezas dentales y la discriminación táctil. Estos últimos son los que contribuyen a especificar la dirección, magnitud y el punto de ataque de las fuerzas oclusales (29)(30).

La presencia de mecanorreceptores en el LP proporciona información a través de fibras aferentes al SNC, de forma que es capaz de coordinar la masticación con la función

neuromuscular (Figura 2). Esto forma un *feedback* entre el SNC y el control motor de la mandíbula en el que los mecanorreceptores captan los cambios de posiciones dentales y las sobrecargas recibidas son transmitidas por fibras aferentes al córtex cerebral, donde se elabora una respuesta que posteriormente es enviada a través de fibras eferentes, a los músculos mandibulares efectores de la respuesta motora, modulando los movimientos mandibulares para proteger el sistema estomatognático y proporcionando una cierta protección a la arcada. Debido a la ausencia de este mecanismo de *feedback* en los tejidos periimplantarios, los implantes ven reducido este poder de control ante movimientos y cargas anómalas (18)(22).

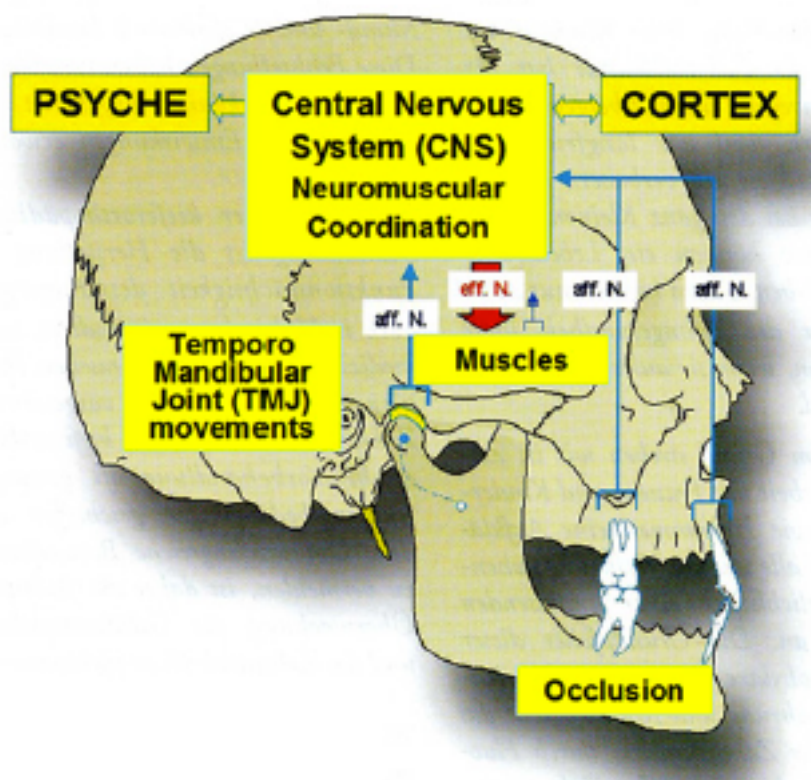


Figura 2. Comunicación entre mecanorreceptores del LP y Sistema Nervioso Central, constituyendo una vía de comunicación y control. Meyer, G (2012).



Los estudios psicofisiológicos que se realizan en la actualidad determinan que los implantes tienen menor sensibilidad táctil y térmica que un diente natural (se calcula que un diente natural tiene 8,75 veces más sensibilidad táctil que un implante) (31). Aun así, siguen conservando cierta sensibilidad y propiocepción. Esto es debido a la sensibilidad propia de los tejidos periimplantarios. Este fenómeno se denomina **oseopercepción** y se define como la mecanorecepción derivada de la sensibilidad de la ATM, piel, mucosas y receptores periosticos, aparte de las terminaciones nerviosas remotas pertenecientes a otros dientes naturales adyacentes y antagonistas (32). Enkling en 2007 demostró que la sensibilidad táctil pasiva de la que se sirven los implantes para poder contribuir a la sensación percibida por el paciente puede ser debida a la deformación que sufre el periostio ante las cargas que se ejercen sobre las prótesis implantosoportadas. Según los pacientes que atendió en su estudio, la sensibilidad que sentían en sus piezas implantosoportadas no se parecía a la percibida en dientes naturales, sino que la percibían hacia la profundidad del cráneo (la deformidad ósea se trasladaba a los pilares óseos que componen el cráneo) (33).

Los estudios de Bakshi en 2017 demuestran la importancia de los tejidos periodontales y periimplantarios en la oseopercepción del paciente. Sus estudios demostraron que la falta de salud en dichos tejidos perjudica la sensibilidad de las piezas implantosoportadas, lo que nos lleva a concluir que dichas piezas tienen una dependencia sensitiva de los tejidos que las rodean (34). A su vez, Habre-Hallagre en 2012 realizó estudios en los que se vio reflejado que los patrones de activación del córtex cerebral ante la estimulación de las prótesis implantosoportadas son más heterogéneos que en dientes naturales, aunque comprobó que existe una activación cortical, lo que demuestra la existencia de la oseopercepción y la neurointegración (35).



Todo ello provee de mecanosensibilidad. Se ha demostrado que, tras la extracción de piezas dentales y posterior inserción de implantes, aunque se pierdan los propioceptores propios del LP, se produce una remodelación del córtex cerebral encargado de la sensibilidad dental y una remodelación de las fibras nerviosas terminales en el periodonto, de forma que se pierde menos sensibilidad de la que cabría esperar en un primer momento. A este fenómeno se le denomina neurointegración (29)(36). Es más, los estudios realizados por Zhang vieron que en el LP se encuentran células madre mesenquimales pluripotentes originando la regeneración nerviosa en la zona periimplantaria, y facilitando la neurointegración (37). Teniendo en cuenta esta información, Gulati introdujo en 2014 el término de implante “periodonto-integrado” debido a la capacidad de las células madre del LP de poder integrar sensorialmente los implantes dentales (38). Aprovechando estas investigaciones, autores como Ma proponen realizar injertos de periodonto para poder conseguir un aumento de la propiocepción en prótesis implantosoportadas (39).

Al igual que existen diferencias entre dientes anteriores y posteriores, la función sensitiva y táctil se conoce que es mayor en los sectores posteriores debido unos paquetes nerviosos más gruesos que en el sector anterior, además de una mayor cantidad de fibras de LP en las raíces posteriores. Esto hace que, una vez rehabilitada la zona con implantes, sea mayor la oseopercepción en la zona posterior que en la anterior, debido a que hay mayor cantidad de fibras nerviosas contribuyendo a la oseopercepción y neurointegración (36). Pueden llegar a ser tan numerosas que generarán multitud de nuevos receptores, denominados por algunos autores oseoreceptores, lo es aprovechado para ganar cierta sensibilidad en zonas donde se ha perdido gran parte de los receptores existentes de manera fisiológica. Estos estudios deben corroborarse con nuevas investigaciones, ya que



aún sigue habiendo dudas al respecto (40). Así, Enkling sugiere que se requieren sucesivas comprobaciones debido a que los estudios no discriminan la edad y el sexo de los pacientes, siendo las variables estudiadas sensibles a ellos. (41).

Estudios histológicos llevados a cabo por Dos Santos Corpas en 2014 corroboran la teoría de la neurointegración, observando la aparición de fibras mielínicas y amielínicas en el interior de los canales de Havers del hueso que rodea las espiras de los implantes osteointegrados. Pero se desconoce el mecanismo por el cuál se produce esta neurointegración, de forma que se requieren más estudios sobre el tema. Se cree que una correcta oclusión de la prótesis implantosoportada influye en una mejor proliferación de las fibras nerviosas nuevas (42).

Una de las teorías de la neurointegración se centra en la técnica de post-extacción. Según esta teoría, este fenómeno de neurointegración se produce con una mayor frecuencia y fuerza cuando se coloca un implante acto seguido a la extracción de una pieza dentaria, lo que hace que aparezca una mayor sensibilidad en la zona, reduciendo los problemas implantarios (36). Aun así, estudios como los llevados a cabo por González-Gil en 2021 demuestran que nunca llegan a igualar la sensibilidad propia de un diente natural. En dicho estudio, el investigador corroboró que la activación de la corteza sensitiva primaria se produce de forma más débil en los implantes que en pacientes con dentición natural. Cabe destacar que las zonas de activación fueron las mismas en ambos casos (43).

No obstante, los pacientes con prótesis implantosoportadas parciales presentan menor coordinación neuromuscular durante la masticación con respecto a pacientes con dientes naturales. La información procedente de la propiocepción del LP es usada por el SNC para coordinar los movimientos mandibulares y adaptar la actividad de los músculos



masticatorios a cada situación. En pacientes con prótesis parciales implantosoportadas se pierde parte de esta información (44). Grigoriadis et al. en 2018 realizaron un experimento en el que compararon pacientes con todos sus dientes naturales frente a pacientes con prótesis parciales implantosoportadas. Al analizar el ciclo masticatorio de ambos grupos con electromiografía (EMG) en los músculos maseteros durante el acto de masticación, se observó que aquellos pacientes con todos sus dientes naturales disminuían gradualmente su actividad muscular a medida que disminuía el bolo alimenticio, cosa que no ocurría en el grupo con prótesis implantosoportadas que reaccionaban de forma más tardía y menos evidente a los cambios en la masticación, lo que demuestra la falta de sensibilidad de las prótesis implantosoportadas (45)(46). Svensson analizó además los cambios en la actividad del EMG ante diferentes durezas del bolo alimenticio, detectando que en pacientes con prótesis implantosoportadas la EMG no sufre cambios como si ocurre en pacientes con dentición natural cuando se cambia la consistencia de su bolo alimenticio (47). Esto conduce a la aparición de problemas periimplantarios y fallos en los implantes y las prótesis. Cuanto más limitado esté el *feedback* de sensibilidad entre mandíbula y SNC, mayores son los problemas de adaptación de los músculos masticatorios y mayor es la atención que debemos proveer a los trabajos que realizamos, a fin de evitar problemas (22).

Se buscan actualmente métodos que permitan mejorar la sensibilidad de las prótesis implantosoportadas, de forma que no dependa tanto del operador, sino de la capacidad del cuerpo, la protección de las estructuras biológicas y de los componentes protésicos de las coronas dentales (29).

Con la colocación de prótesis parciales implantosoportadas se consigue mejorar la oseopercepción e instaurar un buen esquema oclusal que proporcione estabilidad, lo que



hace que la EMG muestre una recuperación de los niveles de actividad muscular en comparación a las mediciones en pacientes con espacios edéntulos (48). Aun así, esta recuperación no es completa, debido a que se ha demostrado que los pacientes rehabilitados con prótesis implantosoportadas generan menos fuerzas oclusales que pacientes con todos sus dientes naturales (49).

## 1.2. TEORÍA DE LA OCLUSIÓN

La oclusión es el fundamento del éxito clínico tanto en prótesis removibles como en prótesis fijas dento-soportada o implanto-soportadas. El manejo de sus principios básicos es fundamental a la hora de restaurarla debidamente. Durante más de 3 siglos se lleva estudiando la oclusión dental, existiendo múltiples filosofías cambiantes hasta hoy en día (50). Un buen esquema oclusal permite el correcto funcionamiento de todo el sistema estomatognático, asegura un mejor aprovechamiento de las fuerzas generadas por los músculos masticatorios para ejercer la masticación y ser lo más eficiente posible sin producir efectos adversos en los componentes del sistema.

El control de la fuerza de masticación se consigue por medio de un buen diseño de esquema oclusal. Un indicador del estado del sistema estomatognático es la fuerza generada durante la masticación (51).

La **oclusión** es definida como el contacto entre las superficies incisales u oclusales (masticatorias) de los dientes y muelas del maxilar y la mandíbula. Un contacto oclusal se define por su forma, tamaño y posición dentro de las superficies dentales que contactan con el antagonista. El contacto oclusal ocurre cuando los dientes antagonistas se acercan a menos de 50µm. Dichos contactos oclusales deben estar sincronizados con el sistema estomatognático con el fin de proveer de una función que proporcione al paciente una



sensación de bienestar y que proteja las estructuras protésicas y biológicas (52).

Una oclusión ideal debe cumplir 5 conceptos según Dawson en 1974:

- **Relación Céntrica (RC)**→ es una posición mandibular independiente de la posición dental del paciente. Se define como la situación más anterosuperior de los cóndilos mandibulares dentro de su situación en la cavidad glenoidea. Corresponde simplemente a un movimiento de rotación puro siguiendo un eje horizontal axial dentro de la cavidad glenoidea.
- Presencia de una guía anterior durante los movimientos excursivos del paciente.
- Desoclusión de los sectores posteriores durante movimientos de protrusiva
- Eliminación de las interferencias en los sectores posteriores al inicio de la función de guía anterior. Esto se conoce como Oclusión Mutuamente Protegida. Durante lateralidades y protrusiva los dientes anteriores de maxilar y mandíbula guían a la mandíbula de tal forma que no haya contactos a nivel posterior. Se denomina mutuamente protegida debido a que en RC los dientes posteriores protegen el sector anterior; los anteriores protegen el sector posterior durante los movimientos de protrusión y los caninos protegen los sectores posteriores durante las lateralidades (3)(50).

El mantenimiento de una buena estabilidad oclusal en los dientes naturales es necesario para la correcta instauración de un esquema oclusal en las rehabilitaciones. La pérdida de piezas dentales naturales (sobre todo molares) supone un deterioro de la estabilidad oclusal que debe ser suplido con el establecimiento de un nuevo esquema oclusal (19).

Para poder mantener un estado de correcto funcionamiento del sistema estomatognático, tanto los dientes naturales como las prótesis que se coloquen deben poseer una oclusión ideal, fisiológica, en armonía con el sistema estomatognático (22).



Debido a las diferencias anatómicas y fisiológicas comentadas en los apartados anteriores entre dientes e implantes, se hace necesario la construcción de un sistema oclusal independiente para este tipo de prótesis parciales implantosoportadas, de modo que se les pueda dotar de mecanismos de defensa ante las anormalidades oclusales que puedan surgir (19)(21).

La **Oclusión Protectora de Implantes (OPI)** es esencial en este tipo de tratamientos. Esta permite obtener una Máxima Intercuspidación (MI) en los actos en los que se produce apretamiento de dientes mientras que, a su vez, reduce la carga oclusal sobre el implante. Todo ello consigue una protección del implante, de las estructuras protésicas colocadas sobre este y del tejido peri-implantario. Dicha oclusión fue propuesta en 1994 por Misch y Bidez, que la definieron como un planteamiento oclusal diseñado específicamente para conseguir una mejora en la calidad de funcionamiento del implante y la prótesis, a la vez que permite alargar la vida de estos y proporcionar un funcionamiento más cómodo y fisiológico al paciente, evitando efectos adversos para la salud oral y las estructuras que componen la prótesis (53).

La OPI nació para dar respuesta a la problemática que generaba un pobre esquema oclusal, cuyas consecuencias pueden ser un incremento del estrés mecánico y de la tensión en la cresta ósea. La sobrecarga oclusal lleva consigo una serie de complicaciones biológicas tales como mucositis y peri-implantitis; o complicaciones mecánicas como movilidad, fractura o pérdida del implante, fractura de la prótesis, descementación, fractura de los componentes protésicos, fisuras y fracturas de la porcelana, como se muestra en la Figura 3 (11).



*Figura 3. Radiografía que muestra fractura horizontal de implante, tomada en la revisión a un paciente. Puede deberse a cantilever a distal.*

En oclusión estática, el objetivo es el de conseguir una RC junto a la MI (oclusión céntrica), de forma que los movimientos excursivos tengan una libertad de movimientos con respecto a la céntrica de 1 a 1,5 mm. en el plano horizontal. Es lo que se conoce como céntrica larga, que permite la eliminación de interferencias (11)(50).

Los factores que intervienen en la OPI se encuentran reflejados en la Tabla 1, y que desarrollamos a continuación.



Tabla 1. Oclusión Protectora de Implantes. Swaminathan, Y (2013)

OCLUSIÓN PROTECTORA DE IMPLANTES	
•	Inexistencia de prematuridades o interferencias
•	Influencia de la superficie oclusal
•	Articulación mutuamente protegida
•	Angulación del implante con respecto a la superficie de carga oclusal
•	Angulación de las cúspides
•	Presencia de cantiléver en prótesis
•	Altura de la corona sobre implante
•	Posición de contactos oclusales
•	Contorno de la corona
•	Protección de los componentes más débiles
•	Materiales de la prótesis

### 1. INEXISTENCIA DE PREMATURIDADES O INTERFERENCIAS

Durante la realización de una MI, por parte del paciente, no deben existir ningún tipo de contactos previos a la posición de MI (prematuroidades). La presencia de prematuridades puede suponer la existencia de sobrecarga oclusal en la prótesis y, por consiguiente, efectos adversos indeseados. La anquilosis de los implantes hace que tengan una movilidad muy reducida en comparación a los dientes naturales. Al tener cierta movilidad, los dientes naturales pueden tolerar, o incluso revertir una prematuridad (ya que su movilidad puede hacer que se adapte a esa carga oclusal indeseada). Además, la movilidad de los dientes junto con las prematuridades puede hacer inestable el esquema oclusal del paciente y suponer un foco de sobrecarga y maloclusión, desviando la mandíbula de la RC.

Las prematuridades e interferencias generan, además, fuerzas no axiales sobre las coronas



implantosoportadas. El hueso es más resistente ante fuerzas compresivas (axiales) que ante fuerzas de cizalla (no axiales), por lo que estas últimas causarán más estrés, sobre todo en la zona crestal (22).

Estudios como los de Miyata et. al. sobre animales reportaron una pérdida de hueso periimplantario y pérdida de la osteointegración en presencia de prematuridades sobre las prótesis colocadas (3).

La presencia de contacto únicamente en los dientes anteriores hace que los músculos masticatorios reciban una respuesta de relajación e inhibición, protegiendo el resto de los dientes. Si el contacto se produce en un diente posterior, los músculos masticatorios reciben una orden de contracción de forma que se produce un aumento de la fuerza que se concentra únicamente en ese diente. Por eso se deben eliminar las prematuridades consiguiendo la mayor cantidad de contactos posteriores simultáneos a la vez que se consigue una guía anterior en movimientos excursivos (10)(54).

## 2. INFLUENCIA DE LA SUPERFICIE OCLUSAL

La superficie oclusal de las coronas implantosoportadas difiere en tamaño de lo que normalmente se encuentra en la dentición natural. Cuanto menor sea la superficie oclusal (lo ideal sería 30 o 40% menos de tabla oclusal que molares naturales), menor es la fuerza y la duración de esta, además de reducir la posibilidad de sufrir fuerzas no axiales. Esto se puede conseguir con una buena planificación protésica, aumentando el número de implantes, disminuyendo la altura de la corona y aumentando la anchura del implante mientras sea posible (22).



### 3. ARTICULACIÓN MUTUAMENTE PROTEGIDA

Se debe buscar una protección de los dientes posteriores por medio de la guía incisiva y canina; y de los anteriores por la protección de las sobrecargas. Mientras estén presentes en la arcada los caninos, estos se encargan de distribuir las fuerzas horizontales creadas durante los movimientos excursivos a la vez que desocluyen el sector posterior. Esto se conoce como guía canina. Esta guía anterior y canina en las prótesis implantosoportadas debe adaptarse, ser poco marcada, con contactos ligeros, de forma que no sufran los implantes durante los movimientos excursivos (21). Si los dientes adyacentes están periodontales, o existen prótesis parciales implantosoportadas en sectores anteriores, se podría instaurar una función de grupo para no sobrecargar los dientes que intervienen en las guías anterior y canina (11)(23).

### 4. ANGULACIÓN DE LAS CÚSPIDES

El contacto oclusal sobre las cúspides de las caras oclusales durante los movimientos mandibulares produce una fuerza excesiva sobre la rehabilitación protésica. Por cada 10° de incremento en la angulación de las cúspides se aumenta aproximadamente un 30% la fuerza recibida en los componentes protésicos. Aunque se ha demostrado que cuanto mayor sea la angulación de las cúspides oclusales mayor es la eficiencia masticatoria, este incremento lleva ligado un aumento del riesgo de estrés y sobrecarga en el hueso periimplantario, por lo que se debe encontrar una solución a medio camino que procure una satisfacción subjetiva del paciente sin dañar las estructuras protésicas sabiendo que, idealmente, los contactos oclusales en prótesis implantosoportadas deberían ser contactos planos (3)(22).

5. ANGULACIÓN DEL IMPLANTE CON RESPECTO A LA SUPERFICIE OCLUSAL

Cuanto más parecida sea la angulación con la que se coloca el implante con respecto a la cara oclusal que recibe la carga protésica, menos efectos adversos sufrirá la rehabilitación y el paciente. Con ello, se busca reducir o eliminar las cargas no axiales reduciendo el tiempo de desoclusión y, también, las interferencias. Una angulación no ideal de los implantes puede hacer que se generen vectores de fuerzas no axiales (Figura 4), siendo estos los más lesivos hacia los tejidos peri-implantarios (5).

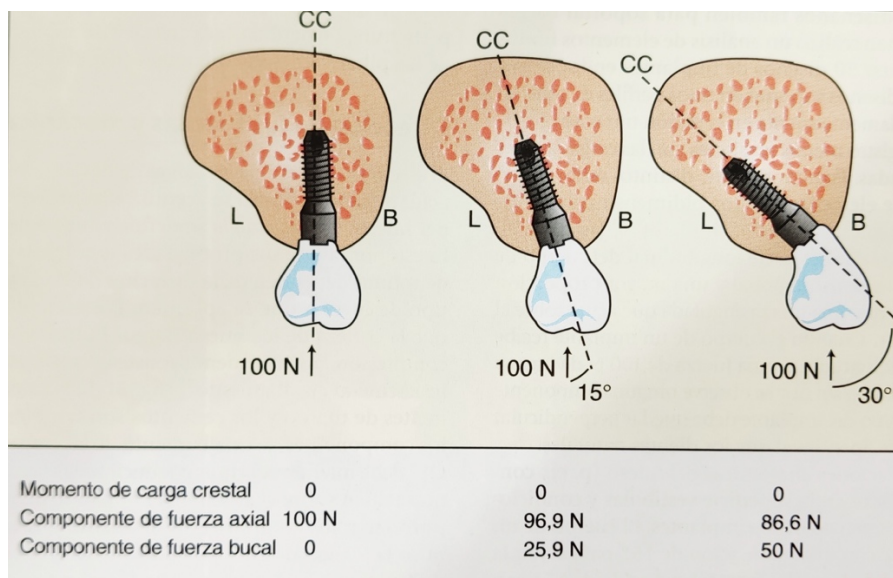


Figura 4. Vectores de fuerza que recibe el implante dependiendo de su angulación. (Misch CE 2020)

6. ALTURA DE LA CORONA

Cuanto mayor sea la altura de la corona mayor será la fuerza de fulcro que sufrirá el tejido periimplantario ante una interferencia durante los movimientos excursivos, tal y como se esquematiza en la Figura 5 (3). Esto se debe a que, al haber una corona alta, la fuerza de palanca generada ante contactos no deseados es mayor, siendo el receptor de esta fuerza

indeseada los tejidos peri-implantarios.

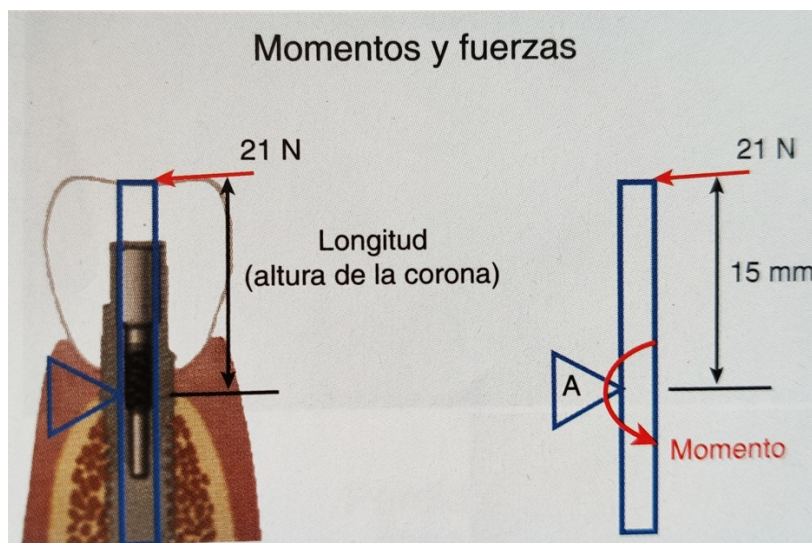


Figura 5. Esquema de altura de corona y fuerza ejercida en el punto de fulcro afectando al implante. Misch CE (2020).

## 7. CANTILEVER

Ratios Implante/coronas desfavorables incrementan el nivel de estrés sobre los componentes protésicos. Esto conlleva la pérdida de soporte óseo del implante y fallo de la prótesis. La magnitud de este efecto es proporcional al largo del cantiléver, del número de implantes usados, su localización y espaciado (3). Se recomienda eliminar en la medida de lo posible los cantiléver mesial y distal de los sectores posteriores por medio del cálculo adecuado del ancho de los implantes y su distribución. Si no fuese posible, es más recomendable que el cantiléver sea hacia mesial (5). Esto es debido a que cuando más nos acerquemos al punto de fulcro de la ATM (el ángulo de la mandíbula) más fuerza se ejerce sobre las superficies oclusales. Si el cantiléver se extiende hacia distal, se producirá más fuerza sobre este que si estuviese en mesial (55).



## 8. POSICIÓN DE LOS CONTACTOS OCLUSALES

Estos determinan la dirección de las fuerzas generadas. Sobre todo, cuando el paciente presenta parafuncionalidades. Durante el ajuste oclusal se debe proveer de contactos oclusales en trípede en cada cúspide activa, cada reborde marginal y cada fosa central (3). Se recomienda una fosa central y unos surcos que permitan una RC ancha, de tal forma que no surjan interferencias buscando la RC (5). La presencia de varios contactos en cada una de las piezas dentales protege la oclusión en los sectores posteriores. Recientes estudios demuestran que el hueso peri-implantario sufre más en implantes con un único punto de carga que cuando se consiguen varios puntos de carga en la prótesis implantosoportada (22). Esto se debe a que, cuando hay más de un contacto en cada corona, se produce un reparto de las fuerzas generadas evitando que se concentre toda la fuerza en un único punto, pudiendo llegar a producir sobrecarga oclusal.

## 9. CONTORNO DE LA CORONA

Las dimensiones bucolinguales de la corona implantosoportada deben ser menor que las dimensiones de un diente natural. Esto va acorde a las explicaciones sobre la eliminación de los cantiléver mesial y distal, ya que, a fin de cuentas, el contorno ensanchado de las coronas se puede definir como cantiléver vestibular o lingual.

## 10. MATERIAL DE LA PRÓTESIS

La fractura de los materiales protésicos son unas de las complicaciones más frecuentes de las prótesis parciales implantosoportadas. Estos deben ser elegidos atendiendo a la estética, la absorción de fuerzas, eficiencia masticatoria, fractura, desgaste... En la Tabla 2 se observan las siguientes ventajas y desventajas de los principales materiales (3).



Hay que tener en cuenta que existe una diferencia muy grande entre la flexibilidad de los materiales protésicos y del diente natural. La corona de los dientes se encuentra formada por dos capas bien diferenciadas: mientras que el esmalte es el material más duro del cuerpo, la dentina es 4,7 veces más flexible que el material que lo recubre. Como resultado, el diente natural es más amortiguador que los materiales protésicos (9).

Tabla 2. Ventajas e inconvenientes de los materiales usados. Favorable (+) y desfavorable (-). Swaminathan, Y (2013).

	PORCELANA	ORO	RESINA
<b>ESTÉTICA</b>	+	-	+
<b>FUERZA DE IMPACTO</b>	-	+	+
<b>CARGA ESTÁTICA</b>	+	+	+
<b>EFICIENCIA MASTICATORIA</b>	+	+	-
<b>FRACTURA</b>	-	+	-
<b>DESGASTE</b>	+	+	-
<b>PRECISIÓN</b>	-	+	-

### 1.3. OCLUSIÓN DINÁMICA Y FUNCIONAMIENTO

El movimiento que realiza un diente natural bajo carga oclusal no es lineal. Comienza con una fase en la que se mueve a expensas de la compresión del LP. Mientras el LP esté dentro de sus límites, se comprimirá, bajando el nivel oclusal del diente. Si continua la carga sobre el diente, este entra en la segunda fase del movimiento, que se debe a la deformación elástica del hueso alveolar. El implante no se comporta de la misma forma, ya que solo recurre a la segunda fase del movimiento (22)(23).

Debido a la presencia de LP, a la movilidad axial de los dientes naturales con respecto a las prótesis implantosoportadas y a la dualidad de movimiento explicada en el párrafo



anterior, se debe instaurar un sistema oclusal en el que haya contactos ligeros sobre las prótesis implantosoportadas (21).

