

**TRABAJO FIN DE MÁSTER EN CIENCIAS
ODONTOLÓGICAS**

**ANÁLISIS OCLUSAL
COMPUTERIZADO FRENTE A
MÉTODOS CONVENCIONALES
PARA UN CORRECTO AJUSTE EN
PRÓTESIS IMPLANTOSOPORTADAS
EN PACIENTES PARCIALMENTE
EDÉNTULOS**



Facultad de Odontología

Departamento de Estomatología

DIEGO CAÑADAS LOZANO

Sevilla, 2014

ANÁLISIS OCLUSAL COMPUTERIZADO FRENTE A
MÉTODOS CONVENCIONALES PARA UN CORRECTO
AJUSTE EN PRÓTESIS IMPLANTOSOPORTADAS EN
PACIENTES PARCIALMENTE EDÉNTULOS

AUTOR

Diego Cañadas Lozano

TUTORES

Diego Cañadas Rodríguez

Eugenio Cordero Acosta

Máster oficial en ciencias odontológicas

Departamento de estomatología

Universidad de Sevilla

2014

D. Diego Cañadas Rodríguez, profesor titular de prótesis y oclusión del Departamento de Estomatología de la Universidad de Sevilla y **D. Eugenio Cordero Acosta**, profesor asociado del mismo departamento, HACEN CONSTAR:

Que el trabajo presentado por D. Diego Cañadas Lozano con el título “ANÁLISIS OCLUSAL COMPUTERIZADO FRENTE A MÉTODOS CONVENCIONALES PARA UN CORRECTO AJUSTE EN PRÓTESIS IMPLANTOSOPORTADAS EN PACIENTES PARCIALMENTE EDÉNTULOS”, ha sido realizado bajo nuestra tutorización como trabajo de investigación fin de máster dentro del Máster Oficial de Ciencias Odontológicas cursado por el interesado. Cumpliendo con los requisitos para su presentación.

Fdo. Diego Cañadas Rodríguez

Fdo. Eugenio Cordero Acosta

ÍNDICE

I. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
1. <u>PRINCIPIOS GENERALES</u>	1
2. <u>OCLUSIÓN</u>	3
2.1 <u>DEFINICIÓN</u>	3
2.2 <u>AJUSTE OCLUSAL EN DENTICIÓN NATURAL</u>	5
2.3 <u>TEORÍAS DE OCLUSIÓN</u>	10
2.3.1 <u>Balanceada bilateral</u>	10
2.3.2 <u>Mutuamente protegida</u>	11
2.3.3 <u>Long centric</u>	11
2.4 <u>GUÍAS OCLUSALES</u>	12
2.5 <u>PATOLOGÍA DE LA OCLUSIÓN</u>	14
2.6 <u>OCLUSIÓN FISIOLÓGICA</u>	20
3. <u>DEL DIENTE NATURAL AL IMPLANTE OSEOINTEGRADO</u>	26
3.1 <u>DIFERENCIAS ENTRE DIENTES E IMPLANTES</u>	27
3.2 <u>¿COMBINACIÓN IMPLANTE-DIENTE NATURAL?</u>	32
4. <u>OCLUSIÓN SOBRE IMPLANTES EN PACIENTES PARCIALMENTE EDÉNTULOS</u>	35
4.1 <u>CONSIDERACIONES EN OCLUSIÓN SOBRE IMPLANTES</u>	35

4.2	<u>COMPLICACIONES DERIVADAS DE LA SOBRECARGA IMPLANTARIA</u>	38
4.2.1	<u>Pérdida ósea crestral</u>	38
4.2.2	<u>Aflojamiento del tornillo</u>	41
4.2.3	<u>Fractura del tornillo</u>	42
4.2.4	<u>Fractura del material</u>	42
4.3	<u>ESTRATEGIAS DE DISEÑO EN TRATAMIENTOS CON IMPLANTES</u>	43
4.4	<u>ELECCIÓN DE LA RESTAURACIÓN PROTÉSICA</u>	46
4.5	<u>SEGUIMIENTO Y MONITORIZACIÓN DE LOS IMPLANTES</u>	46
4.6	<u>CUESTIONES ESPECÍFICAS DE AJUSTE OCLUSAL EN CASOS DE PRÓTESIS SOBRE IMPLANTES</u>	47
4.7	<u>APLICACIONES CLÍNICAS PARA CORRECTA OCLUSIÓN SOBRE IMPLANTES</u>	53
4.8	<u>¿ES EL AJUSTE DEFINITIVO O SE PRODUCEN CAMBIOS?</u>	55
5.	<u>INSTRUMENTOS RELACIONADORES Y REGISTROS INTERMAXILARES PARA ANÁLISIS Y CORRECTO AJUSTE DE LA OCLUSIÓN</u>	58
5.1	<u>INSTRUMENTOS RELACIONADORES</u>	58
5.2	<u>REGISTROS INTERMAXILARES</u>	59
5.2.1	<u>Estáticos: Ceras, siliconas y laminados</u>	60
5.2.2	<u>Dinámicos: Fotoclusión y T-scan</u>	62
5.3	<u>SENSIBILIDAD, PRECISIÓN Y FIABILIDAD DE LOS REGISTROS INTERMAXILARES</u>	66

5.4 DESARROLLO HISTÓRICO: DE LAS TIRAS OCLUSALES
AL T-SCAN III 76

II	<u>HIPÓTESIS DE ESTUDIO</u>	90
III	<u>OBJETIVOS</u>	92
	1. OBJETIVO GENERAL	92
	2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	92
IV	<u>MATERIAL Y MÉTODO</u>	93
	1. BÚSQUEDA BIBLIOGRÁFICA	93
	2. DISEÑO DE ESTUDIO	94
V	<u>RESULTADOS</u>	98
VI	<u>DISCUSIÓN</u>	100
VII	<u>CONCLUSIÓN</u>	104
VIII	<u>REFERENCIAS</u>	106

I. INTRODUCCIÓN

1. PRINCIPIOS GENERALES

El aparato estomatognático es el conjunto de órganos y tejidos cuya principal función es la masticación. Este aparato lo constituyen diferentes partes, pudiéndose subdividir en dientes y arcadas dentarias, unidad alveolodentaria, maxilares, articulación temporomandibular, sistema muscular y sistema nervioso (Imagen 1).

Una arcada completa está compuesta de 32 dientes (incisivos, caninos, premolares y molares) cada uno con una forma para una determinada función (corte, desgarrar, pretrituración y trituración). Esta morfología de cúspides, fosas y puntos de contacto determinará una relación entre dientes adyacentes y ocluyentes, que marcarán la oclusión del sujeto. Existen cúspides funcionales (vestibulares inferiores y palatinas superiores en normoclusión) y no funcionales (vestibulares superiores y linguales inferiores en normoclusión) (1).

Cuando los dientes de ambas arcadas entran en contacto durante movimientos masticatorios se genera una fuerza oblicua hacia delante, esta fuerza se puede descomponer en vectores de fuerza, existiendo uno vertical y otro horizontal:

- El componente horizontal relacionará los dientes con los adyacentes a través del área o superficie de contacto, siendo la función de ésta, el proteger la papila interdental, evitar acúmulo alimenticio y transmitir este componente de las fuerzas oclusales.

- El componente vertical de la fuerza es el que se transmite del diente al hueso a través del ligamento periodontal, transformando las fuerzas compresivas en fuerzas de tracción, lo que provoca una mejor respuesta en el hueso (estimula la regeneración y salud ósea).

La articulación temporomandibular es la más funcional de todo el organismo, prácticamente está en constante funcionamiento. Es una diartrosis por

la capacidad de movimiento que posee, con presencia de un menisco para compatibilizar las superficies. Este menisco es un disco fibroso con forma de lente bicóncava que está sujeto por los ligamentos meniscales. Dentro de esta articulación podemos encontrar dos partes a distinguir:

- Menisco-temporal: Es de encaje recíproco y permite desplazamiento entre si
- Córdilo- meniscal: Es de tipo condílea y permite la rotación.

Los ligamentos articulares intrínsecos y extrínsecos terminarán de conformar la estructura, dando estabilidad al conjunto articular.

Los músculos de la masticación los dividiremos en principales:

- Masetero
- Temporal
- Pterigoideo interno o medial y externo o lateral
- Vientre anterior del digástrico, milohioideo y geniioideo.

Y accesorios: - Musculatura infrahioidea

- Musculatura del cuello
- Musculatura facial

El periodonto de inserción de la unidad alveolodentaria se compone de muchos tipos de fibras, destacando las fibras oblicuas que transforman las fuerzas compresivas en traccionales, estimulando la regeneración y salud ósea. Este periodonto permitirá la adaptación, amortiguación y transformación de las fuerzas generadas en la oclusión.

La masticación del aparato estomatognático se produce a través de ciclos masticatorios de unos 0,7 segundos, de los cuales solamente unos 0,2 seg están en contacto oclusal los dientes. La fuerza de masticación máxima será de 50 kg/cm², pero oscila entre los 10-20 kg/cm² en situaciones normales como las comidas.

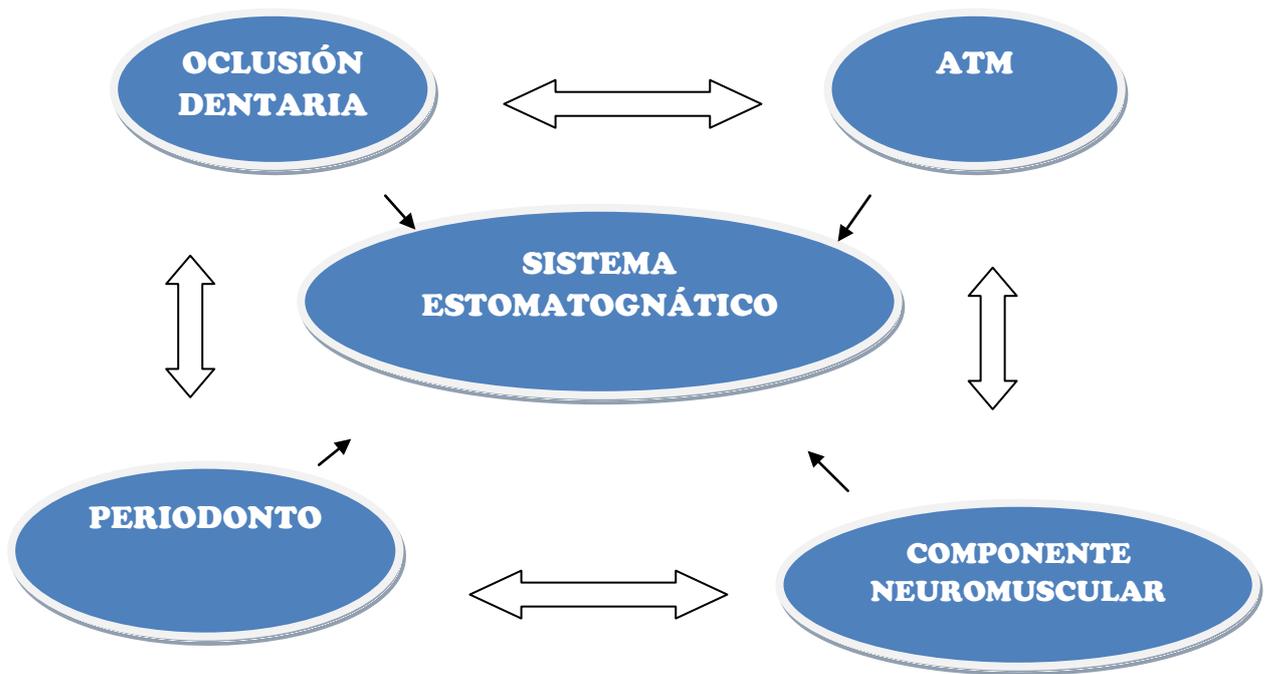


Imagen 1

2. OCLUSIÓN

2.1 Definición

Podemos considerar la oclusión, como una especialidad de la estomatología que estudia la compatibilidad y relación existente entre la dinámica condilar y la morfología oclusal. Dawson definía la oclusión ideal como la armonía anatómica y funcional basada en el equilibrio de los componentes que la integran (2)

La articulación temporomandibular es la que se encargará de permitir esta dinámica condilar. Ya hemos visto que se trata de una diartrosis, siendo la articulación más funcional y móvil de todo el organismo, presentando un menisco para compatibilizar la superficie temporal y condilar.

La dinámica condilar dará lugar a posiciones mandibulares diferentes respecto al maxilar, definiéndose 2 posiciones básicas:

- a) **Máxima intercuspidad:** Es aquella posición maxilomandibular en la que hay máximo engranaje intercuspideo. Se refiere a una posición dentaria, analizando como se relacionan los dientes entre sí.
- b) **Relación céntrica:** Es aquella posición de referencia condilar en la que el cóndilo está lo más posterior y superior en la cavidad glenoidea, sin ser forzada, permitiendo movimientos de apertura, cierre y lateralidad.

La dinámica mandibular, tomando como referencia un punto a nivel dentario, marcará una trayectoria determinada en cada plano, siendo representado por el esquema de posselt en el plano sagital, gnatograma de gysi en el plano horizontal, y esquema de brill y osborne en el plano frontal. Conformando tridimensionalmente el bicuspoide funcional (Imagen 2) que delimitará todos aquellos movimientos mandibulares posibles en los tres planos del espacio.

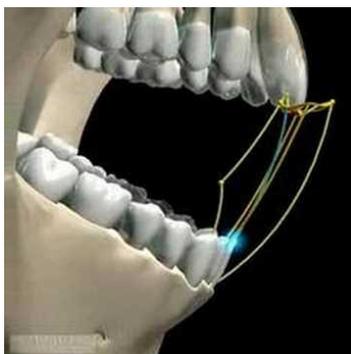


Imagen 2. Bicuspoide funcional. Imagen tomada de:
http://odontosec1.blogspot.com.es/2009_09_01_archive.html

La dinámica condilar será diferente según hagamos movimientos protrusivos o laterales, distinguiéndose a su vez un cóndilo de trabajo y otro de no trabajo. Esto es importante ya que marcará la anatomía dental requerida, debiendo ser compatible a las guías presentes en el sujeto.

El lado de trabajo será aquel hacia el que se dirige la mandíbula en un movimiento lateral. El lado de no trabajo es hacia el que se aleja la mandíbula.

El ángulo de Bennet y ángulo de Fisher son aquellos conformados entre la trayectoria condilar protrusiva y la trayectoria del cóndilo de no trabajo en un movimiento lateral, dentro de los planos horizontal y sagital:

-El ángulo de Bennet representa el desplazamiento hacia dentro que realiza el cóndilo de no trabajo en un movimiento lateral

- El ángulo de Fisher representa la diferencia que hay entre la inclinación en el movimiento protrusivo y en el cóndilo lateral de no trabajo hacia delante y abajo. Su implicación clínica será la determinación de la inclinación de las vertientes de las cúspides funcionales (distales internas de las cúspides palatinas superiores y mesiales internas de las cúspides vestibulares inferiores).

2.2 Ajuste oclusal en dentición natural

El ajuste o equilibrado oclusal es aquella técnica irreversible mediante la cual modificamos de forma precisa la morfología de los dientes mediante desgaste dentro de los límites del esmalte, mejorando el patrón de contacto general. La posición mandibular en la que se realizan estos cambios es de vital importancia, siendo en nuestro caso de estudio durante la máxima intercuspidad de las prótesis implantosoportadas previamente diseñadas en un patrón de oclusión existente.

El ajuste oclusal de la dentición natural lo podemos dividir en 5 partes (3):

- Correcta relación oclusal entre maxilar y mandíbula
- Eliminación de prematuridades en relación céntrica, interferencias en movimientos excéntricos y prematuridades durante la oclusión habitual.
- Alivio del dolor muscular: Esto no será necesario si los procedimientos anteriores se han realizado correctamente.
- Regularización del plano de oclusión
- Seguimiento, ya que puede haber cambios en los tejidos de la fosa glenoidea, erupción o rotación de los dientes ajustados o ajuste incompleto inicial.

Para este ajuste se prefiere retocar las fosas antes que reducir las cúspides y crestas.

Para un correcto ajuste oclusal el dentista ha de determinar previamente donde están los cóndilos en la fosa glenoidea en oclusión habitual, donde deberían de estar y como conseguir llevarlos hasta esa posición. La posición de referencia (RC), donde deberían estar, es la más superior, posterior y medial de la fosa glenoidea hablando respecto a una relación céntrica. Llevar el cóndilo hacia atrás es fácil, más difícil es hacia arriba, pudiéndose comprobar con rx. En muchos pacientes además de hacia atrás hay que guiar la mandíbula hacia arriba con una fuerza desde el ángulo mandibular. La posición de relación céntrica ha sido objeto de numerosos estudios donde se ha estudiado la influencia del estado neuromuscular previo y se han analizado diferentes métodos para su obtención (4).

La posición condilar y guía anterior (relación dentaria), se consideraban factores independientes de la oclusión pero se analizó como son factores dependientes uno del otro. La disclusión posterior, como analizaremos, será crucial para controlar el efecto perjudicial de las fuerzas laterales (5).

Los contactos oclusales de los dientes ocurren en movimientos funcionales y parafuncionales (expresiones orales o faciales). Estos movimientos se ven influenciados por la musculatura mandibular y están coordinados por el sistema nervioso central y periférico. Alteraciones musculares o del sistema nervioso tendrán efecto en los contactos oclusales. A no ser que se trate de un paciente bruxómano, la actividad muscular y los contactos oclusales serán mayores durante el día y disminuirán por la noche. Esto es así porque la actividad muscular varía con el stress físico y mental, siendo éste mayor durante las horas en las que estamos despiertos, por ello habrá variaciones en número, posición e intensidad de los contactos oclusales.

El sistema neuromuscular afectará al control y la posición mandibular de reposo, marcada por el equilibrio entre gravedad y musculatura supramandibular,

no siendo algo estático ya que cambia en el tiempo y situación dentro de un mismo individuo. El tono de las fibras musculares provocará la variación en esta posición de reposo (6).

La oclusión en dentición natural tiene **capacidad de adaptación** a la coordinación muscular ya que el diente se mueve en el alveolo para facilitar buena eficacia y protección, pero falta de coordinación prolongada de los músculos mandibulares puede provocar atricción y destrucción de estructuras periodontales, con dolor, espasmos musculares y disfunción de la ATM.

Se ha estudiado como la oclusión y sus contactos cambian durante el día según el estado físico de los músculos masticatorios y del estado mental del paciente. Se necesitarán más estudios para valorar la importancia en la variación de restauraciones puestas en boca en diferentes momentos de estrés (7).

Mejora de signos y síntomas del aparato estomatognático con el ajuste oclusal:

Los signos y síntomas de fallo de componentes del sistema estomatognático (estructuras temporomandibulares, músculos masticatorios, estructuras dentarias y periodonto) pueden tener diversas causas. Las interferencias y prematuridades oclusales se han considerado factor de contribución en estos problemas, por ello su solución debería hacer mejorarlo. En un estudio retrospectivo de 30 clínicos que analizan los signos y síntomas previos al equilibrado y tras el mismo se evidencia una mejoría (8)

Ante la evidencia de signos y síntomas hemos de realizar un diagnóstico, analizar factores etiológicos que hayan podido causarlo y encontrar una terapia. Los factores oclusales han sido objeto de discusión en la literatura como causantes de los desórdenes temporomandibulares como se analizará más adelante (9, 10), cualquier contacto dentario que interfiere u obstaculiza un movimiento mandibular normal puede provocar el problema, han de diferenciarse dos conceptos:

- Las interferencias oclusales (prematuroidades) en relación céntrica que durante el cierre normal causan el desplazamiento mandibular y del cóndilo de su posición ideal.

- Interferencias oclusales en los dientes posteriores durante los movimientos excursivos de la mandíbula

Se ha visto como estas **interferencias causan hiperactividad de los músculos del sistema estomatognático**, pudiendo provocar fatiga y espasmo muscular. Esto se puede diagnosticar mediante palpación en el examen clínico, la técnica bimanual descrita por Dawson es un método eficaz para comprimir las estructuras temporomandibulares y diagnosticar el problema.

También puede provocar inflamación y dolor por daño del tejido muscular.

La auscultación puede detectar cambios en el disco articular y la radiografía puede evidenciar cambios en los componentes óseos de la anatomía temporomandibular. En un estudio de Riise (11) se estudio el efecto de incluir una interferencia oclusal en el patrón de actividad postural del músculo temporal anterior y masetero. Este patrón cambia como resultado de la inclusión de una interferencia en pocas horas, viéndose un aumento importante de actividad a las 48 horas en la musculatura temporal anterior. El aumento de actividad persiste durante una semana que se mantuvo la interferencia y desaparece, tras eliminarla, 1 semana más tarde. Otro estudio (12) analiza la relación entre contactos oclusales y electromiografía, en oclusión habitual primero e insertando una interferencia. Simula ciclos masticatorios normales incluyendo una interferencia o prematuridad y analiza que repercusión tiene en la electromiografía para el sistema muscular del aparato estomatognático. No se evidencia relación temporal entre el contacto intercuspideo y la actividad electromiográfica (los 6 músculos analizados siguen teniendo actividad tras el contacto). Según este estudio el contacto prematuro provoca mecanismos reflejos de la masticación produciéndose una interrupción en la actividad electromiográfica de contracción cuando se detecta la interferencia, el mecanismo neuronal subyacente puede evitar daños tisulares por su alta sensibilidad. La interferencia o prematuridad no

se traumatizará durante la masticación pero su evitación sí conlleva más contactos excéntricos (parafunciones) e hiperactividad muscular.

El sistema se adaptará a los cambios e interferencias hasta que degenera. Aunque no ha sido probado, algunas teorías hablan de la posible relación entre la afración cervical y las interferencias en los lados de no trabajo. También se ha encontrado relación con fracturas de dientes, restauraciones, sensibilidad, movilidad, ensanchamiento y daño periodontal.

Viendo las relaciones presentes entre los componentes del aparato estomatognático y la oclusión, parece lógico pensar que un equilibrado oclusal, eliminando las interferencias, tendría eficacia y haría mejorar los signos y síntomas de estos problemas del aparato estomatognático. En un estudio retrospectivo se analiza si el equilibrado oclusal mejoró las disfunciones del sistema masticatorio en una serie de pacientes:

Antes del equilibrado oclusal referían dolor en carga 59 pacientes, tras el tratamiento, solo 17. Por ello se evidencia el equilibrado oclusal como mecanismo eficaz para mejorar los signos y síntomas del aparato estomatognático pero siempre tras un examen previo para detectar otras causas y eliminarlas previamente si es posible. Es necesario examinar y evaluar todos los aspectos del aparato estomatognático antes de establecer un plan de tratamiento pero se ha visto eficaz el equilibrado oclusal cuando tras el examen previo hemos encontrado que el problema tuviera su origen en interferencias oclusales, mejorando el confort y reduciendo los signos y síntomas de disfunción (8).

Para la determinación de la existencia de prematuridades e interferencias oclusales se habrán de tener en cuenta los criterios o patrones de oclusión con los que se analizan las características de las relaciones interoclusales:

2.3 Teorías de oclusión

Tras años de estudios e hipótesis, se aceptan 3 teorías de oclusión:

- Balanceada bilateral
- Mutuamente protegida
- Céntricas, largas y anchas.

En todas las teorías tenemos unos criterios estáticos y unos criterios dinámicos:

-Los criterios estáticos determinan como deben relacionarse los dientes en una posición estática de partida. En los desdentados se basan en una posición condilar (relación céntrica) ya que no se podría establecer la máxima intercuspidadación.

-Los criterios dinámicos hacen referencia a cómo deben relacionarse los dientes para una correcta oclusión al hacer movimientos.

A) *Teoría balanceada bilateral*

Concepto que se desarrolló para la oclusión de las prótesis completas por parte de Von Spee y Monson:

Criterios estáticos:

- Relación céntrica se corresponde con máxima intercuspidadación
- Un diente ocluye entre dos dientes antagonistas, cúspide-fosa / cúspide-cresta
- Contacto de todos los dientes en máxima intercuspidadación

Criterios dinámicos:

- Máximo número de contactos en movimientos excursivos para evitar que se desprenda la prótesis.
- En los movimientos protrusivos ha de haber contactos anteriores y posteriores
- En los movimientos laterales debe haber contacto en el lado de trabajo y de no trabajo (función de grupo).

*Se observó que en dentados provocaba desgaste excesivo y no era válida esta teoría por lo que se desarrolló otra nueva.

B) Teoría mutuamente protegida

Criterios estáticos:

- Relación céntrica se corresponde con máxima intercuspidadación
- Un diente ocluye con otro diente (cúspide-fosa), cada diente choca con otro y se establecen las fuerzas paralelas al eje del diente de manera correcta. Debe existir tripodismo.
- Contacto de los dientes posteriores en máxima intercuspidadación, no de los anteriores para no crear fuerzas fuera del eje mayor del diente.

Criterios dinámicos:

- En movimientos protrusivos los dientes con mayor disposición de aguantar la fuerza en el eje mayor son los anteriores, siendo los que deben contactar.
 - En los movimientos laterales los dientes con mayor disposición de aguantar la fuerza en el eje mayor del diente es el canino de trabajo, lo que se conoce como “función canina o guía canina”.
- * Por eso se le llamó mutuamente protegida, dependiendo del movimiento los molares protegían a los anteriores, los caninos en los movimientos laterales y los incisivos en los movimientos protrusivos.