Cuando el paciente realiza una MI sin una demanda consciente de apretar (sin ejercer fuerza, solo contactar los dientes), debe haber contacto en los dientes naturales, pero no en las prótesis implantosoportadas; mientras que, cuando realiza una MI con demanda consciente de morder (apretando con fuerza) debe haber un contacto fuerte en los dientes naturales y un contacto ligero en las piezas implantosoportadas. Esto es debido a la presencia de LP en los dientes naturales y a la dualidad de movimientos explicada anteriormente. Cuando el paciente hace una MI sin apretar, el LP de los dientes no se encuentra comprimido. Cuando el paciente hace una MI apretando fuerte, el LP de los dientes se comprime, y en ese punto entra en juego la prótesis. Si cuando se realiza una MI sin apretar la prótesis tiene contacto, cuando se apriete fuerte y el LP se contraiga, habrá sobrecarga oclusal en la prótesis (21)(30). En la Figura 6 se puede observar como el movimiento que realizan tanto dientes como piezas implantosoportadas ante las cargas ejercidas sobre ellos difiere, debido a la presencia de un LP que se comprime. Esto demuestra la necesidad de realizar el ajuste oclusal del que se viene hablando.

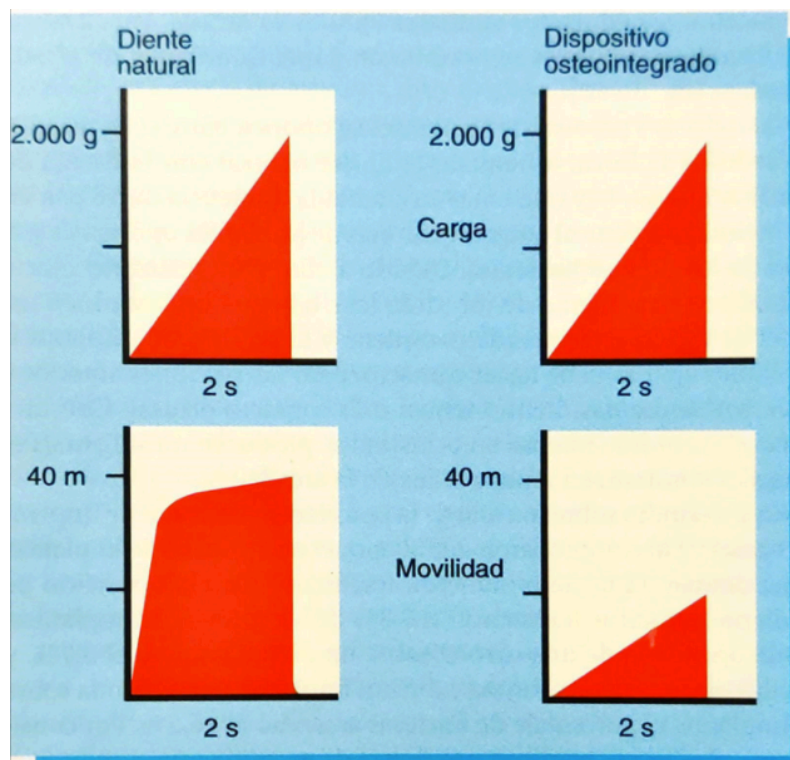


Figura 6. Gráficos donde se observa las diferencias en el comportamiento de dientes e implantes sometidos a la misma carga oclusal. Misch 2020

Estas últimas afirmaciones fueron demostradas por Michalakis et al. en 2012, al comprobar que, ante la misma fuerza, un diente se intruye unas 50  $\mu\text{m}$  mientras que el implante lo hace aproximadamente 2  $\mu\text{m}$ . Si, cuando se producen contactos ligeros, existe la misma fuerza de oclusión en dientes naturales y coronas implantosoportadas, en el momento que se produzca una demanda consciente de morder se producirá una sobrecarga oclusal en la pieza implantosoportada, ya que el LP del diente se comprimirá aún más, ocasionando sobrecarga oclusal en la prótesis sobre implante (10)(11).

Los estudios de Kayumi en 2015 también confirman estas afirmaciones, comparó la fuerza que recibían prótesis implantosoportadas al ser enfrentadas a dientes naturales u otras prótesis implantosoportadas. Demostrando que al ser enfrentados a prótesis implantosoportadas se produce más fuerza, y se haría necesario un mayor ajuste oclusal.



Esto se debe a que, si el antagonista no es un diente natural, se pierde la capacidad amortiguadora del LP, de forma que la prótesis sufriría más fuerza y un riesgo de sobrecarga, ya que la prótesis antagonista no es capaz de comprimirse para evitar la sobrecarga (56).

Los dientes sufren cambios a lo largo del tiempo, sobre todo en su posición dentro de la arcada dentaria. Se conoce a la unión entre un diente y el hueso alveolar como una “unión viva”, que hace que sufra cambios posicionales cada cierto tiempo. Se calcula que los dientes naturales tienen una movilidad mesial y erupción de 0,1-0,2mm anuales. Esto hace que el esquema oclusal que se instaura en un primer momento pueda verse alterado debido a la movilidad fisiológica de los dientes con el paso de los meses y la incapacidad de los implantes para adecuarse (debido a la ausencia de LP). Por eso la OPI recomienda análisis oclusales cada pocos meses, de forma que podamos advertir estos cambios a tiempo y reinstaurar e sistema oclusal más adecuado a cada situación (19)(57).

#### **1.4.CONSECUENCIAS DE SOBRECARGA**

Observaciones histológicas en estudios sobre animales a los que se les ha sometido a sobrecargas oclusales han demostrado la presencia de tejido inflamatorio en el espacio periimplantario y periodontal, además de demostrar que la enfermedad y alteración periodontal puede conducir a discrepancias oclusales que empeoren la situación y comprometen la durabilidad de la prótesis. Debido a esto, se hace necesario la realización de análisis oclusales exhaustivos y periódicos para evitar este tipo de situaciones (4).

En otros estudios, como los recopilados por Chang et al. en 2013, se observa que la fuerza excesiva sobre implantes osteointegrados no produce pérdida ósea peri-implantaria.



Estudios en animales demuestran un aumento de la densidad ósea cercana al implante o incluso un aumento de la superficie hueso-implante. Dichos estudios se basan en la teoría de Frost, en la que se postula que durante cargas estáticas sobre huesos largos se produce un aumento de la densidad ósea. Dicho principio no parece poder establecerse en estos casos, ya que la mandíbula no se comporta igual que los huesos largos, ni las cargas que se producen en la cavidad oral son cargas estáticas. Otros trabajos mencionan que solo existe pérdida de hueso peri-implantario cuando existe una sobrecarga oclusal coexistiendo junto a inflamación de los tejidos peri-implantarios (58)(59)(60). Miyata remarca que la sobrecarga por sí sola no produce reabsorción de hueso peri-implantario, sino que se necesita que haya placa bacteriana e inflamación de los tejidos adyacentes para que se produzca daño biológico. Otros aseguran que diferentes niveles de sobrecarga oclusal por sí sola produce pérdida ósea (1).

Todos estos resultados contradictorios ponen de manifiesto la necesidad de más estudios referentes a sobrecargas oclusales en prótesis implantosoportadas, sobre todo en humanos (siendo difícil debido a los compromisos éticos que ello conlleva) (58).

Ante la pérdida de piezas dentales, se pierde consigo “Unidades Dentales Funcionales”, que son las que forman dos piezas dentales antagonistas. Si una de las piezas dentales se pierde, se pierde toda la Unidad Dental Funcional.

Se ha observado que dicha pérdida conduce a una falta del equilibrio oclusal que puede significar la sobrecarga en otras zonas de la arcada dental. Si además esta arcada dental se compone de piezas implantosoportadas, puede producir el fracaso de restauraciones por falta de balanceo oclusal. Esto demuestra que la reposición de piezas dentales por medio de prótesis implantosoportadas se hace necesaria para el correcto funcionamiento del sistema estomatognático, a fin de instaurar una OPI adecuada. Roque MA et al. en

2016 demostraron, mediante el uso de sistemas digitales de análisis de la oclusión, que la restauración de Unidades Dentales Funcionales conduce a un balanceo y equilibrio oclusal, tal y como demuestra la Figura 7 (61).

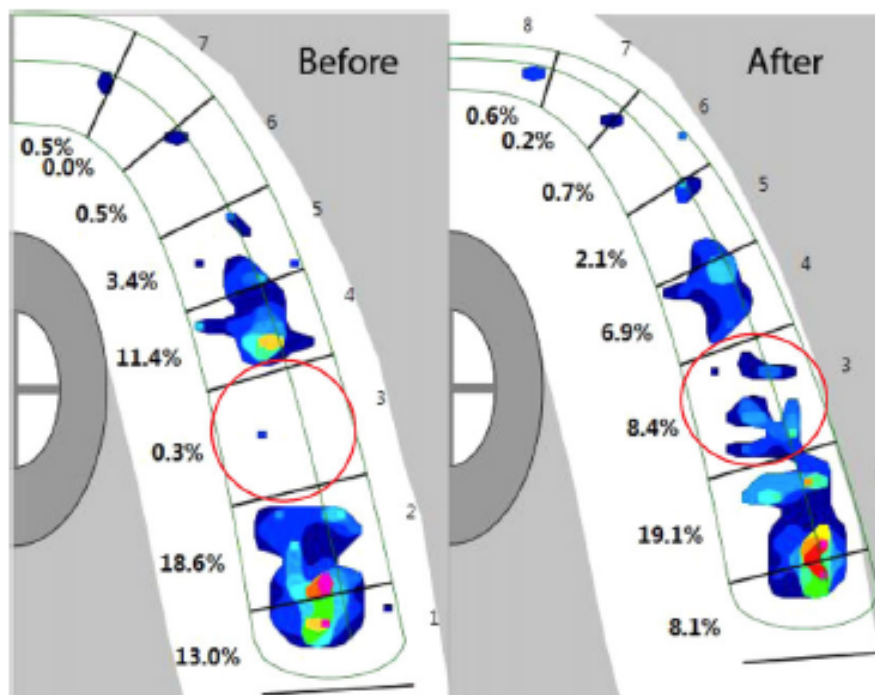


Figura 7. Tras la reposición de Unidad Dental Funcional, se produce un mejor reparto de las fuerzas en el sextante intervenido. Roque MA et al. (2016).

### 1.5. MÉTODO CONVENCIONAL VS. DIGITAL

La finalidad última de las restauraciones protésicas implantosoportadas son la rehabilitación oclusal hasta acercarse lo más posible a la condición original del paciente. Cualquier cambio que surja en la distribución de las fuerzas repercutirá en el sistema estomatognático, de forma que debemos hacer modificaciones para adaptarlo a la nueva situación. Todas las disciplinas de la odontología requieren de mediciones y ajustes de los contactos oclusales, respetando siempre los contactos simultáneos, fuerzas y tiempos equilibrados (52)(62).



Este tipo de ajustes y correcciones se realizan normalmente por medio del papel de articular. Dicho procedimiento es el método estándar y convencional por el que se confía todos los resultados a la interpretación subjetiva del operador junto a la propiocepción del paciente. El papel de articular es el método más común de análisis de la oclusión en las clínicas dentales. Los pacientes ocluyen sobre el papel, el cual deja marcas de tinta sobre las superficies oclusales (62)(63).

Las investigaciones sobre rehabilitaciones oclusales nos indican que la mayor armonía oclusal se consigue obteniendo contactos bilaterales de igual fuerza y distribución, y una inmediata desoclusión cuando se realizan movimientos excursivos.

Cuando se realizan rehabilitaciones orales en pacientes con pérdidas dentales, se ha observado un alto porcentaje de oclusiones no balanceadas y sobrecarga en ciertas zonas de la arcada dentaria. Se calcula que una semana después de la colocación de piezas implantosoportadas, la evaluación oclusal puede llegar a mostrar un 70% de casos con desbalanceo oclusal y prematuridades. Esto puede ser explicado debido a la poca fiabilidad que muestra el papel de articular a la hora de marcar de forma exacta la fuerza de los contactos oclusales. Tampoco es capaz de diferenciar contactos prematuros de contactos adecuados. Todo ello depende de la interpretación subjetiva que realiza el odontólogo a la hora de observar las marcas dejadas por el papel en las superficies oclusales de los dientes, y a la sensación del paciente a la hora de realizar la MI (y de su capacidad para explicar dicha sensación al odontólogo) (63)(64)(65).

El paciente no es capaz de discriminar de forma correcta un desequilibrio oclusal debido a que la resiliencia del LP es mayor que la que presentan las prótesis fijas implantosoportadas, de forma que un diente es capaz de tener una sensibilidad táctil de entre 15-30  $\mu\text{m}$  mientras que en dientes cuyo antagonista es una prótesis fija



implantosoportada, la sensibilidad táctil sube a unas  $66\mu\text{m}$ .

Durante el uso del papel de articular, en teoría, los contactos oclusales excesivos se observan con una marca cuyo interior tiene muy poca intensidad de color (o ninguna) rodeada de un anillo de color intenso. Esto es debido a que el contacto fuerte expulsa la tinta del papel del centro hacia los bordes, de forma que no queda tinta en el punto de máxima fuerza.

De forma subjetiva, normalmente, las marcas oclusales de colores intensos y de extensión amplia se asocian a contactos prematuros y de alta intensidad, mientras que aquellos contactos de poca superficie y menor intensidad se suelen asociar a contactos oclusales correctos. La presencia de numerosos contactos de igual intensidad y superficie se asocia a una oclusión balanceada.

Ciertos estudios demuestran que dichas correlaciones suelen ser erróneas. Con ayuda de dispositivos digitales de análisis oclusal es posible ver las diferencias entre las evaluaciones subjetivas de las marcas oclusales y los datos objetivos. Chaithanya et al. en 2019 demostraron que la mayoría de las marcas oclusales pequeñas y de menor intensidad cromática se correspondían con contactos de mayor fuerza que el resto de las marcas más oscuras, que contenían mucha menos fuerza. Además, el papel de articular nos da unas mediciones oclusales estáticas, mientras que la actividad oclusal es dinámica.

La ineficacia del papel de articular puede deberse también a su fragilidad y su susceptibilidad a verse afectado por el entorno. La saliva y humedad presentes en la cavidad oral reducen la exactitud y fiabilidad del papel de articular. Asimismo, el material del que está hecho el papel de articular suele ser de un grosor y una flexibilidad inadecuada para su función (21)(52)(62).

En la Figura 8 se puede observar todo lo explicado anteriormente, viendo como las opiniones subjetivas que se usan con el papel de articular difieren de los resultados obtenidos con el software de análisis de la oclusión. Su potencia de color y superficie de marcado difieren de lo que nos muestran los softwares (52) (63).

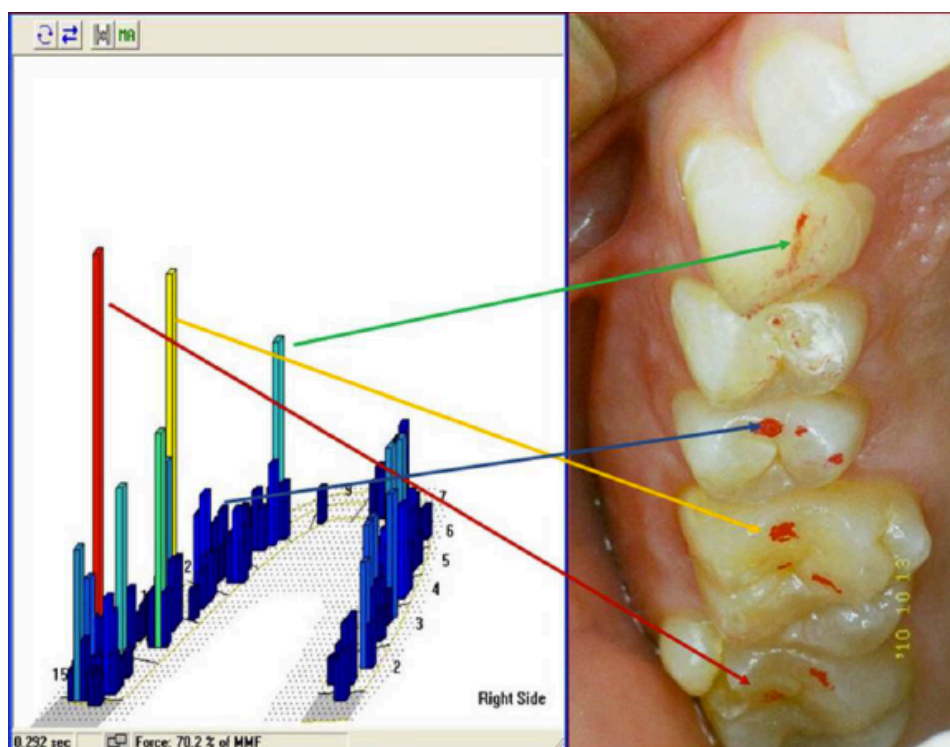


Figura 8. Comparación entre marcas oclusales de papel de articular y su correlación con la medición de T-Scan III. Afrashtehfar (2016).

En la actualidad, para luchar contra los problemas mencionados anteriormente, empiezan a surgir cada vez más odontólogos que confían en los métodos digitales de análisis de la oclusión. Dichos métodos son más fiables y aportan un valor extra de objetividad y precisión en comparación con los métodos tradicionales. El papel de articular en este caso se usa únicamente para localizar las regiones donde se produce el contacto, sin atender a su tamaño ni intensidad. Combinando diferentes sistemas computarizados se puede mejorar la funcionalidad del sistema masticatorio y la función de los componentes



protésicos (62)(66).

## MÉTODO DIGITAL

Con el fin de proporcionar una herramienta que fuese capaz de mostrar a los odontólogos de forma exacta y precisa los contactos oclusales, su fuerza y su equilibrio, en 1987 se creó el sistema T-Scan de análisis oclusal creado por Tekscan (Tekscan Inc., Boston Sur, MA, EE. UU.). Dicho sistema fue creado por el profesor William L. Maness junto a la universidad M.I.T.

T-Scan III consiste en una pieza de mano conectada a un ordenador, que contiene un sensor digital en forma de U, sensible a la presión y con dos tallas, pequeña y grande (Figura 9). Dicho sensor tiene 0,06mm de grosor y se compone de 1500 receptores sensitivos, que se introduce en el interior de la cavidad oral. Cuando el paciente muerde, se produce una corriente eléctrica que se recoge por el software del propio sistema. El equipo es capaz de registrar la secuencia exacta de los contactos oclusales (relaciona los contactos oclusales con el tiempo), desde el primer contacto hasta la MI. Esto puede ser visto en “modo película”, donde se muestra la secuencia exacta de los contactos a fin de poder ser analizado. La oclusión es valorada en intervalos de 0,003 segundos, registrando fuerzas relativas de cada uno de los contactos, secuencia de contacto en el tiempo, fuerza de los contactos representadas en gráficos de barras a color (azul, verde, amarillo, naranja, rojo y rosa; ordenados de menor a mayor fuerza relativa). Mide la presión total aplicada en  $N/cm^2$  y asigna un porcentaje de este valor a cada región correspondiente. Además, el software es capaz de detectar el “frame” dentro del video en el que se realiza la máxima carga, de forma que se puede visualizar de manera instantánea. Es capaz de detectar la sobrecarga sobre piezas implantosoportadas y marcar en rojo aquellas que puedan

presentar anomalías.

Todo esto hace que dicho sistema proporcione mucha más información que los sistemas convencionales, aportando una ventaja a la hora de diagnosticar posibles patologías, o de anticiparse a problemas futuros (61)(63).

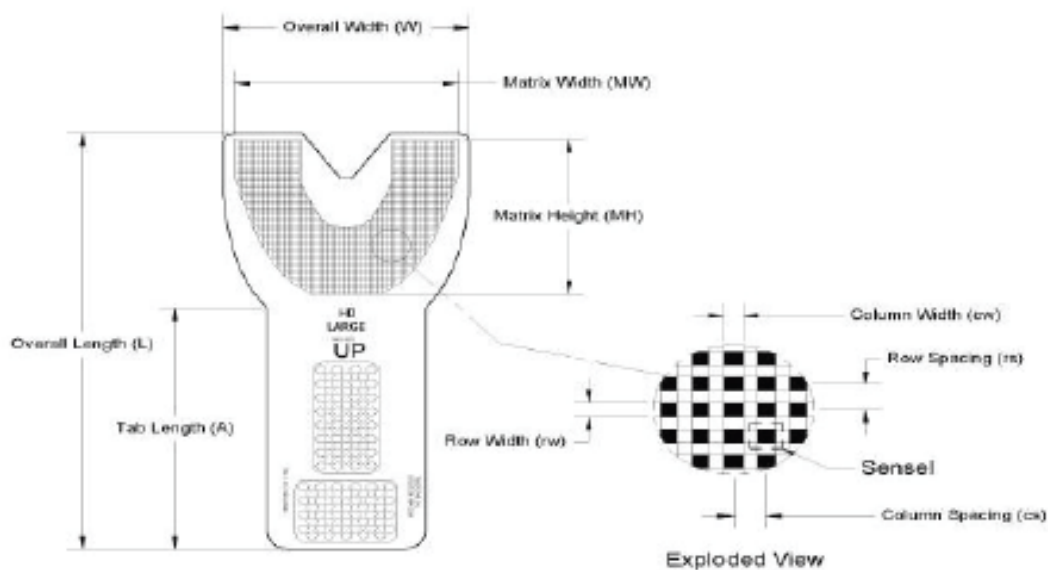


Figura 9. Sensor de T-Scan III con distribución de celdas sensibles a la presión. Bozhkova et al. (2016)

Además, el T-Scan es capaz de detectar y dibujar la trayectoria del centro de fuerza oclusal. Esto es un esquema que muestra la ubicación de la media de fuerzas que se reparten a lo largo de la arcada de un paciente, y permite al odontólogo observar los cambios dinámicos durante el balanceo de la oclusión, y buscar un equilibrio perfecto entre el lado derecho y el izquierdo; dientes anteriores y posteriores; ya que proporciona un método objetivo para el análisis de la oclusión dinámica (21).

Para ello, el software divide las arcadas dentales en 4 cuadrantes diferentes (anterior, posterior, izquierda y derecha), lo que permite balancear la oclusión en todos los espacios que permite la arcada dental, de una forma muy precisa (64).



El programa informático presenta en su software una arcada dental estándar, que debe ser personalizada acorde a la arcada dental del paciente (ausencias, coronas, implantes...). Es importante practicar junto al paciente las posiciones mandibulares que se van a registrar (MI y lateralidades) para que se familiarice con el sensor y el tacto a la hora de ocluir (62).

Aun así, los sistemas digitales de análisis oclusal tienen sus limitaciones. No tiene la capacidad de medir la fuerza absoluta de cada contacto, cosa que sería de gran utilidad para evaluar e instaurar un equilibrio oclusal. El sensor tiene un grosor de 0,1mm que, tras la MI, se comprimiría a 0,06mm, lo que sigue siendo insuficiente y puede dar pie a la aparición de ciertas interferencias a la hora del análisis, aparte de poder falsear algunos datos. Además, se requiere de una curva de aprendizaje más o menos amplia, y de un mayor tiempo en la consulta con cada paciente, por lo que requiere más dedicación que los métodos convencionales, y de un aprendizaje de los movimientos por parte de los pacientes. Aun así, el beneficio de una mayor sensibilidad puede suponer una ventaja respecto al mayor tiempo requerido (30)(52).

Las nuevas investigaciones se encaminan a la utilización conjunta de sistemas digitales de análisis oclusal con la EMG. Dicha simbiosis es capaz de demostrar disfunciones de la oclusión y del sistema estomatognático. Esto nos permite controlar varios parámetros como el centro de fuerza, el equilibrio que se genera y el tiempo de desoclusión, aparte de poder controlar la posición mandibular y la estabilidad oclusal (67)(52).

La EMG es otro de los sistemas digitales que se pueden utilizar para controlar el equilibrio oclusal en rehabilitaciones orales. La actividad muscular en músculos temporales y maseteros se ve incrementada cuando nos encontramos en presencia de contactos de alta intensidad. Los mecanorreceptores presentes en el LP recogen información relacionada



con la masticación, y envían la información a través de las fibras aferentes al SNC, el cuál elabora una respuesta, enviada por los nervios eferentes a los músculos efectores. Los músculos pueden ser conectados por medios de electrodos a softwares de EMG, los cuales analizan la respuesta generada por el SNC. Dicha respuesta se corresponde con una actividad eléctrica, medida por la EMG (62). Se miden sobre todo los músculos maseteros, ya que estos son los que más sensibles son a los cambios en el sistema estomatognático (68).

La EMG tiene una serie de limitaciones, como su elevada curva de aprendizaje y su gran variabilidad y susceptibilidad a los cambios. La edad es un factor que interviene en la disminución de la masa y fuerza muscular, por lo que se debe valorar dependiendo de los grupos de edad, y teniendo en cuenta los factores que pueden desencadenar cambios en la actividad muscular, a fin de poder adecuar el esquema oclusal a cada paciente en particular (69).

## 1.6. JUSTIFICACIÓN

La creciente demanda por parte de los pacientes de reponer las piezas dentales perdidas hace que cada vez más actos odontológicos acaben por incluir implantes como respuesta a este problema.

Consecuentemente, se deben aplicar los conocimientos necesarios para proveer a los pacientes de los recursos adecuados y reponer su actividad masticatoria, intentando evitar posibles perjuicios a nivel fisiológico y mecánico y procurando la mejor calidad de vida a los pacientes.

Para poder llevar a cabo tales fines, actualmente se cuenta con numerosos sistemas



digitales capaces de facilitar la toma de decisiones en los actos operatorios. Dichos sistemas requieren de una curva de aprendizaje y de mayor tiempo que los sistemas convencionales, además de una aceptación mayoritaria por parte de los profesionales. Para ello, se requieren de más estudios comparativos entre ambos sistemas (digitales y convencionales) de tal forma que los profesionales puedan evaluar las ventajas e inconvenientes de ambos sistemas a fin de poder adecuar cada uno de ellos a cada una de las situaciones cotidianitas que surgen en la consulta dental.

# HIPÓTESIS Y OBJETIVOS





## OBJETIVOS

Los objetivos que se persiguen en este estudio se pueden dividir en objetivo principal y objetivos secundarios.

El **objetivo principal** del estudio consistirá en instaurar y valorar las ventajas que otorga la OPI en las piezas implantosoportadas, evaluando sus efectos sobre la arcada dentaria, la ATM y la musculatura masticatoria.

Los objetivos secundarios del estudio son:

- Comprobar si es más efectivo el método convencional o el uso de nuevas tecnologías a la hora de instaurar una OPI.
- Confeccionar una nueva metodología que permita a los profesionales poder instaurar un sistema oclusal ayudándose del uso de sistemas digitales de análisis oclusal y EMG.
- Evaluar las diferencias de sensibilidad entre los dientes naturales y los implantes osteointegrados.
- Valorar la sensación subjetiva del paciente y su mejora de la satisfacción tras la instauración de OPI



## HIPÓTESIS

Podemos tomar como hipótesis del ensayo clínico que la aplicación de OPI, utilizando las nuevas tecnologías digitales, en pacientes con prótesis parciales implantosoportadas favorecerá la armonía entre los componentes del sistema estomatognático y protegerá el complejo implanto-prótesis.

# MATERIAL Y MÉTODOS



## MATERIAL Y MÉTODOS

### MATERIAL

#### 3.1. INSTALACIONES

El ensayo clínico fue llevado a cabo en las instalaciones de la clínica dental Dib Bucodental S.L., gabinete dental preparado específicamente para tal fin, con todos los materiales y softwares a la disposición. En determinadas ocasiones, y con motivo de poder ampliar la muestra, se dispuso de las instalaciones de la Clínica Odontológica de la Facultad de Medicina de la Universidad de Salamanca contando con los mismos materiales que fueron requeridos durante el estudio (Figura 10).



*Figura 10. Instalación de la clínica dental Dib Bucodental S.L.*

### 3.2.EQUIPAMIENTO E INSTRUMENTAL

Los materiales usados para el desarrollo del proyecto fueron:

- Kit de exploración dental para explorar la cavidad oral y valorar la situación protésica del paciente. Figura 11.



*Figura 11. Kit de Exploración*

- Pinza Miller para la sujeción del papel de articular usado en el estudio.
- Papel de articular marca Bausch ® de 40 µm de grosor de color azul y de color rojo para obtener marcas de oclusión, establecer las correspondencias con los sistemas digitales e instaurar la OPI. Figura 12

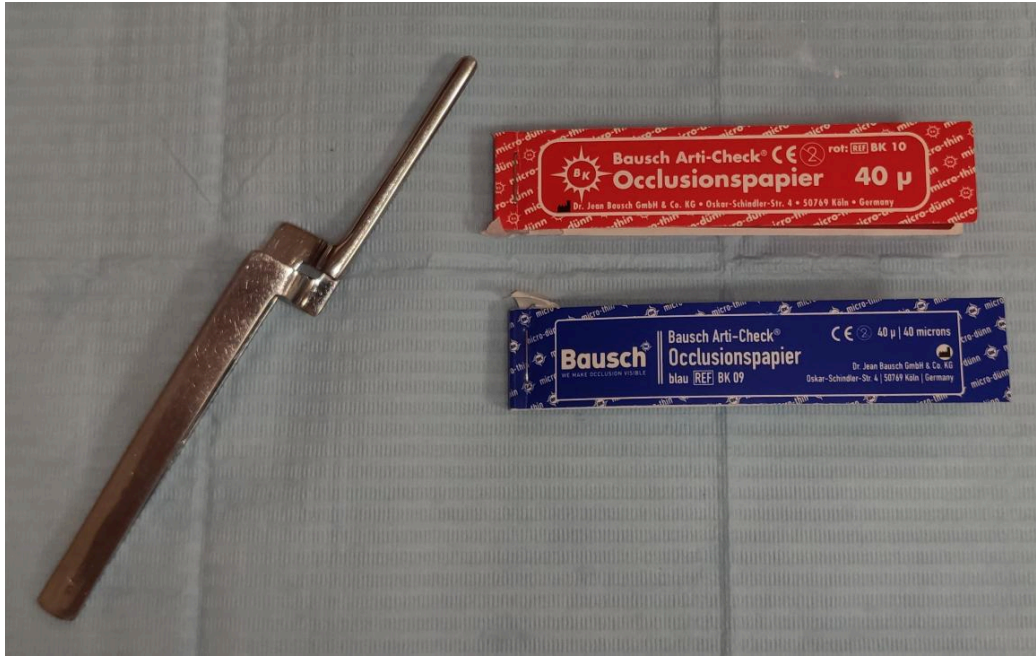


Figura 12. Pinza de articular y papel Bausch® azul y rojo.