C) Teoría long centric

Criterios estáticos:

- Establecieron la fosa como algo más amplio, no como un punto
- Vieron que no coincidía en la mayoría de los pacientes la M.I y la R.C
- Un diente ocluye con dos dientes
- Contacto de dientes posteriores y no anteriores en máxima intercuspidadación.

Criterios dinámicos:

- En los movimientos protrusivos, al igual que la mutuamente protegida, solo contactan los dientes anteriores.
- En lateralidad, solo contacto en el lado de trabajo (“función de grupo”) desde el primer premolar al último molar.

Según el tipo de desdentación, requeriremos de un patrón de oclusión u otro:

- En casos donde esté presente una prótesis completa o una sobredentadura, la oclusión adecuada será aquella que respete los criterios de la balanceada bilateral.

- En un paciente dentado, con patología, prioritariamente usaremos la mutuamente protegida.

- En un paciente dentado, sin patología, con falta de algún diente, como un molar, hemos de conocer y estudiar las características dinámicas de las escuelas de oclusión. Según el patrón de oclusión del paciente, al tratarle una sola pieza utilizaremos una teoría u otra, no se parte de los patrones estáticos, se estudian las características dinámicas para hacer una rehabilitación acorde con su oclusión, adaptándonos a ella y no cambiándola si no tiene patología.

Las guías oclusales han sido objeto de numerosos estudios para comprobar qué diseño oclusal es más adecuado según qué circunstancia. En una revisión de la literatura acerca de la función de grupo y la guía canina (13), se defiende más las ventajas de la guía canina frente a función de grupo viéndose la menor actividad electromiográfica producida en los músculos elevadores (masetero y temporal) cuando hay guía canina (14, 15, 16, 17) durante los movimientos excéntricos mandibulares. Ante movimientos laterales de la mandíbula, la guía canina reparte el contacto en los caninos ejerciendo una guía y a su vez un freno. Cuando entran en contacto se ejerce una reducción involuntaria en la tensión muscular que frena el desplazamiento lateral, los mecanorreceptores periodontales juegan un papel importante en la regulación de los músculos masticatorios reduciéndose la actividad electromiográfica del temporal y masetero. Si eliminamos guía anterior y permitimos guía posterior (contactos posteriores) no disminuye la actividad electromiográfica al hacer lateralidades ya que solo cuando los dientes posteriores disocluen con una apropiada guía anterior se reduce la actividad en los mismos. El contacto de los caninos no reduce la actividad muscular per se, pero la eliminación de los contactos posteriores sí.

- La *función de grupo* será esencial para la estabilidad de prótesis completas pero es traumática para la dentición natural, causando disfunción temporomandibular, excesivo desgaste y daño periodontal. (Imagen 3)



Imagen 3. Función de grupo. Imagen tomada de:
<http://www.actaodontologica.com/ediciones/2009/2/art13.asp>

- La *guía canina* es una disoclusión de los caninos por encima de los demás dientes en movimientos laterales (imagen 4). Crea reacción involuntaria de relajación muscular reduciendo los efectos adversos de las fuerzas laterales hacia el periodonto, debido a los mecanorreceptores periodontales de los caninos. Se especula con que si todos los dientes tuvieran este factor igual de desarrollado que los caninos, sería válida la función de grupo pero no es así. Estudios demuestran que estos dientes son las estructuras orales más sensibles a la estimulación por presión, teniendo más concentración de neuronas que cualquier otro diente (13).



Imagen 4. Guía canina

Imagen tomada de: <http://www.actaodontologica.com/ediciones/2009/2/art13.asp>

En contraposición a estas conclusiones, un estudio (18) investiga los efectos en la función muscular de maseteros, usando dispositivos interoclusales que establecen función de grupo o guía canina en sujetos sanos. Observa reducción de la actividad muscular cuando modifican el balance oclusal por el grosor del dispositivo instaurado entre arcadas, aumentando la dimensión vertical. Pero no evidencian diferencia significativa entre guía canina y función de grupo.

Un patrón no es científicamente defendible sobre otro, pero dada la literatura actual, cuando hay que restablecer o cambiar la guía anterior, es propuesta preferiblemente la guía canina.

2.4 Patología de la oclusión

Corresponde a toda entidad nosológica que afecte a la forma y función del aparato estomatognático de forma independiente o asociada. Puede afectar a la unidad alveolodentaria, sistema neuromuscular o ATM.

La prematuridad se refiere a un contacto previo y anómalo de un diente antes de la oclusión habitual y la interferencia hace relación a un contacto previo y anómalo en cualquiera de los movimientos y posiciones excéntricas (no máxima intercuspidación).

Ante estas anomalías se puede producir:

- Patrón de evitación: Reflejos musculares simples o complejos (si hay participación del SNC) que evitan la sobrecarga.

- Patrón de eliminación: Las parafunciones son movimientos mandibulares repetitivos sin ninguna finalidad funcional para tratar de eliminar las prematuridades e interferencias. Puede causar a nivel dentario facetas de desgaste, amelolisis, lesiones pulpares y fracturas o reabsorciones internas o externas. A nivel alveolodentario pérdida de inserción periodontal, retracciones gingivales o hiper cementosis y a nivel protésico e implantario complicaciones biológicas de pérdida ósea o complicaciones de fallo implantario o estructuras protésicas.

Desórdenes temporomandibulares, relación con la oclusión y tratamiento

La relación existente entre la oclusión como factor causal y el desarrollo de desórdenes temporomandibulares ha sido objeto de numerosos estudios a lo largo de los años.

Los desórdenes craneomandibulares se asocian a tensión en músculos de la mandíbula, cabeza y cuello, dolor de atm, limitación de movimientos mandibulares, ruidos articulares y deformidades faciales (10). Sujetos con dolor en los músculos craneomandibulares tienen alterada la contracción de los mismos, apoyando la teoría de que el sistema neuromuscular está alterado en pacientes con desórdenes craneomandibulares (19).

En pacientes con episodios transitorios de disfunción temporomandibular, el sistema masticatorio está funcionando al límite de tolerancia, en ocasiones se excede y aparece el dolor y disfunción, limitando el movimiento. Tras ello la recuperación del tejido se produce con o sin adaptación. Las interferencias oclusales, nerviosismo, tensión y bruxismo estarán relacionados con episodios de dolor.

Nos enfrentamos a un sistema que tiene una alta capacidad adaptativa, tiende a continuar su función a pesar de existir desequilibrio, dentro de unos límites de tolerancia, sin mostrarse signos de disfunción o sobrecarga, como serían la atricción, problemas periodontales, dolor muscular o cambios degenerativos en la articulación. En caso de aparecer estos signos, mostrará que la capacidad adaptativa del sistema se ha excedido, habiéndose dañado la parte más débil del sistema, siendo en algunos la dentición, en otros las estructuras articulares y en otros los músculos. Si hay resistencia a la sobrecarga habrá atricción severa.

Un estudio de 1970 (9) estudia la disfunción temporomandibular y lo atribuye a una inadecuada dentición y mala oclusión como causa principal ya que se concluye que la mayoría de los pacientes con problemas temporomandibulares tenían problemas dentales y que la terapia conservadora de modificación de los contactos oclusales permite eliminar la disfunción en gran porcentaje de casos.

Estas conclusiones coinciden con las del estudio de Tarantola (8) donde el ajuste mejoraba los signos y síntomas de disfunción encontrados en el sistema estomatognático.

En 1999, Kirveskari (20) evalúa la estabilidad oclusal mediante dos métodos. El tiempo desde el primer contacto hasta máxima intercuspidadación medido con el T-scan (tiempo de oclusión) y el deslizamiento entre relación céntrica y máxima intercuspidadación. Tras ajustes oclusales, ambos decrecen pero solo el segundo de forma significativa. Estudios de 1983 (21) demuestran como ante presiones ligeras aparecen la mitad de contactos que en presiones altas, tras un correcto ajuste oclusal, se favorece el contacto simultáneo de todos los dientes desde el primer momento, reduciendo también el trayecto de relación céntrica a máxima intercuspidadación lo que ayudará a una mejor estabilidad oclusal, evitando uno de los posibles factores causales del desorden. Estudios recientes critican el uso de la terapia oclusal para trastornos temporomandibulares por falta de evidencia científica de su eficacia y argumentan que se han visto otros factores etiológicos que no tienen relación con el ajuste oclusal.

Tsolka analizó también esta relación entre oclusión y desórdenes temporomandibulares (22, 23). En un primer estudio de 1992 comparó dos grupos de pacientes con desórdenes temporomandibulares, realizando ajuste en uno de ellos y viendo el efecto placebo en el otro. A los 10 días evaluó los resultados, observando mejoría similar en signos y síntomas de ambos grupos.

A pesar de que se ha considerado que el ajuste oclusal es un método efectivo de tratamiento en desórdenes craneomandibulares, hay pocos estudios controlados que lo evidencien, considerándose también al efecto placebo como elemento importante a la hora de tratar a estos pacientes.

Se evidencia que el ajuste real y placebo parecen tener efectos similares en los síntomas de desórdenes temporomandibulares, incluido el dolor de cabeza, concluyéndose que existe un efecto placebo y origen multifactorial de los desórdenes craneomandibulares. En un segundo estudio de 1993, tampoco encontraron diferencias en la electromiografía y quinesiografía de estos dos grupos de pacientes.

Clark (24) evalúa la validez y utilidad clínica de los dispositivos de diagnóstico y el tratamiento de desórdenes temporomandibulares, concluyendo en que el único gold standard para estos desórdenes es la exploración clínica global, no siendo ninguno de los dispositivos por sí solos prueba válida.

Con los estudios existentes no se puede afirmar que la oclusión tenga asociación causal de los desórdenes temporomandibulares por falta de estudios comparativos suficientemente válidos. Por lo que no se puede atribuir a las interferencias oclusales la causa del bruxismo nocturno, ni asegurar que se vaya a solucionar eliminándolas.

En el estudio consideran un dispositivo de *poca utilidad* cuando su propósito es conseguir más documentación del caso, sin tener un impacto en la decisión clínica. Si sustituye alguna exploración clínica se considera de *utilidad neutral* y si proporciona información crítica que no se podría saber con examen clínico se considera dispositivo de *alta utilidad*.

Se establece que los desórdenes temporomandibulares no tienen origen oclusal, apareciendo diversas teorías, como factores psicológicos, neurológicos, e inmunológicos, trauma externo, microtraumas repetitivos, etc... Pero, ¿por qué se sigue relacionando la terapia oclusal para tratar de solucionar estos problemas si los términos modernos de disfunción temporomandibular no incluyen los problemas oclusales? Concluyen que las interferencias oclusales pueden ser un factor causal en desórdenes temporomandibulares pero no está suficientemente estudiado como para realizar ninguna recomendación terapéutica en este sentido. No tiene sentido su tratamiento con ajustes oclusales al 100% de la población cuando solo el 5% desarrolla estos desórdenes.

El tratamiento de los desórdenes temporomandibulares con férulas ha sido objeto de estudios (25, 26, 18), valorando la mejoría existente según las variables de cada paciente. Los dispositivos interoclusales se usan para conseguir la estabilización y función masticatoria normal, reduciendo la actividad paranormal y protegiendo los dientes de sobrecarga. Pero poco se conoce de los mecanismos de acción de éstos. No hay que usarlas de forma empírica sino que el tratamiento de la disfunción y dolor temporomandibular deberá basarse en los datos como:

Historia del dolor, radiografías de la articulación temporomandibular, posición del cóndilo en la fosa, electromiografía y **análisis oclusal**. Todo ello nos guiará hacia un tipo de tratamiento u otro.

Bruxismo

El bruxismo nocturno es la parafunción más común. Suele ocurrir en la fase REM (de mayor movimiento ocular) siendo un hábito oral caracterizado por actividad rítmica de los músculos masticatorios (maseteros) que causan fuerzas oclusales durante el sueño. Se ha asociado con desórdenes temporomandibulares, dolor dental, pérdida prematura dentaria, dolor de cabeza y dolor muscular, interrupción del sueño y problemas con prótesis parciales fijas y removibles.

Dos factores etiológicos se consideran como válidos:

- Factores periféricos (oclusales)
- Factores centrales (fisiopatología y psicológicos)

El rol de las discrepancias oclusales como un factor causal no es aceptado por todos (20, 24, 22, 23).

Un estudio trata de averiguar la relación entre los factores oclusales y las actividades parafuncionales nocturnas mediante el uso del T-scan (27).

Se analizó con el T-scan a dos grupos, uno con bruxismo nocturno y otro sin el. Había una diferencia estadísticamente significativa entre la carga derecha e izquierda en el grupo con bruxismo. No había diferencia en el centro de fuerzas oclusales pero si en la trayectoria de este centro de fuerzas que era más larga en los bruxistas. Se observa desigual distribución de las fuerzas oclusales en bruxistas que causa excesiva atricción y movilidad mandibular por falta de estabilidad. Concluyendo que existen relaciones directas entre factores oclusales y bruxismo, siendo un factor de contribución aunque no sea un factor causal propiamente.

El bruxismo cambia la manera de abordar un plan de tratamiento con implantes, donde la sobrecarga y determinados diseños pueden hacer fracasar temprana o tardíamente el implante (28).

El estrés está directamente relacionado con las fuerzas que se ejerzan, ya que es definido como la fuerza dividida por el área funcional sobre la que se aplica. Esta fuerza ha de ser evaluada en su magnitud, duración, tipo, dirección y factor multiplicativo, siendo necesario adecuar el plan de tratamiento a las mismas. Las parafunciones, como el bruxismo, nos han de poner alerta previo a la realización de un plan de tratamiento. El desgaste dentario nos facilitará llegar a un diagnóstico de esta situación previa.

Desgaste posterior será muestra de pérdida previa de guía anterior en excursivas lo que provocará más fuerzas laterales a todos los dientes posteriores, por ello antes de un tratamiento con implantes en este tipo de situaciones, podemos valorar restaurar el plano de oclusión y una guía anterior para evitar contactos posteriores en excursivas.

El punto de máximo estrés está en la cresta ósea, por lo que es más importante que un implante sea ancho a que sea largo en este tipo de situaciones comprometidas. En comparación con la variación de ancho que experimentan los dientes naturales anteriores a los posteriores, la variación existente en los diámetros de los implantes no es comparable. Los implantes de hexágono interno tienen unas paredes metálicas más finas lo que hace que puedan ser 4 veces más débiles. Es por ello que en pacientes bruxistas se valorará optar por implantes de conexión externa y de diámetro ampliado.

Algunas de estas medidas a tomar en el plan de tratamiento ante riesgo de sobrecarga serán por tanto:

- Incrementar la relación implante-hueso
- Implantes adicionales para disminuir estrés
- Implantes de plataforma ancha en molares
- Restablecer guía anterior para evitar fuerzas indeseadas posteriores en excursivas
- Superficies oclusales metálicas para evitar fractura de porcelana
- Férulas nocturnas especialmente diseñadas para no provocar carga en los implantes.

Tras el tratamiento, para prevenir problemas, podemos utilizar férulas de relajación nocturnas en pacientes parcialmente edéntulos con prótesis implantosoportadas, como los implantes no se extruyen en ausencia de contactos oclusales, podemos ahuecar la zona del implante en caso de maxilar y si el implante está en mandíbula, que la férula maxilar sea menos gruesa en esa zona para que no contacte con la posición del implante mandibular. De este modo los implantes no soportarán fuerzas oclusales estresantes durante el uso de la férula (28).

2.5 Oclusión fisiológica

La oclusión dental no es solo el contacto físico de las superficies de masticación de dientes antagonistas o elementos que los hayan reemplazado. La oclusión se ha definido de forma más integral y biológica como “la interacción funcional coordinada entre varias poblaciones celulares formando el sistema masticatorio, las cuales se diferencian, modelan y remodelan, fallan y se reparan”. Es por ello que podemos definir mejor la oclusión como **“la relación funcional coordinada entre los componentes del sistema masticatorio incluyendo los dientes, tejidos de soporte, sistema neuromuscular, articulaciones temporomandibulares y esqueleto craneofacial.”(29)**

Los tejidos del sistema masticatorio funcionan de una forma integrada y dinámica donde un estímulo creado por tejidos funcionales provoca diferenciación, modelado y remodelado de las poblaciones celulares siendo determinado por el ambiente biológico. Cuando hay cambio en la dinámica funcional el equilibrio da paso a la lesión, daño y fallos funcionales o pérdida de la capacidad adaptativa del tejido. Pese a ello, las poblaciones celulares de los diferentes tejidos del sistema masticatorio tienen gran potencial de reparación fisiológica, reduciendo la demanda de tratamiento. Por ello la oclusión ha de ser definida como algo fisiológico y no morfológico. La oclusión no es algo estático, con una relación estructural invariable, sino una relación fisiológica dinámica entre los diferentes tejidos.

A pesar de que la relación oclusal o musculoesquelética de un paciente no cumpla con la definición idónea de oclusión ideal u óptima para los clínicos, debe valorarse que para ese paciente en particular, los tejidos del sistema masticatorio pueden haber desarrollado un equilibrio estable, funcional, saludable y cómodo. Sin embargo, cuando este equilibrio funcional se rompe o cuando la oclusión se está restableciendo, criterios específicos de tratamiento son muy importantes, teniendo que considerar la inclusión de implantes en los tratamientos actuales, lo que conlleva diferencias y nuevos criterios.

El tratamiento de la oclusión debe estar basado en bases individuales acordes con las necesidades fisiológicas específicas de los diferentes tejidos del sistema masticatorio, más que en una forma preconcebida y estereotipada tomada como base universal.

Se ha estudiado que una correcta oclusión está directamente relacionada con el éxito y mantenimiento de los dientes y tejidos de soporte (8). Por otro lado, hasta la fecha no se ha demostrado científicamente que la oclusión esté directamente relacionada con el origen de los desordenes temporomandibulares (9, 22, 23, 24, 20). Debido a que también puede pensarse que los problemas temporomandibulares sean los causantes de problemas oclusales.

Clasificación de la oclusión según el estado fisiológico

- 1) Oclusión fisiológica (normal): No hay patología ni disfunción, sin necesidad de tratamiento.
- 2) Oclusión no fisiológica (traumática o patológica): Presencia de patología o disfunción limitada, requiriéndose tratamiento.
- 3) Oclusión necesitada de tratamiento (terapéutica): El tratamiento es requerido para tratar los efectos del trauma o patología.

Un diagnóstico integral con recogida adecuada de información de la historia del paciente, examen clínico y otras pruebas son requeridas para una correcta categorización y manejo del paciente.

- 1) Oclusión fisiológica: Es aquella que presenta un equilibrio funcional o estado de homeostasis dentro de los tejidos del sistema masticatorio. Los procesos biológicos y factores locales ambientales están en equilibrio. Las cargas que actúan sobre los dientes se disipan de forma normal, con equilibrio entre la carga y la capacidad adaptativa de los tejidos de soporte, músculos masticatorios y ATMs. Oclusión característica de pacientes sanos, cómodos con su oclusión, que no requieren tratamiento dental incluso aunque no se presente morfológicamente una oclusión teórica ideal. Puede presentar variaciones estructurales pero, en este individuo dado, representa una relación oclusal funcional aceptable.

Para mantener este equilibrio fisiológico el sistema masticatorio se adapta a lo largo del tiempo a los factores biológicos internos y factores ambientales externos. Las variaciones fisiológicas en las relaciones dentales y esqueléticas suelen ocurrir despacio en el tiempo, durante el crecimiento o con tiempo para la correcta adaptación de los tejidos. Las fibras del tejido conectivo y las capas mesenquimales subyacentes de las ATMs son particularmente capaces de adaptación mediante continua remodelación. Estudios han demostrado esta gran capacidad de las ATMs así como de la adaptación muscular a los cambios hasta que se produce el fallo en los mismos con falta de capacidad de contracción (19)

En ocasiones se utiliza mal el término de “maloclusión”, dando a entender una oclusión no fisiológica o con necesidad de tratamiento cuando realmente es una oclusión fisiológica. La maloclusión implica que los cambios oclusales producidos sean en sí una dolencia. Pero muchas veces estas llamadas “maloclusiones” son variaciones morfológicas juzgadas según los patrones medios poblacionales. El 95 % de la población tiene algún tipo de variación morfológica, pero no son más que variaciones morfológicas sin evidencia de patología tisular, habiéndose producido una adaptación fisiológica por la combinación de factores

extrínsecos e intrínsecos. El equilibrio funcional resultante es la relación más fisiológica para ese individuo por lo que puede ser considerado como oclusión fisiológica y no maloclusión.

La oclusión no puede ser vista como algo estático, rígido, estereotipado e invariable. Se sabe de la capacidad adaptativa del sistema por lo que hay que tener mucho cuidado antes de alterar clínicamente el equilibrio funcional de cada individuo.

2) Oclusión no fisiológica

Estado en el que los tejidos del sistema masticatorio han perdido el equilibrio funcional u homeostasis en respuesta a una elevada demanda funcional, lesión o afección. Los tejidos masticatorios están estresados biológicamente y no son capaces de adaptarse a los factores ambientales actuando sobre el sistema y/o la demanda funcional excede la capacidad adaptativa del mismo.

Los cambios patológicos ocurren por cambios bruscos o cargas de magnitud o duración elevada que no le permiten al tejido una adaptación. Puede ser causado por parafunciones, inflamación, patologías o causas iatrogénicas.

A no ser que la dirección del equilibrio funcional vaya hacia una reparación propia, se requiere el tratamiento. Existiendo este daño tisular, patología o disfunción, la oclusión será catalogada como no fisiológica. Esta oclusión no fisiológica se relaciona directamente con falta de salud dental pero no directamente con desordenes temporomandibulares (22, 23)

Los signos y síntomas dentales reflejarán:

- “Mordida” incómoda, sin equilibrio o perdida.
- Dientes sensibles o con molestias.
- Restauraciones, dientes, raíces o estructuras implantarias desgastados, quebrados o rotos
- Movilidad dental anormal.
- Ensanchamiento periodontal

- Frenitus
- Migraciones dentarias
- Dolor periodontal al ocluir.

No se pueden incluir los desordenes temporomandibulares ya que no existe una relación directa causa- efecto como ya hemos analizado.

3) Oclusión de tratamiento:

Ha de considerarse según las necesidades fisiológicas de los tejidos que componen el sistema masticatorio más que como un concepto preconcebido estático. El tratamiento va desde el ajuste oclusal de un solo diente al equilibrado de toda la boca mediante múltiples ajustes. Desde la terapia restauradora simple a restauración completa con terapia prostodóncica incluyendo implantes y tratamiento de ortodoncia.

El objetivo será restaurar la forma anatómica, reponiendo o arreglando estructuras perdidas, estableciendo una estabilidad estructural, optimizando la distribución de las fuerzas y consiguiendo una armonía funcional para la masticación, deglución y habla. La razón fundamental para el tratamiento es mejorar la salud dental, función, confort y estética.

En el tratamiento de la oclusión, o bien se mantendrá el esquema oclusal existente por existir un equilibrio funcional con el mismo, o bien tendremos que cambiar de esquema oclusal, siendo este caso más complejo por cambios en relaciones intermaxilares o de dimensión vertical.

Posiciones de referencia oclusal:

La posición de máxima intercuspidación será la más sencilla de reproducir, pero si ésta no se da por válida tendremos que tomar otra posición de referencia como relación céntrica, dictada por la posición de

los ligamentos articulares de la atm, o miocéntrica, marcada por la posición muscular.

Objetivos específicos de un tratamiento oclusal convencional:

- Conseguir máxima simetría en la distribución de los contactos en máxima intercuspidadación o relación céntrica según el tratamiento a seguir. Habiéndose estudiado que los dientes posteriores tendrán más contactos y de mayor intensidad (21).

- Cargas axiales a los dientes, siendo mejor aceptadas por el ligamento periodontal que las horizontales.

-Plano de oclusión aceptable

-Contactos que sirvan de guía (ej: Guía canina) pero sin interferencias en excursivas y cierre. Los contactos deflectivos, prematuridades o interferencias, harán diferir a la mandíbula de los movimientos normales de cierre o excursivos.

- Dimensión vertical adecuada: Definida como la distancia entre dos puntos anatómicos en la cara o arcadas, estando los dientes en contacto. La dimensión vertical de reposo estará ampliada entre 1 a 3 mm respecto a la oclusal.

La literatura ha cuestionado la asociación entre oclusión y desórdenes temporomandibulares como ya hemos analizado, pero nadie duda la asociación entre la oclusión y la salud dental.

El uso de los implantes, que carecen de ligamento periodontal que proteja de las fuerzas oclusales elevadas, hace que se necesite mayor precisión en los tratamientos oclusales, siendo algo más crítico.

El tratamiento oclusal ha de ser individualizado, debe considerarse solo cuando signos o síntomas clínicos están presentes en el sistema masticatorio por disfunción y condición patológica. El plan de tratamiento será adecuado al paciente, sus habilidades, deseos, cumplimiento, salud y

estado emocional, teniendo en cuenta las habilidades, entrenamiento y experiencia del clínico. La regla fundamental será **proceder cuidadosamente, usando los procedimientos menos agresivos con la habilidad y experiencia disponible (30).**

El uso extendido de los implantes dentales para rehabilitar espacios edéntulos ha hecho que el tratamiento oclusal convencional sufra modificaciones debido a las diferencias entre un diente natural y un implante, convirtiéndose en un proceso más complejo.

3. DEL DIENTE NATURAL AL IMPLANTE OSEOINTEGRADO

Un implante dental, tiene la función de soporte o retención de estructuras protésicas para rehabilitar la función perdida por la ausencia dental. Aun así, un implante y un diente no se comportan biomecánicamente igual respecto a cargas oclusales. La diferencia inherente y de la que radican las demás es la ausencia de un ligamento periodontal de transición en el caso de los implantes.