- Fresas de botón marca Komet® de grano grueso. Figura 13
- Goma de pulir cerámica marca Komet® para contraángulo. Figura 13



Figura 13. Fresa Botón y Goma de Pulir cerámica.

- Software de oclusión digital T-Scan III creado por Tekscan (Tekscan Inc., Boston

Sur, MA, EE. UU.) con su pieza de mano y sensores de tamaño “Small” y “Large”.

Figura 14.



*Figura 14. T-Scan III. Software y pieza de mano.*

- Software de EMG Noraxon USAn® MyoMuscle™ con sus electrodos de superficie. Figura 15.

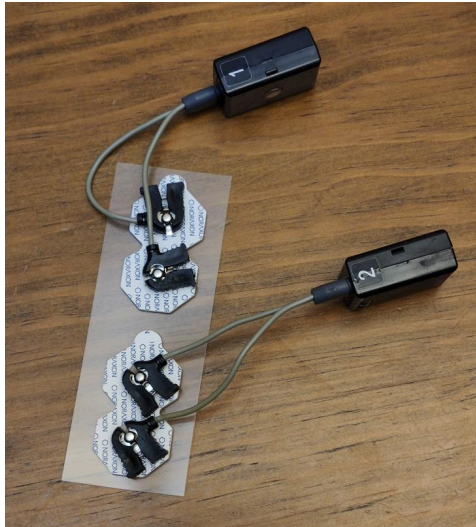


Figura 15. Electrodo y sensores de EMG junto al software de EMG.

- Calibre analógico para medir la anchura de los dientes y rellenar el software de análisis de la oclusión. Figura 16.



Figura 16. Calibre analógico



Se incluyeron 120 pacientes cuyos criterios de inclusión y exclusión y su reparto en los diferentes grupos se detallarán a continuación.

## **METODOLOGÍA**

### **3.3.METODOLOGÍA DEL PROYECTO**

Se llevó a cabo un ensayo clínico randomizado doble ciego en el que participaron 120 pacientes que cumplieron los criterios de inclusión y exclusión, que se detallan a continuación. Dichos pacientes fueron seleccionados de la cartera de pacientes de Dib Bucodental S.L. y de la Clínica Odontológica de la Facultad de Medicina de la Universidad de Salamanca.

Los criterios de inclusión empleados fueron:

- Pacientes portadores de prótesis parciales implantoportadas.
- Pacientes con clase I de Angle.
- Pacientes sin ausencias dentales, sin tener en cuenta los terceros molares.
- Pacientes mayores de edad.

Los criterios de exclusión fueron:

- Pacientes mayores de 80 años.
- Pacientes con discapacidades que impedían el correcto entendimiento y realización del estudio.
- Pacientes con patologías de la Articulación Temporomandibular.
- Pacientes sin estabilidad oclusal que les impida obtener de forma fiable y



repetitiva una MI

- Pacientes que no aceptan la participación o desean abandonar el estudio

Los pacientes incluidos fueron instruidos en el procedimiento que se les iba a realizar, se les explicaron las ventajas y posibles inconvenientes de participar en el proyecto y se les mostró el consentimiento informado para su firma de manera previa al inicio del ensayo (tanto el consentimiento informado de participación en el ensayo clínico, como el consentimiento informado para el uso de sus datos personales), según la normativa de la Universidad de Salamanca (Anexo I).

Tras firmar el consentimiento informado, el paciente fue distribuido en uno de los dos grupos de manera aleatoria:

Grupo 1: 60 pacientes portadores de prótesis parcial implanto-soportada en los que el ajuste oclusal y los procedimientos necesarios para instaurar OPI se realizaron por medio de métodos convencionales usando el papel de articular, y de forma simultánea con la EMG.

Grupo 2: 60 pacientes con prótesis parcial implanto-soportada a los que se les instaura una OPI por medio del uso del software T-Scan III y, de forma simultánea, con la EMG para controlar todos los parámetros de oclusión mencionados anteriormente en relación con el tiempo y controlando en todo momento la actividad del músculo masetero.

#### METODOLOGÍA COMÚN A AMBOS GRUPOS

Una vez el paciente se sienta en el gabinete dental, se le recogen los datos de filiación y su historia clínica dental y médica.



Se realiza la encuesta previa al inicio del estudio (Anexo III), en la que se le pregunta sobre su grado de satisfacción general con la prótesis que lleva (su sensación al morder, si existen molestias, si nota algún problema a la hora de realizar la MI...).

Tras completar la encuesta, se procede a la medición de la actividad electromiográfica previa al análisis oclusal. De esta forma se consigue obtener una visión general de la actividad muscular antes de la actuación sobre el sistema estomatognático, obteniendo un dato sobre el que poder comparar tras la realización de OPI. Las mediciones, tanto de T-Scan como de EMG, son realizadas siempre por ña misma persona, de forma que las instrucciones y acciones llevadas a cabo sean siempre las mismas.

En el software de EMG se deben introducir los datos de edad y sexo del paciente, además del peso, para así calibrar la sensibilidad y los resultados que puedan proporcionar los electrodos. Una vez registrado el paciente se limpia la superficie cutánea que corresponda a la zona maseterina de la cara con una solución alcohólica a fin de eliminar la grasa de la piel y sustancias, tales como maquillaje o crema. Una vez limpia la superficie, se le pide al paciente apretar en MI para poder palpar la contracción de los músculos maseteros y elegir el lugar ideal para la colocación de los electrodos. En general, la colocación de los electrodos suele ser en el ángulo mandibular, por debajo del arco cigomático. Se orientan en vertical siguiendo las fibras del músculo masetero. Una vez colocados los electrodos (uno en cada masetero del paciente) se conectan los transmisores de información, los cuales por vía Bluetooth envían la información al ordenador.

Antes de proceder a la grabación de la actividad electromiográfica se procede a instruir al paciente en los movimientos que debe realizar durante la grabación. Se les adiestra para



realizar una MI sin demanda consciente de morder (realizar una MI solo contactando los dientes, sin realizar ninguna fuerza), y para realizar una MI con la máxima fuerza posible. Una vez aleccionado al paciente, se procede a la medición de la MI: primero sin demanda consciente de morder y segundo MI con fuerza.

Para poder proceder con las medidas de T-Scan, lo primero que hay que hacer es fichar al paciente con sus datos de filiación y odontograma. Una vez completado, elegimos el tamaño del sensor del T-Scan III (acorde con el tamaño de la cavidad oral del paciente) y medimos la anchura mesio-distal del incisivo central superior derecho. De esta forma se calcula automáticamente la anchura de todos los dientes de ambas arcadas para conseguir la máxima precisión en la medición. Posteriormente, y antes de las mediciones, se instruye al paciente en los movimientos que debe realizar para no haber confusiones durante el proceso, observando que se realicen los movimientos en MI y con la fuerza adecuada en cada situación. A continuación, se le pide al paciente morder sin apretar en MI y morder en MI apretando fuerte. En cada fase se le pide repetir la acción un mínimo de dos veces para comprobar si se ha realizado correctamente y no realiza actos de cierre diferentes a la MI.

En todos los pacientes de ambos grupos y antes de comenzar con las mediciones y el ajuste oclusal, se debe calibrar el T-Scan III a la fuerza de cada paciente. La calibración del T-Scan consiste en situar su nivel de sensibilidad en el punto óptimo, de forma que cuando el paciente ocluye, solo aparezcan como máximo 3 barras de color fucsia. Esto se realiza porque, si la sensibilidad es muy alta, habrá muchas barras en color fucsia, lo que provocaría una lectura falsa de los contactos oclusales por parte del sistema,



desembocando en puntos con una fuerza mayor de la que en realidad posee el sistema estomatognático del paciente. El efecto contrario ocurriría si hubiese una baja sensibilidad del programa informático, que llevaría a no diferenciar contactos de elevada carga con aquellos de una carga fisiológica.

Para poder calibrar el software de análisis oclusal se le pide al paciente morder en MI con fuerza mientras mantenemos la pieza de mano en el interior de la boca, sin realizar grabaciones. En el momento preciso en que el paciente realiza la MI, observamos la gráfica de barras de contactos oclusales: si aparecen más de 3 barras en color fucsia se debe bajar la sensibilidad; si no aparecen barras en color fucsia o solo aparece 1, se debe subir la sensibilidad. Al final se debe conseguir entre 2 y 3 barras de color fucsia. En ese momento se sabrá que el aparato estará bien calibrado y se puede proceder a su utilización.

Al terminar todas las mediciones con EMG y T-Scan, se pasa a la instauración de la OPI, la cual se realiza de dos formas diferentes dependiendo del grupo en el que se halle el paciente.

La instauración de OPI trata de eliminar los puntos de contacto prematuro y las interferencias en un primer lugar y, a continuación, impedir que las prótesis implantosoportadas tengan contacto en una MI sin demanda consiente de apretar; mientras que en MI apretando tengan un contacto similar al de los dientes naturales adyacentes. Este paso se realiza de forma diferente dependiendo del grupo en el que nos encontremos, de tal forma que el grupo 1 utiliza únicamente métodos convencionales, mientras que el grupo 2 se combinan métodos convencionales y digitales.



## METODOLOGÍA ESPECÍFICA DEL GRUPO 1

En el grupo 1, tras la realización de la EMG para la monitorización de la actividad muscular del sistema estomatognático, a los pacientes se les ordena morder en MI sin demanda consciente de apretar utilizando únicamente papel de articular azul. En esta primera fase se eliminan los contactos prematuros y a su vez se libera de oclusión a las prótesis implantosoportadas. Una vez realizada esta primera fase, se pretende conseguir contactos ligeros en la prótesis cuando se le pide al paciente realizar una MI apretando, retocando la oclusión hasta conseguir contactos más potentes en dientes naturales y leves pero consistentes en las prótesis. Finalmente, con el papel de articular rojo, se procede a eliminar las interferencias, mandando al paciente realizar lateralidades y protrusiva, y eliminando los contactos indeseados.

Una vez terminado el proceso, se pulen todas las superficies retocadas con gomas de pulir cerámica y se decide comprobar todo lo anterior por medio de mediciones con T-Scan III. Finalmente, se vuelve a medir la actividad electromiográfica para finalizar el estudio.

## METODOLOGÍA ESPECÍFICA DEL GRUPO 2

En el grupo 2, tras la realización de la EMG inicial se procede a fichar al paciente en el programa de T-Scan III y se registran todos los movimientos descritos anteriormente. Una vez analizado el resultado del T-Scan y habiendo decidido dónde se debe realizar el ajuste oclusal, se procede a usar el papel de articular azul solamente para determinar el lugar exacto donde se encuentra el contacto dental que se debe eliminar. En este caso, el papel de articular no lo usamos para analizar la oclusión del paciente, sino que solo se utiliza para determinar el lugar donde se encuentra aquel contacto oclusal que el T-Scan nos ha determinado para eliminar o suavizar. Realizamos el ajuste oclusal con la fresa de botón



de grano medio, comprobando nuestro trabajo de vez en cuando con el papel de articular, para ver si los contactos sobre los que queremos actuar han sufrido el cambio deseado. Al igual que en el grupo anterior, lo primero que buscamos es que las prótesis no tengan contacto cuando se pide al paciente morder sin demanda consciente de apretar; mientras que, en una MI apretando fuerte, debe haber contacto en todos los dientes, equilibrado y siendo algo más leve en las prótesis. Una vez realizado el ajuste oclusal en MI apretando y sin apretar, se procede a eliminar las interferencias por medio del papel de articular rojo, mandándole al paciente realizar lateralidades y protrusiva para tal fin. Al terminar el ajuste oclusal, se pulen todas las superficies con la goma de pulir cerámica. Posteriormente, se vuelven a realizar las mediciones con el T-Scan III para observar el resultado del trabajo que se ha realizado con anterioridad y se vuelve a medir la actividad muscular de los maseteros por medio de la EMG.

En la Tabla 3 se puede observar las diferencias en la metodología entre el Grupo 1 y el Grupo 2.

En ambos grupos y tras la realización de la EMG final, se le pregunta al paciente por su percepción de la masticación cuando realiza una MI. Además, se les pide que describan su percepción de confort en comparación con su estado previo al estudio.



Tabla 3. Tabla resumen de metodología en cada grupo

GRUPO 1	GRUPO 2
60 pacientes	60 pacientes
Portador de prótesis parcial implantosoportada	Portador de prótesis parcial implantosoportada
Realización EMG	Realización EMG
NO grabación con T-Scan III	Grabación oclusión con T-Scan III
Papel de articular para observar oclusión existente y posterior estudio e interpretación de oclusión	Papel de articular únicamente para ubicar puntos de oclusión que se deben modificar/eliminar tras T-Scan III
Ajuste oclusal	Ajuste oclusal
Medición T-Scan para comprobar resultado de ajuste oclusal	Medición T-Scan para comprobar resultado de ajuste oclusal
Realización EMG	Realización EMG
Encuesta de satisfacción	Encuesta de satisfacción

### 3.4.VARIABLES

Las variables que se analizaron durante la realización del ensayo clínico fueron:

- Edad. Los pacientes se dividieron en subgrupos de intervalos de edad 20 a 49; 50 a 59; 60 a 69 y 70 a 79 años. Se pretende ver si el resto de las variables y la OPI difieren con la edad.
- Sexo. Se estudia si el sexo hace que varíen el resto de las variables y la capacidad del cuerpo para responder a la instauración de OPI.
- Posición de la prótesis en el sector anterior o posterior dependiendo de si se encuentra entre canino y canino o posterior a los caninos. Con esta variable se intenta observar si hay variaciones en la EMG dependiendo de si la pérdida dental es anterior o posterior.



- Contacto de prótesis Pre OPI. Se valora si la prótesis implantosoportada poseía contacto con el diente antagonista cuando se le mandaba al paciente morder sin demanda consciente de apretar (sin fuerza) antes de realizar el ajuste oclusal para instaurar una OPI. Dicho valor se extrae de la observación del papel de articular en el grupo 1 y de T-Scan en el grupo 2. Se busca con esta variable saber si el paciente tenía una OPI instaurada con anterioridad, pretendiendo ver si se es capaz de mejorar esta situación tras la instauración de OPI.
- Contacto de prótesis Post OPI. Se valora si la prótesis contactaba con el diente antagonista cuando se le solicitaba al paciente una MI sin demanda consciente de morder posterior a la instauración de una OPI. Dicho dato se extrae del análisis de T-Scan. Con esta variable se busca ver si la metodología implantada en este estudio es eficaz para instaurar la OPI, además de comparar entre el método convencional o los procedimientos actuales con los sistemas digitales.
- Porcentaje de carga de la prótesis. Porcentaje que refleja el T-Scan que tiene de carga la prótesis implantosoportada cuando se le pide al paciente realizar una MI con fuerza. Se extrae del análisis de los datos proporcionados por T-Scan. Sirve para valorar el equilibrio oclusal instaurado cuando se realiza una OPI.
- Tiempo necesario para que la prótesis tenga su primer contacto con su antagonista cuando se le demanda al paciente una MI apretando con fuerza. Se mide en segundos (s). Este dato se extrae del análisis de los datos proporcionados por T-Scan. Nos permite comprobar las teorías sobre el espacio del LP alrededor de los dientes, además de servir como comprobante para valorar si se ha instaurado correctamente la OPI.
- Sensación del paciente Post OPI. Sensación que tiene el paciente de conformidad,



comodidad y equilibrio oclusal una vez terminado el estudio, en comparación con su estado precedente. Se pretende con esta variable hacer participe al paciente por medio de su opinión sobre la comodidad tras la realización de OPI.

- Datos electromiográficos. Medidos en microvoltios ( $\mu\text{V}$ ), corresponde a la actividad muscular de los maseteros, tanto derecho como izquierdo. Se extraen valores antes y después de la realización de OPI para poder compararlos. Son de utilidad para valorar la reactividad del sistema estomatognático ante los cambios en la arcada dentaria. Se busca un equilibrio oclusal que permita a su vez un equilibrio en la actividad eléctrica muscular.

### 3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los **datos cuantitativos** de este trabajo han sido representados como  $X \pm \text{SEM}$  (media  $\pm$  error estándar de la media).

Se ha aplicado el test de Tukey, para identificar y eliminar los datos “outliers”.

La inferencia estadística de los resultados cuantitativos (valores numéricos procedentes de muestras aleatorias independientes obtenidas de las poblaciones estudiadas) se realizó con:

1. El análisis de la varianza de una vía (ANOVA) aplicando los siguientes test estadísticos dependiendo del tipo de distribución y varianzas:
  - a. Ante variables Normales con varianzas iguales usamos el test de Scheffe y el de Tukey-Kramer.
  - b. Ante variables Normales con varianzas distintas aplicamos transformaciones estabilizadoras de la varianza y posteriormente el test de Scheffe.



- c. Ante variables de cualquier otra distribución con varianzas iguales o distintas utilizamos métodos no paramétricos: la comparación múltiple de Kruskal Wallis Z-value (Dunn's Test) aplicando Regular Test o Bonferroni Test.
2. El T Test de dos muestras, en el que, dependiendo del tipo de distribución y varianzas, se aplicaron:
    - a. Ante variables Normales con varianzas iguales usamos la T de Studen.
    - b. Ante variables Normales con varianzas distintas aplicamos Aspin-Welch.
    - c. Ante variables de cualquier otra distribución con varianzas iguales o distintas utilizamos Kolmogorov-Smirnov.
    - d. Para diferencia entre medianas Mann-Whitney U o Wilcoxon Rank-Sum.
  3. Correlación de matrices utilizando los test de:
    - a. Pearson
    - b. Spearman

Los **datos cualitativos** de este trabajo han sido representados como tabla de frecuencias. La inferencia estadística de los resultados cualitativos se realizó con los test Chi-cuadrado y Exacto de Fisher.

Para todos los estudios anteriormente indicados un valor de  $p < 0,05$  se aceptó como resultado significativo.

El programa estadístico empleado para la realización de este estudio fue NCSS 2007 and Gess 2006 - Version: 07.1.21 - Released June 1, 2011 (Dr. Jerry L. Hintze, Utah USA).



Los estudios y comparaciones realizadas fueron los siguientes:

1. Estudio de las variables de manera individual y su relación con el resto en cada uno de los Grupos de manera individual.
2. Comparación de las variables estudiadas entre el Grupo 1 y el Grupo 2.
3. Análisis de los resultados entre los intervalos de edad en cada uno de los Grupos.

# RESVLTADOS



## RESULTADOS

### 4.1. ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA

Se atendieron a 120 pacientes durante el ensayo clínico. Dichos pacientes fueron repartidos en dos grupos de manera aleatoria de forma que cada grupo quedó compuesto por 60 personas. Aquellos datos que se consideraron “outliers” fueron eliminados del estudio de cara a no distorsionar los resultados obtenidos.

#### 4.1.1. Grupo 1

La estadística descriptiva del Grupo 1 se puede observar en la siguiente tabla (Tabla 4). Se puede observar en el total que algunos de los datos fueron eliminados por el programa estadístico al considerarse “outliers”, permitiendo que no surgiesen anomalías estadísticas. En cuanto a la edad, la media del grupo fue de 61,18 años y el error estándar de 1,29. En la Figura 17 se muestra la media de edad de los dos grupos, junto con su error estándar.

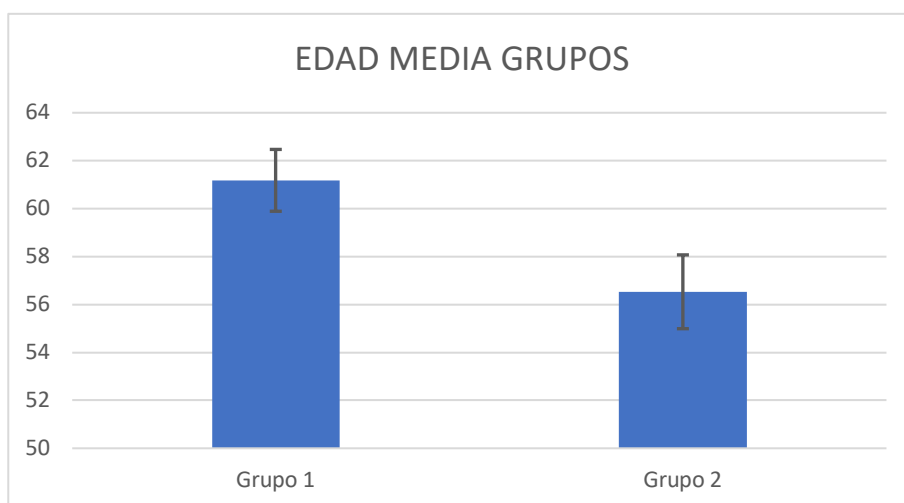


Figura 17. Edad media de grupos y su error estándar



*Tabla 4. Estadística descriptiva de Grupo 1*

	<b>Media</b>	<b>EE</b>
<b>% Carga Prótesis</b>	7,73	0,91
<b>Tiempo Alcanzar Contacto prótesis Post OPI</b>	0,092	0,095
<b>EMG PRE Sin D</b>	53,03	5,10
<b>EMG PRE Sin I</b>	45,03	4,71
<b>EMG PRE Ap D</b>	237,93	19,55
<b>EMG Pre Ap I</b>	248,38	23,24
<b>EMG POST Sin D</b>	52,67	5,31
<b>EMG POST Sin I</b>	61,75	6,93
<b>EMG POST Ap D</b>	217,08	18,55
<b>EMG POST Ap I</b>	233,16	21,83
<b>Edad</b>	61,18	1,29

#### 4.1.2. Grupo 2

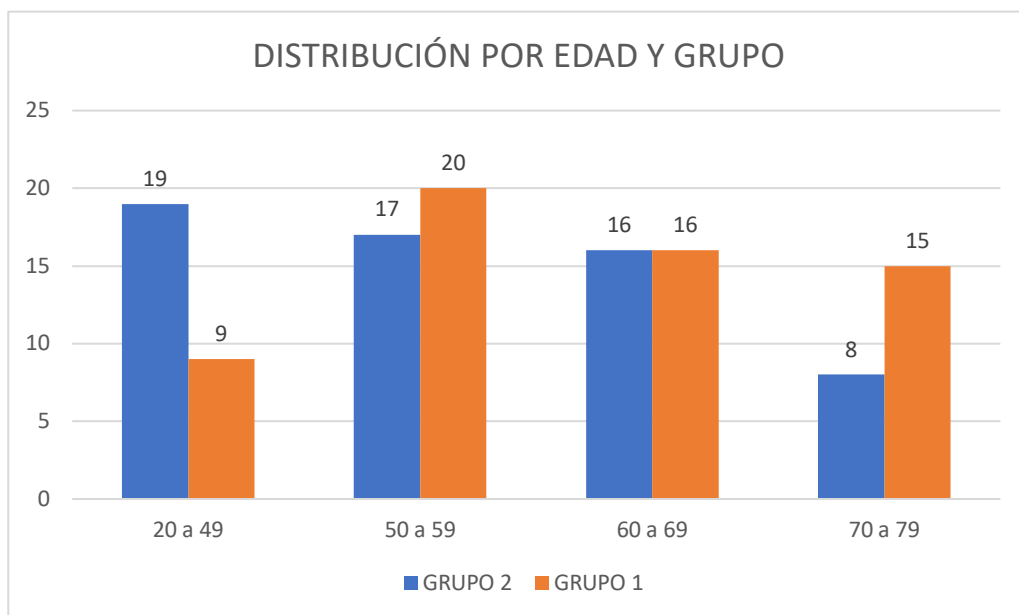
La estadística descriptiva del grupo 2 con los “outliers” eliminados por el sistema estadístico se ve reflejada en la Tabla 5. En cuanto a la edad, su media es menor al grupo 1, con 56,53 años y un error de 1,54.



Tabla 5. Estadística descriptiva del grupo 2.

	Media	EE
<b>% Carga Prótesis</b>	6,98	0,91
<b>Tiempo Alcanzar Contacto prótesis Post OPI</b>	0,086	0,084
<b>EMG PRE Sin D</b>	50,92	4,36
<b>EMG PRE Sin I</b>	45,50	4,29
<b>EMG PRE Ap D</b>	235,66	17,37
<b>EMG Pre Ap I</b>	293,24	21,81
<b>EMG POST Sin D</b>	52,80	4,62
<b>EMG POST Sin I</b>	54,34	5,79
<b>EMG POST Ap D</b>	247,41	20,85
<b>EMG POST Ap I</b>	294,10	25,01
<b>Edad</b>	56,53	1,54

Atendiendo a su edad, se crearon 4 intervalos que se distribuyeron de la siguiente forma: de 20 a 49 años; de 50 a 59 años; de 60 a 69 años y de 70 a 79 años. En la Figura 18 se observa la distribución de la muestra atendiendo a la edad. Atendiendo al sexo de los pacientes, tal como se ve en la Figura 19, participaron un mayor número de hombres que de mujeres, aunque la distribución del sexo en cada Grupo no presentó diferencias significativas.



*Figura 18. Distribución de pacientes por edad*



*Figura 19. Sexo de los participantes en el ensayo clínico*

Dentro del grupo de hombres, el 58,33% participaron en el ensayo clínico dentro del grupo 1 (35 personas), mientras que en el mismo grupo había 25 mujeres (un 41,67% del total de mujeres). En la Figura 20 se puede observar como se distribuyen los participantes, teniendo en cuenta el sexo, en los dos grupos.

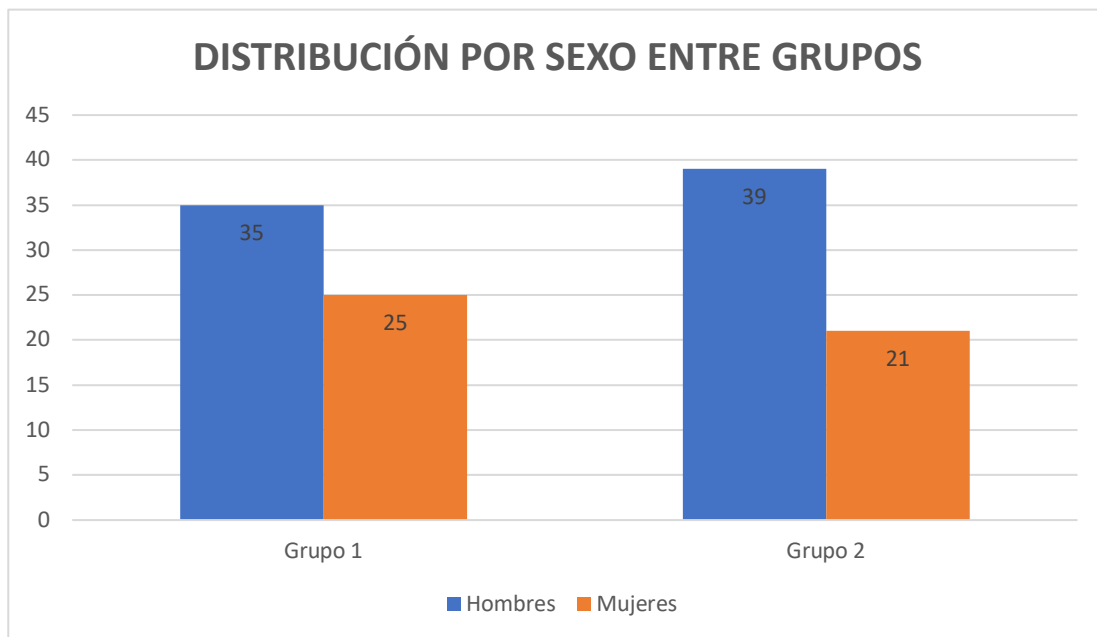


Figura 20. Distribución de los pacientes por sexo

En cuanto a la ubicación de la prótesis, se trataron 95 prótesis en los sectores posteriores (desde los caninos hacia atrás) y 25 prótesis en el sector anterior (de canino a canino). Su distribución se representa en la Figura 21.