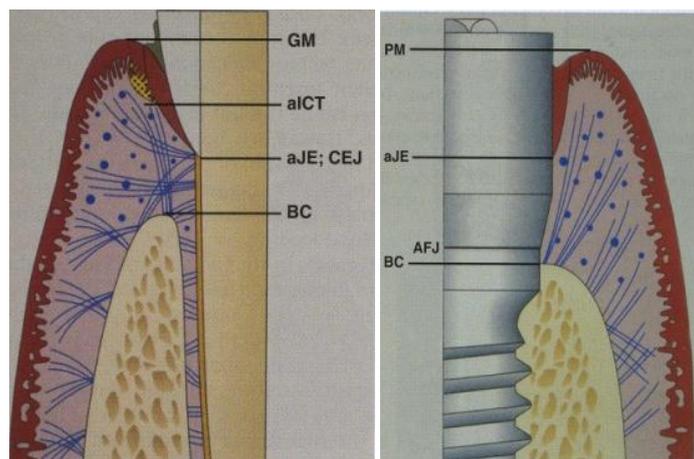


Imagen 5 (31)

Estas diferencias anatómicas provocan diferente movilidad, siendo casi nula en el caso de los implantes, cuya movilidad se debe a la flexión ósea.

Movimientos verticales: Implante: 2 – 10 micras (32)

Diente: 28-100 micras (33)

Movimientos horizontales: Implante: 12-66 micras (32)

Diente: Los dientes tienen un movimiento horizontal entre 56 - 108 micras (34)

3.1 Diferencias entre dientes e implantes:

Las diferencias estructurales anatómicas entre dientes e implantes hacen que no tengan la misma capacidad de percepción.

En un estudio se analizó el tamaño de lo que puede ser detectado por la dentición natural, si hay diferencias entre anteriores y posteriores y si la anestesia afecta (35). Se evalúa la percepción sin anestesia, con anestesia en una arcada y con anestesia en ambas, valorando en varios sujetos con diferentes grosores. Se utilizan láminas de metal (8,10 y 30 micras). Concluyendo que el periodonto percibe grosores entre dientes desde 8 a 60 micras y entre 30 y 180 micras con anestesia, sin existir mucha diferencia entre sexos y entre incisivos y molares. Estos datos reflejan valores mucho más pequeños que los encontrados en percepción con implantes dentales, debido a la ausencia de ligamento periodontal.

Otro estudio, analiza el umbral de percepción táctil de implantes endóseos para evaluar las diferencias con dientes naturales (36), lo que demostraría la dificultad por parte de los implantes de percibir la sobrecarga oclusal. 22 sujetos con implantes para coronas unitarias se estudiaron, habiendo estado en función al menos 1 año.

Un medidor de deformación, pegado al eje de un condensador de amalgama servía como sensor de fuerza. Incrementándose la fuerza ejercida

sobre los implantes y dientes hasta que la primera sensación de contacto es indicada por el paciente. El estudio estadístico evidencia:

- Implante necesita 13,2 a 189,4 gramos
- Diente necesita 1,2 a 26,2 gramos.

De media, los implantes necesitan 8,75 veces más fuerza que los dientes para percibir por parte del paciente una carga aplicada, siendo estadísticamente muy significativo.

Las diferencias biológicas y fisiológicas entre un diente y un implante son ya conocidas. Respecto a las características biomecánicas, las diferencias se pueden resumir en:

Table 1. Comparison between tooth and implant

	Tooth	Implant
Connection	Periodontal ligament (PDL)	Osseointegration (Brånemark et al. 1977), functional ankylosis (Schroeder et al. 1976)
Proprioception	Periodontal mechanoreceptors	Osseoperception
Tactile sensitivity (Mericske-Stern et al. 1995)	High	Low
Axial mobility (Sekine et al. 1986; Schulte 1995)	25–100 µm	3–5 µm
Movement phases (Sekine et al. 1986)	Two phases Primary: non-linear and complex Secondary: linear and elastic	One phase Linear and elastic
Movement patterns (Schulte 1995)	Primary: immediate movement Secondary: gradual movement	Gradual movement
Fulcrum to lateral force	Apical third of root (Parfitt 1960)	Crestal bone (Sekine et al. 1986)
Load-bearing characteristics	Shock absorbing function Stress distribution	Stress concentration at crestal bone (Sekine et al. 1986)
Signs of overloading	PDL thickening, mobility, wear facets, fremitus, pain	Screw loosening or fracture, abutment or prosthesis fracture, bone loss, implant fracture (Zarb & Schmitt 1990)

Imagen 6 (31)

Como ya hemos comentado, la diferencia fundamental y de la que derivan las demás es la presencia, en el diente, de un ligamento periodontal que conecta con el hueso alveolar y que el implante está en íntimo contacto con el hueso (osteointegración, anquilosis funcional):

- El desplazamiento axial del diente en la bolsa está entre 25-100 micras, mientras que el implante está entre 3-5 micras.

- El ligamento periodontal permite adecuar y absorber las cargas oclusales hacia el eje axial del diente y adaptarse ante condiciones de estrés. Los implantes no poseen esta ventaja adaptativa lo que provoca concentración de estrés en el hueso crestal.

- Ante una carga, el movimiento del diente comienza con una fase inicial donde el ligamento periodontal actúa, siendo no lineal y compleja, seguido de una fase secundaria con la compresión sobre el hueso alveolar. El implante sin embargo, directamente tiene una sola fase de movimiento lineal y elástica, dependiendo de la deformación elástica del hueso.

- Ante fuerzas laterales, el fulcrum se sitúa en el hueso crestal en los implantes y en el tercio apical de la raíz en los dientes.

- Los dientes naturales, gracias a los mecanorreceptores del ligamento, tienen recepción neurofisiológica, que transmite información nerviosa con su correspondiente control reflejo del sistema nervioso central. Por ello su sensibilidad táctil es alta. A diferencia de los implantes que tienen sensibilidad baja y oseopercepción, menos específica.

- Las consecuencias de sobrecarga son claramente diferentes, mientras en los dientes hay aumento del ligamento, movilidad, desgaste o dolor. En los implantes hay aflojamiento, fracturas y pérdida ósea.

Vistas las diferencias, se puede entender que los implantes, debido a su menor adaptación y falta de habilidad para distribuir las fuerzas, así como por la ausencia de mecanorreceptores, sean más susceptibles a problemas de sobrecarga.

Las diferentes características biomecánicas provocarán efectos diferentes de las fuerzas aplicadas sobre ellos (37):

-Características biomecánicas de la osteointegración:

La forma de un implante y las cargas aplicadas sobre el mismo durante la oclusión afectarán a su estabilidad. Estas fuerzas son transmitidas al hueso que lo rodea.

Branermark afirmaba que el criterio de éxito para un implante es la ausencia de movilidad, siendo difícil determinar esta inmovilidad in vivo. Histológicamente se puede documentar la movilidad implantaria postmortem. La movilidad puede ser cuantificada clínicamente con el índice Miller o con el uso del Periotest. Existe información de la diferencia de movilidad para una misma carga entre 10 micras para implante y 50-200 para dientes (33, 34, 32).

-Características biomecánicas de los dientes:

Los molares presentan menos movilidad que los premolares y caninos, así como éstos, menos que los incisivos. La única excepción donde un diente puede tener menos movilidad que un implante es en casos de anquilosis. No existiendo casos en la literatura que hayan combinado dientes anquilosados e implantes en una misma estructura protésica.

Estas diferencias inherentes en la movilidad de dientes e implantes requiere la consideración por parte del clínico de tres cuestiones fundamentales:

- La carga mecánica recibida
- La transmisión de esta carga aplicada a los tejidos de soporte
- Las reacciones biológicas de los tejidos a estas cargas soportadas.

Cuando las fuerzas transmitidas al hueso por el implante son compresivas o de tracción se mantiene la vitalidad ósea pero cuando no se transmiten fuerzas, o son de cizalla, el volumen óseo disminuye.

En el caso de las fuerzas aplicadas sobre los dientes, estas no se transmiten directamente hacia el hueso que rodea la raíz ya que son absorbidas por el ligamento periodontal. La compresión del ligamento periodontal provoca remodelación del hueso con reabsorción hacia ese lugar y aposición y síntesis de nuevo hueso en el lado de tracción. Las fuerzas que mejor soportan los dientes son las verticales.

Esta respuesta normal del ligamento periodontal provoca reabsorción y síntesis de hueso ante cargas habituales (Ej: Movimiento ortodóncico), pero, ante hiperfunción de los tejidos periodontales se provocarán 3 fases:

Fase 1: Daño

Presión excesiva del ligamento periodontal en un lado del diente provoca reabsorción del hueso alveolar en ese lado correspondiente a la dirección de la fuerza. Hay una ampliación del espacio de las fibras periodontales por la reabsorción producida, aumentándose el número de vasos sanguíneos pero de menor calibre, para aumentar el aporte por mayor actividad metabólica. En el lado opuesto del diente, se genera una tensión, con elongación de las fibras periodontales y estimulación de la aposición del hueso alveolar, siendo más trabeculado.

Fase 2: Reparación

El tejido modificado y dañado es remodelado, con nuevo tejido conectivo, fibras, hueso y cemento formado.

Fase 3: Remodelación adaptativa del periodonto

La remodelación producida es un esfuerzo para crear una relación estructural en la cual las fuerzas oclusales no dañen los tejidos. El efecto del trauma o hiperfunción es reversible eliminando las fuerzas que lo causan. Si el diente sigue con hiperfunción sin capacidad en la fase reparativa, por parte del ligamento periodontal, de conseguir una correcta adaptación, se produce una necrosis. Cuando las fuerzas son de alta velocidad y magnitud, se observa un cemento rugoso e irregular, sugiriendo que la capacidad reparativa no es suficiente. Cuando estas fuerzas no superan la capacidad reparativa, el cemento aparece liso. El espacio del ligamento periodontal permanecerá incrementado hasta que el diente se adapte a las fuerzas. Si finalmente se consigue la adaptación, se producirá la remodelación ósea.

Ventajas del ligamento periodontal

<i>El ligamento periodontal en la dentición natural permite:</i>	<i>Modificaciones de restauración con implantes:</i>
- Mejor <u>propiocepción y tacto</u> , 10 veces mayor con bajos niveles de fuerza <u>oclusal</u>	- Menor <u>feedback</u> con el paciente para ajuste <u>oclusal</u> , con difícil percepción de la localización e intensidad de fuerza
- Mejor distribución del estrés al hueso alveolar por la suspensión del ligamento	- La anquilosis y conexión rígida del implante supone el paso del 80% de las fuerzas <u>occlusales</u> transmitidas al hueso <u>crestal</u>
- Signos y síntomas de sobrecarga, como el ensanchamiento del ligamento, movilidad dentaria, facetas de desgaste y dolor	- Pocas señales de alarma, signos o síntomas de sobrecarga. Dándose el aflojamiento o fractura de tornillo, elementos protésicos, implante o pérdida ósea
- Fácil adaptación a una restauración por el movimiento del ligamento	- Mayor tiempo para el ajuste <u>oclusal</u> , sin posibilidad de posterior erupción.

Imagen 7 (30)

3.2 ¿Combinación implante-diente natural?

Las prótesis soportadas en combinación de implantes y dientes han sido descritas y utilizadas en ciertos estudios, habiéndose asociado a roturas o fracasos del implante o diente (37). Lo cierto es que existen diferencias significativas que hacen fracasar esta combinación. Las teorías de intrusión de los dientes son especulativas, una afirmaba que era por pérdida de la estimulación normal del periodonto produciendo atrofia e intrusión. Otra decía que era por fatiga del diente, el cual se movía hacia una posición de menos estrés.

Basado en una revisión de la literatura, una filosofía para tratar restauraciones combinadas entre implante y dientes se presenta:

Antes el mayor problema era la pérdida del tornillo, la ingeniería implantaría ha evolucionado y el desarrollo de elementos antirrotatorios ha hecho que disminuya la pérdida de pilares protésicos.

La utilización de dos pilares para prótesis implantosoportadas, implante-implante, mejora la situación pero se plantea si la unión de implante y diente es adecuada. Esta posibilidad apareció en 1980 por primera vez, varios autores debatieron la eficacia del sistema apareciendo controversia en su éxito a largo plazo (17, 38, 39).

La controversia radica en el éxito o fracaso a largo plazo de este diseño protésico debido a que los dientes con periodonto intacto tienen movilidad vertical y horizontal de 50 a 200 micras, y los implantes de menos de 10 micras (relacionado con la flexión ósea). Esta diferencia de movilidad puede provocar intrusión o fractura del diente o de los componentes protésicos.

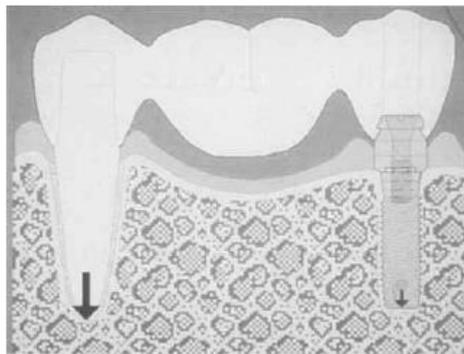


Figure 2. The difference in mobilities between teeth and implants results in stresses placed on abutments, the fixed partial denture, and implant components.

Imagen 8 (37)

Se inventó un sistema móvil dentro del implante para compensar esta diferencia pero no fue exitoso porque requería cambio constante por desgaste o fractura. Apareció otro sistema pero provocó daño en el diente por excesiva movilidad. Otros optaban por utilizar cementos suaves. Aun así, todas las técnicas resultaban en intrusión del diente natural.

El efecto de la hiperfunción periodontal ha sido ampliamente estudiado debido a las sobrecargas oclusales y movimientos ortodóncicos. Pero también se puede dar la hipofunción periodontal por ausencia de cargas o ferulización con un

implante. La hipofunción provoca una disminución del ancho del espacio periodontal en dientes que no funcionan normalmente. Con atrofia evidente y pérdida total de fibras. Las células del tejido conectivo del ligamento periodontal se orientan paralelas al eje axial del diente, desapareciendo las fibras de Sharpey's del cemento.

Un diente en hipofunción tiende a erupcionar hacia la función, es lo contrario a lo observado en la hipofunción del ligamento periodontal de dientes que forman parte de estructuras protésicas implanto-dentosoportadas.

Intrusión

Aparte de rotura de los componentes del implante o prótesis, una de las secuelas no deseadas cuando se intentaba unir diente e implante es la intrusión del diente. Las teorías que explican esto son especulativas:

-*Atrofia por desuso*: El espacio periodontal se atrofia y adelgaza en hipofunción. Esta no se acepta porque en hipofunción se tiende a buscar el contacto mediante erupción. En este caso no erupcionaría porque tiene la prótesis sobre ella pero en ningún caso provocaría la intrusión.

Las otras 6 teorías se basan en fuerzas excesivas sobre el diente que provocan movimiento ortodóntico de intrusión:

- *Diferente disipación de la energía*: La energía provocada por las fuerzas oclusales transmitidas por la estructura hace que el diente se lleve más fuerza por la inmovilidad del implante, provocando remodelación y actividad osteoclastica apical, con intrusión.

- *Flexión y torsión mandibular*: Resultante de las fuerzas provoca intrusión

- *Flexión de la estructura protésica*

- *Deterioro de la memoria de rebote*: Se intruye hasta que no reciba fuerzas compresivas

- *Impactación*

Como se ha visto, la combinación de implantes y dentición natural tiene muchas implicaciones biomecánicas. Puede darse fallo del implante, de sus componentes, o del diente (intrusión o fracaso). Se desaconseja este tipo de prótesis ferulizada diente-implante, pero estos conocimientos sirven para conocer mejor las diferencias entre dientes e implantes y la forma en la que hemos de ajustar la oclusión en pacientes edéntulos parciales con prótesis implantosoportadas parciales.

4. OCLUSIÓN SOBRE IMPLANTES EN PACIENTES PARCIALMENTE EDÉNTULOS.

4.1 Consideraciones en oclusión sobre implantes (30)

El tipo y frecuencia de las complicaciones en implantes dentales ha cambiado en el tiempo. A medida que el éxito en la osteointegración aumentaba por mejores protocolos quirúrgicos y materiales, aumentaban las complicaciones restauradoras. Los estudios muestran una aparición de entre el 10 y 77 % de complicaciones restauradoras en implantes en un periodo de tres años. Estas complicaciones se pueden minimizar con planes de tratamiento cuidadosos y coordinados. Como ya se ha visto, debido a la ausencia de ligamento peridontal en los implantes, las cargas inciden de forma más importante en los materiales de restauración y el hueso crestal, teniendo más riesgo de complicaciones. Abordaremos las implicaciones biomecánicas de las restauraciones sobre implantes tratando de marcar unas pautas y consideraciones para disminuir estas complicaciones restauradoras.

Las prótesis implantosoportadas se han convertido en una opción preferente para el tratamiento de pacientes parcialmente edéntulos, ofreciendo un avance a las prótesis removibles tradicionales, una oclusión más estable, preservación del hueso, mayor adaptación por parte del paciente y un procedimiento menos invasivo hacia el resto de la dentición.

A pesar de que las técnicas existentes para este tipo de tratamientos garantizan buena osteointegración y beneficios funcionales, hay que tener en cuenta las complicaciones protésicas que amenudo ocurren. Estas complicaciones son más comunes en prótesis atornilladas que en cementadas, y más en coronas unitarias que en puentes de más unidades.

En la aparición de complicaciones dentro de los implantes contribuyen la posible escasez de hueso o poca calidad del mismo, falta de espacio vertical u horizontal para la restauración protésica y la **particularidad biomecánica de las cargas que inciden sobre los mismos por la ausencia de un ligamento periodontal que disipe las cargas**. Esto último provoca que las cargas oclusales tengan un efecto más perjudicial sobre las restauraciones protésicas y el hueso crestral que en la dentición natural.

Por las limitaciones anatómicas y diferencias biomecánicas ya analizadas, la ubicación y cargas recibidas por un implante no siempre son las deseadas, con los consiguientes problemas que pueden darse:

- *Complicaciones reversibles*: Como pérdida del tornillo, rotura del mismo, o fractura de la porcelana o resina.
- *Complicaciones irreversibles*: Incluimos la pérdida de hueso, de osteointegración o fractura del implante.

En base a estas limitaciones y diferencias biomecánicas marcaremos unas consideraciones en la restauración de pacientes parcialmente edéntulos con prótesis sobre implantes. Nos centraremos en la zona molar, ya que es donde más ausencias y por tanto reposiciones con implantes se realizan. Así como donde se producen durante la oclusión más contactos y de más intensidad, teniendo más complicaciones por tanto (21, 40).

Analizaremos los tipos de fuerzas masticatorias que se producen, los tipos de complicaciones vistas por sobrecarga implantaria y las consideraciones oclusales que pueden hacernos disminuir las mismas:

A) Fuerzas masticatorias en dientes e implantes:

Comprender las fuerzas masticatorias normales es importante a la hora de plantear un tratamiento con implantes ya que las fuerzas a desarrollar por un paciente con una restauración implantosoportada parcial en un cuadrante serán las mismas a pacientes con dentición natural, pero siendo éstas transmitidas al hueso crestral provocando fuerzas de impacto mayores que en dentición natural.

Modificaciones oclusales y cambios en las restauraciones protésicas pueden hacer disminuir el estrés en el hueso crestral y los materiales de restauración.

Las *fuerzas masticatorias normales* son en su mayoría verticales en el eje axial de las piezas dentarias y varían con la edad, género, masa muscular, forma esquelética y la ubicación de la arcada que se esté considerando. Al cabo del día tenemos unos 17 minutos de contacto oclusal, siendo 8 durante la masticación.

La media de las fuerzas oclusales es de 70 Newtons, siendo superior en muchas circunstancias. Las mayores fuerzas se darán en la zona del primer molar de un hombre estreado con un ángulo mandibular cuadrado comiendo algo duro. Por el contrario menores fuerzas se producirán en una mujer mayor relajada, con una cara alargada en el área incisal comiendo algo blando.

Las *fuerzas no axiales* son menos frecuentes, generadas por movimientos elípticos de la mandíbula con contactos de las pendientes de las cúspides. Varían según la fuerza de masticación entre individuos y su localización pero suelen ser menores a 50 N en dirección bucolingual y 20 N en dirección anteroposterior. Pacientes con falta de disoclusión anterior o contactos proximales, sobremordida aumentada o contactos posteriores limitados tendrán más riesgo de tener estas fuerzas horizontales y anteroposteriores, siendo más perjudiciales que las axiales.

Según lo analizado, los pacientes con alto riesgo de sobrecargas serán aquellos con hábitos bruxistas (rechinamiento nocturno que puede incluir fuerzas verticales y horizontales). Más del 20 % de la población lo han sido en algún momento de su vida y la identificación de estos pacientes es importante previo al tratamiento con implantes ya que se ha visto como pueden tener fuerzas

horizontales nocturnas de hasta una hora y los estudios electromiográficos han demostrado que están en el nivel máximo de fuerza oclusal desarrollada por el paciente, siendo 7 u 8 veces mayor a las fuerzas normales de la masticación.

Estudios en pacientes con implantes a largo plazo han demostrado como estos pacientes tienen un índice mayor de complicaciones. El bruxismo nos es una contraindicación absoluta para tratamiento con implantes pero habrá que realizar un plan de tratamiento cuidadoso (27, 28).

4.2 Complicaciones derivadas de la sobrecarga implantaria

Son resultado de la no anticipación a las fuerzas oclusales del paciente en restauraciones implantosoportadas sin un buen diseño para tolerar las cargas estáticas o cíclicas de las fuerzas masticatorias normales de un paciente o sus hábitos parafuncionales (41).

Como ya se vió son más comunes en zonas posteriores y aumentan en prótesis sin ajuste pasivo. También ocurren más en el maxilar y en prótesis atornilladas.

La complicación biológica más grave es la pérdida ósea y las complicaciones más comunes en las restauraciones protésicas son el aflojamiento o fractura del tornillo, y rotura de la porcelana.

1. Pérdida ósea crestal

Esta pérdida de hueso alrededor del implante no es conocida del todo, muchos autores no reconocen la sobrecarga como causa de la pérdida de hueso crestal pero se puede aceptar que influye en la misma. El titanio es más rígido que el hueso, produciéndose un gradiente de estrés que causa riesgo de reabsorción ósea en una cresta aún inmadura en ocasiones en el momento de la carga, susceptible de actividad osteoclástica. Esto se acentúa por la transmisión de los impactos oclusales de forma más violenta al hueso crestal por ausencia de ligamento periodontal.

También se ha descrito la relación de las fuerzas oclusales excesivas en los implantes como riesgo potencial de aumento en la infección bacteriana, con pérdida prematura de hueso y fracaso del implante (42). Siendo la infección microbiana y la sobrecarga oclusal las dos causas principales de fracaso en implantes oseointegrados. En un estudio (43) se analiza el aumento de fluido crevicular periimplantario en implantes con sobrecarga, controlándose con la eliminación de esta fuerza excesiva y viendo como la falta de higiene e inflamación junto con la sobrecarga aumentaba la pérdida ósea crestal.

La sobrecarga de un implante puede ocurrir más fácilmente, con menos síntomas y con más daño permanente que la sobrecarga de un diente, debido a que el implante no tiene un ligamento de soporte que pudiera aumentar la propiocepción del problema, mejorar la distribución de las fuerzas, percibir el dolor de forma nítida o adaptarse a la sobrecarga.

La pérdida de hueso crestal temprana es observada frecuentemente tras el primer año de función seguido de mínima pérdida anual (menos a 0,2mm). No se sabe con seguridad el por qué de esta pérdida aumentada durante el primer año y estabilización posterior pero se ha hipotetizado que los factores etiológicos pueden ser varios:

- Trauma quirúrgico: Relacionado con el fracaso temprano del implante
- Sobrecarga oclusal: Junto con la anterior, parecen ser más causa de pérdida ósea temprana.
- Periimplantitis
- Microgap
- Anchura biológica
- Modulación de la cresta implantaria

Analizaremos la sobrecarga oclusal:

Es considerada una causa mayor de fallo implantario. Provoca pérdida de hueso marginal y de osteointegración en implantes osteointegrados. Ya hemos

visto que por la ausencia del ligamento periodontal no hay mecanorreceptores ni absorción del impacto oclusal. Además el hueso crestal en los implantes puede sufrir los momentos de fuerza de los movimientos que provocan fuerzas no axiales, actuando como un fulcro.

Los factores asociados (44) a la contribución del fracaso ante una sobrecarga de los implantes serán:

- **Prótesis soportadas por 1 o 2 implantes en la región posterior**
- **Alineamiento de implantes en vez de forma de trípode**
- **Desviación de la fuerza del eje axial**
- **Alto ratio corona/implante**
- **Cantiléver excesivo**
- **Discrepancia entre ancho de tabla oclusal y ancho del implante en la base**
- **Hábitos parafuncionales**

También se recomienda en numerosos estudios la carga progresiva del implante para una correcta formación, remodelación y maduración del hueso.

En una revisión bibliográfica (45) se evidencia una relación positiva del trauma oclusal y la pérdida de hueso periimplantario. Una relación causal entre incidencia de pérdida de hueso marginal alrededor de un implante y sobrecarga del mismo implica la necesidad de un plan de tratamiento y esquema oclusal que lo tenga en cuenta y prevenga.