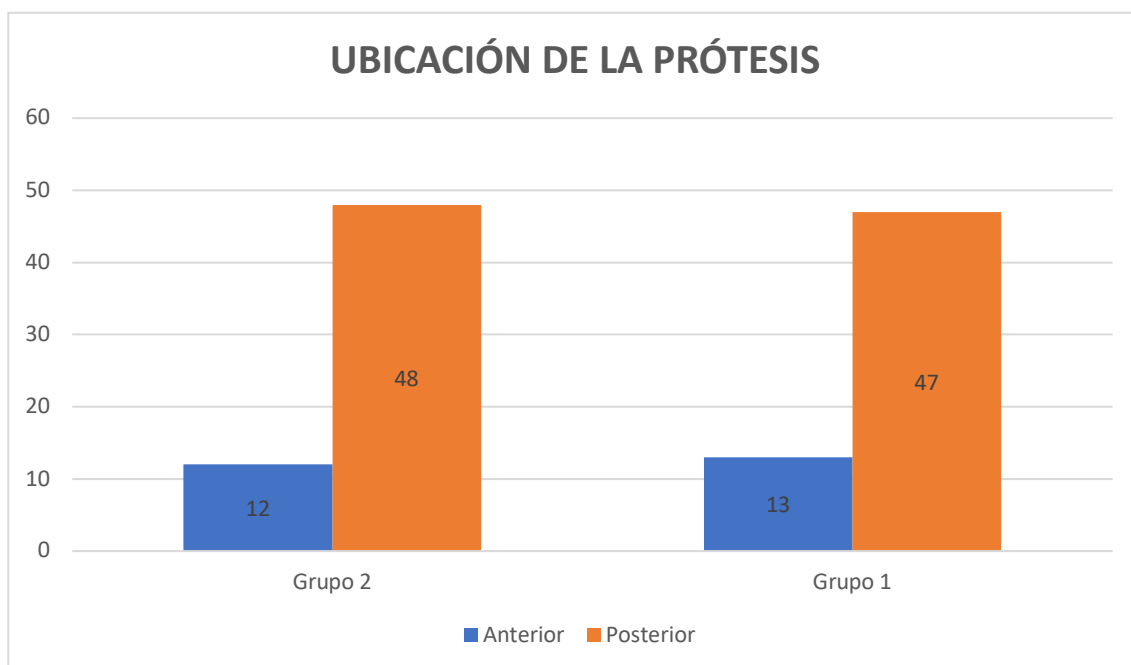


Figura 21. Ubicación de la prótesis dentro de cada grupo.

## 4.2. ANÁLISIS DE LOS DATOS POR GRUPOS

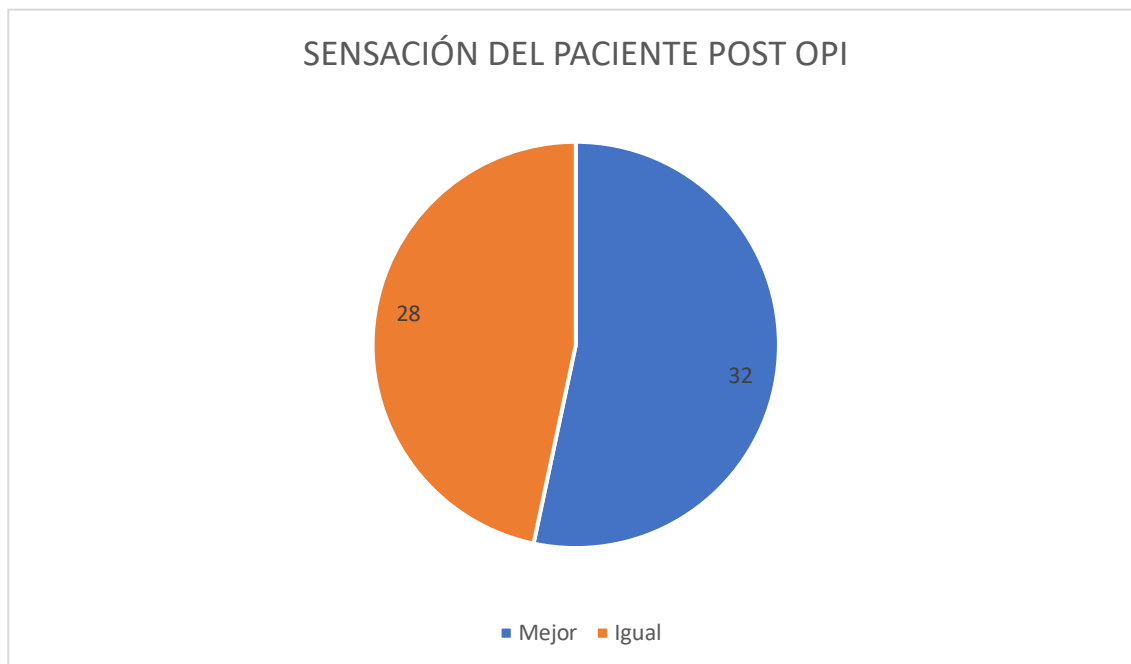
### 4.2.1. Grupo 1

El número de pacientes que, antes de la realización de OPI, tenían contacto en la prótesis cuando se les pedía cerrar sin demanda consciente de morder (sin apretar) era de 55 pacientes; mientras que el número de pacientes cuyas prótesis tenían contacto cuando se les mandaba cerrar sin apretar tras la realización de OPI es de 15 casos. Por lo tanto, tras la realización de OPI, solamente el 25% de los pacientes tenían contacto en la prótesis cuando se les mandaba cerrar sin apretar, en comparación al 91,67% de los pacientes que tenían contacto pre OPI. En la Tabla 6 se puede observar las diferencias entre el antes y el después del contacto de la prótesis con el antagonista.

Una vez realizado el OPI, y tras pedirle al paciente que compare su sensación percibida en este momento con respecto a como empezó el proyecto, se nos reveló que 32 pacientes habían mejorado su sensación percibida, mientras que 28 sujetos no percibieron cambio alguno con respecto a la sensación precedente. Figura 22.

*Tabla 6. Diferencias de contacto de la prótesis sin apretar*

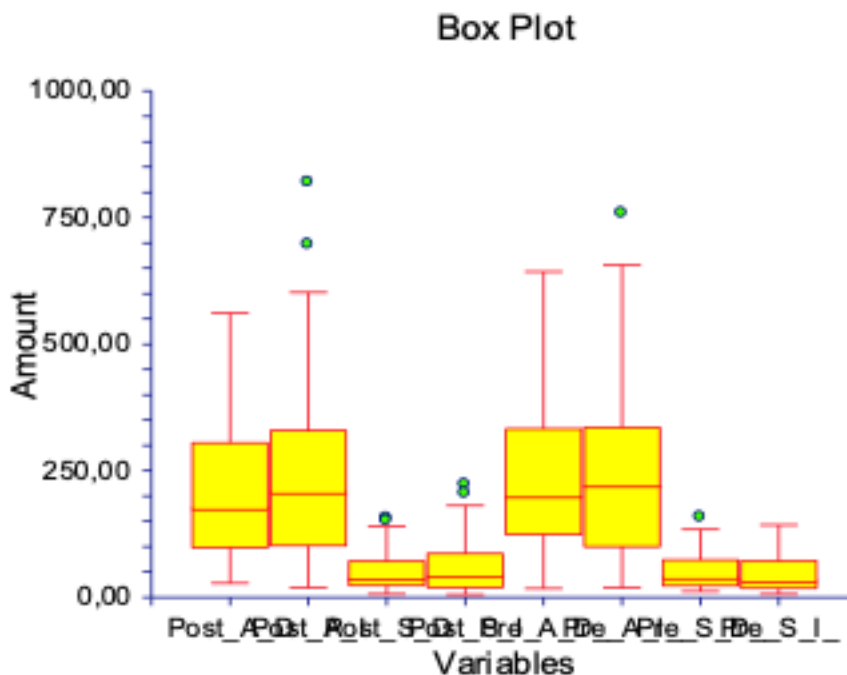
	Pre OPI	Post OPI
<b>Contacto prótesis sin apretar</b>	55	15



*Figura 22. Distribución de la sensación del paciente tras realizar OPI*

Dentro del estudio de EMG en general en el grupo 1 se resumen los siguientes resultados (Se puede concluir diferencias significativas si el valor de  $Z > 3,124$ ):

- No se observan diferencias significativas entre el lado izquierdo y derecho de la misma variable. En la Figura 23 se puede observar como, al comparar la misma variable en ambos lados, no se encuentran diferencias significativas.



**Kruskal-Wallis Multiple-Comparison Z-Value Test (Dunn's Test)**

Variable	Post_A_D_1	Post_A_I_1	Post_S_D_1	Post_S_I_1	Pre_A_D_1
Post_A_D_1	0,0000	0,0144	7,1954	6,8707	0,5219
Post_A_I_1	0,0144	0,0000	7,1796	6,8557	0,5054
Post_S_D_1	7,1954	7,1796	0,0000	0,4149	7,6805
Post_S_I_1	6,8707	6,8557	0,4149	0,0000	7,3632
Pre_A_D_1	0,5219	0,5054	7,6805	7,3632	0,0000
Pre_A_I_1	0,1349	0,1200	7,2986	6,9762	0,3853
Pre_S_D_1	7,1817	7,1659	0,0135	0,4012	7,6668
Pre_S_I_1	7,9146	7,8961	0,7430	1,1655	8,3947

Variable	Pre_A_I_1	Pre_S_D_1	Pre_S_I_1
Post_A_D_1	0,1349	7,1817	7,9146
Post_A_I_1	0,1200	7,1659	7,8961
Post_S_D_1	7,2986	0,0135	0,7430
Post_S_I_1	6,9762	0,4012	1,1655
Pre_A_D_1	0,3853	7,6668	8,3947
Pre_A_I_1	0,0000	7,2849	8,0145
Pre_S_D_1	7,2849	0,0000	0,7565
Pre_S_I_1	8,0145	0,7565	0,0000

Figura 23. Box Plot comparativo y Test de Kruskal-Wallis entre lado derecho e izquierdo de la misma variable de EMG

- NO se observan diferencias significativas entre las EMG “sin apretar” en el grupo 1 antes y después de realizar la OPI.
- NO se observan diferencias significativas entre las EMG “apretando” en el grupo 1 antes y después de realizar la OPI.
- Comprobamos diferencias significativas entre los valores “sin apretar” y “apretando”
- Comprobamos diferencias significativas en los valores de la EMG Pre y Post OPI pero sólo entre los valores “sin apretar” y “apretando”
- El estudio de la EMG en comparación con el sexo de los pacientes no tiene resultados significativos.
- Dentro del grupo 1, no se encuentra una correlación entre el porcentaje de carga de la prótesis con respecto a la EMG del paciente.
- No se observa correlación entre el tiempo que necesita la prótesis para alcanzar contacto con el antagonista con el EMG del paciente.

#### 4.2.2. Grupo 2

Antes de la realización de OPI, el número de pacientes que tenían contacto en la prótesis sin demanda consciente de morder era de 45 pacientes. Una vez realizado OPI, se redujo drásticamente este dato, de forma que el número de personas con contacto en la prótesis cuando se les mandó morder sin apretar descendió a 7. El 11,67% de los pacientes mantuvieron contacto en la prótesis después de la realización de OPI cuando se les mandaba morder sin apretar, tal y como se muestra en la Tabla 7.

Tabla 7. Diferencia entre el contacto de la prótesis antes y después de OPI sin apretar

	Pre OPI	Post OPI
<b>Contacto prótesis sin apretar</b>	45	7

Tras la realización del proyecto y después de preguntarles la sensación subjetiva con respecto al estado precedente, el 60% de los pacientes (47) aseguraron sentir una mejoría en la sensación de morder, mientras que 13 personas afirmaron que tenían la misma sensación que antes de su participación en el ensayo clínico. Figura 24.

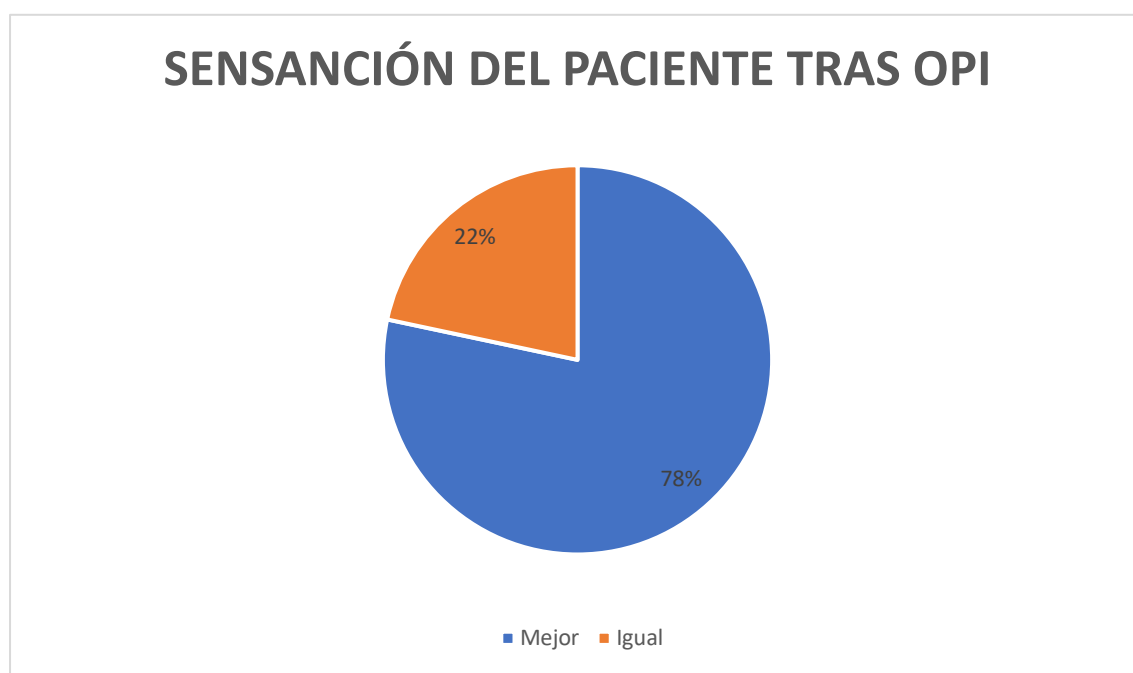


Figura 24. Porcentaje de pacientes con mejoría de sensación tras la realización de OPI

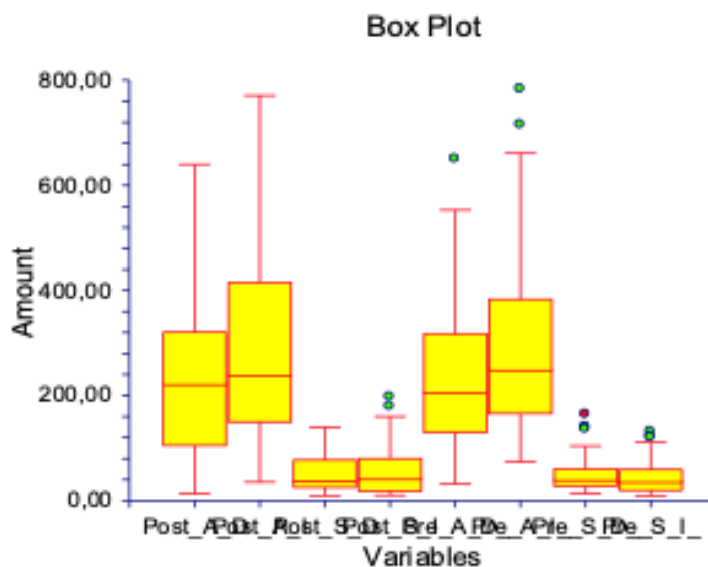
La sensación del paciente si que se relacionó con los contactos que tuviesen las prótesis tras la realización de OPI. Aunque se ha observado que la sensación subjetiva de los pacientes mejoró significativamente, y los contactos de la prótesis tras OPI,

disminuyeron en gran medida, no se ha visualizado una relación significativa entre ambas dos variables.

Dentro del estudio general de la EMG en el grupo 2 se pueden sacar los siguientes resultados (Se puede concluir diferencias significativas si el valor de  $Z > 3,124$ ):

- NO se observan diferencias significativas entre el lado izquierdo y derecho de la misma variable, tal y como se muestra en la Figura 25.

### Box Plot Section





**Kruskal-Wallis Multiple-Comparison Z-Value Test (Dunn's Test)**

Variable	Post_A_D_2	Post_A_I_2	Post_S_D_2	Post_S_I_2	Pre_A_D_2
Post_A_D_2	0,0000	0,7905	7,7787	7,9077	0,1104
Post_A_I_2	0,7905	0,0000	8,5463	8,6687	0,6875
Post_S_D_2	7,7787	8,5463	0,0000	0,1963	7,9613
Post_S_I_2	7,9077	8,6687	0,1963	0,0000	8,0893
Pre_A_D_2	0,1104	0,6875	7,9613	8,0893	0,0000
Pre_A_I_2	1,1614	0,3587	9,0306	9,1497	1,0604
Pre_S_D_2	7,8150	8,5825	0,0370	0,1596	7,9979
Pre_S_I_2	8,3162	9,0692	0,6797	0,4811	8,4992

Variable	Pre_A_I_2	Pre_S_D_2	Pre_S_I_2
Post_A_D_2	1,1614	7,8150	8,3162
Post_A_I_2	0,3587	8,5825	9,0692
Post_S_D_2	9,0306	0,0370	0,6797
Post_S_I_2	9,1497	0,1596	0,4811
Pre_A_D_2	1,0604	7,9979	8,4992
Pre_A_I_2	0,0000	9,0673	9,5502
Pre_S_D_2	9,0673	0,0000	0,6433
Pre_S_I_2	9,5502	0,6433	0,0000

Figura 25. Box plot comparativo y Test de Kruskal-Wallis que muestra la falta de significación entre datos de la misma variable

- NO se observan diferencias significativas entre las EMG “sin apretar” en el grupo 2 después de realizar la OPI
- NO se observan diferencias significativas entre las EMG “apretando” en el grupo 2 después de realizar la OPI
- Comprobamos diferencias significativas entre los valores “sin apretar” y “apretando”
- Comprobamos diferencias significativas entre los valores de la EMG Pre y Post OPI pero sólo entre los valores “sin apretar” y “apretando”
- El estudio de EMG en comparación con el sexo da resultados significativos en general, en las mediciones después de realizar OPI. Los hombres poseen mayor actividad de EMG al realizar una MI apretando con fuerza. En la Figura 26 se

muestran dos gráficos donde se observan las diferencias entre hombres (G1) y mujeres (G2) en la EMG apretando. Se obtuvieron los siguientes resultados:

- EMG Sexo Hombre ( $X=283,2\pm 27,53251$ ) con Sexo Mujer ( $X=171,8445\pm 19,96602$ ) de Post OPI Apretando en Máxima Intercuspidadación Derecho GRUPO 2 ( $T=3,2742$ ;  $p=0,000928$ ).
- EMG Sexo Hombre ( $X=326,9572\pm 32,07649$ ) con Sexo Mujer ( $X=236,57\pm 37,33249$ ) de Post OPI Apretando en Máxima Intercuspidadación Izquierdo GRUPO 2 ( $T=1,7725$ ;  $p=0,041026$ ).
- EMG Sexo Hombre ( $X=64,10541\pm 7,792857$ ) con Sexo Mujer ( $X=37,1381\pm 6,957235$ ) de Post OPI Sin Apretar en Máxima Intercuspidadación Izquierdo GRUPO 2 ( $p=0,0210$ ).

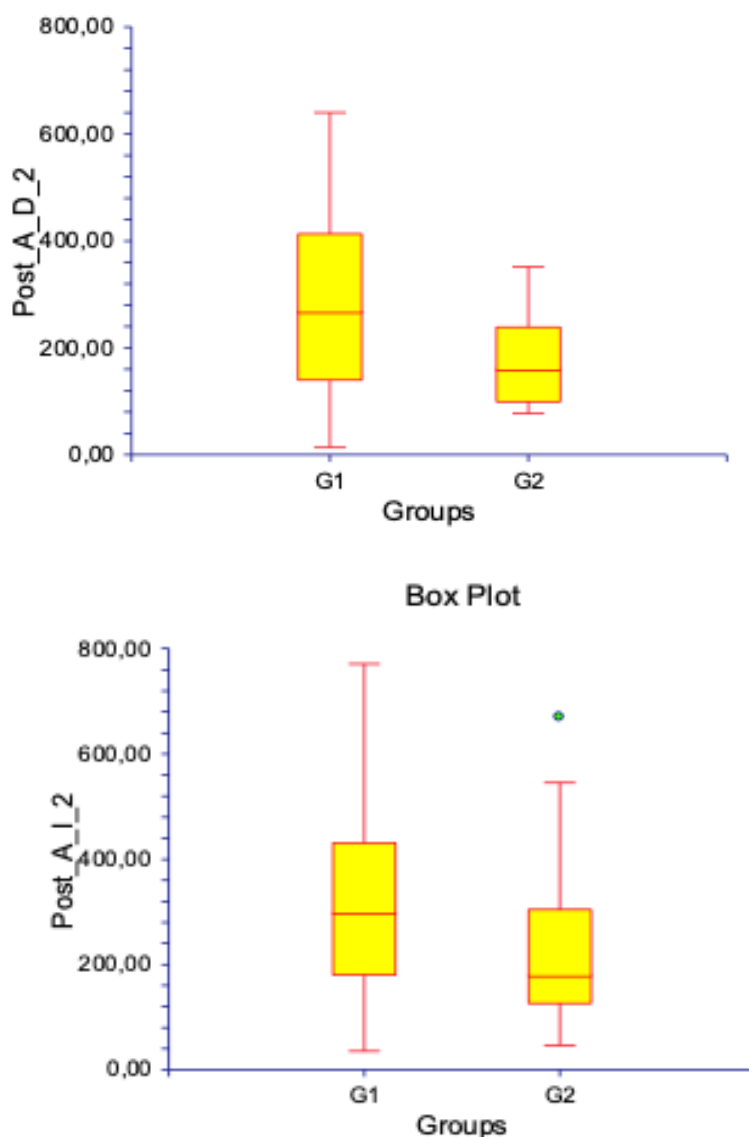


Figura 26. Box Plot donde se observa las diferencias en la EMG apretando entre hombres y mujeres del grupo 2

- No se muestra una fuerte correlación entre los valores de EMG con respecto al tiempo que necesita la prótesis para alcanzar contacto tras la realización de OPI. Si se aumentase la muestra, seguramente se mostraría una correlación más fuerte entre estas dos variables. La correlación de Pearson entre el Tiempo para hacer contacto y la EMG muestra una tendencia hacia lo significativo en los valores de

EMG Post OPI sin apretar derecho (-0,169); Post OPI sin apretar izquierdo (-0,200); y Post OPI apretando derecho (-0,181).

- No existe una correlación clara entre el porcentaje de carga de la prótesis y los valores de EMG tras la realización de OPI. Si se aumentase de forma significativa la muestra, podría aparecer una pequeña correlación entre ambas variables. La correlación de Pearson entre estas dos variables muestra una tendencia hacia significativo. En Post OPI apretando derecho (0,224) y Post OPI apretando izquierdo (0,377).

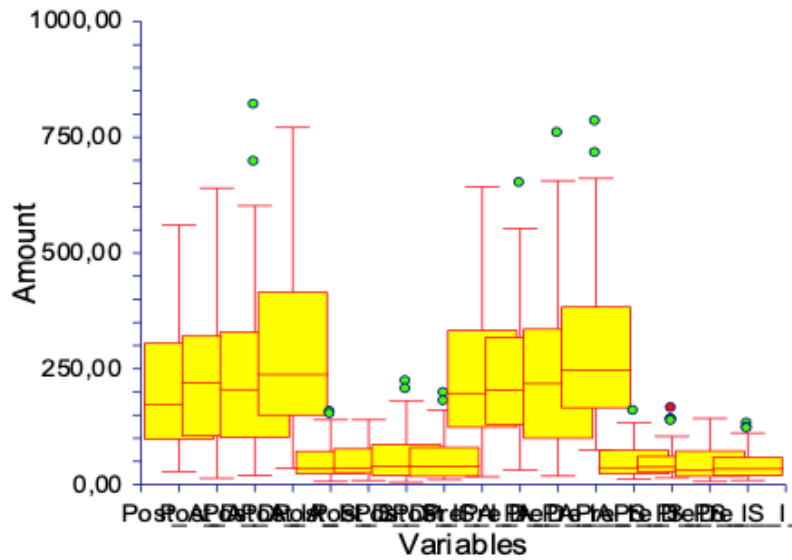
#### 4.3. ANÁLISIS DE LOS DATOS ENTRE LOS GRUPOS 1 Y 2

Entre el grupo 1 y 2 se extraen las siguientes conclusiones del estudio de la EMG en su conjunto:

- No se observan diferencias significativas entre los valores de EMG en general. Ambos grupos presentan una actividad eléctrica similar.
- Comprobamos **diferencias significativas entre los valores de la EMG Pre y Post OPI entre los valores “sin apretar” y “apretando”**. Se observa en la Figura 27.



### Box Plot



Variable	Post_A_D_1	Post_A_D_2	Post_A_I_1	Post_A_I_2	Post_S_D_1
Post_A_D_1	0,0000	0,6996	0,0273	1,4900	7,1714
Post_A_D_2	0,6996	0,0000	0,6698	0,7835	7,7703
Post_A_I_1	0,0273	0,6698	0,0000	1,4570	7,1685
Post_A_I_2	1,4900	0,7835	1,4570	0,0000	8,5188
Post_S_D_1	7,1714	7,7703	7,1685	8,5188	0,0000
Post_S_D_2	7,1765	7,7840	7,1729	8,5444	0,1192
Post_S_I_1	6,8514	7,4610	6,8493	8,2200	0,4100
Post_S_I_2	7,3078	7,9094	7,3040	8,6633	0,0711
Pre_A_D_1	0,5289	0,1747	0,4995	0,9642	7,6635
Pre_A_D_2	0,8177	0,1104	0,7871	0,6805	7,9486
Pre_A_I_1	0,1631	0,5357	0,1352	1,3236	7,3025
Pre_A_I_2	1,8846	1,1634	1,8494	0,3677	9,0016
Pre_S_D_1	7,1509	7,7501	7,1480	8,4986	0,0203
Pre_S_D_2	7,2044	7,8115	7,2007	8,5718	0,0917
Pre_S_I_1	7,8904	8,4778	7,8845	9,2200	0,7426
Pre_S_I_2	7,7361	8,3277	7,7307	9,0737	0,5574

Variable	Post_S_D_2	Post_S_I_1	Post_S_I_2	Pre_A_D_1	Pre_A_D_2
Post_A_D_1	7,1765	6,8514	7,3078	0,5289	0,8177
Post_A_D_2	7,7840	7,4610	7,9094	0,1747	0,1104
Post_A_I_1	7,1729	6,8493	7,3040	0,4995	0,7871
Post_A_I_2	8,5444	8,2200	8,6633	0,9642	0,6805
Post_S_D_1	0,1192	0,4100	0,0711	7,6635	7,9486
Post_S_D_2	0,0000	0,2964	0,1927	7,6766	7,9666
Post_S_I_1	0,2964	0,0000	0,4858	7,3509	7,6397
Post_S_I_2	0,1927	0,4858	0,0000	7,8034	8,0910
Pre_A_D_1	7,6766	7,3509	7,8034	0,0000	0,2876
Pre_A_D_2	7,9666	7,6397	8,0910	0,2876	0,0000
Pre_A_I_1	7,3093	6,9851	7,4392	0,3643	0,6518
Pre_A_I_2	9,0380	8,7066	9,1534	1,3500	1,0624
Pre_S_D_1	0,0986	0,3895	0,0916	7,6431	7,9281
Pre_S_D_2	0,0280	0,3243	0,1649	7,7044	7,9944
Pre_S_I_1	0,8738	1,1603	0,6782	8,3773	8,6611
Pre_S_I_2	0,6861	0,9747	0,4911	8,2258	8,5108



Variable	Pre_A_I_1	Pre_A_I_2	Pre_S_D_1	Pre_S_D_2	Pre_S_I_1
Post_A_D_1	0,1631	1,8846	7,1509	7,2044	7,8904
Post_A_D_2	0,5357	1,1634	7,7501	7,8115	8,4778
Post_A_I_1	0,1352	1,8494	7,1480	7,2007	7,8845
Post_A_I_2	1,3236	0,3677	8,4986	8,5718	9,2200
Post_S_D_1	7,3025	9,0016	0,0203	0,0917	0,7426
Post_S_D_2	7,3093	9,0380	0,0986	0,0280	0,8738
Post_S_I_1	6,9851	8,7066	0,3895	0,3243	1,1603
Post_S_I_2	7,4392	9,1534	0,0916	0,1649	0,6782
Pre_A_D_1	0,3643	1,3500	7,6431	7,7044	8,3773
Pre_A_D_2	0,6518	1,0624	7,9281	7,9944	8,6611
Pre_A_I_1	0,0000	1,7142	7,2820	7,3370	8,0180
Pre_A_I_2	1,7142	0,0000	8,9812	9,0657	9,7093
Pre_S_D_1	7,2820	8,9812	0,0000	0,0711	0,7628
Pre_S_D_2	7,3370	9,0657	0,0711	0,0000	0,8464
Pre_S_I_1	8,0180	9,7093	0,7628	0,8464	0,0000
Pre_S_I_2	7,8648	9,5639	0,5777	0,6586	0,1877

Variable	Pre_S_I_2
Post_A_D_1	7,7361
Post_A_D_2	8,3277
Post_A_I_1	7,7307
Post_A_I_2	9,0737
Post_S_D_1	0,5574
Post_S_D_2	0,6861
Post_S_I_1	0,9747
Post_S_I_2	0,4911
Pre_A_D_1	8,2258
Pre_A_D_2	8,5108
Pre_A_I_1	7,8648
Pre_A_I_2	9,5639
Pre_S_D_1	0,5777
Pre_S_D_2	0,6586
Pre_S_I_1	0,1877
Pre_S_I_2	0,0000

Figura 27. Box Plot y datos de Kruskal-Wallis que nos muestran las diferencias significativas entre los valores de EMG sin apretar y apretando.

Los contactos en la prótesis antes y después de OPI sin apretar también muestran diferencias entre ambos grupos. En el grupo 2 se puede observar un menor número de pacientes que presentan contactos en las prótesis después de realizar la OPI, con respecto al grupo 1. En la Figura 28 se puede observar esta diferencia. El p valor es significativo (0,0025).

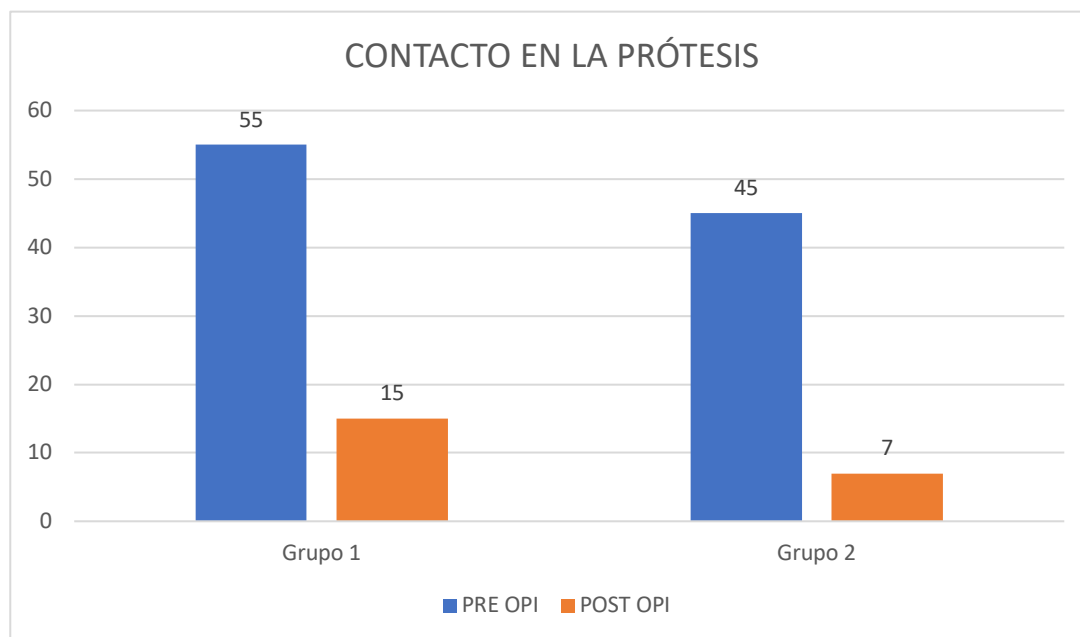


Figura 28. Diferencias entre los grupos comparando contactos en la prótesis

En cuanto a la **sensación subjetiva** de los pacientes tras la realización de OPI, se ha observado una **relación significativa a favor del grupo 2 con respecto al grupo 1 (hay mayor cantidad de pacientes con una mejor sensación que antes de realizar la OPI)**. El p valor del Chi cuadrado nos da 0,004. Se pueden observar los valores en la Tabla 8.

Tabla 8. Sensación del paciente tras realización de OPI

GRUPO	IGUAL	MEJOR	TOTAL
<b>1</b>	28	32	60
<b>2</b>	13	47	60
<b>Total</b>	41	79	120

Observando el tiempo para alcanzar contacto de la prótesis tras realizar OPI junto con el porcentaje de carga de la prótesis tras OPI, no se observan diferencias significativas entre los grupos 1 y 2.

La comparativa del tiempo para hacer contacto de la prótesis en los dos grupos no muestra resultados significativos. En ambos casos, la media del tiempo es parecida. Se puede observar en la Tabla 9.

*Tabla 9. Comparativa entre el tiempo para que la prótesis realice su primer contacto Post OPI.*

	<b>Media</b>	<b>Error Estándar</b>
<b>Grupo 1</b>	0,09	0,095
<b>Grupo 2</b>	0,08	0,08

#### **4.4. ANÁLISIS DE LOS DATOS POR INTERVALOS DE EDAD**

A continuación, se muestran los datos de interés analizando y comparando los datos entre las diferentes franjas de edad de las que se compuso en ensayo clínico. En cuanto a la EMG, los datos que se muestran en la Tabla 10 demuestran que no existen diferencias entre los resultados obtenidos en los diferentes grupos de edad.

Tabla 10. EMG en diferentes franjas de edad

	20-49 años	50-59 años	60-69 años	70-79 años
<b>EMG PRE Sin D (Grupo 1)</b>	26	53,50	61,5	54,72
<b>EMG PRE Sin D (Grupo 2)</b>	54,38	49,19	41,36	65,54
<b>EMG PRE Sin I (Grupo 1)</b>	31,18	55,54	45,40	40,03
<b>EMG PRE Sin I (Grupo 2)</b>	44,32	40,14	38,96	74,79
<b>EMG PRE Ap D (Grupo 1)</b>	317,3	227,69	185,43	267,21
<b>EMG PRE Ap D (Grupo 2)</b>	239,18	270,97	206,39	211,56
<b>EMG PRE Ap I (Grupo 1)</b>	202,86	230,7	203,99	350,37
<b>EMG PRE Ap I (Grupo 2)</b>	325,11	263,85	305,16	248,88
<b>EMG POST Sin D (Grupo 1)</b>	48,34	48,68	51,48	61,8
<b>EMG POST Sin D (Grupo 2)</b>	54,03	61,01	35,80	66,43
<b>EMG POST Sin I (Grupo 1)</b>	42,62	60,17	54,33	82,77
<b>EMG POST Sin I (Grupo 2)</b>	55,12	53,18	41,57	78,75
<b>EMG POST Ap D (Grupo 1)</b>	271,66	214,25	171,37	240,52
<b>EMG POST Ap D (Grupo 2)</b>	248,25	259,85	246,95	219,46
<b>EMG POST Ap I (Grupo 1)</b>	247,39	218,65	205,6	279,56
<b>EMG POST Ap I (Grupo 2)</b>	264,13	281,48	323,91	325,71

A parte de la EMG, es importante conocer las diferencias existentes en el tiempo para alcanzar contacto con la prótesis dependiendo de la franja de edad en la que nos encontremos. La Figura 29 muestra como varía con la edad.

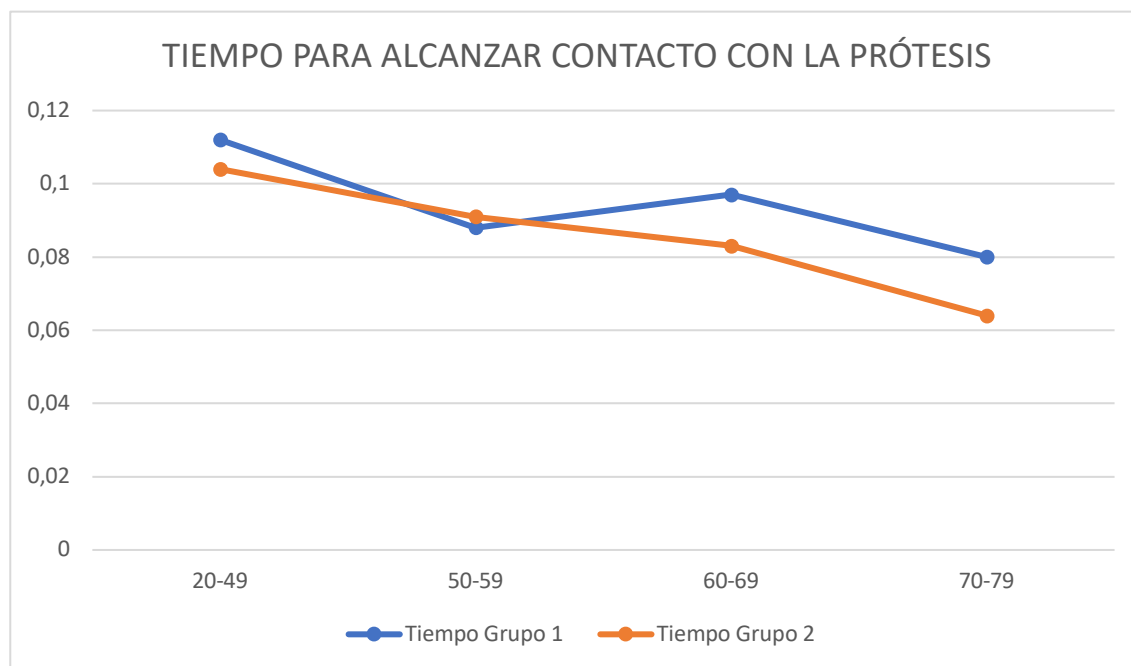


Figura 29. Tiempo necesario para alcanzar contacto con la prótesis con respecto a la edad

También es importante saber las diferencias entre las diferentes franjas de edad con respecto a la satisfacción general del paciente tras la realización de OPI. Se puede observar en la Tabla 11 como, en general, los pacientes jóvenes tienden a sentir un nivel de satisfacción mayor, teniendo una sensación subjetiva mejor que en el momento anterior de realizar la OPI. Los pacientes de franjas de edad mayores poseen un porcentaje de respuestas “mejor” igual que aquellos pacientes que definían su sensación como “igual” al momento previo al estudio.

Tabla 11. Sensación del paciente Post OPI en las diferentes franjas de edad

	20-49 años	50-59 años	60-69 años	70-79 años
<b>Mejor</b>	16	10	8	8
<b>Igual</b>	3	10	8	7



#### 4.5. OTRAS COMPARACIONES

1. Se analizó el porcentaje de carga de la prótesis con la satisfacción del paciente en cada uno de los diferentes grupos. No se encontraron resultados significativos.
2. Se comparó la EMG post OPI sin apretar con la satisfacción del paciente entre los grupos 1 y 2. No se detectaron diferencias significativas.
3. Se analizó la EMG post OPI apretando con satisfacción del paciente entre los grupos 1 y 2. No se detectaron diferencias significativas.
4. Se analizó la EMG post OPI apretando con satisfacción del paciente en los diferentes intervalos de edad y grupos. No se detectaron diferencias significativas.

|

# DISCVSIÓN





## DISCUSIÓN

En este ensayo clínico se buscó fijar una metodología de trabajo adecuada para poder instaurar una OPI por medio del uso combinado de sistemas digitales con métodos convencionales. Tras la realización del ensayo a los 120 pacientes, se ha podido corroborar, por medio del análisis de resultado de varias variables, que se hace necesario la realización de estudios de este tipo con un mayor tamaño muestral. En las comparaciones entre EMG y tiempo necesario para que la prótesis haga contacto; y EMG con porcentaje de carga de la prótesis (ambas en el grupo 2), se puede observar como tienen tendencia hacia significativo. Seguramente sea necesario realizar un estudio multicéntrico de cara a obtener una muestra más representativa, y más teniendo en cuenta de que el objetivo de este estudio cada vez afecta a un porcentaje mayor de la población general. Esto, a su vez, permitiría obtener una muestra de pacientes de diferentes lugares del territorio, lo que otorgaría al estudio una mayor y mejor variabilidad y un alto espectro. El estudio que se ha llevado a cabo obtuvo los pacientes de diferentes clínicas odontológicas, con prótesis colocadas por diferentes odontólogos, permitiendo introducir la variabilidad necesaria para obtener datos más significativos. Además, los pacientes fueron elegidos para participar en el estudio sin tener en cuenta ninguna consideración no odontológica, simplemente observando los criterios de inclusión y exclusión.

El ensayo clínico se compuso de un número desigual de hombres y mujeres, lo que se debería mejorar para posteriores ensayos de cara a realizar mejores comparaciones entre sexos. Lo mismo ocurre a la hora de dividir los pacientes entre los dos grupos del estudio, ya que el número de hombres y mujeres en los grupos fue desigual pudiendo perjudicar las comparaciones entre ellos.



El reparto de pacientes dentro de los grupos fue llevado a cabo de manera aleatoria, antes de la realización de la historia clínica y las mediciones, lo que aporta un añadido de objetividad al estudio, y mayor rigor científico. El análisis estadístico se realizó sin saber cual de los dos grupos fue examinando por métodos digitales, eliminando el componente subjetivo que pudiese influir en los resultados. La metodología utilizada en cada grupo permite observar las diferencias de forma clara entre los métodos convencionales y digitales. En el grupo 1 no se utilizó en ningún momento la tecnología con fines de ayudar a obtener los resultados, sino que su utilización permitió realizar las comparaciones entre ambos grupos. Esto permitió diferenciar de forma clara ambos grupos y obtener los resultados necesarios para el análisis estadístico.

En ambos grupos se extrajeron y estudiaron las mismas variables para poder compararlas entre sí. Destaca el grupo de variables de la EMG, las cuales son útiles en este tipo de estudios ya que nos aportan cómo se encuentra funcionando el sistema estomatognático en cada uno de los momentos clave del estudio. Los datos de EMG son de utilidad en este estudio para valorar el impacto de los actos realizados sobre la arcada dentaria a nivel de los músculos masticatorios, lo que llega a repercutir en el nivel de satisfacción del paciente. Uno de los problemas a los que nos enfrentamos con los datos de EMG es que tienen un componente de variabilidad alto, ya que depende en gran medida de la musculatura, complexión y fisiología del paciente, por lo que no se pueden fijar unos estándares normales sobre los cuales poder realizar comparaciones después. Es por ello por lo que, en este ensayo, el propio paciente actuó como caso y control, de forma que eliminamos parte de esa problemática que genera la EMG, en la que no tenemos datos sobre los que comparar los obtenidos en el estudio.

Siguiendo con la EMG, en este estudio se presenta la problemática del abordaje, por parte



de los pacientes, de ciertos movimientos que son complicados de materializar y repetir. El caso de realizar una MI sin demanda consciente de morder (sin apretar) evidenció el problema de tener que instruir al paciente durante un tiempo para que pudiese realizar el movimiento mandibular acorde a las exigencias del estudio. Además, no existe una forma de cuantificar el momento exacto en el que el paciente debe dejar de apretar por lo que se incluye en este dato cierta variabilidad que se ha intentado evitar por medio de la instrucción y repetición de movimientos. Esto también pudo repercutir en la medida de T-Scan de realizar una MI sin apretar para observar los contactos de la prótesis (Pre y Post OPI). Se hace necesario un método que permita a los pacientes saber en que punto exacto detener el cierre mandibular en el momento adecuado. Esto no ocurre cuando se les pide realizar la MI apretando, ya que el punto exacto donde deben parar es su propia fuerza fisiológica de los músculos masticatorios, fijando así un tope natural para terminar el movimiento.

Otro de los problemas observados durante el estudio fue la falta de consistencia de los pacientes a la hora de realizar una MI teniendo introducido en la boca el sensor del T-Scan. Este sensor, al ser voluminoso, impide a los pacientes tener la sensibilidad necesaria para poder hacer una MI de forma recurrente y repetitiva sin errores. Se soluciona con algo de entrenamiento, pero se debe tener en cuenta para futuras investigaciones por otros odontólogos, evitando así problemas en las mediciones.

Otra de las variables que se extraen con el T-Scan es el porcentaje de carga de la prótesis. Dicha variable es de utilidad a la hora de demostrar el equilibrado oclusal conseguido durante la instauración de OPI, ya que, si surgen porcentajes muy discordantes en comparación con el resto de la arcada dentaria, demostramos que no se ha realizado correctamente el equilibrado oclusal, sobre todo en la pieza más necesaria, la

implantosoportada. Lo que no se puede conseguir es la fuerza en valores absolutos que ejercemos sobre las piezas dentales implantosoportadas. El porcentaje de carga sirve de utilidad relativa, ya que es una comparativa con respecto al resto de dientes de la arcada, pero sería de utilidad un vector absoluto de fuerzas de cara a saber cómo realizar el ajuste oclusal repartiendo las fuerzas absolutas entre las piezas dentales. El porcentaje es una orientación bastante aproximada, pero no precisa del todo.

El tiempo necesario para alcanzar contacto con la prótesis cuando se realiza una MI es también una variable extraída del T-Scan, de suma importancia para demostrar la ausencia de LP en los implantes dentales, y su necesidad de ajuste oclusal diferente con respecto a los dientes naturales. Además, se intenta demostrar la involución que sufre el LP con el paso de los años, analizando la actividad fisiológica del mismo.

La última variable que se recoge antes de acabar con el estudio en cada paciente es la sensación percibida por el paciente. Como se puede ver, solo ha habido mejoras en la sensación y sensaciones parecidas al inicio del estudio. Esta variable nos indica la opinión subjetiva del paciente una vez instaurado la OPI, demostrando el correcto funcionamiento fisiológico que se le aporta a la arcada dentaria después de actuar sobre ella, protegiendo las prótesis implantosoportadas y las estructuras anatómicas.

Todas las variables descritas anteriormente nos permiten evaluar el impacto de nuestra actividad sobre la actividad fisiológica y la sensación del paciente. Además, sirve para evaluar el beneficio que supone la utilización de los sistemas digitales sobre los métodos convencionales, a parte de los posibles perjuicios que supone su manejo. Con ellas podemos ver como los métodos digitales aportan una serie de ventajas que se enumerarán en las sucesivas páginas, a parte de unos inconvenientes, los cuales hay que conocer e intentar corregir en nuestro día a día.



Los resultados obtenidos nos hacen pensar que los sistemas digitales suponen una ventaja para el odontólogo. Los objetivos de este estudio han quedado cumplidos ya que se ha conseguido establecer una metodología capaz de ser seguida por otros odontólogos, demostrando que los métodos convencionales deben ser apoyados por sistemas digitales. La valoración subjetiva de los pacientes ha mejorado entre antes y después de la instauración de OPI, lo que sugiere que la OPI es de utilidad en los pacientes portadores de prótesis parciales implantosoportadas. Asimismo, se ha demostrado que esa mejoría en la sensación subjetiva del paciente es más notoria en el grupo de pacientes a los que se les aplicó la OPI por medio de sistemas digitales, demostrando, una vez más, la eficacia de dichos sistemas en esta metodología de trabajo.

La hipótesis planteada puede darse por aceptada debido a la mejora de la actividad fisiológica del paciente, del equilibrio oclusal y de la sensación subjetiva del paciente después de la instauración de una OPI la cuál es más fácil de establecer por medio de métodos digitales.

Se ha observado como los métodos digitales permiten obtener unos mejores resultados de ajuste oclusal, ya que advertimos una mayor cantidad de pacientes sin contacto en la prótesis después de la realización de OPI. Esto indica que se tiene una mayor precisión y una mejor idea de cómo realizar el ajuste oclusal sobre las piezas implantosoportadas. Además, el grupo donde se usaron los sistemas digitales obtuvo una mayor satisfacción y una mejor sensación por parte de los pacientes que aquellos pacientes tratados únicamente por metodologías convencionales.

Se ha percibido como el sexo no influye en las diferentes variables estudiadas en este ensayo, pero sí que influyente la edad. La edad de los pacientes ha jugado un papel

importante tanto en la cantidad de pacientes que mejoraron su sensación al masticar tras la realización de OPI, como en el tiempo que tarda la prótesis en hacer contacto con el antagonista. En ambos casos, cuanto más joven se es, mayor es el tiempo para hacer contacto y mayor es la satisfacción general del paciente a la masticación.

Se ha visto que este tipo de ensayos con las variables descritas anteriormente requieren de un tamaño muestral más grande y representativo, solamente alcanzable por medio de la realización de ensayos clínicos multicéntricos. Ciertas comparaciones que se realizaron en el análisis estadístico han sido poco significativas por una falta de muestra, aunque si es verdad que tienden a ser significativas si se hubiese atendido a un mayor número de pacientes. Es por ello por lo que se puede concluir que la metodología ha sido acertada, pero se necesitan ensayos multicéntricos para poder obtener resultados más precisos. Es una de las razones por las que se ha visto que la EMG no varía en exceso entre un grupo y otro. Además, esta tecnología es bastante variable y lenta, ya que la musculatura necesita de un periodo de latencia para que pueda reflejar los cambios de su actividad eléctrica. Esto podría cambiar si, para futuras investigaciones con esta metodología, se hiciesen mediciones de EMG tras unas semanas después de la realización de OPI. De esta forma se podría ver si la EMG sufre cambios tras un periodo de latencia.

En la perspectiva actual, uno de los mayores problemas que genera la falta de piezas dentales es la ineficacia que se origina a la hora de la masticación. La reposición de piezas dentales con prótesis parciales removibles, fijas dentosoportadas o implantoportadas puede suponer un aumento de la función masticatoria de entre un 10 y un 30%.

Uno de los mayores problemas que tienen este tipo de restauraciones citadas anteriormente es la pérdida de integración de los implantes. Estudios como los de Chang



(57) indican que la pérdida de osteointegración solo es debido a un cúmulo de efectos adversos junto con la acumulación de placa bacteriana. La aparición únicamente de sobrecargas oclusales, según Chang, no es motivo para la pérdida de piezas implantosoportadas. Los estudios de Mattheos si que aseguran que se puede producir una pérdida de integración en ausencia de placa bacteriana, matizando que esta pérdida puede ser reversible, siempre y cuando se elimine el problema principal que lo provoca (70).

Existen varios estudios que apoyan la medida de que no se necesitan medidas adicionales ni esquemas oclusales específicos a la hora de colocar prótesis fijas implantosoportadas parciales. En estas investigaciones, se comunica que la propia neuroplasticidad del sistema estomatognático hace que se adapte la masticación a las nuevas estructuras oclusales (71).

Sin embargo, la mayoría de los estudios sobre el tema coinciden en la necesidad de prestar mayor atención a las prótesis fijas implantosoportadas, remarcando la necesidad de un sistema oclusal específico para estas prótesis, sobre todo en las piezas repuestas. Si es verdad que ciertas investigaciones aseguran que, si la zona rehabilitada solo se corresponde a una sola pieza, se puede mantener el mismo esquema oclusal de las piezas naturales, prestando solamente un mayor cuidado oclusal a la pieza insertada. En el estudio de 2008, Rilo estableció una tabla con normas sobre los esquemas oclusales que deben regir en las principales prótesis parcial es fijas implantosoportadas, tal como se muestra en la Tabla 12 (72). En dicha tabla se muestran algunas de las instrucciones que se siguieron durante la instauración de OPI, siendo más fácilmente aplicables en el grupo 2 por medio del uso de los sistemas digitales.



Tabla 12. Tipos de prótesis y su forma de actuar frente dentro del esquema oclusal. Rilo 2008.

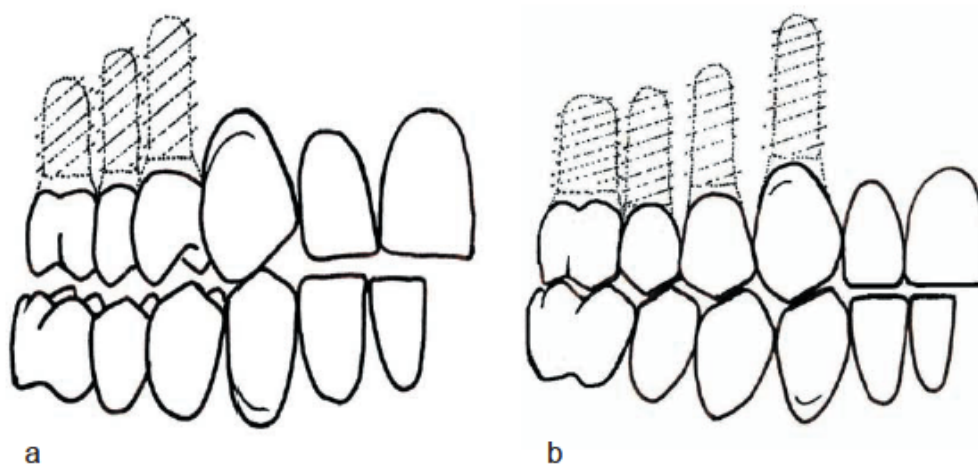
Tipo de prótesis	MI de baja intensidad	MI de alta intensidad	Movimientos excursivos
<b>Una pieza implantosoportada</b>	Espacio de 30 micras	Contacto	Sin Contactos
<b>Prótesis parcial posterior sin piezas naturales en distal unilateral</b>	Espacio de 30 micras	Contacto	Sin contactos
<b>Presencia de canino en la prótesis</b>	Espacio de 30 micras	Contacto	Guía canina
<b>Ausencia de canino en la prótesis</b>	Espacio de 30 micras	Contacto	Función de grupo
<b>Prótesis parcial fija bilateral</b>	Ligero Contacto	Contacto	Función de grupo
<b>Prótesis parcial fija bilateral sin piezas distales</b>	Ligero contacto	Contacto	Sin contacto
<b>Prótesis anterior</b>	Espacio de 30 micras	Espacio de 30 micras	Solo protrusiva

Como se puede observar en la tabla, se hace patente la necesidad de diferenciar entre contactos ligeros y contactos apretando, debido a la presencia de LP en los dientes naturales. Es por esto por lo que en el estudio que se ha llevado a cabo se sugirió una diferenciación entre MI apretando al máximo y sin apretar (solo realizando contacto dentario). De esta forma, se intenta cubrir y estudiar as peculiaridades observadas en l

introducción, y las diferencias entre dientes e implantes explicadas en el primer apartado de este trabajo.

Los movimientos excursivos no producen vectores de fuerza axiales, por lo que deben eliminarse. Esto se hace patente, sobre todo, en las prótesis de sectores anteriores, donde se ha demostrado que las cargas provocan vectores de fuerza no axiales que deben evitarse debido a la ausencia del LP en los implantes.

Estas prótesis en el sector anterior deben protegerse, debido a las sobrecargas que pueden sufrir, por lo que deben evitarse los contactos en MI, además de permitir las funciones de grupo para no sobrecargar una sola pieza implantosoportada, como se muestra en la Figura 30. La función de grupo permite distribuir las fuerzas entre varios puntos, y no concentrarlas en un único sector o diente, evitando la sobrecarga y equilibrando la arcada dentaria. Se ha observado, por medio de la instauración de OPI, que nuestros pacientes obtenían un mejor equilibrado oclusal, haciéndose patente en una mejora en la satisfacción del paciente una vez terminado el estudio.



*Figura 30. Cuando la prótesis no incluye el canino, este debe proteger con la función canina. Cuando la prótesis incluye el canino, debe haber función de grupo para proteger la prótesis. Rilo 2008.*



Comparado con los dientes naturales, las piezas implantosoportadas deben recibir un menor porcentaje de carga, ya que carecen de ese LP capaz de resistir las sobrecargas que se puedan generar. Al hacer que haya contacto en la prótesis solo cuando se realiza una MI apretando fuerte, se consigue un porcentaje de carga menor en el diente implantosoportado con respecto a los dientes adyacentes. La mayor carga la recibirán dientes naturales con LP, lo que permite un equilibrado perfecto a lo largo de la arcada dentaria, y asegurarse un menor porcentaje sobre las prótesis.

Cuando se realiza una restauración de las zonas edéntulas en sectores posteriores, se produce una redistribución de las fuerzas oclusales a lo largo de la arcada dentaria, de forma que se equilibra el reparto de fuerzas, favoreciendo la fisiología del sistema estomatognático. Esto, unido a la instauración de una correcta guía incisiva y canina hace que se eliminen las fuerzas anómalas en las restauraciones, sobre todo en los sectores posteriores (21)(23). En la Figura 31 se muestra cómo se redistribuye la fuerza a lo largo de la arcada dentaria una vez se elimina la zona edéntula por medio de prótesis parcial implantosoportada. Se exhibe cómo aumenta el porcentaje de carga en la zona tratada, a la vez que disminuye en el lado contralateral, promoviendo el equilibrio entre las arcadas dentarias. Este es uno de los beneficios observados a la hora de instaurar una OPI en las prótesis parciales implantosoportadas, corroborado por los estudios de Zhou, el cuál recurrió a sistemas digitales de análisis oclusal para poder demostrar la redistribución de fuerzas. En la Figura 32 se muestra como varía el porcentaje de carga que recibe una prótesis con respecto a su diente contralateral tras la realización de OPI. Esto demuestra como la OPI produce un reparto de fuerzas que permite evitar la sobrecarga de las piezas implantosoportadas, además de conseguir la oclusión mutuamente protegida que nos



permite una mayor satisfacción subjetiva de los pacientes a la hora de realizar la oclusión. Esta información se confirma con los datos observados en nuestros resultados, donde la mayoría de los pacientes aseguraban sentirse más cómodos tras la instauración de OPI (21)(61). Un mayor equilibrio oclusal permite al sistema estomatognático del paciente trabajar en un régimen energético menor, siendo más cómodo para la musculatura masticatoria. Un menor gasto energético por parte de estas estructuras conlleva una mayor satisfacción por parte del paciente. Es por ello por lo que en nuestros resultados se observa como, tras la instauración de OPI, la satisfacción del paciente es creciente.