El trauma oclusal es un daño provocado como resultado de excesivas fuerzas oclusales, habiendo controversia de su papel en la pérdida ósea como mencionamos anteriormente. Generalmente se reconoce que el fallo temprano si está más asociado con la sobrecarga. El módulo elástico del diente y hueso es similar pero el del implante es 5 o 10 veces mayor al hueso, por lo que ante una carga, sin ligamento de separación, el punto de unión se verá afectado, siendo en este caso el hueso crestal.

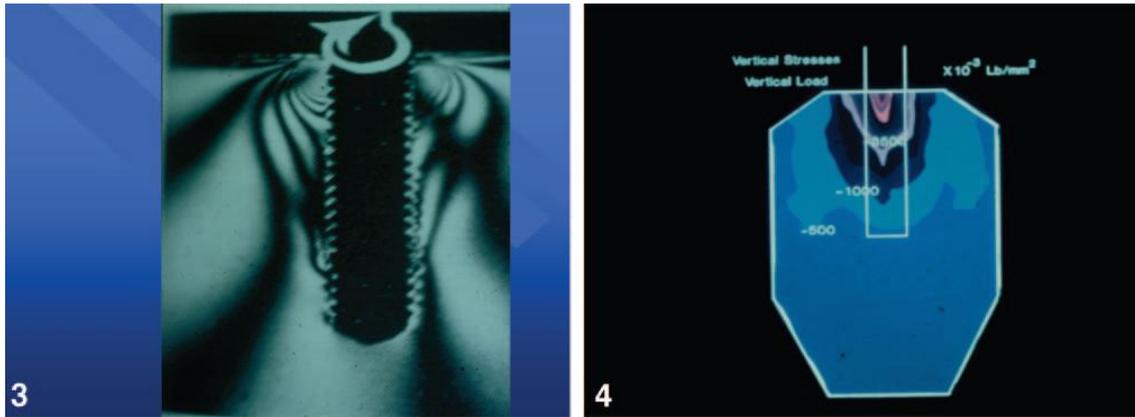


Imagen 9. Distribución de las cargas en un implante osteointegrado (45)

No se niega la presencia de otros factores etiológicos como causantes de la pérdida ósea pero la conformación oclusal es más fácil de resolver por el clínico y se ha demostrado como uno de las posibles causas, por lo que hay que tenerla en cuenta con un correcto ajuste.

2. Aflojamiento del tornillo

Prevalencia en 3 años del 3 al 38% en prótesis implantosoportadas atornilladas posteriores. Más común en coronas unitarias de molares que en premolares y se puede relacionar con la sobrecarga debido a una fuerza oclusal compresiva mayor a la tensión de la unión entre el tornillo de la prótesis y el implante que mantiene los componentes juntos (“fuerza de sujeción”). Las fuerzas que tienden a separar esta unión pueden relacionarse con un diseño inadecuado, fuerzas excesivas o fuera del eje axial que pueden ocurrir por una prematuridad, contactos en un cantiléver, etc... La fuerza de sujeción será también menor cuando la estructura no ajuste de forma pasiva en los implantes.

Tras el aflojamiento de un tornillo será importante analizar la unión entre implante y restauración con una radiografía para ver si existe buena unión, así como verificar que los contactos proximales no sean excesivos, lo que pudiera hacer no encajar en su sitio por presión lateral aumentada. También analizaremos los componentes para verificar la ausencia de daño en las estructuras.

Consideraciones oclusales y protésicas en las prótesis implantosoportadas pueden prevenir los problemas de aflojamiento:

Al comprobar la oclusión, asegurarnos de que no haya prematuridades, no haya cúspides empinadas que puedan provocar contactos en excursivas. En implantes de base amplia ocurre menos, así como utilizando tornillos de aleaciones de oro y usando una llave de torque para estandarizarlo.

Si se repiten estos problemas con el tornillo o rotura de la porcelana puede evidenciar errores que desencadenen problemas más graves en el futuro como pérdida ósea y fractura del implante, por lo que habrá que plantearse una solución de base.

3. Fractura del tornillo

Mientras que el aflojamiento sucede por fuerzas oclusales compresivas superiores a la fuerza de sujeción del tornillo de la prótesis e implante, la fractura ocurre por excesivas fuerzas de cizalla. Suele estar relacionado con excesivas fuerzas laterales alertando de futuros problemas más graves.

Ante estos problemas de fractura o aflojamiento hemos de comprobar que existe un correcto encaje entre las estructuras y optimizar los factores oclusales, pensando también en cambios de la prótesis, suprimiendo un cantiléver, añadiendo un implante adicional con nueva prótesis o un nuevo diseño de prótesis sobre los mismos implantes.

4. Fractura del material

Es la principal razón en la repetición de una prótesis implantosoportada. Puede ocurrir tras la carga en un corto periodo de tiempo, pero también a los años por fatiga y deformación del material. Ocurren más que en las prótesis sobre dientes naturales por 3 razones:

- 1) Ausencia de ligamento periodontal que amortigüe las fuerzas, por ello fuerzas de impacto mayores, siendo la fatiga y deformación permanente más frecuentes.

2) Debido a la estrechez de la base de los implantes (3 a 6 mm) en comparación a los dientes (10 a 12mm) incluso con buenos diseños pueden quedar superficies de porcelana sin estructura subyacente que hagan partir la porcelana.

3) Se pueden producir tensiones en la zona hueca de acceso al tornillo que facilita la fractura.

A la hora de elegir el material podemos tener porcelana o acrílico. Aunque la resina acrílica absorbe mejor las fuerzas, tiene más fracturas. Una consideración importante será el antagonista para utilizar un material que tenga unas propiedades de desgaste similares.

4.3 Estrategias de diseño en tratamientos con implantes

Un inadecuado plan de tratamiento es muchas veces la causa del fracaso y sobrecarga final:

- Valorar el volumen y densidad del hueso, cargas a soportar y diseño protésico a utilizar son cosas a analizar antes de decidir el número, longitud y diámetro de los implantes a utilizar.

- Una completa historia y examen del paciente nos permitirá identificar a pacientes con alto riesgo de producir sobrecarga. Analizando cómo perdió sus piezas y si ha tenido historia de bruxismo o hábitos parafuncionales. Si las perdió por fracturas nos indica riesgo de sobrecarga y si tiene discrepancias en la relación maxilomandibular evidencia posible aumento de fuerzas no axiales perjudiciales. Signos y síntomas clínicos a tener presentes para diagnosticar a un paciente con riesgo de sobrecarga son:

- Ángulo mandibular recto
- Maseteros desarrollados
- No presencia de disoclusión anterior
- Facetas de desgaste
- Hábitos parafuncionales
- Ensanchamiento periodontal
- Pocos dientes posteriores que hagan tope

Consideraciones restauradoras y procedimientos protésicos que difieren entre dientes e implantes para restauraciones fijas posteriores en pacientes parcialmente desdentados

Variable	Dentición Natural	Implantes
Cúspides planas	No tan importante porque el ligamento puede absorber fuerzas	Permite disminuir el estrés para la restauración implantosoportada y el hueso por provocar menos fuerzas laterales
Tabla oclusal estrecha al restaurar cuadrantes posteriores	No necesario porque el diente comienza desde una base ancha, el ligamento absorbe las fuerzas y el diseño es predecible y fácil	Mejora el acceso para la higiene, disminuye el estrés oclusal y disminuye el riesgo de fractura de porcelana sin soporte.
Ferulización	Normalmente no necesario	Importante para la distribución de las fuerzas
Unión mediante férula rígida de impresión para comprobación de ajuste pasivo	No requerido porque el ajuste marginal se puede evaluar y el ligamento periodontal permite adaptación.	Necesario porque es más difícil evaluar el ajuste pasivo de la estructura y para mejorar los resultados de ajuste provocando menor estrés en el hueso crestral.
Cantilevers	Solo bajo cuidadosas consideraciones	Aumenta las complicaciones por mayor potencial de fuerzas no axiales, concentrando estrés en el hueso crestral
Desplazamiento oclusal (bucolingual)	No suele necesitarse	A menudo, debido a la reabsorción vestibular del maxilar en zonas posteriores requerimos una tabla oclusal más en palatino con posible mordida cruzada.
Material de restauración	No hay que considerar el efecto de amortiguación porque tenemos el ligamento	Más amortiguación con acrílico pero mayor desgaste y fractura

A diferencia de las prótesis sobre dentición natural, la confección de una restauración que genere poco estrés es crítico en las prótesis sobre implantes:

- Una tabla oclusal estrecha con cúspides poco profundas disminuirá las fuerzas sobre los componentes protésicos, implante y el hueso crestral. Cuanto más compleja sea la superficie oclusal habrá mayor riesgo de fuerzas laterales y de ausencia de disoclusión anterior.

- La ferulización entre implantes disminuirá el estrés de los componentes protésicos y el hueso crestral, siempre y cuando tengan un ajuste pasivo.

- Evitar los cantilevers en pacientes con riesgo de sobrecarga oclusal, sobre todo si tenemos dentición natural en el antagonista. La posibilidad y longitud de los cantilevers dependerán de factores biomecánicos (localización del mismo, cargas oclusales prematuras, diámetro, número y características de los implantes, calidad ósea, y rigidez de la estructura protésica a colocar). Si la estructura no es rígida o si no hay buen ajuste de la estructura sobre todos los implantes puede provocar sobrecargas en algunos de ellos.

Al colocar una prótesis implantosoportada habrá que valorar los contactos proximales y oclusales. La prótesis ha de entrar sin presión excesiva, comprobándose con la radiografía el correcto ajuste.

Los ajustes oclusales han de hacerse con presión oclusal suave por dos motivos:

- La dentición natural opuesta se comprime y adecua normalmente ante presiones elevadas.

- Cualquier prematuridad oclusal se verá ante contacto oclusal suave

Los contactos laterales serán ahora evaluados, cuando sea posible la dentición anterior natural ha de hacer disocluir las coronas sobre implantes posteriores.

Las restauraciones con implantes posteriores que siguen un arco tienen más tasa de éxito que las lineales, así como los de mayor diámetro.

4.4 Elección de la restauración protésica

Las restauraciones protésicas pueden ir cementadas, atornilladas, retenidas por un tornillo a lingual o con una subestructura y atache. Cada una tiene sus indicaciones y la relación oclusal puede influenciar en su elección. Normalmente es más fácil conseguir una tabla oclusal estrecha y fuerzas axiales al diente en cementadas porque no tenemos la restricción dimensional para el acceso al tornillo.

En pacientes que se prevé una modificación futura del diseño de la prótesis, será más aconsejable una atornillada por su accesibilidad, indicándose éstas también cuando disponemos de poco espacio interoclusal.

A priori pueden verse más complicaciones en las prótesis atornilladas, pero con experiencia, éstas son más simples que las complicaciones dadas en las cementadas, ya que un aflojamiento del tornillo del pilar de cementación puede provocar la necesidad directa de una nueva estructura protésica. Además el exceso de cemento en los tejidos blandos puede provocar daños tisulares con exposición implantaria. Es por ello que muchos clínicos tienen preferencia por las atornilladas, gracias a su accesibilidad pese a su mayor tasa de complicaciones.

4.5 Seguimiento y monitorización de los implantes

Es necesario mayor seguimiento en los implantes que en prótesis convencionales. Los problemas como aflojamientos nos deben hacer actuar para evitar problemas mayores. Controles periódicos del nivel óseo mediante Rx son los que nos evidenciarán posibles problemas. La oclusión debe ser evaluada una vez al año para descartar prematuridades y que no se haya producido el desgaste de la guía anterior que provocaría más contactos posteriores con fuerzas laterales generadoras de estrés en las restauraciones implantosoportadas.

Una férula nocturna ha de utilizarse en pacientes con alto riesgo de sobrecarga oclusal, así como pacientes con cantilevers o restauraciones implantológicas sin dientes naturales proximales. Ya vimos que éstas podían tener diseños específicos para solo distribuir las cargas sobre dentición natural.

Como hemos visto muchas de las complicaciones se relacionan con transmisión de fuerzas oclusales pudiéndose controlar con planes de tratamiento adecuados que permitan mejorar la distribución de fuerzas. Siendo importante identificar a pacientes susceptibles y conocer signos que nos evidencien sobrecarga.

4.6 Cuestiones específicas referentes al ajuste oclusal necesario para casos de prótesis sobre implantes (46):

La implantología dental actual sigue buscando los conceptos oclusales apropiados para las restauraciones implantosoportadas. No hay suficiente evidencia a favor o en contra de un esquema oclusal en concreto. La oclusión y su rol en la estabilidad biológica y mecánica del implante siempre ha estado en controversia.

Los estudios y opiniones han sugerido varias modificaciones en el ajuste oclusal destinadas a reducir cargas axiales y no axiales para las prótesis dentales sobre implantes:

Prácticas comunes utilizadas para el manejo de la oclusión en implantes (con poca evidencia científica):

a) Restauraciones unitarias:

- Ligera infraoclusión con unas 8 micras de separación ante el cierre.
- Tabla oclusal de reducidas dimensiones
- Contactos en máxima intercuspidad a lo largo del eje axial del diente.

b) Dentaduras parciales y prótesis completas fijadas por implantes:

- Guía canina u oclusión mutuamente protegida cuando tenemos dentición natural antagonista. Los dientes anteriores hacen disoclir los posteriores en movimientos excéntricos, permitiendo mayor tamaño cuspídeo.
- Oclusión lingualizada cuando tenemos prótesis completa como dentición antagonista. La cúspide lingual maxilar descansa en la fosa central mandibular plana, sin existir contacto con la cúspide bucal mandibular.

A tener en cuenta previo al ajuste oclusal:

- Diseño biomecánico del sistema de implantes usado
- Número de implantes
- Diseño y ajuste de la prótesis
- Naturaleza de la dentición antagonista
- Deformación del hueso de soporte
- Dureza y tipo de bolo alimenticio.

Se sigue estudiando qué es sobrecarga en implantes y qué no lo es. Ante determinada magnitud, posición y dirección de una fuerza, puede considerarse en determinados casos sobrecarga y en otros puede funcionar correctamente. Además sigue en controversia el poder de la inflamación derivada del acúmulo de placa como factor potenciador de la pérdida ósea crestal por sobrecarga. Muchos de los estudios han sido en animales con cargas exageradas.

A pesar de que no existe ligamento perodontoal propioceptivo, se establece un incremento de sensación y capacidad neural en la región implantaria. (“oseopercepción”). Las células óseas del hueso hacen de mecanotransductores de fuerzas y comunican los cambios al periostio.

Las complicaciones debido a sobrecarga oclusal, como ya hemos analizado, pueden ir desde el desgaste acelerado a fractura de la porcelana, abrasión de acrílicos o fractura y pérdida de implantes. Debido a la evolución de los sistemas cada vez es menos frecuente el aflojamiento de tornillos. Con el

hexágono externo había más problema de aflojamiento por superar la fuerza de fijación, con el tornillo de aleación de oro se trataba de mejorar dándole una precarga al sistema. Actualmente, con la aparición de los sistemas de conexión interna cónicos se han reducido las complicaciones mecánicas y de aflojamiento de tornillos, dando más estabilidad y fuerza a los sistemas.

Largos cantilevers, parafunciones, diseños oclusales inadecuados y contactos prematuros son factores de sobrecarga que ya hemos visto como influyen negativamente en la durabilidad.

Debido a la importancia del correcto diseño oclusal para la durabilidad del sistema, se trata de confeccionar una **guía clínica con justificación biomecánica para una óptima oclusión en implantes (31)** y posibles soluciones para manejar las complicaciones que se puedan dar. Dejando claro que aun no hay concepto de oclusión específico para implantes basándonos en la evidencia científica.

Algunos estudios afirman que la sobrecarga oclusal es la principal causa de periimplantitis y pérdida ósea crestal, otros hablan de la necesidad de las complicaciones biológicas como la infección periimplantaria como causa etiológica. De una forma u otra la sobrecarga provoca complicaciones mecánicas como ya hemos visto (30). No existe ni ligamento, ni mecanorreceptores ni absorción de las cargas. Actuando la cresta ósea como fulcro ante fuerzas no axiales.

Tipos y principios de oclusión en implantes:

Actualmente la evidencia científica referida a la oclusión sobre implantes es escasa, acotada a estudios in vitro, animales y estudios retrospectivos. Trataremos de dar una guía para la oclusión sobre implantes para su longevidad y dar guías clínicas de oclusión óptima basado en la literatura disponible. Además de soluciones a las complicaciones.

Recordaremos los factores que pueden provocar sobrecargas para tratar de evitarlos en la medida de lo posible:

- Largo cantiléver (>15 mm en mandíbula y 10-12 mm en maxilar)
- Hábitos parafuncionales y fuerzas elevadas como en contactos prematuros
- Diseño oclusal y protésico inadecuado (tabla oclusal amplia e inclinación de cúspides elevada)
- Hueso de baja calidad empeora la situación.
- Número inadecuado de implantes

Los tipos y principios básicos de oclusión en implantes han derivado de los principios para la restauración en dientes naturales basados en las teorías de oclusión ya descritas.

Conocemos tres conceptos oclusales (balanceada, función de grupo y mutuamente protegida).

- La oclusión balanceada bilateral tiene contactos en todos los dientes durante excursivas (indicado en completas)

- Función de grupo (contactan los dientes posteriores del lado de trabajo en lateralidades, usado cuando hay caninos comprometidos, para repartir la fuerza),

- **Mutuamente protegida:** Tiene protección posterior en oclusión céntrica y protección anterior en excursivas (dándole protagonismo al canino y su efecto protector para los demás dientes en las fuerzas laterales). Este último se ha considerado conveniente para las prótesis implantosoportadas pero aun no evidenciado científicamente.

Aun así parece que es más importante el número y posición de los contactos oclusales sobre las prótesis que el esquema oclusal.

Además de estos esquemas oclusales convencionales, la “**oclusión implantoprotégida**” se ha descrito para las prótesis sobre implantes, para reducir

la fuerza oclusal sobre las mismas y proteger los implantes. Esto ha modificado conceptos convencionales y ha descrito sus propios parámetros:

- Cargas oclusales compartidas
- Modificación en la tabla oclusal y anatomía para inducir cargas axiales
- Incremento de áreas de implante (plataforma ancha), toda aquella prótesis que excede el ancho de la base crea un cantiléver, por ello se utiliza tabla oclusal estrecha.
- Reducción de contactos oclusales biomecánicamente desfavorables.
- Tabla oclusal estrecha para reducir posibilidad de fuerzas fuera del eje axial del implante
- Inclinación de cúspides reducida con anatomía oclusal plana con fosas y surcos anchos.
- Cantiléver corto.

Misch afirmaba que esta tabla oclusal estrecha prevenía fractura de porcelana y mejoraba la posibilidad de higiene. Defendía en casos justificados como zonas posteriores palatales donde el implante ha de estar muy a palatino, una mordida cruzada para guiar la carga en el eje axial.

El objetivo de la **oclusión sobre implantes** fue descrito por Chapman (47) como el contacto simultáneo bilateral, libre de interferencias en movimientos protrusivos o laterales y con ausencia de contactos o prematuridades en el lado de no trabajo y una igual distribución de fuerzas oclusales generales:

Principios básicos de la oclusión sobre implantes:

1. Estabilidad bilateral en oclusión habitual
2. Contactos y fuerzas oclusales uniformes
3. No interferencias entre relación céntrica y oclusión habitual
4. Libertad en oclusión habitual, disminuyendo prematuridades en función.
5. Guía anterior o canina para disminuir fuerzas posteriores en excursivas.
6. Movimientos excursivos laterales sin interferencias.

Vimos que con mínima fuerza, los dientes se intruyen 25-50 micras y los implantes 3-5 micras (32) por lo que consideramos que puede existir sobrecarga en implantes si los tratamos como dientes naturales a la hora del ajuste oclusal. Es por ello que Misch propone un **ajuste oclusal que elimine la diferencia de movilidad entre dientes e implantes ante cargas oclusales elevadas.**

Kerstein propone retraso en la oclusión de las estructuras implantosoportadas(48). Los dientes naturales se deprimirán en el ligamento periodontal disipando parte de la fuerza recibida, tras lo cual debería ocurrir la carga del implante. Este tiempo de retraso ha de ser corto, suficiente para que el diente se intruya pero no tan elevado como para que no llegue a entrar en oclusión la prótesis soportada por el implante. En base a estas guías de ajuste oclusal, se puede entender que los métodos convencionales de análisis de la oclusión tienen limitaciones para conseguir tal objetivo como analizaremos posteriormente.

Además de esta diferencia del ajuste oclusal en un momento dado, los dientes sufren movimiento al cabo de los años y los implantes no. A lo que se añade que la porcelana se desgasta menos que el esmalte dentario. Por ello nos preguntamos si **¿es suficiente con una consideración oclusal estática o habría que reevaluar y ajustar cada cierto tiempo los contactos oclusales?** Para prevenir la sobrecarga implantaria por los cambios posicionales en el tiempo, reevaluaciones y ajustes oclusales periódicos serán necesarios (49, 50).

4.7 Aplicaciones clínicas de lo analizado para correcta oclusión sobre implantes:

Oclusión en prótesis fijas parciales posteriores:

- a) Guía anterior en excursivas que evite fuerzas laterales posteriores. No interferencias en lados de trabajo y no trabajo en lateralidades. Se acepta función de grupo en caso de caninos no sanos.
- b) Contactos oclusales iniciales en dentición natural
- c) Función de grupo solo cuando los dientes anteriores estén periodontalmente comprometidos.
- d) Inclinación de cúspides reducida, contactos centrados con 1-1.5 mm de área, tabla oclusal estrecha y mínimos cantilevers.
- e) El tripodismo con implante adicional, y disminución de espacio entre implantes posteriores reduce sobrecarga y complicaciones (30, 31)

* En ocasiones se acepta mordida cruzada como vimos antes para mejorar cargas axiales en implantes a palatino en maxilar posterior.

Oclusión en prótesis unitaria implantosoportada:

Ha de diseñarse para minimizar la fuerza oclusal sobre el implante y aumentar la carga sobre dientes naturales.

Para conseguirlo, debemos:

- a) Tener guías anteriores y laterales en dentición natural y no tener contactos en lados de trabajo o no trabajo en la restauración
- b) Sin contacto en oclusión suave y con contactos ligeros en fuerte oclusión.
- c) Inclinación de cúspides reducida, contactos centrados con 1-1.5 mm de área, tabla oclusal estrecha.
- d) Contactos proximales aumentados para ganar estabilidad.

Table 3. Occlusal guidelines

Clinical situations	Occlusal principles
Full-arch fixed prosthesis	<ul style="list-style-type: none">• Bilateral balanced occlusion with opposing complete denture• Group function occlusion or mutually protected occlusion with shallow anterior guidance when opposing natural dentition• No working and balancing contact on cantilever• Infraocclusion in cantilever segment (100 µm)• Freedom in centric (1–1.5 mm)
Overdenture	<ul style="list-style-type: none">• Bilateral balanced occlusion using lingulized occlusion• Monoplane occlusion on a severely resorbed ridge
Posterior fixed prosthesis	<ul style="list-style-type: none">• Anterior guidance with natural dentition• Group function occlusion with compromised canines• Centered contacts, narrow occlusal tables, flat cusps, minimized cantilever• Cross bite posterior occlusion when necessary• Natural tooth connection with rigid attachment when compromised support
Single implant prosthesis	<ul style="list-style-type: none">• Anterior or lateral guidance with natural dentition• Light contact at heavy bite and no contact at light bite• Centered contacts (1–1.5 mm flat area)• No offset contacts• Increased proximal contact
Poor quality of bone/Grafted bone	<ul style="list-style-type: none">• Longer healing time• Progressive loading by staging diet and occlusal contacts/materials

Imagen 10. (31)

Del fracaso de un correcto plan de tratamiento y ajuste oclusal se darían las complicaciones ya analizadas anteriormente:

- Aflojamiento de tornillo
- Fractura de tornillo, material protésico o componentes protésicos
- Pérdida de hueso crestal
- Fractura y pérdida de implantes

El **objetivo principal** de una oclusión específica para implantes es **minimizar la sobrecarga en la unión hueso-implante y en la prótesis**. Para mantener la carga sobre el implante dentro de los límites fisiológicos de la oclusión individual del caso. Consiguiendo estabilidad a largo plazo de los implantes y las prótesis soportadas por ellos. El **aumento del área de soporte, mejora de la dirección de la fuerza y reducción de la magnificación de la misma**, son 3 factores indispensables en la oclusión implantológica:

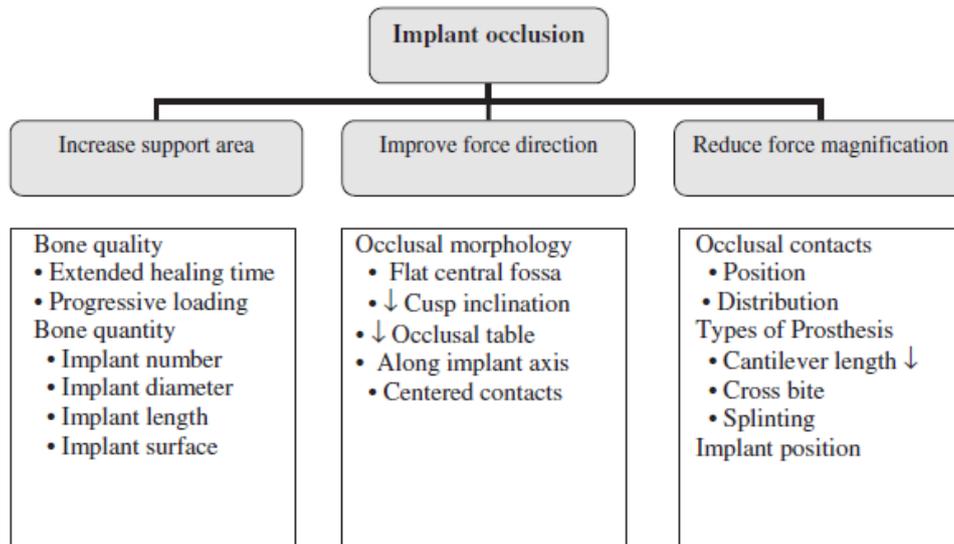


Fig. 1. Factors to consider in implant occlusion.

Imagen 11. (31)

Además se necesitará la reevaluación oclusal para prevenir futuras sobrecargas por desgaste o movilidad de los dientes naturales.

4.8 ¿Es el ajuste oclusal definitivo o se producen cambios?

El control es necesario ya que las fuerzas oclusales varían debido a la movilidad, desgaste y cambios en los vectores de fuerza.

Tras un equilibrado oclusal, con la eliminación de contactos prematuros en posición retruida puede conseguirse eliminar el deslizamiento desde relación céntrica hasta la máxima intercuspidadación. Un estudio analiza si la inestabilidad oclusal tras ajustar la oclusión es recurrente a corto y largo plazo, el efecto terapéutico de este ajuste en la mejora de síntomas de dolor por disfunción del sistema masticatorio y buscar alguna explicación por la recurrencia (51).

Parece que los mecanorreceptores periodontales constituyen el elemento principal periférico responsable del cambio de patrón de cierre visto en este estudio.

Hay mejoría pero la recurrencia se evidencia en el estudio y puede darse porque se establezcan nuevas direcciones en los ejes de fuerza causando fuerzas

no axiales (excéntricas) que modifiquen la posición en un periodo de tiempo y vuelva a provocar inestabilidad.

Otro estudio analiza la variación de las fuerzas oclusales en pacientes con implantes (50). Se analiza y graba la oclusión de 100 pacientes con prótesis implantosoportadas sobre 571 implantes. Realizan seis registros oclusales en intervalos de 3 meses a cada paciente. Se observa sobrecarga oclusal de las prótesis implantosoportadas en casi la mitad de los pacientes durante el periodo de análisis, con la mayoría de los cambios ocurridos entre los primeros 3 a 6 meses. Estos cambios en la distribución de las fuerzas oclusales puede explicar el fallo implantario temprano y se sugiere la necesidad de un mayor control en la evaluación de la oclusión tras la inserción y rehabilitación coronaria.

Vimos como el objetivo principal de la oclusión sobre implantes para Chapman (47) es el contacto simultáneo bilateral, libre de interferencias en movimientos protrusivos o laterales y con ausencia de contactos o prematuridades en el lado de no trabajo y una igual distribución de fuerzas oclusales generales. Por su parte, Maness (52) describe el concepto de “ *fuerza relativa oclusal* ”, defendiendo un equilibrado y distribución de las fuerzas en los dientes naturales, capaces de soportarlas y acomodarse a las cargas oclusales. Explica la necesidad del uso de análisis oclusal computerizado (T-scan). En base a estos dos conceptos, se piensa que un monitoreado de las cargas oclusales tras la inserción implantaría puede revelar cambios que beneficien al éxito del implante.

El estudio (51) observa la oclusión tras la inserción implantaría para analizar y realizar posibles cambios requeridos en la distribución relativa de las fuerzas en un tiempo dado.

Se realiza oclusión inicial entre dientes e implantes por igual mediante uso de T-scan siguiendo los principios de Chapman y sin interferencias en los movimientos excursivos.

En la reevaluación, como resultado, de los 100 pacientes, 46 necesitaron ajuste en los primeros 18 meses de revisiones por cambios en la distribución de fuerzas oclusales analizadas con el T-scan. En el 96 por ciento de los casos, el ajuste se tuvo que realizar a la prótesis sobre el implante y un 4 por ciento a los dientes.

Los implantes oseointegrados tienen una movilidad clínica normal de menos de 50 micras, esto hace que la prótesis sobre implante tenga nula adaptación frente a la dentición natural con la ausencia de elasticidad y capacidad adaptativa del ligamento periodontal. Esto será aun más complejo cuando existan ,en una misma arcada, implantes y dientes con periodonto comprometido y mayor movilidad de la habitual.

Existen diversas teorías acerca de los cambios oclusales en tratamientos con implantes, unos hablan de que la musculatura recupera fuerza y provoca cambios en la oclusión. Otros hablan de un cambio condilar por una reestructuración de la oclusión. Una tercera teoría habla de la intrusión de los dientes en el hueso, especialmente aquellos con periodonto comprometido, provocando la carga sobre los implantes (33, 34, 53).

En base a este estudio de 100 pacientes se puede concluir que hay cambios oclusales en la mitad de los pacientes, resultando en fuerzas oclusales excesivas que afectan a las prótesis sobre implantes y sus antagonistas. Por ello se recomienda mayor atención a la oclusión como posible factor de fracaso de los implantes. El Tscan, como analizaremos, permite analizar y guardar los registros oclusales, teniendo de forma objetiva una idea del desarrollo, análisis y ajuste oclusal de cada paciente, quedando guardado para futuras comparaciones.

5. INSTRUMENTOS RELACIONADORES Y REGISTROS INTERMAXILARES PARA ANÁLISIS Y CORRECTO AJUSTE DE LA OCLUSIÓN

5.1 Instrumentos relacionadores

Son aquellos aparatos que nos sirven para relacionar o articular los modelos de las arcadas dentarias del paciente.

Según la capacidad de ajuste tendremos:

- Los *oclusores o charnelas*: Permiten movimientos de apertura-cierre, solo pudiendo reproducir los modelos en la posición transferida y no teniendo utilidad salvo en casos especiales.

- Los *articuladores de 3 puntas*: Permiten además movimientos protusivos y laterales pero solo reproducen la relación oclusal transferida también.

- Los *articuladores semiajustables*: Permiten movimientos protusivos, de apertura-cierre y laterales. Reproduciendo además movimientos reales del paciente (“de apertura cierre en eje terminal de bisagra”) y pudiéndose reproducir varias posiciones oclusales, no solo la transferida. Siendo el recomendable a la hora de analizar, diseñar y ajustar una solución protésica como una restauración implantosoportada unitaria.

- Los *articuladores semiajustables de guías curvas*: Son más sofisticados y precisos que los anteriores.

- Los *articuladores totalmente ajustables*: Permiten reproducir todos los movimientos y posiciones con las trayectorias reales que realiza el paciente pero tienen el problema del coste y su complejidad al usarlos. Por lo que habitualmente se usan los semiajustables que se aproximan bastante a la realidad y son más fáciles de usar teniendo menor coste.

El articulador semiajustable que se recomienda utilizar podrá ser según la posición que ocupen los elementos condilares tipo arcon (esfera condilar unida a la rama inferior) o no arcon (esfera condilar unida a la rama superior y cajetín en rama inferior), requiriéndose en ambos casos:

- 1) Confección en material rígido que no se deforme
- 2) Permitir uso de arco facial de transferencia para establecer posición espacial de las arcadas respecto al cráneo
- 3) Permita ajustar parámetros del mecanismo condilar
- 4) Pin incisal calibrado para poder trabajar con la dimensión vertical
- 5) Platinas rígidas e indeformables con suficiente retención
- 6) Tabla incisal

5.2 Registros intermaxilares

Los registros nos van a permitir obtener las relaciones maxilomandibulares de un paciente. Estas relaciones podrán ser céntricas (relación céntrica, máxima intercuspidadación y oclusión céntrica) o excéntricas (laterotrusiones y protrusivas), en función del objetivo buscado.

Los registros se pueden clasificar desde varios puntos de vista:

- En función del procedimiento tenemos gráficos y plásticos
- Según la finalidad que persigamos tenemos estáticos (ceras, siliconas, laminados) o dinámicos (fotoclusión y T-scan III)
- Según la información recibida tenemos: Cualitativos, aportan solo la localización del contacto, valorándose de forma subjetiva, y cuantitativos, aportan también información de la intensidad relativa y secuencia de los contactos (T-scan III y fotoclusión)
- Según el lugar donde lo obtengamos tenemos intraorales o extraorales.

Podemos clasificar los métodos de registro intermaxilar en:

5.2.1 Estáticos

Cera

Es un registro estático, plástico e intraoral que tiene una doble finalidad actualmente:

- a) Transferir el modelo inferior al articulador
- b) Regular el articulador, individualizando ITC y ángulo de Bennet

Este registro se consigue con la cera moyco, no deformable a temperatura ambiente, siendo estáticos porque tomamos una posición fija. Están en desuso para localizar contactos oclusales.

Siliconas

Al igual que las ceras, han quedado en desuso para localizar puntos de contacto ya que habría que analizar las perforaciones de la misma y existen otros métodos mejores.

Laminados

El papel de articular es un registro plástico, estático, cualitativo, intraoral. Es el elemento más utilizado para identificar el contacto entre dientes maxilares y mandibulares.

Son unas tiras de papel tintadas, con diferentes tamaños, grosores y colores (Imagen 12). Tras los contactos dentales dejan una marca teñida en la zona, tras lo cual se realiza una valoración subjetiva. En algunos estudios consideraban como cierto que las fuerzas intensas se corresponderán con marcas grandes y las pequeñas con fuerzas débiles (54), lo que posteriormente se ha demostrado como erróneo ya que pequeñas marcas o incluso zonas sin marca podrán corresponderse con la mayor intensidad por un contacto puntiforme o rotura del papel (55, 56). También se observa que el papel de articular sería fiable solo durante el primer uso, no siendo una desventaja por su bajo coste, y

que es mejor secar los dientes previamente. La percepción del paciente apoyará el estudio con las marcas del papel (54).

El grosor de los materiales a interponer entre los dientes no debe superar los 0,2 mm ya que a partir de este grosor se puede alterar la percepción del paciente, estando en la zona incisal la percepción aumentada respecto a zonas posteriores (35). La subjetividad y falta de percepción del paciente, como en ocasiones bajo los efectos de la anestesia o en restauraciones implantosoportadas, dificulta la ayuda que nos pueda prestar, siendo conveniente materiales de registro que nos puedan orientar de forma más objetiva. La sensibilidad y percepción en pacientes portadores de implantes, se verá reducida 8 veces (36)



Imagen 12. Diferentes grosores de papel de articular (40 micras y 8 micras)

La seda es definida por Dawson como el mejor material para marcar las interferencias y cumple con el grosor adecuado para no ser percibido por el paciente (57). Es considerada como un material preciso, resistente a la ruptura y con alta flexibilidad y adaptación a cúspides y fosas. Es suave y no produce pseudocontactos pero se afecta por la saliva.

Las tiras de aluminio son materiales de registro intermaxilar laminados no tintados que se caracterizan por tener un pequeño grosor, siendo los más finos que existen. No es detectado por el paciente y no modifican la oclusión habitual pero requieren alta presión masticatoria para tener uso clínico.

5.2.2 Dinámicos

Dentro de los registros dinámicos podemos estudiar el T-scan y la fotooclusión.

La fotooclusión fue el primer sistema de registro intermaxilar para analizar los contactos de forma cuantitativa. Era necesario saber en qué momento entraban en contacto los diferentes dientes para localizar las interferencias. Se basa en el análisis de las fuerzas producidas sobre una lámina fotoplástica (“hoja de memoria”) transparente, de 0,1mm donde se podrá analizar el primer contacto y las diferentes intensidades según los colores que aparecen.

T-Scan

Es un dispositivo digital capaz de procesar señales procedentes de un sensor de presión diseñado para su utilización en boca, ubicándolo entre ambos arcos dentarios. Constituye un sistema de diagnóstico para analizar de forma dinámica la oclusión. Desde su versión inicial, T-scan I, se ha desarrollado hasta el T-scan III, ofreciendo información de localización, tiempo de aparición e intensidad relativa de los contactos oclusales, además de poder conocer el tiempo de oclusión o disclusión de un ciclo masticatorio o movimiento mandibular y permitir estudio de los contactos en diferentes posiciones mandibulares (58).



Imagen 13. T-scan III

El sensor tiene un grosor de 100 micras y consta de dos láminas de plástico selladas periféricamente en cuyo interior se contiene un fluido conductor con carga procedente del sistema. Las variaciones de presión que provocan los contactos dentarios inducen variaciones en el voltaje, creando la señal de entrada en el dispositivo. Esta señal se transmite y procesa mediante un software específico a un ordenador que presenta la información en modo gráfico mediante una ventana con diferentes modos:

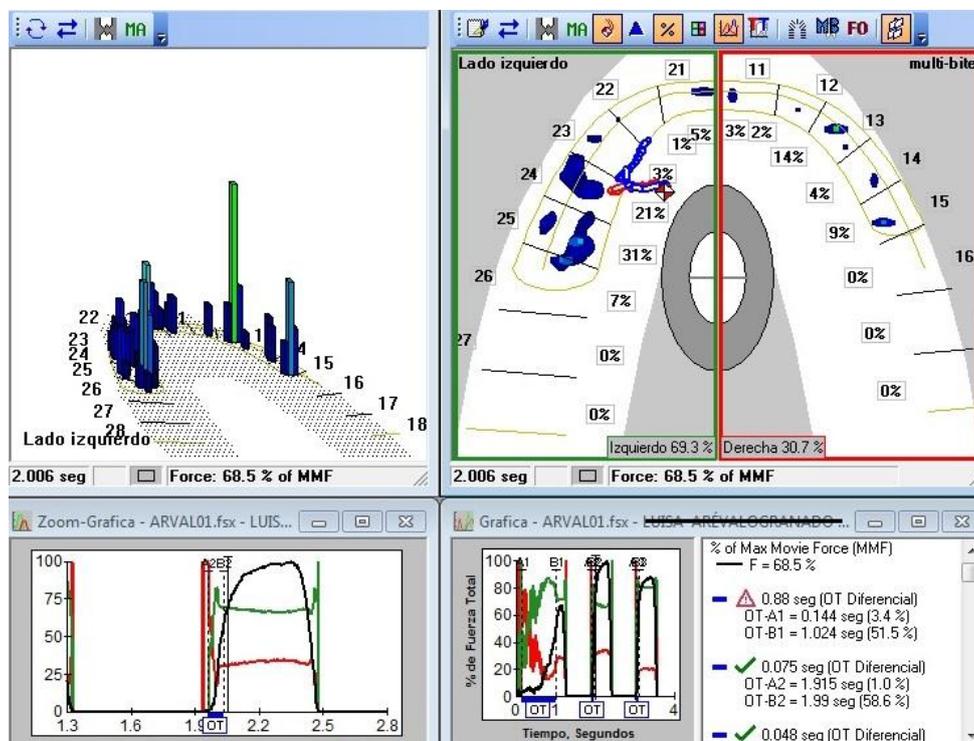


Imagen 14. Esquemas de trabajo ofrecidos por el T-scan III

En los diferentes esquemas ofrecidos por el T-scan III para análisis computerizado de las fuerzas oclusales tenemos:

- En la esquina superior izquierda, un modo en tres dimensiones con un histograma de barras de colores marcan las fuerzas relativas en cada zona según su color y altura. Los tonos azules representan los contactos de menor intensidad y los tonos rojos y magenta los más intensos.

- En la parte superior derecha tenemos una forma de arcada en 2D representando en colores la intensidad de fuerzas relativas según la zona y analizándose los porcentajes de fuerza según el lado, derecho (rojo) o izquierdo (verde), siendo lo ideal un equilibrio entre lados de 50%-50%. Es un modo de papel articular electrónico donde se representa la presión detectada en la tabla oclusal (espacio virtual entre ambas arcadas cuando entran en contacto).

- En la parte inferior, un modo gráfico nos muestra en un eje de coordenadas la intensidad de las fuerzas (eje y) respecto al tiempo transcurrido desde que se detecta el primer contacto (eje x). Una línea roja nos marcará los contactos del lado derecho y una línea verde los del lado izquierdo. El punto A marcará el momento donde se produce el primer contacto y el punto B momento en el que se da la máxima intercuspidad. La gráfica tiene un curso ascendente hasta que se alcanza el 100 % de la fuerza de oclusión y posteriormente, desciende a medida que la presión desciende cuando el paciente comienza la fase de apertura.

Entre los aspectos destacables del T-scan III figura la posibilidad de detectar eventos oclusales hasta ahora no mensurables, y de extraordinaria importancia en el análisis y el ajuste oclusal:

A) *La fuerza ejercida a cada lado de la línea media.* En una situación ideal, al llegar a máxima intercuspidad, el 50 % de la fuerza debería

ser ejercida por cada lado. El modo gráfico refleja la intensidad de la fuerza detectada en cada lado (líneas roja y verde) y en el modo 2D unas cifras expresan dicha cantidad.

- B) *El tiempo de oclusión (OT, occlusion time)*. Es un nuevo concepto oclusal-dinámico. Idealmente, al entrar ambos arcos dentarios en oclusión, todos los dientes deberían ocluir al mismo tiempo. Por tanto, el tiempo de oclusión debería ser idealmente de 0 segundos. Clínicamente, sin embargo, no se consigue este tiempo (influyendo la interposición del sensor) pero se considera que debe estar por debajo de 0,2 segundos. Un OT aumentado significa que antes de llegar al máximo número de contactos, una serie de prematuridades han exigido el reposicionamiento mandibular, exigiendo un trabajo ineficiente de los grupos musculares. El OT debe reducirse mediante tallado selectivo.
- C) *El COF (center of force) o centro de fuerzas*. Se trata de un icono que idealmente debe permanecer en la línea media sagitalmente y, anteroposteriormente debería situarse en una línea transversal que une el punto de contacto entre el primer molar y el segundo premolar (dentro de un óvalo blanco contorneado en gris). Cuando en uno de los lados, derecho o izquierdo, se ejerce más fuerza, el COF se desvía. El COF es una expresión gráfica del porcentaje de todas las fuerzas.
- D) *Disclusion time o tiempo de disclusión*. Es el tiempo que se tarda, en un movimiento excursivo contactante (ya sea protrusivo o de lateralidad) en alcanzar la total disclusión de los dientes posteriores. Se ha demostrado que tiempos de disclusión superiores a 0,5 seg. están asociados a disfunción cráneo-mandibular (59). El incremento en el tiempo de disclusión está causado por contactos interfirientes. Los estudios electromiográficos (11, 12) demuestran que, en presencia de un tiempo de disclusión largo ocasionado por interferencias (sobre todo en el lado de no trabajo) la actividad mioeléctrica de los distintos grupos musculares está incrementada, forzándose un trabajo no

eficiente de las unidades motoras que supone un consumo excesivo de energía que hace que las vías bioquímicas más eficaces para el suministro de ATP no sean suficientes; ello conduce al trabajo muscular en condiciones de anaerobiosis y el desencadenamiento de los fenómenos fisiopatológicos conducentes a la disfunción. La disminución de este tiempo procurando una disclusión completa en movimientos excursivos disminuirá la sobrecarga del músculo y de la articulación temporomandibular (60, 61)

Estos registros podrán ser guardados y comparados en el tiempo.

Otros ejemplos de registros intermaxilares, aunque no válidos para el estudio de los contactos dentarios entre arcadas, son los pantógrafos y axiógrafos que son registros gráficos, dinámicos y extraorales.

5.3 Sensibilidad, precisión y fiabilidad de los registros intermaxilares

Los registros intermaxilares usados convencionalmente para localizar y eliminar disarmonías oclusales no han demostrado sensibilidad y fiabilidad suficiente en los estudios analizados hasta la fecha. Un estudio de Saracoglu (54) analiza los papeles de articular, papeles de aluminio, tiras de seda y el sistema de T-scan

Se estudio in vitro con un articulador, una máquina de testado universal y modelos de resina acrílica montados en relación oclusal, la sensibilidad de los sistemas de registro oclusal tras 3 cierres con cada elemento y contando los números de contactos, se repite 10 veces por cada elemento. En el estudio in vivo tenemos a 3 sujetos y se les toma registro oclusal antes y después de secar la boca, también 10 veces por cada elemento.

Como resultados generales se ve la diferente sensibilidad entre los diferentes indicadores oclusales utilizados. Esta sensibilidad disminuye tras varios usos perdiéndose precisión significativa. El deterioro del material hace que

tras cada registro se pierdan contactos, no reflejados. Aunque todos pierden sensibilidad, no todos en el mismo grado.

También se comparan los contactos obtenidos en humedad y tras secar la saliva, todos los indicadores, menos el T-scan, están influidos por la presencia de saliva, obteniéndose más contactos en ambiente seco.

El T-scan obtiene, comparativamente menos puntos de contacto. Los papeles de articular Bausch y papel de aluminio ofrecen la máxima sensibilidad de contactos, sin encontrarse relación entre grosor y sensibilidad.

El resultado indica que el uso múltiple de un material de registro puede provocar resultados de análisis oclusal impreciso por pérdida de sensibilidad tras el primer uso, con la consiguiente disminución del éxito del tratamiento de ajuste oclusal. **Se recomienda que solo se usen una vez y que los dientes estén secos previamente.**

Sabemos que los indicadores o registros oclusales se usan para definir y localizar los contactos oclusales. Por ello, además de la sensibilidad, la precisión de los mismos es esencial para establecer un correcto tratamiento oclusal y, a pesar de ello, poco se ha publicado acerca de la precisión de los materiales de registro. Un estudio de Schelb (57) afirma que el marcado clínico con tiras de registro oclusal y su evaluación para el análisis oclusal siempre ha sido empírico en la odontología. A lo largo de la historia se han usado diferentes métodos de registro oclusal para visualizar los contactos oclusales pero poco se sabe de la precisión de cada uno. Hay diferentes tipos de tiras de registro y el objetivo de este estudio era investigar la relación entre el grosor, material y sustancia utilizada para la tinta de la tira de registro y el área de la marca producida en condiciones secas de laboratorio. Como resultado se puede observar que cuanto más gruesa es la tira de registro más grande es la marca que deja por lo que existe influencia, independientemente del valor de la fuerza oclusal. Siendo aspectos importantes a considerar por parte del clínico para elegir un material adecuado, sabiendo interpretar la mancha.

Dawson (2) sugería que una cinta de seda fina era el método más eficiente para marcar las interferencias y Halperin (62) estudió el grosor, fuerza y deformación plástica de tiras de registro oclusal. En este estudio Halperin afirma que existen muchas diferencias entre los diferentes papeles de articular y tiras oclusales de registro. Seleccionar una tira de registro oclusal apropiada, permite trabajar con precisión e información válida de la oclusión en un paciente.

La percepción de grosor oclusal de un paciente está entre 12,5 y 100 micras, y el grosor del papel de registro debe estar por debajo de la percepción del paciente.

Como se expone en las tablas, dependerá si se enfrentan dientes naturales o restauraciones protésicas fijas o móviles:

Table I. Occlusal thickness perception for patients with natural teeth

Investigator and year	No. of patients tested	Thickness that patients could perceive (μm)
Thiel, 1931 ¹	150	20-100, average 49
Hollstein, 1933 ²	125	58
Tryde et al., 1962 ³	10	10-35, average 18
Brill et al., 1962 ⁴	10	20
Siirila and Laine, 1969 ⁵	34	8-60
Riis and Giddon, 1970 ⁶	10	12.5

Imagen 15. Diferente estudios acerca de la percepción con dentición natural (62)

Table II. Occlusal thickness perception of prosthetic replacement (Hollstein, 1933²)

Type of dentition	Occlusal thickness perception (μm)
Natural teeth vs. natural teeth	58
Natural teeth vs. fixed replacement	63
Fixed replacement vs. fixed replacement	66
Natural teeth vs. tooth-supported removable partial denture	109
Tooth-supported removable partial denture vs. tooth-supported removable partial denture	160

Imagen 16. Percepción en diferentes situaciones (62)

Halperin concluye que es apropiado usar tiras de registro entre 13 y 21 micras y evitar las que van de 49 a 122. Una tira de registro fina estará por debajo de la percepción de la mayoría de pacientes y permitirá evaluar la oclusión habitual del paciente y nuevas restauraciones o modificaciones

protésicas realizadas, analizando que los contactos oclusales de los dientes no modificados siguen manteniendo su correcta oclusión, previa al cambio. Este grosor además nos permitirá detectar interferencias oclusales.

Las desventajas de tiras de registro oclusal más gruesas, perceptibles por el paciente serían: 1) Puede manifestarse contacto entre dientes cuando realmente no están en contacto, ya que el grosor es mayor al espacio de disoclusión (Ej: restauración que ha quedado en infraoclusión) 2) Puede provocar una respuesta propioceptiva que desencadene desviación mandibular al evitar la prematuridad, lo que provoque error en el análisis y ajuste oclusal.

Por todo ello, usar un correcto papel de articular o tira de registro oclusal es fundamental para un correcto ajuste de la oclusión. Debe de ser **menor a 21 micras y tener deformación plástica** para que no se rompa antes de engranar y entrar en contacto los dientes, para poder evaluar correctamente la oclusión.

La sensibilidad y fiabilidad de las técnicas usadas hoy en día dependen del grosor, fuerza y elasticidad de los materiales de registro así como del ambiente oral y la interpretación del clínico (57).

Con los métodos cualitativos como el papel de articular, papel de aluminio o tiras de seda, solo podemos saber la localización y número de los puntos de contacto, la secuencia o intensidad de los mismos no se puede evaluar, ya que no es preciso valorarlo según el oscurecimiento de las marcas producidas.