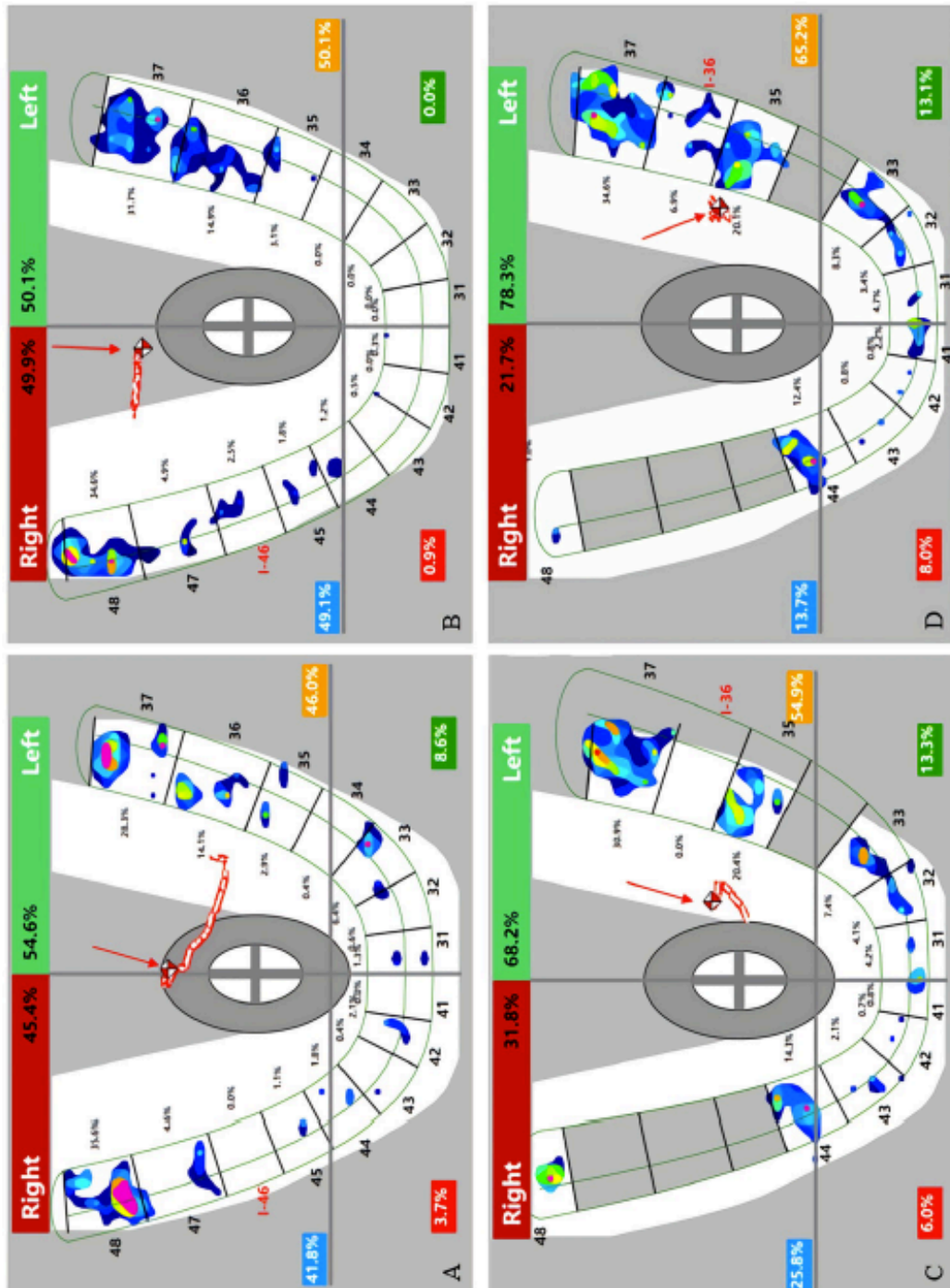


Figura 31. Redistribución de fuerzas tras la colocación de prótesis fija implantosoportada. Zhou 2011

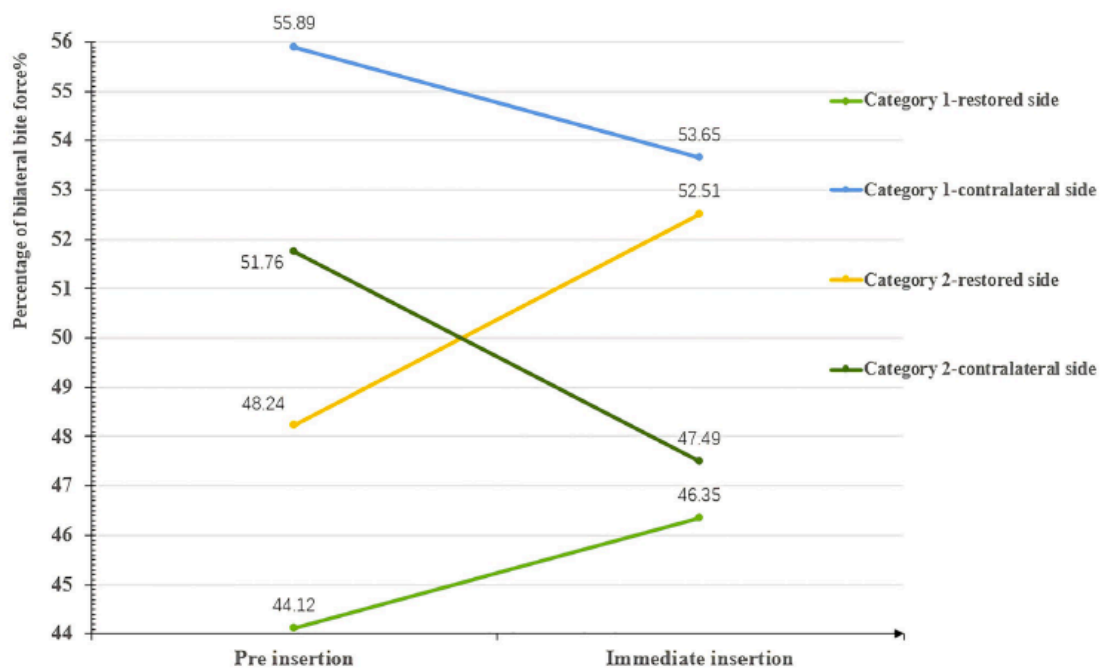


Figura 32. Variación de carga en cada hemiarcada después de la restauración. Zhou 2021

En la Figura 31 se puede observar como, tras la colocación de la pieza implantosoportada, se equipara el porcentaje de carga entre las dos hemiarcadas (imágenes A y B). En las imágenes C y D se puede ver como aumenta el porcentaje de carga en el lado donde se coloca la prótesis, ya que se gana una Unidad Dental Funcional. En la Figura 33 se puede ver como varia el porcentaje de fuerza de cada hemiarcada antes y después de restaurar la Unidad Dental Funcional.

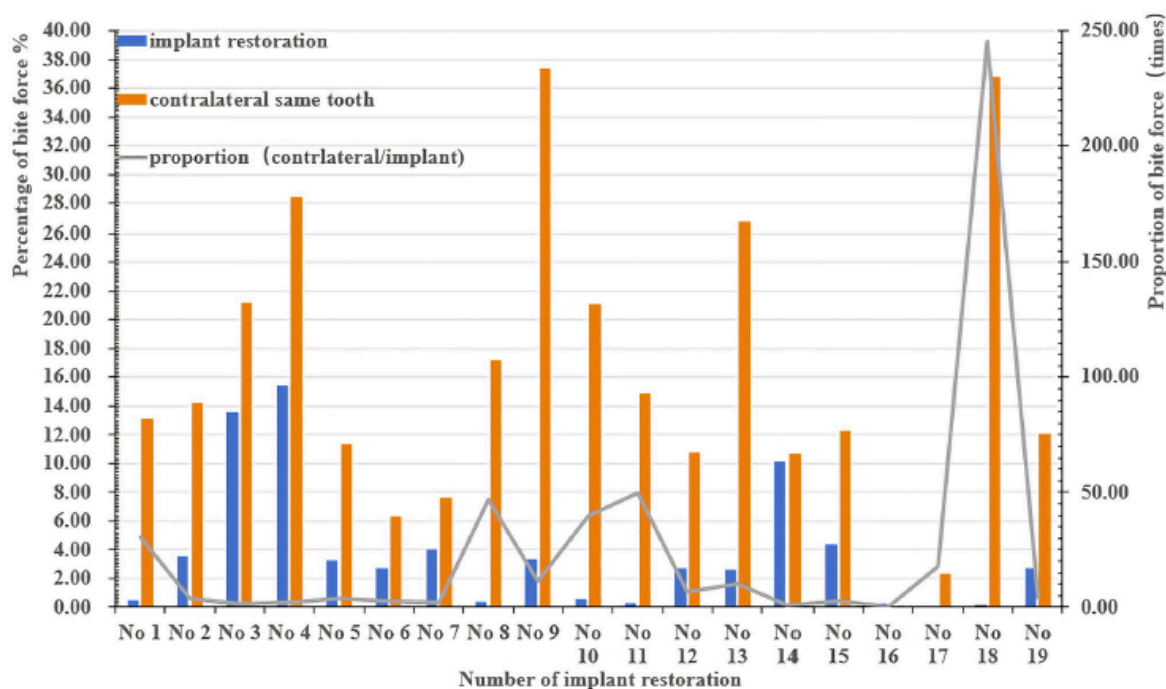


Figura 33. Diferencia de carga entre la prótesis implantosoportada y el diente contralateral. Zhou 2021

En el gráfico se observa como la oclusión en las prótesis implantosoportadas se implementa de forma que quede protegida por los dientes naturales circundantes. Esto hace que los dientes naturales tengan un mayor porcentaje de carga cuando se le pide al paciente realizar una MI con demanda consciente de morder (apretando) (21).

Para poder mantener ese contacto protésico más leve que en dientes naturales, los estudios de Zhou demostraron que se requiere de revisiones cada pocos meses. Esto se debe a la actividad fisiológica de los dientes naturales, que tienden a erupcionar hasta encontrar un tope que frene su movimiento. Dado que cuando se instaura la OPI, se tiende a dejar la oclusión de las piezas implantosoportadas a un nivel de carga inferior con respecto al resto de dientes naturales de la arcada dentaria, los dientes naturales antagonistas

erupcionan lo suficiente para igualar la carga oclusal. Se requiere de revisiones cada pocos meses para poder mantener la OPI tal y como la dejamos desde un primer momento, manteniendo el equilibrio oclusal y la oclusión mutuamente protegida. En la Figura 34 se puede advertir como las piezas implantosoportadas pueden aumentar su porcentaje de carga oclusal con el paso de los meses, debido a la erupción de los dientes naturales antagonistas. (21)(57) .

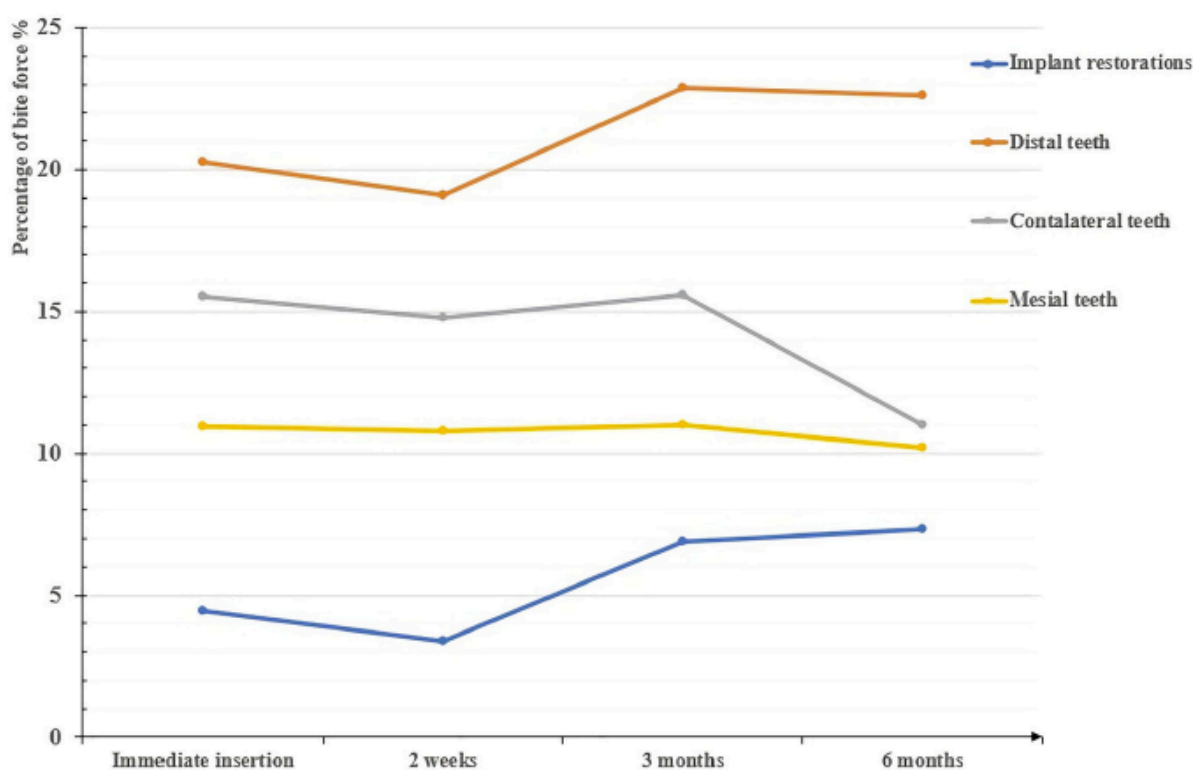
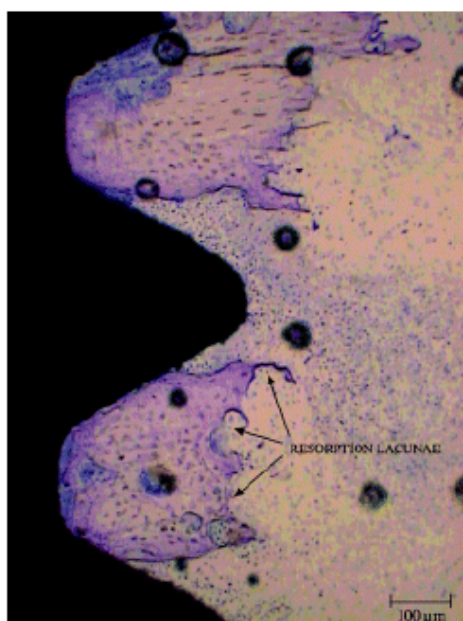


Figura 34. Cambio en el porcentaje de carga de prótesis con el paso del tiempo. Zhou 2021

La necesidad de instaurar una OPI en la que la prótesis tenga una menor importancia en el reparto de las cargas oclusales se explica también por la inexistencia de LP alrededor de los implantes y por la diferencia entre el módulo de elasticidad entre implantes y dientes. Esto hace que haya problemas de sobrecarga, sobre todo en la zona de la interfase

entre el implante y la corona, llevando a problemas como la periimplantitis o fallos mecánicos. No solo la sobrecarga lleva a este tipo de problemas mecánicos y biológicos, sino que la repetición excesiva de ciertos contactos oclusales o una duración anómala también lleva a la aparición de problemas relacionados con los implantes (73).

Duyck en 2014, para poder diferenciar las sobrecargas oclusales puntuales de aquellas que puedan ser perjudiciales para el sistema implantario, puntualizó que el termino “sobrecarga oclusal” debería usarse solamente en aquellos casos donde esta sobrecarga genere una reacción catabólica a nivel del hueso, tal y como se muestra en la Figura 35 (73)(74).



*Figura 35. Sobrecarga oclusal implantaria que desencadena una reacción catabólica ósea. (Duyck 2014)*

Es por lo descrito por Duyck por lo cual se debe de realizar un análisis más exhaustivo de la oclusión en este tipo de pacientes, y por lo que se hace necesario tener una metodología clara y precisa sobre cómo actuar de cara a no provocar efectos adversos sobre los trabajos realizados.



Los estudios de Zhou en 2021 demostraron que se requiere de equilibrio oclusal en la distribución de las fuerzas, maximizando esa distribución de fuerzas en los dientes adyacentes a las prótesis implantosoportadas. Con esta afirmación, pone de manifiesto la importancia de la instauración de una OPI, desechando la idea que poseen ciertos autores y odontólogos en la actualidad, diciendo que no es necesario un esquema oclusal propio de las prótesis parciales implantosoportadas. Si siguiésemos ese consejo, se realizaría un equilibrado oclusal en el que todas las piezas dentales (prótesis o no) posean aproximadamente el mismo porcentaje de participación en la oclusión, sin tener en cuenta la presencia de LP o la delicadeza de las prótesis implantosoportadas.

Además, en su estudio, Zhou asegura que la única forma de poder conseguir esa precisión en la distribución de las fuerzas es por medio del uso de software de análisis digital de la oclusión. Los métodos convencionales según Zhou son inexactos y requieren de una subjetividad que impide la precisión. Las marcas del papel de articular no tienen una correlación científica con respecto a los resultados obtenidos con el software. Hasta hace un tiempo, los softwares digitales de análisis de la oclusión se creían inexactos, poco fiables y con poca reproducibilidad. Recientes estudios, junto con las actualizaciones que han sufrido dichas aplicaciones han hecho que su percepción sea completamente diferente, de forma que son el método de elección para realizar los ajustes oclusales precisos, además de para diagnosticar el tipo de oclusión adecuado para cada caso (21)(61).

En nuestro estudio se puede observar como el grupo 2, en el que se realizó el ajuste oclusal y la instauración de la OPI por medio de métodos digitales, obtuvo mejores resultados en comparación al grupo 1. Las variables clave en esta comparación fueron la satisfacción general del paciente al acabar el estudio (donde el grupo 2 obtuvo un mayor porcentaje



de pacientes cuya satisfacción mejoró) y el número de prótesis que tiene contacto sin apretar tras la realización de OPI (donde el grupo 2 mostró un menor número de prótesis que hacían contacto cuando se le mandaba al paciente realizar una MI son apretar). Una de las razones por las que se incluye en nuestra metodología el uso de T-Scan III es que permite medir las cargas oclusales dentales antes de la rehabilitación oral para poder obtener una oclusión balanceada previa a la colocación de los implantes. Una vez colocados los implantes, nos permite cargar los implantes secuencialmente, eliminar puntos de contacto excesivos, prematuridades e interferencias, de forma fiable, rápida y exacta. El papel de articular solo permite determinar la colocación y la fuerza relativa y subjetiva de los contactos oclusales (65)(75). Zhou también destaca la neuroplasticidad existente en la superficie ósea cuando una prótesis implantosoportada se encuentra perfectamente adaptada y con una OPI instaurada, de forma que el *feedback* resultante favorece el perfecto funcionamiento del sistema estomatognático (21)(57). Esto repercute en la satisfacción general del paciente, ya que, una OPI adecuada reporta un equilibrio oclusal idóneo, favoreciendo la comodidad y la ausencia de futuros problemas en el sistema estomatognático. En relación a esta última afirmación, Naert demostró que la ausencia de una oclusión balanceada y de contactos bilaterales es una de las principales causas de pérdida de implantes y fracasos protésicos, demostrando una vez más la importancia de la instauración de una OPI para alargar la vida de las restauraciones (20). Aun así, el propio Naert asegura que se requiere, además de una sobrecarga oclusal, de una mala higiene e inflamación de los tejidos periimplantarios para que se produzca una pérdida de soporte óseo (73).

Pellicer-Chover llevó a cabo estudios sobre pacientes con prótesis implantosoportadas cuyos resultados concuerdan con los que obtuvo posteriormente Zhou. Concluyó que los



valores de carga oclusal obtenidos con el T-Scan III se mantenían estables los 12 meses posteriores a la instauración de OPI. Zhou, unos años más tarde afirmó lo mismo, pero con un periodo de mantenimiento de la estabilidad bastante inferior. Esto puede deberse a que los pacientes de Pellicer-Chover eran portadores de prótesis implantosoportadas más extensas que los pacientes de Zhou (76). En nuestro estudio no se pudo demostrar tal afirmación, ya que no se hicieron seguimientos de los casos.

Debido a esto, el control y mantenimiento periódico de las piezas implantosoportadas se hace necesario para poder mantener una buena salud de la prótesis y de la funcionalidad del sistema estomatognático. Esto, junto a la minimización de las fuerzas oclusales, puede producir un alargamiento de la vida media de la restauración.

Para minimizar las cargas oclusales sobre las piezas implantosoportadas, Luo corroboró que lo ideal es conseguir contactos ligeros en MI sobre dichas piezas. Su técnica fue la de conseguir contactos sobre las prótesis que difieran de los contactos sobre dientes naturales en unos fragmentos de segundo. Que los contactos protésicos ocurran en una fracción de segundo después que los contactos dentarios confirman los datos obtenidos en el estudio de este trabajo. Podemos observar cómo, tras la realización de OPI, los contactos sobre las prótesis implantosoportadas ocurrían en fracciones de segundo después de los contactos sobre dientes naturales. Esto nos pone de manifiesto además la presencia de un LP que se comprime en el momento que exigimos la máxima fuerza, y la necesidad de proteger a los implantes, cuya estructura anatómica no posee un LP que lo proteja (57).

La inexistencia de ese lapso de tiempo entre los contactos en dentición natural y las prótesis implantosoportadas se traduce en problemas en las prótesis e implantes. Además, este lapso de tiempo implica que se tenga que dejar en ligera infra-oclusión a la prótesis, por lo que, según Zhou, esto implica que haya movimientos de los dientes naturales, que



tienden a desplazarse hacia oclusal y mesial. Esto puede hacer que el centro de fuerzas pueda perder el equilibrio, por lo que deben hacerse equilibrados periódicos (57). Estos estudios donde se busca obtener información acerca del comportamiento de las piezas implantosoportadas tras la recepción de contactos oclusales excesivos no son del todo fiables, debido en gran parte a la imposibilidad de poder realizar dichos estudios sobre humanos (por ser poco éticos). En vez de sobre humanos, se realizan sobre animales, colocando cúspides artificiales inclinadas, de forma que nos puede permitir obtener cargas laterales excesivas para poder datos de sobrecarga (77).

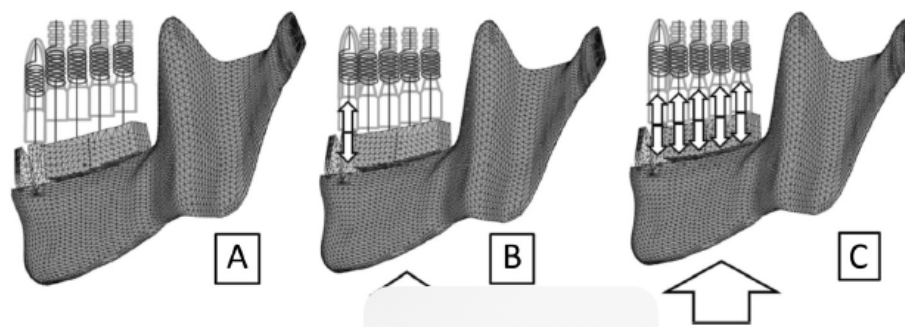
Estos ajustes oclusales, cuando se tienen en la misma arcada tanto dientes naturales como piezas implantosoportadas, se deben realizar combinando la MI sin demanda consciente de morder (sin apretar) con una MI apretando con todas las fuerzas. Esto nos permite ser fiables a la hora de obtener los resultados de la oclusión de las piezas, ya que, cuando no se aprieta, las piezas dentales protegen a las piezas implantosoportadas, como se muestra en la Figura 27 (siempre que se haya realizado bien la OPI). Es por ello que nuestro estudio usó tanto la MI son demanda consciente de morder, como la MI apretando (56). La metodología usada en este estudio demuestra que es la mejor forma de realizar el ajuste oclusal en este tipo de pacientes. Se ha demostrado que por medio de la alternancia entre MI apretando y sin apretar se consigue mejorar los contactos de la prótesis, adecuándolos al funcionamiento normal del sistema estomatognático, y mejorando la calidad de vida del paciente, en lo referente a los actos masticatorios. La reducción en el número de prótesis que tenían contacto post OPI en ambos grupos confirma que la metodología seguida por medio de la alternancia descrita anteriormente es eficaz para conseguir ese mimetismo de la prótesis con los dientes naturales. También se ha visto como la sensación del paciente durante la masticación se ha visto mejorada en ambos grupos, corroborando

esta afirmación. Esto nos permite dar respuesta a varios de los objetivos planteados en este estudio: podemos definir como ésta la metodología más fiable en la actualidad para instaurar una OPI, dando unos resultados adecuados, mejorando la satisfacción del paciente y permitiendo instaurar de una forma fácil una OPI que integra las prótesis parciales implantosoportadas junto con los dientes naturales del resto de las arcadas dentarias.

Los estudios de Omiri también nos pueden corroborar la información expuesta. Midió la fuerza que se ejercía sobre las piezas implantosoportadas en Newton (N), y la comparó con la ejercida en el lado contralateral del mismo paciente, en la que solo había dientes naturales. Observó que en el lado con las restauraciones implantosoportadas se conseguía un valor más bajo de N que en el lado contralateral con dientes naturales. Esto lleva a confirmar cómo el ajuste oclusal de las prótesis implantosoportadas hace que queden ciertas micras por debajo de los dientes naturales, de forma que durante la MI, se ejerce menos fuerza que sobre los dientes naturales. Se ve como la OPI instaurada en este estudio contribuye a afirmar los resultados obtenidos por Omiri, al dejar las coronas protésicas en cierta infraoclusión hasta que no se realiza una MI apretando con fuerza.

Estos valores de N y de sobrecarga oclusal también se ven afectados por los tipos de implantes y, sobre todo, de los pilares protésicos. Estudios de Sarfaraz demuestran que la elección de pilares puede inducir a diferencias en la transducción de la fuerza ejercida hacia la cortical del hueso, habiendo algunos pilares que soportan mejor las sobrecargas oclusales que otros pilares. Esto ratifica uno de los ítems de los que hablaba la OPI, en la que se comenta que la elección del pilar, de las estructuras protésicas y de los materiales protésicos afectan a la transmisión de fuerzas hacia el hueso (78).

Figura 36. Contactos oclusales dependiendo de la fuerza ejercida durante una MI. (Kayumi 2015)



En la Figura 36 se puede observar como las piezas dentales naturales se encuentran más “erupcionadas” que las piezas implantosoportadas. Cuando se realiza una MI sin demanda consciente de morder, solo contactan las piezas dentales. Si se aplica la máxima fuerza posible, el LP de los dientes naturales se comprime, entrando en juego las piezas implantosoportadas. De esta forma es como se protegen los implantes. Esto es lo que se ha buscado instaurar en la investigación que se ha llevado a cabo aquí por medio de la metodología descrita anteriormente. La prueba de que se consiguió este objetivo se observa al ver el número de prótesis que no hacen contacto cuando se le pide al paciente hacer una MI sin demanda consciente de morder, después de la instauración de OPI. Tal como se ha expuesto antes, la mayor parte de las prótesis no hacían contacto en una MI sin demanda consciente de morder, a la vez que en MI apretando, dichas prótesis tienen carga y actúan contra su antagonista.

Sin embargo, y, en contra de lo expuesto anteriormente, otros estudios comentan que la plasticidad de las piezas implantosoportadas y del sistema estomatognático hace que el esquema oclusal instaurado o resultante no tenga la suficiente importancia como para producir efectos adversos en el sistema implantario. Si que existen ciertas recomendaciones como que los contactos sean axiales, o que haya una diferencia de 10

micras entre la altura de un diente natural y el de una pieza implantosoportada cuando se realiza una MI sin demanda consciente de morder.

Si que influye en la aparición de efectos adversos sobre los implantes el tipo de material del que están hechos las coronas implantosoportadas. Aunque las coronas de material acrílico y resinas sean más amortiguadoras, los estudios sugieren que sufren mayor cantidad de roturas que los materiales cerámicos. Las fracturas de coronas acrílicas van entre el 4 y el 30%, mientras que las fracturas de coronas de cerámica van entre el 4 y el 17%. Esto es debido a que se trata de materiales menos resistentes y más maleables (79). Si se consigue eliminar la oclusión aberrante sobre estas coronas protésicas, se reduce significativamente el número de piezas que sufren fracturas o pérdida de componentes protésicos. Es por ello por lo que la OPI se hace necesario, alargando la vida de las prótesis. Con ello, además, conseguimos evitar el aflojamiento de las coronas implantosoportadas, y lo que ello conlleva (roturas de corona o de tornillos protésicos) (80). La mejora en la anatomía y el tratamiento de superficie de los implantes, la elección de un correcto ancho y largo del implante, además de los avances en las conexiones protésicas de estos, unido a la instauración de un esquema oclusal como el propuesto utilizando nuestra metodología, pueden conseguir una reducción en los efectos indeseados en este tipo de restauraciones. Esto responde a uno de los objetivos que nos planteamos, dejando claro que la instauración de OPI protege las estructuras naturales y protésicas (81)(82). Se demostró que los implantes estrechos sufren más fracturas y efectos adversos (83).

En el estudio que se ha llevado a cabo, se ha valorado como puede afectar el sexo y la edad a la oclusión del paciente, y su implicación en la salud de las prótesis



implantosoportadas. Omiri llegó a la conclusión que las mujeres ejercen menos fuerza oclusal que en hombres. Las causas que alega son una menor complejión muscular y un menor espacio del LP. Esto no se vio reflejado en nuestro estudio, posiblemente por una muestra insuficiente (84). En nuestro estudio se ha podido ver como los valores de EMG entre hombres y mujeres no tienen diferencias significativas. Se puede deber a que es una variable con demasiada inestabilidad y dependencia de otros factores, no solo de la potencia muscular. Depende en gran medida de los contactos oclusales de los pacientes. Es por eso por lo que se hace difícil una comparación de EMG entre sexos.