Lo usado con mayor frecuencia es el papel de articular. Existen diferentes anchos, grosores y color de tinte que permiten dejar una marca o punto en una superficie. La mayor desventaja es que la saliva puede borrarlo, son anchos y tienen una base relativamente poco flexible, provocando todo ello marcas de pseudocontactos (57). Mori en 1989 (63) investiga el efecto del uso clínico del papel de articular en los movimientos mandibulares de lateralidad y protrusión. Analizándolos sin el papel de articular y con el papel de 35 micras. Se sugiere que cuando se usa el papel de articular para el ajuste oclusal, se tiene que tener en

cuenta la dirección del movimiento y tener cuidado durante el ajuste porque se producen desviaciones con el papel de articular que no existen en un movimiento funcional sin el mismo.

El estudio de evaluación de la sensibilidad de Saracoglu (54) expone que la intensidad de una fuerza oclusal se podrá analizar subjetivamente por el aspecto del área de la marca dejada. Estudios posteriores de Carey (55) en 2007 y Qadeer (56) en 2012 que analizaremos, concluyen que no existe tal relación, por lo que el papel de articular no podrá ser utilizado para conocer intensidades de fuerza.

Carey (55) intenta analizar si existe relación directa entre el área marcada por el papel de articular y la carga oclusal aplicada. Se hace *in vitro* para eliminar los efectos de saliva, movilidad dentaria, desgaste oclusal, etc... Se utiliza un dispositivo uniaxial que aplica fuerzas de 25 N a 450 N sobre dos modelos dentales y después se analiza la imagen de las marcas obtenidas realizando una fotografía estandarizada de las marcas y un programa para amplificación y análisis de las mismas. La interpretación gráfica muestra que el incremento del área no es proporcional al incremento de la carga. Ante cargas similares hay variaciones significativas en el área de la marca por lo que no existe relación directa entre ambas circunstancias. Es por ello que en un ajuste oclusal con papel de articular, el operador no debe tener en cuenta la amplitud del área de la marca como indicador de la fuerza del contacto, sino solo como fuente de información de la localización.

El papel de articular se ha considerado como el método más común utilizado para ajuste oclusal en dentición natural y prótesis. Para gran parte de los clínicos, el ajuste se produce basado en la apariencia de las marcas que aparecen y la percepción del paciente, determinando de forma subjetiva los puntos oclusales con más carga.

En ocasiones se ha defendido que marcas intensas y amplias correspondían a cargas elevadas, y que pequeñas y poco intensas a cargas ligeras (54). Así como la presencia de muchas marcas de igual intensidad repartidas por

el arco dentario demostraban igualdad oclusal de contactos e intensidades, con simultaneidad. Pero con la aparición de artículos que comparaban papel de articular y análisis oclusal computerizado se ha visto que no es así, pudiendo obtener valores de fuerzas relativas y demostrar no ser similares ante marcas iguales. Los estudios previos que analizan los papeles de articular, son análisis de sus propiedades físicas (grosor, composición, tinta, deformación plástica) (57, 62) pero no ofrecen evidencia que demuestre que diferentes áreas puedan describir variaciones en las fuerzas oclusales.

Carey analiza la relación entre carga oclusal aplicada en dos modelos dentarios sin desgaste ni ligamento y el tamaño producido por la marca usando un papel de articular y el sistema uniaxial de carga controlada. Los resultados son los ya vistos, incluso ante fuerzas muy elevadas se puede producir la rotura del papel, sin dejar marca, o fuerzas puntiformes de alta intensidad que aparezcan como una pequeña marca ya que la fuerza es presión partido por superficie, en pequeñas marcas la superficie hacia donde se disipa la presión es poca por lo que la fuerza es elevada (64).

Parece existir cierta relación pero no lineal entre el aumento de la carga y el área de la marca observando un solo contacto. Pero observando en conjunto no se puede establecer esta relación, ni que iguales marcas se corresponden con iguales intensidades de fuerza, por lo que no nos sirve para entender fuerzas relativas. Esto rompe con tendencias pasadas que hablaban de la predicción de las cargas oclusales gracias a la observación del área. Esos conceptos defendidos por algunos autores y aceptados por ciertos clínicos en la materia, carece de evidencia.

Extrapolar las conclusiones a la clínica es difícil por la complejidad del medio intraoral, con saliva, movilidad dental, desgastes, etc... Pero sabiendo lo que ocurre en condiciones idóneas como es el caso del estudio, afirmamos que el área del papel de articular no es indicador de la carga oclusal aplicada.

Las limitaciones de este estudio son el uso de un solo tipo de papel de articular y la no reproducción de las condiciones orales.

No se establece por tanto relación lineal entre área de la marca e intensidad de la carga. Además de no representar la misma carga, marcas iguales. Poniendo en cuestión las premisas dentales que establecían lo contrario.

Qadeer (56) estudia en 2012 esta misma relación del área de la marca dejada por un papel de articular tintado y el porcentaje de la fuerza total al que corresponde esa marca estudiada con análisis oclusal computerizado por ordenador, lo realiza mediante un estudio in vivo.

El tamaño de la marca del papel de articular es en ocasiones aceptado como indicador de la fuerza de los contactos oclusales, pero no debe ser así. Es muestra de la localización y el área de contacto solo, pero no debe usarse para cuantificar erróneamente las fuerzas oclusales. Este estudio trata de ver si hay relación entre ambas circunstancias mediante un método de análisis computerizado como el T-scan III. Se estudia las marcas dejadas por el papel de articular y los porcentajes de fuerza que indica el sistema computerizado y se establece una regresión lineal, que indica una baja correlación positiva. Solo el 38 % de las veces, coincide el mayor área con la fuerza mayor en porcentaje. Por lo que la mayoría de las marca no son explicadas por la fuerza de la oclusión sino por otras circunstancias. Por ello, al igual que el estudio de Carey (55), se demuestra que el papel de articular no tiene que ser considerado como indicador de fuerza oclusal a la hora de guiarnos en el tratamiento de ajuste oclusal.

Normalmente se usan los métodos convencionales y el feedback del paciente para el ajuste subjetivo oclusal. Pero ninguno de estos métodos estáticos ha demostrado poder cuantificar las fuerzas. El T-scan III es un sistema de análisis oclusal computerizado con un sensor que toma registros cada 3 milisegundos, considerándose con más utilidad para el estudio de la oclusión.

Se fotografía el área dejada por el papel de articular y estudia respecto al porcentaje de fuerza de la oclusión marcado en el T-scan III

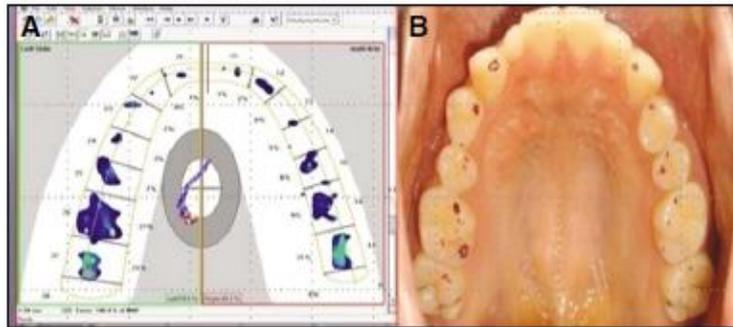


Imagen 17. Comparativa entre T-scan y papel de articular (56)

Como se ve en la imagen, se compara el gráfico de fuerzas relativas en el momento de máxima oclusión con las marcas del papel de articular y si hay coincidencia con el punto de máxima carga se establece como positivo (solo fueron el 38 %, no mucho más que lo que sería por azar). Debido al análisis estadístico se puede evidenciar una baja correlación positiva entre el tamaño del área de la marca producida por el papel de articular y el porcentaje de la fuerza respecto al total:

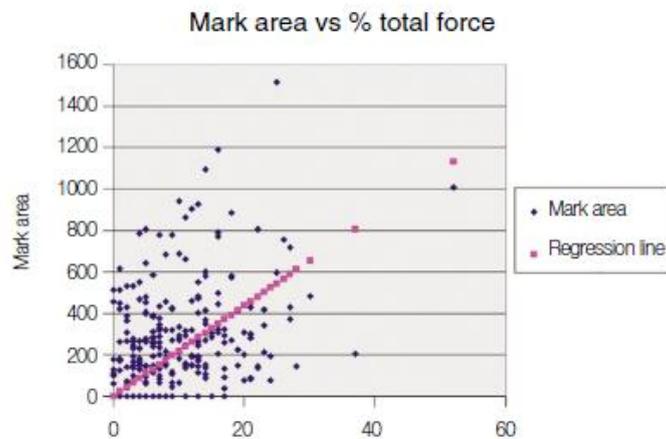


Fig. 5. Bivariate fit of force % on tooth by pixels.

J Adv Prosthodont 2012;4:7-12

Imagen 18. Correlación entre el área producida y la fuerza (56)

La mayor influencia en la morfología y tamaño de la marca producida depende de la anatomía de la superficie oclusal y no de la carga oclusal. Dos superficies planas enfrentadas provocarían un área de marca mayor pese a que la

fuerza oclusal sobre ese contacto sea menor. Así como dos cúspides enfrentadas, tendrán menos área pero más intensidad de carga oclusal. Esto es importante para **no tratar de forma errónea contactos no prematuros en el ajuste oclusal**. Por ello es **necesario un sistema que detecte las fuerzas, aunque sea de forma relativa**.

Con la evidencia existente en la literatura y estos estudios, es importante que las publicaciones y enseñanzas se basen en la no correlación entre marca y fuerza oclusal porque puede originar problemas en los ajustes oclusales con tratamientos no efectivos. Ya se ha evidenciado que no hay muchas publicaciones acerca de los indicadores oclusales usados por los clínicos, ni cual es mejor o peor, más fiable, reproducible, sensible, etc...No existen estándares acerca de esta materia pero hay que trabajar con el principio de menor agresión a la hora de hacer un ajuste oclusal (65).

Con el afán de digitalizar y poder guardar el análisis de los contactos oclusales, un estudio (66) utiliza una cámara y el procesado de imagen por ordenador para evaluar los contactos oclusales a partir de dos registros de silicona obtenidos tras estudiar la oclusión habitual en máxima intercuspidadación en dos momentos diferentes, uno a presión ligera y otro a presión moderada. Se pueden identificar diferencias que manifiestan prematuridades y una intercuspidadación inestable al comparar las dos imágenes.

Tradicionalmente se ha intentado identificar prematuridades analizando con el papel de articular presiones ligeras de oclusión en posición de intercuspidadación. Las presiones más fuertes pueden provocar desviación de una oclusión inicial ligera hacia una posición de máxima intercuspidadación. Estas variaciones en los contactos entre presión ligera y fuerte puede utilizarse para evaluar los desequilibrios oclusales. El papel de articular o las ceras oclusales no dan buen resultado para esta evaluación. Los papeles tintados requieren fuerzas de impacto fuertes para marcar y la superficie húmeda puede causar falsos positivos y errores. Las ceras oclusales pueden causar deflexión de la mandíbula por su dureza.

Gazit (67) ya adelantaba que “se necesitaban más investigaciones para encontrar un material o sistema que permitiera reproducir y grabar los registros oclusales ofreciendo baja resistencia al cierre mandibular normal”. Tosa (66) utiliza la silicona para tal efecto, analizando posteriormente los contactos acaecidos mediante un procesado de imagen por ordenador, permitiendo una interpretación cualitativa de los contactos oclusales (localización y tamaño) y su registro permanente para futuras comparaciones. Se demuestran contactos prematuros por la variación en número y tamaño de los contactos entre presión ligera y moderada.

La imagen se obtiene grabando la zona translúcida gracias a retroiluminación del registro oclusal de silicona.

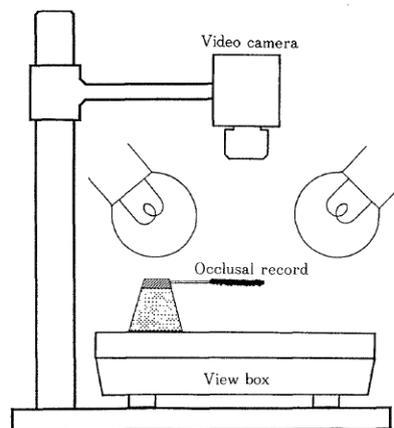


Imagen 19 (66)

Al analizarlo se ve como en un paciente sintomático, había solo un contacto (prematuro) en oclusión ligera y muchos en oclusión moderada (se desvía hacia una posición de máxima intercuspidad). El análisis de la imagen por ordenador permite evaluar donde está la interferencia para hacer el ajuste oportuno.

Con la aparición de los métodos cuantitativo de evaluación oclusal puede analizarse la secuenciación, cantidad e intensidad de los contactos oclusales. La fotooclusión y el T-scan son métodos cuantitativos que se desarrollaron en el último cuarto del siglo XX y fueron objeto de numerosos estudios para comprobar su precisión, sensibilidad y reproducibilidad.

5.4 Desarrollo histórico: De las tiras oclusales al T-scan III

La búsqueda constante de métodos para registrar la oclusión de forma permanente, integral y cualitativa, para futuras comparaciones y análisis en detalle ha sido objeto de diversos estudios y publicaciones. En 1976 (68) Watt expone un método de monitorizado de la masticación. Se utiliza el **gnathosonics** (analiza la duración de la masticación por los sonidos de los chasquidos de los dientes), electromiografía (analiza el tiempo de actividad muscular de los maseteros durante la masticación), película ultra-high-speed (analiza detenidamente los movimientos y velocidad mandibular), transmisores electrónicos de movimiento (monitoriza los movimientos mandibulares durante la masticación, relacionándolo con los sonidos y actividad muscular).



Fig. 6.—Multi-channel monitoring of mastication. *A*, Masseter electromyographic electrodes; *B*, gnathosonic transducer; *C*, mandibular movement transducer; *D*, rubber tube of food pressure transducer; *E*, leads of tooth pressure transducer.

Imagen 20. Gnathosonics (68)

Refiere que existe una fase llamada “squeeze” o de exprimido (0,24 s de media) donde se produce el contacto oclusal durante la masticación y durante la cual los maseteros siguen con actividad electromiográfica hasta justo antes de abrir donde descansan.

También usan un transductor de presión, para monitorizar un último parámetro de la masticación. Se trataba de un tubo de goma relleno de agua conectado a un transductor de presión. Marcaba el momento en el que los dientes contactaban con el tubo y el valor de presión que el diente ejercía en el, ya que provocaba el movimiento del agua del interior del tubo. Permitía marcar cuando empezaba la oclusión y cuando la apertura (“fase squeeze”).

Explica que hay 5 fases en un ciclo masticatorio: Fase de cierre, de contacto, de trituración, de separación y de apertura. Utilizando los 5 medios de monitorización explica que ocurre en cada momento para identificar cada salto de fase.

En 1985 un estudio (69) expone un diagrama de intensidad de contactos como característica fundamental de la oclusión. Una caracterización cuantitativa de la oclusión se consideraba difícil de establecer por lo complejo de los factores que influyen en la interrelación oclusal:

- Relación geométrica entre las dos arcadas
- Influencia periodontal
- Articulaciones temporomandibulares
- Dimensión vertical
- Actividad muscular que interactúa con el sistema esquelético.

Se describe la **técnica de fotoclusión**, permitiendo un análisis y grabado simultáneo cuantitativo óptico de los contactos oclusales. Este sistema, pese a no tener una amplia divulgación, mostró el interés de los clínicos por métodos de registro cuantitativo, lo que favoreció la investigación de métodos actuales.

Este diagrama básico para caracterizar la oclusión utiliza la fotoclusión para valorar las cargas, su localización e intensidad relativa. Utilizando una fina hoja de un polímero con propiedades fotoplásticas (película fotoplástica), permite analizar las cargas gracias a la birrefringencia del material transparente utilizado que se analizará con un campo de luz polarizada tras haber sido interpuesta entre las arcadas dentarias durante una oclusión de 10-20 segundos y dará una idea de las cargas por el cambio de color sufrido debido al estrés causado en el material. El orden de intensidad se distingue gracias a los colores que aparecen en la pantalla, dependiendo de la penetración de los dientes en la hoja de memoria. El cero se identifica con el color negro, pasando por gris, blanco, amarillo, anaranjado y rojo, representando cada color un nivel más fuerte en la intensidad de contacto (Imagen 21).

El instrumento mide la intensidad de los contactos oclusales a través de los colores que aparecen en la pantalla pudiendo valorar todos los contactos oclusales en un momento dado de forma simultánea. Pudiéndose estudiar asimetrías de intensidad de fuerzas en el plano sagital, y la relación entre contactos posteriores y anteriores.

El diagrama de intensidad de contactos para el análisis de oclusión parece mostrar una característica importante de la oclusión y un método para cuantificarla, pudiéndose establecer una oclusión como óptima, subóptima y anormal según la magnitud y localización de las fuerzas.

Para simplificar la interpretación y dar una representación gráfica de los datos obtenidos en la fotoclusión apareció un estudio (70) que describía un **gráfico oclusal**. La fotoclusión había aparecido como una nueva tecnología dental que permitía tomar valores de presión de oclusión in vivo y grabarlos para analizarlos y compararlos, para diagnóstico y terapia. Este estudio describía un método gráfico para representar los datos de la fotoclusión. El dispositivo que graba la oclusión es una fina (0.1mm) lámina de polímero (oblea de memoria) de un material fotoplástico que graba y mantiene en forma de patrones de tensión con birrefringencia la intensidad de los contactos oclusales. El paciente ha de morder durante 10 segundos en oclusión habitual esta fina oblea. Después usamos un polaroscopio (instrumento óptico) para evaluar los patrones de oclusión marcados por birrefringencia (Imagen 22). Se obtiene un espectro de colores con el paso de la luz a través de la oblea según la intensidad del contacto ocurrido en cada zona. Al obtenerse un registro de toda la arcada, es difícil recibir toda la información y asimilarla para el que ha de analizarlo y ajustarlo.

Table I. Correlation of birefringent color patterns with percent of photooclusion wafer deformation

Color	Birefringent, δ_n (dimensionless)	Applied contact strain, ϵ_c (%)
Black	0	0
Gray	0.28	25
White	0.45	29
Yellow	0.60	33
Orange	0.79	38
Red	0.90	40
Tint of passage 1	1.00	43
Blue	1.06	45
Blue-Green	1.20	48
Green-yellow	1.38	53
Orange	1.62	60
Red	1.81	63
Tint of passage 2	2.00	68
Blue-green	2.20	75
Green	2.33	80

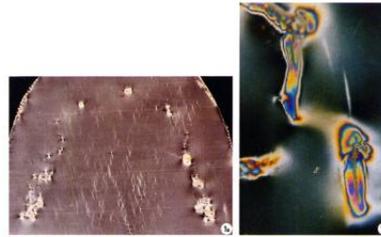


Fig. 1. Birefringent patterns for occlusal contact intensities. A, Wafer-recorded contact patterns. B, Magnified view of contacts on a single tooth.

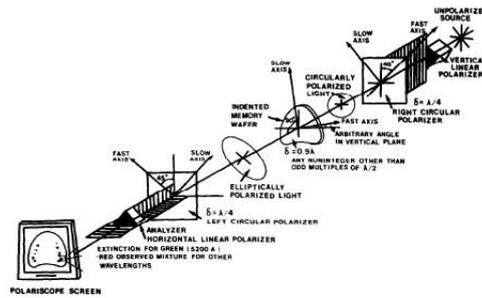


Fig. 2. Operation of photooclusion polariscope.

Imagen 21. Patrón de colores (70) Imagen 22. Funcionamiento del polaroscopio (70)

Este estudio para simplificar el análisis de los datos obtenidos, expone una forma de comparar intensidades oclusales entre un lado de la arcada y otro, no teniendo que analizar cada contacto oclusal por separado. Un método gráfico oclusal simple de representación de los datos que permite cuantificar diferencias en contactos oclusales en un momento dado de forma más sencilla.

Para comprobar la fiabilidad o reproducibilidad de estas pruebas es importante un estudio sobre las mismas en comparación con las técnicas de marcado convencionales previas. Gazit (67) estudia la reproducibilidad de las técnicas de marcado oclusal de fotooclusión y las compara con métodos de tintado. Repasa las conclusiones de otros estudios que intentaron estudiar la precisión de técnicas de valoración de contactos oclusales y se centra en la reproducibilidad de la técnica de fotooclusión comparando:

- La localización e intensidad de dos oclusiones consecutivas .
- Dejando 1 mes de intervalo repite el proceso para compararlo
- Compara la localización de la fotooclusión respecto a una técnica de marcado con colores (papel de articular) en dos oclusiones consecutivas

- Compara la reproducibilidad de las técnicas de marcado con color de dos oclusiones consecutivas
- Con 1 mes de separación

Los resultados muestran que la técnica de fotoclusión es más reproducible que la de marcado con colores, aunque en esta última se evidencian más contactos. Se observa falta de reproducibilidad de las dos técnicas analizadas, siendo peor en la técnica de marcado con color.

Técnica de marcado con color:

- Ventajas:
- Fácil aplicación y visión inmediata.
 - Facilidad de analizar movimientos laterales y diferenciar contactos estáticos y dinámicos
 - Resistencia mínima a la fuerza de oclusión

- Inconvenientes:
- Efecto de la humedad al marcar y leer
 - Tendencia a sobremarcado.
 - No marca en porcelana acristalada.
 - Imposible cuantificar las marcas para futuras comparaciones

Técnica de fotoclusión:

- Ventajas:
- La principal es que solo una fuerza oclusal puede producir registro, sin falsos positivos.
 - No se afecta por la humedad y se pueden guardar los registros

- Desventajas:
- La lámina puede provocar alteración al ocluir sobre ella por su dureza y grosor, pudiendo además rozar sobre tejidos adyacentes haciendo que no sea preciso el cierre.

Se detecta mayor intensidad en el segundo molar, lo que puede atribuirse a que la película de registro es de igual grosor en todo su largo y al cerrar entran

antes en contacto estos dientes por estar más cerca del eje mandibular o que están más cerca de las fuerzas de los músculos de cierre.

La monitorización de las fuerzas oclusales es necesario para una comparación más precisa de la cantidad e intensidad de los contactos oclusales en varios registros. En los estudios de Riise (21, 40) se vieron menos contactos en presión ligera, por lo que un análisis de los contactos tras un ciclo masticatorio no evalúa esos contactos a diferentes presiones por no poder observar la secuenciación de estos contactos ni su intensidad.

El registro con técnica de marcado con color no es sensible a contactos suaves, por lo que no es ideal para detectar prematuridades. A su vez se necesitaría un material menos firme que el de fotoclusión para este mismo objetivo. **Se necesitaba desarrollar y estudiar más técnicas para encontrar un material o sistema que permitiera reproducir y guardar el registro oclusal ofreciendo menos resistencia al cierre mandibular natural, así como conseguir una técnica con mayor precisión al registrar contactos oclusales.**

La comparación que se realizó entre técnica de color y fotoclusión no tiene sentido por distorsiones inherentes de cada técnica. La variación en oclusión en una misma técnica simultánea puede ser por puntos finales de cierre mandibular diferentes y el aumento de diferencias con 1 mes de separación puede deberse a cambios oclusales continuos en la dentición.

En 1987, Maness (52, 71) introduce, expone y describe un nuevo método de registro oclusal, T-scan I, utilizando un ordenador con un sensor electrónico para medir el tiempo y fuerza de los contactos oclusales para mejorar su evaluación. Permitiendo medir la oclusión de manera digital, con resultados cuantitativos.

El T-scan es un sistema propuesto como innovador. Se trata de un dispositivo formado por un sensor con un soporte y un ensamble, la unidad de procesado, el software específico y una impresora. La resistencia eléctrica producida tras las fuerzas aplicadas sobre el sensor provoca la señal que se transmite. El sensor es la pieza clave, película de poliéster con un material conductor con dureza, resistente a la perforación y rotura, así como con

capacidad de deformación elástica y 1500 puntos receptores de sensibilidad. La película está cubierta por una rejilla de hilos de plata, los puntos de intersección se bañan por tinta conductora haciendo que cuando el paciente cierra, se produzca resistencia eléctrica transformada en imagen a la pantalla (72).

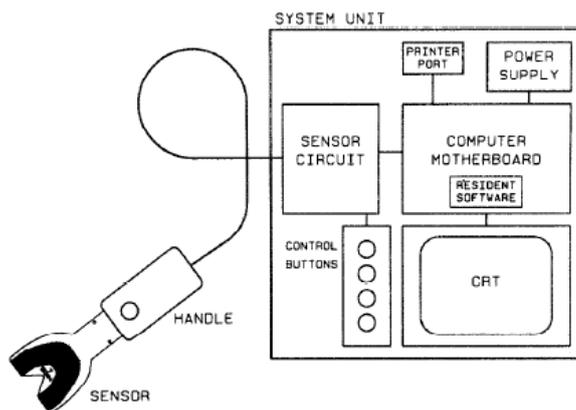


Fig. 1. Schematic view of T-scan system.

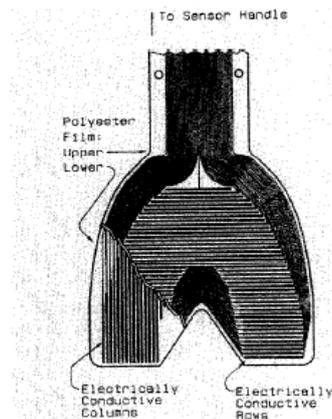


Fig. 2. Schematic of intraoral sensor.

Imagen 23. Mecanismo del T-scan I (73)

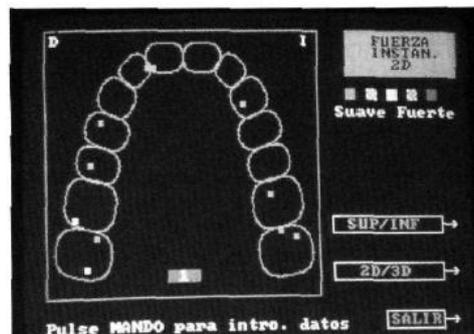


Fig. 1. Two-dimensional recording of occlusal contact in the force analysis mode.

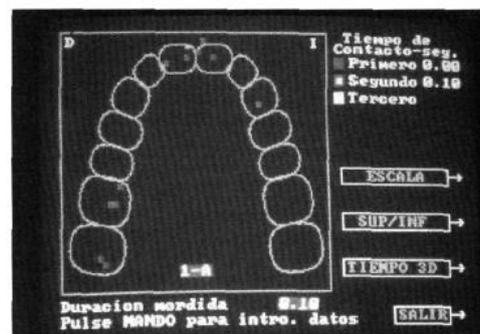


Fig. 2. Two-dimensional recording of occlusal contact in the time analysis mode.

Imagen 24. Modo gráfico del T-scan en versiones anteriores (72)

El estudio de la sensibilidad, precisión y reproducibilidad del T-scan y los demás métodos de registro convencional es fundamental para aceptar como válido un nuevo método. Maness compara la sensibilidad de diferentes marcas y grosores de papel de articular, aluminio y seda usados en métodos cualitativos y comparados con el T-scan.

Muchos investigadores que estudiaron la sensibilidad y fiabilidad del T-scan I coinciden con Maness (71), concluyendo que no tienen la misma precisión entre diferentes sensores y perciben menos contactos que los métodos convencionales como el papel de articular. La sensibilidad del sensor decrece cuando se usa más de una vez, su grosor y baja elasticidad y sensibilidad quizás limita su uso. En base a ello recomiendan, como ideal, un solo uso del sensor.

Bottger en 1989 (74) también estudió las primeras experiencias con este nuevo dispositivo que permite el análisis de la oclusión por ordenador con la posibilidad de medir los tiempos y la presión relativa de cada contacto oclusal gracias a esta lámina especial, con la posibilidad de grabar los movimientos funcionales en una película, con uso diagnóstico y tratamiento terapéutico de la oclusión.

Kong en 1991 (73) hace una evaluación clínica de tres métodos de registro oclusal exponiendo que existe muchos materiales de registro que van desde las ceras y papeles tintados hasta la compleja fotoclusión y T-scan. Estos registros van a permitir al dentista analizar los contactos dentarios, por lo que su precisión afecta directamente al manejo clínico del paciente para un ajuste oclusal adecuado. Aunque los materiales convencionales se han estudiado in vitro (57, 75) existen pocas investigaciones acerca de su reproducibilidad y precisión (62, 67).

El estudio de Kong (73) compara la precisión y reproducibilidad de dos materiales de registro oclusal convencional como el accufilm y ceras oclusales de registro con el sistema T-scan.

El análisis estadístico comparativo de los datos mediante el test Kappa (test que permite valorar la similitud diagnóstica entre dos sistemas de registro) revela diferencias entre accufilm y ceras ya que el accufilm detecta más contactos, pero el T-scan es el que más contactos presenta de los 3.

Clínicamente se observa:

- El accufilm: Produce discretas marcas legibles para los contactos oclusales, apareciendo más contactos que con la cera y parecido número al T-scan. La humedad y posición dentaria hace que sea un método comprometido en ocasiones. Dificulta de marcado en porcelanas y colocación bilateral compleja.

- La cera de registro: Fácil colocación bilateral al ser pegajosa, haciendo que la humedad no afecte. Mejor identificación de contactos más prominentes que con el accufilm. Cuando los contactos son numerosos, era difícil valorar perforaciones contiguas.

- El T-scan disminuye la subjetividad de la identificación ya que el registro queda guardado en el ordenador tras cada contacto, utilizándose el sensor siempre bilateralmente. Además permite valorar las magnitudes de los contactos

Harvey estudio los sensores (76) y en 1992 (77) estudia la **reproducibilidad** de los datos obtenidos con este sistema de análisis oclusal computerizado. Pretende medir la capacidad de este sistema para repetir resultados ante niveles de fuerza relativa conocidas y aplicadas sobre el sensor. Se analizan cinco registros oclusales con tres niveles de carga 15,25 y 35 kg. Se cree que los contactos oclusales identificados a bajos niveles de intensidad de oclusión son los más interesantes para el dentista ya que antes de decidir un correcto tratamiento habrá que saber cuales son los primeros contactos oclusales en cierre habitual. Por ello, los indicadores de contactos oclusales deben ser válidos, fiables y reproducibles ante bajos niveles de fuerza aplicada. Se ven menos contactos ante presión ligera coincidiendo con los estudios de Riise (40). Además observan diferencias significativas y no significativas entre usos, niveles de fuerzas y modificaciones del articulador. Se utilizaron 10 sensores para cada

uno de los dos grupos (dos configuraciones del articulador) y a cada sensor se le aplico 3 cargas diferentes. Se ven diferencias según las condiciones del test.

En 1992 se diseña la segunda generación del sensor (dentro del T-scan I), siendo más flexible y delgado, tratando de disminuir la falta de sensibilidad que muchos estudios criticaban, debido al grosor y material del sensor.

En 1997 se presenta la nueva versión T-scan II, con una electrónica renovada permitiendo la recopilación de datos en 8-bits de resolución (el doble que el original). Aumentó el número de niveles de fuerza que podían medirse, de 16 a 256.

Tras los estudios de reproducibilidad de los contactos oclusales usando el T-scan, con resultados contradictorios, García-Cartagena estudia en 1997 (72) los dos métodos de registro de los contactos oclusales usando este sistema. Pretende estudiar el valor del T-scan como método de exploración oclusal. Se valora el número de contactos oclusales en 31 pacientes usando 2 modos, uno de análisis de la fuerza y otro de análisis del tiempo, siendo proporcionalmente mayor el número de contactos en el análisis basado en el tiempo. El modo de análisis de fuerza podía tener un submodo llamado instantáneo, que graba los contactos de posiciones mandibulares específicas, y secuencial, que analiza los contactos a través de los movimientos mandibulares. Este estudio indica que, en una posición de máxima intercuspidad, el número de contactos es siempre mayor en las zonas posteriores que en las anteriores (incisivos y caninos), coincidiendo con lo que ya otros estudios reflejaban (21).

Los resultados obtenidos por este estudio evidencian que el T-scan es una herramienta fácil, rápida y conveniente para analizar y grabar los contactos oclusales. Pudiendo analizar el número de contactos y compararlos entre pacientes o diferentes posiciones mandibulares de un mismo individuo. Oponiéndose a otros estudios anteriores que criticaban el grosor y falta de sensibilidad del sistema.

Garrido en 1997(78) evalúa los contactos oclusales en máxima intercuspidad usando el T-scan. Pretende estudiar la reproducibilidad del sistema en MI y verificar su fiabilidad tras algunos estudios previos donde algunos autores habían cuestionado la fiabilidad del T-scan como sistema para registrar los contactos oclusales por baja sensibilidad. Se estudian 4 mordidas en máxima intercuspidad por paciente viéndose que la mayoría de los contactos están en la región molar, la variabilidad entre sujetos es mayor que entre las 4 oclusiones de cada sujeto, probándose que es un método fiable para analizar y evaluar la distribución de los contactos oclusales en máxima intercuspidad ya que existe **reproducibilidad** entre oclusiones del mismo sujeto al estudiar el número de contactos, siendo capaces de diferenciar entre individuos. En el 90,3 % de los casos T-scan permite identificar un sujeto por las 4 mordidas realizadas. Se considera un sistema con gran potencial para diagnóstico clínico y tratamiento de la oclusión, dando registro de tiempo y fuerza de los contactos grabados en el tiempo usado como variables diagnósticas.

El número de contactos en máxima intercuspidad está entre 16 y 24 estando en los molares y premolares los de mayor intensidad.

Aparecen sensores de tercera generación, para mejorar la histéresis del sensor (fenómeno por el cual un material presenta un estado de evolución que no depende solo de la causa que lo provoca, sino también de sus estados anteriores), desviaciones, reproducibilidad y repetibilidad. Consistía en dos capas de Mylar que encajonan un serigrafiado de cuadrícula de tinta resistente entre ellos. Cada unión será una unidad sensora encargada de grabar la fuerza y el tiempo debido a la resistencia al cambio generada por la fuerza. Posteriormente en 2002, se modifica el tamaño del sensor un 33 % y disminuye un 50 % el área inactiva correspondiendo a la cuarta generación o de alta definición (HD) demostrándose más preciso (64).

El desarrollo del sistema original T-scan I, junto a la evolución de los sensores, permite la aparición de la versión T-scan II y posteriormente la última versión del sistema. T-scan III en 2007:

El **T-scan III** graba la distribución en el espacio y tiempo, así como la fuerza relativa (no absoluta) de los contactos oclusales. La fuerza absoluta es presión entre superficie, la presión puede ser conocida y evaluada pero no así la superficie de contacto de una cúspide concreta, es por ello que la fuerza que podemos conocer de los contactos oclusales es un valor relativo respecto al resto de contactos. Un estudio de Throckmorton (79) en 2009 analiza la fiabilidad de los sensores del T-scan con y sin materiales de protección y desarrolla curvas de calibración para permitir medir fuerzas absolutas de la arcada en conjunto en casos de dentaduras completas. Se considera que los sensores son finos y flexibles, sin interferir en la oclusión de los pacientes, teniendo que desecharse si se daña por fuerzas altas lo que provocaría alteraciones en los resultados. Se habla de una viabilidad de hasta 15 usos, frente a los dos usos que aconsejaban los primeros estudios realizados con los sensores originarios. Esta última evolución demuestra ser fiable y tener una alta reproducibilidad, siendo usado de forma correcta.

La mayoría de situaciones clínicas no justifican el tiempo y esfuerzo requerido para la calibración.

Los sensores actuales del T-scan III están disponibles en dos medidas:

- Large: Ancho de 66 mm y largo de 56, con 1370 receptores de presión.
- Small: 58 mm de ancho y 51 de largo, con 1122 receptores de presión.



Imagen 25. Sensores T-scan III

Cada unidad del sensor puede adoptar 256 valores posibles y el sistema permite 8 modalidades de sensibilidad. En cada modo, las fuerzas se representan como porcentaje de la máxima fuerza registrada. Las cúspides dentarias normalmente aplican carga sobre pocas unidades sensoras (25 a 250 del total en un cierre completo).

Como se requiere un sensor delgado para estudiar la posición de máxima intercuspidad, este es de 0,1 mm de grosor. El área de la cúspide de un diente puede ser inferior al de una unidad sensora por lo que el registro de la fuerza puede variar según donde ésta sea aplicada, sobre un solo sensor o sobre varios.

Para tener un registro bueno de las fuerzas absolutas usando el T-scan, primero hay que reducir la variación que supone la posición del arco en un lugar u otro del sensor y la saturación de unidades sensoras individuales. Para el objetivo de este estudio, analizar fuerzas absolutas en dentaduras completas, utilizan férulas de 2 mm de grosor para equilibrar la fuerza de todas las cúspides, con ello pueden medir la fuerza absoluta de toda la arcada, pero no de cada unidad, ya que eso no es posible porque, como ya mencionamos, fuerza es igual a presión entre superficie, y no podemos saber la superficie exacta de una cúspide en contacto con un diente inferior. Para el desarrollo de este estudio el aparato utilizado nos da cargas conocidas sobre estos modelos con sus férulas.

La compañía que desarrolla el T-scan recomienda seleccionar un nivel de sensibilidad que provoque máximos niveles de carga solo en dos o tres puntos, para disponer de información adecuada al nivel de cada paciente.

Este método que propone la calibración del sistema previa para poder analizar la fuerza absoluta de pacientes con dentaduras completas, requiere tener la dentadura fuera de boca primero. Por lo que en pacientes con dentadura natural no se puede realizar ni extrapolar con modelos artificiales por las diferencias intrínsecas.

Pese al sistema propuesto aquí, sigue no siendo del todo precisa la magnitud de la fuerza absoluta reflejada, se necesitaría un medio de aire o líquido que transmitiera por igual la intensidad de todas las cúspides a los sensores, y

utilización de otro software específico. El nuevo software Tekscan's i-scan se ha desarrollado con capacidad de analizar la presión sobre una superficie en conocida, por lo que podría darnos valores precisos de fuerza absoluta, pero como todo nuevo sistema necesita más tests para valorar si puede tener esta capacidad de forma precisa y fiable.

Hemos analizado como muchos métodos y materiales han sido estudiados y usados a lo largo de la historia para determinar los contactos oclusales. Para un diagnóstico preciso y minimizar errores en el análisis y tratamiento oclusal es fundamental el desarrollo y perfeccionamiento de nuevos sistemas. Los métodos cualitativos (papeles de articular, aluminio y seda) solo nos dicen número y localización de los contactos pero son preferidos por muchos clínicos por su bajo coste y simple aplicación. Con el T-scan se puede ver el tiempo e intensidad de los contactos pero se ha apreciado su menor sensibilidad con menor número de contactos oclusales para un mismo paciente respecto a los demás métodos (71).

Parece que el T-scan no es fidedigno de todos los contactos presentes por la menor sensibilidad debido al mayor grosor del sensor respecto a las tiras de papel. Sin embargo tiene la principal ventaja de que expresa el tiempo en el que entran en contacto y la fuerza relativa, además de poder guardar los registros.

II. HIPÓTESIS DE ESTUDIO

El tratamiento de reposición de ausencias dentarias mediante prótesis parciales implantosoportadas es un tratamiento cada vez más extendido, teniendo el objetivo de restablecer la función perdida mediante un correcto plan de trabajo con adecuado diseño protésico y posterior ajuste oclusal adecuado que permita el éxito final del tratamiento asegurando la longevidad de los componentes.

Las diferencias inherentes entre la dentición natural y los implantes (31,37) con sus restauraciones protésicas hace que tengamos que tener unas consideraciones específicas a la hora del ajuste oclusal en este tipo de circunstancias (30, 31, 46). Para un correcto ajuste, necesitaremos conocer la intensidad y tiempo de aparición de las fuerzas oclusales en las diferentes partes de la arcada dentaria por el diferente comportamiento biomecánico de los diferentes componentes.

El desarrollo de las técnicas y tratamientos dentales no ha ido acompañado de la utilización extendida de mejores métodos de ajuste oclusal. El papel de articular ha seguido prevaleciendo frente al resto, obteniéndose información solo de la localización de los contactos oclusales, pero sin tener información cuantitativa de las fuerzas recibidas por los diferentes componentes. El área de la marca dejada por el papel de articular no informa de la intensidad del contacto ni de su secuencia, solo de la localización (55, 56). Siendo erróneo el valorar el tamaño de la marca como muestra de la fuerza aplicada (54).

Métodos de análisis oclusal computerizado aparecieron y se han desarrollado, T-scan III, permitiendo obtener información cuantitativa de las fuerzas oclusales presentes, dando más datos al clínico para un correcto ajuste oclusal.

La hipótesis del estudio se basa en la falta de utilización generalizada, por parte de los clínicos, de métodos de registros intermaxilares que nos den información cuantitativa de las fuerzas oclusales, lo que nos impide un correcto diseño de la oclusión en casos de prótesis implantosoportadas en pacientes parcialmente edéntulos dentro de una misma arcada. Esto se traducirá en

anoclusión de las estructuras protésicas para evitar fuerzas elevadas o en problemas de sobrecarga implantaria y complicaciones derivadas, desde aflojamiento de tornillos hasta pérdida ósea implantaria y fracaso del implante.

III. OBJETIVOS

Objetivo general

- En base a la literatura existente, analizar la oclusión y la problemática de las relaciones intermaxilares, especialmente en casos con prótesis implantosoportadas en pacientes edéntulos parciales. Valorando al T-scan III como método útil para realizar el ajuste oclusal óptimo frente a métodos convencionales, evitando ajustes oclusales incorrectos y complicaciones.

Objetivos específicos

- Analizar las particularidades en el ajuste oclusal entre dentición natural e implantes por las diferentes características biomecánicas que presentan.
- Analizar sensibilidad, precisión y fiabilidad de los diferentes métodos.
- Analizar si los métodos de ajuste oclusal existentes y más usados por los clínicos cumplen con los requisitos que permitan un ajuste oclusal óptimo en situaciones que combinen dentición natural y prótesis implantosoportadas.
- Comparar métodos convencionales y T-scan III
- Conocer la práctica habitual de ajuste de prótesis implantosoportadas combinadas con dentición natural y su estabilidad en el tiempo en diferentes individuos.

IV. MATERIAL Y MÉTODO

1. Búsqueda bibliográfica realizada

Revisión de la literatura disponible realizando búsqueda principal a través de la base de datos PubMed, google académico y la plataforma ISI Web of Knowledge para conocer el índice de impacto de cada publicación, usando los recursos electrónicos y físicos de la Universidad de Sevilla con recopilación de información de artículos y textos desde el catálogo FAMA.

Realizamos una búsqueda con los siguientes términos:

- ("occlusal adjustment"[MeSH Terms] OR ("occlusal"[All Fields] AND "adjustment"[All Fields]) OR "occlusal adjustment"[All Fields]) AND t-scan[All Fields]
- ("dental occlusion"[MeSH Terms] OR ("dental"[All Fields] AND "occlusion"[All Fields]) OR "dental occlusion"[All Fields] OR "occlusion"[All Fields]) AND t-scan[All Fields]
- t-scan[All Fields] AND implant[All Fields]
- implant[All Fields] AND ("dental occlusion"[MeSH Terms] OR ("dental"[All Fields] AND "occlusion"[All Fields]) OR "dental occlusion"[All Fields] OR "occlusion"[All Fields]) AND ("social adjustment"[MeSH Terms] OR ("social"[All Fields] AND "adjustment"[All Fields]) OR "social adjustment"[All Fields] OR "adjustment"[All Fields] OR "adaptation, psychological"[MeSH Terms] OR ("adaptation"[All Fields] AND "psychological"[All Fields]) OR "psychological adaptation"[All Fields])

No se acotó la búsqueda respecto a la fecha de publicación ya que nos interesaba conocer los conceptos clásicos y antecedentes históricos de

ajuste oclusal, así como métodos convencionales para su análisis y posterior desarrollo.

Para conocer el índice de impacto de cada medio de publicación donde encontráramos un artículo de nuestro interés, recurríamos a la ISI Web of Knowledge para conocer el JCR de la revista científica, ayudándonos a filtrar publicaciones de menor interés.

Para la localización de los artículos completos y su posterior descarga, utilizamos los recursos electrónicos del catálogo FAMA de la Universidad de Sevilla, google académico y recursos físicos disponibles en la biblioteca de la misma universidad.

El registro final de toda la bibliografía utilizada se importó en Refworks desde Pubmed, editándose un Word en base a esta información.

2. Diseño de un estudio

Se diseña un estudio para evaluar el ajuste oclusal realizado en prótesis implantosoportadas de varios pacientes por profesionales que usen el papel de articular convencional. Tras lo cual se realiza, en caso de ser necesario, ajuste con T-scan III y estudia su estabilidad a lo largo del tiempo, registrando si existen variaciones y posibles complicaciones que aparezcan.

Criterios de inclusión:

- Pacientes mayores de edad
- Superación del protocolo de osteointegración por parte de los implantes involucrados, evaluando: dolor espontáneo o inducido, movilidad, radiología.
- Prótesis implantosoportada parcial con dentición natural adyacente.
- Tener un ajuste inicial con papel de articular
- Aceptación de inclusión en el estudio

Consiste en:

- Registrar con el T-scan III, el día de colocación de una prótesis implantosoportada la oclusión sin ajuste previo.
- Ajustar la oclusión usando el papel de articular y registrar con T-scan III el equilibrado realizado con este método convencional.
- Tras lo anterior, realizar el ajuste en base a lo observado en el análisis del T-scan III, si fuera necesario y volver a registrarlo con el T-scan III.
- Volver a analizar cada 3 meses dentro de los próximos 2 años, con el T-scan III y ver si ha habido variación de la estabilidad oclusal y determinar si con el papel se había realizado un buen ajuste, registrando posibles complicaciones o cambios oclusales en estos meses.

Toma de registros. ¿Cómo hacer un registro con T-scan III? (56)

- A) *Elección del sensor apropiado:* Según las dimensiones de la arcada del paciente seleccionaremos el sensor grande (66mm x 56 mm y 1370 receptores de presión) o el pequeño (58mm x 51 mm y 1122 receptores de presión).
- B) *Individualización de la arcada:* Medida con un calibre de la anchura del incisivo central, para personalizar la gráfica del arco dental. También se establecen detalles importantes como presencia de coronas, puentes y ausencia dentales para acercarnos a la localización de los contactos oclusales reflejados en la pantalla.
- C) *Acondicionamiento y ajuste de sensibilidad del sensor:* El software puede ajustar el nivel de sensibilidad de forma automática pero en ocasiones el operador tendrá que modificarlo. Disponemos de 8 posibles niveles de sensibilidad (realmente lo que se hace es aumentar

o disminuir la carga eléctrica de las unidades que conforman el sensor). Hemos de conseguir que solo 3 valores de fuerza estén en rojo en la gráfica de fuerzas rodeadas por marcas verdes, amarillas y azules. Se coloca el sensor centrado en la boca, alineado entre los incisivos superiores. Se recomienda realizar al menos 2 tests antes de hacer el registro definitivo.



Imagen 26. Colocación respecto a los incisivos superiores.

D) *Registro oclusal*: Se hace un registro de multioclusión con 3 intercuspidades consecutivas con pausas de 1 segundo entre ambas habiendo pulsado previamente el botón manual, “record”, para comenzar la grabación del registro. Se analiza donde está la máxima fuerza de oclusión en la secuencia y se elige como referencia. Hay que tener en cuenta respecto al modelo que aparece en la pantalla, que es una aproximación por lo que pueden existir pequeñas variaciones en las localizaciones y piezas marcadas.

Se analizará y comparará la fuerza máxima soportada por las restauraciones protésicas implantosoportadas, observando en que momento entran en contacto respecto a la dentición natural en cada uno de los momentos analizados, para valorar si cumplen con el óptimo ajuste oclusal recomendado en estas circunstancias. Observaremos si existen sobrecargas o anoclusiones y

posibles complicaciones derivadas de ello. Analizando en el tiempo la estabilidad oclusal presente o posibles variaciones.

Consideraciones éticas

Los participantes del estudio han de dar su consentimiento, siendo informados del mismo y tratando sus datos con confidencialidad, sometidos a la Ley orgánica de protección de datos de carácter personal. El ajuste siempre será el idóneo, para lo cual desde el primer día se utilizará el T-scan III, considerándolo la herramienta más completa para una correcta valoración.

V. RESULTADOS

Tras la búsqueda realizada en PubMed, estos fueron los resultados obtenidos:

- ("occlusal adjustment"[MeSH Terms] OR ("occlusal"[All Fields] AND "adjustment"[All Fields]) OR "occlusal adjustment"[All Fields]) AND t-scan[All Fields]: Obtuvimos 7 artículos
- ("dental occlusion"[MeSH Terms] OR ("dental"[All Fields] AND "occlusion"[All Fields]) OR "dental occlusion"[All Fields] OR "occlusion"[All Fields]) AND t-scan[All Fields]: Arrojó un resultado de 101 artículos
- t-scan[All Fields] AND implant[All Fields]: 12 artículos se referían en la búsqueda
- implant[All Fields] AND ("dental occlusion"[MeSH Terms] OR ("dental"[All Fields] AND "occlusion"[All Fields]) OR "dental occlusion"[All Fields] OR "occlusion"[All Fields]) AND ("social adjustment"[MeSH Terms] OR ("social"[All Fields] AND "adjustment"[All Fields]) OR "social adjustment"[All Fields] OR "adjustment"[All Fields] OR "adaptation, psychological"[MeSH Terms] OR ("adaptation"[All Fields] AND "psychological"[All Fields]) OR "psychological adaptation"[All Fields]): 50 artículos coincidían.

En base al título, abstract e índice de impacto de la publicación seleccionamos un total de 59 artículos. Tras la lectura de los cuales ampliamos la bibliografía hasta un total de 76 artículos en base a búsqueda manual de artículos seleccionados de documentos relacionados con el sistema y artículos no publicados en PubMed. También utilizamos 2 libros (2, 32) y 2 manuales del T-scan, uno de aplicaciones clínicas (52) y otro general (80)

Gran parte de los artículos, en su mayoría los menos recientes, analizaban las controversias entre guía anterior y función de grupo a la hora de analizar y conformar la oclusión en diferentes individuos (14, 15, 16, 13, 17, 18) así como efectos de las diferentes posiciones de estudio o actuaciones interceptivas en la actividad electromiográfica de los músculos masticatorios.

El estudio de los desórdenes temporomandibulares y la relación con la oclusión, ocupa otro lugar destacado en la búsqueda bibliográfica realizada (8, 9, 10, 19, 22, 23, 24, 20)

Otro grupo de artículos nos permiten analizar las características de la dentición natural y sus diferencias con los implantes que serán la base de prótesis implantosoportadas (38, 36, 31, 53, 33, 34, 37, 40, 21, 35)

Para adentrarnos en la temática del trabajo, la oclusión indicada en tratamientos con implantes y posibles complicaciones fue desglosada de numerosos artículos (46, 31, 30, 51, 47, 48, 8, 50, 49, 42), así como la oclusión en dentición natural (11, 12, 3, 5, 7, 8).