La edad si que influye en la fuerza que se ejerce en el sistema masticatorio, y en las piezas implantosoportadas. Con el aumento de la edad se pierde sensibilidad táctil y sensación, sobre todo en las zonas implantadas. Corroborado con los datos obtenidos en nuestro estudio. Como se observó en la Tabla 8, la sensación subjetiva del paciente mejoró en muchos pacientes de edades menores a 50 años, mientras que, en pacientes de más de 50 años, esa sensación subjetiva se mantuvo igual después de realizar OPI en muchos casos. Kazemi descubrió que, cuanta más edad tienen los pacientes, menos sensaciones y sensibilidad tienen, de forma que las ventajas subjetivas que se obtienen tras la realización de OPI no son percibidas de forma tan clara. Donde no se encontraron diferencias en la sensibilidad táctil fue entre dientes anteriores y posteriores, coincidiendo con los datos de nuestro estudio, donde tampoco se ven reflejadas diferencias entre las prótesis en un sector u otro de la arcada dentaria (29).

La edad también influye en el comportamiento del LP. Estudios como los de Benatti aseguran que existe cierta involución de las células que intervienen en el mantenimiento del LP con el paso de los años. Se produce un adelgazamiento y disminución de la queratinización, una pérdida de densidad de células en el LP, una pérdida de la síntesis



de colágeno y de la capacidad osteogénica de las células del LP. La capacidad osteoblastica y de regeneración de osteoblastos se ve reducida igualmente con la edad (85). En los resultados presentados se observa como disminuye el tiempo para que la prótesis haga contacto con el antagonista cuando aumenta la edad. Esto mantiene relación con lo estipulado por Benatti, ya que la disfunción que sufre el LP con el paso de los años, hace que pierda anchura y función. Cuando mandamos apretar en MI con demanda consciente de morder, el LP de los pacientes de edad más alta recorre menos camino hasta comprimirse, además de ser menos elástico, lo que se traduce en un menor tiempo para su compresión. Ohi demostró que el paso de los años produce una hipermetilación de los genes encargados del metabolismo del colágeno tipo I y tipo III presentes en el LP (86). Otros estudios como los de Denes enseñaron que la disfunción de las piezas dentales remanentes y de los procesos alveolares produce una atrofia y disfunción de las células del LP, por lo que cuando se colocan los implantes, no quedan células remanentes suficientes capaces de producir una buena neurointegración (87).

Con el paso de los años se hace patente que la odontología ha dejado de ser una actividad analógica, para introducirse cada vez con más rapidez en el mundo digital. Dicho mundo aporta una cantidad de ventajas, pero a su vez lleva consigo una serie de inconvenientes y una larga curva de aprendizaje con la que lidiar. En nuestra metodología se busca introducir dos de los sistemas digitales en auge ahora mismo, de cara a extraer todo su potencial y ponerlo a nuestro servicio para mejorar la calidad de vida de los pacientes.

La EMG ha demostrado, en numerosos estudios que es una herramienta eficaz para comprobar la influencia de las acciones en la cavidad oral a nivel del sistema estomatognático. Tanto problemas en la dentición y ATM como infecciones, actos



protésicos quirúrgicos u ortognáticos se ven reflejados en los valores de EMG de un paciente. Es por ello por lo que cada una de las acciones que realizamos sobre los dientes tiene repercusión en la actividad eléctrica de los músculos masticatorios, ya que son muy sensibles a los contactos oclusales que puedan surgir de forma natural o artificial en la boca. Ciertos estudios aseguran que los maseteros son los músculos más sensibles a dichos cambios, por lo que fueron los elegidos para ser monitorizados en el estudio que se llevó a cabo.

Cuando se realiza la EMG se detecta la diferencia, en la actividad eléctrica, entre la masticación con mayor o menor fuerza. Esta afirmación concuerda con el echo de que cuando existen interferencias y prematuridades la actividad eléctrica del músculo sube, subiendo por ende los valores de EMG. Estos contactos oclusales anómalos son los desencadenantes de un aumento de la actividad eléctrica en los músculos masticatorios, que deriva en muchos casos en una sensación de molestia o incluso dolor en el sistema estomatognático de los pacientes que poseen una oclusión desequilibrada. En este estudio, al realizar una OPI, donde se buscaba una oclusión mutuamente protegida, se eliminan estas interferencias y prematuridades, por lo que se equilibra la oclusión y se equilibran los valores de EMG. No tienden a disminuir de forma inmediata, ya que los músculos tienen un pequeño periodo de adaptación tras la realización de cambios en la oclusión, pero la sensación subjetiva del paciente tiende a mejorar, ya que la oclusión equilibrada determina un relajamiento del sistema estomatognático palpable por el paciente. Esto se hace patente en el estudio llevado a cabo, donde podemos ver que, tras la realización de OPI, la sensación subjetiva de la mayoría de los pacientes es mejor que al inicio del estudio (88). No así en los valores de EMG, donde podemos ver en los resultados que no



existen cambios significativos entre el antes y el después de la OPI. Esto se debe, como hemos dicho antes, a la dificultad de la musculatura de variar sus valores electromiográficos, ya que requieren de un pequeño periodo de adaptación. La metodología que seguimos realiza las mediciones de EMG inmediatamente después de la instauración de OPI, de tal forma que no se pueden captar las diferencias generadas tras la instauración de la OPI. Seguramente, en sucesivos estudios, debería hacerse un seguimiento prospectivo de la actividad electromiográfica, para poder valorar estos cambios a nivel muscular.

La EMG del sistema estomatognático no difiere en exceso entre pacientes dentados y pacientes con prótesis implantosoportadas parciales cuando se produce masticación de comida de tacto blando. Pero, si se introducen alimentos duros, se hace patente una falta de adaptabilidad por parte de los músculos masticatorios en el grupo de pacientes portadores de prótesis parciales implantosoportadas. Ante comidas de tacto blando la actividad eléctrica de los músculos maseteros es mucho menor que en alimentos de gran fuerza. Esto lo podemos equiparar a las peticiones de MI: sin demanda consciente de morder se asocia a alimentos de tacto blando, y apretando con fuerza para alimentos duros. Ante la ausencia de este tipo de receptores (principalmente por la ausencia del LP en los implantes), los músculos pierden ese *feedback*, por lo que no se adaptan a los cambios generados. Esto se demuestra en las curvas que efectúan los impulsos eléctricos generados por los músculos en una EMG, como demostraron los estudios de Grigoriadis (45). Aun así, se ha verificado que los ciclos masticatorios no difieren entre un paciente con prótesis parcial fija implantosoportada y un paciente totalmente dentado. Esto puede decirnos que se debe aplicar el mismo esquema oclusal en ambos casos, pero con las particularidades propias de la prótesis fija implantosoportada. Es por ello por lo que se

recomienda la OPI para estos casos (89). Además, las diferencias en los valores de EMG entre pacientes dentados o portadores de prótesis parciales fijas implantosoportadas son no significativas según Grigoriadis, por lo que esta es otra de las formas de demostrar que en nuestro estudio no se obtuviesen diferencias significativas entre las EMG de ambos grupos. Otra de las razones para que no hubiese diferencias significativas entre las dos EMG de los dos grupos es que los valores de carga de las prótesis suelen ser bajos (para evitar la sobrecarga de los implantes y que queden protegidos por los dientes naturales adyacentes). Al tener poco porcentaje de carga de la prótesis, su nivel de interacción en el sistema estomatognático (actividad muscular) es bajo, por lo que no se termina de reflejar en la EMG. A esta misma conclusión llegó Dutour en 2008, donde concluyó que los puentes implantosoportados no afectan casi nada a la actividad muscular durante la masticación (89).

Al afectar en poca medida al sistema estomatognático, se puede concluir que el porcentaje de carga de la prótesis no influye en la satisfacción general del paciente una vez acabado el estudio. Esta comodidad subjetiva del paciente se ve condicionada por el esquema oclusal que tenga el paciente, y la ausencia de prematuridades e interferencias, pero no se ve influida por el porcentaje de carga de la prótesis, ya que con la OPI suelen ser valores muy bajos que no influyen en la fisiología del sistema. La EMG no experimenta cambios significativos tras el equilibrado de la prótesis parcial implantosoportada, por lo que tampoco habrá cambios a nivel de la sensación subjetiva del paciente. Esto se hace patente en el estudio que hemos realizado, donde la actividad de la EMG no varía de manera significativa entre los estudios pre y post OPI. Tampoco se observa relación significativa entre la EMG y la satisfacción percibida por el paciente tras la realización de OPI.

En cuanto a la EMG relacionada con la edad, se concluyó que no hay diferencias

significativas entre las diferentes franjas de edad. Esto se corrobora con lo que dijo Dutour en 2007, donde sus estudios no vieron diferencias en la EMG entre diferentes edades, aunque hay que tener en cuenta que es una prueba muy variable y poco estable (90).

La relación entre la edad y la EMG puede explicarse a través de las diferencias en el ancho del LP con la edad. Con el paso de los años, el LP pierde su grosor y su actividad normal, lo que puede llevar a la aparición de prematuridades o interferencias, o sobrecargas oclusales que se derivan en cambios en la actividad electromiográfica. Aun así, en nuestro estudio no se reflejó este aspecto en los valores de EMG, aunque si muestra una tendencia hacia una disminución de la EMG cuando el tiempo para hacer contacto la prótesis disminuye. Esto se puede explicar de forma que, cuanto más bajo es el tiempo, mejor es el ajuste y equilibrado oclusal que se realiza. Un tiempo para alcanzar contacto bajo implica que se disminuye en gran medida la aparición de prematuridades e interferencias, o incluso se eliminan, de forma que la actividad muscular se vería favorecida, produciéndose una relajación de los músculos masticatorios. Una muestra más amplia hubiese aportado algo más de significación es este ámbito del estudio.

En cuanto a los métodos para analizar la oclusión del paciente, los sistemas convencionales de análisis de la oclusión han resultado en este estudio ser menos eficientes a la hora de conseguir sus objetivos. Se observó que en el grupo 2, en el cual la instauración de OPI se realizó por medio del uso de los sistemas digitales de oclusión, obtenían mejores resultados que aquellos pacientes a los que se le sometió al estudio por medio de métodos convencionales. Se puede observar como los pacientes del grupo 2 experimentan una mejora en cuanto al número de prótesis que tienen contacto tras OPI (en una MI sin apretar). Esto se traduce en una mayor facilidad a la hora de instaurar la

OPI cuando se usan medios digitales, en comparación al grupo 1 donde se usaban solo métodos convencionales. Damos respuesta así a uno de los objetivos planteados en el inicio, demostrando que la OPI es un procedimiento sencillo de instaurar, y más con el uso de métodos digitales.

El estudio que realizó Carey en 2007 dio a la luz que los sistemas convencionales son menos efectivos, debido a su subjetividad y a la falta de información que aportan. En dicho estudio comprobó como el aumento de la fuerza oclusal no produce un aumento igual de la intensidad del color o del tamaño de las marcas oclusales. A su vez, demostró que, en una arcada, la presencia de marcas del mismo tamaño e intensidad no implican que existan contactos de igual intensidad dentro de la arcada. Esto hace que los clínicos tengan muy complicado interpretar y servirse de los datos obtenidos solo con el papel de articular, posicionándose como un método inefectivo y poco fiable (91). Los datos obtenidos con los sistemas digitales de análisis de la colusión no se suelen corresponder con los obtenidos con las marcas oclusales del papel de articular cuando hablamos de intensidad. El papel de articular si que resulta de utilidad para poder localizar en la arcada dentaria aquellos contactos que nos localiza el software de oclusión (92). Unido a todo lo anterior, otra de las ventajas del uso del T-Scan III nos permite obtener valores más precisos y reproducibles. Podemos observar los cambios a lo largo del tiempo en la oclusión del paciente, ya que el software nos permite grabar diferentes oclusiones y compararlas con el tiempo.

Es por ello por lo que a la hora de realizar un equilibrado de la oclusión la mejor metodología es la de combinar el sistema digital con el papel de articular. Mientras que los softwares nos indican la intensidad de las fuerzas, las prematuridades, interferencias, el equilibrio entre el lado derecho e izquierdo, el equilibrio entre anterior y posterior y la

oclusión dinámica; el método convencional nos sirve para trasladar la información tridimensional del software en las superficies oclusales de las piezas dentales de la boca del paciente.

Toda esta información, junto con los datos obtenidos en este estudio nos permiten asegurar que los métodos digitales son la mejor forma de obtener el mejor esquema oclusal en cada situación, eliminando interferencias, prematuridades y las sobrecargas oclusales. Es el mejor sistema posible para la instauración de OPI (75)(91).

Una de las limitaciones que tienen los sistemas digitales de análisis de la oclusión es que no provee un vector de fuerzas total (el sumatorio de todas las fuerzas). Solo son capaces de proporcionar valores porcentuales relativos de fuerza, individualizados en cada caso, y como mucho, en cada hemiarcada (57). Con ello se es incapaz de medir la cantidad de fuerza que puede ejercer un paciente a la hora de morder con su máxima capacidad. Además, es dependiente de la forma en que el paciente produce el cierre de la boca, por lo que se tiene que entrenar al paciente para cerrar en la posición que nos interese (93). Existen actualmente estudios que buscan nuevas técnicas para cuantificar la fuerza ejercida durante los ciclos masticatorios dinámicos, como el modelo de elementos finitos anatómicos que realizó Röhrle en 2018. Dicho estudio fue capaz de obtener los vectores de fuerza resultantes, junto a la dirección, distribución a lo largo de la arcada y distribución de la presión en las caras oclusales (94).

Entre las limitaciones que se le pueden achacar a la EMG, uno de los principales es la sensibilidad excesiva de los maseteros que, aunque es útil para el diagnóstico de problemas y el tratamiento fisiológico de la cavidad oral, también es muy variable y volátil, ya que depende en exceso de la técnica de recogida de los datos (posicionamiento de los electrodos y momento en el que se graba la actividad eléctrica del músculo a lo

largo del arco de apertura y cierre de la arcada), del tipo de arcada dentaria del paciente y el número de dientes que posee o características del aparato de recogida de datos. Además, ciertos estudios aseguran que tanto la edad como el sexo determinan los valores de EMG obtenidos. Los hombres, al tener mayor complexión muscular, suele dar valores de EMG más grandes que las mujeres; pero la edad es aún controvertida y no se está seguro de que afecte a la actividad muscular.

A la vista de lo expuesto, se puede deducir que la metodología usada en este estudio resulta eficaz para poder instaurar un esquema oclusal adecuado para pacientes en los que convivan dientes naturales con prótesis parciales implantosoportadas. El echo de combinar diferentes tipos de MI, simulando así las diferentes situaciones que nos podemos encontrar durante la masticación, permiten ajustar la oclusión de las piezas dentales teniendo en cuenta las diferencias anatómicas y fisiológicas entre dientes naturales e implantes. La menor sensibilidad de implantes y su mayor susceptibilidad a sufrir problemas derivados de un mal esquema oclusal es un tema conocido en la literatura científica actual, a lo cuál hay que dar solución por parte de todos los odontólogos.

Hasta ahora, el uso de los métodos convencionales permitía poder realizar los ajustes necesarios de la mejor forma posible, pero con las limitaciones propias de los sistemas analógicos. En este estudio se ha presenciado la mejora en la instauración de OPI por medio del uso de metodologías que convienen sistemas analógicos con los últimos avances en softwares de análisis de la oclusión y de la actividad muscular. Esto posibilita una mayor precisión por parte del odontólogo y una mayor facilidad para poder realizar los tratamientos necesarios, siempre y cuando se superen las curvas de aprendizaje necesarias.



Podemos adoptar como una recomendación, para futuras investigaciones sobre este tema, la recopilación de porcentajes de carga de los dientes vecinos, para así poder comparar la carga de los implantes con respecto a los dientes naturales. A su vez, sería lógico monitorizar como se equilibra la oclusión antes y después de la adopción de la OPI.

Podemos considerar como aceptada la hipótesis planteada al inicio de este trabajo ya que la instauración de OPI ha servido para equilibrar las fuerzas a lo largo de la arcada dentaria, disminuyendo la fuerza ejercida sobre las piezas dentales implantosoportadas, preservando la salud de los implantes dentales. Además, se ha planteado una metodología combinando métodos analógicos y digitales que permite la instauración de OPI y la protección de las prótesis implantosoportadas de una forma más eficaz y fácil.

# CONCLUSIONES



## CONCLUSIONES

1. La OPI es el esquema oclusal que permite realizar un equilibrado oclusal adecuado para pacientes con prótesis parciales implantosoportadas, reduciendo la carga que reciben las piezas protésicas, adecuándolas a las características anatómicas y fisiológicas de los implantes.
2. El método digital es más efectivo que el método convencional, demostrando mejores resultados a la hora de instaurar la OPI. Por el contrario, requiere de más tiempo, inversión y de una curva de aprendizaje.
3. Este estudio sienta una base para poder guiar a los profesionales en el uso combinado de métodos digitales y convencionales para analizar la oclusión en cualquier tipo de paciente, no solo en pacientes con prótesis parciales fijas implantosoportadas.
4. Los implantes poseen una menor sensibilidad y adaptabilidad que los dientes naturales (protegidos por el LP), por lo que se hace necesario instaurar una serie de actos que los protejan. Esto lleva ligado una mejora en la satisfacción del paciente durante la masticación, ya que se adecúa el esquema oclusal a la particularidad de la prótesis usada.
5. Lo más importante a la hora de conseguir un tratamiento eficaz y una buena satisfacción por parte del paciente es conseguir un equilibrio oclusal que asegure estabilidad y salud al sistema estomatognático, siendo la OPI el principal valedor de esto. Las sensaciones subjetivas del paciente se ven afectadas de forma favorable por la instauración de OPI, y, dado que la edad es inversamente proporcional a la percepción de sensibilidad, es importante destacar que los jóvenes tienen una mejor adaptabilidad y satisfacción ante este esquema oclusal.

# BIBLIOGRAFÍA





## BIBLIOGRAFÍA

1. Romanos GE, Delgado-Ruiz R, Sculean A. Concepts for prevention of complications in implant therapy. *Periodontol 2000*. 2019;81(1):7–17.
2. Khoury-Ribas L, Ayuso-Montero R, Willaert E, Peraire M, Martinez-Gomis J. Do implant-supported fixed partial prostheses improve masticatory performance in patients with unilateral posterior missing teeth? *Clin Oral Implants Res*. 2019;30(5):420–8.
3. Swaminathan Y, Rao G. Implant Protected Occlusion. *J Dent Med Sci*. 2013;11(3):20–5.
4. Meyer G, Fanghänel J, Proff P. Morphofunctional aspects of dental implants. *Ann Anat [Internet]*. 2012;194(2):190–4. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.aanat.2011.09.006>
5. Yuan JCC, Sukotjo C. Occlusion for implant-supported fixed dental prostheses in partially edentulous patients: A literature review and current concepts. *J Periodontal Implant Sci*. 2013;43(2):51–7.
6. Kumar L, Rao J, Singh K. Osseoperception in Implants Supported Prosthesis - A Review. 2012;(March 2016).
7. Zhou T, Mirchandani B, Li X-X, Mekcha P, Buranawat B. Quantitative parameters of digital occlusal analysis in dental implant supported restorative reconstruction recent 5 years: a systematic review. *Acta Odontol Scand [Internet]*. 2022;0(0):1–17. Available from: <https://doi.org/10.1080/00016357.2022.2077980>
8. Gotfredsen K. A 10-year prospective study of single tooth implants placed in the anterior maxilla. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2012;14(1):80–7.



9. Graves C V., Harrel SK, Rossmann JA, Kerns D, Gonzalez JA, Kontogiorgos ED, et al. The Role of Occlusion in the Dental Implant and Peri-implant Condition: A Review. *Open Dent J.* 2016;10(1):594–601.
10. Michalakis KX, Calvani P, Hirayama H. Biomechanical considerations on tooth-implant supported fixed partial dentures. *J Dent Biomech.* 2012;3(1):1–16.
11. Oliveira A, Bessa A, Dias F, Oliveira A. Clinical applications of occlusion principles in implantology - Narrative review. *J Surg Peridontology Implant Res.* 2019;1(1):40–5.
12. Mohan Bhatnagar V, Karani JT, Khanna A, Badwaik P, Pai A. Osseoperception: An implant mediated sensory motor control- A review. *J Clin Diagnostic Res.* 2015;9(9):ZE18–20.
13. Susaníbar F. Aspectos fisiológicos de los receptores estomatognáticos y su importancia en la terapia de motricidad orofacial. *ResearchGate [Internet].* 2015;1(2):65. Available from:  
file:///C:/Users/carolina/Downloads/ASPECTOSFISIOLOGICOSDELOSRECEPTORESESTOMATOGNTICOSYSUIMPORTANCIAENLATERAPIADEMOTRICIDADOROFACIAL (1).pdf
14. Morris Mizraji A, Bianchi R, Manns Freese A. Actas Odontológicas Sistema estomatognático Stomatognathic system. *Actas Odontológicas.* 2012;IX(2):35–47.
15. Shupe GE, Wilson A, Lockett CR. The effect of oral tactile sensitivity on texture perception and mastication behavior. *J Texture Stud.* 2019;50(4):285–94.
16. Guyton A, Hall J. Tratado de Fisiología médica. In: 11th ed. Barcelona: Elsevier; 2008. p. 572–83.



17. Haggard P, de Boer L. Oral somatosensory awareness. *Neurosci Biobehav Rev* [Internet]. 2014;47:469–84. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.neubiorev.2014.09.015>
18. Koyano K, Esaki D. Occlusion on oral implants: Current clinical guidelines. *J Oral Rehabil*. 2015;42(2):153–61.
19. Lee JH, Kweon HHI, Choi SH, Kim YT. Association between dental implants in the posterior region and traumatic occlusion in the adjacent premolars: A long-term follow-up clinical and radiographic analysis. *J Periodontal Implant Sci*. 2016;46(6):396–404.
20. Naert I, Duyck J, Vandamme K. Occlusal overload and bone/implant loss. *Clin Oral Implants Res*. 2012;23(SUPPL.6):95–107.
21. Zhou T, Wongpaiojpanich J, Sareethammanuwat M, Lilakhunakon C, Buranawat B. Digital occlusal analysis of pre and post single posterior implant restoration delivery: A pilot study. *PLoS One* [Internet]. 2021;16(7 July):1–21. Available from: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0252191>
22. Sheridan RA, Decker AM, Plonka AB, Wang HL. The Role of Occlusion in Implant Therapy: A Comprehensive Updated Review. *Implant Dent*. 2016;25(6):829–38.
23. Abichandani S, Bhojaraju N, Guttal S, Srilakshmi J. Implant protected occlusion: A comprehensive review. *Eur J Prosthodont*. 2013;1(2):29.
24. Glišić M, Stamenković D, Grbović A, Todorović A, Marković A, Trifković B. Analysis of load distribution in tooth-implant supported fixed partial dentures by the use of resilient abutment. *Srp Arh Celok Lek*. 2016;144(3–4):188–95.
25. Babu CS, Reveredo AM, Priya KS, Pandurangappa R, Jnanadev K. Evaluation of



- Active Tactile Perception of Single Tooth Implant Prosthesis. *Int J Oral Implantol Clin Res.* 2013;4(1):1–6.
26. Lim WH e., Liu B, Mah SJ, Chen S, Helms JA. The molecular and cellular effects of ageing on the periodontal ligament. *J Clin Periodontol.* 2014;41(10):935–42.
27. Yilmaz G, Laine CM, Tinastepe N, Özyurt MG, Türker KS. Periodontal mechanoreceptors and bruxism at low bite forces. *Arch Oral Biol [Internet].* 2019;98(March 2018):87–91. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.archoralbio.2018.11.011>
28. Borges Radaelli MT, Idogava HT, Spazzin AO, Noritomi PY, Boscato N. Parafunctional loading and occlusal device on stress distribution around implants: A 3D finite element analysis. *J Prosthet Dent.* 2018;120(4):565–72.
29. Kazemi M, Geramipannah F, Negahdari R, Rakhshan V. Active tactile sensibility of single-tooth implants versus natural dentition: A split-mouth double-blind randomized clinical trial. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2014;947–55.
30. Madani AS, Nakhaei M, Alami M, Haghi HR, Moazzami SM. Post-insertion posterior single-implant occlusion changes at different intervals: A T-scan computerized occlusal analysis. *J Contemp Dent Pract.* 2017;18(10):927–32.
31. Batista M, Bonachela W, Soares J. Progressive recovery of osseoperception as a function of the combination of implant-supported prostheses. *Clin Oral Implants Res.* 2008;19(6):565–9.
32. Tao J, Wang D, Jin A, Xue J, Hu S, Yu H. The role of gingival mechanoreceptors in the tactile function of dental implants. *Neurosci Lett [Internet].* 2022;774(February):136502. Available from:



<https://doi.org/10.1016/j.neulet.2022.136502>

33. Enkling N, Nicolay C, Utz KH, Jöhren P, Wahl G, Mericske-Stern R. Tactile sensibility of single-tooth implants and natural teeth. *Clin Oral Implants Res.* 2007;18(2):231–6.
34. Bakshi P, Thakur S, Kulkarni S. Perception by Osseointegrated Dental Implants Supporting a Fixed Prosthesis: A Prospective Study. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2017;32(6):1346–50.
35. Habre-Hallage P, Dricot L, Jacobs R, van Steenberghe D, Reyckler H, Grandin CB. Brain plasticity and cortical correlates of osseoperception revealed by punctate mechanical stimulation of osseointegrated oral implants during fMRI. *Eur J Oral Implantol.* 2012;5(2):175–90.
36. Song D, Shujaat S, Politis C, Orhan K, Jacobs R. Osseoperception following dental implant treatment: A systematic review. *J Oral Rehabil.* 2022;49(5):573–85.
37. Zhang XG, Tang T, Zhao ZH, Zheng LL, Ding Y. Visualization analysis of research frontiers and trends in nerve regeneration and osseoperception in the repair of tooth loss. *Neural Regen Res.* 2014;9(22):2013–8.
38. Gulati M, Anand V, Govila V, Jain N, Rastogi P, Bahuguna R, et al. Periodontio-integrated implants: A revolutionary concept. *Dent Res J (Isfahan)* [Internet]. 2014;11(2):154–62. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24932184><http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=PMC4052639>
39. Ma L, Xiang L, Yao Y, Yuan Q, Li L, Gong P. CGRP-alpha application: A potential treatment to improve osseoperception of endosseous dental implants.



- Med Hypotheses. 2013;81(2):297–9.
40. Clemente F, Hakansson B, Cipriani C, Wessberg J, Kulbacka-Ortiz K, Brånemark R, et al. Touch and Hearing Mediate Osseoperception. *Sci Rep* [Internet]. 2017;7:1–11. Available from: <http://dx.doi.org/10.1038/srep45363>
  41. Enkling N, Utz MDK, Dent PM. Osseoperception : Active Tactile Sensibility of. 2010;(December 2018):1159–67.
  42. Corpas L dos S, Lambrichts I, Quirynen M, Collaert B, Politis C, Vrielinck L, et al. Peri-implant bone innervation: Histological findings in humans. *Eur J Oral Implantol*. 2014;7(3):283–92.
  43. González-Gil D, Dib-Zaitum I, Flores-Fraile J, López-Marcos J. Importance of Osseoperception and Tactile Sensibility during Masticatory Function in Different Prosthetic Rehabilitations: A Review. *Med*. 2022;58(1).
  44. Piancino MG, Bracco P, Vallelonga T, Merlo A, Farina D. Effect of bolus hardness on the chewing pattern and activation of masticatory muscles in subjects with normal dental occlusion. *J Electromyogr Kinesiol* [Internet]. 2008;18(6):931–7. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jelekin.2007.05.006>
  45. Grigoriadis A, Trulsson M. Excitatory drive of masseter muscle during mastication with dental implants. *Sci Rep*. 2018;8(1):1–8.
  46. Avivi-Arber L, Lee JC, Sessle BJ. Effects of incisor extraction on jaw and tongue motor representations within face sensorimotor cortex of adult rats. *J Comp Neurol*. 2010;518(7):1030–45.
  47. Svensson KG, Trulsson M. Impaired force control during food holding and biting in subjects with tooth- or implant-supported fixed prostheses. *J Clin Periodontol*.