El grueso de los artículos seleccionados hacen referencia a métodos convencionales de registro intermaxilar, su evaluación en diferentes estudios y aparición de nuevos métodos como el T-scan, con comparaciones entre los mismos (57, 67, 62, 68, 63, 69, 70, 66, 71, 52, 73, 77, 74, 72, 78, 55, 54, 65, 79)

A destacar, la información obtenida de los artículos de 1997 (37) y 2005(31) en relación a la diferencia diente-implante. Así como los artículos del 2000 (30) y 2005(46, 31) referentes a la oclusión en implantes. Referente a los métodos convencionales de estudio de la oclusión, destacan los estudios de Schelb (57) y Halpering (62) así como las consideraciones del 2002 (54), de Carey en 2007 (55) y Qadeer en 2012 (56).

Son numerosos los artículos referidos al T-scan, con Maness y Kerstein destacando entre los autores.

VI. DISCUSIÓN

El estudio de la oclusión, debido a su importancia, siempre ha estado presente en las publicaciones de la literatura. Numerosos autores investigaron acerca de la oclusión en dentición natural, dando pautas de ajuste (3, 5), evaluando los cambios de la misma a lo largo del día (7) y viendo el efecto provocado en la electromiografía por interferencias (11, 12).

La relación de la oclusión como factor causal de los desórdenes temporomandibulares no está evidenciada científicamente (10, 22, 23) pero se ha visto que el equilibrado oclusal es un mecanismo eficaz para mejorar los signos y síntomas del aparato estomatognático (8, 9, 20) en casos donde tras un examen previo, hemos encontrado el origen del problema en interferencias oclusales. Con los estudios existentes, no se podrá afirmar por tanto que la oclusión tenga asociación causal de los desórdenes temporomandibulares, no pudiendo atribuir a las interferencias oclusales la causa del bruxismo nocturno (20, 24, 22, 23), necesiándose más estudios comparativos válidos. El tratamiento de estos desórdenes con férulas también ha sido estudiado (18, 25, 26) valorando la mejoría según las variables de cada paciente. La historia del dolor, radiografías, posición condilar, electromiografía y análisis oclusal nos guiará hacia un tratamiento u otro.

Se han defendido diferentes teorías y guías oclusales, que nos permitirán determinar la existencia de prematuridades e interferencias teniendo en cuenta los criterios de análisis de cada una de ellas. En función de la situación de desdentación de cada individuo será más favorable un esquema oclusal u otro, sin partir de patrones estáticos, sino estudiando características dinámicas para rehabilitar acorde con la oclusión propia del paciente.

La guía canina se ha demostrado como más ventajosa frente a la función de grupo (13), consiguiendo menor actividad electromiográfica de los músculos elevadores (masetero y temporal) durante los movimientos excéntricos mandibulares (14, 15, 16, 17) lo que reduciría la hiperactividad muscular con evitación de posibles problemas de desorden temporomandibular. En

contraposición, otros estudios no coinciden en estas conclusiones (18). No es científicamente defendible una guía sobre otra pero dada la literatura actual, se propone preferiblemente la guía canina.

Las diferencias existentes entre la dentición natural y los implantes (31, 37) requiere unas consideraciones específicas a la hora del ajuste oclusal en presencia de implantes y dentición natural (30,31, 46). Son muchos los autores que han analizado la diferente movilidad dental e implantaria (32, 33, 34) causada por la ausencia del ligamento periodontal en implantes, base de las diferentes características biomecánicas presentes. También se ha visto la diferente percepción entre implantes y dientes (35, 36) lo que demostraría la dificultad por parte de los implantes de percibir la sobrecarga oclusal.

La union entre dientes e implantes dentro de una misma estructura no se ha aceptado como tratamiento válido ya que las diferentes características biomecánicas resulta en fracaso de la estructura e intrusión dentaria (17, 38, 39).

Nuevos parámetros para establecer un correcto diseño oclusal sobre implantes fueron defendidos por numerosos autores para evitar la sobrecarga implantaria debido a esta diferencia intrínseca entre dientes e implantes (46, 31, 30, 47) coincidiendo en que la sobrecarga implantaria tenía que ser controlada por la dificultad de percepción de la misma por parte del paciente y por el potencial de desarrollar complicaciones biológicas y/o estructurales (41, 42, 44, 45).

Las zonas más críticas, con mayor número e intensidad de contactos serán las posteriores (21, 40).

Pese a que Chapman (47) defendía el objetivo de la oclusión sobre implantes como un contacto simultáneo bilateral, la oclusión propuesta se basa en un contacto no simultáneo de las prótesis implantosoportadas y la dentición natural, existiendo un equilibrio bilateral de las fuerzas, sin interferencias en movimientos protusivos o laterales que resultará en equilibrio de todos los elementos, previniendo futuras complicaciones. Maness (52) describe el

concepto de “fuerza relativa oclusal” defendiendo un equilibrado y distribución de las fuerzas en los dientes naturales. Variaciones en cuanto al diseño protésico también se han propuesto como necesarias para minimizar el riesgo de sobrecarga y complicaciones futuras.

Se ha demostrado que el ajuste oclusal no es algo estático y definitivo, sino que se producen cambios por lo cual será necesaria la reevaluación (49, 50, 51). Existen diversas teorías acerca de los cambios oclusales en tratamientos con implantes, unos hablan de que la musculatura recupera fuerza y provoca cambios en la oclusión, otros hablan de un cambio condilar por una reestructuración de la oclusión y una tercera teoría habla de la intrusión de los dientes en el hueso, especialmente aquellos con periodonto comprometido, provocando la carga sobre los implantes (33, 34, 53).

Para el correcto ajuste oclusal en las situaciones descritas anteriormente, necesitaremos conocer la intensidad y tiempo de aparición de las fuerzas oclusales en las diferentes partes de la arcada dentaria.

Los métodos convencionales han sido objeto de numerosos estudios donde se han evaluado sus propiedades físicas, sensibilidad, precisión y fiabilidad (57, 62). Tras los cuales se han evidenciado las carencias presentes para permitir un correcto ajuste oclusal no simultáneo.

Los estudios de Carey y Qadeer muestran que el área de la marca dejada por el papel de articular no informa de la intensidad del contacto ni de su secuencia, solo de la localización (55, 56). No se establece por tanto relación lineal entre área de la marca e intensidad de la carga. Además de no representar la misma carga, marcas iguales. Siendo erróneo el valorar el tamaño de la marca como muestra de la fuerza aplicada como se defendía en algunos estudios (54).

La mayor influencia en la morfología y tamaño de la marca producida depende de la anatomía de la superficie oclusal y no de la carga oclusal. Dos superficies planas enfrentadas provocaran un área de marca mayor pese a que la fuerza oclusal sobre ese contacto sea menor. Importante para no tratar de forma errónea

contactos no prematuros en el ajuste oclusal. Viéndose la necesidad de un sistema que detecte las fuerzas, aunque sea de forma relativa.

El desarrollo y estudio de diferentes métodos de registro intermaxilar ha sido constante a lo largo de la historia (66, 67, 68, 69, 70) hasta llegar al método de análisis oclusal computerizado. Maness, lo desarrolló en 1987 (71) aportando un análisis informático que representa la secuencia y duración de los contactos oclusales permitiendo al operador conocer el tamaño y localización, número, tiempo de aparición y fuerza relativa de los contactos dentarios. En los primeros estudios se critica una baja sensibilidad con dudas de la fiabilidad (73, 74) pero en su desarrollo hasta el T-scan III parece haber superado las críticas (72, 78, 64, 79) permitiendo obtener información cuantitativa de las fuerzas oclusales presentes, dando más datos al clínico para un correcto ajuste oclusal. En ocasiones, se puede combinar con el papel de articular para complementar la información respecto a la localización de los puntos de contacto observados en la pantalla.

Maness también explica la ventaja diagnóstica y de tratamiento que supone para los desordenes oclusales, usando el tiempo y la fuerza como variables diagnósticas. Tiempos de disclusión superiores a 0,5 seg. están asociados a disfunción cráneo-mandibular (59), demostrándose en los estudios electromiográficos que tiempos de disoclusión elevados se relacionan con problemas musculares con desorden temporomandibular (11, 12). La disminución de este tiempo procurando una disclusión completa en movimientos excursivos disminuirá la sobrecarga del músculo y de la articulación temporomandibular (60, 61)

El T-scan III es una herramienta reciente, por lo que la evidencia sobre su utilidad para el ajuste oclusal en estas circunstancias tendrá que seguir valorándose con estudios comparativos con sistemas convencionales como el propuesto.

VII. CONCLUSIONES

La oclusión del aparato estomatognático y su correcto análisis y diseño en tratamientos dentales es fundamental para conseguir una estabilidad y longevidad de las estructuras protésicas y dentición natural.

El desarrollo y aumento de los tratamientos con implantes en la actualidad, junto con las diferentes características biomecánicas que presentan implantes y dientes, hace que cobre una vital importancia comprender el distinto comportamiento ante cargas oclusales iguales. Esta diferencia hace necesario un patrón de oclusión específico en prótesis implantosoportadas con dientes adyacentes, mediante una **secuencia de oclusión no simultánea**, donde los dientes soporten primero las fuerzas, entrando en contacto las estructuras protésicas implantosoportadas tras la intrusión dental que permite el ligamento periodontal.

El papel de articular es el registro intermaxilar más utilizado. La interpretación subjetiva del área producida por un contacto oclusal, no representativa de la intensidad del contacto, y el feedback del paciente tratan de guiar al clínico en su tratamiento. Es un método cualitativo convencional que no permite confeccionar y evaluar un diseño oclusal específico para estas situaciones con presencia de estructuras implantosoportadas, ya que no nos informa de la fuerza ni secuencia temporal de los contactos oclusales. Esto desencadena situaciones de anclusión o de sobrecarga en las estructuras protésicas, causando futuras complicaciones biológicas o estructurales.

El T-scan III, tras su evolución y desarrollo, superando las críticas acerca de su falta de sensibilidad, se ha demostrado como un método válido para el estudio de la secuencia temporal de los contactos oclusales, mostrando la

localización y fuerza relativa de los mismos, permitiendo el diseño de una secuencia de oclusión no simultánea en las situaciones objeto del estudio.

Se requieren más estudios a largo plazo donde se comparen los resultados obtenidos mediante el ajuste oclusal con el papel de articular y con el T-scan III, observando la aparición de complicaciones y analizando la estabilidad o modificación a lo largo del tiempo del equilibrio oclusal conseguido inicialmente.

VIII.REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) BRODIE AG. Anatomy and physiology of head and neck musculature. Am J Orthod 1950 Nov;36(11):831-844.
- (2) Dawson PE. Functional Occlusion: From TMJ to Smile Design. St. Louis, Mo: Mosby; 2007
- (3) Long JH,Jr. Occlusal adjustment. J Prosthet Dent 1973 Oct;30(4 Pt 2):706-714.
- (4) Calagna LJ, Silverman SI, Garfinkel L. Influence of neuromuscular conditioning on centric relation registrations. J Prosthet Dent 1973 Oct;30(4 Pt 2):598-604.
- (5) Hobo S. Twin-tables technique for occlusal rehabilitation: Part I--Mechanism of anterior guidance. J Prosthet Dent 1991 Sep;66(3):299-303.
- (6) Wyke BD. Neuromuscular mechanisms influencing mandibular posture: a neurologist's review of current concepts. J Dent 1974 Feb;2(3):111-120.
- (7) Berry DC, Singh BP. Daily variations in occlusal contacts. J Prosthet Dent 1983 Sep;50(3):386-391.
- (8) Tarantola GJ, Becker IM, Gremillion H, Pink F. The effectiveness of equilibration in the improvement of signs and symptoms in the stomatognathic system. Int J Periodontics Restorative Dent 1998 Dec;18(6):594-603.
- (9) Zarb GA, Thompson GW. Assessment of clinical treatment of patients with temporomandibular joint dysfunction. J Prosthet Dent 1970 Nov;24(5):542-554.
- (10) McNeill C. Craniomandibular (TMJ) disorders--the state of the art. Part II: accepted diagnostic and treatment modalities. J Prosthet Dent 1983 Mar;49(3):393-397.
- (11) Riise C, Sheikholeslam A. The influence of experimental interfering occlusal contacts on the postural activity of the anterior temporal and masseter muscles in young adults. J Oral Rehabil 1982 Sep;9(5):419-425.

- (12) Schaerer P, Stallard RE, Zander HA. Occlusal interferences and mastication: an electromyographic study. *J Prosthet Dent* 1967 May;17(5):438-449.
- (13) Thornton LJ. Anterior guidance: group function/canine guidance. A literature review. *J Prosthet Dent* 1990 Oct;64(4):479-482.
- (14) Williamson EH, Lundquist DO. Anterior guidance: its effect on electromyographic activity of the temporal and masseter muscles. *J Prosthet Dent* 1983 Jun;49(6):816-823.
- (15) Manns A, Chan C, Miralles R. Influence of group function and canine guidance on electromyographic activity of elevator muscles. *J Prosthet Dent* 1987 Apr;57(4):494-501.
- (16) Miralles R, Bull R, Manns A, Roman E. Influence of balanced occlusion and canine guidance on electromyographic activity of elevator muscles in complete denture wearers. *J Prosthet Dent* 1989 Apr;61(4):494-498.
- (17) English CE. Biomechanical concerns with fixed partial dentures involving implants. *Implant Dent* 1993 Winter;2(4):221-242.
- (18) Borromeo GL, Suvinen TI, Reade PC. A comparison of the effects of group function and canine guidance interocclusal device on masseter muscle electromyographic activity in normal subjects. *J Prosthet Dent* 1995 Aug;74(2):174-180.
- (19) Nielsen IL, McNeill C, Danzig W, Goldman S, Levy J, Miller AJ. Adaptation of craniofacial muscles in subjects with craniomandibular disorders. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1990 Jan;97(1):20-34.
- (20) Kirveskari P. Assessment of occlusal stability by measuring contact time and centric slide. *J Oral Rehabil* 1999 Oct;26(10):763-766.
- (21) Riise C, Ericsson SG. A clinical study of the distribution of occlusal tooth contacts in the intercuspal position at light and hard pressure in adults. *J Oral Rehabil* 1983 Nov;10(6):473-480.

- (22) Tsolka P, Morris RW, Preiskel HW. Occlusal adjustment therapy for craniomandibular disorders: a clinical assessment by a double-blind method. *J Prosthet Dent* 1992 Dec;68(6):957-964.
- (23) Tsolka P, Preiskel HW. Kinesiographic and electromyographic assessment of the effects of occlusal adjustment therapy on craniomandibular disorders by a double-blind method. *J Prosthet Dent* 1993 Jan;69(1):85-92.
- (24) Clark GT, Tsukiyama Y, Baba K, Simmons M. The validity and utility of disease detection methods and of occlusal therapy for temporomandibular disorders. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1997 Jan;83(1):101-106.
- (25) Okeson JP, Kemper JT, Moody PM. A study of the use of occlusion splints in the treatment of acute and chronic patients with craniomandibular disorders. *J Prosthet Dent* 1982 Dec;48(6):708-712.
- (26) Weinberg LA. Treatment prostheses in TMJ dysfunction-pain syndrome. *J Prosthet Dent* 1978 Jun;39(6):654-669.
- (27) Lazic V, Todorovic A, Zivkovic S, Marinovic Z. Computerized occlusal analysis in bruxism. *Srp Arh Celok Lek* 2006 Jan-Feb;134(1-2):22-29.
- (28) Misch CE. The effect of bruxism on treatment planning for dental implants. *Dent Today* 2002 Sep;21(9):76-81.
- (29) McNeill C. Occlusion: what it is and what it is not. *J Calif Dent Assoc* 2000 Oct;28(10):748-758.
- (30) Curtis DA, Sharma A, Finzen FC, Kao RT. Occlusal considerations for implant restorations in the partially edentulous patient. *J Calif Dent Assoc* 2000 Oct;28(10):771-779.
- (31) Kim Y, Oh TJ, Misch CE, Wang HL. Occlusal considerations in implant therapy: clinical guidelines with biomechanical rationale. *Clin Oral Implants Res* 2005 Feb;16(1):26-35.

- (32) Sekine H et al. Mobility characteristics and tactile sensitivity of osseointegrated fixture- supporting systems. In van Steenberghe D, editor: Tissue integration in oral maxillofacial reconstruction, Amsterdam, 1986, Elsevier
- (33) Muhlemann HR. Tooth mobility: a review of clinical aspects and research findings. *J Periodontol* 1967 Nov-Dec;38(6):Suppl:686-713.
- (34) PARFITT GJ. Measurement of the physiological mobility of individual teeth in an axial direction. *J Dent Res* 1960 May-Jun;39:608-618.
- (35) SIIRILAE HS, LAINE P. The Tactile Sensibility of the Parodontium to Slight Axial Loadings of the Teeth. *Acta Odontol Scand* 1963 Nov;21:415-429.
- (36) Hammerle CH, Wagner D, Bragger U, Lussi A, Karayiannis A, Joss A, et al. Threshold of tactile sensitivity perceived with dental endosseous implants and natural teeth. *Clin Oral Implants Res* 1995 Jun;6(2):83-90.
- (37) Pesun IJ. Intrusion of teeth in the combination implant-to-natural-tooth fixed partial denture: a review of the theories. *J Prosthodont* 1997 Dec;6(4):268-277.
- (38) Astrand P, Borg K, Gunne J, Olsson M. Combination of natural teeth and osseointegrated implants as prosthesis abutments: a 2-year longitudinal study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1991 Fall;6(3):305-312.
- (39) Rieder CE, Parel SM. A survey of natural tooth abutment intrusion with implant-connected fixed partial dentures. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1993 Aug;13(4):334-347.
- (40) Riise C. A clinical study of the number of occlusal tooth contacts in the intercuspal position at light and hard pressure in adults. *J Oral Rehabil* 1982 Nov;9(6):469-477.
- (41) Gittelsohn GL. Vertical dimension of occlusion in implant dentistry: significance and approach. *Implant Dent* 2002;11(1):33-40.
- (42) Saadoun AP, Le Gall M, Kricheck M. Microbial infections and occlusal overload: causes of failure in osseointegrated implants. *Pract Periodontics Aesthet Dent* 1993 Aug;5(6):11-20; quiz 21.

- (43) Pellicer-Chover H, Vina-Almunia J, Romero-Millan J, Penarrocha-Oltra D, Garcia-Mira B, Penarrocha-Diago M. Influence of occlusal loading on peri-implant clinical parameters. A pilot study. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2014 May 1;19(3):e302-7.
- (44) Oh TJ, Yoon J, Misch CE, Wang HL. The causes of early implant bone loss: myth or science? *J Periodontol* 2002 Mar;73(3):322-333.
- (45) Misch CE, Suzuki JB, Misch-Dietsh FM, Bidez MW. A positive correlation between occlusal trauma and peri-implant bone loss: literature support. *Implant Dent* 2005 Jun;14(2):108-116.
- (46) Stanford CM. Issues and considerations in dental implant occlusion: what do we know, and what do we need to find out? *J Calif Dent Assoc* 2005 Apr;33(4):329-336.
- (47) Chapman RJ. Principles of occlusion for implant prostheses: guidelines for position, timing, and force of occlusal contacts. *Quintessence Int* 1989 Jul;20(7):473-480.
- (48) Kerstein RB. Nonsimultaneous tooth contact in combined implant and natural tooth occlusal schemes. *Pract Proced Aesthet Dent* 2001 Nov-Dec;13(9):751-755.
- (49) Rangert BR, Sullivan RM, Jemt TM. Load factor control for implants in the posterior partially edentulous segment. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1997 May-Jun;12(3):360-370.
- (50) Dario LJ. How occlusal forces change in implant patients: a clinical research report. *J Am Dent Assoc* 1995 Aug;126(8):1130-1133.
- (51) Hellsing G. Occlusal adjustment and occlusal stability. *J Prosthet Dent* 1988 Jun;59(6):696-702.
- (52) Maness W. T-Scan clinical applications manual. Boston: Tekscan, Inc.;1988
- (53) MUEHLEMANN HR, SAVDIR S, RATEITSCHAK KH. Tooth Mobility--its Causes and Significance. *J Periodontol* 1965 Mar-Apr;36:148-153.

- (54) Saracoglu A, Ozpinar B. In vivo and in vitro evaluation of occlusal indicator sensitivity. *J Prosthet Dent* 2002 Nov;88(5):522-526.
- (55) Carey JP, Craig M, Kerstein RB, Radke J. Determining a relationship between applied occlusal load and articulating paper mark area. *Open Dent J* 2007;1:1-7.
- (56) Qadeer S, Kerstein R, Kim RJ, Huh JB, Shin SW. Relationship between articulation paper mark size and percentage of force measured with computerized occlusal analysis. *J Adv Prosthodont* 2012 Feb;4(1):7-12.
- (57) Schelb E, Kaiser DA, Brukl CE. Thickness and marking characteristics of occlusal registration strips. *J Prosthet Dent* 1985 Jul;54(1):122-126.
- (58) Kerstein RB, Grundset K: Obtaining Measurabel Bilateral Simultaneous Occlusal Contacts with Computer- Analyzed and Guided Occlusal Adjustments, *Quintessence Int.* 2001: 32; 7-18
- (59) Kerstein RB, Chapman R, Klein M. A comparison of ICAGD (inmediate complete anterior guidance development) to mock ICAGD for symptom reductions in chronic myosfascial pain dysfunction patients. *Cranio.* 1997; 15: 21-37
- (60) Kerstein RB. Disclusion time measurement studies: A Comparison of Disclusion Time Between Chronic Myofascial Pain Dysfunction Patients and Nonpatients: A Population Analysis, *J Prosthet Dent*, 1994;72; 473-480
- (61) Kerstein RB. Disculion Time Measurement Studies: Stabilitiy of disclusion time. A 1 year follow- up study. *J Prosthet Dent.* 1994; 72(2): 164-168
- (62) Halperin GC, Halperin AR, Norling BK. Thickness, strength, and plastic deformation of occlusal registration strips. *J Prosthet Dent* 1982 Nov;48(5):575-578.
- (63) Mori T, Kawaguchi T, Katto K, Kano N, Takeuchi K, Tanaka K, et al. Effects of articulating paper on mandibular paths in lateral and protrusive excursions. *Aichi Gakuin Daigaku Shigakkai Shi* 1989 Dec;27(4):845-853.

- (64) Kerstein RB, Lowe M, Harty M, Radke J. A force reproduction analysis of two recording sensors of a computerized occlusal analysis system. *Cranio* 2006 Jan;24(1):15-24.
- (65) Millstein P. Know your indicator. *J Mass Dent Soc* 2008 Winter;56(4):30-31.
- (66) Tosa J, Tanaka M, Murata Y, Kawazoe T. Computer-aided video system for evaluation of occlusal contacts. *J Osaka Dent Univ* 1990; 24:11-18.
- (67) Gazit E, Fitzig S, Lieberman MA. Reproducibility of occlusal marking techniques. *J Prosthet Dent* 1986 Apr;55(4):505-509.
- (68) Watt DM. Monitoring mastication. *J Dent* 1976 Nov;4(6):271-278.
- (69) Neff P, Binderman I, Arcan M. The diagram of contact intensities: a basic characteristic of occlusion. *J Prosthet Dent* 1985 May;53(5):697-702.
- (70) Amsterdam M, Purdum LC, Purdum KL. The occlusalgraph: a graphic representation of photocclusion data. *J Prosthet Dent* 1987 Jan;57(1):94-98.
- (71) Maness WL, Benjamin M, Podoloff R, Bobick A, Golden RF. Computerized occlusal analysis: a new technology. *Quintessence Int* 1987 Apr;18(4):287-292.
- (72) Garcia Cartagena A, Gonzalez Sequeros O, Garrido Garcia VC. Analysis of two methods for occlusal contact registration with the T-Scan system. *J Oral Rehabil* 1997 Jun;24(6):426-432.
- (73) Kong CV, Yang YL, Maness WL. Clinical evaluation of three occlusal registration methods for guided closure contacts. *J Prosthet Dent* 1991 Jul;66(1):15-20.
- (74) Bottger H, Borgstedt T. Computer-supported analysis of occlusion using T-Scan system. First report. *ZWR* 1989 Jul;98(7):584-585.
- (75) Millstein PL. An evaluation of occlusal contact marking indicators: a descriptive, qualitative method. *Quintessence Int Dent Dig* 1983 Aug;14(8):813-836.
- (76) Harvey WL, Hatch RA, Osborne JW. Computerized occlusal analysis: An evaluation of the sensors. *J Prosthet Dent*. 1991; 65: 89-92

(77) Harvey WL, Osborne JW, Hatch RA. A preliminary test of the replicability of a computerized occlusal analysis system. J Prosthet Dent 1992 May;67(5):697-700.

(78) Garrido Garcia VC, Garcia Cartagena A, Gonzalez Sequeros O. Evaluation of occlusal contacts in maximum intercuspation using the T-Scan system. J Oral Rehabil 1997 Dec;24(12):899-903.

(79) Throckmorton GS, Rasmussen J, Caloss R. Calibration of T-Scan sensors for recording bite forces in denture patients. J Oral Rehabil 2009 Sep;36(9):636-643.

(80) T-Scan®III User Manual v. 7.0x