- 2011;38(12):1137–46.
48. Guzmán-Venegas RA, Palma FH, Biotti P JL, de la Rosa FJB. Spectral components in electromyograms from four regions of the human masseter, in natural dentate and edentulous subjects with removable prostheses and implants. *Arch Oral Biol.* 2018;90(September 2017):130–7.
  49. Chen KW, Lin TM, Liu PR, Ramp LC, Lin HJ, Wu CT, et al. An analysis of the implant-supported overdenture in the edentulous mandible. *J Oral Rehabil.* 2013;40(1):43–50.
  50. Wiens JP, Priebe JW. Occlusal stability. *Dent Clin North Am* [Internet]. 2014;58(1):19–43. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cden.2013.09.014>
  51. Flanagan D. Bite force and dental implant treatment: A short review. *Med Devices Evid Res.* 2017;10:141–8.
  52. Afrashtehfar KI, Qadeer S. Computerized occlusal analysis as an alternative occlusal indicator. *Cranio - J Craniomandib Pract.* 2016;34(1):52–7.
  53. Misch CE. *Implantología Contemporánea.* 4th ed. Resnik R, editor. Barcelona: Elsevier; 2020.
  54. Robert B. Kerstein, DMD a and John Radke, BM M b. Computer-guided Occlusal Treatment Improves the Smoothness, Timing,. *J Adt&T.* 2019;1(ISSN 2640-1932):11–7.
  55. Carlsson GE. Dental occlusion: Modern concepts and their application in implant prosthodontics. *Odontology.* 2009;97(1):8–17.
  56. Kayumi S, Takayama Y, Yokoyama A, Ueda N. Effect of bite force in occlusal adjustment of dental implants on the distribution of occlusal pressure: comparison among three bite forces in occlusal adjustment. *Int J Implant Dent*



- [Internet]. 2015;1(1):1–10. Available from: <http://dx.doi.org/10.1186/s40729-015-0014-2>
57. Luo Q, Ding Q, Zhang L, Xie Q. Analyzing the occlusion variation of single posterior implant-supported fixed prostheses by using the T-scan system: A prospective 3-year follow-up study. *J Prosthet Dent.* 2020;123(1):79–84.
  58. Goldstein G, Goodacre C, Taylor T. Occlusal Schemes for Implant Restorations: Best Evidence Consensus Statement. *J Prosthodont.* 2021;30:84–90.
  59. Chang M, Chronopoulos V, Mattheos N. Impact of excessive occlusal load on successfully-osseointegrated dental implants: a literature review. *J Investig Clin Dent.* 2013;4(3):142–50.
  60. Viña-Almunia J, Pellicer-Chover H, García-Mira B, Romero-Millán J, Peñarrocha-Oltra D, Peñarrocha-Diago M. Influence of occlusal loading on peri-implant inflammatory cytokines in crevicular fluid: a prospective longitudinal study. *Int J Implant Dent.* 2020;6(1).
  61. Roque MA, Gallucci GO, Lee SJ. Occlusal Pressure Redistribution with Single Implant Restorations. *J Prosthodont.* 2017;26(4):275–9.
  62. Chaithanya R, Sajjan S, Raju AR. A study of change in occlusal contacts and force dynamics after fixed prosthetic treatment and after equilibration – Using Tekscan III. *J Indian Prosthodont Soc.* 2019;19(1):9–19.
  63. Qadeer S, Kerstein R, Kim RJY, Huh JB, Shin SW. Relationship between articulation paper mark size and percentage of force measured with computerized occlusal analysis. *J Adv Prosthodont.* 2012;4(1):7–12.
  64. Bozhkova TP. The T-SCAN System in Evaluating Occlusal Contacts. *Folia Med (Plovdiv).* 2016;58(2):122–30.



65. Cotruță AM, Mihăescu CS, Tănăsescu LA, Mărgărit R, Andrei OC. Analyzing the morphology and intensity of occlusal contacts in implant-prosthetic restorations using t-scan system. *Rom J Morphol Embryol.* 2015;56(1):277–81.
66. Röhrle O, Saini H, Ackland DC. Occlusal loading during biting from an experimental and simulation point of view. *Dent Mater.* 2018;34(1):58–68.
67. Dib-Zakkour J, Flores-Fraile J, Montero-Martin J, Dib-Zakkour S, Dib-Zaitun I. Evaluation of the Effectiveness of Dry Needling in the Treatment of Myogenous Temporomandibular Joint Disorders. *Med.* 2022;58(2):1–13.
68. Dib A, Montero J, Sanchez JM, López-Valverde A. Electromyographic and patient-reported outcomes of a computer-guided occlusal adjustment performed on patients suffering from chronic myofascial pain. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal [Internet].* 2015 Mar 1 [cited 2017 Nov 12];20(2):e135–43. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25475783>
69. Poli O, Manzon L, Niglio T, Ettore E, Voza I. Masticatory force in relation with age in subjects with full permanent dentition: A cross-sectional study. *Healthc.* 2021;9(6):1–9.
70. Mattheos N, Schitteck Janda M, Zampelis A, Chronopoulos V. Reversible, Non-plaque-induced loss of osseointegration of successfully loaded dental implants. *Clin Oral Implants Res.* 2013;24(3):347–54.
71. Lewis MB, Klineberg I. Prosthodontic considerations designed to optimize outcomes for single-tooth implants. A review of the literature. *Aust Dent J.* 2011;56(2):181–92.
72. E Nuzzolese, M M Lepore, I Cukovic-Bagic FM, Vella and G Di. Forensic sciences and forensic odontology. *Int Dent J.* 2008;58(2009):342–8.



73. Duyck J, Vandamme K. The effect of loading on peri-implant bone: A critical review of the literature. *J Oral Rehabil.* 2014;41(10):783–94.
74. Grütter L, Belser UC. Implant loading protocols for the partially edentulous esthetic zone. *Int J Oral Maxillofac Implants* [Internet]. 2009;24 Suppl:169–79. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19885444>
75. Koos B, Godt A, Schille C, Göz G. Präzision eines instrumentellen Analyseverfahrens der Okklusion und ihrer resultierenden Kraftverteilung im Zahnbogen. *J Orofac Orthop.* 2010;71(6):403–10.
76. Pellicer-Chover H, Viña-Almunia J, Romero-Millán J, Peñarrocha-Oltra D, García-Mira B, Peñarrocha-Diago M. Influence of occlusal loading on peri-implant clinical parameters. A pilot study. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal.* 2014;19(3):1–6.
77. Sadowsky SJ. Occlusal overload with dental implants: a review. *Int J Implant Dent.* 2019;5(1).
78. Sarfaraz H, Paulose A, Shenoy KK, Hussain A. A three-dimensional finite element analysis of a passive and friction fit implant abutment interface and the influence of occlusal table dimension on the stress distribution pattern on the implant and surrounding bone. *J Indian Prosthodont Soc.* 2015;15(3):229–36.
79. Aglietta M, Siciliano VI, Zwahlen M, Brägger U, Pjetursson BE, Lang NP, et al. A systematic review of the survival and complication rates of implant supported fixed dental prostheses with cantilever extensions after an observation period of at least 5 years. *Clin Oral Implants Res.* 2009;20(5):441–51.
80. Kreissl ME, Gerds T, Muche R, Heydecke G, Strub JR. Technical complications of implant-supported fixed partial dentures in partially edentulous cases after an



- average observation period of 5 years. *Clin Oral Implants Res.* 2007;18(6):720–6.
81. Cordaro L, Torsello F, Rocuzzo M. Implant loading protocols for the partially edentulous posterior mandible. *Int J Oral Maxillofac Implants* [Internet]. 2009;24 Suppl:169–79. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19885444>
82. Ding X, Liao SH, Zhu XH, Zhang XH, Zhang L. Effect of diameter and length on stress distribution of the alveolar crest around immediate loading implants. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2009;11(4):279–87.
83. Baggi L, Cappelloni I, Di Girolamo M, Maceri F, Vairo G. The influence of implant diameter and length on stress distribution of osseointegrated implants related to crestal bone geometry: A three-dimensional finite element analysis. *J Prosthet Dent* [Internet]. 2008;100(6):422–31. Available from: [http://dx.doi.org/10.1016/S0022-3913\(08\)60259-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0022-3913(08)60259-0)
84. Al-Omiri MK, Sghaireen MG, Alhijawi MM, Alzoubi IA, Lynch CD, Lynch E. Maximum bite force following unilateral implant-supported prosthetic treatment: Within-subject comparison to opposite dentate side. *J Oral Rehabil.* 2014;41(8):624–9.
85. Lossdörfer S, Kraus D, Jäger A. Aging affects the phenotypic characteristics of human periodontal ligament cells and the cellular response to hormonal stimulation in vitro. *J Periodontal Res.* 2010;45(6):764–71.
86. Benatti BB, Silverio KG, Casati MZ, Sallum EA, Nociti FH. Influence of aging on biological properties of periodontal ligament cells. *Connect Tissue Res.* 2008;49(6):401–8.
87. Denes BJ, Mavropoulos A, Bresin A, Kiliaridis S. Influence of masticatory hypofunction on the alveolar bone and the molar periodontal ligament space in



- the rat maxilla. *Eur J Oral Sci.* 2013;121(6):532–7.
88. van der Bilt A. Assessment of mastication with implications for oral rehabilitation: A review. *J Oral Rehabil.* 2011;38(10):754–80.
89. Grigoriadis A, Johansson RS, Trulsson M. Adaptability of mastication in people with implant-supported bridges. *J Clin Periodontol.* 2011;38(4):395–404.
90. Mishellany-Dutour A, Renaud J, Peyron MA, Rimek F, Woda A. Is the goal of mastication reached in young dentates, aged dentates and aged denture wearers? *Br J Nutr.* 2008;99(1):121–8.
91. Kerstein RB, Radke J. Clinician accuracy when subjectively interpreting articulating paper markings. *Cranio - J Craniomandib Sleep Pract.* 2014;32(1):13–23.
92. Carey JP, Craig M, Kerstein RB, Radke J. Determining a Relationship Between Applied Occlusal Load and Articulating Paper Mark Area. *Open Dent J.* 2007;1(1):1–7.
93. Lee SM, Lee JW. Computerized occlusal analysis: Correlation with occlusal indexes to assess the outcome of orthodontic treatment or the severity of malocclusion. *Korean J Orthod.* 2016;46(1):27–35.
94. Röhrle O, Saini H, Lee PVS, Ackland DC. A novel computational method to determine subject-specific bite force and occlusal loading during mastication. *Comput Methods Biomech Biomed Engin [Internet].* 2018;21(6):453–60.  
Available from: <https://doi.org/10.1080/10255842.2018.1479744>

# ANEXOS





## ANEXO I

Impreso CEI-A1

### HOJA DE INFORMACIÓN AL PARTICIPANTE Y CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN EN PERSONAS CONPLENA CAPACIDAD

**Título: OCLUSIÓN BIO-FISIOLÓGICA PROTECTORA EN PORÓTESIS  
PARCIALES IMPLANTOSOPORTADAS**

**I.P.: Ibrahim Dib Zaitun**

#### Introducción

Se le ha invitado a participar en un estudio de investigación. Por favor, tómese el tiempo que necesite para leer la siguiente información y consultar lo que desee. Pregúntele al/la investigador/a de este estudio si hay algo que no le queda claro o si desea obtener más información.

*Los objetivos del proyecto son los de aplicar una "Oclusión Protectora de Implantes" (OPI) en prótesis parciales implantosoportadas y al mismo tiempo intentar conseguir una oclusión mutuamente protegida o al menos eliminar los contactos prematuros y las interferencias en los movimientos excéntricos en la prótesis y los dientes naturales vecinos. Se pretende demostrar que el uso del software de T-Scan y electromiografía son herramientas más útiles, necesarias y efectivos que el papel articular (método convencional) para poder instaurar un esquema oclusal adecuado en este tipo de situaciones. Se busca además evitar posibles daños futuros sobre las prótesis implantosoportadas y mejorar la eficiencia de masticación y la salud del sistema estomatognático.*

*Nuestros objetivos son de esta forma intentar ver la efectividad del uso de los software digitales de análisis oclusales en conjunción con el uso de sistemas de electromiografía y, tras la instauración de OPI, observarsu repercusión en la fisiología del aparato estomatognático del paciente, en su eficiencia masticatoria, ensu comodidad y en la biomecánica que hace que la prótesis tenga una gran durabilidad.*

*El estudio se encuentra financiado en parte por la empresa Klockner® y se llevará a cabo por los investigadores presentes en este proyecto de investigación. Se enmarca dentro del Programa de Doctoradode Ciencias de la Salud de la Universidad de Salamanca.*

#### Objetivo del estudio

El objetivo del estudio es analizar las siguientes situaciones:

- Comprobar la eficiencia de los sistemas digitales de análisis oclusal con respecto a los métodosconvencionales.
- Instaurar un sistema de oclusión adecuado para el correcto funcionamiento y biomecánica de lasprótesis implantosoportadas.
- Busca instaurar una actividad fisiológica y saludable del sistema estomatognático, comodidad parael paciente

Este proyecto ha sido informado favorablemente por el Comité de Bioética de la Universidad



de Salamanca y sigue las recomendaciones éticas de la declaración de Helsinki.

### **Procedimientos**

*Al inicio del proceso, se le entregará un cuestionario sobre sus datos personales y su nivel de comodidad con su estado bucal actual.*



*Una vez terminado el cuestionario, se procede a la realización de los actos que consistirán en la instauración del esquema de oclusión ideal en cada caso. Dicho proceso no requiere más que el tallado selectivo de ciertas zonas de sus piezas dentales tanto naturales como artificiales hasta que el investigador vea conveniente para alcanzar los objetivos. Se podrá ayudar de los métodos convencionales o digitales que vea convenientes en cada caso.*

*Finalmente, se realizarán las mediciones necesarias con electromiografía (EMG) para valorar la fisiología del sistema masticatorio.*

Durante la realización del estudio Ud. tendrá que acudir dos veces a la consulta. Durante el primer acto se rellena el formulario descrito anteriormente y se realizan los procedimientos expuestos en el apartado anterior. En este caso, el paciente solo tendrá que seguir las instrucciones para morder y realizar los movimientos excéntricos que le pida el investigador.

En la segunda visita se realiza un control del trabajo realizado, se rellena un segundo formulario para comprobar el grado de comodidad actual del paciente y se realizan nuevas mediciones con los sistemas de análisis digitales de la oclusión y EMG.

### **Principio de no maleficencia: Riesgos y molestias**

La participación en este estudio no produce ninguna molestia, y no implica riesgo alguno para la salud. Únicamente se podrá notar un cierto cambio de percepción a la hora de morder o realizar lateralidades, siempre buscando la mayor comodidad del paciente.

### **Cesión de datos o muestras**

En caso de que sus muestras y/o sus datos sean cedidos a otros grupos de investigación, se realizará siempre según la legislación vigente, con sus datos codificados, y para realizar exclusivamente estudios relacionados con los objetivos de este trabajo, y con previa autorización del Comité de Bioética de la Universidad de Salamanca. En caso de que los objetivos del trabajo de investigación propuesto por otros grupos de investigación sean diferentes a los del presente proyecto, se le solicitará un nuevo consentimiento.

### **Principio de autonomía y beneficios de su participación: Participación y retirada voluntarias**

Usted puede decidir libremente si desea o no tomar parte en este estudio, la participación es totalmente voluntaria. Si decide participar, sigue teniendo la posibilidad de retirarse en cualquier momento y sin tener que dar explicaciones, y sin penalización alguna ni consecuencias negativas para Ud. Su decisión de retirarse no le afectará para nada. Si decide participar, debe comprometerse a realizar lo mejor posible lo que le indique el equipo investigador.

*Se compromete a llegar puntualmente y en condiciones normales (en un estado descansado y despejado) a la sesión del estudio. Esto es importante porque los resultados de este estudio pueden verse alterados por factores como la fatiga, el estrés, el uso de fármacos en condiciones de algunos tratamientos médicos, etc.*

### **Derecho a la información**

Aunque Ud. no se beneficie directamente de su participación en este estudio, estará colaborando en el desarrollo del conocimiento científico en el ámbito de la odontología

La información se le hará llegar *en el momento en que se termine de realizar las investigaciones con cada paciente, recibiendo estas las conclusiones que el investigador ha sacado del caso en particular que se está estudiando.*

### **Confidencialidad y medidas de seguridad**

Toda la información utilizada durante este estudio se tratará de manera estrictamente confidencial de acuerdo con la política de privacidad (ver hoja adjunta).

“Se ha establecido un sistema de anonimización efectivo que no permite la identificación posterior de los participantes. En ningún caso se juntarán los consentimientos otorgados, donde sí se identifica a los participantes, con los cuestionarios o el resto de información utilizada en el estudio. En el uso que se realice de los resultados del estudio, con fines de docencia, investigación y/o publicación, se respetará siempre la debida anonimización de los datos de carácter personal, de modo que los participantes de la investigación no resultarán identificados o identificables”



Si los resultados del estudio fueran susceptibles de publicación en revistas científicas, en ningún momento se proporcionarán datos personales de los/las participantes en esta investigación.

Es importante que no comente las características de los procedimientos o los objetivos de este estudio hasta que haya concluido toda la investigación.

**Datos de contacto del equipo investigador:**

Nombre: Ibrahim Dib Zaitun

Teléfono: 625416362

Nombre: Juan Dib Zakkour

Teléfono: 699247361



## **POLÍTICA DE PRIVACIDAD**

### **¿Quién trata sus datos?**

El responsable del tratamiento de sus datos es:  
Universidad de Salamanca  
C.I.F. Q3718001E  
C/ Patio de las Escuelas Menores, nº 1  
C.P. 37008, Salamanca

### **¿Cómo puede contactar con nuestro delegado de protección de datos?**

El delegado de protección de datos es la persona encargada de supervisar que cumplimos las normas sobre protección de datos y ayudarte. Si tienes alguna duda o consulta sobre cómo tratamos los datos puedes contactar con el delegado de protección de datos en: [dpd@usal.es](mailto:dpd@usal.es)

### **¿Para qué tratamos sus datos? ¿Por qué y con qué base legal tratamos tus datos?**

Trataremos sus datos con el fin de gestionar su participación en el Proyecto de Investigación. Sus datos serán tratados en virtud de:

Su consentimiento (artículo 6.1.a) RGPD), para participar en el Proyecto, y la publicación de los resultados, en su caso, con relación a las referencias biográficas cuya publicación pudiera ser necesaria en el Proyecto.

Cumplimiento de una misión realizada en interés público o en el ejercicio de poderes públicos conferidos al responsable del tratamiento (art. 6.1.e) RGPD) conforme a las competencias atribuidas a la Universidad en virtud de los artículos 1 y 39 y siguientes de Ley Orgánica 6/2001, de 21 de diciembre, de Universidades.

### **¿Con quién compartimos sus datos?**

- Únicamente se comunicarán los datos sin necesidad de otorgar consentimiento a requerimiento de autoridades.

En estos casos, la Universidad antes de poner los datos a disposición de terceros se asegura de que estas autoridades solicitan y acceden a los datos de acuerdo con las Leyes.

### **¿Cuánto tiempo conservaremos los datos?**

- Los datos se utilizarán durante toda la investigación hasta, en su caso, la emisión de un informe o la publicación de los resultados de la misma.
- La información se conservará debidamente bloqueada por los periodos adicionales necesarios para la prescripción de eventuales responsabilidades legales.
- La información con valor histórico se conservará de forma indefinida previa aprobación de la Comisión de Expurgo en virtud de lo regulado en la Ley 16/1985, de 25 de junio, del Patrimonio Histórico Español y la normativa específica aplicable en su caso

### **¿Cómo protegemos la información?**

Como Administración pública, aplicamos las medidas técnicas y organizativas que nos dicta el Esquema Nacional de Seguridad. Este contempla una serie de recomendaciones para tratar de garantizar la seguridad de los sistemas de información y así evitar el robo, alteración o accesos no autorizados a datos. En caso de subcontratación de servicios, exigiremos y velaremos para que el encargado del tratamiento aplique medidas análogas a las del Esquema Nacional de Seguridad.

### **¿Qué derechos tiene?**

Para poder mantener en todo momento el control sobre sus datos tienes derecho a acceder a su información personal, así como a solicitar la rectificación de los datos inexactos o, en su caso, solicitar su cancelación o supresión. En determinadas circunstancias, y por motivos relacionados con su situación particular, podrá oponerse al tratamiento de sus datos. De igual forma, puede ejercer el derecho de limitación del tratamiento de su información personal, solicitándonos su conservación y también la portabilidad de sus datos.

El ejercicio de derechos es personal y por ello necesitamos identificarle de modo inequívoco. Puedes ejercer tus derechos de dos modos:

- Mediante el envío de un mensaje de correo electrónico.



Para ello, utilice esta dirección: [dpd@usal.es](mailto:dpd@usal.es). Únicamente atenderemos las solicitudes que se realicen desde cuentas de correo electrónicos proporcionadas por la Universidad de Salamanca o que consten en nuestras bases de datos previa identificación de su titular.

▪ Mediante la presentación de un escrito en nuestro Registro o por correo postal dirigido a: Secretaría General

Universidad de Salamanca.

C.I.F. Q3718001E

C/ Patio de las Escuelas Menores, nº 1

C.P. 37008, Salamanca

Debes aportar la siguiente documentación acreditativa:

- Acreditación de la identidad del interesado mediante cualquier documento válido, como DNI o pasaporte.
- Nombre y apellidos del interesado o, cuando corresponda, de la persona que le represente, así como el documento acreditativo de tal representación.
- Petición en que se concreta la solicitud.
- Dirección a efectos de notificaciones, fecha y firma del solicitante.
- Documentos acreditativos de la petición que formulas, si corresponde.
- En caso de la rectificación o cancelación, indicación del dato a rectificar o cancelar y la causa que lo justifica.

**¿Quién garantiza sus derechos? ¿Ante quién puede reclamar?**

En caso de que desee presentar una reclamación u obtener información adicional sobre la regulación del tratamiento de datos personales en España, la autoridad competente es la Agencia Española de Protección de Datos (Jorge Juan, 6 28001-Madrid).



## CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PERSONAS CON PLENA CAPACIDAD

### Título:

Yo (*Nombre, Apellidos y DNI*) \_\_\_\_\_

He podido hacer preguntas sobre el estudio.

He recibido suficiente información sobre el estudio.

He leído la hoja de información que se me ha entregado.

Estoy informado del modo en que serán tratados mis datos.

He hablado con el/la Investigador/a \_\_\_\_\_

Comprendo que mi participación es voluntaria.

Comprendo que puedo retirarme del estudio:

1º Cuando quiera.

2º Sin tener que dar explicaciones.

3º Sin que tenga ninguna repercusión negativa.

Acepto voluntariamente participar en el Proyecto y autorizo el uso de toda la información obtenida.

Entiendo que recibiré una copia firmada de este consentimiento informado.

\_\_\_\_\_  
Firma del/la participante

\_\_\_\_\_  
Fecha

\_\_\_\_\_  
Nombre y firma del/la investigador/a

\_\_\_\_\_  
Fecha



## REVOCACIÓN DEL CONSENTIMIENTO

Revoco el consentimiento prestado en fecha \_\_\_\_\_ para participar en el proyecto titulado  
“ \_\_\_\_\_ ” y, para que así conste, firmo la  
presente revocación.

En \_\_\_\_\_, a \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 20 \_\_\_\_.

Firma del/la participante

Fecha

Nombre y firma del/la investigador/a

Fecha



## CONSENTIMIENTO PARA EL TRATAMIENTO DE DATOS Y CESIÓN DE DERECHOS DE IMAGEN PARA LA INVESTIGACIÓN

D./Doña \_\_\_\_\_, con DNI \_\_\_\_\_, con pleno conocimiento y facultades, autorizo:

- El tratamiento de los datos para los fines de la investigación descrita en el documento de Consentimiento Informado adjunto a la presente autorización.
- La fijación, grabación y uso de imágenes y audio.

### a.- Fines generales del tratamiento de datos.

Trataremos sus datos con el fin de gestionar su participación en el Proyecto de Investigación titulado \_\_\_\_\_ . Sus datos serán tratados en virtud de:

- Su consentimiento (artículo 6.1.a) RGPD), para participar en el Proyecto, para el tratamiento de su imagen y la publicación de los resultados, en su caso, con relación a las referencias biográficas cuya publicación pudiera ser necesaria en el Proyecto.
- Cumplimiento de una misión realizada en interés público o en el ejercicio de poderes públicos conferidos al responsable del tratamiento (art. 6.1.e) RGPD) conforme a las competencias atribuidas a la Universidad en virtud de los artículos 1 y 39 y siguientes de Ley Orgánica 6/2001, de 21 de diciembre, de Universidades.

### b.- Registros de imagen o sonido.

En el marco del desarrollo de la investigación se obtendrán fotografías, o registros de audio o vídeo. Ud. Autoriza a la Universidad de Salamanca al uso, edición, difusión y explotación de las imágenes exclusivamente para fines docentes y de investigación. En caso de utilización, se asegurará que el afectado nunca sea identificado por su nombre ni mediante información alguna que le haga identificable, salvo que conste consentimiento expreso y específico al efecto.

Todo ello con la única salvedad y limitación de aquellas utilizaciones o aplicaciones que pudieran atentar a los derechos garantizados en la Ley Orgánica 1/1982, de 5 de mayo, de Protección Civil al Derecho al Honor, la Intimidad Personal y familiar y a la Propia Imagen, así como del pleno respeto de las previsiones específicas del art. 4 de la Ley Orgánica 1/1996, de 15 de enero, de protección jurídica del menor.

### c.- Otra información relevante para la garantía de derechos en materia de protección de datos:

#### ¿Quién es el responsable del tratamiento?

El responsable del tratamiento de sus datos es:

Universidad de Salamanca

CIF: Q-3718001-E

C/ Patio de las Escuelas Menores, nº 1

C.P. 37008, Salamanca.

#### ¿Cómo obtenemos la información personal?

Mediante la formalización de este impreso de consentimiento.

#### ¿A quiénes comunicamos o cedemos los datos? Destinatarios de la información.

Los datos no serán comunicados ni cedidos a ningún tercero, salvo que los mismos sean exigibles por los Jueces y tribunales u otra autoridad pública en el ejercicio de sus funciones y de acuerdo con lo dispuesto en la normativa específica aplicable en su caso.

#### ¿Durante cuánto tiempo conservamos los datos?

Los datos personales proporcionados se conservarán durante el periodo de desarrollo del proyecto de investigación.

La información se conservará debidamente bloqueada por los periodos adicionales necesarios para la prescripción de eventuales responsabilidades legales.



La información con valor histórico se conservará de forma indefinida previa aprobación de la Comisión de Expurgo en virtud de lo regulado en la Ley 16/1985, de 25 de junio, del Patrimonio Histórico Español y la normativa específica aplicable en su caso.

### ¿Cómo protegemos la información?

Como Administración Pública, aplicamos las medidas técnicas y organizativas que nos dicta el Esquema Nacional de Seguridad. Este contempla una serie de recomendaciones para tratar de garantizar la seguridad de los sistemas de información y así evitar el robo, alteración o accesos no autorizados a datos.

### ¿Cómo puede ejercer los derechos regulados?

Para poder mantener en todo momento el control sobre sus datos tienes derecho acceder a su información personal, así como a solicitar la rectificación de los datos inexactos o, en su caso, solicitar su cancelación o supresión. En determinadas circunstancias, y por motivos relacionados con su situación particular, podrá oponerse al tratamiento de sus datos. De igual forma, puede ejercer el derecho de limitación del tratamiento de su información personal, solicitándonos su conservación y también la portabilidad de sus datos.

El ejercicio de derechos es personal y por ello necesitamos identificarle de modo inequívoco. Puede ejercer sus derechos de dos modos:

- Mediante el envío de un mensaje de correo electrónico.

Para ello, utilice esta dirección: [dpd@usal.es](mailto:dpd@usal.es). Únicamente atenderemos las solicitudes que se realicen desde cuentas de correo electrónicos proporcionadas por la Universidad de Salamanca o que consten en nuestras bases de datos previa identificación de su titular.

- Mediante la presentación de un escrito en nuestro Registro o por correo postal dirigido a:

Secretaría General

Universidad de Salamanca

C/ Patio de las Escuelas Menores, nº 1

C.P. 37008, Salamanca.

Debe aportar la siguiente documentación acreditativa:

- Acreditación de la identidad del interesado mediante cualquier documento válido, como DNI o pasaporte.
- Nombre y apellidos del interesado o, cuando corresponda, de la persona que le represente, así como el documento acreditativo de tal representación.
- Petición en que se concreta la solicitud.
- Dirección a efectos de notificaciones, fecha y firma del solicitante.
- Documentos acreditativos de la petición que formule, si corresponde.
- En caso de la rectificación o cancelación, indicación del dato a rectificar o cancelar y la causa que lo justifica.

### ¿Quién garantiza los derechos? ¿Ante quién puede reclamar?

En caso de que desee presentar una reclamación u obtener información adicional sobre la regulación del tratamiento de datos personales en España, la autoridad competente es la Agencia Española de Protección de Datos (Jorge Juan, 6 28001-Madrid).

Fdo. \_\_\_\_\_





El Comité de Bioética de la Universidad de Salamanca, en su reunión ordinaria celebrada el día 16 de diciembre de 2021, ha considerado las circunstancias que concurren en el proyecto de investigación titulado “*OCCLUSIÓN FISIOLÓGICA PROTECTORA EN IMPLANTOLOGÍA*”, que tiene como investigador/a principal a el/la Dr/a.Ibrahim Dib Zaitum

A la vista de la documentación presentada, este Comité ha acordado **informar favorablemente** el proyecto de investigación con nº de registro 587, ya que cumple los requisitos éticos requeridos para su ejecución.

Y para que así conste lo firmo en Salamanca a 16 de diciembre de 2021

**MUÑOZ DE LA PASCUA LUIS  
JOSE**

- 31238752Z

2021.12.17 08:01:03 +01'00'

Firmado por CALVO ANDRES JOSE  
JULIAN - 07793011J el día  
17/12/2021 con un certificado  
emitido por AC FNMT Usu



### ANEXO III

Nombre:

Sexo:

Edad:

Apellidos:

Teléfono:

Pieza Nº:

Antagonista:

Paciente Nº:

¿Desde hace cuanto tiempo lleva la prótesis?

¿Prótesis atornillada o cementada?

¿Sensación intraoral del paciente a la hora de masticar antes del tratamiento?

(Dolor, desequilibrio lado derecho/izquierdo, punto alto...)

¿Sensación intraoral del paciente a la hora de masticar después del tratamiento?

¿Sensación extraoral del paciente antes del tratamiento?

¿Sensación extraoral del paciente después de tratamiento?